



Wyniki badań W ZAKRESIE **ROLNICTWA** **EKOLOGICZNEGO,**

REALIZOWANYCH W **2016** ROKU



Spis treści:

WSTĘP	4
INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTAW W PUŁAWACH	
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY	
1. Badania w zakresie doboru odmian ze szczególnym uwzględnieniem roślin bobowatych – strączkowych grubonasiennych, soi, rzepaku, zbóż oraz roślin wysokobiałkowych w uprawach polowych zalecanych do towarowej produkcji ekologicznej (Badania w zakresie doboru odmian zbóż ozimych i ich przydatności dla przemysłu piekarskiego i makaronowego).....	5
2. Badania w zakresie doboru odmian ze szczególnym uwzględnieniem roślin bobowatych – strączkowych grubonasiennych, soi, rzepaku, zbóż oraz roślin wysokobiałkowych w uprawach polowych zalecanych do towarowej produkcji ekologicznej (Badania w zakresie doboru odmian zbóż jarych i ich przydatności dla przemysłu piekarskiego i makaronowego).....	23
INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN	
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W POZNANIU	
1. Zastosowanie modelu matematycznego dla prognozowania krótkoterminowego stonki ziemniaczanej (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say.) w ekologicznej uprawie ziemniaka.....	39
2. Uprawy polowe metodami ekologicznymi. Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań przy ekologicznej uprawie roślin polowych. Wykorzystanie mieszanek odmian jako innowacyjnych narzędzi w ochronie jęczmienia jarego przed chorobami, chwastami i szkodnikami.....	54
3. Uprawy polowe metodami ekologicznymi. Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań przy ekologicznej uprawie roślin polowych. Innowacyjne zastosowanie związków potasu w uprawie ziemniaka w systemie ekologicznym.....	67
UNIwersytet PRZYRODNICZY W LUBLINIE	
1. Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: badania w zakresie przetwórstwa (w tym wędzenia) mięsa oraz produktów mięsnych z ograniczeniem dodatków azotanów i azotynów z uwzględnieniem wydłużania trwałości przechowalniczej tych produktów.....	82
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN	
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W RADZIKOWIE	
1. Badania nad przydatnością wyciągu z sorga (<i>Sorghum bicolor</i>) jako bioherbicydu dostosowania w uprawie ekologicznej zbóż.....	90
2. Badania wartości rolniczej odmian pszenżyta jarego i ozimego (<i>Triticosecale</i> Wittmack) do uprawy na ziarno i na kiszonkę w gospodarstwach ekologicznych oraz możliwości ograniczenia zawartości mikotoksyn w ziarnie (pszenżyta).....	105
3. Wykorzystanie naturalnych substancji wspierających zdrowotność w ekologicznej uprawie i ochronie roślin okopowych przed ważnymi pod względem gospodarczym chorobami i szkodnikami.....	118
4. Uprawa kukurydzy na różne cele użytkowania w systemie ekologicznym – badania nad doбором odmian, odżywianiem roślin, zwalczaniem szkodników i zmniejszeniem zawartości mikotoksyn.....	133
INSTYTUT BIOTECHNOLOGII PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO W WARSZAWIE	
1. Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi. Opracowanie technologii drożdży ekologicznych.....	148
SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE	
1. Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi – badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn niezamierzonego występowania w produktach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom.....	160



2. Warzywnictwo, w tym uprawy ziół metodami ekologicznymi. Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań dla towarowej, ekologicznej uprawy rumianku pospolitego174
3. Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Wpływ żywienia, w tym dodatków ziołowych i dodatków paszowych, na kształtowanie parametrów jakościowych produktów pochodzenia zwierzęcego188
4. Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Praktyczne aspekty ekologicznego chowu ryb, ze szczególnym uwzględnieniem zapobiegania i zwalczania chorób karpi i pstrągów204

INSTYTUT ROZWOJU WSI I ROLNICTWA

POLSKA AKADEMIA NAUK

1. Prorozwojowe wykorzystanie rolnictwa ekologicznego w polityce i działaniach samorządów lokalnych – analiza wybranych przypadków.....221

UNIwersytet WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

1. Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań przy ekologicznej uprawie roślin polowych (burak cukrowy)237
2. Badania nad opracowaniem optymalnej technologii produkcji wyrobów piekarskich i cukierniczych wzbogaconych świeżymi i suszonymi owocami i warzywami253

INSTYTUT OGRODNICTWA W SKIERNIEWICACH

1. Sadownictwo metodami ekologicznymi: określenie optymalnej oraz minimalnej obsady upraw jagodowych, krzewów i drzew owocowych w towarowej produkcji ekologicznej z uwzględnieniem chorób i szkodników występujących w tych uprawach.....270
2. Warzywnictwo, w tym uprawa ziół metodami ekologicznymi – badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań dla towarowej uprawy ekologicznej warzyw i ziół. Opracowanie innowacyjnych bioproduktów i technologii dla poprawy jakości gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych286
3. Sadownictwo metodami ekologicznymi – badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn niezamierzonego występowania w produktach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom.....302
4. Sadownictwo metodami ekologicznymi – Określenie innowacyjnych rozwiązań oraz dobrych praktyk ochrony przed szkodnikami i chorobami ze szczególnym uwzględnieniem upraw roślin jagodowych w tym truskawki, maliny i aronii317
5. Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi. Praktyczne aspekty ekologicznej uprawy warzyw i ziół pod osłonami i w szklarniach334
6. Uprawy polowe metodami ekologicznymi – metody zaprawiania nasion metodami ekologicznymi. Wykorzystanie pożytecznych mikroorganizmów i środków ekologicznych do biologicznego zaprawiania nasion oraz zwalczania fitopatogenów w uprawach nasiennych wybranych gatunków roślin warzywnych.....350
7. Sadownictwo metodami ekologicznymi. Badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn niezamierzonego występowania w produktach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom.....365

UNIwersytet ROLNICZY W KRAKOWIE

1. Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi - badania w zakresie innowacyjnych metod ochrony przed szkodnikami, chorobami i chwastami w ekologicznej produkcji ziół i warzyw, w tym poprzez określenie zależności występowania chorób, szkodników i chwastów od występowania roślin sąsiadujących oraz dziko rosnących oraz ochrony naturalnych wrogów szkodników381
2. Opracowanie innowacyjnych metod ochrony w ekologicznej uprawie truskawki.....393
3. Zaprawianie nasion metodami ekologicznymi. Wpływ preparatów biologicznych na plonowanie, zdrowotność i jakość surowców pozyskiwanych z roślin gryki (*Fagopyrum esculentum* Moench)409

UNIwersytet EKONOMICZNY W POZNANIU

1. Postawy etnocentryczne konsumentów (w ujęciu lokalnym), a szanse i bariery rozwoju rynku żywności ekologicznej.....425

INSTYTUT ZOOTECHNIKI

PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

1. Ochrona zdrowia krów mlecznych w chowie ekologicznym – wykorzystanie innowacyjnych preparatów ziołowych dla profilaktyki i leczenia schorzeń wymienia.....442



Wstęp

Szanowni Państwo

Przekazujemy w Państwa ręce kolejną już publikację, zawierającą wyniki badań, realizowanych w 2016 roku, tj. trzynastym roku wsparcia finansowanego, udzielanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi dla badań w obszarze rolnictwa ekologicznego.

Publikacja stanowi zbiór wyników badań, przeprowadzonych przez podmioty prowadzące badania naukowe, obejmujące tę właśnie dziedzinę rolnictwa.

Trzeba wyraźnie podkreślić, że wieloletnie, pracochłonne badania naukowe mają istotny wpływ na rozwój tego sektora produkcji. Tradycyjna wiedza przekazywana przez doradców, jak również w ramach stowarzyszeń rolników ekologicznych, na obecnym etapie jest już niewystarczająca. Wprowadzanie nowych rozwiązań oraz nowych technologii produkcji – popartych badaniami naukowymi – jest nieodzowne dla rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce.

Sektor produkcji ekologicznej wciąż znajduje się w początkowej, jednakże dynamicznej fazie rozwoju, wymaga on zatem wsparcia specjalistyczną wiedzą naukową. Ukształtowana w Polsce grupa instytutów naukowych i ośrodków akademickich, prowadząca badania dotyczące rolnictwa ekologicznego, sprzyja wypracowaniu innowacyjnych rozwiązań pojawiających się lub istniejących problemów, zarówno w ekologicznej produkcji rolniczej, jak i też w przetwórstwie ekologicznym.

Niniejsza publikacja zawiera wyniki 30 tematów badawczych: nowych i kontynuowanych. Mogą Państwo znaleźć wśród nich dużo przydatnych informacji, które – mam nadzieję – ułatwią prowadzenie upraw metodami ekologicznymi, a także ugruntują posiadaną już wiedzę o tym sposobie produkcji.



Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Informacja o tematach realizowanych badań znajduje się również na stronie internetowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Centrum Doradztwa Rolniczego – Oddział w Radomiu.



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTAW W PUŁAWACH

– PAŃSTWOWY
INSTYTUT BADAWCZY

1

Badania w zakresie doboru odmian ze szczególnym uwzględnieniem roślin bobowatych – strączkowych grubonasiennych, soi, rzepaku, zbóż oraz roślin wysokobiałkowych w uprawach polowych zalecanych do towarowej produkcji ekologicznej (Badania w zakresie doboru odmian zbóż ozimych i ich przydatności dla przemysłu piekarskiego i makaronowego)

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Nr: HORre-msz-078-23/16(243) z dnia 30.05.2016 r.



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

**Badania w zakresie doboru odmian ze szczególnym uwzględnieniem roślin
bobowatych – strączkowych grubonasiennych, soi, rzepaku, zbóż oraz
roślin wysokobiałkowych w uprawach polowych zalecanych
do towarowej produkcji ekologicznej.
(Badania w zakresie doboru odmian zbóż ozimych i ich przydatności dla
przemysłu piekarskiego i makaronowego).**

Kierownik badań: dr Krzysztof Jończyk

Zespół badawczy:

*IUNG – PIB Puławy - prof. dr hab. Jan Kuś, dr Jarosław Stalenga, dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk,
prof. dr hab. Stefan Martyniuk, dr Andrzej Księżniak, dr Tadeusz Dworakowski, inż. Jerzy Kuźmicki
UTP Bydgoszcz - prof. dr hab. Czesław Sadowski, dr inż. Leszek Lenc
SGGW Warszawa – dr hab. Grażyna Cacak Pietrzak,
CDR Brwinów o/Radom - mgr Tomasz Stachowicz*

Wstęp

Istotną przesłanką za prowadzeniem badań nad doбором odmian zbóż do uprawy w gospodarstwach ekologicznych są ograniczone możliwości zaopatrzenia w materiał nasienny zbóż w jakości ekologicznej. W tej sytuacji do uprawy w gospodarstwach ekologicznym zaleca się wybierać odmiany będące w ogólnej ofercie firm hodowlanych i znajdujące się w Krajowym Rejestrze Odmian. Badania prowadzone przez COBORU oraz rekomendacje firm hodowlanych nie uwzględniają oceny odmian w warunkach produkcji ekologicznej co utrudnia właściwy wybór i zwiększa ryzyko ich uprawy.

W roku 2016 zaplanowano do realizacji 6 zadań szczegółowych, obejmujących ocenę przydatności 12 odmian pszenicy ozimej - 3 rok badań (w tym pierwszej odmiany pszenicy orkisz – Rokosz) oraz 10 odmian pszenżyta ozimego - 2 rok badań. W omawianym badaniach uwzględniono również szeroki zakres prac dotyczących oceny jakościowej ziarna pszenicy ozimej. Obejmuje ona pełen zakres cech technologicznych ziarna i maki łącznie z wypiekami laboratoryjnymi oraz przydatnością pozyskanego surowca do produkcji makaronów .



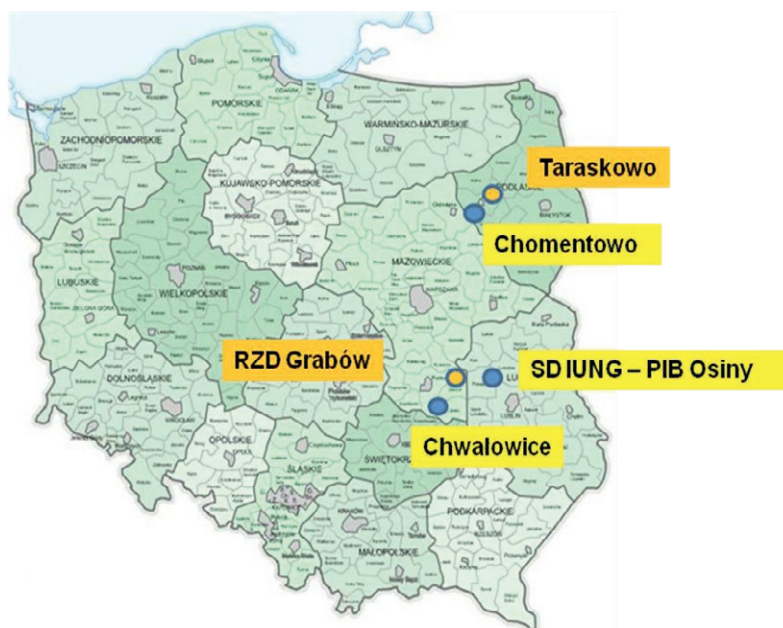
- Zadanie 1. Badania nad doбором odmian pszenicy ozimej do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.
- Zadanie 2. Badania nad doбором odmian pszenżyta ozimego do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.
- Zadanie 3. Określenie podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium spp.*
- Zadanie 4. Ocena wartości technologicznej ziarna odmian pszenicy ozimej i jego przydatności do produkcji pieczywa i makaronu.
- Zadanie 5. Ocena zdolności odmian pszenicy ozimej do pobierania azotu i fosforu z zasobów glebowych.
- Zadanie 6. Opracowanie materiałów informacyjnych i instrukcji wdrożeniowej nt. przydatności nowych odmian pszenicy ozimej do uprawy w ekologicznym systemie produkcji.

Podstawowym celem badań jest ocena przydatności do uprawy w ekologicznym systemie produkcji, najnowszych odmian pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego.

Celem dodatkowym zadania jest realizacja funkcji demonstracyjnej doświadczeń terenowych (tzw. „PDO dla ekologii”).

Warunki prowadzenia badań

Badania z pszenicą ozimą przeprowadzono, podobnie jak w latach 2014 i 2015, w gospodarstwach ekologicznych w trzech miejscowościach: Osiny woj. lubelskie - Stacja Doświadczalna IUNG – PIB, Chwałowice woj. mazowieckie - gospodarstwo CDR Brwinów o/Radom, Chomentowo woj. podlaskie – indywidualne gospodarstwo ekologiczne. Doświadczenia z pszenżytem prowadzono w dwóch miejscowościach: Grabów woj. mazowieckie – gospodarstwo ekologiczne IUNG - PIB i Taraskowo woj. podlaskie – indywidualne gospodarstwo ekologiczne (rys. 1).



Rys.1. Lokalizacja doświadczeń z pszenicą ozimą i pszenżytem ozimym „PDO dla ekologii”

Zadanie 1. Badania nad doborem odmian pszenicy ozimej do uprawy w gospodarstwach ekologicznych

1.1. Plonowanie pszenicy ozimej

W roku 2016 średnie plony pszenicy ozimej we wszystkich miejscowościach były mniejsze i bardziej zróżnicowane niż w 2015 r. Wynik ten wiązać należy z ogólnie gorszymi warunkami dla wzrostu roślin i większym zróżnicowaniem warunków pogodowych w poszczególnych miejscowościach. W roku 2016 w porównaniu do 2015 odnotowano większe nasilenie chorób grzybowych oraz zachwaszczenie, szczególnie w Chwałowicach (tab.2). Największe plony podobnie jak w 2015 r. uzyskano w Osinach $6,54 \text{ t*ha}^{-1}$, w Chomentowie były one mniejsze i wyniosły średnio dla wszystkich odmian $3,66 \text{ t*ha}^{-1}$, a w Chwałowicach w warunkach bardzo dużego zachwaszczenia $2,66 \text{ t*ha}^{-1}$.

Analiza zbioru danych z wszystkich miejscowości wskazuje, że pomimo odmiennej reakcji odmian na uprawę w różnych rejonach kraju można wydzielić odmiany, które niezależnie od miejscowości uzyskały duże plony i cechowały się stabilnym plonowaniem (we wszystkich miejscowościach zakwalifikowano je do grupy odmian o wyższej produktywności). Przyjmując powyższe założenia kryteria te w 2016 r. spełniły odmiany **Jantarka, Sailor, Smuga i Arkadia**.

W roku 2016 w grupie odmian o najmniejszych plonach znalazły się **Muszelka i Banderola**. Odmiany te, szczególnie Muszelka tworzyła łan o małej obsadzie kłosów i masie 1000 ziaren (tab.1). Obie odmiany charakteryzowały się słabą konkurencyjnością w stosunku do chwastów oraz większą od średniej podatnością na choroby grzybowe.

Pszenica orkisz Rokosz w Osinach i Chomentowie plonowała na poziomie średniej z wszystkich odmian, odpowiednio $6,46$ i $3,72 \text{ t*ha}^{-1}$. Podobnie jak w latach ubiegłych orkisz tworzył wysoki łan z obsadą kłosów w zależności od lokalizacji $340-411 \text{ szt.*m}^{-2}$. W warunkach Chwałowic przy słabych wschodach orkisz z obsadą kłosów 220 szt.*m^{-2} nie był w stanie konkurować z chwastami, co wpłynęło na dorodność ziarna i w konsekwencji mały plon (tab.1).

Tabela 1. Plonowanie odmian pszenicy ozimej w różnych siedliskach – rok 2016

Odmiana	Osiny			Chomentowo			Chwałowice		
	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]
Arkadia	6,70	391	44,7	3,83	301	42,2	2,63	206	42,5
Bamberka	6,05	333	44,7	3,56	237	47,5	2,48	176	44,7
Banderola	5,85	339	43,6	3,40	191	40,2	2,38	224	43,7
Jantarka	7,34	426	48,2	4,67	303	42,6	2,44	209	43,5
Julius	6,60	417	42,6	3,40	336	40,6	3,05	295	42,1
KWS Ozon	6,38	381	44,4	3,40	284	46,4	2,85	204	43,3
Muszelka	5,88	303	38,9	2,80	218	41,1	1,93	132	39,0
Ostroga	6,81	390	44,7	3,57	302	45,0	2,71	194	44,5
Rokosz *	6,46	411	41,8	3,72	340	40,9	2,06	223	39,7
Sailor	6,85	420	43,6	3,78	272	41,5	3,44	247	40,8



Skagen	6,82	412	42,3	4,04	321	40,6	2,33	218	40,3
Smuga	6,74	397	43,9	3,78	272	42,9	2,66	189	40,5
Średnia	6,54	385	43,6	3,66	281	42,6	2,58	210	42,0
<i>NIR_{0,05}</i>	<i>0,59</i>	<i>48</i>	<i>1,2</i>	<i>0,16</i>	<i>84</i>	<i>0,3</i>	<i>0,65</i>	<i>75</i>	<i>1,8</i>

* / pszenica orkisz ziarno oplewione

1.2. Zachwaszczenie oraz ocena konkurencyjności odmian pszenicy ozimej w stosunku do chwastów

Obserwacje zachwaszczenia pszenicy ozimej wykazały, że liczba i masa chwastów była najmniejsza w Osinach (średnio 50 szt./m² i 27 g/m²) (tab. 2). Taki poziom zachwaszczenia nie zagrażał plonom ziarna pszenicy ozimej. Największe zachwaszczenie stwierdzono w Chwałowicach, gdzie liczba chwastów była ponad 2 razy większa jak w Osinach (132 szt./m²), a masa chwastów 8 - krotnie większa (226 g/m²). W Chomentowie poziom zachwaszczenia był pośredni pomiędzy Osinami a Chwałowicami.

Tabela 2. Liczebność i sucha masa chwastów w odmianach pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym w 2016 r.

Odmiana	Lokalizacje					
	Osiny		Chwałowice		Chomentowo	
	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)
Arkadia	47,5	37,3	180,0	243,8	102,5	102,9
Bamberka	57,5	81,6	147,0	246,7	55,0	69,0
Banderola	78,0	53,1	114,0	252,8	89,5	109,7
Jantarka	44,0	16,5	108,0	189,3	81,5	73,9
Julius	47,5	13,4	92,0	145,9	72,0	49,8
KWS Ozon	64,5	14,0	132,0	247,9	76,5	58,5
Muszelka	72,5	33,1	122,0	363,3	82,0	158,0
Ostroga	38,0	18,6	113,0	182,0	74,0	50,1
Rokosz	38,0	8,7	134,0	197,4	73,5	52,8
Sailor	39,0	17,6	113,0	183,5	65,0	41,2
Skagen	39,5	10,8	158,0	228,0	60,5	39,7
Smuga	38,5	16,7	177,0	233,1	45,5	39,5
Średnia	50,4	26,8	132,5	226,2	73,1	70,4

Spośród testowanych odmian pszenicy ozimej najmniejszym zachwaszczeniem podobnie jak w latach 2014 i 2015, cechowała się odmiana orkiszu Rokosz (tab. 2). Spośród odmian pszenicy zwyczajnej najmniejszym zachwaszczeniem wyróżniały się odmiany: Sailor, Smuga i Skagen w Osinach oraz Chomentowie. Dużą konkurencyjnością w stosunku do chwastów cechowały się też odmiany Ostroga i Julius we wszystkich lokalizacjach badań. Wymienione odmiany wyróżniały się pod względem tej cechy także w poprzednich latach badań.

Największe zachwaszczenie w 2016 r. stwierdzono w odmianach: Bamberka, Arkadia, Muszelka, Banderola w Osinach i Chwałowicach oraz Arkadia, Muszelka i Banderola w



Chomentowie, wyniki te są zbieżne z uzyskanymi we wcześniejszych latach badań. Na konkurencyjność zbóż w stosunku do chwastów wpływają ich cechy morfologiczne oraz struktura łanu. Odmianami o największym rozkrzewieniu ogólnym w fazie krzewienia w Osinach były Ostroga, Jantarka, KWS Ozon i Julius (w zakresie 3,30 – 3,35), a najmniej rozkrzewionymi – Muszelka i Bamberka (2,5-2,6). Jantarka, Julius i Smuga cechowały się ponadto największą wysokością w tej fazie. Odmiana orkisz Rokosz charakteryzowała się stosunkowo dużym rozkrzewieniem i obsadą roślin przez cały sezon wegetacyjny oraz była najwyższą odmianą (102 cm) w fazie dojrzałości, co sprzyjało jej konkurencyjności w stosunku do chwastów.

1.3. Ocena podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez patogeny grzybowe

Ocenę stanu porażenia roślin przez patogeny grzybowe dokonywano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej (BBCH 77-83) na trzech górnych liściach.

Na stopień porażenia odmian pszenicy ozimej przez choroby grzybowe w 2016 r. duży wpływ miał specyficzny przebieg pogody. Stosunkowo suchy i ciepły maj nie sprzyjał zainfekowaniu liści przez patogeny grzybowe. Również warunki pogodowe w czerwcu, szczególnie susza na Lubelszczyźnie, ograniczały rozwój chorób grzybowych.

Tabela 3. Porażenie liści(F-F2) pszenicy ozimej przez patogeny grzybowe - średnia ze wszystkich lokalizacji (faza BBCH 77-83 mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %				
	<i>Puccinia recondita</i>	<i>Septoria spp.</i>	<i>Puccinia striiformis</i>	<i>Drechslera tritici-repentis</i>	<i>Erysiphe graminis</i>
Arkadia	4,6 a	30,1 c	7,0 c	25,8 abc	8,8 ab
Bamberka	10,3 ab	6,7 a	1,3 a	20,7 ab	9,5 ab
Banderola	3,1 a	13,9 ab	1,6 a	27,6 abc	6,1 ab
Jantarka	5,9 ab	27,1 bc	4,0 b	17,6 a	2,8 a
Julius	18,5 bc	12,4 ab	2,2 ab	22,9 abc	0,9 a
Muszelka	5,05 a	28,9 c	5,3 bc	39,1 c	2,7 a
Ostroga	6,4 ab	10,2 ab	3,7 b	16,1 a	10,5 ab
Ozon	4,1 a	17,6 ab	0,02 a	36,0 bc	1,2 a
Rokosz	6,1 ab	18,1 ab	5,3 bc	19,4 ab	6,6 ab
Sailor	14,7 abc	15,0 ab	4,6 bc	30,1 abc	10,4 ab
Skagen	14,7 abc	8,05 a	5,0 bc	18,6 a	0,3 a
Smuga	25,1 c	40,0 c	0,1 a	16,9 a	15,8 b

* - wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $P=0,95$;

W największym nasileniu we wszystkich lokalizacjach występowała septorioza (*Septoria spp.*) i brunatna plamistość liści (*Drechslera tritici-repentis*), a w najmniejszym rdza żółta (*Puccinia striiformis*) i mączniak prawdziwy zbóż (*Erysiphe graminis*) (tab. 3). Uszkodzenia liści powodowane przez septoriozę w największym stopniu obserwowano u odmian: Arkadia, Smuga i Jantarka. Występowanie w większym nasileniu brunatnej plamistości liści stwierdzono u odmian: Muszelka i KWS Ozon. W przypadku występowania rdzy brunatnej (*Puccinia recondita*) większe uszkodzenia obserwowano u odmian Smuga i Julius, a rdzy żółtej (*Puccinia striiformis*) u odmian: Arkadia, Ostroga i pszenicy orkisz Rokosz.



Zadanie 2. Badania nad doбором odmian pszenżyta ozimego do uprawy w gospodarstwach ekologicznych

2.1. Plonowanie odmian pszenżyta ozimego i żyta

W Grabowie na glebach kompleksu 4 średnie plony pszenżyta wyniosły $5,65 \text{ t*ha}^{-1}$, a żyta $5,80 \text{ t*ha}^{-1}$. W Taraskowie na glebach kompleksu 5 były one zdecydowanie mniejsze i wynosiły odpowiednio $2,16 \text{ t*ha}^{-1}$ i $2,92 \text{ t*ha}^{-1}$. Główną przyczyną słabej wydajności w Taraskowie były słabe wschody w warunkach opóźnionych siewów i susza, która w warunkach gleb lekkich spowodowała przerzedzenie zasiewów. W efekcie tych czynników odnotowano bardzo małą obsadę kłosów (średnio dla wszystkich odmian 186 szt.*m^{-2}) i zachwaszczenie na poziomie 170 g*m^{-2} (tab. 4 i 5). Spośród ocenianych odmian pszenżyta ozimego w obu siedliskach największe plony uzyskały odmiany: **Pizarro**, **Subito Borowik**, **Tomko**. W Grabowie na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego wymienione odmiany plonowały w granicach $5,8\text{-}6,3 \text{ t*ha}^{-1}$, a w Taraskowie na kompleksie żytnim dobrym $2,3\text{-}2,7 \text{ t*ha}^{-1}$. Tomko i Borowik charakteryzowały się większą od średniej obsadą kłosów i masą 1000 ziaren (tab.4).

W grupie odmian o niskich plonach w obu miejscowościach, podobnie jak w 2015 r. znalazły się **Leontino** i **Grenado** oraz dodatkowo **Fredro**. Charakterystyczną cechą w przypadku Leontino była mała obsada kłosów, a u Grenado masa 1000 ziaren. Odmiana Fredro uzyskała mniejszą od średniej obsadę kłosów jak i masę 1000 ziaren (tab. 4). Gorsze parametry struktury plonu dla odmiany Fredro wiązać należy z większym porażeniem przez patogeny grzybowe, głównie *Septoria spp.* i *Puccinia striiformis*.

Tabela 4. Plonowanie odmian pszenżyta ozimego – rok 2016

Odmiana	Grabów			Taraskowo		
	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt./m ²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt./m ²]	Masa 1000 ziaren [g]
Algosio	5,62	343	49,3	2,10	187	52,4
Borowik	6,13	364	51,7	2,38	210	52,3
Fredro	5,25	318	46,2	1,94	137	45,0
Grenado	5,00	424	44,1	2,02	217	39,8
Leontino	5,05	267	48,4	1,39	75	48,5
Pizarro	6,26	393	45,6	2,33	266	46,3
Subito	6,21	338	45,7	2,69	165	47,0
Tomko	5,76	357	49,7	2,49	230	48,1
Tulus	5,78	327	46,2	2,09	188	51,6
Twingo	5,41	440	44,1	2,16	182	46,4
Bosmo *	5,69	379	31,9	2,89	287	37,2
Dańkowskie Amber *	5,91	367	32,5	2,94	291	36,3
Średnia ogółem	5,67	360	44,6	2,28	203	45,9
<i>NIR_{0,05} ogółem</i>	0,29	70	4,2	0,11	79	0,4
Średnia dla pszenżyta	5,65	357	47,1	2,16	186	47,7
<i>NIR_{0,05} dla pszenżyta</i>	0,031	69	4,5	0,11	80	0,4
Średnia dla żyta	5,8	373	32,2	2,92	289	36,8

* / odmiany żyta



2.2. Zachwaszczenie oraz ocena konkurencyjności w stosunku do chwastów odmian pszenżyta ozimego i żyta

Odmiany żyta cechowały się większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów niż odmiany pszenżyta (tab. 5). Spośród testowanych odmian pszenżyta największą konkurencyjność w stosunku do chwastów wykazały odmiany: Borowik, Pizarro i Tomko.

Tabela 5. Liczebność i sucha masa chwastów w odmianach żyta i pszenżyta uprawianych w systemie ekologicznym w Grabowie w 2016 r.

Odmiana	Lokalizacje			
	Grabów		Taraskowo	
	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)
Odmiany żyta:				
Bosmo	76,0	30,8	226,5	56,2
Dankowskie Amber	57,0	11,0	251,5	72,3
Średnia dla żyta	66,5	20,9	239,0	64,2
Odmiany pszenżyta:				
Algozo	106,0	99,9	209,5	156,2
Borowik	81,5	65,0	211,0	130,2
Fredro	98,0	87,0	279,5	197,1
Grenado	86,0	89,4	259,0	161,4
Leontino	82,5	68,4	289,5	289,4
Pizarro	95,0	48,7	199,5	91,6
Subito	78,5	57,1	300,0	180,8
Tomko	72,5	46,4	254,5	149,7
Tulus	83,5	55,6	229,0	187,0
Twingo	80,0	66,1	258,5	170,3
Średnia dla pszenżyta	86,4	68,3	249,0	171,4

2.3. Ocena podatności odmian pszenżyta ozimego na porażenie przez patogeny grzybowe

W roku 2016 porażenie liści pszenżyta ozimego i żyta przez patogeny grzybowe było niewielkie i podobnie jak w przypadku pszenicy ozimej różniło się istotnie między miejscowościami. Najwięcej uszkodzeń spowodowane było występowaniem septoriozy i brunatnej plamistości (*Drechslera tritici-repentis*). Septoriozę liści w największym nasileniu stwierdzono u odmian Fredro i Pizarro. Większą odporność na tego patogena, obok odmian żyta, wykazały odmiany: Grenado, Leontino, Tomko i Twingo (tab.6). Reakcja odmian na występowanie rdzy brunatnej (*Puccinia recondita*) była taka sama w obu punktach badań. Istotnie większe porażone stwierdzono u odmiany Algozo, a najmniejsze u odmian Borowik, Grenado, Subito i Twingo. Brunatna plamistość liści w większym nasileniu wystąpiła jedynie na liściach odmiany Subito. Porażenie pozostałych odmian było niewielkie, a różnice statystycznie nieistotne. Rynchosporioza występowała w obu miejscowościach na życie natomiast pszenżyto porażone było jedynie w Taraskowie. Odmianą najbardziej podatną na *Rynchosporium secalis* okazała się odmiana Subito. Porażenie liści pszenżyta ozimego przez



rdzę żółtą (*Puccinia striiformis*) w dużym stopniu zależało od miejscowości. W obu lokalizacjach nie stwierdzono rdzy żółtej na życie, a najsilniej zainfekowanymi odmianami pszenżyta były: Algroso oraz Fredro. Mączniak w większym nasileniu występował na życie niż na pszenżycie.

Tabela 6. Porażenie liści (F-F2) pszenżyta ozimego przez patogeny grzybowe - średnia ze wszystkich lokalizacji (faza BBCH 77-83 mleczo-woskowa)

Odmiana	Porażenie liści patogenem w %					
	<i>Septoria spp.</i>	<i>Puccinia recondita</i>	<i>Drechslera tritici-repentis</i>	<i>Puccinia striiformis</i>	<i>Rynchosporium secalis</i>	<i>Erysiphe graminis</i>
Algoso	7,6 ab	3,1 b	5,1 a	7,8 d	0,4 ab	2,6 ab
Borowik	9,3 ab	0,3 a	7,7 ab	4,2 bcd	0,7 ab	2,5 ab
Bosmo*	1,8 a	1,4 ab	4,7 a	0 a	5,7 d	5,8 ab
Dańkowskie Amber*	3,1 a	2,5 ab	5,9 a	0 a	5,0 cd	8,5 b
Fredro	21,2 c	1,0 ab	2,9 a	6,7 cd	0,4 ab	1,9 ab
Grenado	2,9 a	0,3 a	3,8 a	1,9 ab	0,1 a	2,7 ab
Leontino	3,4 a	1,2 ab	3,2 a	4,6 bcd	1,2 ab	3,8 ab
Pizarrio	13,9 bc	1,9 ab	4,0 a	0,9 ab	0,4 ab	0,8 a
Subito	10,3 ab	0,4 a	13,0 b	0,8 ab	2,7 bc	4,1 ab
Tomko	3,9 a	2,0 ab	5,3 a	3,5 abc	0,1 a	1,6 a
Tulus	7,2 ab	2,3 ab	3,4 a	1,4 ab	0,1 a	2,8 ab
Twingo	4,7 a	0,4 a	7,5 ab	0,2 a	1,3 ab	4,9 ab

* / odmiany żyta

Zadanie 3. Określenie podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium spp.*

W latach 2014–2016 nasilenie fuzariozy na kłosach pszenicy ozimej zróżnicowane było w zależności od roku badań i miejscowości i wynosiło od 0 do 19,5%. Synteza wyników przeprowadzona dla trzech lat badań wykazała, że w Osinach i Chomentowie procent porażonych przez *Fusarium spp.* kłosów pszenicy ozimej i indeks porażenia był na tym samym poziomie i istotnie wyższy niż w Chwałowicach (tab. 7).

Zaobserwowano również istotne różnice w występowaniu objawów chorobowych na poszczególnych odmianach. Średnio za trzy lata badań we wszystkich lokalizacjach prowadzonego doświadczenia najmniej fuzariozy kłosów było na odmianie Rokosz (orkisz) oraz Sailor (tab. 7). Pewne zróżnicowanie porażenia odmian w zależności od miejsca uprawy wskazuje na konieczność rozpatrywania przydatności odmian do uprawy ekologicznej oddzielnie dla poszczególnych rejonów. Obliczenia statystyczne wskazują, że w Chwałowicach taki sam poziom porażenia jak u odmian Rokosz i Sailor uzyskały Smuga (1,2%) i Skagen (2,0%) natomiast w Chomentowie odmiana Skagen (1,7%) .

Tabela 7. Występowanie fuzariozy kłosów na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w trzech miejscowościach, średnio z lat 2014–2016

Odmiana	% porażonych kłosów			Indeks porażenia [%]		
	Osiny	Chwałowice	Chomentowo	Osiny	Chwałowice	Chomentowo



Arkadia	6,8 ab ¹	2,3 ab	5,5 ab	2,7 abc	0,8 abc	2,3 abc
Bamberka	7,3 a	3,8 ab	8,3 a	3,7 a	1,1 ab	3,1 a
Banderola	6,5 ab	3,3 ab	6,7 a	2,7 abc	1,1 ab	2,6 ab
Jantarka	7,2 a	2,8 ab	4,8 ab	3,1 ab	0,9 abc	1,4 abcd
Julius	5,5 ab	2,2 ab	3,8 ab	1,7 bcd	0,7 bc	1,2 abcd
KWS Ozon	5,8 ab	4,7 a	7,0 a	2,2 abc	1,7 a	2,9 a
Muszelka	5,8 ab	2,7 ab	9,2 a	2,4 abc	0,6 bc	3,3 a
Ostroga	4,3 ab	2,7 ab	4,3 ab	1,4 cd	0,8 abc	1,8 abcd
Sailor	3,3 b	1,0 bc	1,3 bc	1,1 cd	0,2 bc	0,4 cd
Skagen	4,5 ab	2,0 abc	1,7 bc	1,7 bcd	0,8 abc	0,5 bcd
Smuga	3,8 ab	1,2 abc	4,3 ab	1,1 cd	0,4 bc	1,6 abcd
Rokosz (orkisz)	0,8 c	0,2 c	0,5 c	0,2 d	0,1 c	0,1 d
Średnio	5,15 A ²	2,40 B	4,79 A	1,99 A	0,78 B	1,77 A
<i>NIR_{α=0,05}</i>				1,65	0,98	2,15

^{1/} wartości oznaczone różnymi małymi literami wskazują istotną różnicę między odmianami

^{2/} wartości oznaczone różnymi wielkimi literami wskazują istotną różnicę między miejscowościami

Synteza wyników z lat 2014–2016 wskazuje, że zasiedlenie ziarna przez grzyby rodzaju *Fusarium* nie odzwierciedla nasilenia fuzariozy kłosów. Analiza statystyczna danych wykazała istotne różnice w zasiedleniu przez tego patogena ziarniaków pochodzących z różnych miejscowości jak również duże zróżnicowanie w porażeniu przez *Fusarium* spp. ziarna badanych odmian pszenicy ozimej. Średnio z ziarna pochodzącego z Chwałowic izolowano 28,3% *Fusarium* spp, z Chomentowa 14,3%, a z Osin 11,9%. Różnice te były statystycznie istotne. W Osinach najniższe zasiedlenie ziarniaków przez grzyby rodzaju *Fusarium* stwierdzono na odmianie Smuga (8,7%) oraz Jantarka (9,5%) i Banderola (10,9%) – (tab. 8).

W Chwałowicach zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. wynosiło średnio 28,3% (od 12,6 do 40,7%) i było istotnie wyższe aniżeli w Osinach i Chomentowie. Najniższy procent porażonych ziarniaków stwierdzono na odmianie Smuga (12,6%), a najwyższy na odmianie KWS Ozon (40,7%) oraz Skagen (37,1%). We wszystkich latach badań, z ziarniaków odmiany Smuga izolowano najmniej grzybów rodzaju *Fusarium*, natomiast ziarno odmian KWS Ozon, Skagen i Ostroga w każdym roku badań należało do grupy odmian o najwyższym zasiedleniu przez te patogeny.

W Chomentowie zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. wynosiło 14,3% (od 8,1 do 18,4%) i było istotnie niższe aniżeli w Chwałowicach i istotnie wyższe niż w Osinach. Najniższy procent porażonych ziarniaków stwierdzono na odmianie Smuga (8,1%) oraz Sailor (9,8%) (tab. 8).

Tabela 8. Zasiedlenie przez *Fusarium* spp ziarna pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w trzech miejscowościach, średnio z lat 2014–2016

Odmiana	% zasiedlonych ziarniaków			Średnio dla odmiany
	Osiny	Chwałowice	Chomentowo	
Arkadia	15,4 a ¹	21,2 d	15,5 ab	17,4 d
Bamberka	15,8 a	26,7 c	17,9 a	20,1 bc
Banderola	10,9 cde	26,4 c	13,0 bc	16,8 de
Jantarka	9,5 de	29,8 c	16,8 a	18,7 cd
Julius	11,7 bcd	26,7 c	15,1 ab	17,8 d
KWS Ozon	12,2 bc	40,7 a	13,2 bc	22,0 ab



Muszelka	13,9 ab	34,5 b	15,1 ab	21,2 ab
Ostroga	16,1 a	34,8 b	18,4 a	23,1 a
Sailor	11,6 bcd	22,2 d	9,8 de	14,5 f
Skagen	13,5 abc	37,1 ab	12,0 cd	20,9 b
Smuga	8,7 e	12,6 e	8,1 e	9,8 g
Rokosz (orkisz)	3,3 f	26,7 c	15,9 ab	15,3 ef
Średnio dla miejscowości	11,9 C ²	28,3 A	14,3 B	18,1

^{1/} wartości oznaczone różnymi małymi literami wskazują istotną różnicę między odmianami

^{2/} wartości oznaczone różnymi wielkimi literami wskazują istotną różnicę między miejscowościami

We wszystkich lokalizacjach najliczniej izolowanym gatunkiem był *F. poae*, który nie daje objawów fuzariozy na kłosach. Dominujące występowanie *F. poae* wyjaśnia duże zróżnicowanie pomiędzy nasileniem fuzariozy kłosów a zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. Pozostałe gatunki: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. langsethiae*, *F. reticulatum*, *F. sporotrichioides*, *F. tricinctum* izolowano w mniejszym stopniu albo sporadycznie.

Zadanie 4. Ocena wartości technologicznej ziarna odmian pszenicy ozimej

Celem pracy była ocena wartości technologicznej ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej pochodzącej z uprawy w ekologicznym systemie produkcji i jego przydatności do produkcji pieczywa i makaronu.

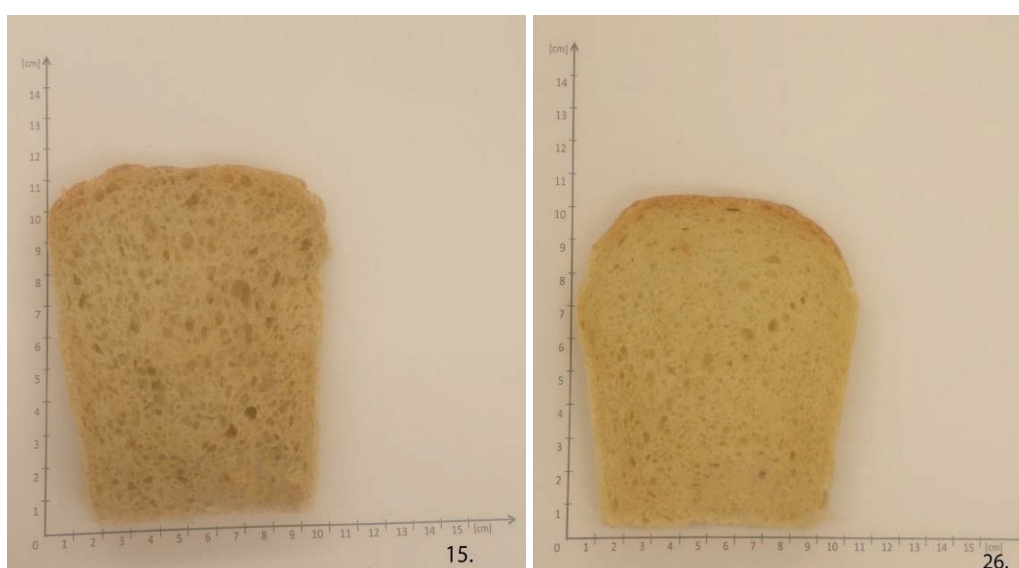
Ziarno badanych odmian pszenicy spełniało wymagania zawarte w normie PN-R-74103 odnośnie maksymalnej zawartości zanieczyszczeń i wilgotności oraz za wyjątkiem odmian Muszelka i Jantarka gęstości w stanie usypowym. Cechowało się ono mączystą strukturą bielma oraz dużą dorodnością. Wyciągi mąki uzyskanej z przemiału ziarna badanych odmian pszenicy były wysokie (75,7-79,6%). Popiołowość mąki mieściła się w zakresie od 0,62 do 0,74%. Na podstawie wartości współczynników efektywności przemiału stwierdzono, że najlepszymi właściwościami przemiałowymi cechowało się ziarno pszenicy odmian: Smuga, Arkadia, Bamberka, Skagen, Julius i Muszelka. Zawartość białka ogółem w badanych mąkach wynosiła od 9,0 do 11,9%, a ilość glutenu mokrego od 10,7 do 28,9%. Najwięcej substancji białkowych zawierały mąki z ziarna orkisz (odmiana Rokosz) oraz pszenicy zwyczajnej odmian: Bamberka, Banderola, Julius, Skagen i Smuga. Wszystkie mąki z ziarna odmian pszenicy zwyczajnej cechowały się mocnym glutenem. Aktywność enzymów amylolitycznych badanych próbek mąki była na średnim lub niskim poziomie. Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się właściwym smakiem i zapachem oraz kształtem i barwą skórki.

Tabela 9. Wyniki oceny cech fizyko-chemicznych mąki

Odmiana	Wilgotność [%]	Białko ogółem [% s.m.]	Gluten mokry [%]	Indeks gluten [-]	Liczba opadania [s]
---------	-------------------	------------------------------	------------------------	----------------------	---------------------------



Arkadia	12,5	9,7	18,6	99	261
Bamberka	12,0	11,3	24,4	99	293
Banderola	12,4	10,8	20,0	98	291
Jantarka	12,2	9,8	16,9	96	252
Julius	12,3	10,6	22,8	90	298
KWS Ozon	12,5	9,0	16,7	99	307
Muszelka	12,4	10,1	18,7	98	233
Ostroga	12,3	10,1	19,1	99	193
Rokosz	12,4	11,9	28,9	64	316
Sailor	11,9	10,2	19,2	90	241
Skagen	12,3	10,7	22,3	99	271
Smuga	12,6	11,7	19,3	95	259
Średnia	12,3	10,5	20,6	94	268



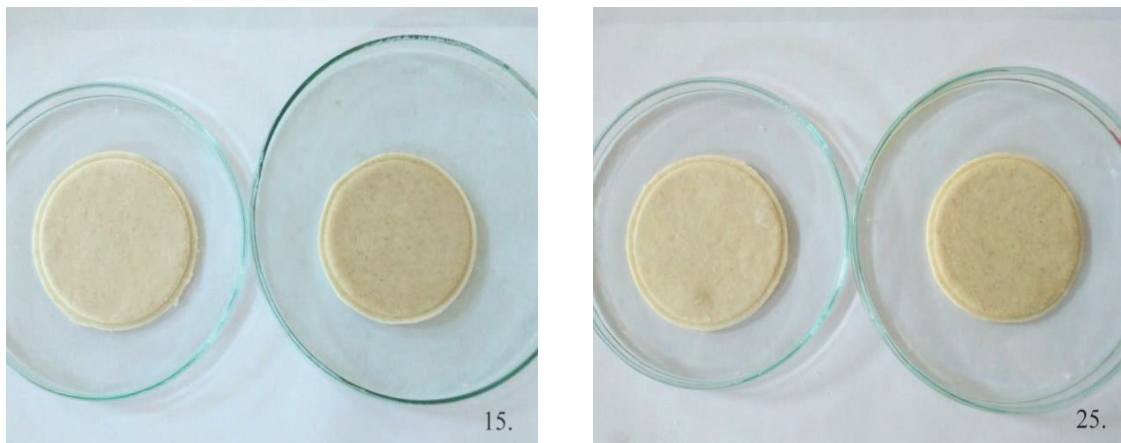
Fot. 1. Porównanie porowatości mięszu pieczywa: nr 15 odmiana Arkadia (współczynnik porowatości 40), nr 26 odmiana Smuga (współczynnik porowatości 70)

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że mimo niskiej zawartości substancji białkowych, w tym białek glutenowych, z mąk z ziarna badanych odmian pszenicy w warunkach laboratoryjnych otrzymywano pieczywo na ogół dobrze wyrośnięte, o odpowiedniej elastyczności i porowatości mięszu, wysoko oceniane pod względem cech organoleptycznych. Można to tłumaczyć wyjątkowo dobrą jakością glutenu (gluten mocny). Do tego rodzaju mąk zalecane jest stosowanie wyłącznie bezpośredniej (jednofazowej) metody prowadzenia ciasta.

Ważnym wskaźnikiem oceny przydatności mąki do produkcji makaronu jest określenie podatności otrzymanego z niej ciasta na ciemnienie. Pozwala ono na ocenę intensywności i kierunku zmian barwy ciasta makaronowego podczas kolejnych etapów produkcji oraz wstępne określenie barwy gotowego produktu. Niekorzystne zmiany barwy spowodowane są nadmierną aktywnością enzymów z grupy hydrolaz (głównie endo- i egzopeptydaz) oraz oksydoreduktaz (polifenylooksydazy i lipooksydazy). Dobrym surowcem do produkcji makaronu są mąki/kaszki o niewielkiej podatności na ciemnienie oraz dużej zawartości barwników karotenoidowych.

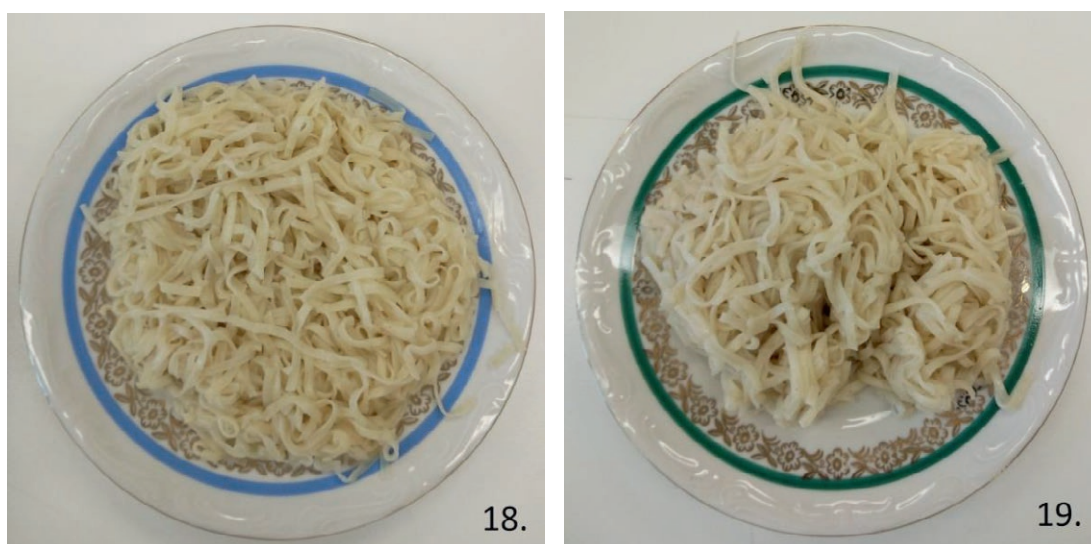


Ocena ciasta makaronowego otrzymanego z badanych próbek mąki wykazała zmiany jego barwy w trakcie termostatowania. Żadnej z badanych próbek ciasta nie zakwalifikowano do grupy o niskiej podatności na ciemnienie. Większość próbek ciasta cechowała się średnią podatnością na ciemnienie (II stopień). Wysoką podatność na ciemnienie (III stopień) wykazywały ciasta z mąki z ziarna pszenicy odmian: Arkadia, Bamberka, Banderola i Sailor.



Fot. 2. Porównanie barwy ciasta makaronowego przed i po termostatowaniu: nr 15 odmiana Arkadia (III stopień), nr 25 odmiana Skagen (II stopień)

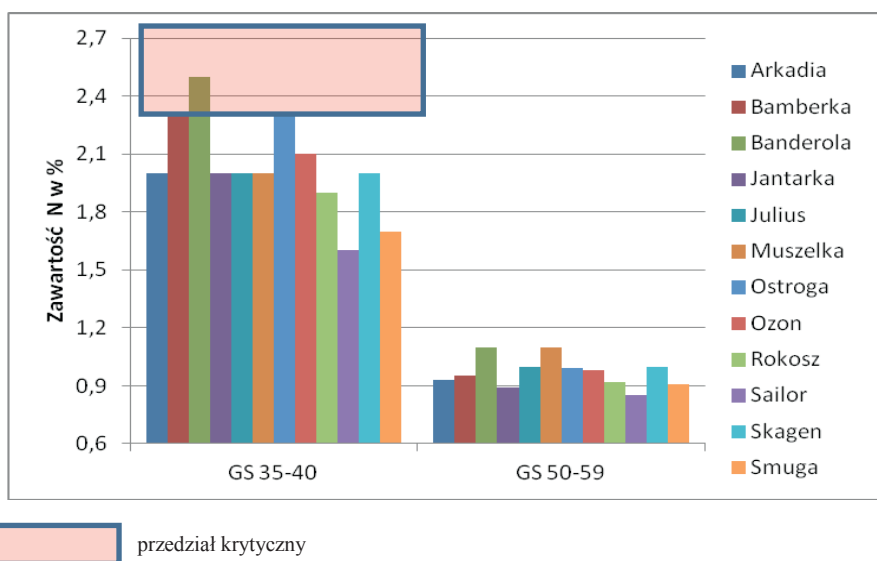
Makarony otrzymane w warunkach laboratoryjnych były zróżnicowane pod względem jakości. Najwyżej oceniono makarony otrzymane z mąki z ziarna pszenicy odmian: Jantarka, Bamberka i Muszelka oraz orkisz (odmiana Rokosz), które po ugotowaniu zachowywały właściwy kształt, miały odpowiednią konsystencję, smak i zapach, a także najbardziej akceptowalną barwę.



Fot. 3. Wygląd makaronów po ugotowaniu: nr 18 odmiana Jantarka, nr 19 odmiana Julius

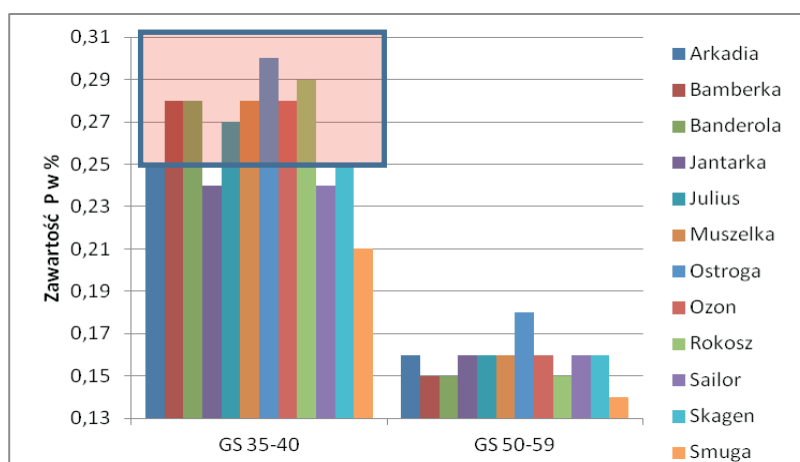
Zadanie 5. Wstępna ocena zdolności odmian pszenicy ozimej do pobierania azotu i fosforu z zasobów glebowych

Ocena stanu odżywienia azotem, fosforem i potasem. Ocena stanu odżywienia azotem metodą przedziału krytycznego w fazie strzelanie w źdźbło (GS 35-40) pszenicy ozimej wykazała, że jedynie odmiana Banderola osiągnęła optymalną zawartość tego składnika (rys. 2). Dla dwóch innych odmian: Bamberka oraz Ostroga oznaczone zawartości znajdowały się na dolnej granicy przedziału. W przypadku większości pozostałych odmian oznaczone zawartości azotu oscylowały w granicach 2%. W fazie GS 50-59 najwyższą zawartością azotu wynoszącą 1,1% charakteryzowała się, podobnie jak w fazie GS 35-40, odmiana Banderola, a także odmiana Muszelka.



Rys. 2. Zawartość azotu w suchej masie dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazie GS 35-40 i GS 50-59.

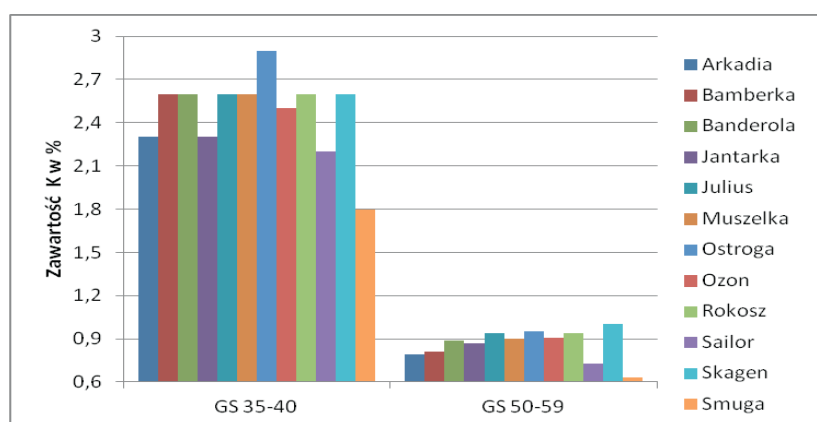
Ocena stanu odżywienia fosforem porównywanych odmian pszenicy ozimej w fazie strzelanie w źdźbło (GS 35-40) wykazała, że aż siedem odmian charakteryzowało się optymalną zawartością tego składnika (rys. 3). Ponadto dla dwóch innych odmian: Arkadia i Skagen oznaczone zawartości znajdowały się na dolnej granicy przedziału uznanego za optymalny. Jedynie odmiany Jantarka, Sailor oraz Smuga charakteryzowały się deficytowym stanem odżywienia fosforem. W fazie kłoszenia (GS 50-59) zdecydowanie najwyższą zawartość fosforu, podobnie jak w fazie GS 35-40, odnotowano dla odmiany Ostroga.



przedział krytyczny

Rys. 3. Zawartość fosforu w suchej masie dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazie GS 35-40 i GS 50-59.

Ocena stanu odżywienia potasem w fazie strzelanie w źdźbło (GS 35-40) pszenicy ozimej wykazała, że żadna z porównywanych odmian nie osiągnęła zawartości wskazującej na optymalny stan odżywienia tym składnikiem (rys. 4). Najwyższą koncentrację potasu w tej fazie wynoszącą 2,9% odnotowano dla odmiany Ostroga. Również w kolejnym terminie oznaczeń (GS 50-59) odmiana ta charakteryzowała się dużą zawartością potasu. Najwyższą koncentrację tego składnika osiągnęła odmiana Skagen.



Rys. 4. Zawartość potasu w suchej masie dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazie GS 35-40 i GS 50-59.

5.3. Ocena liczebności mikroorganizmów i aktywności enzymów biorących udział w przemianach fosforu w ryzosferze różnych odmian pszenicy ozimej uprawianej systemie ekologicznym

Badania przeprowadzone w ramach niniejszego zadania miały na celu stwierdzenie czy:

- system uprawy (ekologiczny versus konwencjonalny) ma wpływ na występowanie w ryzosferze pszenicy ozimej drobnoustrojów rozpuszczających fosforany oraz na aktywność enzymów (fosfataz) biorących udział w przemianach fosforu organicznego;

- odmiany pszenicy ozimej uprawiane w systemie ekologicznym różnią się pod względem liczebności mikroorganizmów fosforolitycznych i aktywności fosfataz w glebie ryzosferowej.

W 2016 r. pod względem liczebności drobnoustrojów uzdolnionych do rozpuszczania fosforanów wapnia wyróżniła się odmiana Ostroga, której gleba ryzosferowa charakteryzowała się znacznie wyższą liczebnością tych mikroorganizmów niż pozostałe odmiany pszenicy ozimej. W drugiej grupie o średniej liczebności drobnoustrojów fosforolitycznych znalazły się takie odmiany jak: Arkadia, Bamberka, Jantarka, Julius, Sailor i Smuga, a omawiane mikroorganizmy były najmniej liczne w glebie ryzosferowej odmian: Ozon, Rokosz, Muszelka, Banderola i Skagen (tab. 10).

Badane odmiany pszenicy ozimej różniły się również istotnie pod względem aktywności enzymów (fosfataz) biorących udział w przemianach fosforu. Najwyższą aktywnością fosfatazy kwaśnej charakteryzowała się gleba przykorzeniowa (ryzosferowa) odmian: Skagen, Rokosz i Ozon, a w drugiej grupie znalazły się pozostałe odmiany o podobnej aktywności tego enzymu, ale istotnie niższej niż w grupie pierwszej. Fosfataza zasadowa była najaktywniejsza w glebie pod odmianami Ozon, Arkadia, Bamberka i Smuga, natomiast najmniej aktywna w glebie ryzosferowej odmiany Rokosz (orkisz). Pozostałe odmiany charakteryzowały się średnią aktywnością tego enzymu.

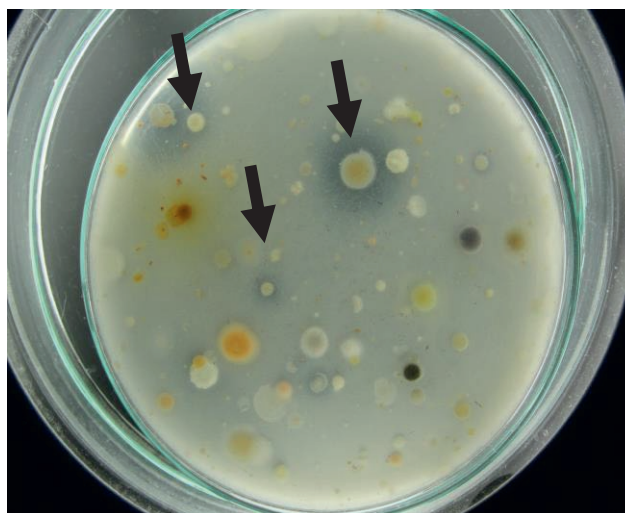
Wartości wszystkich badanych parametrów biologicznych, tj. liczebności mikroorganizmów rozpuszczających fosforan trójwapniowy jak i aktywność fosfataz były istotnie większe w ryzosferze 4 odmian pszenicy ozimej uprawianych wg zasad rolnictwa ekologicznego niż w glebie ryzosferowej tych samych odmian uprawianych w systemie konwencjonalnym.

Tabela 10. Liczebność (wartości w tabeli $\times 10^7$ g⁻¹s.m.gleby) drobnoustrojów rozpuszczających fosforan trójwapniowy w ryzosferze różnych odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym

Odmiana	Analiza - 05.2016		Fosfataza kwaśna		Fosfataza zasadowa	
	Uprawa ekolog.	Uprawa konwen.	Uprawa ekolog.	Uprawa konwen.	Uprawa ekolog.	Uprawa konwen.
Julius	4,0 b		75,0 b		49,5 ab	
Ozon	2,3 c		85,1 a		52,4 a	
Muszelka	2,0 c		79,1 b		45,5 b	
Skagen	1,0 c		90,1 a		45,9 b	
Banderola	1,3 c		79,6 b		48,0 b	
Smuga	5,0 b		76,7 b		50,2 a	
Ostroga	21,0 a		74,5 b		47,1 b	
Rokosz	2,3 c		86,4 a		39,5 c	
Sailor*	5,3 b	3,0 a	78,5 b	63,1 b	44,7 b	30,7 a
Jantarka*	6,3 b	3,7 a	80,7 b	63,6 b	46,2 b	25,9 a
Arkadia*	5,3 b	3,0 a	74,0 b	70,8 a	55,6 a	14,2 b
Bamberka*	5,3 b	4,0 a	77,1 b	56,4 c	52,9 a	13,1 b
Średnia*	5,6 a	3,4 b	76,8 a	63,5 b	49,9 a	21,0 b

* Średnia dla 4 odmian **Wartości w kolumnach z taką samą literą nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)





Fot. 4. Mikroorganizmy rozpuszczające (strzałki) fosforan trójwapniowy

6. Opracowanie materiałów informacyjnych i instrukcji upowszechnieniowej nt. przydatności nowych odmian pszenicy ozimej do uprawy w ekologicznym systemie produkcji

W ramach zadania 6 opracowano syntezę wyników z lat 2014 – 2016 oraz materiały informacyjne w formie instrukcji upowszechnieniowej. Instrukcja zawiera podstawowe informacje nt. uprawy pszenicy ozimej w gospodarstwach ekologicznych oraz listę rekomendowanych do uprawy odmian.

Uzyskane w 3 letnim cyklu badań (lata 2014-2016) wyniki poddano analizie statystycznej, której celem była ocena poziomu i wierności plonowania badanych odmian pszenicy ozimej oraz wybór najlepszych z nich do uprawy w warunkach produkcji ekologicznej. W analizie wykorzystano oprócz plonów i elementów jego struktury dane dotyczące porażenie przez patogeny grzybowe i zachwaszczenie – czynniki w największym stopniu limitujące plonowanie zbóż w produkcji ekologicznej.

Ocenę podobieństwa odmian opracowano wykorzystując analizę skupień, w której uwzględniono plon odmian, obsadę kłosów, masę 1000 ziaren, liczbę i suchą masę chwastów oraz porażenie roślin przez patogeny grzybowe. Na podstawie uzyskanych wyników przyjęto podział odmian na 4 skupienia (grupy odmian) (tab.11).

Tabela 11. Jednorodne grupy odmian i wartości cech w skupieniach

Skupienie /Grupa odmian	Odmiana	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt*m ⁻²]	MTZ [g]	Liczba chwastów [szt*m ⁻²]	Sucha masa chwastów [g*m ⁻²]	Porażenie przez choroby [%]
I	Rokosz	4,67	386	39,3	101	69	46
II	Arkadia Muszelka	5,13	361	41,6	119	102	53
III	Bamberka Banderola	5,38	341	44,6	106	102	30

	KWS Ozon						
IV	Jantarka Julius Ostroga Sailor Skagen Smuga	5,47	375	42,6	96	75	37
	Średnio	5,32	366	42,7	103	86,1	40,4

Grupa I – w grupie tej znalazła się 1 odmiana – **Rokosz**, charakteryzująca się o najniższym plonowaniem i masą 1000 ziaren, pszenica orkisz Rokosz tworzyła jednocześnie zwarty łan o największej obsadzie kłosów, dużej konkurencyjności w stosunku do chwastów. Rokosz charakteryzował się jednocześnie dużą wrażliwością na porażenie przez patogeny grzybowe.

Grupa II - obejmuje dwie odmiany: Arkadię i Muszelkę. Odmiany o stosunkowo małej produkcyjności w warunkach gospodarstw ekologicznych, charakteryzujące się małą konkurencyjnością w stosunku do chwastów i większym porażeniem przez patogeny grzybowe.

Grupa III - Bamberka, Banderola i KWS Ozon, odmiany o średnim poziomie plonów, najniższej obsadzie kłosów i masie 1000 ziaren. Odmiany o mniejszej konkurencyjności w stosunku do chwastów ale odporne na porażenie patogenami grzybowymi.

Grupa IV - Jantarka, Julius, Ostroga, Sailor, Skagen i Smuga, odmiany charakteryzujące się najwyższym plonowaniem, dużą obsadą kłosów, średnią masą 1000 ziaren oraz najniższym zachwaszczeniem i porażeniem przez patogeny grzybowe.

Z powyższych analiz wynika, że bez względu na to czy rozpatrujemy tylko główną cechę – plon ziarna, czy łącznie z cechami towarzyszącymi, zawsze: **Jantarka, Sailor, Skagen i Smuga** należą do odmian najlepszych, do grupy tej można również zaliczyć odmiany: **Bamberka, Julius i KWS Ozon**, jednak ich plony w większym stopniu zależą od warunków siedliskowych. Natomiast odmianami najslabiej plonującymi w warunkach produkcji ekologicznej są: **Rokosz, Arkadia i Muszelka**.

Osoba odpowiedzialna za projekt badawczy:
 dr Krzysztof Jończyk
 Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
 Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
 ul. Czartoryskich 8
 24-100 Puławy
 e-mail: kjonczyk@iung.pulawy.pl

Sprawozdanie z badań zrealizowanych w 2016 roku znajduje się na stronie internetowej:
<http://www.iung.pulawy.pl>

Nr decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:
 HORre-msz-078-23/16(243)



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTAW W PUŁAWACH

– PAŃSTWOWY
INSTYTUT BADAWCZY

2

Badania w zakresie doboru odmian ze szczególnym uwzględnieniem roślin bobowatych – strączkowych grubonasiennych, soi, rzepaku, zbóż oraz roślin wysokobiałkowych w uprawach polowych zalecanych do towarowej produkcji ekologicznej (Badania w zakresie doboru odmian zbóż jarych i ich przydatności dla przemysłu piekarskiego i makaronowego)

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Nr: HORre-msz-078-23/16(243) z dnia 30 maja 2016 r.



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

Badania w zakresie doboru odmian ze szczególnym uwzględnieniem roślin bobowatych – strączkowych grubonasiennych, soi, rzepaku, zbóż oraz roślin wysokobiałkowych w uprawach polowych zalecanych do towarowej produkcji ekologicznej.

(Badania w zakresie doboru odmian zbóż jarych i ich przydatności dla przemysłu piekarskiego i makaronowego).

Kierownik badań: dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk

Zespół badawczy:

IUNG – PIB Puławy: prof. dr hab. Jan Kuś, dr Krzysztof Jończyk, dr Jarosław Stalenga, mgr Anna Mróz, dr Marek Sowiński, dr Tadeusz Dworakowski, mgr Jerzy Kuźmicki

UTP Bydgoszcz: prof. dr hab. Czesław Sadowski, dr inż. Leszek Lenc

SGGW Warszawa: dr hab. Grażyna Cacak-Pietrzak,

CDR Brwinów o/Radom: mgr Tomasz Stachowicz

Wstęp

W gospodarstwach ekologicznych zboża jare, które mogą być wysiewane w czystym siewie lub mieszankach, cieszą się większym zainteresowaniem rolników niż zboża ozime. Wynika to z mniejszego zagrożenia zbóż jarych występowaniem chorób grzybowych oraz wymarzaniem, jak również łatwiejszym opanowaniem zachwaszczenia. Plonowanie zbóż jarych w warunkach produkcji ekologicznej jest bardziej stabilne niż ozimych, a różnica w produktywności zbóż jarych między gospodarstwami konwencjonalnymi a ekologicznymi jest mniejsza.

Badania zrealizowane w 2016 roku stanowiły kontynuację badań rozpoczętych w 2014 roku na zestawie najnowszych odmian pszenicy jarej, owsa i jęczmienia. Dodatkowo w 2016 r. włączono do oceny jedyną, pierwszą w Polsce i Europie odmianę jarej pszenicy orkisz – Wirtas (wpisana do Krajowego Rejestru Odmian w 2015 r.). Przeprowadzono również badania nad oceną przydatności odmian pszenicy jarej dla przemysłu młynarsko-piekarskiego i makaronowego.

Celem badań była ocena przydatności do uprawy w ekologicznym systemie produkcji 13 odmian pszenicy zwyczajnej jarej i jednej odmiany pszenicy orkisz Wirtas, 4 odmian jęczmienia jarego i 7 odmian owsa, z uwzględnieniem nagoziarnistych oraz ocena wartości technologicznych, wypiekowych i żywieniowych pszenicy jarej. Dodatkowo dokonano opracowania wyników 3-letnich badań (2014-2016) dotyczących przydatności odmian zbóż jarych do uprawy w systemie ekologicznym.

Warunki prowadzenia badań

W ramach tego zadania badawczego w 2016 r. prowadzono doświadczenia z odmianami pszenicy jarej w trzech miejscowościach oraz z jęczmieniem i owsem w dwóch miejscowościach (rys. 1, tab. 1).

Badania z pszenicą jarą realizowano w:

- 1) Osinach (woj. lubelskie) – Stacja Doświadczalna IUNG – PIB,
- 2) Chwałowicach (woj. mazowieckie) – gospodarstwo CDR Brwinów o/Radom,
- 3) Chomentowie (woj. podlaskie) – indywidualne gospodarstwo ekologiczne.

Doświadczenia z jęczmieniem i owsem zlokalizowano w:

- 1) Grabów (woj. mazowieckie) – gospodarstwo ekologiczne IUNG – PIB,
- 2) Chwałowice (woj. mazowieckie) - gospodarstwo CDR Brwinów o/Radom.



Rys.1. Lokalizacja doświadczeń z pszenicą jarą, jęczmieniem i owsem w systemie ekologicznym

Tabela 1. Charakterystyka warunków siedliskowych

Wyszczególnienie	Osiny	Chwałowice	Chomentowo	Grabów
Kompleks przydatności rolniczej gleb	żytni bardzo dobry	pszenny dobry	żytni bardzo dobry	żytni bardzo dobry
Typ gleby	płowa	brunatna	brunatna wylugowana	płowa
Gatunek gleby	piasek gliniasty mocny na glinie	pył gliniasty	utwory pyłowe na glinie lekkiej	piasek gliniasty mocny na glinie
Zasobność gleby:				
– próchnica (%)	1,4	1,7	1,6	1,5
– P ₂ O ₅ (mg/100g gleby)	8,6	23,4	6,4	6,8
– K ₂ O -,-,-	10,0	22,3	4,3	7,1
– Mg -,-,-	9,1	13,1	13,6	5,8
pH w KCl	5,9	6,2	6,6	5,8
Przedplon dla:				
pszenicy jarej	ziemniak/ kukurydza	ziemniak	koniczyna z trawą	–
owsa i jęczmienia	–	ziemniak	-	mieszanka zboż. – strączkowa

Sezon wegetacyjny 2016 r. był ciepły i suchy (tab. 2). W Osinach temperatury od marca do sierpnia przekraczały średnią wieloletnią, a ilość opadów była poniżej średniej. Podobnie w Grabowie i Chomentowie temperatury były wyższe od przeciętnej, przy czym w Grabowie susza trwała od maja do końca sezonu wegetacyjnego pszenicy, a w Chomentowie w lipcu wystąpiły opady przewyższające średnią z wielolecia. W Chwałowicach w terminie siewu pszenicy jarej wystąpiły obfite opady, które utrudniały siew i wschody roślin. W następnych miesiącach ilość opadów w tej miejscowości również była znacznie mniejsza niż średnia z dłuższego okresu obserwacji.

Tabela 2. Średnie miesięczne temperatury i sumy opadów w miejscowościach badań w 2016 r.

Miesiąc	Temperatura (°C)							
	Osiny		Chwałowice		Grabów		Chomentowo	
	2016	średnia z wielolecia	2016	średnia z wielolecia	2016	średnia z wielolecia	2016	średnia z wielolecia
III	4,1	1,9	4,1	2,5	3,9	0,8	2,7	0,4
IV	10,2	8,1	10,3	8,4	9,2	7,5	8,6	6,5
V	15,0	13,8	15,0	13,8	14,9	12,4	14,5	12,6
VI	20,7	17,1	19,3	16,4	18,7	16,7	17,7	15,7
VII	19,5	18,6	19,0	18,6	19,2	17,8	18,8	17,1
VIII	18,3	17,8	18,6	18,0	18,1	17,1	16,1	16,3
Miesiąc	Opady (mm)							
	Osiny		Chwałowice		Grabów		Chomentowo	
	2016	średnia z wielolecia	2016	średnia z wielolecia	2016	średnia z wielolecia	2016	średnia z wielolecia
III	25,1	28,1	65,5	39,2	52,3	32,0	28,3	32,9
IV	19,9	42,0	17,8	36,6	45,1	42,0	38,4	34,8
V	38,5	55,0	41,7	111,1	39,4	53,0	38,3	57,0
VI	15,4	71,0	37,8	77,6	60,1	110,0	43,9	70,9
VII	67,9	78,2	26,9	137,2	81,9	105,0	114,2	86,5
VIII	93,5	67,3	75,7	66,4	53,6	72,0	68,8	70,9



1. Badania nad doborem odmian pszenicy jarej

1.1. Plon ziarna i cechy struktury plonu

W roku 2016 pszenica jara największe plony uzyskała w Chomentowie (woj. podlaskie) - $4,94 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. W Osinach (woj. lubelskie) średni plon ze wszystkich ocenianych odmian wyniósł $3,46 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w Chwałowicach (woj. mazowieckie) - $2,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 3). Podobnie jak w latach 2014 i 2015 różnice w wydajności ocenianych odmian pszenicy jarej były mniejsze jak w pszenicy ozimej, a o poziomie plonów w analizowanym roku decydowały warunki w okresie siewu oraz rozkład opadów w maju i czerwcu. Najkorzystniejszy przebieg pogody dla rozwoju pszenicy jarej odnotowano w Chomentowie (woj. podlaskie). W Chwałowicach nadmierne uwilgotnienie gleby w okresie siewów spowodowało niewyrównane wschody, co w konsekwencji przyczyniło się do małej obsady kłosów i konkurencyjności ładu w stosunku do chwastów. W Osinach (woj. lubelskie) czynnikiem ograniczającym plonowanie odmian pszenicy jarej był deficyt opadów, który utrzymywał się od kwietnia do lipca (tab. 2, 3).

Istotne różnice plonu ziarna ocenianych odmian odnotowano w Chomentowie i Chwałowicach (tab. 3). W Chomentowie większość odmian plonowała powyżej $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. W grupie odmian o największej wydajności ($5,03\text{-}5,58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) znalazły się odmiany, które wytworzyły ład o obsadzie kłosów w zakresie $430\text{-}510 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ i masie 1000 ziaren $34\text{-}41 \text{ g}$: Arabella, Brawura, Kandela, Korynta, Waluta, Zadra. W Chwałowicach pomimo najlepszych warunków glebowych (kompleks pszenny dobry) na skutek dużego zachwaszczenia uzyskano najmniejsze plony. W warunkach konkurencji ze strony chwastów największą wydajność potwierdzoną również w innych lokalizacjach uzyskały odmiany: Zadra, Waluta, Kandela, Brawura. Plonowały one na poziomie $2,74\text{-}3,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, przy obsadzie kłosów $300\text{-}350 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ i masie 1000 ziaren $36,8\text{-}41,4 \text{ g}$. W Osinach (woj. lubelskie) testowane odmiany pszenicy jarej plonowały w zakresie $3,01\text{--}3,72 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a różnice między nimi były statystycznie nieistotne. W miejscowości tej odmiany o największej wydajności tworzyły ład o obsadzie kłosów $300\text{--}350 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ i masie 1000 ziaren $37\text{-}40,5 \text{ g}$. **Oceniając wyniki z wszystkich miejscowości, w grupie odmian o największych plonach znalazły się: Brawura, Kandela, Korynta, Waluta, Zadra. Odmiany te charakteryzowały się zdolnością do tworzenia zwartego ładu, a większości z nich uzyskala obsadę kłosów powyżej średniej (tab. 3).** Uwzględniona w badaniach przewódkowa odmiana Ethos wysiewana w tym samym terminie, jak inne odmiany (I dekada kwietnia), w większości doświadczeń uzyskała plony istotnie mniejsze od pozostałych odmian. Niższe plony tej odmiany wynikały z gorszych parametrów struktury plonu. Pierwsza zarejestrowana odmiana orkiszu jarego Wirtas w Osinach i Chwałowicach plonowała na poziomie pozostałych odmian odpowiednio $3,37 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $2,36 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w Chomentowie istotnie niżej - $3,90 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Mała obsada kłosów w zakresie $300\text{-}450 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ wskazuje na konieczność weryfikacji normy wysiewu dla tej odmiany. Masa 1000 ziaren odmiany Wirtas (masa ziarna oplewionego) w zależności od miejscowości kształtowała się w granicach $33,6\text{--}47,8 \text{ g}$. Duże różnice i zmienność tego parametru struktury plonu wiązać należy z trudnościami w uzyskaniu czystego nieoplewionego ziarna w trakcie zbioru.



Tabela 3. Plon i cechy struktury plonu pszenicy jarej – rok 2016

Odmiana	Chomentowo			Chwałowice			Osiny		
	plon (t·ha ⁻¹)	obsada kłosów (szt·m ⁻²)	masa 1000 ziaren (g)	plon (t·ha ⁻¹)	obsada kłosów (szt·m ⁻²)	masa 1000 ziaren (g)	plon (t·ha ⁻¹)	obsada kłosów (szt·m ⁻²)	masa 1000 ziaren (g)
Arabella	5,58	442	36,5	2,66	315	36,7	3,30	347	36,9
Brawura	5,11	509	37,3	2,74	317	36,8	3,71	392	37,2
Cytra	4,86	472	35,6	2,62	322	37,5	3,56	357	38,3
Ethos	4,84	454	35,4	2,12	291	33,4	3,01	338	34,1
Izera	4,82	503	34,5	2,73	319	37,6	3,29	353	37,1
Kandela	5,15	500	34,9	2,89	326	36,8	3,69	334	39,3
Katoda	4,98	478	38,5	2,73	333	40,5	3,61	379	39,7
Koksa	4,51	482	35,6	2,15	296	37,3	3,24	356	36,9
Korynta	5,03	470	36,5	2,59	254	36,3	3,72	358	37,5
KWS Torridon	5,15	446	41,0	2,31	336	36,9	3,61	367	38,8
Ostka Smolicka	5,16	404	37,3	2,63	309	37,0	3,23	374	38,5
Waluta	5,09	478	34,4	3,02	345	41,4	3,65	344	40,5
Zadra	5,26	434	35,7	3,03	304	38,6	3,45	395	36,9
Wirtas (orkisz)	3,90	454	33,6	2,36	296	43,6	3,37	387	47,8
Średnio	4,94	467	36,0	2,63	316	37,9	3,46	363	38,5
<i>NIR_{0,05}</i>	0,16	r.n.	0,33	0,65	86	1,2	r.n.	r.n	1,9

1.2. Konkurencyjność odmian pszenicy jarej w stosunku do chwastów

W Osinach i Chomentowie zachwaszczenie pszenicy jarej było na zbliżonym poziomie (106-112 szt·m⁻²), przy suchej masie chwastów nie przekraczającej 21 g·m⁻² (tab. 4). Obserwowany poziom zachwaszczenia nie wpływał istotnie na plon ziarna pszenicy jarej, co jest zgodne z wynikami badań uzyskanymi w poprzednim roku. Dodatkowym czynnikiem ograniczającym zachwaszczenie w Osinach może być stosowana wsiewka koniczyny z trawami. Największą liczbę i masę chwastów zarejestrowano w Chwałowicach (średnio 151 szt·m⁻² i 67 g·m⁻²).

Nie stwierdzono jednoznacznych tendencji w konkurencyjności badanych odmian pszenicy w stosunku do chwastów (tab. 4). Reakcje niektórych odmian różniły się w zależności od lokalizacji badań. Arabella cechowała się dużą konkurencyjnością w stosunku do chwastów w Chwałowicach, natomiast w Osinach i Chomentowie była wśród odmian o większym zachwaszczeniu. Odmiana Katoda wyróżniała się małym nasileniem zachwaszczenia w Osinach, a dużym w Chomentowie. Odmianami o dużym zachwaszczeniu były ponadto: Ostka Smolicka i KWS Torridon. Do odmian o najmniejszym zachwaszczeniu należały: Cytra w Chwałowicach i Chomentowie oraz Waluta i Zadra w Osinach i Chwałowicach. Dużą konkurencyjnością w stosunku do chwastów cechowała się ponadto mieszanina Ostka + Katoda. Łan orkiszu Wirtas wykazywał umiarkowany poziom zachwaszczenia.



Tabela 4. Liczebność i sucha masa chwastów w odmianach pszenicy jarej uprawianych w systemie ekologicznym

Odmiana	Lokalizacje					
	Osiny		Chwałowice		Chomentowo	
	liczba chwastów (szt.·m ⁻²)	sucha masa chwastów (g·m ⁻²)	liczba chwastów (szt.·m ⁻²)	sucha masa chwastów (g·m ⁻²)	liczba chwastów (szt.·m ⁻²)	sucha masa chwastów (g·m ⁻²)
Arabella	103,5	28,7	125,0	41,9	127,0	29,9
Brawura	132,0	21,9	164,5	59,3	112,0	22,5
Cytra	111,5	15,5	135,0	59,7	74,0	14,0
Ethos	117,0	15,6	184,0	85,8	137,5	27,8
Izera	116,5	9,0	172,5	83,6	90,0	25,8
Kandela	109,0	10,1	176,5	54,2	94,0	12,3
Katoda	95,5	5,7	155,0	52,0	132,5	22,8
Koksa	108,5	13,4	193,0	76,4	75,0	17,2
Korynta	107,5	11,2	153,5	106,9	132,5	15,5
KWS Torridon	111,5	21,9	155,0	77,2	119,5	13,9
Ostka Smolicka	132,5	22,0	171,0	78,3	126,0	26,9
Ostka + Katoda	-	-	91,0	43,3	-	-
Waluta	67,5	3,6	114,5	50,2	119,0	18,1
Zadra	78,0	16,9	107,5	57,4	117,5	20,2
Orkisz Wirtas	101,0	14,0	172,0	72,9	118,5	21,6
Średnia	106,5	15,0	151,3	66,6	112,5	20,6



Korynta



Waluta



Zadra



Orkisz Wirtas

Fot. 1. Odmiany pszenicy jarej w Chomentowie w 2016 r. (faza dojrzałości mleczo-woskowej)

1.3. Ocena podatności odmian pszenicy jarej na porażenie przez patogeny grzybowe

Oceny stanu porażenia roślin pszenicy jarej oraz jęczmienia jarego i owsa przez patogeny dokonywano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej (BBCH 77-83) na trzech górnych liściach. Na liściach określano procent uszkodzonej powierzchni blaszki liściowej przez poszczególne patogeny. Metoda oceny chorób, zapisu wyników obserwacji i skala porażenia liści była zgodna z zaleceniami EPPO Standards - 1999-vol.1:187-195 (Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products: PP 1/26(3), PP 1/28(3)).

Na stopień porażenia odmian pszenicy jarej przez choroby grzybowe w 2016 r. duży wpływ miał specyficzny przebieg pogody. Stosunkowo suchy i ciepły maj nie sprzyjał zainfekowaniu liści przez patogeny grzybowe. Również warunki pogodowe w czerwcu, szczególnie susza na Lubelszczyźnie, nie sprzyjały rozwojowi chorób grzybowych i tym należy tłumaczyć istotne różnice występujące w porażeniu roślin między miejscowościami.

Porażenie odmian pszenicy ozimej *Puccinia recondita* w punktach doświadczalnych było niewielkie, średnio 5,8% w Chomentowie i istotnie niższe – 3,4% w Osinach, oprócz odmiany Waluta (6,8% - Osiny i 19,0% - Chomentowo) (tab. 5). Istotna interakcja odmian i miejscowości świadczyła o odmiennej reakcji odmian na infekcje *P. recondita* w każdej z miejscowości. Zainfekowanie odmian w Osinach nie różniło się istotnie, natomiast odmiany w gospodarstwie ekologicznym w Chomentowie można podzielić na cztery grupy różniące się porażeniem odmian rdzą brunatną. Najwięcej objawów chorobowych wystąpiło na Walucie (19,0%), mniej na Ostce i Cyttrze (9,6% - 9,5%), a istotnie najmniej objawów zaobserwowano na KWS Torridon (0,03%) i Ethos (0,5%).

W przypadku septoriozy liści średnie porażenie odmian było odmienne w każdym z punktów eksperymentalnych. Nieznaczne porażenie *Septoria spp.* wystąpiło w Osinach (1,8%), gdzie jedynie wskaźnik zainfekowania Arabelli (7,3%) przekroczył 5%, ale nie różnił się istotnie od wskaźnika dla pozostałych odmian. Istotnie wyższą infekcję zaobserwowano w Chomentowie (20,8%), gdzie odmianami istotnie najsilniej porażonymi tym patogenem okazały się Cytra, Katoda, Korynta, Ostka, Waluta i Zadra (25,5% – 36,2%, a za odmiany pszenicy jarej odporne na porażenie przez *Septoria spp.* można uznać Arabelle, Izerę i Kokkę (1,9% - 4,3%).

Wskaźnik porażenia przez *Drechslera tritici-repentis* istotnie różnił się między gospodarstwami i wynosił 17,4% w Osinach i 32,5% w Chomentowie. Reakcja odmian na zainfekowanie tym patogenem była podobna w obu punktach badań. Najsilniej porażona w obu miejscowościach była Kandela (38,8%), a istotnie najmniej Zadra (13,6%).

Porażenie liści pszenicy ozimej przez *Puccinia striiformis*, chociaż niewielkie, bo 4,0% w Chomentowie i 6,1% w Osinach, różniło się istotnie między odmianami w obrębie poszczególnych punktów badań. W Osinach istotnie wyższe porażenie niż w Chwałowicach zaobserwowano na Izerze, Koksie i Ostce, która to odmiana była najsilniej zainfekowana w obu miejscowościach. Do odmian z zerowym lub minimalnym porażeniem (<1,0%) zaliczono KWS Torridon, Ethos i Kandelę.

Zainfekowanie pszenicy jarej mączniakiem (*Erysiphe graminis*) okazało się nieznaczne i podobne w obu punktach badań Chomentowo – 1,4%, Osiny – 1,3% (tab. 5). Mimo wystąpienia istotnych różnic w porażeniu odmian, nie mają one praktycznego znaczenia, gdyż wskaźnik najwyżej porażonej Katody wynosił zaledwie 6,9%.



Tabela 5. Porażenie liści (F-F2) pszenicy jarej przez patogeny grzybowe w fazie dojrzałości mleczno-woskowej (BBCH 77-83) w Osinach

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %				
	<i>Puccinia recondita</i>	<i>Septoria</i> spp.	<i>Drechslera tritici-repentis</i>	<i>Puccinia striiformis</i>	<i>Erysiphe graminis</i>
KWS_Torridon	0,1	0	20,2	0,1	0
Arabella	4,8	7,3	17,1	1,7	0,2
Brawura	5,6	3,3	13,8	2,6	0,9
Cytra	2,5	0	27,6	1,4	0
Ethos	3,4	0,3	14,0	0,3	0,1
Izera	1,3	3,1	8,4	16,4	1,5
Kandela	0,9	0,1	37,1	0	0
Katoda	4,9	2,3	8,6	2,6	6,9
Koksa	3,4	5,0	7,6	17,7	0
Korynta	5,1	0,4	25,7	3,5	0,5
Orkisz jary	2,8	0	21,7	1,3	0,03
Ostka	1,5	1,3	5,7	30,5	1,5
Waluta	6,8	0,1	27,3	1,9	3,5
Zadra	4,1	2,4	8,8	5,9	3,2

1.4. Fuzarioza kłosów i zasiedlenie ziarna pszenicy przez grzyby z rodzaju *Fusarium*

W 2016 roku fuzarioza kłosów wystąpiła sporadycznie. Nie wykazano istotnych różnic w nasileniu objawów chorobowych na kłosach pszenicy jarej uprawianej w Osinach, Chwałowicach i Chomentowie. Analizując przydatność badanych odmian pszenicy jarej do uprawy ekologicznej pewne niewielkie zróżnicowanie zaobserwowano jedynie na polach doświadczalnych w Chomentowie. Najwyższy procent porażonych kłosów obserwowano na odmianie ‘Ethos’ (4,5%) i był on istotnie wyższy niż na odmianach ‘Koksa’ i ‘Zadra’ (0,5%). Na orkisz jarym Wirtas nie obserwowano objawów chorobowych.

Zasiedlenie ziarna przez grzyby rodzaju *Fusarium* nie odzwierciedlało nasilenia fuzariozy kłosów. Liczba zasiedlonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków badanych odmian była zróżnicowana. Z ziarna pochodzącego z Osin izolowano 7,0%, z Chwałowic – 16,6%, z Chomentowa – 20,6% grzybów rodzaju *Fusarium* i były to różnice statystycznie istotne.

Reakcja na porażenie ziarna przez *Fusarium* spp. większości badanych odmian pszenicy jarej różniła się w zależności od miejscowości, w której była uprawiana. Ziarno odmian ‘Katoda’ (3,8%) i ‘Waluta’ (1,8%) pochodzące z uprawy pszenicy w Osinach należało do grupy odmian o niskim procencie porażenia przez *Fusarium* spp., natomiast ziarniaki tych odmian pochodzące z uprawy w Chomentowie należały do grupy odmian o wysokim procencie porażenia przez *Fusarium* spp. Należy jednak zauważyć, że niektóre odmiany, niezależnie od miejsca uprawy, charakteryzowały się wysokim procentem porażonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków (np. ‘KWS Torridon’, ‘Ethos’) a niektóre stosunkowo niskim (np. ‘Izera’).

1.5. Ocena wartości technologicznej ziarna odmian pszenicy jarej i jego przydatności do produkcji pieczywa i makaronu

Materiał doświadczalny stanowiło ziarno 13 jarych odmian pszenicy zwyczajnej: Arabella (grupa jakościowa E/A), Brawura (A), Cytra (B), Ethos (A), Izera (A), Kandela (A),

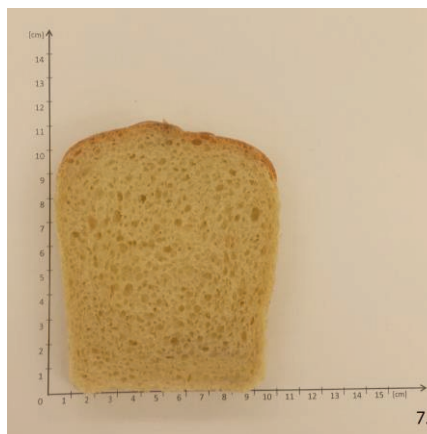
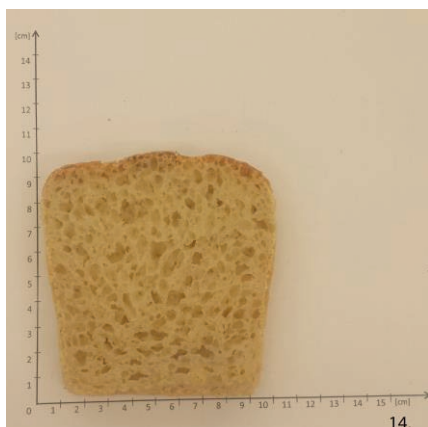


Katoda (A), Kokska (A), Korynta (A), KWS Torridon (A), Ostka Smolicka (A), Waluta (A) i Zadra (B) oraz ziarno pszenicy orkisz odmiany Wirtas. Ziarno otrzymano z doświadczenia polowego przeprowadzonego w 2016 roku w Stacji Doświadczalnej Osiny, należącej do IUNG-PIB w Puławach. Badania laboratoryjne zostały przeprowadzone w Zakładzie Technologii Zbóż Katedry Technologii Żywności SGGW.

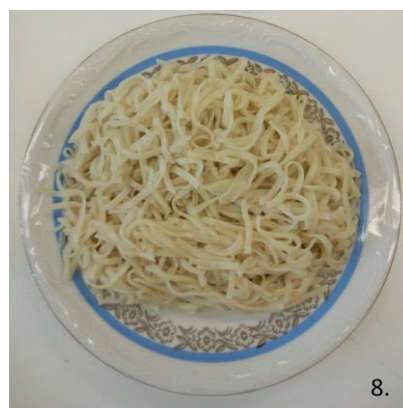
Najważniejsze stwierdzenia i wnioski:

1. Ziarno wszystkich badanych odmian pszenicy spełniało wymagania zawarte w normie PN-R-74103 odnośnie maksymalnej zawartości zanieczyszczeń, wilgotności oraz gęstości w stanie usypowym. Cechowało się ono mączystą strukturą bielma oraz za wyjątkiem orkiszu (odmiana Wirtas) dużą dorodnością.
2. Najlepszymi właściwościami przemiałowymi cechowało się ziarno pszenicy odmian: KWS Torridon, Kandela, Izera, Katoda i Arabella.
3. Zawartość białka ogółem w badanych mączkach wynosiła od 9,7 do 12,6%, a ilość glutenu mokrego od 16,7 do 33,0%. Najwięcej substancji białkowych zawierały mąki z ziarna orkiszu (odmiana Wirtas) oraz pszenicy zwyczajnej odmian: KWS Torridon, Cytra i Korynta. Wartości IG wynosiły od 47 do 100, większość badanych próbek mąki cechowała się mocnym glutenem. Aktywność enzymów amylolitycznych w większości badanych próbek mąki była na średnim poziomie.
4. Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się właściwym smakiem i zapachem oraz kształtem i barwą skórki. Mięksisz chlebów cechował się bardzo dobrą lub dobrą elastycznością oraz zróżnicowaną porowatością. Na podstawie ogólnej ilości punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej do I poziomu jakości zakwalifikowano pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian: Arabella, Izera, Kandela, Katoda, Kokska, Korynta i KWS Torridon. Pieczywo z mąki z ziarna pozostałych odmian pszenicy zakwalifikowano do II grupy jakości.
5. Instrumentalna oraz wizualna ocena ciasta makaronowego otrzymanego z badanych próbek mąki wykazała zmiany jego barwy w trakcie termostatowania. Żadnej z badanych próbek ciasta nie zakwalifikowano do grupy o niskiej podatności na ciemnienie. Większość próbek ciasta cechowała się wysoką podatnością na ciemnienie (III stopień). Średnią podatnością na ciemnienie cechowały się ciasta z mąki z ziarna odmian Kandela, Katoda, KWS Torridon, Ostka Smolicka, Waluta oraz orkiszu (odmiana Wirtas).
6. Makarony otrzymane w warunkach laboratoryjnych były zróżnicowane pod względem jakości. Podczas oceny organoleptycznej wyżej zostały ocenione makarony przed ugotowaniem niż po ugotowaniu. Zastrzeżenia oceniających dotyczyły przede wszystkim barwy oraz zniekształcenia formy i kleistej konsystencji. Spośród badanych próbek najwyżej oceniono makarony otrzymane z mąki z ziarna pszenicy odmian: Kokska, KWS Torridon, Katoda, Brawura i Ethos.
7. Na podstawie wyników trzyletnich badań dotyczących odmian pszenicy jarej z uprawy ekologicznej zalecanych do produkcji pieczywa stwierdzono, że w największym stopniu wymagania przemysłu piekarskiego spełniały mąki z ziarna pszenicy odmian: Arabella, Izera, Kandela, Katoda i KWS Torridon. Badania dotyczące doboru odmian pszenicy jarej z uprawy ekologicznej do produkcji makaronu były prowadzone wyłącznie na próbkach z tegorocznych zbiorów.





Fot. 2. Porównanie porowatości miękiszu pieczywa: nr 14 odmiana Zadra (współczynnik porowatości 40), nr 7 odmiana Katoda (współczynnik porowatości 70)



Fot. 3. Wygląd makaronów po ugotowaniu: nr 3 odmiana Cytra, nr 8 odmiana Koksa

2. Badania nad doborem odmian jęczmienia jarego

2. 1. Plon i cechy struktury plonu

W roku 2016 w Grabowie na glebie kompleksu 4 jęczmień jary uzyskał większe plony ($5,07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) niż w Chwałowicach na kompleksie 2 ($2,68 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) (tab. 6). Czynnikiem decydującym o takim rozkładzie wydajności w doświadczeniach były warunki w okresie siewu i wschodów jęczmienia oraz okres dłuższego deficytu wilgoci w Chwałowicach (tab. 2). Taki układ warunków pogodowych w Chwałowicach spowodował, podobnie jak u pozostałych gatunków zbóż, niewyrównane wschody, gorsze parametry struktury plonu i duże zachwaszczenie. W warunkach Grabowa wszystkie odmiany wytwarzały ziarno o większej masie 1000 ziaren, średnio o 3,8 g.

Oceniane odmiany jęczmienia jarego, pomimo różnic w poziomie plonowania, w obu miejscowościach reagowały podobnie. Największą wydajność uzyskał jęczmień odmiany KWS Olof, w Grabowie $5,68 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w Chwałowicach $2,98 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Na podobnym poziomie jak KWS Olof w Chwałowicach plonowała odmiana browarna Stratus $2,73 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Obie odmiany w najmniejszym stopniu porażane były przez patogeny grzybowe, co ma istotne znaczenie w produkcji ekologicznej. Najmniejsze plony w obu doświadczeniach odnotowano dla odmiany Basic i Kucyk (tab. 6). Dodatkowo Kucyk charakteryzował się mniejszą

odpornością na choroby grzybowe i w największym stopniu porażony był przez *Pyrenophora teres* powodującą plamistość siatkową.

Tabela 6. Plon i cechy struktury plonu odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Grabów			Chwałowice		
	plon (t·ha ⁻¹)	obsada kłosów (szt·m ⁻²)	masa 1000 ziaren (g)	plon (t·ha ⁻¹)	obsada kłosów (szt·m ⁻²)	masa 1000 ziaren (g)
Basic	4,82	473	48,5	2,46	396	46,3
Kucyk	4,70	508	44,0	2,55	468	41,2
KWS Olof	5,68	424	49,5	2,98	509	42,8
Stratus*	5,09	538	48,7	2,73	482	45,5
Średnio	5,07	486	47,7	2,68	464	43,9
NIR	0,26	r.n.	1,9	0,37	r.n.	1,4

* / odmiana browarna

2. 2. Konkurencyjność odmian jęczmienia jarego w stosunku do chwastów

Poziom zachwaszczenia jęczmienia jarego był zbliżony w obu miejscowościach badań (tab. 7). W Osinach większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów cechowała się odmiana Stratus i KWS Olof, natomiast w Grabowie odmiana Basic cechowała się najmniejszą liczebnością chwastów, ale jednocześnie dużą ich masą.

Tabela 7. Liczebność i sucha masa chwastów w odmianach jęczmienia jarego uprawianego w systemie ekologicznym – faza dojrzałości

odmiany	Lokalizacje			
	Chwałowice		Grabów	
	liczba chwastów (szt·m ⁻²)	sucha masa chwastów (g·m ⁻²)	liczba chwastów (szt·m ⁻²)	sucha masa chwastów (g·m ⁻²)
Basic	107,0	56,9	136,0	64,1
Kucyk	131,5	54,9	179,0	50,0
KWS Olof	93,0	39,5	163,5	65,4
Stratus	106,0	33,1	178,5	56,6
średnia	109,4	46,1	164,3	59,0

2.3. Ocena podatności odmian jęczmienia jarego na porażenie przez patogeny grzybowe

Zainfekowanie jęczmienia jarego plamistością siatkową okazało się istotnie wyższe w Grabowie (33 %) niż w Chwałowicach (21 %). Odmianą najsilniej porażoną w obu miejscowościach był Kucyk (66% - Grabów, 40% - Chwałowice), a najmniejsze porażenie wystąpiło na odmianie KWS Olof, odpowiednio 2,8% i 6,2%.

2.4. Fuzarioza kłosów i zasiedlenie ziarna jęczmienia jarego przez grzyby z rodzaju *Fusarium*

W 2016 roku fuzarioza kłosów wystąpiła sporadycznie. Nie wykazano istotnych różnic w nasileniu objawów chorobowych na kłosach jęczmienia jarego uprawianego w Grabowie i



Chwałowicach. Z ziarna jęczmienia pochodzącego z Chwałowic (27,4%) izolowano istotnie więcej *Fusarium* spp. niż z ziarniaków pochodzących z Grabowa (3,6%). W Grabowie najsilniej zainfekowane przez *Fusarium* spp. były ziarniaki odmiany ‘Stratus’ (7,3%) i ‘KWS Olof’ (5,2%). Z ziarniaków odmiany ‘Basic’ nie wyodrębniono *Fusarium* spp. W Chwałowicach najliczniej porażonymi przez grzyby rodzaju *Fusarium* były ziarniaki odmiany ‘Stratus’ (31,3%) oraz ‘Kucyk’ (29,8%) i były one istotnie bardziej zainfekowane przez te patogeny od ziarna odmiany ‘KWS Olof’ (21,5%).

3. Badania nad doborem odmian owsa

3.1. Plon i cechy struktury plonu

Plony owsa niezależnie od odmiany kształtowały się w Grabowie (w warunkach gleby kompleksu żytniego bardzo dobrego) na poziomie $5,30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w Chwałowicach (gleby kompleksu pszennego dobrego) – $3,26 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 8). O wyjątkowo wysokich plonach owsa w Grabowie zdecydowały optymalne warunki pogodowe sprzyjające przygotowaniu stanowiska do siewu i w okresie wschodów. Odmiany oplewione plonowały wyżej od nieoplewionych o $1,39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (22%) w Grabowie i o $1,13 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (28%) w Chwałowicach. Spośród ocenianych odmian owsa oplewionego w obu siedliskach, podobnie jak w latach 2014 i 2015, największe plony uzyskała odmiana Bingo. O większych plonach odmiany Bingo zdecydowała głównie duża masa 1000 ziaren, wynosząca 37,9-39,0 g.

Spośród odmian nagoziarnistych w obu miejscowościach największą wydajność uzyskała odmiana Polar, w Chwałowicach plonowała na poziomie $3,30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w Grabowie $5,32 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Plony te uzyskano przy obsadzie wiech odpowiednio 380 i 309 szt·m⁻² i dużej masie 1000 ziaren – 29,5 i 29,2 g. Na podkreślenie zasługuje fakt, że odmian Polar w niewielkim stopniu porażana była przez patogeny grzybowe. W Grabowie duże plony uzyskała również odmiana Siwek $5,23 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. W Chwałowicach przy ogólnie mniejszych plonach zróżnicowanie w wydajności poszczególnych odmian było mniejsze, jedynie odmiana Nagus plonowała istotnie niżej od odmiany Polar.

Tabela 8. Plon i cechy struktury plonu odmian owsa

Odmiana	Grabów			Chwałowice		
	plon (t·ha ⁻¹)	obsada kłosów (szt·m ⁻²)	masa 1000 ziaren (g)	plon (t·ha ⁻¹)	obsada kłosów (szt·m ⁻²)	masa 1000 ziaren (g)
Bingo	6,57	297	39,0	4,74	368	37,9
Krezus	6,00	340	34,7	3,43	406	32,2
Cacko*	4,76	315	29,8	2,91	404	27,4
Maczo*	4,58	315	24,9	3,08	426	27,2
Nagus*	4,61	305	25,3	2,62	353	24,0
Polar*	5,32	309	29,5	3,30	380	29,2
Siwek*	5,23	313	27,5	2,83	359	28,5
Średnio						
odmiany nagoziarniste	4,90	311	27,4	2,95	384	27,3
<i>NIR dla odm. nagoziarnistych</i>	<i>0,44</i>	<i>r.n.</i>	<i>2,3</i>	<i>0,67</i>	<i>r.n.</i>	<i>2,4</i>
odmiany oplewione	6,29	319	36,9	4,08	387	35,0
owies ogółem	5,30	313	30,1	3,27	385	29,5

* / odmiany nagoziarniste



3. 2. Konkurencyjność odmian owsa w stosunku do chwastów

Ocena zachwaszczenia łąnów owsa wykazała, że liczba chwastów była dwukrotnie większa w Grabowie w porównaniu do Chwałowic, ale masa chwastów w obu miejscowościach była zbliżona. Generalnie obserwowany poziom zachwaszczenia (poniżej 50 g/m²) nie wpływał istotnie na plonowanie owsa.

W Chwałowicach odmiany oplewione owsa (Bingo i Krezus) cechowały się większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów w porównaniu do odmian nagoziarnistych, mierzona zarówno liczbą, jak i masą chwastów, a w Grabowie dotyczyło to tylko masy chwastów. Podobną tendencję stwierdzono w 2015 r. Spośród odmian nagoziarnistych największą konkurencyjnością w stosunku do chwastów wyróżniały się odmiany Maczo i Cacko, a odmianą o największym zachwaszczeniu była Nagus w Chwałowicach oraz Nagus i Siwek w Grabowie.

3.3. Ocena podatności odmian owsa na porażenie przez patogeny grzybowe

Na owsie uprawianym w gospodarstwie ekologicznym w Grabowie obserwowano umiarkowane nasilenie rdzy i plamistości oraz niewielki stopień porażenia liści septoriozą. Rdza koronowa (*Puccinia coronata*) wystąpiła w różnym stopniu na wszystkich odmianach. Najwięcej objawów stwierdzono dla odmiany Nagus (31,4%). Pozostałe odmiany były porażone nieco słabiej, ale nie stwierdzono między nimi istotnych różnic. W przypadku plamistości liści (*Drechslera avenae*) również odmiana Nagus (42,6%) była porażona w stopniu najwyższym. Najmniejszy wskaźnik zainfekowania zanotowano dla odmiany Cacko (23,3%). Porażenie pozostałych odmian było wyrównane i zawierało się w granicach 26,3-39,2%. Na powierzchni blaszek liściowych owsa odmian Krezus, Nagus i Maczo obserwowano w bardzo małym nasileniu wystąpienie nekroz septoriozy w zakresie 0,3-1,6%. Na pozostałych odmianach nie odnotowano symptomów tego patogena.

W Chwałowicach (woj. mazowieckie) na powierzchni liści owsa odnotowano bardzo małe porażenie *Puccinia striiformis*. Oprócz odmiany Polar, na której nie zaobserwowano obecności patogena, pozostałe odmiany były porażone w minimalnym stopniu (0,03-0,6%). Porażenie liści owsa przez *Drechslera avenae* było umiarkowane i nie różniło się istotnie między odmianami. Najwięcej nekroz zaobserwowano na odmianie Nagus (20,1%), natomiast najmniej nekroz odnotowano na odmianie Bingo (7,9%). Pozostałe były porażone w zakresie 10,2-15,2%. W ocenianej fazie nie zaobserwowano rdzy wieńcowej.

3.4. Fuzarioza wiech i zasiedlenie ziarna owsa przez grzyby z rodzaju *Fusarium*

W 2016 roku w obu miejscowościach uprawy owsa obserwowano śladowe objawy fuzariozy. Średni procent porażonych kłosów wynosił zarówno w Grabowie, jak i w Chwałowicach – 0,21% (0,0–0,5%). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między odmianami.

W 2016 roku z ziarna owsa licznie izolowano grzyby rodzaju *Fusarium*. Średnie zasiedlenie ziarna owsa pochodzącego z uprawy w Grabowie wynosiło 34,4%, natomiast pochodzącego z Chwałowic aż 62,0%. Z uprawianych w Grabowie 7 odmian owsa najsilniej zainfekowane przez *Fusarium* spp. były ziarniaki odmiany ‘Krezus’ (47,5%). Ziarno pozostałych odmian było istotnie mniej zasiedlone przez te patogeny. Najmniej *Fusarium* spp. izolowano z odmiany ‘Maczo’ (19,7%).



W Chwałowicach najliczniej porażonymi przez grzyby rodzaju *Fusarium* były ziarniaki odmian: ‘Bingo’ (81,8%), ‘Krezus’ (81,0%) oraz ‘Polar’ (79,2%) i były one statystycznie istotnie bardziej zainfekowane przez te patogeny od ziarna pozostałych badanych odmian. Jednocześnie ziarniaki odmiany ‘Krezus’ były również najsilniej porażone w Grabowie. Najmniej izolatów *Fusarium* spp. wyodrębniono z ziarna odmiany ‘Nagus’ (25,0%).

PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ I ZALECENIA DLA PRAKTYKI

Ocena przydatności odmian pszenicy jarej

Wyniki 3-letnich badań (2014-2016) wykazały, że w warunkach rolnictwa ekologicznego najwyżej (ponad 4,0 t·ha⁻¹) plonowały odmiany KWS Torridon, Kandela i Arabella. Wśród odmian najniżej plonujących (poniżej 3,5 t/ha) znalazły się orkisz Wirtas, mieszanina odmian (Ostka Smolicka + Katoda), Izera, Ostka Smolicka i Koksa. Dla odmian o wysokich plonach: KWS Torridon, Kandeli, Arabelli, Zadry i Waluty stwierdzono również dużą obsadę roślin i masę 1000 ziaren, a pierwsze dwie z wymienionych odmian okazały się też odporne na porażenie przez patogeny grzybowe.

Na podstawie przeprowadzonej syntezy 3-letnich wyników badań (2014-2016) do odmian najbardziej przydatnych do uprawy w rolnictwie ekologicznym należy zaliczyć: Arabella, Brawura, KWS Torridon, Kandela, Katoda, Waluta i Zadra.

Trzyletnie badania wskazują, że odmianami najbardziej przydatnymi do uprawy ekologicznej, pod kątem zmniejszenia zagrożenia infekcji przez *Fusarium* spp. w rejonie Osin (woj. lubelskie) są: Waluta, Zadra i Arabella, w okolicach Chwałowic (woj. mazowieckie): Brawura, Izera, Arabella i Koksa, natomiast w rejonie Chomentowa (woj. podlaskie): Izera i Kandela.

Ocena wartości technologicznej ziarna wykazała, że ziarno wszystkich badanych odmian pszenicy spełniało wymagania zawarte w normie PN-R-74103 odnośnie maksymalnej zawartości zanieczyszczeń, wilgotności oraz gęstości w stanie usypowym. Cechowało się mączystą strukturą bielma oraz za wyjątkiem orkiszu (odmiana Wirtas) dużą dorodnością. Zawartość białka ogółem w badanych mąkach wynosiła od 9,7 do 12,6%, a ilość glutenu mokrego od 16,7 do 33,0%. Najwięcej substancji białkowych zawierały mąki z ziarna orkiszu (odmiana Wirtas) oraz pszenicy zwyczajnej odmian: KWS Torridon, Cytra i Korynta. Podczas oceny organoleptycznej do I poziomu jakości zakwalifikowano pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian: Arabella, Izera, Kandela, Katoda, Koksa, Korynta i KWS Torridon. Pieczywo z mąki z ziarna pozostałych odmian pszenicy zakwalifikowano do II grupy jakości.

Na podstawie wyników trzyletnich badań dotyczących odmian pszenicy jarej z uprawy ekologicznej zalecanych do produkcji pieczywa stwierdzono, że w największym stopniu wymagania przemysłu piekarskiego spełniały mąki z ziarna pszenicy odmian: Arabella, Izera, Kandela, Katoda i KWS Torridon. Na podstawie wyników badań z 2016 r. dotyczących przydatności odmian pszenicy jarej z uprawy ekologicznej do produkcji makaronu (podatność ciasta na ciemnienie, ocena organoleptyczna makaronów) wstępnie wytypowano odmiany Katoda i KWS Torridon.

Ocena przydatności odmian jęczmienia jarego

Wyniki 3-letnich badań nad oceną przydatności odmian jęczmienia jarego dla rolnictwa ekologicznego wykazały niewielkie różnice w plonowaniu badanych odmian. W Chwałowicach najwyżej plonowała odmiana Kucyk (średnio 4,30 t/ha), a w Grabowie - KWS



Olof (4,97 t·ha⁻¹). Nie stwierdzono wyraźnych tendencji w konkurencyjności odmian jęczmienia jarego w stosunku do chwastów.

Na jęczmieniu jarym uprawianym w systemie ekologicznym stwierdzano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej porażenie plamistością liści (*Pyrenophora teres*) oraz w niezbyt dużym nasileniu rdzą (*Puccinia hordei*). Stopień porażenia liści był istotnie najwyższy dla odmiany Stratus. Mniej objawów infekcji odnotowano dla odmian KWS Olof. Basic i Kucyk były porażone w stopniu pośrednim. Objawy wywoływane przez grzyb *Rynchosporium secalis* pojawiły się w nieznacznym nasileniu dla odmiany Basic i Stratus i nieco większym dla KWS Olof i Kucyk.

Na badanych odmianach jęczmienia jarego objawy fuzariozy w 3-letnim okresie badań 2014-2016 wystąpiły sporadycznie. Badania nad porażeniem jęczmienia jarego przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. wskazują, że do uprawy ekologicznej najbardziej przydatnymi z badanych odmian pod kątem zmniejszenia zagrożenia infekcji są: w okolicach Grabowa – ‘KWS Olof’, a w okolicach Chwałowic – ‘Kucyk’.

Ocena przydatności odmian owsa

Plony owsa niezależnie od odmiany, średnio za 3 lata badań kształtowały się na poziomie 4,56 t·ha⁻¹ w warunkach gleb kompleksu 4 (żytniego bardzo dobrego) i 3,71 t·ha⁻¹ na glebach kompleksu 2 (pszennego dobrego). Plon ziarna odmian oplewionych wyniósł średnio 5,5 t·ha⁻¹ i był większy w stosunku do nagoziarnistych o 1,9 t·ha⁻¹. Spośród odmian oplewionych wyżej polowała odmian Bingo niż Krezus. Średnia wydajność odmian nagoziarnistych kształtowała się na poziomie 3,13 t·ha⁻¹ w Chwałowicach i 4,04 t·ha⁻¹ w Grabowie. W tej grupie odmian w obu lokalizacjach najwyższej plonowała odmiana Maczo. Obserwowany poziom zachwaszczenia (średnio poniżej 50 g·m⁻²) nie wpływał istotnie na plonowanie owsa.

Na owsie uprawianym w 2014 r. obserwowano umiarkowane nasilenie rdzy i plamistości oraz niewielki stopień porażenia liści septoriozą. Rdza koronowa wystąpiła w różnym stopniu na wszystkich odmianach. W 2015 r. ocena porażenia liści owsa nie wykazała objawów chorobowych. W 2016 r. w obu miejscowościach wystąpiła brunatna plamistość liści owsa, ale nie wystąpiło zróżnicowanie między odmianami.

Trzyletnie badania wskazują, że do uprawy ekologicznej najbardziej przydatnymi z badanych odmian owsa pod kątem zmniejszenia zagrożenia infekcji przez *Fusarium* spp. są: w okolicach Grabowa – ‘Maczo’ oraz ‘Nagus’ i ‘Polar’, a w okolicach Chwałowic – ‘Nagus’ i ‘Maczo’.

Dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk
Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czartoryskich 8, 24 100 Puławy
e- mail: bszewczyk@iung.pulawy.pl

Sprawozdanie z badań zrealizowanych w 2016 roku znajduje się na stronie internetowej:
http://www.iung.pulawy.pl/images/pdf/Sprawozdania/Sprawozdanie%20HORre_IUNG_zboża%20jar e%202016.pdf

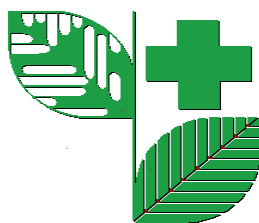
Nr decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:
HORre-msz-780-23/16 (243) z dnia 30 maja 2016 r.



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY W POZNANIU

1

Zastosowanie modelu matematycznego dla prognozowania krótkoterminowego stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) w ekologicznej uprawie ziemniaka



Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

Zastosowanie modelu matematycznego dla prognozowania krótkoterminowego stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) w ekologicznej uprawie ziemniaka.

Podzadanie: Walidacja założeń i testowanie modelu matematycznego do wspomaganie wyznaczenia terminu zabiegu przeciw stonce ziemniaczanej z wykorzystaniem wyznaczonych sum temperatur efektywnych oraz aktualizacja progów ekonomicznej szkodliwości.

Kierownik:

Dr inż. Magdalena Jakubowska

Wykonawcy:

Dr hab. Jolanta Kowalska, prof. IOR-PIB

Mgr inż. Kamila Roik

Mgr Beata Wielkopolan

Lidia Łopatka

Dr Dariusz Drożdżyński (umowa zlecenie, IOR-PIB Poznań)

Dr inż. Paweł Sienkiewicz (umowa zlecenie, UP Poznań)

Mgr inż. Elżbieta Drjańska (umowa zlecenie, specjalista WODR)

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30. maja 2016 r HORre-msz-078-22/16 (244)



Wstęp i cel badań

Stonka ziemniaczana (*Leptinotarsa decemlineata* Say) jest problemem w uprawach ziemniaka od lat 50-tych. W systemie konwencjonalnym dopuszczonych jest wielu środków ochrony roślin zwalczających tego szkodnika, który jednak dość szybko nabywa na nieodporności. Straty powodowane tylko przez stonkę ziemniaczaną przy braku chemicznej ochrony roślin mogą sięgać 40%, a w skrajnych przypadkach nawet 70% (Pawińska i Osowski 1998, Wójtowicz i Jörg 2004). W uprawach ekologicznych nie ma możliwości zastosowania syntetycznych insektycydów, a do obrotu dopuszczalne są tylko dwa preparaty Novodor SC i SpinTor 240 SC. Obecnie rolnicy ekologiczni są praktycznie pozbawieni skutecznej możliwości ochrony tego ziemiopłodu. Zabiegi profilaktyczne i agrotechniczne nie zawsze są w stanie zabezpieczyć planację.

Badania naukowe wykazały, że określenie optymalnego terminu zwalczania, wyznaczonego indywidualnie dla każdego organizmu szkodliwego jest o wiele więcej skuteczne aniżeli zastosowanie odpowiedniej dawki czy określonego środka ochrony roślin. Zabieg chemiczny wykonany w nieodpowiednim terminie jest nieopłacalny i niepotrzebnie obciąża środowisko pozostałościami po zastosowaniu preparatu chemicznego. Ważną rolę we współczesnej ochronie roślin w gospodarstwach zrównoważonych i ekologicznych spełnia prognozowanie krótkoterminowe, którego celem jest ustalenie dnia (daty), w którym pojawi się takie stadium rozwojowe szkodnika, które należy zwalczać. Pojawienie się agrofagów w sezonie wegetacyjnym na terenach poszczególnych powiatów czy województw może następować w różnych terminach w zależności od mikroklimatu – czynnika regionalnego. Wybór właściwego dla danego szkodnika terminu zwalczania wpływa na ograniczenie liczby zabiegów, zwłaszcza gdy decyzje o potrzebie chemicznego zwalczania podejmuje się indywidualnie dla każdej plantacji, uwzględniając ekonomiczny próg szkodliwości. Wyznaczenie zatem optymalnego terminu zabiegu nie jest łatwe. Wymagana jest tu niezbędna wiedza dotycząca biologii szkodnika (znajomość sum temperatur efektywnych do osiągnięcia pożądanego stadium szkodliwego, znajomość roślin wskaźnikowych itd.) i oceny jego liczebności, a także narzędzia wspomagające doradcę czy producenta, np. automatyczna stacja meteorologiczna, czy program komputerowy wspomagający określenie optymalnego terminu zabiegu, itp. Ponadto, przy wyznaczeniu optymalnego terminu zwalczania szkodliwych gatunków należy przede wszystkim kierować się prawidłowo prowadzonym monitoringiem szkodnika. Polega on na systematycznych obserwacjach organizmów szkodliwych i stwierdzeniu w jakim nasileniu występują lub w jakim stadium rozwojowym



znajduje się szkodnik oraz jaka jest jego liczebność, a w momencie przekroczenia progu ekonomicznej szkodliwości podjęcie decyzji o wykonaniu zabiegu pestycydem.

Dzięki wnikliwej analizie tematu postanowiono połączyć stare, dotychczasowe metody i skoncentrować się na określeniu korelacji między niektórymi czynnikami abiotycznymi środowiska (głównie czynnikami meteorologicznymi) a np. zwalczanym stadium rozwojowym szkodnika, tzn. na poznaniu stopnia tych zależności oraz na wyznaczeniu sum ciepła i sum temperatur efektywnych. W sposób naukowy określono dwa równania regresji (modele matematyczne), dla wyznaczenia liczby dni dla rozwoju szkodliwych stadiów od momentu złożenia jaj aż do osiągnięcia stadium L_2 i L_3 . Zastosowanie metody fenologicznej, jako formy systemu wspomaganie decyzji (SWD), wymaga walidacji w warunkach polowych w różnych uwarunkowaniach mikroklimatycznych. Celem planowanych badań była **ocena możliwości zastosowania opracowywanego modelu matematycznego do wspomaganie wyznaczenia terminu zabiegu chemicznego przeciwko stonke ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) z wykorzystaniem wyznaczonych sum temperatur efektywnych, adoptowanego dla potrzeb gospodarstw ekologicznych oraz aktualizacja progów ekonomicznej szkodliwości.**

Metodyka wykonania projektu

Dla potrzeb projektu założono powierzchnię doświadczalną z uprawą ziemniaka (odm. Denar oraz odm. Irga) w Dąbrowie (51°87'48"N, 18°62'20"E), na polu rolnika, posiadającego certyfikację wydaną przez Jednostkę Certyfikującą „Ekoland”. Doświadczenie wykonano w układzie metodą pasową. Powierzchnia jednego poletka wynosiła 60m². Ziemniaki posadzono 25.04.2016. Typ gleby: kompleks IV żytni bardzo dobry z przewagą piasków gliniastych.

W badaniach zastosowano dwa preparaty biologiczne dopuszczone do zwalczania stonki ziemniaczanej, stosowane w rolnictwie ekologicznym SpinTor 240 SC i Novodor SC.

Na powierzchni eksperymentalnej zastosowano płodozmian dostosowany do agrotechniki i systemu ekologicznego (przedplon seradela). Wykonane zostały zabiegi pielęgnacyjne i ochrony roślin ziemniaka (ręczne odchwaszczane, zabiegi grzybobójcze w zależności od wystąpienia zarazy ziemniaka) w celu utrzymania zdrowotności plantacji. W okresie wegetacji roślin prowadzony został pomiar temperatury i opadów. Pomiary były rejestrowane przez polowa stację meteorologiczną zainstalowaną w Stacji Doświadczalnej ODR w miejscowości Kowale Pańskie (5-7 km od poletka doświadczalnego).

a.) Monitorowanie stonki ziemniaczanej na polu ekologicznym



Po zarejestrowaniu pierwszego nalotu stonki na plantacje za pomocą pułapek feromonowych (2.06.2016 – 4 szt.), rozpoczęły się szczegółowe lustracje na poletku. Monitoring na polu ekologicznym prowadzony był średnio co 10-14 dni, którego celem było zaobserwowanie: początku składania jaj, początku wylęgu larw L₁, pojawienie się larw L₂, L₃, L₄, masowego wylęgu larw wtedy gdy pojawia się pierwsze larwy L₃ oraz drugi nalot chrząszczy. Obserwacje prowadzono jednocześnie z określaniem faz rozwojowych ziemniaka.

b.) Zabiegi wykonane na stonkę ziemniaczaną

Schemat doświadczenia: bloki losowane, układ pasowy obejmujący 1 czynnik w 3 wariantach z kontrolą.

Uproszczony schemat badań dla ziemniaka:

I – czynnik (sposób wyznaczenia terminu zwalczania stonki ziemniaczanej)

I czynnik wariant I – termin zabiegu wykonany wg ustalonego modelu (równania matematyczne dla zwalczanego stadium L₂ i L₃- z zastosowaniem wyników badań (sum temperatur efektywnych). Każda kombinacja z zastosowaniem dwóch insektycydów Novodor SC w dawce 4l/ha na odmianie Irga oraz SpinTor 240 SC w dawce 0,15l/ha, na odmianie Denar.

I czynnik wariant II – termin zabiegu wykonany wg sygnalizacji tj. okres, kiedy następuje masowe wylęganie się larw oraz pojawiają się pierwsze larwy L₃ – metoda dotychczas znana.

I czynnik wariant III – termin zabiegu wykonany na podstawie wychodzenia zimowych chrząszczy – monitoring za pomocą wystawionych pułapek feromonowych.

I czynnik wariant - Kontrola (bez zastosowania zabiegu).

Doświadczenia polowe zostały przeprowadzone dla porównania plonu ziemniaków z poletek na których zostały wykonane zabiegi ochronne w terminach wyznaczonych różnymi metodami z uwzględnieniem trafności wyznaczonego modelu matematycznego. Zbiór ziemniaków odbył się 6.09.2016. Plon oceniono z powierzchni, na których zastosowano zabiegi przeciwko stonce ziemniaczanej oraz z kontrolnych.

c.) Walidacja modelu

Analizowano wpływ wybranych cech meteorologicznych na długość badanych okresów rozwojowych stonki ziemniaczanej w warunkach polowych na dwóch odmianach ziemniaka, ze szczególnym uwzględnieniem sum ciepła i sum temperatur efektywnych dla potrzeb wyznaczania terminu zabiegu chemicznego. Obliczenie sum temperatur efektywnych i średnich temperatur efektywnych wykonano w oparciu o wyniki badań różnych autorów, na podstawie, których wyznaczyli oni, między innymi wartość progu fizjologicznego dla rozwoju stonki dla jaj i stadium larwalnego – 11,5°C. W tym celu badany okres rozwojowy owada od świeżo złożonego jaja do osiągnięcia przez larwę końca stadium L₂ i L₃ podzielono



na dwa okresy: od świeżo złożonego jaja do dnia przed wylęgiem larwy nazwany dalej inkubacją jaja i rozwój larwy od wylęgu do osiągnięcia w swoim rozwoju końca stadium L₂ i L₃ – nazywany dalej badanym okresem rozwojowym. Także pozostałe czynniki abiotyczne obliczano z podziałem na inkubację jaja (wyląg) i badany okres rozwojowy larw, a następnie łączono oba etapy rozwoju i nazwano je całym badanym okresem rozwojowym stonki.

d.) Monitorowanie owadów pożytecznych oraz wykonanie ekspertyzy występowania owadów biegaczowatych po zastosowaniu środków zwalczających stonkę ziemniaczaną

W trakcie sezonu wegetacyjnego obserwowano występowania mszyc i innych agrofagów (fauna pożyteczna – ekspertyza) – badania bioróżnorodności.

e.) Doświadczenie prowadzone w celu aktualizacji progów ekonomicznej szkodliwości w roku 2016 w Winnej Górze

W celu aktualizacji progów ekonomicznej szkodliwości zostało założone doświadczenie na mikropoletku na certyfikowanym polu z uprawa ziemniaka w Winnej Górze. Doświadczenie zostało prowadzone w układzie kwadratu łacińskiego w czterech powtórzeniach dla każdego wariantu. Doświadczenie zostało założone na poletkach o powierzchni brutto 16,5m², do zbioru 15,0 m². Na poletkach było prowadzone symulowane uszkodzenie ziemniaka przez stonkę ziemniaczaną. Redukcja powierzchni asymilacyjnej przebiegała podobnie jak stonka ziemniaczana. Przykładem do tego będą rośliny wzorcowe na których zerowały larwy w trzech wariantach 15, 30 i 45 larw na roślinę. Ocena wielkości plonu była końcowym elementem badań.

Uzyskane wyniki

a.) Wyniki monitoringu stonki ziemniaczanej na polu ekologicznym

Warunki pogodowe panujące na wiosnę sezonu wegetacyjnego 2016 r. były bardzo niekorzystne (chłodny maj – niskie temperatury od 15-18 maja – poniżej progu fizjologicznego dla owada) dla rozwoju populacji stonki ziemniaczanej. Pojedyncze sztuki chrząszczy stonki ziemniaczanej zaobserwowano od 23 maja (tabela 1). W doświadczeniu odławiano również dorosłe samce chrząszczy stonki za pomocą pułapek feromonowych (dyspensery feromonowe testowane w warunkach polowych). Pierwsze odłowione 4 szt. stonki ziemniaczanej obserwowano 2 czerwca (wykres 1). Właściwy początek nalotu szkodnika na plantację ekologiczną odnotowano 6 czerwca, a pojedyncze złoża jaj pod koniec I dekady czerwca. Masowe składanie jaj obserwowano od 13 do 15 czerwca (tabela 2). Pierwsze, sporadyczne gniazda larw L₁ zaobserwowano 16 czerwca (tabela 3). Aby zapobiec



dalszemu rozwojowi szkodnika i jego rozprzestrzenianiu się, przeprowadzono dnia 13 czerwca pierwszy oprysk plantacji ekologicznej preparatami SpinTor 240 SC i Novodor SC na odmianie Denar i Irga. Zabiegi dla pierwszej odmiany powtórzono pięć razy a dla odmiany Irga dwa razy (tabela 1).

Tabela 1. Terminy zabiegów pielęgnacyjnych i ochrony roślin w ziemniakach w Dąbrowie

Data	Zabiegi pielęgnacyjne i ochrony
25.04.2016	Sadzenie ziemniaków i ich obredlenie
2-9.05.2016	Wschody ziemniaków
23.05.2015	Wyloty poj. chrząszczy zimowych
28.05.2016	Obredlanie ziemniaków
2.06.2016	Pierwsze chrząszcze odłowione za pomocą pułapek feromonowych
13.06.2016	I zabieg zwalczania stonki na odm. Denar (SpinTor 240 SC 0,15 l/ha); I zabieg ochronny na odm. Irga (Novodor SC 4 l/ha)
20.06.2016	Ręczne motyczenie
23.06.2016	II zabieg odm. Denar (SpinTor 240 SC 0,15 l/ha)
4.07.2016	III zabieg odm. Denar (SpinTor 240 SC 0,15 l/ha); II zabieg ochronny na odm. Irga (Novodor SC 4 l/ha)
10.07.2016	Mechaniczne zwalczanie stonki (Bazant)
13.07.2016	IV zabieg odm. Denar (SpinTor 240 SC 0,15 l/ha)
25.07.2016	V zabieg odm. Denar (SpinTor 240 SC 0,15 l/ha)
6.09.2016	Zbiór ziemniaków

Wykres 1. Odłowienia samców stonki ziemniaczanej za pomocą pułapki feromonowej, Dąbrowa 2016

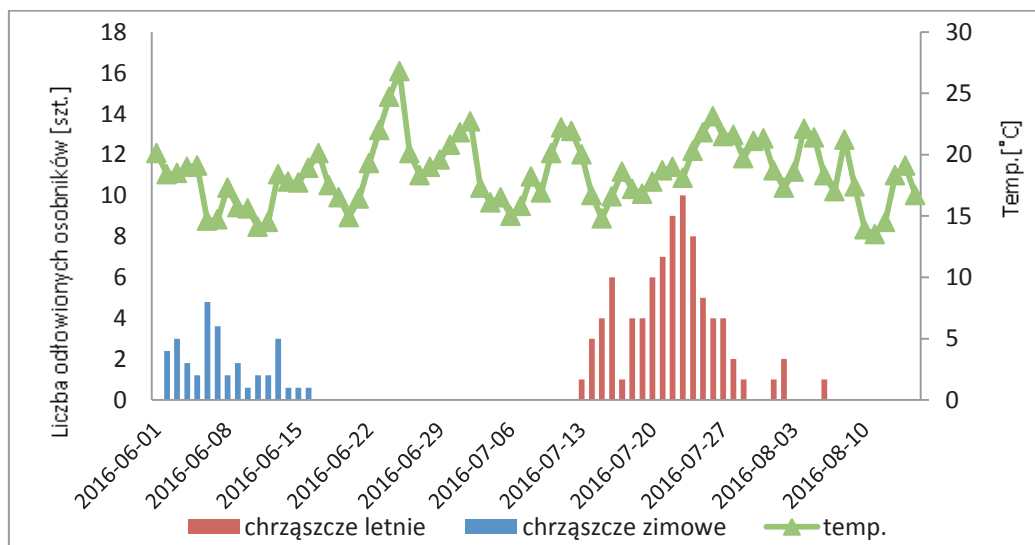


Tabela 2. Terminy pojawu stadiów rozwojowych stonki ziemniaczanej od momentu wychodzenia chrząszczy zimowych do pojawienia się chrząszczy letnich, Dąbrowa 2016

Data	Faza rozwojowa stonki	Średnia liczba dni	STE [°C]	Suma ciepła [°C]	Suma wilgotności [%]
23.05	Początek wych. chrząszczy	-	8,8	21,3	59,5



6.06	Masowe wych.chrząszczy	14	112	284,5	1084
13.06	Składanie jaj	7	141,8	394,8	1523
16.06	Wylęgi L ₁	3	161,7	449,2	1755
23.06	Masowe wylęgi L ₂	10	207,9	575,9	2313,5
4.07	Masowe wylęgi L ₃ i poj. L ₄	21	308,6	803,1	3147,5
13.07	Początek wych. chrząszczy letnich	30	371,7	969,7	3818,5
25.07	Masowe wyloty chrząszczy letnich	42	450,1	1186,1	4777,5
2-12.08	Poj. chrząszcze letnie	50-61	522,4	1350,4	5401,5

Obserwowany rozwój stonki ziemniaczanej w sezonie wegetacyjnym 2016 r.: od liczby zebranych chrząszczy zimowych, po liczbę złoży jaj i liczbę poszczególnych faz rozwojowych od L₁ do L₄, aż do wychodzenia chrząszczy letnich szczegółowo przedstawiono w tabeli 3 i 4 dla odmiany Denar i Irga. Zebrane obserwacje pochodzą z wybranych i oznaczonych 15 roślin ziemniaka.

Tabela 3. Monitoring stonki ziemniaczanej na polu ekologicznym w ziemniaku (odm. Denar). Liczba chrząszczy, złoży jaj stonki ziemniaczanej na plantacji ekologiczne, Dąbrowa, 2016

Wyszczególnienie	Pas doświadczalny	Data obserwacji								
		6.06	13.06	20.06	23.06	4.07	13.07	25.07	2.08	12.08
Liczba zebranych chrząszczy zimowych	1- I wariant	16	0	0	0	0	0	0	0	0
	2- kontrola	21	0	4	0	0	0	0	0	0
	3- kontrola	29	0	0	0	0	0	0	0	0
	4- II wariant	26	0	0	0	0	0	0	0	0
	5- III wariant	34	0	0	0	0	0	0	0	0
	6- kontrola	37	25	0	0	0	0	0	0	0
Liczba złoży jaj	1- I wariant	7	17	0	0	0	0	0	0	0
	2- kontrola	9	23	0	4	0	0	2	0	0
	3- kontrola	11	30	0	0	0	0	0	0	0
	4- II wariant	5	27	0	0	0	0	0	0	0
	5- III wariant	7	33	0	0	0	0	0	0	0
	6- kontrola	13	76	0	0	0	0	12	0	0
Liczba L1	1- I wariant	-	15	12	4	0	0	0	0	0
	2- kontrola	-	13	101	11	0	0	0	0	0
	3- kontrola	-	23	23	9	0	0	0	0	0
	4- II wariant	-	18	67	63	0	0	0	0	0
	5- III wariant	-	10	56	13	0	0	0	0	0
	6- kontrola	-	0	99	33	0	0	0	0	0
Liczba L2	1- I wariant	-	-	22	27	1	0	0	0	0
	2- kontrola	-	-	0	81	0	0	0	0	0
	3- kontrola	-	-	35	36	0	0	0	0	0
	4- II wariant	-	-	21	41	0	1	0	0	0
	5- III wariant	-	-	17	36	0	0	0	0	0
	6- kontrola	-	-	45	101	0	0	0	0	0
Liczba L3	1- I wariant	-	-	-	1	31	0	0	0	6
	2- kontrola	-	-	-	0	34	0	0	0	0
	3- kontrola	-	-	-	0	25	0	0	0	0
	4- II wariant	-	-	-	0	20	0	0	0	0
	5- III wariant	-	-	-	0	0	0	0	0	0
	6- kontrola	-	-	-	1	32	2	0	0	0
Liczba L4	1- I wariant	-	-	-	-	63	1	0	0	2
	2- kontrola	-	-	-	-	64	0	0	0	0
	3- kontrola	-	-	-	-	47	0	0	0	0
	4- II wariant	-	-	-	-	48	0	0	0	0



	5- III wariant	-	-	-	-	33	4	0	0	0
	6- kontrola	-	-	-	-	85	3	0	0	0
Liczba zebranych chrząszczy letnich	1- I wariant	-	-	-	-	-	21	20	12	2
	2- kontrola	-	-	-	-	-	10	24	18	20
	3- kontrola	-	-	-	-	-	21	54	5	7
	4- II wariant	-	-	-	-	-	1	19	17	1
	5- III wariant	-	-	-	-	-	20	24	32	2
	6- kontrola	-	-	-	-	-	38	107	18	3

Tabela 4. Monitoring stonki ziemniaczanej na polu ekologicznym w ziemniaku (odm. Irga). Liczba chrząszczy, złoż jaj stonki ziemniaczanej na plantacji ekologiczne, Dąbrowa, 2016

Wyszczególnienie	Pas doświadczalny	Data obserwacji								
		6.06	13.06	20.06	23.06	4.07	13.07	25.07	2.08	12.08
Liczba zebranych chrząszczy zimowych	1- I wariant	21	25	0	0	0	0	0	0	0
	5- III wariant	18	7	0	0	0	0	0	0	0
	6- kontrola	16	8	0	0	0	0	0	0	0
Liczba złoż jaj	1- I wariant	0	19	0	1	0	0	0	0	0
	5- III wariant	6	23	0	0	0	0	0	0	0
	6- kontrola	6	28	0	0	0	0	0	0	0
Liczba L1	1- I wariant	-	0	83	47	0	0	0	0	0
	5- III wariant	-	2	47	35	0	0	0	0	0
	6- kontrola	-	9	78	41	0	0	0	0	0
Liczba L2	1- I wariant	-	-	-	27	2	3	0	0	0
	5- III wariant	-	-	-	10	20	0	0	0	0
	6- kontrola	-	-	-	8	43	2	0	0	0
Liczba L3	1- I wariant	-	-	-	-	59	16	0	0	0
	5- III wariant	-	-	-	-	36	7	0	7	0
	6- kontrola	-	-	-	-	61	4	4	3	0
Liczba L4	1- I wariant	-	-	-	-	10	6	0	0	0
	5- III wariant	-	-	-	-	6	7	0	0	0
	6- kontrola	-	-	-	-	33	24	0	0	0
Liczba zebranych chrząszczy letnich	1- I wariant	-	-	-	-	-	1	25	19	18
	5- III wariant	-	-	-	-	-	28	43	20	6
	6- kontrola	-	-	-	-	-	42	24	33	12

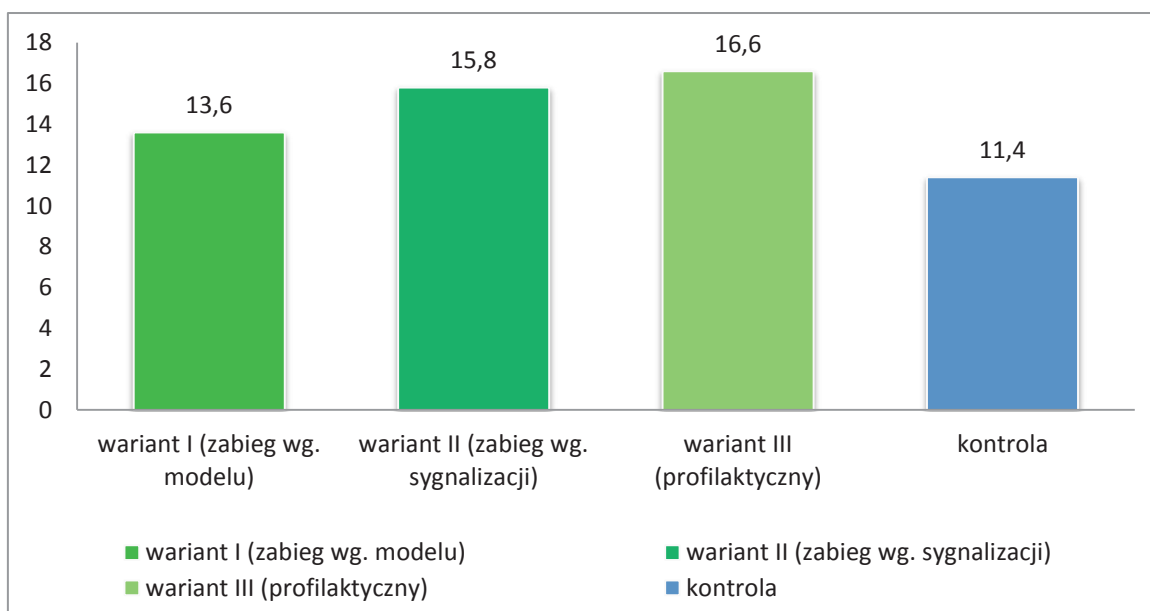
b.) Wyniki dotyczące zabiegów ochrony ziemniaków przeciwko stonce ziemniaczanej – plon.

Zabiegi przeciwko stonce ziemniaczanej wykonano w następujących terminach: 13.06.2016 – I zabieg oparty na spinosadzie (SpinTor 240SC w dawce 0,15l/ha) na odm. Denar oraz I zabieg oparty na sporach bakterii glebowej *Bacillus thuringensis* var. *Tenebrionis* (Novodor S.C. w dawce 4l/ha) na odm. Irga; 23.06.2016 – II zabieg SpinTor 240SC; 4.07.2016 – III zabieg SpinTor 240SC oraz II zabieg Novodor SC; 13.07.2016 – IV zabieg oparty na spinosadzie i 25.07.2016 – V zabieg oparty na spinosadzie (tabela 2).

Plon dla odmiany Denar kształtował się w zakresie od 11,4 do 16,6 t/ha. W badaniu nie potwierdzono znaczących różnic, jedynie tendencję obniżenia plonu w kombinacji kontrolnej.

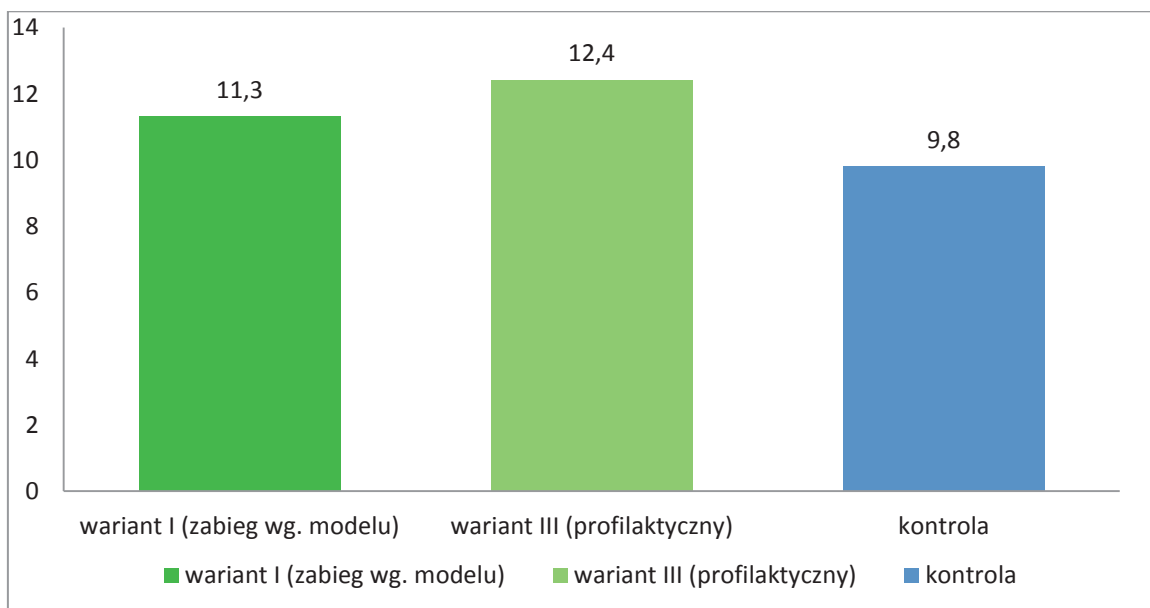
Wykres 2. Plony ziemniaka odmiana Denar z powierzchni traktowanej spinosadem (SpinTor 240 SC) w zależności od wariantów zastosowanego zabiegu przeciw stonce ziemniaczanej





Dla odmiany Irga plon kształtował się w zakresie od 9,8 do 12,4 t/ha i nie potwierdzono znaczących różnic pomiędzy testowanymi wariantami zwalczania, jedynie obniżenie plonu w kombinacji kontrolnej.

Wykres 3. Plony ziemniaka odmiana Irga z powierzchni traktowanej Novodorem SC w zależności od wariantów zastosowanego zabiegu przeciw stonce ziemniaczanej



c.) Walidacja modelu

Na podstawie badań przeprowadzonych w warunkach polowych wyznaczono średnią liczbę dni, sumę temperatur efektywnych, sumę ciepła, średnią wilgotność oraz sumę wilgotności, dla poszczególnych stadiów rozwojowych stonki od momentu złożenia jaj przez chrząszcze do momentu wylęgu, stadium L₂ i L₃ (najbardziej optymalne do zwalczania szkodnika).

Tabela 5. Dane dotyczące stonki ziemniaczanej od momentu złożenia jaj przez chrząszcze stonki ziemniaczanej do osiągnięcia stadium L₂ i L₃, Dąbrowa

Odmiana	Średnia liczba dni	STE [°C]	Suma ciepła [°C]	Średnia wilgotność [%]
wyląg				
Denar	3	26,8	72,8	71
Irga	7	49,8	141,8	75,21
L₂				
Denar	10	73,0	199,5	77,85
Irga	10	73,0	199,5	77,85
L₃				
Denar	22	173,7	426,7	73,25
Irga	20	169,1	410,6	76,77

Uzyskane wyniki pozwoliły na oznaczenie relacji pomiędzy ustalonymi wartościami STE oraz liczbą dni pomiędzy złożeniem jaj i czasem kiedy szkodnik osiągnął stadium L₂ a później stadium L₃. Opracowane prostoliniowe i krzywoliniowe równania regresji przedstawiają się następująco dla badanych odmian:

Dla odmiany ziemniaka Denar

$$\text{Liczba dni (L2)} = -0.0364 SET^2 + 6.7145 SET + 135,33$$

$$\text{Liczba dni (L3)} = 8.3314 SET - 9.3974$$

Współczynnik determinacji do powyższych równań dla odmiany Denar wyniósł $R^2 = 0.9915$ i odpowiednio $R^2 = 0.9899$, co oznacza, że modele teoretyczne są bardzo dobrze dopasowane do danych empirycznych. Dodatkowo oznacza to, że czas osiągnięcia faz L₂ i L₃ jest w 99% i 98% wyjaśniany przez zmienność sum temperatur efektywnych.

Dla odmiany Irga

$$\text{Liczba dni (L2)} = -0.0364 SET^2 + 6.7145 SET + 0.4309$$

$$\text{Liczba dni (L3)} = 0.0986 SET^2 + 6.0632 SET + 0.3247$$

Współczynnik determinacji do powyższych równań dla odmiany Irga wyniósł $R^2 = 0.9915$ i odpowiednio $R^2 = 0.9944$, które oznaczają, że zmienność liczby dni pomiędzy złożeniem jaj i osiągnięciem faz L₂ i L₃ są w obu przypadkach w 99% wyjaśniane przez zmienność sum temperatur efektywnych oraz, że modele są bardzo dobrze dopasowane do danych empirycznych. Wszystkie modele dla dwóch odmian ziemniaka były wyliczane przy założeniu istotności na poziomie $p = 0.05$. Uzyskane wyniki będą pomocne w dalszym etapie opracowania modelu i zastosowania do komputerowego systemu wspomagania decyzji w ochronie ziemniaka przeciwko stoncy ziemniaczanej.



W tabeli 6 przedstawiono wyniki symulacji zwalczania stonki ziemniaczanej w porównaniu do aktualnych warunków panujących na polu. Zabieg według I wariantu czyli według wyliczonych sum temperatur efektywnych i sum ciepła dla masowego wylęgu larw L₂ i początek stadium larw L₃ został wyznaczony według modelu na dzień 23 czerwca. Aktualnie na polu obserwowano masowe nasilenie larw L₁/L₂ oraz pojedyncze sztuki larw L₃.

Tabela 6. Porównanie wyników symulacji zwalczania stonki ziemniaczanej na podstawie modelu z rzeczywistym rozwojem populacji stonki ziemniaczanej, Dąbrowa

Stadium rozwojowe	Symulacja na podstawie modelu	Wyniki lustracji polowych
Maksymalne nasilenie składania jaj	13.06	6-13.06
Pierwsze larwy	-	16.06
Maksymalne nasilenie larw L ₁ /L ₂	23.06	20-23.06
Larwy L ₃	4.07	23.06-4.07

Na podstawie obserwacji własnych na polu doświadczalnym w Winnej Górze i Dąbrowie ustalono rośliny wskaźnikowe dla opisywanego gatunku. Początek wylęgu larw L₁ ustalono na pełnię kwitnienia czarnego bzu (*Sambucus nigra*), grochodrzewu (*Robinia pseudoaccacia*). Natomiast wylęg larw obserwowano podczas kwitnienia lipy drobnolistnej (*Tilia cordata*).

d.) Monitorowanie owadów pożytecznych oraz wykonanie ekspertyzy występowania owadów biegaczowatych po zastosowaniu środków zwalczających stonkę ziemniaczaną

W roku badawczym odnotowano na obiekcie ekologicznym wyjątkowo niskie zasiedlenie ziemniaka mszycami. Naturalną konsekwencją odnotowanej, małej ilości mszyc było znikome występowanie ich wrogów naturalnych, tj. biedronek. Nieliczne sztuki biedronek obserwowano 13 lipca – 6 szt.; 25 lipca – 5 szt. oraz 2 sierpnia – 12 szt.

Ekspertyza wykonana w sezonie 2016 dotycząca występowania owadów biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) na pow. doświadczalnych w gosp. ekologicznym po zastosowaniu środków zwalczających stonkę ziemniaczaną, na pow. ziemniaka w ramach badań dla MRiRW

Chrzęszcze z rodziny biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) stanowią ważne ogniwo w obiegu materii i energii w niemal każdym środowisku lądowym. Z uwagi na swoje wymagania ekologiczne stanowią też ważną grupę owadów stosowanych w bioindykacji i ocenie wpływu działalności człowieka na przyrodę. W niniejszej ekspertyzie zastosowano biegaczowate jako owady wskaźnikowe, które w szybki sposób mogą reagować na stosowanie dodatkowych zabiegów ochrony roślin w ekologicznych uprawach ziemniaka. W tym przypadku zastosowano środki do zwalczania stonki ziemniaczanej.

Za podstawową metodę oceny wpływu stosowanych zabiegów na chrzęszcze z rodziny biegaczowatych (*Carabidae*) przyjęto odłowy żywych osobników podczas 2 godzinnych pobytów na powierzchni poddanej zabiegom oraz na powierzchni kontrolnej. Materiał



badawczy oznaczano głównie przyżyciowo i wypuszczano z powrotem na polu. Jedynie gatunki trudne do identyfikacji oznaczane były w laboratorium. Odłowów chrząszczy dokonano podczas trzech wizyt: przed zastosowaniem środków ochrony roślin (27.05.2016) w trakcie stosowania zabiegów (25.06.2016) oraz po zakończeniu doświadczenia przed zbiorem plonów (29.08.2016). Porównywano liczbę gatunków, liczbę zaobserwowanych chrząszczy (osobników) oraz wskaźnik różnorodności H' . Zwracano też uwagę na martwe osobniki jednak było ich zbyt mało by mogły stanowić podstawę wnioskowania (zaobserwowano 1 taki osobnik).

Ogółem wykazano 181 osobników biegaczowatych zaliczonych do 16 gatunków.

W porównaniu powierzchni P oraz K nie zaobserwowano istotnych różnic w składzie gatunkowym oraz liczebności biegaczowatych. Wskaźnik różnorodności H' sugeruje, że stosowane opryski mogą nieznacznie negatywnie oddziaływać na zgrupowania Carabidae upraw ziemniaka. Potwierdzenie tego faktu wymagałoby jednak prowadzenia dalszych badań w większej skali.

e.) Doświadczenie prowadzone w celu aktualizacji progów ekonomicznej szkodliwości w roku 2016 w Winnej Górze

Redukcja plonu w stosunku do kontroli wystąpiła tylko przy średniej liczbie 45 larw stonki ziemniaczanej na roślinie i wynosiła 22,0 dt/ha. W pozostałych wariantach plon z poletek gdzie żerowało 15 i 30 larw na roślinę był wyższy od kontroli i nie zaobserwowano redukcji.

Tabela 7. Wyniki doświadczenia prowadzonego na mikropoletkach w celu aktualizacji progów ekonomicznej szkodliwości, Winna Góra 2016

	Nr. Powtórzenia, plon w kg/15m ²				Średni plon z poletka w kg/15m ²	Plon w dt/ha	Redukcja plonu w dt/ha
	1	2	3	4			
kontrola	81,84	57,84	43,68	46,68	57,51	383,40	kontrola
15 larw na roślinę	84,24	64,14	73,32	70,44	73,03	486,87	-
30 larw na roślinę	46,68	50,52	57,96	88,08	60,81	405,40	-
45 larw na roślinę	46,80	49,80	48,0	72,24	54,21	361,40	22

Podsumowanie wyników

1. Pierwsze wyloty chrząszczy zimowych obserwowano na plantacji ekologicznej w Dąbrowie 23 maja. Właściwy początek nalotu szkodnika na plantację ekologiczną odnotowano 6 czerwca, a pojedyncze złoża jaj pod koniec I dekady czerwca. Masowe składanie jaj obserwowano od 13 do 15 czerwca. Pierwsze, sporadyczne gniazda larw L_1 zaobserwowano 16 czerwca. Masowy wyląg larw L_2 przypadł na 23 czerwca a masowe wylęgi larw L_3 i pojedyncze L_4 na 4 lipca.



2. Pułapki feromonowe do odłowu samców stonki ziemniaczanej nie wykazały znacznej efektywności przy monitorowaniu szkodnika. Obserwowano sporadycznie, pojedyncze sztuki chrząszczy.
3. Pełen cykl jednej generacji szkodnika od momentu wychodzenia chrząszczy zimowych do momentu zejścia do ziemi trwał około 50-55 dni.
4. Zabiegi przeciwko stonce ziemniaczanej wykonano preparatami zalecanymi w uprawach ekologicznych tj. SpinTor 240 SC w dawce 0,15 l/ha, wykonane na odmianie Denar – 5 zabiegów oraz Novodor SC w dawce 4l/ha, wykonane na odmianie Irga – 2 zabiegi.
5. Plon dla odmiany Denar kształtował się w zakresie od 11,4 do 16,6 t/ha, a dla odmiany Irga w zakresie od 9,8 do 12,4 t/ha . W badaniu dla obu odmian nie potwierdzono znaczących różnic, jedynie tendencję obniżenia plonu w kombinacji kontrolnej.
6. Suma temperatur efektywnych od momentu złożenia jaj przez chrząszcze stonki ziemniaczanej do wylęgu larw L_1 wyniosła średnio 26,8°C; suma ciepła 72,8°C; średnia wilgotność 71% oraz liczba dni 3 – dla odmiany Denar i odpowiednio 49,8°C; suma ciepła 141,8°C; średnia wilgotność 75,2% oraz liczba dni 7 – dla odmiany Irga. Suma temperatur efektywnych od momentu złożenia jaj przez chrząszcze stonki ziemniaczanej do wylęgu larw L_2 wyniosła średnio 73,0°C; suma ciepła 199,5°C; średnia wilgotność 77,8% oraz liczba dni 10 – dla obu odmian. Suma temperatur efektywnych od momentu złożenia jaj przez chrząszcze stonki ziemniaczanej do wylęgu larw L_3 wyniosła średnio 173,7°C; suma ciepła 426,7°C; średnia wilgotność 73,2% oraz liczba dni 22 – dla odmiany Denar i odpowiednio 169,1°C; suma ciepła 410,6°C; średnia wilgotność 76,7% oraz liczba dni 20 – dla odmiany Irga.
7. Współczynnik determinacji do powyższych równań dla odmiany Denar wyniósł $R^2 = 0.9915$ i odpowiednio $R^2 = 0.9899$, co oznacza, że modele teoretyczne są bardzo dobrze dopasowane do danych empirycznych. Dodatkowo oznacza to, że czas osiągnięcia faz L_2 i L_3 jest w 99% i 98% wyjaśniany przez zmienność sum temperatur efektywnych.
8. Współczynnik determinacji do powyższych równań dla odmiany Irga wyniósł $R^2 = 0.9915$ i odpowiednio $R^2 = 0.9944$, które oznaczają, że zmienność liczby dni pomiędzy złożeniem jaj i osiągnięciem faz L_2 i L_3 są w obu przypadkach w 99% wyjaśniane przez zmienność sum temperatur efektywnych oraz, że modele są bardzo dobrze dopasowane do danych empirycznych.
9. W roku badawczym odnotowano na obiekcie ekologicznym wyjątkowo niskie zasiedlenie ziemniaka mszycami. Naturalną konsekwencją odnotowanej, małej ilości



mszyc było znikome występowanie ich wrogów naturalnych, tj. biedronek. W przedstawionej ekspertyzie dotyczącej zgrupowania biegaczowatych w porównaniu powierzchni P oraz K nie zaobserwowano istotnych różnic w składzie gatunkowym oraz liczebności biegaczowatych. Wskaźnik różnorodności H' sugeruje, że stosowane opryski mogą nieznacznie negatywnie oddziaływać na zgrupowania Carabidae upraw ziemniaka. Potwierdzenie tego faktu wymagałoby jednak prowadzenia dalszych badań w większej skali.

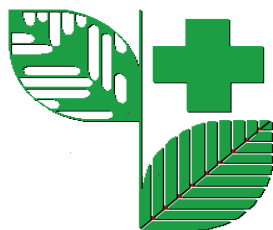
10. Redukcja plonu w stosunku do kontroli wystąpiła tylko przy średniej liczbie 45 larw stonki ziemniaczanej na roślinie i wynosiła 22,0 dt/ha. W pozostałych wariantach plon z poletek gdzie zerowało 15 i 30 larw na roślinę był wyższy od kontroli i nie zaobserwowano redukcji.



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W POZNANIU

2

Uprawy polowe metodami ekologicznymi.
Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań
przy ekologicznej uprawie roślin polowych.
Wykorzystanie mieszanek odmian jako
innowacyjnych narzędzi w ochronie
jęczmienia jarego przed chorobami,
chwastami i szkodnikami



Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

UPRAWY POŁOWE METODAMI EKOLOGICZNYMI:

**BADANIA W ZAKRESIE INNOWACYJNYCH ROZWIĄZAŃ PRZY
EKOLOGICZNEJ UPRAWIE ROŚLIN POŁOWYCH**

Podzadanie: Wykorzystanie mieszanek odmian jako innowacyjnych narzędzi w ochronie jęczmienia jarego przed chorobami, chwastami i szkodnikami.

Kierownik:

Dr hab. Anna Tratwal

Wykonawcy:

dr Joanna Horoszkiewicz – Janka
mgr inż. Kamila Roik
mgr Beata Wielkopolan
dr Tomasz Klejdysz
dr Wojciech Kubasik
dr Sylwia Kaczmarek

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30.05.2016 r
HORre-msz-078-22/16 (244)



Wstęp i cel badań

Od dnia 1 stycznia 2014 r. na mocy Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, na terenie Rzeczypospolitej Polskiej, obowiązuje przestrzeganie zasad integrowanej ochrony roślin przez wszystkich profesjonalnych użytkowników.

W punkcie 4 Załącznika III, wspomnianej dyrektywy mówi się, że: „Nad metody chemiczne przedkładać należy zrównoważone metody biologiczne, fizyczne i inne metody niechemiczne, jeżeli zapewniają one zadowalającą ochronę przed organizmami szkodliwymi”.

Zasadą jest, aby stosować różne metody, najbardziej efektywne i najmniej szkodliwe dla środowiska naturalnego w danym okresie rozwoju rośliny uprawnej. Podstawą systemu integrowanej ochrony roślin jest wykorzystanie metod agrotechnicznych, hodowlanych oraz stosowanie niektórych chemicznych środków ochrony roślin, dobranych pod względem selektywności oraz bezpieczeństwa dla środowiska. Zastosowanie tylko jednej metody, np. wybranie do uprawy odmiany jęczmienia o dużej odporności na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*), bez zastosowania odpowiedniej agrotechniki, czy wykonania zabiegów w odpowiednim terminie, nie gwarantuje uzyskania pożądanego efektu w postaci dużego plonu.

Jednym z tańszych i stosunkowo łatwym sposobem różnicowania i jednocześnie zwiększania trwałości odporności genetycznej współczesnych odmian w warunkach produkcyjnych jest ich uprawa w rozmaitych typach zasiewów mieszanych, a ostatnio złożonych populacji krzyżówkowych, wytworzonych zgodnie z koncepcją ewolucyjnej hodowli roślin.

Wstępnie szacuje się, że powierzchnia uprawy zbóż podstawowych z mieszankami zbożowymi w 2016 r. wynosi około 7,1 mln ha, z tego mieszanek zbożowych ponad 1,0 mln ha. Rokrocznie najwięcej uprawia się ich w regionie wschodnim oraz w regionie centralnym (zwłaszcza w województwach mazowieckim i podlaskim), natomiast najmniej w regionach południowo-zachodnim i południowym.

Pod pojęciem „zasiewy mieszane” rozumiemy zarówno międzygatunkowe mieszanki (zbożowo-strączkowe i zbożowo-zbożowe), jak i mieszanki międzyodmianowe w obrębie jednego gatunku. Uprawa zbóż w postaci mieszanek przywraca bioróżnorodność, która dzięki odrębności wprowadzanych odmian pozwala na lepsze wykorzystanie zasobów naturalnych



różnorodności środowiska. Gatunki zbóż (także odmiany) mają niejednakowe wymagania glebowe, wodne i agrotechniczne. Różnią się ponadto fizjologią, tempem rozwoju, konkurencyjnością dla chwastów oraz nasileniem występowania chorób i szkodników. W efekcie zasiew mieszany dwóch lub większej liczby komponentów w mieszance pozwala na lepsze wykorzystanie czynników siedliskowych.

Dzięki zwiększonej różnorodności genetycznej plony zasiewów mieszanych są większe i stabilniejsze niż plony pojedynczo wysiewanych odmian. Ponadto zasiewy mieszane są mniej wrażliwe na niekorzystne zjawiska środowiskowe, w tym fluktuacje czynników pogodowych i inne czynniki abiotyczne, a także odporniejsze na stresy biotyczne (choroby, szkodniki, chwasty).

Większa zdrowotność mieszanek oraz inne efekty ekologiczne ograniczają do minimum potrzebę stosowania kosztownych i niepozostających bez wpływu na środowisko zabiegów ochrony roślin. Dzięki lepszemu wykorzystaniu warunków siedliskowych i agrotechnicznych mieszanki cechują się większym i stabilniejszym plonowaniem niż tworzące je odmiany wysiane w siewie czystym.

Dobór odmian do mieszanek nie może być przypadkowy. Ustalanie składu siewu mieszanego powinny poprzedzać dokładne badania epidemiologiczno-genetyczne oraz badania przydatności odmian do komponowania mieszanek. Komponenty mieszanki powinny być zbliżone pod względem długości okresu wegetacji i wymagań agrotechnicznych. Najważniejszym kryterium jest, aby w obrębie mieszanki znalazły się odmiany (gatunki) z różnymi typami genetycznej odporności na najważniejsze choroby. Niezbędnym uzupełnieniem tych prac powinny być doświadczenia polowe, mające na celu określenie i zweryfikowanie przydatności do uprawy w zasiewach mieszanych dostępnych na rynku odmian komercyjnych roślin uprawnych.

Rozwój upraw bardziej konkurencyjnych wobec chwastów jest ważnym wyzwaniem dla ekologicznej uprawy roślin. Podaje się, że konkurencyjność odmian roślin uprawnych jest pochodną wielu czynników charakteryzujących odmiany, jak na przykład: wysokość, wczesne wschody czy indeks powierzchni liści (LAI). Czynniki wpływające na konkurencyjność odmian są dobrze znane, lecz nie wiadomo, które z nich mają większe znaczenie w konkretnej sytuacji. W literaturze spotkać możemy doniesienia na temat różnej zdolności konkurencyjnej odmian roślin uprawnych, jednak nie można oczekiwać, aby jedna odmiana posiadała wszystkie cechy warunkujące jej wysoką konkurencyjność względem chwastów. Dlatego też, celem powinna stać się również ocena czy zdolności konkurencyjne odmian mogą być zwiększone poprzez ich uprawę w mieszankach. Podczas gdy znany jest



fakt, że mieszanki odmian zazwyczaj stabilizują plony oraz ograniczają straty w plonach powodowanych przez choroby, to ich wpływ na zachwaszczenie nie jest dostatecznie zbadany.

Celem badań była ocena możliwości uprawy różnych odmian jęczmienia jarego w formie zasiewów mieszanych w rolnictwie ekologicznym dla ograniczenia ich porażenia przez najważniejsze choroby, opanowania przez szkodniki, wykorzystania potencjału konkurencyjnego mieszanek ograniczając negatywny wpływ zachwaszczenia oraz poprawy wysokości plonowania.

Metodyka wykonania projektu

W ramach projektu przeprowadzono badania pod kątem przydatności wybranych, trzech odmian jęczmienia jarego do ich wykorzystania w zasiewach mieszanych. Doświadczenia polowe wykonano w roku 2016 na terenie indywidualnego, certyfikowanego gospodarstwa ekologicznego, w którym proces produkcji zgodny jest z wymaganiami Rozporządzenia Rady WE nr 834/2007. Gospodarstwo zlokalizowane było w miejscowości Stara Olszyna (gmina Ostrowite), w województwie wielkopolskim. Odmiany do badań dobierano pod kątem dostępności certyfikowanego, ekologicznego materiału siewnego.

Do badań wybrano odmiany Eunova, Kucyk i Blask. Odmiany jęczmienia jarego wysiano w siewach czystych oraz we wszystkich możliwych do sporządzenia z nich mieszanek dwuskładnikowych i trójskładnikowych (3 dwuskładnikowe i 1 trójskładnikowa), co dało razem siedem kombinacji.

Proporcje nasion poszczególnych odmian w mieszankach wyniosły 1:1 lub 1:1:1. Doświadczenie założono na polu o wielkości 1,2 ha, glebie ornej V klasy - gleby orne słabe w dniu 16.04.2016 roku. Wielkość łanu poszczególnych kombinacji wyniósł 0,15 ha. Normę siewu stanowiło 200 kg/ha.

W doświadczeniu nie stosowano ochrony chemicznej.

W roku 2016 na obiektach doświadczalnych wykonano następujące obserwacje:

- ocenę wschodów (ocena wizualna w skali 9-cio stopniowej, gdzie 9 oznacza stan bardzo dobry – 100% wschodów, 1 – brak wschodów),
- porażenia przez podstawowe choroby (mączniak prawdziwy, rynchosporioza, plamistość siatkowa jęczmienia) – obserwacje wykonano w ciągu roku czterokrotnie, w dniach 25.05.2016, 10.06.2015, 17.06.2016 i 28.06.2016, przy wykorzystaniu 9-cio stopniowej skali (9-pełna odporność, 1 - całkowita podatność). Uzyskane wyniki z obserwacji



porażenia chorobami wykorzystano następnie do wyliczenia poziomu odporności częściowej poszczególnych odmian i mieszanek, określając wielkość powierzchni pod krzywą rozwoju choroby - AUDPC (Area Under Disease Progress Curve) wg następującego wzoru:

$$AUDPC = [x_{i1} \cdot y_0 + x_{i1} \cdot (y_1 - y_0) / 2] + [x_{i2} \cdot y_1 + x_{i2} \cdot (y_1 - y_0) / 2] + [x_{in} \cdot y_{n-1} + x_{in} \cdot (y_n - y_{n-1}) / 2]$$

gdzie: AUDPC - wielkość powierzchni wykresu pod krzywą rozwoju choroby,
xi – liczba dni pomiędzy obserwacjami,
y0 – powierzchnia porażenia przez mączniaka prawdziwego podczas kolejnych obserwacji.

Na podstawie wielkości AUDPC na poszczególnych odmianach w siewie czystym i w mieszankach wyliczono poziom redukcji mączniaka prawdziwego i innych chorób w mieszankach odmianowych w porównaniu do odmian wysianych w siewie czystym.

- oceniono redukcję nasilenia występowania najważniejszych szkodników jęczmienia jarego w mieszankach odmianowych w porównaniu do siewów czystych. W doświadczeniu przeprowadzono ocenę liczebności szkodników. W każdym powtórzeniu odnotowywano liczbę zaobserwowanych osobników skrzypionek i mszyc na 30 analizowanych źdźbłach lub kłosach. W przypadku szkodników, które wystąpiły w większej ilości obliczono procent redukcji liczebności w stosunku do siewów czystych. Jako badania uzupełniające pod kątem żerowania szkodników i obserwacji uszkodzeń na roślinach, przeprowadzono odłowy z użyciem czerpaka entomologicznego.

- dokonano analizy wielkości porażenia kłosów przez grzyby powodujące fuzariozę kłosów oraz zawartości mikotoksyn w ziarnie. Do badań mikotoksyn przygotowano próbki po 50 gramów ziarna, które zmielono młynkiem AKA - analytical mill. Zawartość deoksyniwalenolu (DON) i zearalenonu (ZEA) w zmielonych próbach ziarna oznaczano metodą immunoenzymatyczną ELISA przy użyciu testów Veratox DON HS i ZEA (firmy Neogen) według procedury producenta. Do odczytu reakcji wykorzystywano fotometr Stat Fax 303 Plus,

- dokonano oceny zachwaszczenia. W tym celu wykonano następujące analizy i obserwacje:

Zachwaszczenie łanu jęczmienia jarego;

Analizę zachwaszczenia wykonano na końcu fazy kwitnienia jęczmienia jarego. Ocenę jakościową i ilościową zachwaszczenia wykonano na 8 powierzchniach próbnych dla każdej kombinacji określonych ramką o powierzchni 0,5x0,25 m. Chwasty zostały zebrane,



a następnie oznaczono ich skład gatunkowy, liczebność oraz suchą masę. Wyniki przeliczono na powierzchnię 1 m².

Indeks powierzchni liści (LAI);

Ocenę wykonano na końcu fazy kłoszenia jęczmienia (8 pomiarów dla każdej z odmian i ich mieszanek) z wykorzystaniem urządzenia AccuPAR LP-80 9. Dane dotyczące współczynnika powierzchni liści LAI wraz z innymi danymi klimatycznymi pozwoliły oszacować produkcję biomasy roślin,

- dokonano oceny podstawowych parametrów odmian i mieszanek jęczmienia jarego oraz elementów struktury plonu, tj.:

Wysokość roślin;

Wysokość źdźbeł jęczmienia jarego określono przed zbiorem na 5 losowo wybranych roślinach z 8 powtórzeń dla każdej z odmian i ich mieszanek. Wyniki przedstawiono jako średnie dla 1 rośliny jęczmienia.

Masa odmian i mieszanek jęczmienia jarego;

Oceny masy roślin dokonano przed zbiorem na podstawie 5 losowo pobranych roślin z 8 powtórzeń dla każdej z odmian i ich mieszanek, a wyniki przedstawiono jako średnią masę 1 rośliny.

Masa 1000 ziaren odmian i mieszanek jęczmienia jarego;

Określono na podstawie prób ziarna z 5 losowo pobranych roślin z 8 powtórzeń. Z każdego powtórzenia pobrano 10 sztuk ziaren, określono ich masę, którą następnie przeliczono na masę 1000 ziaren.

Liczba ziaren odmian i mieszanek jęczmienia jarego;

Określono na podstawie pobranych kłosów z 5 roślin dla każdego z 8 powtórzeń. Kłosa zostały wymłócone, liczbę ziaren z kłosów oznaczono za pomocą licznika do ziarna, a wyniki przedstawiono jako liczbę ziaren dla 1 rośliny jęczmienia jarego.

Masa ziarna z rośliny;

Wyznaczona została na podstawie ziarna wymłóconego z 5 roślin pobranych dla każdego z 8 powtórzeń i przeliczona następnie na masę ziarna z 1 rośliny.



Uzyskane wyniki

Ocena wschodów

Siew doświadczenia wykonano w dniu 16.04.2016 roku. Z uwagi na bardzo trudne dla rozwoju jęczmienia jarego warunki meteorologiczne (susza od połowy maja do końca czerwca – tylko jeden dzień z małymi opadami deszczu w dniu 20.06.2016 r. w połączeniu z wysokimi temperaturami powietrza) wschody roślin były wydłużone w czasie, a obsada roślin mała. Średnie oceny wschodów wahały się od 4-7 w skali 9-cio stopniowej.

Porażenie przez choroby

W roku 2016 spośród chorób obserwowanych na jęczmieniu jarym w większym nasileniu notowano mączniaka prawdziwego zbóż (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Inne choroby jak rdza karłowa (*Puccinia hordei*) czy rynchosporioza (*Rhynchosporium secalis*) obserwowano jedynie w niewielkim nasileniu, niestanowiącym znaczenia gospodarczego.

Największe nasilenie występowania choroby na odmianach wysianych w siewie czystym notowano na odmianie Kucyk. We wszystkich kombinacjach notowano redukcje nasilenia występowania mączniaka prawdziwego w porównaniu do siewów czystych na poziomie od 36,95% (Eunova/Kucyk) do 60,54% (Kucyk/Blask) (Tab. 1).

Tabela 1

Występowanie mączniaka prawdziwego (*B. graminis* f. sp. *hordei*) na odmianach jęczmienia jarego w siewach czystych i mieszanych

Kombinacja	AUDPC	RAUDPC
Blask	487,89	
Eunova	404,54	
Kucyk	632,24	
Eunova/Kucyk/Blask	205,48	60,11
Eunova/Kucyk	323,66	36,95
Eunova/Blask	193,14	55,06
Kucyk/Blask	220,57	60,54

Nasilenie występowania szkodników

Problem zwalczania szkodników zbóż o ekonomicznym znaczeniu wyłonił się wraz ze zmianami w technologii uprawy. Szkodniki występujące na zbożach mogą obniżyć plon ziarna o 2-20 dt/ha.

W roku sprawozdawczym 2016 na jęczmieniu jarym dominującymi szkodnikami były mszyce czeremchowo - zbożowe (*Rhopalosiphum padi* L.), skrzypionki (*Oulema* spp.) oraz mszyce zbożowe (*Sitobion avenae* F.), które od lat są najgroźniejszymi szkodnikami zbóż.



Redukcję liczebności mszycy czeremchowo-zbożowej w doświadczeniu z odmianami jęczmienia jarego oraz ich mieszankami odnotowano w mieszankach Eunova/Kucyk/Blask oraz Eunova/Blask (Tab. 2). Redukcję liczebności skrzyponiek odnotowano w mieszankach Eunova/Kucyk/Blask oraz Eunova/Kucyk (Tab. 3), natomiast mszycy zbożowej w mieszankach Eunova/Blask oraz Eunova/Kucyk (Tab. 4).

Tabela 2

Średnia liczebność/redukcja mszyc czeremchowo-zbożowych (*Rhopalosiphum padi* L.) na odmianach jęczmienia jarego w siewach czystych i mieszankach odmian w roku 2016

Kombinacje	Mszyca czeremchowo-zbożowa (<i>Rhopalosiphum padi</i> L.)	
	Średnia liczba larw/30 źdźbeł	Redukcja liczebności (%)
Blask	14,50	
Eunova	7,25	
Kucyk	11,00	
Eunova/Kucyk/Blask	6,25	42,60
Eunova/Kucyk	10,00	brak redukcji
Eunova/Blask	9,75	11,36
Kucyk/Blask	19,75	brak redukcji

Tabela 3

Średnia liczebność/redukcja larw skrzyponiek (*Oulema* spp.) na odmianach jęczmienia jarego w siewach czystych i mieszankach odmian w roku 2016

Kombinacje	Skrzyponki (<i>Oulema</i> spp.)	
	Średnia liczba larw/30 źdźbeł	Redukcja liczebności (%)
Blask	4,25	
Eunova	5,75	
Kucyk	4,50	
Eunova/Kucyk/Blask	4,75	0,73
Eunova/Kucyk	4,75	5,26
Eunova/Blask	7,50	brak redukcji
Kucyk/Blask	7,75	brak redukcji



Tabela 4

Średnia liczebność/redukcja mszyc zbożowych (*Sitobion avenae* F.). na odmianach jęczmienia jarego w siewach czystych i mieszankach odmian w roku 2016

Kombinacje	Mszyce zbożowe (<i>Sitobion avenae</i> F.).	
	Średnia liczba larw/30 źdźbeł	Redukcja liczebności (%)
Blask	9,00	
Eunova	8,00	
Kucyk	7,00	
Eunova/Kucyk/Blask	6,50	brak redukcji
Eunova/Kucyk	7,00	6,66
Eunova/Blask	7,50	11,76
Kucyk/Blask	8,50	brak redukcji

Jako badania uzupełniające dla obserwacji uszkodzeń i bezpośredniego zerowania szkodników na roślinach, przeprowadzono odłowy z użyciem czerpaka entomologicznego. We wszystkich próbach stwierdzono wyraźną dominację przedstawicieli muchówek (Diptera) i pluskwiaków (Hemiptera) oraz wciornastków (Thysanoptera). Z gatunków o znaczeniu gospodarczym, we wszystkich próbach, odnotowano masowe wystąpienie ploniarki zbożówki (*Oscinella frit*, Chloropidae – niezmiarkowate). Zdecydowanie mniej licznie wystąpił inny przedstawiciel rodziny Chlorpidae – niezmiarka paskowana (*Chlorops pumilionis*) – stwierdzono występowanie pojedynczych osobników.

Zarówno na poletkach z zasiewami jęczmienia jednej odmiany jak i w przypadku mieszanek odmian rośliny, zasiedlane były licznie przez piewiki (Cicadomorpha i Fulgoromorpha).

Analiza wielkości porażenia kłosów przez grzyby powodujące fuzariozę kłosów oraz zawartości mikotoksyn

Zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego do ochrony upraw przed grzybami chorobotwórczymi nie można stosować żadnych syntetycznych środków ochrony roślin. Występowanie grzybów, zwłaszcza w warunkach sprzyjających ich rozwojowi stanowić może zagrożenie dla bezpieczeństwa żywności m.in. poprzez wytwarzanie szkodliwych metabolitów (mikotoksyn).

Podczas obserwacji polowych pod koniec sezonu wegetacyjnego jęczmienia jarego, na poszczególnych kombinacjach nie stwierdzono wizualnych objawów występowania fuzariozy kłosów. W mące uzyskanej po zmieleniu ziarna wartości DON wahały się 29,7ppb – 128,8ppb, a dla ZEA od 8,1ppb – 99,6ppb. Dopuszczalne normy nie zostały przekroczone mikotoksyn. (Tab. 5).



Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono wystąpienie infekcji latentnej grzybów z rodzaju *Fusarium* objawiającej się obecnością mikotoksyn w ziarnie pomimo braku wizualnego porażenia kłosów. W porównaniu z wartościami uzyskiwanymi z prób pobieranych z różnych pól produkcyjnych, chronionych chemicznie w czasie wegetacji, w roku 2016, uzyskane wartości dla DON są zbliżone lub niższe, natomiast dla ZEA wszystkie uzyskiwane wyniki z pól produkcyjnych nie przekraczały 20 ppb. Natomiast w części prób pochodzących z pola doświadczalnego wartość ZEA była wyższa niż 20 ppb.

Tabela 5

Zawartość mikotoksyn w ziarnie odmian jęczmienia jarego w siewach czystych i ich mieszankach odmian w roku 2016

Kombinacja	DON (ppb)	ZEA (ppb)
Blask	36,9	8,1
Eunova	29,7	15,1
Kucyk	43,2	24,9
Eunova/Kucyk/Blask	29,9	66,4
Eunova/Kucyk	58,8	75,5
Eunova/Blask	128,8	70,8
Kucyk/Blask	59,9	99,6

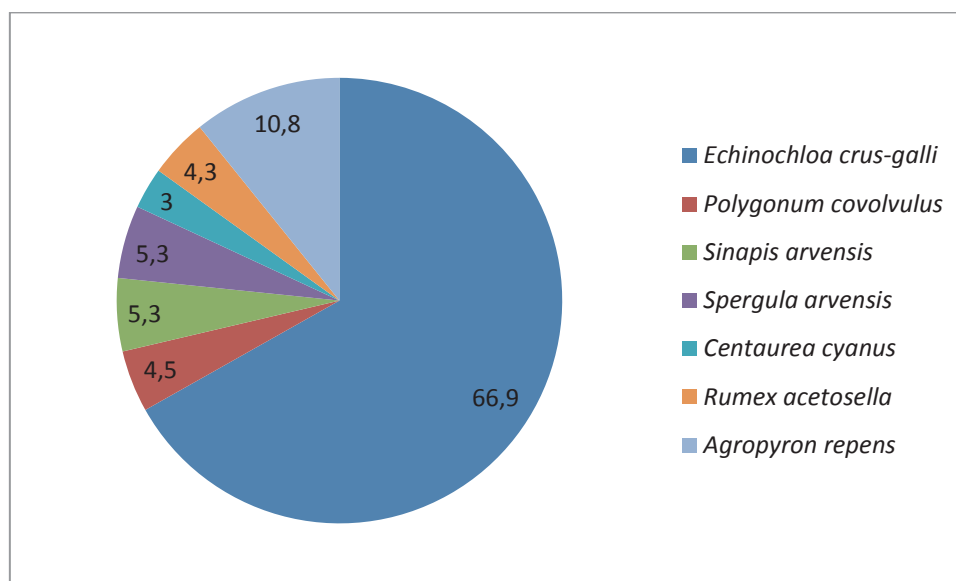
Analiza oceny zachwaszczenia

Uprawa roślin w ekologicznym systemie jest w dużej mierze utrudniona przez obecność chwastów. Wykorzystanie potencjału mieszanek odmian roślin uprawnych może okazać się istotnym narzędziem wykorzystywanym w praktyce rolniczej w celu redukcji negatywnego wpływu zachwaszczenia na plon ziarna zbóż. Na podstawie wykonanych obserwacji można stwierdzić, że w roku 2016 w uprawie jęczmienia jarego wystąpiło łącznie 7 gatunków chwastów, a dominującym gatunkiem była chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* L.) (Wykres 1), której udział w zbiorowisku wyniósł ok 70%. Procentowy udział pozostałych gatunków kształtował się na poziomie 3,0 – 10,8%.



Wykres 1

Udział poszczególnych gatunków chwastów w zbiorowisku [%]



Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w odniesieniu do liczby oraz masy chwastów na poszczególnych obiektach doświadczalnych. Można jednak stwierdzić, że w pewnych przypadkach mieszanki jęczmienia wykazywały tendencję do redukcji zachwaszczenia wyrażonego w liczbie oraz w masie chwastów w porównaniu z przynajmniej jednym z komponentów tworzących skład mieszanki wysiewanym pojedynczo.

Istotny wpływ odmian jęczmienia jarego oraz ich mieszanek wykazano dla indeksu powierzchni liści LAI. Najwyższym indeksem LAI, w porównaniu z pozostałymi odmianami i mieszankami, charakteryzowała się odmiana Blask. Odmiana ta w najwyższym stopniu wpływała dodatnio na uzyskane wartości indeksu LAI. Istotne różnice odnotowano również pomiędzy odmianą Eunova oraz mieszankami z udziałem tej odmiany (Eunova/Blask, Eunova/Kucyk/Blask) a odmianą Kucyk oraz mieszanek, w których odmiana ta była jednym z komponentów (Eunova/Kucyk, Kucyk/Blask).

Ocena podstawowych parametrów odmian i mieszanek jęczmienia jarego oraz elementów struktury plonu.

Analiza uzyskanych rezultatów nie potwierdziła różnic między wysokością roślin jęczmienia dla poszczególnych odmian i mieszanek, zaobserwować można było jednak, że najdłuższymi źdźbłami charakteryzowały się rośliny jęczmienia w mieszance Kucyk/Blask

oraz Eunova/Kucyk/Blask. Podobne tendencje dla odmian jęczmienia we wspomnianych mieszankach obserwowano w przypadku analizy masy roślin.

Najwyższą masą 1000 ziaren charakteryzowała się mieszanka trójskładnikowa Eunova/Kucyk/Blask. Taki sposób uprawy odmian jęczmienia w wyraźny sposób wpływał dodatnio na masę 1000 ziaren. Na podstawie wykonanych analiz można stwierdzić, że poza mieszanką trójskładnikową, również mieszanki Eunova/Kucyk i Eunova/Blask charakteryzowały się większą masą 1000 ziaren w porównaniu do odmian Eunova i Kucyk wysiewanych pojedynczo. Nie odnotowano istotnego wpływu sposobu wysiewu odmian na liczbę ziaren na roślinie oraz masę ziarna z rośliny.

Plon z pola doświadczalnego był bardzo niski, ok. 250 kg, a wielkość plonu z poszczególnych kombinacji był bardzo zbliżony. Wpływ na takie wyniki miały wyjątkowo niekorzystne warunki meteorologiczne, tj. długotrwały okres suszy bez opadów (od połowy maja do końca czerwca 2016) w połączeniu z bardzo wysokimi temperaturami.

Niekorzystne warunki meteorologiczne miały negatywny wpływ na przebieg całego doświadczenia. Można przypuszczać, że w roku 2016 odmiany i mieszanki jęczmienia jarego nie wykazały w pełni swojego potencjału wysokości jakości plonowania. Wystąpienie suszy i wysokiej temperatury spowodowało spadki plonów o 30–40 % w stosunku do przeciętnych w roku 2015.



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W POZNANIU

3

Uprawy polowe metodami ekologicznymi.
Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań
przy ekologicznej uprawie roślin polowych
Innowacyjne zastosowanie związków
potasu w uprawie ziemniaka w systemie
ekologicznym



Instytut Ochrony Roślin - Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

UPRAWY POLOWE METODAMI EKOLOGICZNYMI:

BADANIA W ZAKRESIE INNOWACYJNYCH ROZWIĄZAŃ PRZY EKOLOGICZNEJ UPRAWIE ROŚLIN POLOWYCH

Podzadanie I: *Innowacyjne zastosowanie związków potasu w uprawie ziemniaka w systemie ekologicznym.*

Kierownik: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. IOR - PIB, Wykonawcy: dr hab. inż. Dorota Remlein-Starosta, dr Dariusz Drożdżyński, dr Marcin Grobela, dr Rafał Motała, Lidia Łopatka, Rafał Nowaczyk,

Podzadanie II: *Wykorzystanie potencjału mikroorganizmów oraz określenie warunków ich stosowania w innowacyjnej strategii ochrony ekologicznej uprawy ziemniaka.*

Kierownik: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. IOR - PIB, Wykonawcy: dr hab. inż. Dorota Remlein-Starosta, dr Dariusz Drożdżyński, dr Magdalena Jakubowska, mgr Joanna Krzymińska, Lidia Łopatka, mgr Elżbieta Dryjańska

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30. maja 2016r.
HORre-msz-078/22/16 (244).

Podzadanie I

Innowacyjne zastosowanie związków potasu w uprawie ziemniaka w systemie ekologicznym.



Wstęp i cel badań

Jednym z najistotniejszych makroelementów obecnym w glebie niezbędnym dla prawidłowego rozwoju roślin jest potas. Większość roślin uprawnych pobiera więcej potasu niż azotu. Pierwiastek ten odgrywa kluczową rolę w szeregu różnych procesów metabolicznych oraz aktywacji enzymów w trakcie wegetacji rośliny. Dostępność jonów potasu K⁺ dla roślin, pomimo powszechności występowania w przyrodzie, jest silnie ograniczona ze względu na występowanie około 90% zasobów tego pierwiastka w formach nieprzyswajalnych bezpośrednio przez roślinę. Związki potasu są kluczowe dla kształtowania plonu, kontrolują ilość i szybkość produkcji asymilatów i wpływają na biomasę roślinną w krytycznych fazach wzrostu. Ponadto **potas podnosi również odporność roślin na stresy zarówno biotyczne i abiotyczne (w tym na suszę)**, jest odpowiedzialny za gospodarkę wodną rośliny. Wspomaga również **naturalną obronę roślin**, w tym ziemniaków, przed zagrażającymi im patogenami takimi jak *Phytophthora infestans*, *Alternaria* spp.

Projekt dotyczył zastosowania soli potasowych w celu wzmocnienia kondycji i odporności ziemniaka przeciwko zagrożeniu ze strony *P. infestans* i innych patogenów. Ziemniak jest uważany za roślinę potasolubną w związku z tym należy mu dostarczyć znaczne ilości tego składnika. **Celem szczegółowym było zatem określenie strategii stosowania związków potasu w celu poprawy dobrostanu roślin.**

Metody wykonania podzadania

Badania polowe wykonano w Polowej Stacji Doświadczalnej (PSD) IOR-PIB w Winnej Górze, gdzie znajdują się certyfikowane przez Jednostkę Certyfikującą „Agrobiotest” pola ekologiczne oraz w prywatnym gospodarstwie ekologicznym w Dąbrowie. Badania obejmowały odmiany Denar, Irga i Lord. Potas aplikowano jako ekologiczny nawóz potasowy Kalisop w formie siarczanu potasu. Zaplanowano kilka czynników badawczych – 1) doglebowa aplikacja nawozu potasowego lub jej brak, 2) nalistna lub jej brak aplikacja nawozu potasowego w formie dawek dzielonych (4 zabiegi lub 6) w odstępie 7-10 dni, 3) zabiegi ze środkiem ochrony roślin opartym na związkach miedzi dozwolonym dla upraw ekologicznych (do 3 kg czystej miedzi/ha) - dawka ta jest rekomendowana przez IFOAM i równocześnie wpisuje się w europejskie trendy ograniczania wpływu miedzi na środowisko, 4) kontrola bezwzględna. Maksymalna dawka nawozu Kalisop wynosiła 300 kg/ha/sezon, w zależności od kombinacji dawki nawozu były dzielone, np. doglebowo 140 kg/ha i 4 zabiegi nalistne w dawce 40kg/ha lub 6 zabiegów, każdy w dawce 50 kg/ha. Pierwszy zabieg w dąbrowie z nawozem wykonano 02.06, a ostatni 25.07.2016r. W Winnej Górze wykonano go 07.06., a ostatni 13.07. 2016r.

Efektywność zabiegów oceniano poprzez ocenę stopnia procentowego porażenia przez patogeny roślin ziemniaka w zależności od kombinacji doświadczenia. W każdej kombinacji oznakowano 15 roślin, które systematycznie oceniano. Jedna kombinacja obejmowała 6 redlin, o dł. 50 m. Układ doświadczeń powtórzono trzykrotnie. Brak występowania patogena *P. infestans* oraz obecność *Alternaria* spp. na polu w Dąbrowie potwierdzono w laboratorium w dn. 23.06. Obserwacje rozpoczęto od wystąpienia objawów chorób (13.07) i kontynuowano w jednodniowych odstępach czasu do momentu zaschnięcia roślin w obu lokalizacjach (02.08). W Winnej Górze (WG) pierwsza ocena wykonano została 19.07, a druga i jednocześnie ostatnia 26.07 (z uwagi na b. wysoki procent zasychania roślin).

Do badań włączono analizy laboratoryjne zawartości azotu, potasu i węgla w materiale roślinnym i w glebie – materiał pobierano z obu lokalizacji w kilku terminach - przed rozpoczęciem doświadczeń i w trakcie ich realizacji.

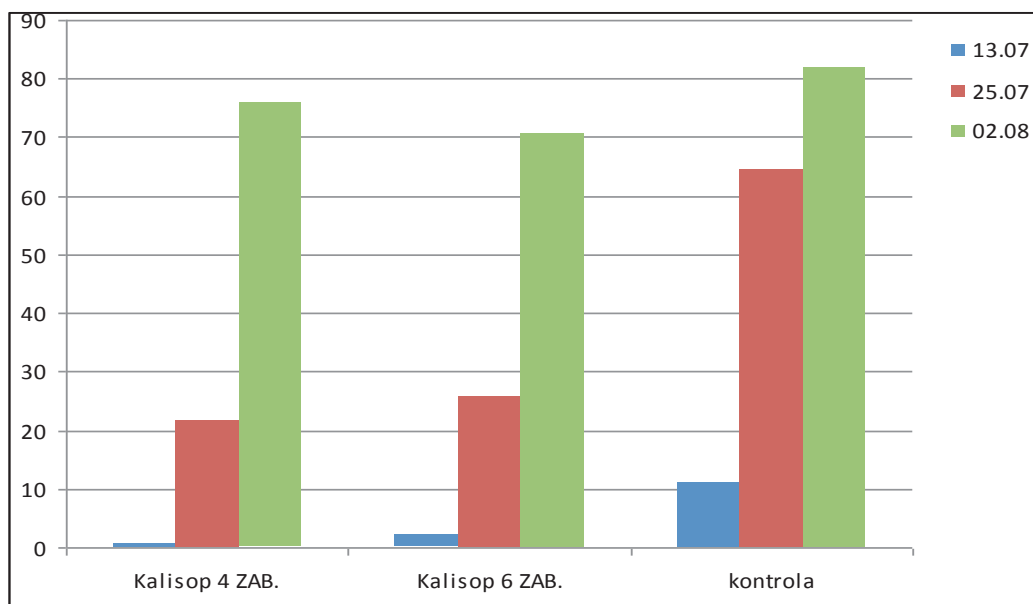
W ramach oceny wpływu nalistnych zabiegów z nawozem potasowym wykonano badania bioróżnorodności, w ramach których oceniono obecności biedronek oraz głównie wielkość i różnorodność owadów biegaczowatych na powierzchniach doświadczalnych. Ocena wielkości plonu jest końcowym elementem badań.

Wyniki

I lokalizacja - gospodarstwo w Dąbrowie

Z uwagi, że możliwość rozpoczęcia badań w prywatnym gospodarstwie pojawiła się dopiero po 30.maja, kiedy ziemniaki były już posadzone, dlatego w ramach kombinacji doświadczeń uwzględniono jedynie nalistne stosowanie nawozu potasu. Badania obejmowały dwie odmiany Irgę i Denar. Wschody zanotowano 16. maja. Objawy porażenia zarazą ziemniaka na odm. Irga (Dąbrowa) przedstawiono na rys 1.

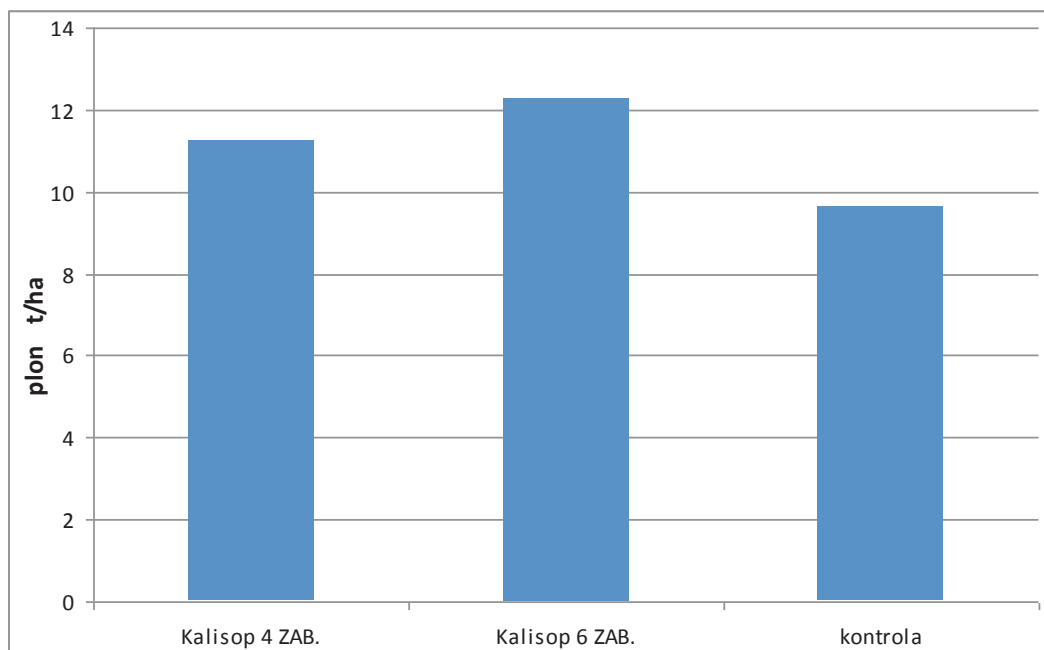




Rys.1. Średnie zasuszenie roślin ziemniaka (**Irga**) w wyniku porażenia *Aletrnaria* spp. i przez *P. infestans* w zależności od liczby nalistnych zabiegów z nawozem Kalisop.

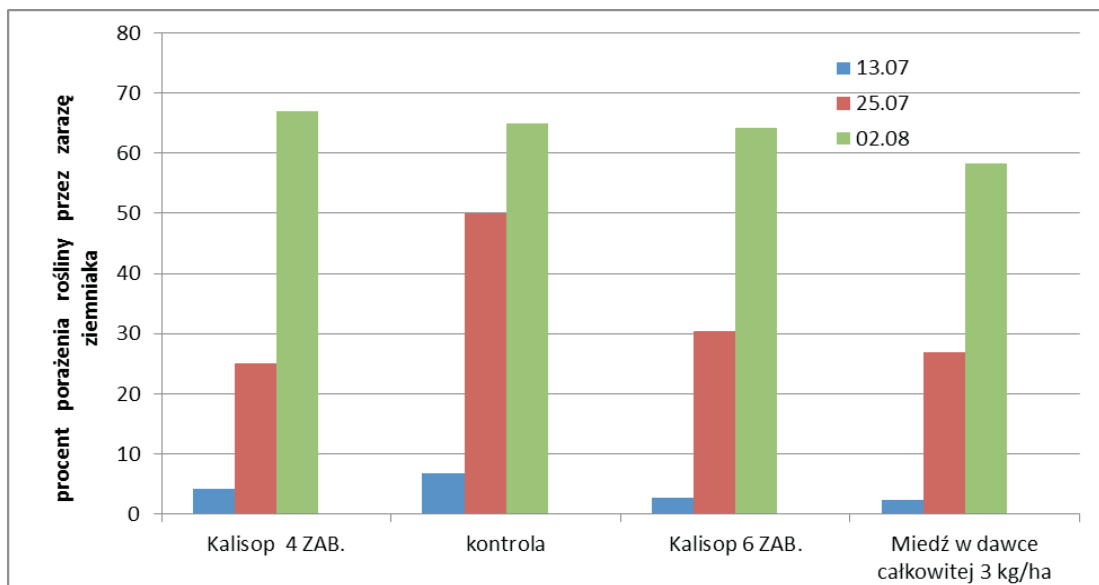
Różnice obserwowano jedynie do momentu drugiej oceny (25.07), w komb. kontrolnej rośliny były silniej porażone i wykazywały objawy zasychania (ponad 60%). W trakcie trzeciej oceny (02.08) wszystkie oceniane rośliny były zaschnięte w stopniu podobnym (od 70-82%). Różnice pomiędzy zabiegami i porażenia wzrastają z czasem. Brak istotnej różnicy w interakcji Zabieg:Czas oznacza, że zmiany te zachodzą w takim samym tempie.

Plon zilustrowano na rys.2 i kształtował się w zakresie 9,6 -12,3 t/ha, nie potwierdzono znaczących różnic, jedynie tendencję obniżenia plonu w kombinacji kontrolnej.



Rys.2. Plon odm. Irga w zależności od liczby nalistnych zabiegów z nawozem Kalisop.

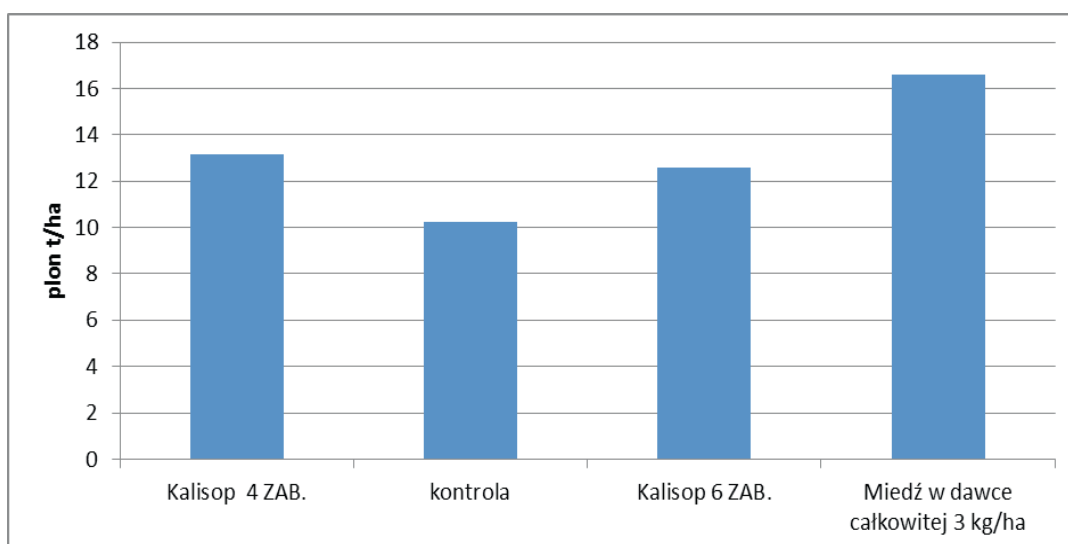
W gospodarstwie prywatnym wykonano badania także na drugiej odmianie **Denar**. Średni procent jest porażenia i zasychania przedstawiono na rys. 3.



Rys.3. Średnie zasuszenie roślin ziemniaka (**Denar**) w wyniku porażenia przez *Alternaria* spp. i *P. infestans* w zależności od zabiegów i terminu obserwacji

Podczas drugiej oceny niższe porażenie roślin obserwowano we wszystkich kombinacjach zabiegowych w porównaniu do kontroli. Podczas obserwacji w dn. 02.08 obserwowano najniższy stopień zasychania roślin jedynie w kombinacji z zabiegami z miedzią. Stwierdzono różnice w procencie zasychania roślin (od 58 -67%). Statystycznie istotne były one jedynie dla interakcji zabiegów - Kalisop 4ZAB*kontrola oraz Kalisop 6ZAB*kontrola. Istotne różnice w przypadku interakcji Zabieg:Czas oznacza, że zmiany zachodzą w różnym tempie w zależności od Zabiegu.

Plon odm. Denar zilustrowano na rys.4 i kształtował się w zakresie 10,2 – 16,6 t/ha, najniższy zanotowano w kontroli (10,25t/ha), najwyższy w komb. po zabiegach z miedzią (16,6t/ha), nie stwierdzono znaczących różnic w zależności od liczby zabiegów z nawozem Kalisop.



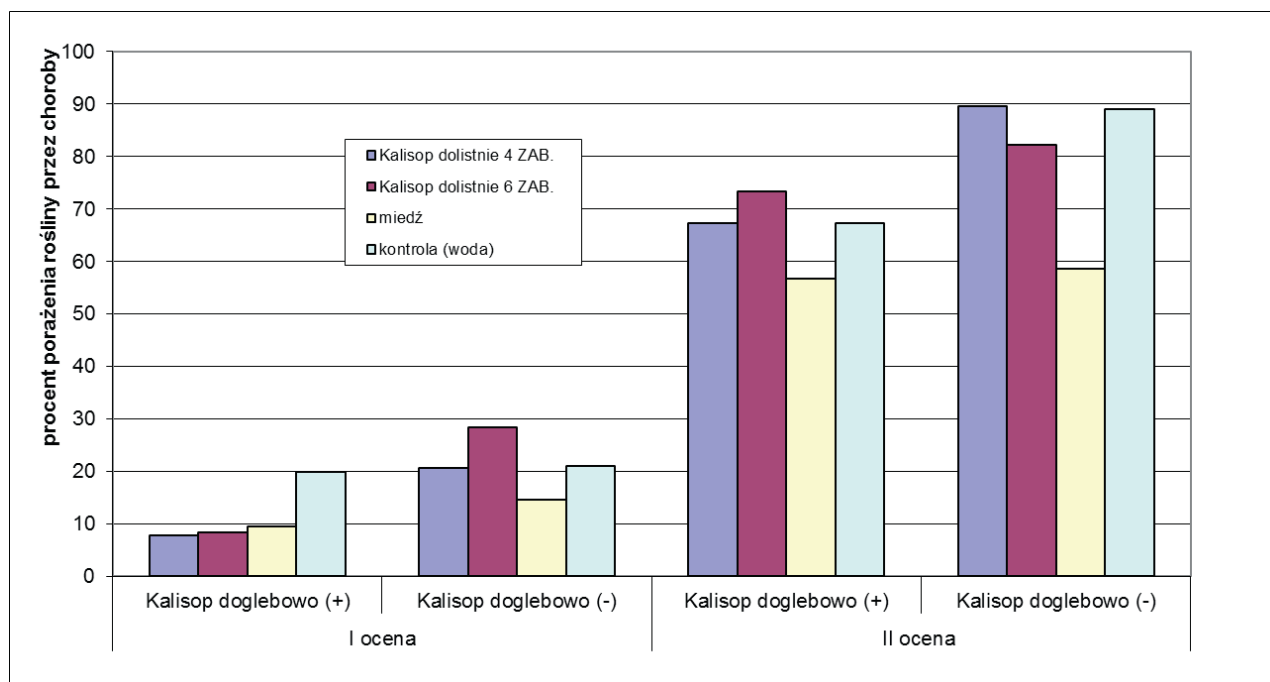
Rys. 4. Plon odm. Denar w zależności od liczby nalistnych zabiegów

II lokalizacja - PSD IOR-PIB w Winnej Górze

Badania prowadzono z odmianą Lord, wykonano przewidziane stosowanie doglebowe nawozu Kalisop oraz zgodnie z harmonogramem serii zabiegów dolistnych, uwzględniając 4 i 6 zabiegi.

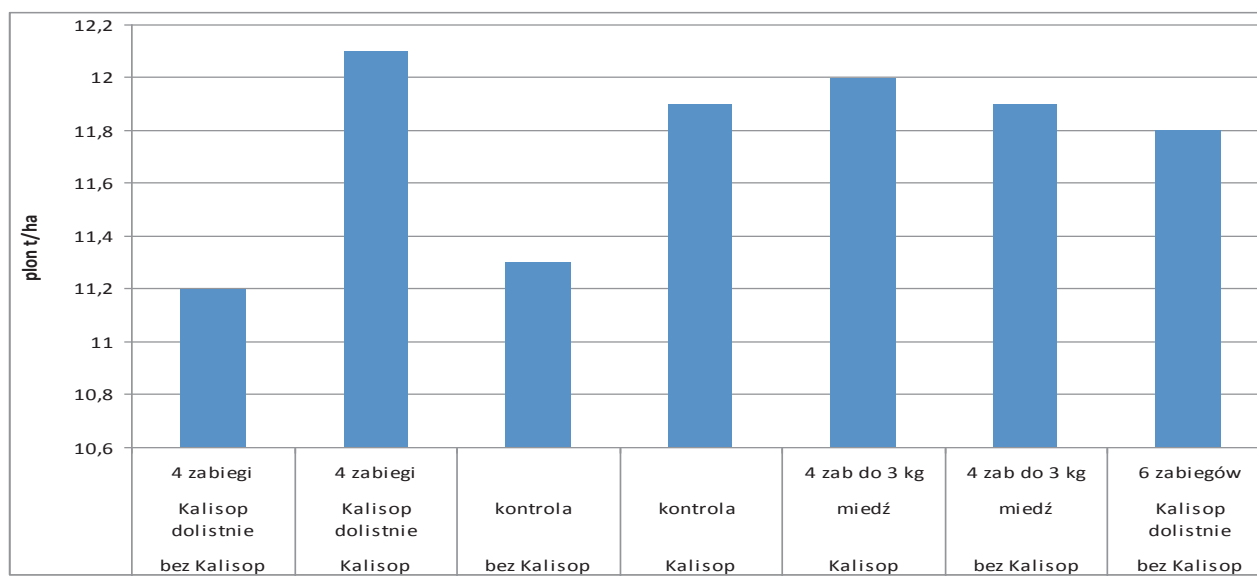


Objawy porażenia chorobami powodowanymi przez *P. infestans* i *Alternaria* spp. na odm. **Lord** (WG, pow. A) przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Średni procent zasychania roślin odm. **Lord** (WG) w zależności od zabiegów i terminu obserwacji (I ocena – 19.07, II ocena 26.07).

Uzyskane plony odm. **Lord** w zależności od strategii stosowania nawozu Kalisop zamieszczono na rys. 6. Powierzchnia doświadczalna (A) była dodatkowo nawożona jesienią nawozem Bioilsa Fertyl NC w dawce 300kg/ha.



Rys. 6. Plon odm. **Lord** w zależności od strategii stosowania nawozu Kalisop.

Najniższy plon uzyskano w kombinacji kontrolnej, bez jakichkolwiek zabiegów z nawozem (11,3 t/ha). Stwierdzono, że zastosowanie doglebowe nawozu przed sadzeniem bulw ziemniaków podwyższa plon w porównaniu do braku doglebowego nawożenia z nawozem Kalisop. W kombinacji, gdzie zastosowano strategię stosowania dzielonych dawek nawozu uzyskano najwyższy plon w doświadczeniu (12,1 t/ha) - zastosowano doglebowo 140 kg/ha, a następnie wykonano 4 zabiegi dolistnie, każdy w dawce 40 kg/ha. Statystycznie nie potwierdzono różnic w wielkościach plonu, prawdopodobnie z uwagi na ogólnie dość niski plon.



Dane dotyczące wykonania obserwacji biegaczowatych i wpływu zabiegów ochronnych na populację owadów pożytecznych.

Nie stwierdzono efektów fitotoksycznych na roślinach po stosowaniu związków potasu w kilku strategiach. Dodatkowo w ramach oceny liczebności populacji owadów pożytecznych w gospodarstwie ekologicznym wykonano analizę jakościową i ilościową owadów biegaczowatych. Owady te z uwagi na swoje wymagania ekologiczne stanowią ważną grupę owadów stosowanych w bioindykacji. W niniejszym podzadaniu zastosowano biegaczowate jako owady wskaźnikowe, które w szybki sposób mogą reagować na stosowanie dolistnego nawożenia roślin opartego na związkach potasu. Za podstawową metodę przyjęto odłowy żywych osobników podczas 2 godzinnych pobytów na powierzchni poddanej zabiegom P oraz na powierzchni kontrolnej K. Materiał badawczy oznaczano głównie przyżyciowo i wypuszczano z powrotem na polu. Jedynie gatunki trudne do identyfikacji oznaczane były w laboratorium. Odłowów chrząszczy dokonano podczas trzech wizyt: przed zastosowaniem środków ochrony roślin (29.05.2016) w trakcie stosowania zabiegów (27.06.2016) oraz po zakończeniu doświadczenia przed zbiorem plonów (30.08.2016). Porównywano liczbę gatunków, liczbę zaobserwowanych chrząszczy (osobników) oraz wskaźnik różnorodności H'. Zwracano też uwagę na martwe osobniki jednak było ich zbyt mało by mogły stanowić podstawę wnioskowania (zaobserwowano 1 taki osobnik). Ogółem wykazano 265 osobników biegaczowatych zaliczonych do 20 gatunków.

Wybrane analizy zawartości węgla, azotu i potasu (lokalizacja Winna Góra) w zależności od stosowania nawozu Kalisop

Tabela 1. Średnie zawartości badanych pierwiastków w materiale roślinnym i w glebie w zależności od strategii nawożenia i terminu poboru próbek

Winna Góra, pow. A ziemniaki Lord Pow. A - po jesiennym nawożeniu nawozem Bioilsa,		Rodzaj próbki	C [%]	N [%]	K ₂ O przyswajalny [mg/100g]	K całkowity [%]
1.	21.04.2016 I pobór pow. A bez potasu doglebowo	gleba	0,662	0,066	10,57	-
2.	21.04.2016 pow. A z potasem doglebowo	gleba	0,617	0,066	10,94	-
3.	05.07.2016 II pobór bez kalisopu doglebowo po 4 zab. dolistnych kalisopem	gleba	0,697	0,058	7,73	-
4.	05.07.2016 bez kalisopu doglebowo po 4 zab. dolistnych	materiał roślinny nać ziemniak	38,42	4,262	-	4,19
5.	05.07.2016 kalisop doglebowo po 4 z dolistnych	gleba	0,656	0,054	12,69	-
6.	05.07.2016 kalisop doglebowo po 4 dolistnych	materiał roślinny nać ziemniak	39,87	4,188	-	4,55
7.	03.08.2016 16 Kalisop III pobór doglebowo kalisop – 4 zabiegi dolistne	gleba	0,679	0,067	12,72	-
8.	03.08.2016 kalisop – 4 zabiegi dolistne	gleba	0,729	0,073	8,20	-
9.	03.08.2016 Kalisop doglebowo woda (bez dolistnych)	gleba	0,631	0,068	11,55	-
10.	03.08.2016 kontrola bezwzględna bez doglebowych i dolistnych	gleba	0,664	0,071	8,32	-



Podzadanie II

Wykorzystanie potencjału mikroorganizmów oraz określenie warunków ich stosowania w innowacyjnej strategii ochrony ekologicznej uprawy ziemniaka

Wstęp i cel badań

Głównym zadaniem świadomie stosowanych mikroorganizmów jest szybka poprawa kondycji roślin i gleby. Skład pożytecznych mikroorganizmów zawarty w produktach handlowych jest zróżnicowany w zależności od producenta i przeznaczenia produktu. W projekcie podjęto zadanie dotyczące wykorzystania potencjału bakterii z rodzaju *Bacillus* spp. oraz grzyba *Pythium oligandrum* posiadających szeroki zakres możliwości do wykorzystania w ochronie upraw ekologicznych. W ochronie wielu gatunków roślin uprawnych podejmuje się badania nad wykorzystaniem środków pochodzenia naturalnego, wykorzystywanie antagonistycznych bakterii w stosunku do niektórych gatunków patogenów jest coraz bardziej powszechne w badaniach krajowych i zagranicznych. Opisano antagonistyczny wpływ bakterii *Bacillus* spp. w stosunku do wielu gatunków patogennych grzybów i organizmów grzybopodobnych w tym: *Alternaria alternata* i *Phytophthora* spp..

Środek ochrony roślin zakwalifikowany do ochrony wybranych upraw o nazwie handlowej Serenade ASO jest biofungicydem, który w najnowszych badaniach wykazał potencjał możliwy do wykorzystania w ograniczaniu wielu chorób w uprawach ziemniaka których sprawcami są *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* i *Phytophthora infestans*. *Bacillus subtilis* znajdujący się w Serenade ASO można stosować zarówno w czasie uprawy jak i wykorzystywać do zaprawiania bulw. *B. subtilis* jest to bakteria występująca naturalnie w przyrodzie i konkuruje z patogenem o miejsce i składniki pokarmowe w rizo- i fyllosferze, ale niestety słabo przeżywa ona w fyllosferze. Obecność *B. subtilis* na powierzchni organów roślinnych indukuje także reakcje związane z nabytą odpornością roślin. Bakteria ta produkuje iturynę, która wspomaga oddziaływania antagonistyczne *B. subtilis* w stosunku do innych mikroorganizmów. Ponadto potwierdzono jej aktywność w hamowaniu rozwoju *Alternaria solani* (sprawca alternariozy) i *Phytophthora infestans* (sprawca zarazy ziemniaka).

Reasumując jest to bardzo obiecujący obiekt badań, którego potencjał można wykorzystać w ochronie upraw ekologicznych mając na uwadze, że jest to zarejestrowany już w Polsce środek ochrony roślin i rozszerzenie zakresu jego stosowania jest możliwe.

Badania nad wykorzystaniem mikroorganizmów w uprawie ziemniaka były prowadzone, m.in. z *Pythium oligandrum*. Jednak wnioski odnoszące się do ograniczania *P. infestans* przez środek Polyversum pozostają niejednoznaczne. Celem tego podzadania była ocena potencjału *Bacillus subtilis* oraz *Pythium oligandrum* wraz z określeniem warunków ich stosowania w innowacyjnej strategii ochrony ekologicznej uprawy ziemniaka.

Metody wykonania podzadania

Badania polowe

Badania polowe wykonano w Polowej Stacji Doświadczalnej (PSD) IOR-PIB w Winnej Górze, gdzie znajdują się certyfikowane przez Jednostkę Certyfikującą „Agrobiotest” pola ekologiczne oraz w prywatnym gospodarstwie ekologicznym w Dąbrowie. W badaniach wykorzystano odm. Lord i Denar. Jako prewencję zastosowano środek Serenade ASO i Polyversum WP w postaci drobnokropelkowego opryskiwania nalistnego w dawkach 8l/ha i 5 g/10 l wody, odpowiednio.

Wykonano 6 zabiegów w odstępie 7 dni. Pierwszy zabieg w Dąbrowie wykonano 13.06, a w Winnej Górze 07.06 (fazy BBCH 11). Ostatni zabieg wykonano w Dąbrowie 25.07, a w Winnej Górze 13.07. 2016r. Na obu powierzchniach w tym momencie nie zanotowano obecności *P. infestans* i *A. solani*, *A. alternata*. Jako referencję zastosowano zabiegi z fungicydem opartym na miedzi, liczba zabiegów adekwatna do momentu wykorzystania miedzi jak substancji aktywnej w dawce całkowitej do 3 kg Cu/ha/sezon. Ponadto w doświadczeniach uwzględniono element dodatkowego nawożenia z nawozem Bioilsa Fertel NC.

W trakcie całego sezonu prowadzono obserwacje dotyczące występowania objawów chorób (zaraza ziemniaka, alternarioza) powodujących zasychanie roślin, wielkości plonu oraz wpływu zabiegów na populację biegaczowatych. Doświadczenie w Dąbrowie zrealizowano w gospodarstwie demonstracyjnym, gdzie zaplanowano i wykonano szkolenie dotyczące założeń i wyników w ramach ochrony ziemniaka. Cel ten wykonano wspólnie z doradcą rolno-środowiskowym z ODR Konin.

Efektywność zabiegów oceniano poprzez ocenę stopnia procentowego porażenia przez patogeny roślin ziemniaka w zależności od kombinacji doświadczenia. W każdej kombinacji oznakowano 15 roślin, które systematycznie oceniano. W Dąbrowie obserwacje rozpoczęto od wystąpienia objawów chorób (13.07) i



kontynuowano w jednodobnych odstępach czasu do momentu zaschnięcia roślin w obu lokalizacjach (02.08). W Winnej Górze (WG) pierwsza ocena wykonana została 19.07, a druga i jednocześnie ostatnia 26.07 (z uwagi na b. wysoki procent zasychania roślin).

Badania laboratoryjne i szklarniowe

W warunkach laboratoryjnych, równolegle do badań polowych, realizowano testy dotyczące: 1) przeżywalności *B. subtilis* i *P. oligandrum* w na liściach ziemniaka i pomidora, 2) określenie wpływu temperatur na przeżywalność *B. subtilis* i *P. oligandrum* w testach in vitro – szalkowych, 3) ocena możliwości zastosowania prewencyjnego lub interwencyjnego *B. subtilis* i *P. oligandrum* poprzez zastosowanie różnych terminów sztucznej infekcji patogenem i inokulacji mikroorganizmem pożytecznym na roślinach ziemniaka rosnących w wazonach w szklarni.

Badanie zastosowania prewencyjnego i interwencyjnego w stosunku do *P. infestans* na roślinach ziemniaka w warunkach szklarniowych

Rośliny ziemniaka (BBCH 15) zostały umieszczone pojedynczo w doniczkach wazonowych w szklarni. Zabiegi z patogenem i mikroorganizmem pożytecznym wykonano w odstępie 3 dni. Zastosowano stężenia: *P. infestans* (izolat 2295) 1×10^6 /1ml (3ml na roślinę), *P. oligandrum* (Polyversum) 0,5g/ l (5ml na roślinę), *B. subtilis* (Serenade) 38 ml/l (0,15ml na roślinę) oraz tlenek miedzi (Nordox) 2,5g/l (8 ml na roślinę). Oceny stopnia porażenia dokonano dwukrotnie: po tygodniu oraz po dwóch tygodniach od pierwszego zabiegu za pomocą skali procentowego uszkodzenia powierzchni rośliny wg zaleceń EPPO.

Przeżywalność *P. oligandrum* oraz *B. subtilis* na liściach ziemniaka i pomidora w warunkach szklarniowych

Rośliny ziemniaka (BBCH 15) oraz pomidora (BBCH 15) zostały umieszczone pojedynczo w doniczkach w warunkach szklarniowych. Rośliny zostały opryskane preparatami w stężeniach jak powyżej. Ilość CFU/ ml (jednostki tworzące kolonię) oceniono po 3, 7 i 10 dniach za pomocą komory Thoma.

Wpływ temperatury na przeżywalność *P. oligandrum* oraz *B. subtilis* – badania laboratoryjne

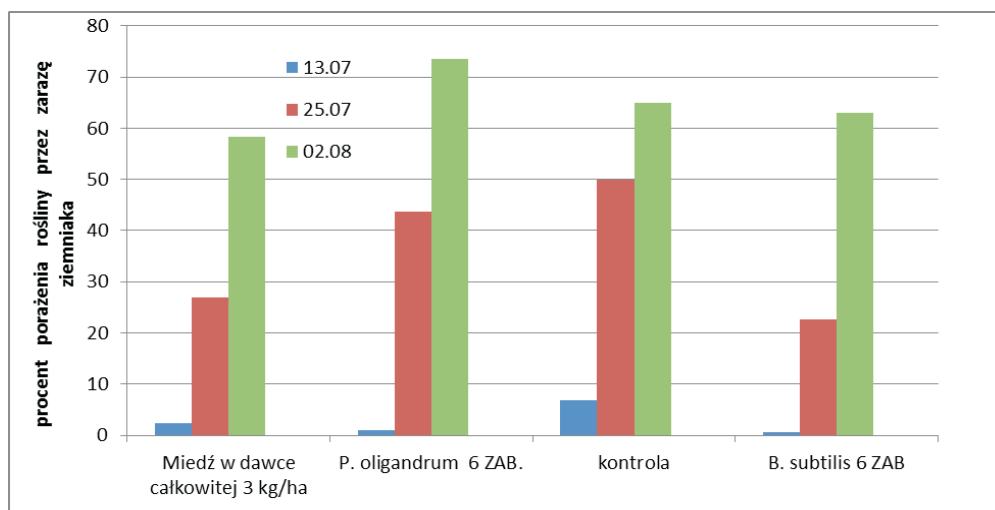
Z roślin pomidora pobrano po 3 liście i umieszczono w szklanych szalkach Petriego o średnicy 90 ml, zapewniając im odpowiednią wilgotność. Liście zostały opryskane preparatami w stężeniach: *P. oligandrum* (0,3ml na liść) oraz *B. subtilis* (0,01ml na liść) zachowując stałą ich koncentrację jako 1×10^6 /1ml i umieszczone w stałych kontrolowanych temperaturach: 4, 12 i 23 °C. Ilość CFU/ ml (jednostki tworzące kolonię) oceniono po 3, 7 i 10 dniach za pomocą komory Thoma.

Wyniki

Badania polowe

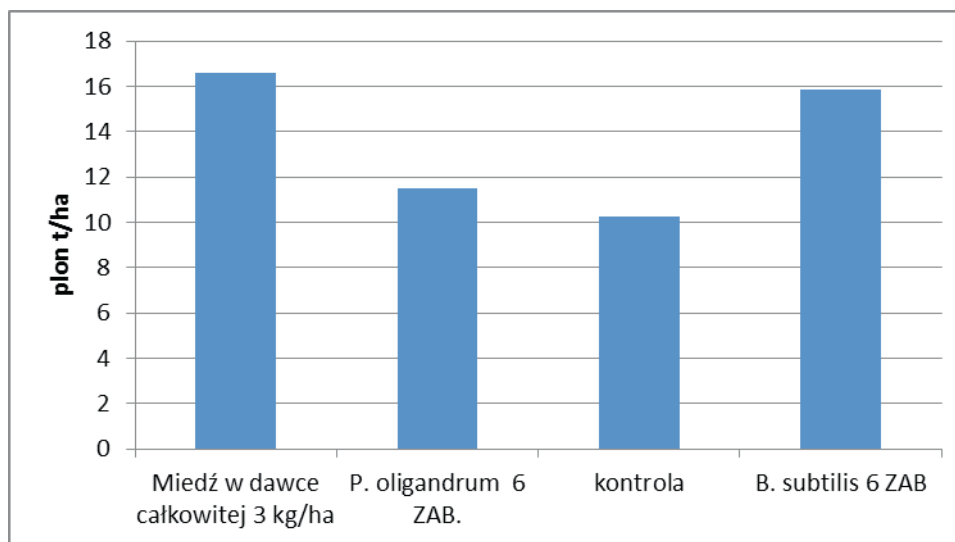
I lokalizacja - prywatne gospodarstwo ekologiczne w Dąbrowie

W gospodarstwie prywatnym wykonano badania na odmianie **Denar**. Średni procent jest porażenia i zasychania przedstawiono na rys. 1.



Rys.1. Średni procent zasychania roślin (Denar) w zależności od liczby zabiegów i rodzaju mikroorganizmu dla poszczególnych terminów obserwacji.

W trakcie dwóch pierwszych terminów obserwacji (13 i 25.07) zanotowano więcej zaschniętych roślin w kontroli w porównaniu do kombinacji zabiegowych, bez względu na rodzaj zabiegu ochronnego. Podczas ostatniej obserwacji (02.08) stwierdzono najwyższe porażenie roślin w kombinacji, gdzie stosowano *P. oligandrum* (73%). Ostatecznie rośliny ziemniaka były efektywnie chronione poprzez zabiegi z *B. subtilis*, gdzie obserwowano średnie porażenie roślin jako 63%, w porównaniu do kontroli (65%) i zabiegów z miedzią (58%). Różnice statystyczne zostały potwierdzone jedynie dla interakcji zabiegów- *B. subtilis* 6ZAB* *P. oligandrum* 6ZAB (statystycznie istotnie efektywniejszy był *B. subtilis*) oraz dla interakcji kontrola* *P. oligandrum* 6 ZAB (statystycznie efektywniejszy w ochronie był *P. oligandrum* w porównaniu do kontroli). W ślad za oceną efektywności zabiegów ochronnych wykonano ocenę plonu. Został on ilustrowany na rys.2.



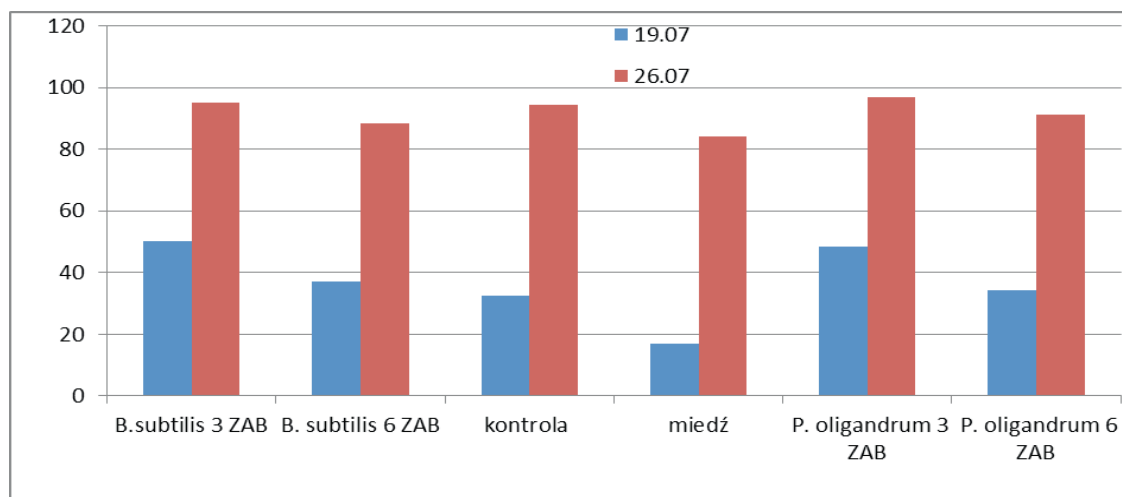
Rys. 2. Plonu uzyskane w prywatnym gospodarstwie, odm. Denar, w zależności od stosowanych mikroorganizmów.

Najwyższe plony uzyskano w kombinacji, gdzie stosowano miedź oraz *B. subtilis*, 16,6 t/ha i 15,8 t/ha, odpowiednio.

II lokalizacja - PSD Winna Góra,

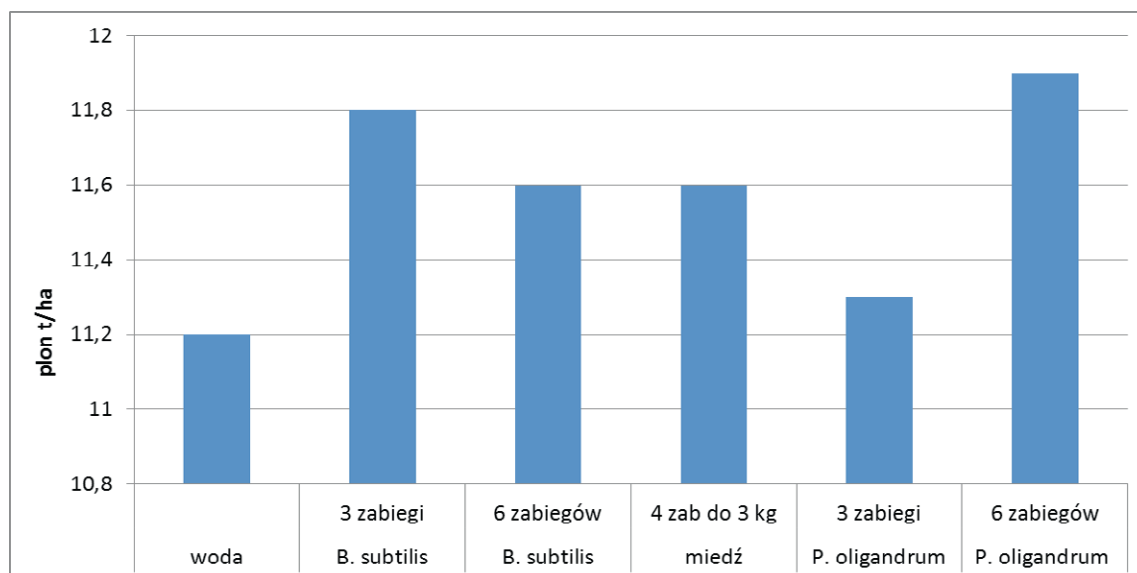
Badania prowadzono z odmianą Lord, wykonano zabiegi z mikrobiologicznymi środkami ochrony roślin zgodnie z harmonogramem, uwzględniając strategię 3 i 6 zabiegów dolistnych wykonanych w odstępie 7 dni. Powierzchnia nie była nawożona jesienią nawozem azotowym dozwolonym dla ekologii.

Objawy porażenia zarzą ziemniaka na odm. Lord (WG, pow. D) przedstawiono na rys.3.



Rys.3. Średni procent zasychania roślin odm. Lord (WG) w zależności od strategii zabiegów i terminu obserwacji (I ocena – 19.07, II ocena 26.07) bez jesiennego nawożenia nawozem Bioilsa Fertil NC.

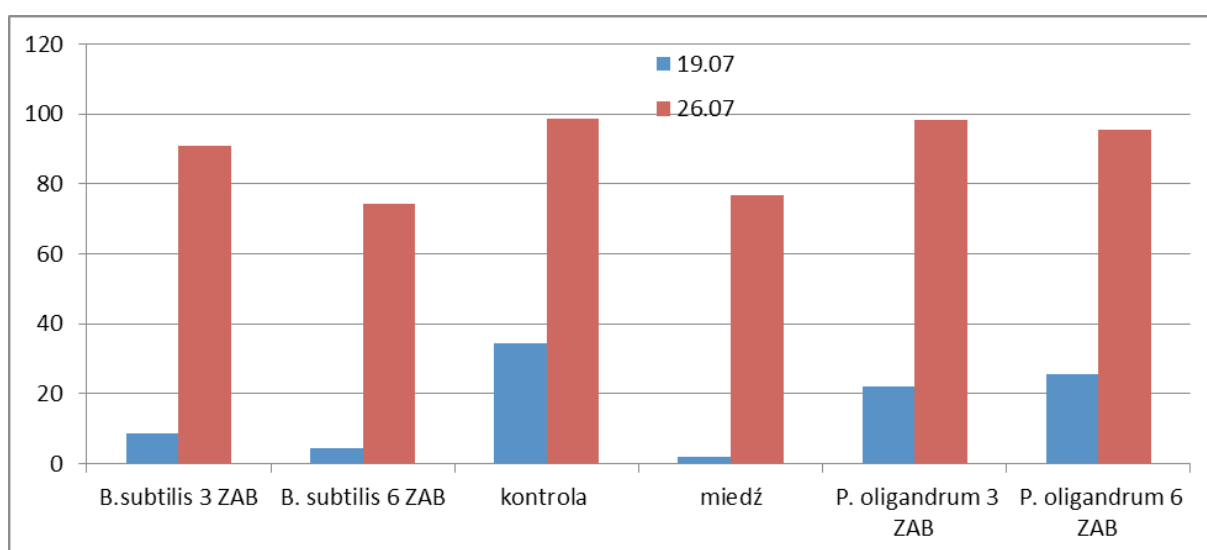
Zabiegi z miedzią, w całkowitej jej dawce 3 kg/ha, chroniły plantację najefektywniej. Zwiększenie liczby zabiegów mikrobiologicznych z 3 do 6 spowodowało, że stopień zasychania roślin był niższy, szczególnie podczas pierwszego terminu obserwacji. Plon przedstawiono na rys.4.



Rys. 4. Plon odmiany Lord (WG, pow. D), bez jesiennego nawożenia nawozem Bioilsa Fertil NC i w zależności od ochronnych zabiegów mikrobiologicznych.

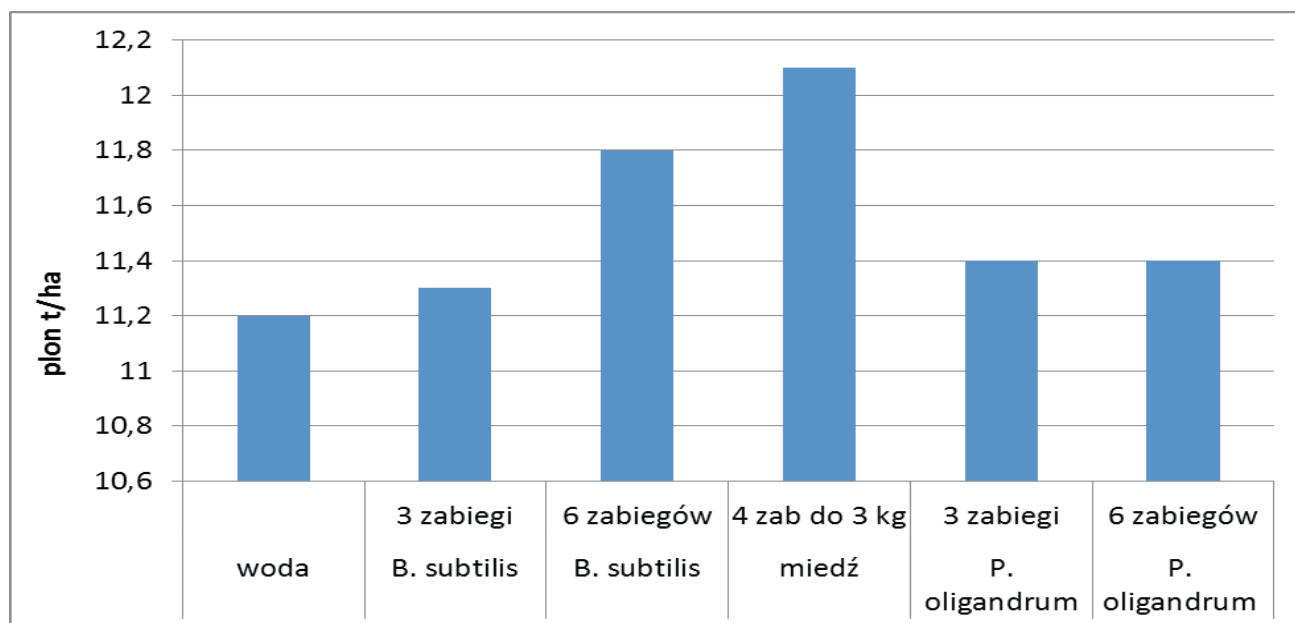
Plon był zbyt niski, a różnice w zależności od zabiegów były tak niewielkie, że nie można wnioskować o wpływie zabiegów na uzyskany plon. Nie stwierdzono różnic w wielkości plonu pomiędzy 3 i 6 zabiegami, podobnie w przypadku kombinacji z miedzią.

Na rys.5 zaprezentowano wyniki dot. porażenia roślin przez patogeny i procent zasychania uprawy ziemniaka, odm. Lord gdzie wykonano zabiegi z mikrobiologicznymi środkami ochrony roślin zgodnie z harmonogramem, uwzględniając strategię 3 i 6 zabiegów dolistnych wykonanych w odstępie 7 dni, z nawożeniem jesiennym nawozem azotowym dozwolonym dla ekologii.



Rys. 5. Średni procent zasychania roślin odm. Lord (WG, pow. G) w zależności od strategii zabiegów i terminu obserwacji (I ocena – 19.07, II ocena 26.07) z jesiennym nawożeniem nawozem Bioilsa Fertil NC.

W trakcie pierwszej oceny zanotowano niższe porażenie roślin w porównaniu do tych samych kombinacji na powierzchni bez nawożenia. W kombinacjach doświadczalnych obserwowano wysoki procent porażenia roślin, najniższy obserwowano na powierzchni, gdzie stosowano *B. subtilis* - 6x i miedź, 74 i 77%, odpowiednio.



Rys.6. Plon odmiany Lord (WG, pow. G), z jesiennym nawożeniem nawozem Bioilsa Fertyl NC i w zależności od ochronnych zabiegów mikrobiologicznych.

Najwyższe plony uzyskano z powierzchni chronionej miedzią oraz po wykonaniu 6 zabiegów z preparatem Seranade ASO (*B. subtilis*), 12,1 i 11,8 t/ha, odpowiednio. Plon był zbyt niski, a różnice w zależności od zabiegów były tak niewielkie, że nie można wnioskować o wpływie zabiegów na uzyskany plon. Nie stwierdzono różnic w wielkości plonu pomiędzy 3 i 6 zabiegami. Plony zebrane z pow. nawożonej i nienawożonej jesienią nawozem Bioilsa Fertyl NC były zaskakująco zbliżone. W poprzednich doświadczeniach udowodniono, że zabieg nawożenia wiosennego z nawozem Bioilsa Fertyl NC może zwiększać porażenia roślin ziemniaka przez patogeny, ale przy ich niskiej presji zapewnia także podwyższony plon. W przypadku jesiennej stosowania tego nawozu tej tendencji nie potwierdzono, dlatego konieczne są dalsze badania.

Badania laboratoryjne

Przeżywalność czynników biologicznych w zależności od temperatury

Doświadczenie na płytkach Petri'ego umieszczonych w różnych temperaturach - posiew wykonano z liścia pomidora umieszczonego na płytce z zachowaniem wilgotności. Przed zbiorem liści rośliny opryskano wodnymi zawiesinami mikroorganizmów. Zawiesiny przygotowano zgodnie z rekomendacją producentów, a następnie wykorzystując komorę Thoma liczono jednostki tworzące kolonię (CFU).

CFU / <i>P. oligandrum</i>		Temperatura 4°C	Temperatura 12°C	Temperatura 23°C
po 3 dniach	średnia	5,1x10 ³	3,7x10 ³	3,5x10 ⁴
po 7 dniach	średnia	6,9	76,7	6,1x10 ²
po 10 dniach	średnia	0	3,4	73,3

CFU/ <i>B. subtilis</i>		Temperatura 4°C	Temperatura 12°C	Temperatura 23°C
po 3 dniach	średnia	1,8x10 ³	1,2x10 ⁴	4,6x10 ⁵
Po 7 dniach	średnia	0	5,4x10 ³	2,1x10 ⁴



Po 10 dniach	średnia	0	$1,1 \times 10^2$	$1,4 \times 10^3$
--------------	---------	---	-------------------	-------------------

Temperatura 4°C jest zabójcza dla obu mikroorganizmów i ich liczebność drastycznie spada. Bakteria *B. subtilis* wykazuje wyższą tolerancję na temperaturę 12°C niż *P. oligandrum*, a w temperaturze 23°C zanotowano wyższą liczbę komórek tworzących kolonie dla *B. subtilis* niż dla *P. oligandrum*.

Badania szklarniowe

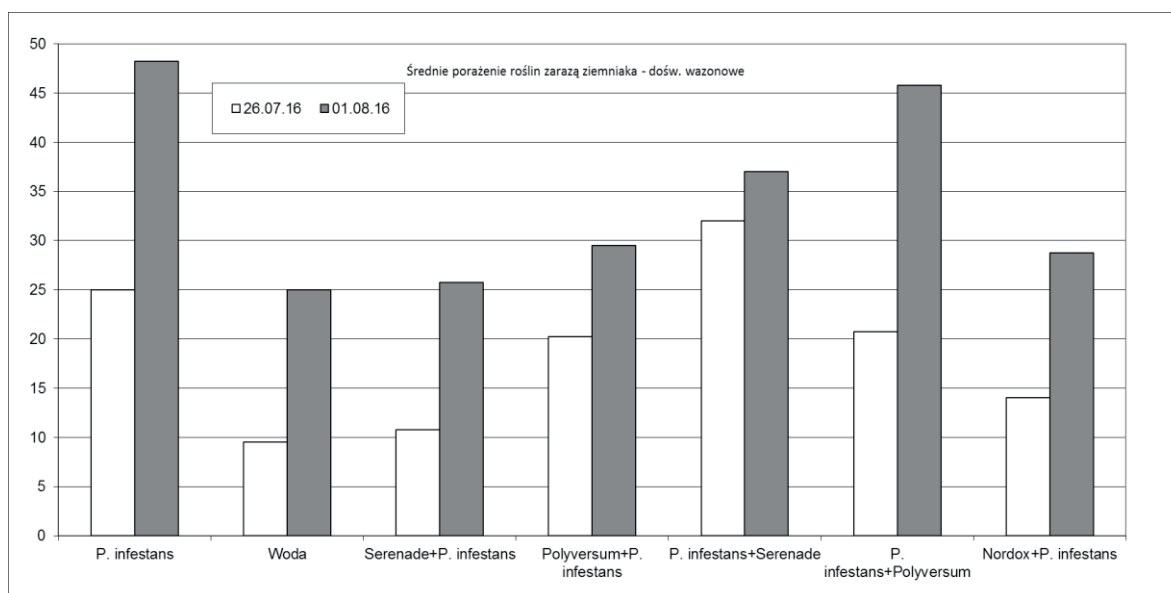
Przeżywalność mikroorganizmów na roślinach rosnących w szklarni - liście pobierano po 3, 7 i 10 dniach od momentu opryskania roślin w doniczkach - testy wazonowe

przeżywalność	ziemniak	pomidor	ziemniak	pomidor
	<i>P. oligandrum</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>P. oligandrum</i>
po 3 dniach	$3,0 \times 10^4$	$2,7 \times 10^5$	$3,9 \times 10^5$	$3,0 \times 10^4$
po 7 dniach	$1,4 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$4,9 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$
po 10 dniach	$3,0 \times 10^3$	$5,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^4$	$2,5 \times 10^2$

Oba mikroorganizmy wykazują wyższą przeżywalność na liściach ziemniaka w porównaniu do przeżywalności na liściach pomidora. Bakteria *B. subtilis* lepiej przeżywa na liściach ziemniaka i pomidora w porównaniu do grzyba *P. oligandrum* po upływie 10 dni.

Testy laboratoryjne oraz szklarniowe potwierdzają potencjał *B. subtilis* po przetrwaniu w awrunkach połowych do 10 dni, po ich upływie zalecane jest powtórzyć zabieg aby podtrzymać na uprawie populację tej bakterii. W przypadku *P. oligandrum* ponowny zabieg należałoby wykonać już po upływie 7 dni.

Badanie zastosowania prewencyjnego i interwencyjnego w stosunku do *P. infestans* na roślinach ziemniaka w warunkach szklarniowych



Rys. 7. Porażenie zarazą ziemniaka roślin ziemniaka w zależności od terminu sztucznej infekcji z *P. infestans* i czynnika biologicznego (odstęp pomiędzy dwoma aplikacjami wynosił 3 dni) – dośw. wazonowe

Stwierdzono, że oba mikroorganizmy wykazują potencjał ochronny w momencie ich prewencyjnego aplikowania, przy czym działanie zabezpieczające po zastosowaniu Serenade ASO było wyższe niż w przypadku Polyversum.



Dane dot. obserwacji biegaczowatych i wpływu zabiegów dolistnych na populację owadów pożytecznych.

Nie stwierdzono efektów fitotoksycznych na roślinach po stosowaniu mikrobiologicznych środków ochrony roślin oraz ich wpływu na populację biedronek. Dodatkowo w ramach oceny liczebności populacji owadów pożytecznych wykonano analizę jakościową i ilościową owadów biegaczowatych występujących na powierzchniach doświadczalnych i kontrolnych. Chrząszcze z rodziny biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) stanowią ważne ogniwo w obiegu materii i energii w niemal każdym środowisku lądowym. Z uwagi na swoje wymagania ekologiczne stanowią też ważną grupę owadów stosowanych w bioindykacji i ocenie wpływu działalności człowieka na przyrodę. W niniejszym zadaniu zastosowano biegaczowate jako owady wskaźnikowe, które w szybki sposób mogą reagować na stosowanie mikrobiologicznych zabiegów ochrony roślin w ekologicznych uprawach ziemniaka. Materiał badawczy oznaczano głównie przyżyciowo i wypuszczano z powrotem na polu. Jedynie gatunki trudne do identyfikacji oznaczane były w laboratorium. Odłowów chrząszczy dokonano podczas trzech wizyt: przed zastosowaniem środków ochrony roślin (28.05.2016) w trakcie stosowania zabiegów (26.06.2016) oraz po zakończeniu doświadczenia przed zbiorem plonów (30.08.2016). Porównywano liczbę gatunków, liczbę zaobserwowanych chrząszczy (osobników) oraz wskaźnik różnorodności H' . Zwracano też uwagę na martwe osobniki jednak było ich zbyt mało by mogły stanowić podstawę wnioskowania (zaobserwowano 3 takie osobniki). Ogółem wykazano 230 osobników biegaczowatych zaliczonych do 16 gatunków. Nie zaobserwowano istotnych różnic w składzie gatunkowym, liczebnościach czy różnorodności obserwowanych chrząszczy na powierzchniach P i K. Oznacza to, że na obecnym etapie badań nie stwierdza się ani korzystnego ani negatywnego oddziaływania zabiegów na chrząszcze z rodziny biegaczowatych (Carabidae).

Podsumowanie

1. Irga - Różnice obserwowano jedynie do momentu drugiej oceny (25.07), w komb. kontrolnej rośliny były silniej porażone i wykazywały objawy zasychania (ponad 60%). W trakcie trzeciej oceny (02.08) wszystkie oceniane rośliny były zaschnięte w stopniu podobnym (od 70-82%). **Różnice pomiędzy zabiegami i porażenia wzrastają z czasem. Brak istotnej różnicy w interakcji Zabieg:Czas oznacza, że zmiany te zachodzą w takim samym tempie. Plon kształtował się w zakresie 9,6 -12,3 t/ha.**
2. Denar - Podczas obserwacji w dn. 02.08 obserwowano najniższy stopień zasychania roślin jedynie w kombinacji z zabiegami z miedzią. Stwierdzono różnice w procencie zasychania roślin (od 58-67%). Statystycznie istotne były one jedynie dla interakcji zabiegów - Kalisop 4ZAB*kontrola oraz Kalisop 6ZAB*kontrola. Istotne różnice w przypadku interakcji Zabieg:Czas oznacza, że zmiany zachodzą w różnym tempie w zależności od zabiegu. Plon odm. Denar kształtował się w zakresie 10,2 – 16,6 t/ha, najniższy zanotowano w kontroli (10,25t/ha), najwyższy w komb. po zabiegach z miedzią (16,6t/ha).
3. WG - Najniższy plon uzyskano w kombinacji kontrolnej, bez jakichkolwiek zabiegów z nawozem (11,3 t/ha). Stwierdzono, że **zastosowanie dogłębne nawozu przed sadzeniem bulw ziemniaków podwyższa plon w porównaniu do braku dogłębne nawożenia z nawozem Kalisop. W kombinacji, gdzie zastosowano strategię stosowania dzielonych dawek nawozu uzyskano najwyższy plon w doświadczeniu (12,1 t/ha)** - zastosowano dogłębnie 140 kg/ha, a następnie wykonano 4 zabiegi dolistnie, każdy w dawce 40 kg/ha. Statystycznie nie potwierdzono różnic w wielkościach plonu, prawdopodobnie z uwagi na ogólnie dość niski plon.
4. W trakcie dwóch pierwszych terminów obserwacji (13 i 25.07) zanotowano więcej zaschniętych roślin odm. Denar w kontroli w porównaniu do kombinacji zabiegowych (zabiegi mikrobiologiczne), bez względu na rodzaj zabiegu ochronnego. Podczas ostatniej obserwacji (02.08). stwierdzono **najwyższe porażenie roślin w kombinacji, gdzie stosowano *P. oligandrum* (73%)**. Różnice statystyczne zostały potwierdzone jedynie dla interakcji zabiegów- *B. subtilis* 6ZAB**P. oligandrum* 6ZAB (statystycznie istotnie efektywniejszy był *B. subtilis*) oraz dla interakcji kontrola**P. oligandrum* 6 ZAB (statystycznie efektywniejszy w ochronie był *P. oligandrum* w porównaniu do kontroli).
5. Ostatecznie rośliny ziemniaka były **efektywnie chronione poprzez zabiegi z *B. subtilis***, gdzie obserwowano średnie porażenie roślin jako 63%, w porównaniu do kontroli (65%) i zabiegów z miedzią (58%). Różnice te nie zostały jeszcze potwierdzone statystycznie. **Najwyższe plony uzyskano w kombinacji, gdzie stosowano miedź oraz *B. subtilis***, 16,6 t/ha i 15,8 t/ha, odpowiednio.
6. WG – dla odm. Lord **zabiegi z miedzią, w całkowitej jej dawce 3 kg/ha, chroniły plantację najefektywniej**, aczkolwiek nie stwierdzono różnic statystycznych pomiędzy stopniem zasychania roślin w różnych kombinacjach. **Zwiększenie liczby zabiegów mikrobiologicznych z 3 do 6 spowodowało, że**



stopień zasychania roślin był niższy. Plon był zbyt niski, a różnice w zależności od zabiegów były tak niewielkie, że nie można wnioskować o wpływie zabiegów na uzyskany plon.

7. Z nawozem Bioilsa - W trakcie pierwszej oceny zanotowano niższe porażenie roślin w porównaniu do tych samych kombinacji na powierzchni bez nawożenia. W kombinacjach doświadczalnych obserwowano wysoki **procent porażenia roślin, najniższy obserwowano na powierzchni gdzie stosowano *B. subtilis* - 6x i miedź**, 74 i 77%, odpowiednio. Nie potwierdzono różnic statystycznych pomiędzy wielkościami porażenia/zasychania roślin w zależności od rodzaju zabiegu ani liczby zabiegów mikrobiologicznych.
8. **Najwyższe plony uzyskano z powierzchni chronionej miedzią oraz po wykonaniu 6 zabiegów z preparatem Serenade ASO (*B. subtilis*)**, 12,1 i 11,8 t/ha, odpowiednio. Plony zebrane z pow. nawożonej i nienawożonej jesienią nawozem Bioilsa Fertil NC były zaskakująco zbliżone. W poprzednich doświadczeniach udowodniono, że zabieg nawożenia wiosennego z nawozem Bioilsa Fertil NC może zwiększać porażenia roślin ziemniaka przez patogeny, ale przy ich niskiej presji zapewnia także podwyższony plon. W przypadku jesiennego stosowania tego nawozu tej tendencji nie potwierdzono, dlatego konieczne są dalsze badania.
9. Temperatura 4⁰C jest zabójcza dla obu mikroorganizmów i ich liczebność drastycznie spada. Bakteria *B. subtilis* wykazuje wyższą tolerancję na temperaturę 12⁰C niż *P. oligandrum*, a w temperaturze 23⁰C zanotowano **wyższą liczbę komórek tworzących kolonie dla *B. subtilis*** niż dla *P. oligandrum*.
10. Oba mikroorganizmy wykazują wyższą przeżywalność na liściach ziemniaka w porównaniu do przeżywalności na liściach pomidora. Bakteria ***B. subtilis* lepiej przeżywa na liściach ziemniaka i pomidora w porównaniu do grzyba *P. oligandrum* po upływie 10 dni.**
11. Testy laboratoryjne oraz szklarniowe potwierdzają **potencjał *B. subtilis* do przetrwania w warunkach polowych do 10 dni**, po ich upływie zalecane jest powtórzyć zabieg aby podtrzymać na uprawie populację tej bakterii. W przypadku *P. oligandrum* ponowny zabieg należałoby wykonać już po upływie 7 dni.
12. Stwierdzono, że **oba mikroorganizmy wykazują potencjał ochronny w momencie ich prewencyjnego aplikowania**, przy czym działanie zabezpieczające po zastosowaniu Serenade ASO było wyższe niż w przypadku Polyversum.
13. Nie stwierdzono znaczącego wpływu na różnorodność gatunkową ani liczebność owadów pożytecznych (biedronek i biegaczowatych) po stosowanych zabiegach z mikroorganizmami i związkami potasu.

Prezentowane wyniki zostały zaprezentowane na spotkaniu szkoleniowym „Z ziemniakiem w roli głównej” dla rolników ekologicznych zorganizowanym przez Ośrodek Edukacji Ekologiczno-Turystycznej "Bliżej Natury" przy współpracy z WODR w Poznaniu w dn. 11.09.2016r.

Instrukcja wdrożeniowa skierowana do producentów ekologicznych dotycząca uprawy ziemniaka w systemie ekologicznym przygotowana w oparciu o prowadzone badania

Przygotowano i wydano ulotkę informacyjną dostępną na stronie <https://www.ior.poznan.pl/plik,2647,uprawy-polowe-metodami-ekologicznymi-j-kowalska-zamieszczono-08-11-2016-pdf.pdf>

Sprawozdanie z etapu badań zrealizowanego w roku 2016 znajduje się na stronie internetowej www.ior.poznan.pl
Sporządziła: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. nadzw., Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska, IOR-PIB w Poznaniu.
W przypadku pytań: J.Kowalska@iorpib.poznan.pl, tel. 61-864-90-77



UNIwersytet PRZYRODniczy W Lublinie

1

Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: badania w zakresie przetwórstwa (w tym wędzenia) mięsa oraz produktów mięsnych z ograniczeniem dodatków azotanów i azotynów z uwzględnieniem wydłużania trwałości przechowalniczej tych produktów



**Streszczenie z badań podstawowych
na rzecz rolnictwa ekologicznego w roku 2016
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie**

Zadanie: „Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: badania w zakresie przetwórstwa (w tym wędzenia) mięsa oraz produktów mięsnych z ograniczeniem dodatków azotanów i azotynów z uwzględnieniem wydłużania trwałości przechowalniczej tych produktów”

Kierownik zadania: Prof. dr hab. Zbigniew J. Dolatowski - prof. zw. ; UP w Lublinie

Wykonawcy (Jednostki): Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością – UP Lublin; Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności – SGGW Warszawa; Zakład Mięсны „Jasiołka” - Dukla; Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu - Radom.

Celem prowadzonych badań w ekologicznym przetwórstwie mięsa było przygotowanie technologii produkcji wyrobów mięsnych bez dodatku azotanów III i V o długim okresie przechowywania oraz ocena wędzenia w wędzarni tradycyjnej.

Stabilność mikrobiologiczną produktów mięsnych bez dodatku azotanów (III i V) sodu

W efekcie prowadzonych badań stwierdzono wielokierunkową aktywność antymikrobiologiczną składników serwatki kwasowej (w miejsce azotanów) w mięsnych wyrobach poddanych i nie poddanych obróbce termicznej w stosunku do bakterii z rodzaju *Clostridium* sp., *L. monocytogenes* oraz bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Istotnym czynnikiem ograniczającym rozwój szkodliwej mikroflory w wyrobach mięsnych jest kwasowość, obniżona aktywność wody, oraz nierozpoznane mechanizmy antagonistyczne między drobnoustrojami w tym i wytwarzanie bakteriocyn. Serwatka kwasowa wpłynęła na obniżenie wartości pH wyrobów mięsnych poprzez zakwaszenie farszu (serwatka kwasowa zawiera ok. 0,7% kwasu mlekowego) oraz wprowadzenie bakterii kwasu mlekowego zdolnych do konwersji glukozy do kwasów organicznych. Serwatka kwasowa wpłynęła w sposób istotny ($P < 0,05$) na obniżenie wartości aktywności wody w przechowywanym wyrobie. Prawdopodobnie postępujące procesy proteolizy doprowadziły do wytworzenia związków niskocząsteczkowych (peptydy, aminokwasy, aminy, amidy itp.) powodujących obniżenie ilości wody dostępnej do rozwoju drobnoustrojów. W trakcie prowadzonych analiz obserwowano, że nawet w trudnych warunkach higieniczno-sanitarnych towarzyszących pozyskiwaniu i przetwarzaniu surowca mięsnego, drobnoustroje chorobotwórcze z rodzaju *L. monocytogenes* giną w trakcie dojrzewania oraz 180 dniowego przechowywania wyrobów mięsnych z serwatką kwasową. Stwierdzono, że dodatek serwatki kwasowej wpływa w pośredni oraz bezpośredni sposób na wzrost stabilności mikrobiologicznej produktów mięsnych. Pośrednio poprzez obniżenie wartości pH wyrobu poniżej 5,0 oraz obniżenie aktywności wody poniżej 0,9 oraz bezpośrednio poprzez wytwarzanie przez bakterie LAB pochodzące z serwatki kwasowej substancji o



właściwościach bakteriostatycznych i bakteriobójczych (np. kwasu mlekowego, kwasu mrówkowego, etanolu, nadtlenu wodoru, bakteriocyn). Obserwowano również systematyczne obniżenie liczby *L. monocytogenes* z 2,9 log jtk/g do 0 log jtk/g w trakcie 30 dniowego przechowywania kielbas dojrzewających w warunkach chłodniczych. Hamowaniu rozwoju niepożądanego mikroflory może sprzyjać obecność w serwatce kwasowej substancji biologicznie aktywnych o wysokim potencjale przeciwbakteryjnym, przeciwgrzybicznym oraz przeciwwirusowym, do których należy laktoferyna, β -laktoblogulina i α -laktoglobulina. Na podstawie wyników badań stwierdzono, istotnie wyższą liczbę LAB w wyrobach mięsnych z serwatką kwasową w porównaniu do produktów peklowanych, zarówno po osiągnięciu przez produkt dojrzałości konsumpcyjnej jak i po okresie chłodniczego przechowywania (180 dni). Analiza liczby bakterii z rodzaju *Clostridium* sp. wykazała absencję drobnoustrojów w kielbasach z serwatką kwasową pakowanych próżniowo. W przypadku wyrobów poddanych obróbce cieplej kluczowa okazała się temperatura przechowywania (2°C) oraz wartość aktywności wody poniżej 0,942. Obserwowany systematyczny spadek wartości aktywności wody w przechowywanym produkcie był również czynnikiem hamującym wzrost mikroorganizmów. W ocenie wpływu serwatki kwasowej na bezpieczeństwo mikrobiologiczne rozdrobnionych wyrobów mięsnych poddanych obróbce termicznej przechowywanych w warunkach chłodniczych (4°C) w opakowaniu próżniowym przez 15 lub 30 dni stwierdzono, że niepeklowane wyroby mięsne wzbogacone w serwatkę kwasową, charakteryzują się wyższą liczbą LAB w porównaniu do peklowanych wyrobów mięsnych. Uzyskane rezultaty badań wskazują, że niepeklowany wyrób mięsny wzbogacony w serwatkę kwasową może być przechowywany przez okres 15 dni. Uzyskane wyniki badań wskazują, że zastosowanie serwatki kwasowej jako zamiennika azotanu (III) sodu w produkcji wyrobów mięsnych poprzez hamowanie rozwoju mikroflory niepożądanego może przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa mikrobiologicznego produktów mięsnych.

Stabilność oksydacyjna

Przemiany oksydacyjne zachodzące w produktach mięsnych ograniczają ich trwałość poprzez zmiany cech sensorycznych (tekstury, barwy, smaku, zapachu), obniżają wartość odżywczą oraz wpływają na bezpieczeństwo zdrowotne z uwagi na toksyczny wpływ związków przemian oksydacyjnych na zdrowie człowieka. Nie obserwowano istotnych ($P < 0,05$) różnic zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) w wyrobach mięsnych z serwatką kwasową w porównaniu do peklowanych wyrobów mięsnych przechowywanych 180 dni w temperaturze 4°C. Stwierdzono istotnie ($P < 0,05$) wyższą zawartość wtórnych produktów utleniania lipidów wyrażoną jako wskaźnik TBARS. Analizując uzyskane wyniki badań można stwierdzić, że wyprodukowane z dodatkiem serwatki kwasowej kielbasy podczas całego okresu chłodniczego przechowywania charakteryzowały się wskaźnikiem TBARS nie przekraczającym wartości ojk. 3,0 mg MDA/kg, co wskazuje na ich odpowiednią stabilność oksydacyjną. Obecność β -laktoglobuliny w serwatce kwasowej, wiążącej wolne żelazo hemowe w produktach mięsnych, będącego katalizatorem reakcji autooksydacji lipidów zapewniło stabilizację oksydacyjną produktów mięsnych podczas przechowywania. W przypadku wędlin dojrzewających oznaczane za pomocą wskaźnika TBARS związki chemiczne, stanowią niezbędny element bukietu smakowo-zapachowego powstającego w trakcie biochemicznych przemian frakcji tłuszczowej zachodzącej podczas dojrzewania i przechowywania wyrobu. Powyższe wyniki właściwości przeciwutleniających serwatki kwasowej okazały się słabsze w porównaniu do właściwości przeciwutleniających azotanu (III) sodu. Nie obserwowano również istotnych ($P < 0,05$) zmian w zawartości nasyconych, jednonienasyconych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w wyrobach wzbogaconych w serwatkę oraz ekstrakty podczas przechowywania. Potwierdzają to wyniki analizy sensorycznej wyrobów mięsnych przeprowadzone metodą ilościowej analizy opisowej, które nie wykazały istotnych różnic pomiędzy wyróżnikami sensorycznymi ocenianymi w próbie peklowanej w porównaniu do próby solonej z



serwatką kwasową oraz ekstraktem rozmarynu czy gorczycy. Rola serwatki kwasowej w tworzeniu zapachu i smaku mięsa jest złożona i nie do końca poznana. Przypuszcza się, że aromat mięsa solonego z dodatkiem serwatki kwasowej powstaje jako wynik postępujących procesów proteolitycznych, lipolitycznych oraz oksydacyjnych stymulowanych przez rodzimą mikroflorę obecną w serwatce kwasowej. W produkcji wyrobów mięsnych bez dodatku azotanu (III) sodu/potasu istotnym zagadnieniem jest poszukiwanie alternatywnych metod prowadzących do wytworzenia barwy akceptowanej przez konsumenta (nitrozylomioglobiny). Na podstawie przeprowadzonych badań zaobserwowano, że w trakcie chłodniczego przechowywania barwa rozdrobnionych wyrobów mięsnych surowo dojrzewających uległa zmianie w kierunku pożądanej różowo-czerwonej barwy zbliżonej do barwy mięsa peklowanego (wzrastający udział barwy czerwonej w ogólnym tonie barwy). Zespół prowadzący ocenę sensoryczną nie był w stanie stwierdzić, która z ocenianych prób była peklowana a która tylko solona. Na podstawie pomiaru parametrów barwy w systemie CIE L*, a*, b* oraz pomiaru ogólnej zawartości barwników hemowych, stwierdzono, że w solonych wyrobach mięsnych dojrzewających z serwatką kwasową, możliwe jest wytworzenie i stabilizowanie nitrozylomioglobiny. Analiza widma spektrofotometrycznego odbiciowego bez uwzględnienia wpływu czynnika zwierciadlanego (SPIN) wykazała, że w przypadku próby z serwatką kwasową i próby z peklosolą występowały podobne minima (obniżenie krzywych) oraz maksima (piki). Największą konwersję barwników hemowych w kierunku nitrozylomioglobiny obserwowano w próbie peklowanej oraz solonej z serwatką kwasową. Prawdopodobnie, w trakcie chłodniczego przechowywania produktów mięsnych może powstawać tlenek azotu, choć w ilościach znacznie niższych niż w przypadku zastosowania standardowej mieszanki peklującej. Szacuje się, że ilość 2-14 mg/kg azotanu III wystarczy do wytworzenia nitrozylomioglobiny. Założono, że tlenek azotu może być wytwarzany w produktach mięsnych w wyniku działania syntazy tlenku azotu (NOS) przeprowadzającej reakcję syntezy tlenku azotu z reszty azotowej L-argininy w obecności NADPH i tlenu cząsteczkowego w komórkach. Hipotezę potwierdzają wyniki badań wolnych aminokwasów, które jednoznacznie wskazują na fakt, że w mięsie, do którego wprowadzono serwatkę kwasową znajduje się istotnie ($P < 0,05$) mniej wolnej L-argininy (12,25 mg/100g s.m.) zaś więcej L-cytruliny (7,11 mg/100g s.m.) w porównaniu do próby peklowanej (24,09 mg/100g s.m.; L-cytruliny nie wykryto). Uzyskane wyniki badań wskazują, że wykorzystanie serwatki kwasowej jako zamiennika azotanu (III) sodu w produkcji wyrobów mięsnych hamuje przemiany oksydacyjne zachodzące w produktach mięsnych, przez co wydłuża ich trwałość oraz wpływa na kształtowanie cech sensorycznych (tekstury, barwy, smaku, zapachu) a także bezpieczeństwo zdrowotne z uwagi na toksyczny wpływ związków przemian oksydacyjnych na zdrowie człowieka.

Proteoliza białek

Przemiany proteolityczne obok przemian oksydacyjnych wpływają w sposób istotny na cechy organoleptyczne oraz decydują o trwałości i bezpieczeństwie zdrowotnym wyrobów mięsnych. Analiza zawartości wolnych aminokwasów, potencjalnego substratu do powstawania nitrozoamin oraz amin biogennych, była zróżnicowana. Po 21 dniach dojrzewania produkcyjnego dominującymi aminokwasami były: kwas glutaminowy, alanina, lizyna oraz leucyna. Po 36 miesiącach dojrzewania poprodukcyjnego zawartość 5 aminokwasów obniżyła się (seryna, kwas glutaminowy, tyrozyna, arginina), zaś zawartość pozostałych uległa zwiększeniu. Najwyższe stężenie wolnych aminokwasów obserwowano w 36-miesięcznej wołowinie solonej (1228 mg/100 g s. m.) w porównaniu do próby peklowanej (896 mg/100 g s. m.) oraz próby marynowanej w serwatce kwasowej (755 mg/100 g s. m.). Obserwowany w, poddanych wydłużonemu dojrzewaniu, próbach badawczych wzrost zawartości wolnych aminokwasów sugeruje zachodzące procesy proteolizy. Przeprowadzone badania zawartości *N*-nitrozoamin takich jak: NDBA - *N*-nitrozodibutyloaminy, NDEA - *N*-nitrozodietiloaminy, NDMA - *N*-nitrozodimetyloaminy, NPIP - *N*-nitrozopirolidyny i NPYR - *N*-nitrozopiperidyny, NMOR - *N*-



nitrozomorfoliny w wołowinie surowo dojrzewającej marynowanej w serwatce kwasowej, przechowywanej przez okres 36 miesięcy nie wykazały obecności żadnej z badanych nitrozoamin. Wędliny o obniżonej ilości lub bez dodatku azotanu III są szczególnie narażone na rozwój mikroflory wytwarzającej dekarboksylazy a więc o wysokim ryzyku występowania amin biogennych.

Prowadzone badania pozwoliły na przygotowanie technologii przemysłowych produkcji (przygotowano poradnik technologicznego przetwórstwa mięsa ekologicznego) wyrobów o odpowiednim okresie trwałości (nawet 6 i więcej miesięcy trwałości przechowalniczej). Szczegółowe parametry technologiczne znajdują się w zakładzie mięsny produkującym w skali przemysłowej „Jasiołka” i są przekazywane na szkoleniach, spotkaniach itp. Otrzymane wyniki wskazują na celowość kontynuacji badań dla dalszego potwierdzenia proponowanego rozwiązania technologicznego produkcji. Wyniki przeprowadzonych dotychczas badań wykazały, że jest możliwa produkcja prozdrowotnych wędlin z mięsa pochodzącego z hodowli ekologicznych, bez dodatków substancji chemicznych. Otrzymane właściwości wyrobów wskazują, że ich jakość sensoryczna i mikrobiologiczna w pełni spełnia wymagania aktów prawnych i konsumentów. Charakteryzuje je nowa prozdrowotna jakość. Dużo do życzenia stwarza tradycyjne wędzenie. Z przedstawionych wartości temperatury wędzenia i pieczenia, a poziomu WWA obserwujemy, że w przygotowanej komorze można prowadzić spalanie drewna nie przekraczając wartości 500⁰C, z pozyskaniem produktu o właściwościach sensorycznych tradycyjnego wędzenia. Poziomy WWA w kiełbasie cienkiej są bardzo zbliżone. Na wykresie obserwujemy również wyższe temperatury paleniska, przy celowym zwiększeniu przepływu powietrza, lub przepływu powietrza bez kontroli, gdzie przekroczenia są nawet kilkunastokrotne. W palenisku, gdy nie przekraczano krytycznej temperatury tworzenia WWA (425⁰C), otrzymuje się produkty o poprawnej wartości WWA. Przy właściwie realizowanym procesie pirolizy drewna w palenisku (suche drewno twardych drzew liściastych, zrębki) i poprawnej konstrukcji komory (paleniska), poziom WWA nie tylko nie przekracza wartości nowych regulacji prawnych, ale są one znacznie czasem niższe (o ponad 50%) niż wymagania nowego rozporządzenia, mimo, że temperatura w komorze była stosunkowo wysoka, szczególnie podczas pieczenia (90-95⁰C). Natomiast czasami obserwowany wzrost wartości WWA. Jest to często wynikiem zanieczyszczenia drewna wędzarniczego węglowodorami aromatycznymi ze spalania drewna w kotłowniach domowych (smog). Z prowadzonych dyskusji na spotkaniach i szkoleniach obserwujemy bardzo niską wiedzę producentów na temat wytwarzania dymu wędzarniczego i jego wpływu na zdrowie człowieka. Mamy nadzieję, że przekazany poradnik wędzenia spełni dużą rolę w odpowiednim kształtowaniu tego procesu technologicznego w zakładzie przetwórczym.

Wyniki przeprowadzonych badań są bardzo obiecujące i widoczne są już korzyści jakościowe, ekonomiczne i społeczne dla rolnictwa, hodowli, przetwórstwa i dystrybucji. Jednakże, dokonanie takiego przedsięwzięcia wymaga dalszego zwiększenia wiedzy osób kierujących zakładami mięsnymi i ich pracowników, z zakresu technologii i higieny produkcji (szkolenia, kursy, wprowadzanie technologii do zakładu).

Przedstawione badania naukowe w znaczący sposób przyczyniły się do opracowania technologii wyrobu mięsnego dojrzewającego oraz poddanego obróbce cieplnej bez dodatku azotanu (III i V) sodu/potasu wzbogaconego w serwatkę kwasową, co umożliwi wdrożenie efektów naukowych i technologicznych prowadzonych badań i produkcję funkcjonalnych, ekologicznych wyrobów mięsnych bezpiecznych dla konsumenta.

W badania dodatku serwatki do wyrobów mięsnych stwierdzono:

- że zastosowanie serwatki kwasowej jako zamiennika azotanu (III) sodu w produkcji wyrobów mięsnych hamuje rozwoju mikroflory niepożądaną.



- że korzystne jest stosowanie serwatki kwasowej dodanej w ilości ok. 5% w stosunku do masy farszu mięsno-tłuszczowego w połączeniu z ekstraktami roślinnymi (rozmaryn, gorczyca) w hamowaniu przemian oksydacyjnych zachodzących w produktach mięsnych w trakcie przechowywania.
- że zastosowanie serwatki kwasowej jako zamiennika azotanów (III i/lub V) sodu wydłuża trwałość przechowalniczą wyrobów mięsnych dojrzewających nawet do 36 miesięcy a poddanych obróbce termicznej do 30 dni.
- Udokumentowano możliwości powstawania pożądanej przez konsumenta różowo-czerwonej barwy mięsa peklowanego (nitrozylohemoglobiny) w produktach mięsnych surowo dojrzewających z serwatką kwasową bez dodatku azotanów III i V. Wykazano, że zastosowanie serwatki kwasowej w produkcji wyrobów mięsnych bez dodatku azotanów (III i/lub V) wpływa na kształtowanie akceptowalnego przez konsumentów profilu sensorycznego produktów.

Wnioski z przeprowadzonych badań:

- Wydłużenie czasu marynowania udźca wołowego w serwatce kwasowej do 48 h wpłynęło na wzrost właściwości antyoksydacyjnych izolowanych peptydów oraz obniżenie zawartości wtórnych produktów utleniania. Marynowanie wołowiny w serwatce kwasowej wpłynęło na wzrost udziału barwy czerwonej w ogólnym tonie barwy. Możliwe jest przechowywanie wołowych kiełbas surowo dojrzewających przez okres 48 miesięcy bez wyraźnego obniżenia ich jakości fizykochemicznej.
- Otrzymane wyniki wskazują na celowość używania serwatki nie tylko w produkcji wyrobów ekologicznych, ale i konwencjonalnych, szczególnie zaś surowo dojrzewających. Wykazany w badaniach wpływ serwatki na fizykochemiczne właściwości i bezpieczeństwo mikrobiologiczne jest bardzo interesującym i bardzo ważnym czynnikiem proponowanej technologii przetwarzania mięsa. Wydłużony okres trwałości przechowalniczej nowych wyrobów bez związków azotowych jako wynik zastosowania serwatki i odpowiedniej technologii produkcji, powinien przyczynić się do zahamowania strat żywności, oraz ograniczenia, w tak ważnym produkcie żywnościowym, bardzo rakotwórczych związków - nitrozoamin.
- Do podstawowych czynników utrwalających w procesie dodatku serwatki mlekowej należą: kwaśne produkty fermentacji (kwas octowy, mlekowy, propionowy, benzoowy, mrówkowy), drobnocząsteczkowe produkty metabolizmu (diacetyl, H₂O₂, etanol, reuteryna, aldehyd octowy), bakteriocyny, oraz obniżony potencjał oksydoredukcyjny przez glutation i aminokwasy siarkowe serwatki. Szybki wzrost bakterii mlekowych, obserwowany w prowadzonych badaniach przy dodatku serwatki, ich zdolność do opanowania środowiska oraz do współzawodnictwa z innymi mikroorganizmami o cukry i aminokwasy, czy łatwo ulegające fermentacji sacharydy, powoduje ograniczenia możliwości rozwoju wielu bakterii w tym drobnoustrojów patogennych.
- Kiełbasy surowo dojrzewające były bardzo dobrej jakości mikrobiologicznej. Szczególną uwagę zwraca bardzo wysoka liczba bakterii kwasu mlekowego, barwa i smakowitość wyrobu. Drobnoustroje kwasu mlekowego gwarantują stabilność mikrobiologiczną i bezpieczeństwo wyrobów na długi okres przechowywania. Niska wartość pH, świadczy o wytworzeniu metabolitów zakwaszających i innych związków antybakteryjnych, a to stanowi czynnik utrwalający wyrobu i jego trwałość przechowalniczą.
- Przeprowadzone badania miały na celu określenie ryzyka mikrobiologicznego i tym samym ocenę proponowanych rozwiązań technologicznych pod względem bezpieczeństwa



zdrowotnego. Ryzyko mikrobiologiczne wynika z rezygnacji z procesu peklowania czyli stosowania dodatku azotynu sodu stanowiącego czynnik zapobiegający wzrostowi i produkcji toksyn przez *Clostridium botulinum* i *Staphylococcus aureus*. Tych patogenów nie zaobserwowano w otrzymanych wynikach badań. Natomiast obserwuje się czasami duże zakażenie przemysłowego surowca mięsnego bakteriami *Listeria Monocytogenes*. W przypadku wyrobów wytwarzanych z mięsa moczonego w serwatce, a następnie poddawanych obróbce cieplnej, problem wzrostu bakterii *Listeria monocytogenes* może wynikać tylko z wtórnego zanieczyszczenia (podczas przechowywania) gdyż bakterie te są inaktywowane podczas obróbki cieplnej - 70 °C.

- W przechowywanych w warunkach tlenowych produktach surowych stwierdzono w nielicznych przypadkach przekroczenia liczby *Listerii monocytogenes*. Jest to prawdopodobnie związane z zanieczyszczeniem surowca mięsnego szczególnie mięsa daniela. Jednak obserwuje się, że zastosowanie serwatki, z która wprowadzane są bakterie kwasu mlekowego, zapobiega wzrostowi *Listeria monocytogenes* i po pewnym okresie czasu poziom patogenu jest minimalny, zgodny z wymaganiami legislacyjnymi. Parametry barwy przekroju wyrobów były zróżnicowane tak w obrębie jasności barwy jak i udziału składowej czerwonej i żółtej.
- Produkty z dodatkiem serwatki charakteryzowały się niższym udziałem barwy czerwonej. Jej poziom w trakcie przechowywania był jednak bardziej stabilny niż w próbach z peklosolą. Dodatek serwatki kwasowej spowodował wzrost udziału barwy żółtej (parametr b*) dla wszystkich analizowanych grup produktów.
- Przeprowadzona analiza mikrobiologiczna wykazała wpływ wyeliminowania azotanu sodu z receptury ekologicznych kielbas wołowych surowo dojrzewających na wzrost bakterii kwaszących typu mlekowego podczas dojrzewania. Najbardziej sprzyjające warunki do rozwoju bakterii kwaszących typu mlekowego stwierdzono dla próby solonej z dodatkiem serwatki oraz askorbinianu sodu.
- Zaobserwowano, że największą zawartością sumy izomerów CLA (CLA c9-t11; CLA c9-c11; CLA t9-t11) po zakończeniu dojrzewania charakteryzowała się próba solona z dodatkiem serwatki kwasowej (SSK) oraz próba peklowana (C). Próby z dodatkiem serwatki kwasowej charakteryzowały się wyższą zawartością wtórnych produktów utleniania tłuszczu
- W analizowanych próbach kielbas wołowych surowo dojrzewających nie stwierdzono obecności histaminy, spermidyny i agmantyny. Kielbasa peklowana (C) charakteryzowała się znacznie wyższą zawartością tyraminy w porównaniu do pozostałych wariantów doświadczalnych. Dodatek serwatki oraz askorbinianu sodu wpłynął na znaczne obniżenie zawartości tyraminy w analizowanych kielbasach.
- W trakcie procesu dojrzewania ekologicznych kielbas zaobserwowano systematyczny wzrost indeksu proteolizy, co świadczy o coraz intensywniejszym hydrolitycznym rozkładzie białek. Analiza zawartości peptydów i ich aktywności antyoksydacyjnej wykazała że największą zawartością peptydów po procesie dojrzewania charakteryzował się wariant kielbasy z dodatkiem azotanu sodu, a najniższą wariant z dodatkiem serwatki i askorbinianu sodu.
- Analiza procesu wędzenia wykazała, że obok budowy wędzarni i jej opomiarowania i przestrzegania parametrów spalania drewna, na poziom WWA wpływa miejsce pozyskiwania drewna i jego przygotowanie oraz kontrola procesu pieczenia w komorze gorącym powietrzem z paleniska. W badaniach poziomu WWA w Radomiu stwierdziliśmy, że o wartościach WWA decyduje wybór drewna (najkorzystniej z terenów ekologicznych) oraz



jego suszenie, podczas którego może być narażone na osadzające się węglowodory aromatyczne z kominów ogrzewania pomieszczeń mieszkalnych lub innych palenisk. Podobny problem z poziomem WWA w produktach mięsnych występuje w zakładzie mięsnym Jasiołka, gdzie do wędzenia używa się drewna z drzew owocowych (czereśnia), które są zakażone składnikami WWA z kominów domowych i poziom WWA w produktach zależy nie tylko od warunków spalania drewna podczas wędzenia, ale i zanieczyszczenia drewna wędzarniczego. Uważamy, że ten problem powinien być przedmiotem dalszych badań.

Literatura znajduje się u autorów sprawozdania.



**INSTYTUT HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN**
– PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY W RADZIKOWIE

1

Badania nad przydatnością wyciągu z sorga
(*Sorghum bicolor*) jako bioherbicydu
dostosowania w uprawie ekologicznej zbóż

ZREALIZOWANO NA PODSTAWIE DECYZJI MINISTRA ROLNICTWA I ROZWOJU WSI
nr HORre-msz-078-3/16(219) z dnia 20.05.2016



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin- Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie

„Badania nad przydatnością wyciągu z sorga (*Sorghum bicolor*) jako bioherbicydu do stosowania w uprawie ekologicznej zbóż.”

Kierownik tematu: mgr inż Monika Żurek

Zespół badawczy: dr Piotr Ochodźki, dr inż Roman Warzecha, dr Elżbieta Małuszyńska, dr Denise Fu-Dostatny, mgr inż. Iga Grzeszczak oraz pracownicy techniczni Pracowni Kukurydzy i Pszenżyta oraz Pracowni Chorób Zbóż

ZAŁOŻENIA I CEL PROJEKTU:

Jednym z głównych czynników limitujących plony w rolnictwie ekologicznym jest problem konkurencji chwastów z roślinami uprawnymi. Ograniczanie konkurencyjności chwastów metodami mechanicznymi (pielniki, pielenie ręczne) jest procesem czasowo- oraz kosztochłonnym. W doniesieniach naukowych z ostatnich lat, coraz większy nacisk kładziony jest na wykorzystanie naturalnych, występujących w przyrodzie zależności pomiędzy roślinami w zwalczaniu chwastów. Jednym z takich zjawisk jest allelopatia. Allelopatia odnosi się głównie do substancji chemicznych wydzielanych do podłoża, które wpływają na wzrost innych organizmów w bezpośrednim otoczeniu, głównie roślin i bakterii. Substancje te mogą pobudzać lub hamować kiełkowanie, a także wzrost i rozwój innych gatunków roślin żyjących w bliskim sąsiedztwie lub zajmujących bezpośrednio po nich to samo miejsce. Jedną z roślin o najsilniejszym potencjale allelopatycznym jest, należące do rodziny wiechlinowatych (*Poaceae*), sorgo (*Sorghum sp.*). W Polsce powierzchnia uprawy sorga wynosi 20 tys. ha. W warunkach klimatycznych Polski roślina ta nie wydaje nasion, ale jest w stanie wyprodukować wysoki plon zielonej masy, nawet do 100 t/ha. Sorgo w naszym kraju jest uprawiane głównie na cele paszowe w mieszance z kukurydzą. Sorgo należy do grupy roślin, które można wykorzystywać w celach energetycznych. Największe znaczenie w uprawie odgrywa sorgo cukrowe (*Sorghum bicolor*). Roślina ta, ze względu na niskie wymagania glebowe, a także odporność na suszę i zasolenie, może być uprawiana na słabszych glebach. Potencjał allelopatyczny posiada zarówno nadziemna część sorga, jak również jego korzenie. Obie części zawierają jednak zupełnie inne związki o działaniu allelopatycznym. Nadziemne części sorga zawierają kwasy fenolowe oraz ich pochodne aldehydowe, natomiast w korzeniach stwierdzono obecność sorgoleonu oraz jego analogów. Sorgoleon (2-hydroksy-3-[(Z,Z)-8',11',14-pentadekatrieno]-p-benzochinon) oraz jego analogi są wydzielane do środowiska glebowego przez włosniki na korzeniach. Z danych literaturowych wynika iż sorgoleon hamuje lub ogranicza wzrost zarówno jednoliściennych, jak też dwuliściennych chwastów takich jak: psianka czarna (*Solanum nigrum* L.), szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus* L.), chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* L.)



oraz miłka wonna (*Eragrostis tef*). Działanie fitotoksyczne sorgoleonu opiera się głównie na zahamowaniu fotosyntezy oraz syntezy karotenoidów. W badaniach nad fitotoksycznością sorga istnieje wiele doniesień o wykorzystaniu wodnego ekstraktu z nadziemnej części tej rośliny (tzw. Sorgaab), zawierającego mieszaninę kwasów fenolowych, jako środka ograniczającego zachwaszczenie. Niektóre z doniesień sugerują nawet pozytywny wpływ sorgaabu na plon rośliny uprawnej w uprawie której zastosowany był oprysk tym preparatem. W myśl Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1107/2009 z 21 października 2009 roku dotyczącego wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin, wyciąg z sorga może być zakwalifikowany jako substancja podstawowa. Za substancję podstawową należy uznać substancję czynną która: nie jest potencjalnie niebezpieczna oraz nie jest stosowana głównie do ochrony roślin, ale mimo to jest przydatna w ochronie roślin, bezpośrednio lub w środku składającym się z tej substancji i prostego rozpuszczalnika (Art.23). W przypadku stosowania środków zawierających wyłącznie jedną lub więcej substancji podstawowych zezwolenie na obrót i stosowanie, w drodze odstępstwa, nie jest wymagane (Art.28).

Cel prowadzonych badań

Celem planowanych badań jest określenie potencjału allelopatycznego wybranych form (odmian) sorga oraz przydatności wyciągu wodnego z sorga (*Sorghum bicolor*) jako bioherbicydu w ograniczeniu zachwaszczenia w uprawie ekologicznej zbóż, w naszych warunkach klimatycznych.

MATERIAŁ BADAWCZY

W badaniach wykorzystano 5 odmian sorga (*Sorghum bicolor*)- węgierską odmianę Rona, dystrybuowaną w Polsce przez Kutnowską Hodowlę Buraka Cukrowego oraz 4 odmiany otrzymane z firmy KWS: KWS Lemnos, KWS Santos, KWS Merlin oraz KWS Titus. Do przeprowadzenia oceny wpływu wyciągów z sorga na zboża i kukurydzę wykorzystano następujące odmiany: IS Questor (pszenica), Dublet (pszenżyto) oraz Skarb (kukurydza). W ocenie wpływu wyciągów z sorga na chwasty wykorzystano nasiona następujących gatunków: owies głuchy (*Avena fatua L.*), szarłat (*Amaranthus*), kąkol polny (*Agrostemma githango L.*) oraz komosa biała (*Chenopodium album L.*), pozyskane w czasie ekspedycji terenowych Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych.

OPIS PRZEPROWADZONYCH PRAC

Zadanie 1. Wytworzenie materiału roślinnego sorga do badań biologicznych

Poletko o powierzchni ok 0,2 ha z pięcioma badanymi odmianami sorga zostało założone na certyfikowanym polu ekologicznym w Radzikowie. Siew 20 maja wykonano siewnikiem poletkowym Wintersteiger. Poletko podlegało rutynowym zabiegom pielęgnacyjnym. Pobór prób roślinnych do wytwarzania wyciągu wodnego prowadzony był przy użyciu kosi spalinowej. W celu określenia optymalnego terminu zbioru sorga z przeznaczeniem do produkcji sorgaabu, z poletek badanych odmian co dwa tygodnie pobierano próby roślin do analizy zawartości suchej masy. Zawartość suchej masy określono po suszeniu prób siczki w 105 °C przez 24 godziny.

Ekstrakt wodny z roślin otrzymywano według standardowej procedury, dostępnej w literaturze, w następujący sposób:

Rośliny sorga po ścięciu podsuszano na słońcu przez 3-4 dni, następnie rozdrabniano na rozdrabniaczu do gałęzi. Tak przygotowaną sieczkę umieszczano w plastikowych beczkach, a następnie zalewano wodą w stosunku 1:10 (w/v). Beczki z maceratem trzymano w temperaturze pokojowej przez 24 godziny. Po upływie tego czasu zlewano otrzymany wyciąg,



przepuszczając go przez sito oraz tetrę.

Zadanie 2. Badanie właściwości allelopatycznych ekstraktów z sorga w stosunku do wybranych gatunków chwastów

Nasiona badanych gatunków chwastów zostały wysiane na szalkach Petriego wyłożonych bibułą. Na szalki aplikowano po 3 ml wyciągu z sorga co drugi dzień. Kontrolę stanowiły szalki podlewane wodą. Szalki inkubowano w temperaturze pokojowej. W celu oceny wpływu wydzielin korzeniowych sorga, których głównymi składnikami są sorgoleon i rezorcynol, nasiona chwastów wyłożono na szalki Petriego z 5-cio dniowymi siewkami sorga. Według danych literaturowych maksimum wydzielania sorgoleonu siewki sorga osiągają między 5-tym a 10-tym dniem od wysiewu. Z uwagi na ten fakt ocenę kiełkowania przeprowadzono po 5-ciu dniach od wysiewu nasion chwastów.

Zadanie 3. Badanie wpływu ekstraktów z sorga na wybrane gatunki roślin zbożowych

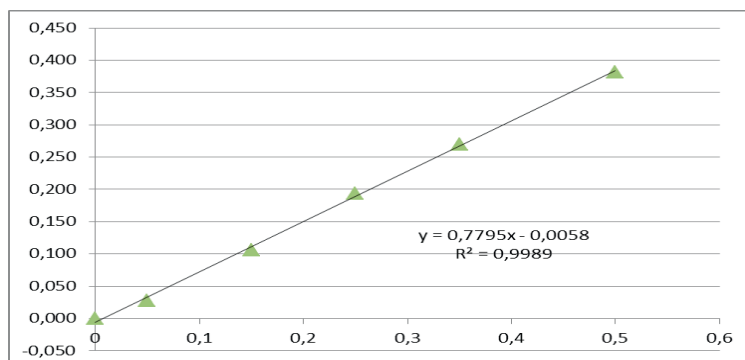
Przeprowadzone zostało doświadczenie mające na celu ocenę wpływu ekstraktu wodnego z sorga (zwanego dalej sorgaabem) oraz wydzielin korzeniowych sorga na kiełkowanie i wzrost siewek pszenżyta, pszenicy oraz kukurydzy. Nasiona zbóż zostały wysiane na szalkach Petriego, podlewanych wyciągami z sorga. W celu określenia wpływu wydzielin korzeniowych, na szalki z 5-cio dniowymi siewkami sorga wysiane zostały nasiona zbóż. W obu przypadkach kontrolę stanowiły szalki z nasionami zbóż podlewane wodą. Szalki inkubowano w temperaturze pokojowej. Ocenę kiełkowania oraz pomiar wzrostu siewek wykonywano po 3 i 8 dniach (w przypadku oceny wpływu sorgaabu) oraz po 5 dniach (w przypadku oceny wpływu wydzielin korzeniowych).

Do oceny wpływu wydzielin korzeniowych sorga nie wykorzystano odmiany Rona, gdyż otoczkowanie nasion które zostało zastosowane w przypadku tej odmiany znacząco obniżyło jej kiełkowanie.

Zad. 4 Badania zawartości wybranych związków allelopatycznych w odmianach sorga.

W ekstraktach z roślin badanych odmian sorga uzyskanych w zadaniu 1 zostanie określona zawartość związków fenolowych. W ekstraktach z korzeni uzyskanych w zadaniach 2 i 3 określona została zawartość sorgoleonu oraz jego lipidowego analogu- rezorcynolu. Zbadana została dynamika syntezy sorgoleonu i rezorcynolu w korzeniach. Zawartość tych związków została określona przy wykorzystaniu chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną (GC-FID). Standard zewnętrzny sorgoleonu otrzymano od prof. Franka E. Dayan'a z Colorado State University. Zawartość związków fenolowych oznaczono metodą Folina- Ciocalteu. Do 0,02 ml ekstraktu wodnego (sorgaabu, 1:10 w/vol) dodano 1,58 ml wody destylowanej i 0,1 ml odczynnika Folina-Ciocalteu. Po 5 minutach dodano 0,3 ml nasyconego roztworu Na_2CO_3 i ogrzewano 30 min. w temperaturze 40 °C do uzyskania trwałej barwy. Zmierzone absorpcję roztworu przy 765 nm wobec próby ślepej. Wyniki odczytano na podstawie krzywej regresji uzyskanej dla kwasu galusowego jako związku wzorcowego (Rys.1).





Rys.1 Krzywa kalibracji dla kwasu galusowego do oznaczania zw. fenolowych metodą Folina –Ciocalteu .

WYNIKI

Zadanie 1. Wytworzenie materiału roślinnego sorga do badań biologicznych

Badane odmiany sorga różniły się tempem wzrostu w początkowej fazie (1-2 liści). Odmiana Rona posiadała niższe od pozostałych odmian tempo wzrostu.



Foto 1. Różnice w tempie wzrostu między odmianami sorga (z prawej: odmiana Rona, z lewej: odmiana KWS Lemnos)

Pielenie ręcznym pielniakiem spalinowym wykonane po wschodach sorga pozwoliło na wyeliminowanie szybko kiełkujących chwastów. Po zakryciu przez sorgo międzyrzędzi nie było konieczności mechanicznego usuwania chwastów. Szybkie tempo wzrostu sorga, niskie wymagania glebowe oraz wodne pozwalają tej roślinie z powodzeniem konkurować z chwastami.



Foto 2. Poletko z sorgiem po pieleniu pielnikiem spalinowym.

Badane odmiany sorga różniły się pod względem wczesności, co znalazło swoje odzwierciedlenie w tempie akumulacji suchej masy w roślinach.

Wszystkie badane odmiany sorga w warunkach ekologicznych plonowały na poziomie ok 60 t/ha. Plonowanie oraz wysokość roślin poszczególnych odmian zostały przedstawione w tab.1



Foto 3. Poletko z odmianami sorga (po prawej) na polu ekologicznym w Radzikowie. Dla porównania poletko z kukurydzą (po lewej).

Tab. 1 Plonowanie badanych odmian sorga w ekologicznych warunkach uprawy.

Odmiana	% zawartość suchej masy w roślinach w zależności od terminu zbioru				Plon zielonej masy t/ha	Wysokość roślin cm
	23.09	4.10	20.10	7.11		
1- Rona	28,2	28,6	29,5	30,0	62,7	340
2- KWS Lemnos	34,6	33,9	34,0	35,0	68,1	435
3- KWS Merlin	34,8	37,3	38,0	38,5	66,7	470
4- KWS Titus	33,5	35,5	36,3	37,5	58,4	490
5- KWS Santos	33,7	33,9	37,5	40,0	69,8	435

Zawartość suchej masy oraz wysokość plonów korespondują z wczesnością określoną przez hodowcę sorga z firmy KWS. Odmiana najwcześniejsza, KWS Santos, osiągnęła najwyższą zawartość suchej masy przy listopadowym zbiorze. Odmiany trochę późniejsze, KWS Merlin oraz KWS Titus, osiągnęły niższą zawartość suchej masy. Najpóźniejsza, z odmian firmy KWS, odmiana Lemnos osiągnęła 35% zawartości suchej masy w roślinach. Najniższy poziom suchej masy osiągnęła odmiana Rona, która była dużo wcześniejsza od odmian firmy KWS. Najwyższy plon zielonej masy osiągnęła odmiana KWS Santos, natomiast najniżej plonowała odmiana KWS Titus. Badane odmiany różniły się również pod względem wysokości roślin. Najwyższe były rośliny odmiany KWS Titus, najniższe- odmiany Rona. Badane odmiany bardzo dobrze radziły sobie w ekologicznych warunkach uprawy. Silne wiatry oraz ulewy pod koniec października spowodowały znaczne wyleganie poletka z odmianą Rona. W przypadku pozostałych odmian złamaniu uległy jedynie pojedyncze rośliny.

Po zbiorach sorga zabezpieczono próby roślin wszystkich badanych odmian do produkcji sorgaabu.

Zadanie 2. Badanie właściwości allelopatycznych ekstraktów z sorga w stosunku do wybranych gatunków chwastów

W badaniach wykorzystano nasiona czterech gatunków chwastów: owies głuchy (*Avena fatua* L; rodzina: wiechlinowate), kąkol polny (*Agrostemma githago* L; rodzina: goździkowate), szarłat (*Amaranthus*; rodzina: szarłatowate) oraz komosa biała (*Chenopodium album* L; rodzina: szarłatowate). Nasiona tych gatunków traktowano sorgaabami otrzymanymi z badanych odmian sorga. Kielkowanie określano po 5 i 8 dniach od siewu. Wyniki przedstawiono w tab. 2

Tab.2 Wpływ wyciągów wodnych z sorga na kiełkowanie nasion chwastów

Gatunek	Kiełkowanie (%)											
	1		2		3		4		5		kontrola	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Agrostemma githango</i>	48	48	20	28	32	48	0	0	0	0	70	72
<i>Avena fatua</i>	15	25	25	25	20	40	10	15	15	15	0	10
<i>Amaranthus</i>	0	2	0	0	7	14	0	5	0	2	3	10
<i>Chenopodium album</i>	11	23	6	14	13	22	8	12	4	5	9	11

Legenda: 1-5 roztwory sorgaabu otrzymane z odmian sorga: 1- Rona, 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos; kontrola- podlewanie wodą; I-II: kolejne oceny kiełkowania

Wszystkie otrzymane wyciągi z sorga wpływały na kiełkowanie badanych gatunków chwastów. W przypadku kąkolu polnego (*Agrostemma githango*) wyciągi nr 4 i 5 otrzymane z odmian KWS Titus oraz KWS Santos uniemożliwiły nasionom tego gatunku kiełkowanie (foto 4).





Foto 4. Wpływ wyciągów wodnych z sorga na kiełkowanie i wzrost siewek kąkol polnego. Legenda: 1-5 roztwory sorgaabu otrzymane z odmian sorga: 1- Rona, 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos; kontrola- podlewanie wodą

W przypadku nasion owsa głuchego (*Avena fatua*) kiełkowanie w kombinacjach traktowanych sorgaabem było wyższe niż w przypadku kontroli traktowanej wodą. Zjawisko to można tłumaczyć szybszym przełamaniem spoczynku nasion traktowanych sorgaabem. Nasiona szarłatu (*Amaranthus*) zareagowały opóźnieniem oraz obniżeniem kiełkowania w przypadku kombinacji traktowanych roztworami nr 1, 2, 4 oraz 5. W przypadku traktowania nasion szarłatu roztworem nr 3 zaobserwowano wyższe kiełkowanie niż w przypadku kontroli. Kiełkowanie nasion komosy białej (*Chenopodium album*) najsilniej ograniczyły wyciągi nr 4 i 5.

Z uwagi na słabe kiełkowanie nasion wszystkich gatunków poza kąkolem polnym, ocenę wpływu wydzielin korzeniowych sorga, przeprowadzono tylko dla tego gatunku. Wyniki przedstawiono w tab. 3. Najsilniej kiełkowanie nasion kąkol polnego ograniczały wydzieliny korzeniowe odmian nr 2 i 5. W przypadku siewek pozostałych odmian sorga nie zaobserwowano spadku zdolności kiełkowania kąkol.

Tab. 3 Wpływ wydzielin korzeniowych 5-cio dniowych siewek sorga na kiełkowanie kąkol polnego

Gatunek	Kiełkowanie (%) po 5-ciu dniach				
	2	3	4	5	kontrola
<i>Agrostemma githango</i>	57	76	78	58	75

Legenda: 2-5 5-cio dniowe siewki odmian sorga: 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos; kontrola- podlewanie wodą; I-II: kolejne oceny kiełkowania

Zadanie 3. Badanie wpływu ekstraktów z sorga na wybrane gatunki roślin zbożowych

a) Wpływ wyciągów wodnych z badanych odmian sorga na kiełkowanie nasion zbóż i kukurydzy

W przypadku pszenżyta jedynie wyciągi nr 2 i 5 obniżyły znacząco kiełkowanie nasion (do 51 i 75%) w odniesieniu do kontroli (98%). W przypadku pozostałych wyciągów osiągnięto zadowalające wyniki kiełkowania- ponad 90%. Nasiona pszenicy okazały się najmniej wrażliwe na traktowanie wyciągami z sorga. We wszystkich kombinacjach kiełkowanie wynosiło ponad 90%. Najbardziej wrażliwe na traktowanie sorgaabem okazały się nasiona kukurydzy. Jedynie w przypadku wariantu z roztworem nr 1 kiełkowanie wynosiło 96%. Najsilniej kiełkowanie nasion kukurydzy ograniczył roztwór nr 3 (kiełkowanie na poziomie 66%). Zbiorcze zestawienie wyników dotyczących wpływu wyciągów wodnych z sorga na kiełkowanie pszenicy, pszenżyta oraz kukurydzy przedstawiono w tab.4

Tab.4 Wpływ badanych wyciągów wodnych z sorga na kiełkowanie zbóż

Gatunek	kontrola		Kiełkowanie (%)									
			1		2		3		4		5	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
pszenżyto	95	98	94	95	30	51	95	97	92	95	61	75
pszenica	96	97	93	95	93	95	96	96	91	93	91	92
kukurydza	90	92	90	96	68	80	66	66	76	80	72	72

Legenda: 1-5 roztwory sorgaabu otrzymane z odmian sorga: 1- Rona, 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos; kontrola- podlewanie wodą; I-II: kolejne oceny kiełkowania

b) Wpływ wyciągów wodnych z badanych odmian sorga na długość liści siewek

Badane wyciągi wodne z sorga wpływały również na wzrost liści oraz korzeni siewek zbóż i kukurydzy. Pomiar długości liści siewek kukurydzy i pszenżyta przeprowadzono po 3 i 8 dniach. Z uwagi na opóźniony wzrost kombinacji traktowanych sorgaabami, pomiar długości siewek pszenicy wykonano po 5 dniach. We wszystkich zastosowanych wariantach zaobserwowano, istotnie statystycznie, ograniczenie wzrostu siewek. Zbiorcze zestawienie wyników przeprowadzonych pomiarów przedstawiono w tab. 5 oraz foto 5,6 i 7. W przypadku pszenicy wzrost siewek najmocniej ograniczył sorgaab otrzymany z odmiany nr 5. Wzrost siewek pszenżyta najmocniej ograniczył sorgaab z odmiany nr 4. W przypadku kukurydzy najmocniej wzrost siewek ograniczył roztwór nr 3.

Tab. 5 Wpływ wyciągów wodnych z sorga na długość siewek

Wariant	Długość liści siewek (cm)									
	Pszenica		Kukurydza				Pszenżyto			
	5 dniowe		3 dniowe		8 dniowe		3 dniowe		8 dniowe	
	Średnie	Odch.std	Średnie	Odch.std	Średnie	Odch.std	Średnie	Odch.std	Średnie	Odch.std
0	7,62	0,70	1,45	0,28	8,03	0,98	2,70	0,46	14,37	1,28
1	2,22	0,37	0,77	0,12	5,58	1,02	1,50	0,33	11,26	1,35
2	2,05	0,37	0,54	0,08	5,52	1,26	0,67	0,16	9,53	0,90
3	2,75	0,51	0,86	0,12	4,76	0,80	1,96	0,34	12,83	1,21
4	1,81	0,44	0,57	0,16	5,69	1,18	0,87	0,27	6,70	2,20
5	1,70	0,31	0,77	0,15	5,86	1,16	1,45	0,18	11,39	1,50
NIR (wg. Duncana)	0,419		0,146		0,963		0,276		1,311	

Na czerwono- wartości istotnie niższe od kontroli

Legenda: 1-5 roztwory sorgaabu otrzymane z odmian sorga: 1- Rona, 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos; 0- podlewanie wodą;





Foto. 5 Wpływ wyciągów wodnych z sorga na wzrost pszenżyta- siewki 8-dniowe. (od lewej: 0-kontrola, 1-5 roztwory sorgaabu otrzymane z odmian sorga: 1- Rona, 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos)



Foto. 6 Wpływ wyciągów wodnych z sorga na wzrost kukurydzy- siewki 8-dniowe. (od lewej: 0-kontrola, 1-5 roztwory sorgaabu otrzymane z odmian sorga: 1- Rona, 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos)



Foto. 7 Wpływ wyciągów wodnych z sorga na wzrost pszenicy- siewki 5-dniowe. (od lewej: 0-kontrola, 1-5 roztwory sorgaabu otrzymane z odmian sorga: 1- Rona, 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos)

c) Wpływ wydzielin korzeniowych 5-cio dniowych siewek sorga na kiełkowanie nasion zbóż i kukurydzy

Wydzieliny korzeniowe 5-cio dniowych siewek nieznacznie wpływały na kiełkowanie nasion badanych gatunków. We wszystkich wariantach zaobserwowano kiełkowanie na poziomie ok 90%. W przypadku pszenicy nasiona na szalkach z siewkami sorgo kiełkowały lepiej niż w przypadku kontroli. W przypadku nasion pszenżyta najniższe kiełkowanie nasion zaobserwowano w przypadku kombinacji z siewkami odmiany nr 5. W przypadku nasion kukurydzy, kiełkowanie najsilniej ograniczały wydzieliny korzeniowe siewek odmian 4 i 5. Zbiorcze zestawienie wyników przedstawiono w Tab. 6.

Tab. 6 Wpływ wydzielin korzeniowych 5-cio dniowych siewek sorgo na kiełkowanie nasion zbóż i kukurydzy

Gatunek	kontrola		Kiełkowanie (%)							
			2		3		4		5	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
pszenżyto	96	98	82	94	90	96	84	90	66	88
pszenica	95	96	95	98	96	98	97	98	97	98
kukurydza	90	92	86	90	86	91	78	88	82	86

Legenda: 2-5 5-cio dniowe siewki odmian sorgo: 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos; kontrola- podlewanie wodą; I-II: kolejne oceny kiełkowania

d) Wpływ wydzielin korzeniowych 5-cio dniowych siewek sorgo na długość liści oraz korzeni siewek zbóż i kukurydzy

Najsilniejszy wpływ wydzielin korzeniowych sorgo na długość liści siewek zaobserwowano w przypadku pszenżyta. W przypadku kukurydzy obniżenie długości siewek zaobserwowano jedynie w przypadku wariantu z odmianą sorgo nr 4. W przypadku siewek pszenicy istotne statystycznie obniżenie długości, zaobserwowano w przypadku wariantów z odmianami sorgo nr 3 i 4. Zbiorcze wyniki przedstawiono w tab. 7

Tab. 7 Wpływ wydzielin korzeniowych 5-cio dniowych siewek sorgo na długość liści siewek zbóż i kukurydzy

Wariant	Długość siewek (liście)					
	Pszenica		Kukurydza		Pszenżyto	
	Średnie	Odch.std	Średnie	Odch.std	Średnie	Odch.std
0	7,62	0,70	3,04	0,40	9,04	0,79
2	6,95	0,52	3,74	0,51	6,51	0,92
3	6,33	1,17	3,97	0,59	5,75	1,03
4	5,66	0,80	2,61	0,39	5,61	0,80
5	6,85	0,99	3,21	0,62	5,27	0,54
NIR (wg. Duncana)	0,780		0,459		0,751	

Legenda: 2-5: 5-cio dniowe siewki odmian sorgo: 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos; 0- podlewanie wodą;

We wszystkich badanych kombinacjach dokonano również pomiarów długości korzeni siewek zbóż i kukurydzy. Zbiorcze zestawienie przedstawiono w tab. 8. W tym przypadku również pszenżyto okazało się być najbardziej wrażliwym gatunkiem. W przypadku kukurydzy tylko wydzieliny siewek odmiany sorgo nr 5 spowodowały istotne obniżenie długości korzeni. W przypadku pszenicy miało to miejsce w wariantcie z odmianą nr 2.



Tab. 8 Wpływ wydzielin korzeniowych 5-cio dniowych siewek sorga na długość korzeni siewek zbóż i kukurydzy

Wariant	Długość korzeni siewek (cm)					
	Pszenica		Kukurydza		Pszenżyto	
	Średnie	Odch.std	Średnie	Odch.std	Średnie	Odch.std
0	9,50	2,03	11,70	2,70	10,75	1,23
2	7,90	1,13	10,60	1,33	7,30	1,32
3	8,70	1,25	12,75	3,49	9,95	2,59
4	6,40	1,35	10,20	2,11	5,50	0,97
5	8,90	1,02	9,40	1,56	4,20	1,14
NIR (wg. Duncana)	1,261		2,135		1,404	

Legenda: 2-5: 5-cio dniowe siewki odmian sorga: 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos; 0- podlewanie wodą;

Zad. 4 Badania zawartości wybranych związków allelopatycznych w odmianach sorga.

a) Dynamika biosyntezy sorgoleonu przez włósniki sorga

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że korzenie badanych odmian sorga różnią się pomiędzy sobą pod względem poziomu produkcji sorgoleonu. Maksimum produkcji tego związku w odniesieniu do suchej masy korzeni przypadło w fazie 5-cio dniowych siewek. Wyniki te znajdują również potwierdzenie w danych literaturowych (Uddin i wsp., 2010). Jedynie w przypadku korzeni odmiany Rona w fazie 10-cio dniowych siewek odnotowano wyższe stężenie niż w przypadku siewek o 5 dni młodszych. Wynik ten można wytłumaczyć wolniejszym wzrostem siewek tej odmiany. Najwyższą produkcję sorgoleonu (35,96 mg/g suchej masy) odnotowano w przypadku 5-cio dniowych siewek odmiany nr 2. Najniższą produkcję sorgoleonu stwierdzono u wszystkich odmian sorga w przypadku siewek 15-to dniowych. Po upływie 5 dni, nastąpił wzrost produkcji sorgoleonu. Zjawisko to związane jest z pobudzeniem produkcji sorgoleonu poprzez wymywanie go wodą przy podlewaniu siewek. Korzenie sorga produkują sorgoleon tylko do pewnej granicy, powyżej której jego wytwarzanie spada. Po splukaniu sorgoleonu wodą, następuje ponowny wzrost wydzielania tego związku. Szczegółowe wyniki dotyczące dynamiki biosyntezy sorgoleonu oraz jego lipidowego analogu- rezorcynolu przedstawiono w tab. 9. Chromatogram sorgoleonu i rezorcynolu przedstawiono na foto. 7.

Tab. 9 Dynamika biosyntezy sorgoleonu i rezorcynolu w korzeniach siewek sorga

Odmiana	Waga korzonków [g]	SM [%]	Sorgoleon mg/g świeżej masy	Rezorcynol mg/g świeżej masy	Sorgoleon mg/g suchej masy	Rezorcynol mg/g suchej masy	Sorg/Rezorc
<i>5 dni</i>							
1	1,66	3,00	0,40	0,08	13,42	2,80	4,8
2	2,58	3,00	1,08	0,24	35,96	8,04	4,5
3	1,88	3,00	0,89	0,23	29,71	7,53	3,9
4	2,86	3,00	0,80	0,23	26,67	7,63	3,5
5	2,87	3,00	0,86	0,20	28,76	6,60	4,4
<i>10 dni</i>							
1	2,90	3,91	0,59	0,18	15,01	4,71	3,2
2	5,83	3,10	0,64	0,17	20,81	5,51	3,8



3	2,42	4,62	0,79	0,25	17,11	5,34	3,2
4	5,01	3,79	0,65	0,21	17,11	5,48	3,1
5	5,02	3,46	0,64	0,20	18,35	5,79	3,2
<i>15 dni</i>							
2	3,44	5,51	0,61	0,13	10,99	2,35	4,7
3	3,72	4,92	0,35	0,10	7,06	2,05	3,4
4	3,55	7,06	0,93	0,30	13,15	4,18	3,1
5	5,15	4,66	0,52	0,19	11,21	4,03	2,8
<i>20 dni</i>							
2	3,42	6,78	1,25	0,35	18,48	5,21	3,5
3	2,11	7,45	1,02	0,29	13,62	3,92	3,5
4	3,87	7,19	1,59	0,49	22,17	6,82	3,3
5	3,45	5,25	0,75	0,21	14,19	4,00	3,5

Legenda: 1-Rona: 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos;

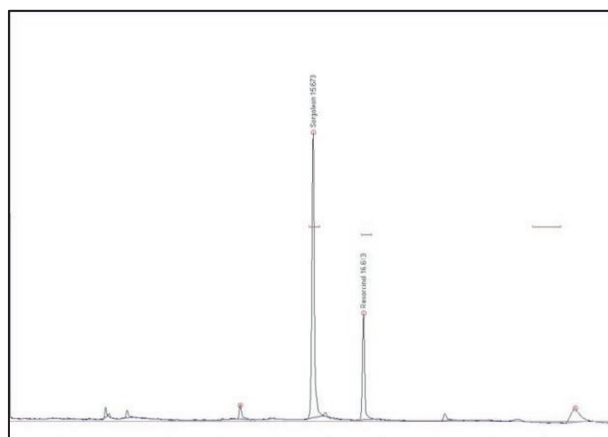


Foto 7. Chromatogram sorgoleonu i rezorcynolu

b) Analiza biosyntezy sorgoleonu przez korzenie sorga w obecności nasion zbóż

Analizując produkcję sorgoleonu przez korzenie sorga na szalkach na które wysiano nasiona zbóż i kukurydzy stwierdzono, że najwyższy poziom tego związku był obecny we wszystkich kombinacjach odmiany nr 5. Wyniki analizy biosyntezy sorgoleonu (tab. 10) pokrywają się z wynikami dotyczącymi wpływu wydzielin 5-cio dniowych siewek sorga na kiełkowanie pszenicy, pszenżyta oraz kukurydzy. W przypadku kukurydzy i pszenżyta obniżone kiełkowanie zaobserwowano w wariancie z siewkami odmiany nr 5 (patrz: tab.5). Najwyższy poziom produkcji sorgoleonu stwierdzono w przypadku siewek sorga które znajdowały się na szalkach z nasionami kukurydzy.

Tab. 10 Produkcja sorgoleonu i rezorcynolu przez korzenie sorga w obecności nasion zbóż

Odmiana	Waga korzonków [g]	SM [%]	Sorgoleon mg/g świeżej masy	Rezorcyrol mg/g świeżej masy	Sorgoleon mg/g suchej masy	Rezorcyrol mg/g suchej masy	Sorg/Rezorc
<i>Pszenica</i>							
2	2,68	4,09	0,47	0,14	11,53	3,47	3,3



3	1,79	4,80	0,75	0,26	15,53	5,28	2,9
4	2,99	4,73	0,65	0,22	13,96	4,61	3,0
5	3,89	4,07	0,72	0,24	17,66	5,85	3,0
<i>Pszenżyto</i>							
2	1,84	4,39	0,66	0,21	15,39	4,95	3,1
3	2,05	3,41	0,36	0,14	10,49	4,10	2,6
4	2,48	5,21	0,73	0,24	13,92	4,66	3,0
5	2,92	4,70	1,11	0,39	23,70	8,36	2,9
<i>Kukurydza</i>							
2	1,23	8,69	1,73	0,41	20,18	4,73	4,2
3	1,20	7,54	1,19	0,35	15,45	4,52	3,5
4	2,22	7,01	1,25	0,33	17,46	4,76	3,7
5	1,68	7,80	1,82	0,49	22,64	6,16	3,6

Legenda: 2-5 5-cio dniowe siewki odmian sorga: 2- KWS Lemnos, 3- KWS Merlin, 4- KWS Titus, 5- KWS Santos;

c) Badanie zawartości kwasów fenolowych w wyciągach wodnych z sorga

Wyniki pokazują zróżnicowanie badanych odmian pod względem zawartości sumy związków fenolowych w wodnych ekstraktach. Najwięcej związków fenolowych znaleziono w ekstraktach z odmian KWS Lemnos, KWS Titus i KWS Santos, a najmniej w ekstrakcie z odmian KWS Merlin i Rona. Wyniki przedstawiono w tab.11. Wyniki te korespondują z wynikami dotyczącymi wpływu wyciągów wodnych na kiełkowanie zbóż i chwastów.

Tab. 11 Zawartość związków fenolowych w ekstraktach wodnych z badanych odmian sorga.

Odmiana	Zawartość związków fenolowych [mg/kg*]	Odchylenie standardowe
1 Rona	740	36
2 KWS Lemnos	1159	56
3 KWS Merlin	521	106
4 KWS Titus	1057	128
5 KWS Santos	949	178

*- zawartość w suchej masie siewki z roślin użytej do otrzymania ekstraktów

WNIOSKI

1. Badane odmiany sorga cukrowego (*Sorghum bicolor*), w ekologicznych warunkach uprawy, bardzo dobrze poradziły sobie z konkurencją ze strony chwastów oraz osiągnęły plony zielonej masy na zadowalającym poziomie.
2. Poziom wydzielania sorgoleonu przez włósniki różnił się pomiędzy badanymi odmianami. Produkcja sorgoleonu uzależniona była również od wieku siewek. Najwyższy poziom biosyntezy tego związku, we wszystkich odmianach sorga, występował u 5-cio dniowych siewek.
3. Uzyskane wyniki dotyczące wpływu sorgaabu na kiełkowanie i wzrost pszenicy, pszenżyta oraz kukurydzy, wskazują na potrzebę zachowania ostrożności w stosowaniu tego preparatu przedwschodowo, gdyż może on ograniczyć kiełkowanie oraz wzrost rośliny uprawnej.



4. W porównaniu do sorgaabu, wydzieliny korzeniowe siewek sorga w niższym stopniu wpływały na kiełkowanie oraz wzrost zbóż, kukurydzy oraz kąkołu polnego.
5. Wszystkie badane odmiany sorga posiadają właściwości allelopatyczne, pozwalające na wykorzystanie ich do ograniczania liczebności chwastów.
6. Badania nad wpływem wyciągu wodnego z sorga (sorgaabu) oraz wydzielin korzeniowych sorga, na badane gatunki zbóż oraz chwastów przyniosły interesujące wyniki które wymagają potwierdzenia w doświadczeniach polowych. Badania nad skutecznością wydzielin korzeniowych oraz wyciągu wodnego z sorga jako bioherbicydów wymagają rozszerzenia o większą liczbę gatunków chwastów.
7. Zgromadzony materiał roślinny sorga oraz wyekstrahowany sorgoleon pozwalają na przeprowadzenie dalszych badań nad wykorzystaniem potencjału allelopatycznego sorga w rolnictwie ekologicznym.

Osoba odpowiedzialna za projekt badawczy:

Mgr inż. Monika Żurek

IHAR-PIB Radzików

Zakład Genetyki i Hodowli Roślin, Pracownia Kukurydzy i Pszenżyta

Kontakt: m.zurek@ihar.edu.pl



INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN

– PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY W RADZIKOWIE

2

Badania wartości rolniczej odmian pszenżyta jarego i ozimego (Triticosecale Wittmack) do uprawy na ziarno i na kiszonkę w gospodarstwach ekologicznych oraz możliwości ograniczenia zawartości mikotoksyn w ziarnie (pszenżyta)

ZREALIZOWANO NA PODSTAWIE DECYZJI MINISTRA ROLNICTWA I ROZWOJU WSI
nr HORre-msz-078-3/16(219) z dnia 20.05.2016



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin- Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie

Badania wartości rolniczej odmian pszenżyta jarego i ozimego (Triticosecale Wittmack) do uprawy na ziarno i na kiszonkę w gospodarstwach ekologicznych oraz możliwości ograniczenia zawartości mikotoksyn w ziarnie (pszenżyta)

Kierownik tematu: dr inż. Roman Warzecha

Wykonawcy:

IHAR-PIB Radzików:

Dr Piotr Ochodzki, dr Elżbieta Małuszyńska, mgr inż. Monika Żurek, mgr inż. Iga Grzeszczak

ODR Radom:

Dr Anna Litwinow, mgr Tomasz Stachowicz

ZAŁOŻENIA I CEL PROJEKTU:

Pszenżyto odgrywa bardzo dużą rolę w polskim rolnictwie. Polska jest światowym liderem w uprawie pszenżyta. Obecnie powierzchnia uprawy pszenżyta wynosi około 1,25 mln hektarów, z czego pszenżyto ozime zajmuje około 1 mln ha, a pszenżyto jare około 250 tysięcy hektarów. Pszenżyto jest zbożem paszowym. Jego ziarno jest stosowane w żywieniu drobiu, ptactwa domowego, trzody chlewnej i innych zwierząt monogastrycznych. Znajduje także zastosowanie w produkcji ryb. W wykazie ekologicznego materiału siewnego prowadzonym przez PIORIN są tylko 2 odmiany pszenżyta jarego (Dublet i Nagano).

Zaletą pszenżyta, w stosunku do innych zbóż, jest stosunkowo wysoki udział białka o korzystnym składzie aminokwasowym, co przekłada się na jego wysoką wartość żywieniową. Ziarno pszenżyta jarego zawiera mniej włókna niż ziarno jęczmienia czy owsa. Charakteryzuje się wysokim współczynnikiem strawności. Pszenżyto może być uprawiane na glebach słabszych i niższym pH, a więc takich jakie dominują w Polsce. Jest zbożem, które przy niższych nakładach, pozwala uzyskać relatywnie wysokie plony ziarna o wyższej strawności. Te cechy, oraz wysoka zdrowotność, szczególnie predestynują pszenżyto jako zboże paszowe do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.

Ponadto w różnych krajach świata (USA, Kanada, kraje Ameryki Płd.) z uwagi na dużą biomasę, pszenżyto jest uprawiane dla zwierząt na kiszonkę z całych roślin i na siano, również na bezpośredni wypas przez bydło.



W warunkach polskich biomasa pszenżyta jarego może być wartościowym źródłem objętościowej i energetycznej paszy węglowodanowo-białkowej w formie zielonki, siana lub kiszonki do żywienia zwierząt przeżuwających – bydła mlecznego, opasowego, kóz i owiec, zwierząt jeleniowatych. Wyniki badań własnych, przeprowadzonych w 2014 roku, potwierdzają wysokie walory pszenżyta jarego, jako zboża do uprawy na ziarno i na kiszonkę z całych roślin zbieranych w fazie ciastowatej w warunkach produkcji ekologicznej.

Propozycja wykorzystania pszenżyta do produkcji kiszonki z całych roślin jest w warunkach Polski rozwiązaniem innowacyjnym, wzbudzającym duże zainteresowanie producentów ekologicznego mleka i mięsa. Zainteresowanie wynikami badań, przeprowadzonych w 2014 roku, wykazały także organizacje rolnicze, w tym Polski Związek Producentów Roślin Zbożowych oraz Ośrodki Doradztwa Rolniczego. Badania wymagają kontynuowania, gdyż nie jest znana przydatność do uprawy ekologicznej nowszych odmian pszenżyta jarego i ozimego, które są w rejestrze COBORU. **Proponowane w 2016 roku badania obejmą również odmiany pszenżyta ozimego.**

Głównym celem badań jest określenie przydatności polskich odmian pszenżyta do uprawy na ziarno i biomasę zbieraną w fazie dojrzałości ciastowatej ziarna do produkcji pasz ekologicznych. W wyniku przeprowadzonych badań, we współpracy z CDR Oddział Radom, na polach ekologicznych w Chwałowicach i w Radzikowie, zostanie również udoskonalona agrotechnika pszenżyta do warunków gospodarstw ekologicznych.

WYNIKI

1. Badanie przydatności odmian pszenżyta ozimego do uprawy na ziarno i na kiszonkę.

W doświadczeniu polowym zbadano 16 wybranych polskich odmian pszenżyta ozimego wpisanych do Krajowego Rejestru. Odmiany zostały wyhodowane w DANKO Hodowla Roślin Sp. z o.o. i w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. (Tabela 1)

Tabela 1-1. Charakterystyka odmian pszenżyta ozimego użytego do doświadczeń.

L.p.	Odmiana	Data wpisu do KRAJOWEGO REJESTRU (KR)	Rok wygaśnięcia	Hodowca
1	Trefl	2015	2025	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR
2	Amorozo	2012	2019	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR
3	BOH 2215	2015 (zgł. do rejestracji)		Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR
4	BOH 2415	2015 (zgł. do rejestracji)		Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR
5	Transfer	2013	2023	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR
6	Subito	2012	2022	Danko HR
7	Todan	2003	2023	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR
8	Borowik	2011	2021	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR



9	Algozo	2007	2017	Danko HR
10	Tomko	2012	2022	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR
11	Tulus	2009	2019	Nordsaat Saatwucht GmbH Saatwucht Langenstein
12	Trismart	2007	2017	Danko HR
13	Meloman	2014	2024	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR
14	Rotondo	2014	2024	Danko HR
15	Fredro	2010	2020	Danko HR
16	Maestoso	2011	2021	Danko HR

Doświadczenia z odmianami pszenżyta ozimego (na ziarno i na kiszonkę) zostały założone w IHAR-PIB Radzików jesienią 2015 roku na certyfikowanym polu ekologicznym w Radzikowie oraz doświadczenie ziarnowe dodatkowo na polu konwencjonalnym. Doświadczenia ściśle zostały założone metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wyniosła 20 m². Oceniono przezimowanie odmian oraz ich wigor po ruszeniu wegetacji wiosną. (Zdj. 1). Stwierdzono dosyć silne uszkodzenia roślin spowodowane silnymi, krótkotrwałymi mrozami, w warunkach braku pokrywy śniegowej, co przyczyniło się do znacznej redukcji w obsadzie roślin.



Zdjęcie 1. Uszkodzenia zimowe u odmian pszenżyta w uprawie ekologicznej

W trakcie wegetacji określono odporność na główne choroby zbóż: mączniaka prawdziwego, rdzę brunatną, rdzę żółtą, septoriozę liści i plew oraz fuzariozę kłosów.

Zostały określone cechy agrotechniczne: termin kłoszenia, odporność na wyleganie, wysokość roślin, termin dojrzałości woskowej i pełnej.

Rośliny zebrano na zieloną masę w fazie dojrzałości ciastowatej i określono plon, zawartość suchej masy, oraz obliczono plon suchej masy. Plon suchej masy zmieniał się od 84 dt (odmiany Tulus i Rotondo) do 109, 6 i 107, 4 dt (Tomko i Meloman). Średnia wartość plonu suchej masy dla wszystkich badanych odmian wyniosła 96 dt/ha. Zawartość suchej masy wahała się w granicach od 65,3 (Transfer) do 86,7% (Trismart).

Tabela1- 2. Plonowanie biomasy pszenżyta ozimego na kiszonkę w warunkach uprawy ekologicznej. Zb. 2016 Radzików.

L.p.	Odmiana	Plon dt/ha	SM	Plon sm dt/ha
1	Trefl	125,9	79,9	100,6
2	Amorozo	118,4	83,6	98,9
3	BOH 2215	119,9	81,6	97,8
4	BOH 2415	119,7	81,1	97,1
5	Transfer	149,1	65,3	97,4
6	Subito	109,2	83,2	90,9
7	Todan	121,7	77,4	94,2
8	Borowik	135,4	74,3	100,5
9	Algoso	121,4	84,0	101,9
10	Tomko	151,8	72,2	109,6
11	Tulus	106,5	79,1	84,3
12	Trismart	111,2	86,7	96,4
13	Meloman	134,6	79,8	107,4
14	Rotondo	103,4	80,5	83,2
15	Fredro	100,8	84,7	85,4
16	Maestoso	108,1	83,4	90,1

Po zbiorach zostały określone następujące parametry: plon ziarna, wilgotność ziarna, MTZ.

W warunkach uprawy ekologicznej uzyskano plony ziarna od ok. 26 dt/ha (Maestoso) do 32 dt/ha (Trefl). Ze względu na nietypowy przebieg pogody, zwłaszcza w sezonie zimowym, trudno jest wyciągać daleko idące wnioski. Obserwowane różnice nie są duże. Najmniejszą redukcję plonu ziarna zaobserwowano dla nowych badanych odmian BOH 2215 i BOH 2415 oraz odmian Amorozo, Trefl, Transfer i Subito, zaś największe dla odmiany Meloman (52,3%), który jednak najlepiej plonował w warunkach uprawy konwencjonalnej.

Tabela 1-3. Plonowanie odmian ozimych pszenżyta [dt/ha] w warunkach uprawy konwencjonalnej i ekologicznej. Zb. 2016 Radzików.

Odmiana		Uprawa konwencjonalna	Uprawa ekologiczna	Redukcja plonu [%]
1	Trefl	50,5	31,95	36,7
2	Amorozo	47,4	30,03	36,6



3	BOH 2215	47,3	31,56	33,3
4	BOH 2415	47,2	30,90	34,5
5	Transfer	45,7	29,55	35,3
6	Subito	47	30,30	35,5
7	Todan	47,3	27,93	41,0
8	Borowik	49,1	29,43	40,1
9	Algoso	46,4	27,90	39,9
10	Tomko	51,9	30,27	41,7
11	Tulus	49,3	29,00	41,2
12	Trismart	45,6	27,51	39,7
13	Meloman	57,4	27,39	52,3
14	Rotondo	53,2	29,79	44,0
15	Fredro	50,1	27,12	45,9
16	Maestoso	51	26,16	48,7

2. Badanie przydatności odmian pszenżyta jarego do uprawy na ziarno i na kiszonkę w siewie czystym i w mieszankach z grochem pastewnym (peluszką)

Do badań zostało włączonych 12 odmian pszenżyta jarego. Podobnie jak w przypadku pszenżyta ozimego, są to odmiany polskie, wpisane do Krajowego Rejestru. Odmiany zostały wyhodowane w DANKO Hodowla Roślin Sp. z o.o. i w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Wybór polskich odmian jest podyktowany dostępnością materiału nasiennego do badań i uprawy w warunkach gospodarstw ekologicznych, oraz dobrym przystosowaniem tych odmian do warunków klimatyczno-glebowych Polski. Są to odmiany będące przedmiotem badań w 2014 roku oraz nowe odmiany wpisane do Krajowego Rejestru w 2015 i 2016 roku. Doświadczenia z odmianami pszenżyta jarego (na ziarno i na kiszonkę) zostały przeprowadzone w IHAR-PIB w Radzikowie i w Pokazowym Gospodarstwie Ekologicznym w Chwałowicach. Wyniki doświadczeń z uprawą na kiszonkę odmian jarych pokazują że odmiany takie jak Kargo i Milkaro dobrze plonują w różnych środowiskach. Najwyżej plonującymi odmianami były Milewo, Kargo, Milkaro i Mieszko w Radzikowie, oraz Milkaro, Matejko i Mazur w Chwałowicach. Średni plon suchej masy w Radzikowie wynosił 114,5 dt/ha, a wilgotność zielonej masy przy zbiorze wynosiła ok. 52%, podczas gdy w Chwałowicach odpowiednio 36,5 dt/ha i 73%. Do tak znaczących różnic przyczynił się głównie niekorzystny przebieg pogody.

Tabela 2-1. Wyniki uprawy pszenżyta jarego na kiszonkę w Radzikowie i Chwałowicach



	Radzików				Chwałowice			
	Wys. roślin	Plon [dt/ha]	SM %	Plon SM [dt/ha]	Wys. Roślin	Plon [dt/ha]	SM %	Plon SM [dt/ha]
1 Andrus	87	234,2	49,8	116,7	72	60,4	65,8	39,7
2 Dublet	82	208,1	52,1	108,3	66	52,8	71,6	37,8
3 Kargo	84	234,3	52,3	122,4	59	55,4	73,0	40,4
4 Matejko	79	226,3	49,0	110,9	77	58,9	73,0	43,0
5 Mazur	72	214,5	48,1	103,1	68	58,1	71,5	41,6
6 Mieszko	86	219,5	54,4	119,3	63	43,4	74,3	32,2
7 Milewo	91	219,9	57,9	127,3	62	43,3	77,6	33,6
8 Milkaro	89	222,1	53,9	119,6	72	58,7	73,9	43,4
9 Nagano	76	193,4	51,8	100,2	61	36,7	76,5	28,0
10 Puzon	81	219,1	50,6	110,8	73	55,5	73,2	40,6
11 Sopot	67	215,8	48,9	105,5	68	50,0	69,8	34,9
12 Raweta psz.	74	222,5	58,2	129,6	58	31,5	74,1	23,3

Zebrano ziarno z doświadczeń w Radzikowie(metoda ekologiczna i konwencjonalna) i Chorzelowie (ekologiczna).

Plon ziarna w Radzikowie był wyższy niż w Chwałowicach, i zawierał się w granicach 26,3 th/ha (odmiana Nagano) do 51,2 th/ha (odmiana Mazur).

Nie zaobserwowano istotnych różnic w składzie ziarna. Stwierdzono zawartość białka na poziomie 11,5-13,2% białka ogólnego, 1,3-1,7% tłuszczu i 65-68% skrobi.

Tabela 2-2. Plon ziarna pszenżyta jarego, zebranego w 2016 r. w Chwałowicach i Radzikowie.

	Odmiana	Chwałowice		Radzików	
		Wilg. ziarna	Plon dt/ha	Wilg. ziarna	Plon dt/ha
1	Andrus	14,4	33,1	15,6	44,6
2	Dublet	14,2	35,3	14,5	48,7
3	Kargo	13,4	32	14,7	44,7
4	Matejko	13,7	30,7	13,8	41,4
5	Mazur	14,7	33,8	14,7	51,2
6	Mieszko	13,9	31,6	14,2	42,8
7	Milewo	14,5	32	13,6	39,9
8	Milkaro	14,3	29,6	14,3	38,5



9	Nagano	13,9	24,8	13,9	26,3
10	Puzon	15,1	30,9	14,6	47,5
11	Sopot	14,3	36,5	14,8	49,8
12	Raweta (psz. jara)	14,3	32,3	13,8	45,9

W ZD Instytutu Zootechniki w Chorzelowie, założono doświadczenie łanowe z odmianą pszenżyta Milewo, w siewie czystym i w siewie mieszanym z łubinem. Został określony plon z obydwu wariantów wysiewu. Plonowanie ziarna pszenżyta w siewie czystym wyniosło 27 dt/ha, i było niższe od plonu mieszanki (30 dt/ha). Plony uzyskane w Chorzelowie były na poziomie zbliżonym do Chwałowic, i nieco niższe niż w Radzikowie. W mieszance ziarno pszenżyta stanowiło 46 % wagowych.

Plon zielonki do zakiszania uzyskany z pszenżyta w siewie czystym wyniósł 250 dt/ha sucha masa 45,2%, a plon s.m. 113 dt/ha. Dla pszenżyta wysianego w mieszance uzyskano 280 dt / ha, a plon s.m 126 dt./ha. Korzystniejsze jest wysiewanie pszenżyta w mieszankach z roślinami strączkowymi.

3. Badania jakości materiału siewnego uzyskanego z doświadczeń na ziarno z pszenżytem jarym i ozimym.

Ziarno uzyskane z doświadczeń ziarnowych z pszenżytem jarym i ozimym jest oceniane pod kątem przydatności jako materiału siewnego. Wykonywany jest szereg testów laboratoryjnych, gdzie oceniana jest czystość, liczba nasion innych gatunków uprawnych i chwastów, MTZ, masa hektolitra, zdolność kiełkowania, wigor nasion metodą wzrostu siewki, sucha mas siewki, szybkość kiełkowania, kiełkowanie w stresie suszy (symulacja deficytu wody podczas kiełkowania) szczególnie interesujące ze względu na fakt, iż pszenżyto często wysiewa się na glebach lżejszych i w praktyce ten gatunek narażony jest na stres suszy podczas wschodów. Porównanie ziarna pszenżyta ozimego pokazuje, że w warunkach Radzikowa uzyskiwano ziarno dorodniejsze (MTZ = 42-50 g w warunkach konwencjonalnych i 42-49 w warunkach ekologicznych) niż w Chorzelowie (odpowiednio 29-36,5 g). Ziarno zawierało niewielkie domieszki nasion innych.

Tabela 3-1. Ocena czystości i masy 1000 ziarniaków ekologicznego pszenżyta jarego. Zb. 2016 Chwałowice

L.p.	Odmiana	czystość	nas.inne	zanieczyszczenia	MTZ
1	Andrus	98,3	0,4	1,3	35,35
2	Dublet	98,8	0,4	0,8	34,29
3	Kargo	98,3	0,4	1,3	30,88
4	Matejko	99	0,2	0,8	30,3
5	Mazur	98,3	0,2	1,5	36,48
6	Mieszko	98	0,8	1,2	31,4
7	Milewo	97,6	0,9	1,5	33,69
8	Milkaro	98,8	0,2	1	34,19
9	Nagano	98,1	1,2	0,7	28,86
10	Puzon	98,8	0,3	0,9	29,63
11	Sopot	98,8	0,6	0,6	34,91
12	Raweta	98,2	0,5	1,3	31,83



Tabela 3-2. Ocena czystości i masy 1000 ziarniaków pszenżyta jarego uprawianego konwencjonalnie. Zb. 2016 Radzików

L.p.	Odmiana	Czystość	Nas.inne	Zaniecz.	MTZ
1	Trefl	99,4	0	0,6	45,4
2	Amorozo	98,2	ślad	1,8	43,89
3	BOH 2215	99	ślad	1	45,2
4	BOH 2415	99,4	ślad	0,6	43,72
5	Transfer	99	ślad	1	45,54
6	Subito	99,6	ślad	0,4	44,8
7	Todan	99,3	0	0,7	46,88
8	Borowik	99,1	0	0,9	50,98
9	Algozo	99,2	ślad	0,8	48,63
10	Tomko	99	ślad	1	45,29
11	Tulus	98,8	ślad	1,2	46,91
12	Trismart	99,4	ślad	0,6	50,79
13	Meloman	99,3	ślad	0,7	47,12
14	Rotondo	99,5	ślad	0,5	45,06
15	Fredro	99,3	ślad	0,7	43,93
16	Maestozo	98,9	0	1,1	42,37

Tabela 3-3. Ocena czystości i masy 1000 ziarniaków ekologicznego pszenżyta jarego. Zb. 2016 Radzików

L.p.	Odmiana	Czystość [%]	Nas.inne [%]	Zaniecz. [%]	MTZ [g]
1	Trefl	99,2	0,2	0,6	44,21
2	Amorozo	98,9	0,2	0,9	42,28
3	BOH 2215	99	ślad	1	43,08
4	BOH 2415	99,5	0,1	0,5	41,83
5	Transfer	99,2	ślad	0,8	43,95
6	Subito	99,7	ślad	0,3	44,66
7	Todan	99,1	0,2	0,7	43,8
8	Borowik	99,6	0,1	0,3	46,81
9	Algozo	99,3	0,2	0,5	47,13
10	Tomko	99,2	0,2	0,6	43,18
11	Tulus	99	0,1	0,9	45,35
12	Trismart	99,6	0,2	0,2	48,84
13	Meloman	99,2	0,3	0,5	45,41
14	Rotondo	98,6	0,6	0,8	43,79
15	Fredro	99,5	ślad	0,5	42,93
16	Maestozo	99,3	0,2	0,5	39,51

4. Badanie odporności pszenżyta jarego i ozimego na choroby grzybowe oraz określenie akumulacji mikotoksyn

Ważnym elementem planowanych badań będzie ocena odporności na fuzariozę kłosów i badanie czynników ograniczających zawartość mikotoksyn w ziarnie.



W roku 2016 przebieg pogody nie sprzyjał rozwojowi chorób grzybowych, powodowanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium*- sprawcom fuzariozy kłosów. Równocześnie nie były wytwarzane przez nie mikotoksyny, mające bardzo szkodliwy wpływ na zwierzęta i człowieka. W ziarnie pszenżyta ozimego analizowano zawartość mikotoksyn. Najważniejszą mikotoksyną jaką jest deoksyniwalenol (DON) wykryto ilościowo jedynie w 5 próbkach ekologicznych i 4 próbkach konwencjonalnych, a stężenie DON nie przekroczyło 0,4 mg/kg, przy dopuszczalnym limicie 1,25 mg/kg (Tab. 4-1). Wykryto niewielkie ilości aflatoksyn, do 1,9 ppb (BOH 2215), i bardzo małe ilości zearalenonu, poniżej 38 ppb (Algozo). We wszystkich badanych próbkach stwierdzono obecność toksyn T-2 i HT-2, lecz w ilościach dopuszczalnych.

Tabela 4-1. Zawartość deoksyniwalenolu (DON), aflatoksyn (Afa), zearalenonu (ZEA) oraz toksyn T-2 i HT-2 w ziarnie pszenżyta ozimego w Radzikowie, zb. 2016

L.p.	Odmiana	Konw.	EKO			
		DON [ppm]	DON [ppm]	Afla [ppb]	ZEA [ppb]	T-2+HT2 [ppb]
1	Trefl	Nd	Nd	1,2	26	98
2	Amorozo	0,24	Nd	1,4	nd	95
3	BOH 2215	Nd	Nd	1,9	nd	98
4	BOH 2415	Nd	Nd	1,5	nd	124
5	Transfer	0,26	0,35	nd	tr	148
6	Subito	Tr	tr.	1	nd	78
7	Todan	Nd	Nd	1,3	25	143
8	Borowik	Tr	Nd	1,3	nd	173
9	Algozo	Nd	Tr	nd	38	118
10	Tomko	Nd	0,26	nd	nd	122
11	Tulus	0,26	Nd	1,6	nd	90
12	Trismart	Nd	Nd	1	nd	85
13	Meloman	Nd	0,34	1	tr	114
14	Rotondo	Tr	0,40	1	tr	128
15	Fredro	Nd	Tr	nd	28	92
16	Maestoso	Nd	Nd	nd	nd	92
	Średnio	0,25	0,34	1,3	29	112

Zawartość DON w próbkach pszenżyta jarego była zróżnicowana. W Chwałowicach na 6 próbek w których stwierdzono obecność DON w ilościach mierzalnych, maksymalną zawartość stwierdzono w odmianie Nagano (0,57 mg/kg).

W ziarnie pochodzącym z Radzikowa mniej DON znaleziono w ziarnie konwencjonalnym, i dwie próby przekroczyły poziom 1 mg/kg, lecz żadna nie przekroczyła górnego dopuszczalnego limitu dla zbóż (1,25 mg/kg). Doświadczenie konwencjonalne zostało porażone dużo silniej niż ekologiczne. W ponad 6-% prób dopuszczalny poziom został przekroczony. Wyjaśnić to można faktem silnego wylegania zbóż, spowodowanym silnymi deszczami i wiatrem. Położone kłosy miały bliższy kontakt z podłożem i czynnikami powodującymi fuzariozę kłosów.

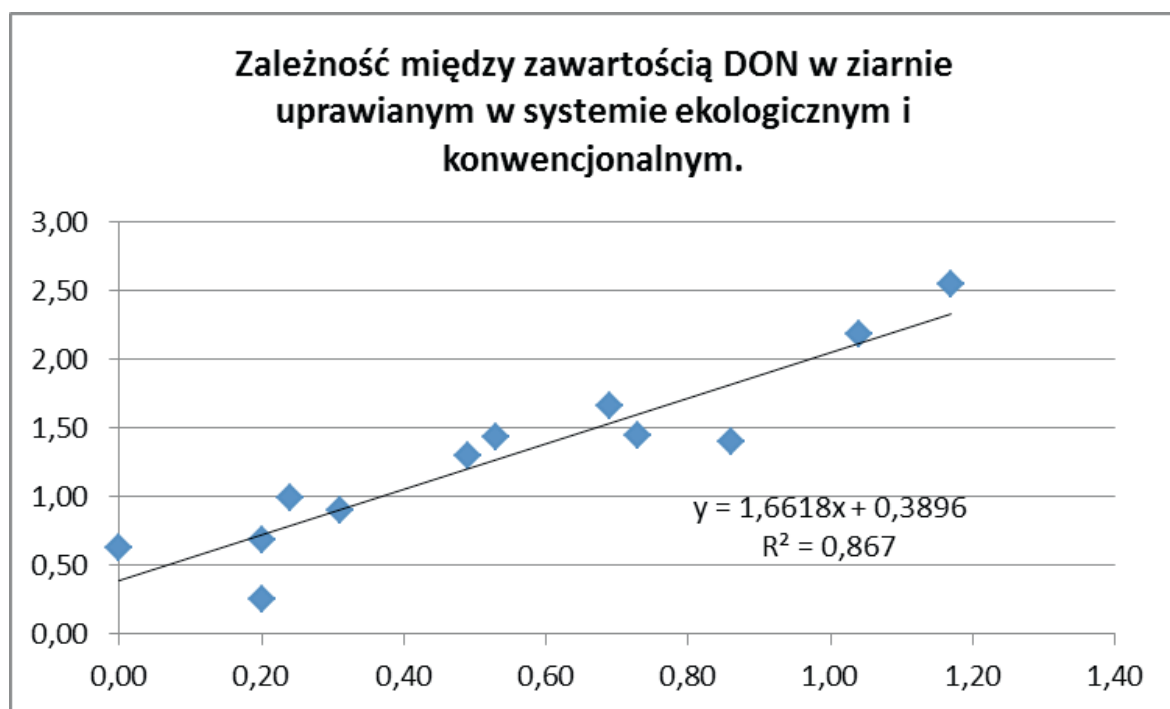


Tabela 4-2. Zawartość DON [mg/kg] w pszenzycie jarym zb. 2016

L.p.	Odmiana	Radzików EKO	Radzików Konw.	Chwałowice EKO	Chorzelów EKO
1	Andrus	1,17	2,55	0,25	
2	Dublet	0,49	1,30	0,26	
3	Kargo	0,69	1,66	Tr	
4	Matejko	tr.	0,99	tr.	
5	Mazur	0,53	1,43	nd.	
6	Mieszko	1,04	2,18	0,38	
7	Milewo	0,86	1,40	nd.	0,26
8	Milkaro	0,73	1,44	0,24	
9	Nagano	tr.	0,68	0,57	
10	Puzon	nd.	0,63	tr.	
11	Sopot	0,31	0,90	0,30	
12	Pszenica Raweta	tr.	0,25	tr.	
	Średnio	0,54	1,28	0,24	0,26

Widoczne jest mniejsze akumulowanie DON przez Matejko, Puzon i Sopot, co jest elementem pozytywnym.

Widoczna jest korelacja między wynikami uzyskanymi dla uprawy w systemach ekologicznym i konwencjonalnym.



W obu systemach najwięcej toksyn znaleziono w odmianach Andrus, Mieszko i Milewo.

Tabela 4-3. Zawartość mikotoksyn T2 iHT2 [ppb] w ziarnie pszenżyta ekologicznego, zb. 2016 Radzików i Chwałowice

		Radzikow		Chwałowice
		Konw.	Eko	Eko
1	Andrus	138	174	141
2	Dublet	178	208	193
3	Kargo	138	113	238
4	Matejko	181	278	158
5	Mazur	86	333	182
6	Mieszko	270	283	265
7	Milewo	227	203	175
8	Milkaro	186	173	84
9	Nagano	190	233	169
10	Puzon	201	234	114
11	Sopot	214	250	49
12	Raweta	160	120	57
	Średnio	181	217	152

Zawartość toksyn T-2 i HT-2 w pszenżycie jarym była wyższa niż w ozimym, i dotyczy to również pozostałych mikotoksyn. Średnie wartości dla Radzikowa nie różniły się między sobą, i były wyższe niż w Chwałowicach, i nie przekraczały zalecanego poziomu 1000 ppb.

Tabela 4-4. Zawartość zearalenonu (ZEA) i aflatoksyn (Afla) w pszenżycie jarym zb. 2016 w Radzikowie i Chwałowicach

		ZEA		Afla	
		Radzików	Chwałowice	Radzików	Chwałowice
1	Andrus	48,3	29,5	nd	1,3
2	Dublet	27	66,3	nd	nd
3	Kargo	72,2	32,5	1,6	nd
4	Matejko	27,4	28	1,4	nd
5	Mazur	27,6	46	1,2	nd
6	Mieszko	35,6	59,8	nd	nd
7	Milewo	94,2	48,5	nd	1,6
8	Milkaro	28,2	34,2	nd	1,1
9	Nagano	50,5	52,4	1,2	nd
10	Puzon	25,5	34,2	nd	nd
11	Sopot	33,6	43,5	1,4	1
12	Raweta	24,4	35,1	1,7	nd
	Średnio	41	43	1,4	1,3

Potwierdzono obecność zearalenonu we wszystkich odmianach na podobnym w obu lokalizacjach średnim poziomie 41-43 ppb, przy dopuszczalnym limicie dla ziarna zbóż na poziomie 100 ppb.



Wykryto nieduże ilości aflatoksyn w 6 odmianach w Radzikowie i 4 odmianach w Chwałowicach, przy średnim stężeniu w porażonych próbach na poziomie 1,4 ppb, przy dopuszczalnym poziomie 4 ppb.

WNIOSKI (zalecenia dla rolników)

1. Spośród badanych odmian pszenżyta ozimego do uprawy na kiszonkę najwyżej plonowały odmiany Tomko, Algoso i Borowik, a na ziarno odmiany Trefl i BOH 2215.
2. Najlepiej plonującymi odmianami pszenżyta jarego były: Milewo, Kargo, Milkaro i Mieszko w uprawie na kiszonkę, oraz Mazur, Sopot, Dublet i Puzon w uprawie na ziarno.
3. Korzystne jest wysiewanie pszenżyta w siewie mieszanym z roślinami strączkowymi, zarówno na kiszonkę jak i na ziarno.
4. Ziarno badanych odmian z uprawy ekologicznej nie przekraczało dopuszczalnych norm zawartości mikotoksyn, a najmniej deoksyniwalenolu wykryto w odmianach Puzon, Nagano, Sopot i Matejko.



INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN

– PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY W RADZIKOWIE

3

Wykorzystanie naturalnych substancji wspierających zdrowotność w ekologicznej uprawie i ochronie roślin okopowych przed ważnymi pod względem gospodarczym chorobami i szkodnikami

ZREALIZOWANO NA PODSTAWIE DECYZJI MINISTRA ROLNICTWA I ROZWOJU WSI
nr HORre-msz-078-3/16(219) z dnia 20.05.2016



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin –PIB oddział w Bydgoszczy

Wykorzystanie naturalnych substancji wspierających zdrowotność w ekologicznej uprawie i ochronie roślin okopowych przed ważnymi pod względem gospodarczym chorobami i szkodnikami

Kierownik tematu: *dr hab. Mirosław Nowakowski, prof. IHAR-PIB*

Wykonawcy:

Dr Anna Litwiniec, dr Paweł Skonieczek, dr Grzegorz Gryń, mgr Łukasz Matyka, mgr Marcin Żurek

1. WPROWADZENIE

Skracanie rotacji roślin w płodozmianie oraz coraz większy udział w nim roślin okopowych i kapustowatych, wpływa na wzrost zagrożenia ze strony chorób i szkodników dla upraw ziemniaka i buraka cukrowego. Groźnym, kwarantannowym szkodnikiem upraw ziemniaka, pojawiającym się w uproszczonych płodozmianach, jest mątwik ziemniaczany *Globodera rostochiensis*, powodujący straty plonu dochodzące do 80%. Duże zagrożenie dla buraka cukrowego stanowią natomiast *Aphanomyces cochlioides* i *Rhizoctonia solani*, które są ekspansywnymi patogenami porażającymi siewki (zgorzel siewek buraka) oraz dorosłe rośliny (zgnilizny korzeni). Rizomania z kolei – to ważna pod względem gospodarczym choroba buraka cukrowego powodowana przez wirusa BNYVV, którego wektorem jest grzybopodobny pierwotniak *Polymyxa betae*. Wymienione czynniki chorobotwórcze powodują poważne straty sięgające nawet do 50-80% plonu. Do wzrastającej presji czynników chorobotwórczych przyczynia się także koncentracja uprawy ziemniaka i buraka wokół zakładów przetwórczych oraz wykorzystanie nawozowe liści roślin okopowych.

W ekologicznej ochronie roślin okopowych przed chorobami wykorzystuje się metodę agrotechniczną, hodowlaną i bazującą na naturalnie występujących substancjach bioaktywnych (Nowakowski 2002, Nowakowski 2004, Nowakowski 2013, Pastuszewska i in. 2013). W ochronie przed rizomanią duże znaczenie ma hodowla odpornościowa, jednak



odporne odmiany buraka nie gwarantują pełnego bezpieczeństwa plonu ze względu na patotypy coraz częściej przełamujące istniejącą odporność. Wskazane jest zatem poszukiwanie czynników, które mogłyby efektywnie ograniczać rozwój nosiciela choroby. Największe straty w plonie buraka cukrowego może wywołać choroba grzybowa liści – chwościk, powodowana przez *Cercospora beticola*. Poszukiwanie efektywnych w ochronie ziemniaka i buraka cukrowego substancji bioaktywnych jest konieczne w warunkach nasilonego występowania chorób i szkodników oraz niewystarczającej skuteczności i niewielkiej ilości stosowanych dotąd środków ochrony roślin. Brak dostatecznej wiedzy oraz problemy organizacyjne i finansowe przy kształtowaniu korzystnej pod względem fitosanitarnym agrotechniki, zbyt duża wrażliwość na patogeny odmian deklarowanych jako odporne oraz ograniczenia w przepisach w zakresie stosowania dostępnych środków ochrony roślin również zmuszają do poszukiwania metod biologicznych ograniczania występowania agrofagów. Dane literaturowe wskazują na rosnące zainteresowanie biologicznymi metodami zwalczania wymienionych patogenów (Heijbroek i in. 1998, Chitwood 2002, Naraghi i in. 2014). Z drugiej strony wiadomo, że rośliny stosowane w uprawie jako międzyplon, np. gorczyca biała i rzodkiew oleista, wykazują działanie ochronne przeciwko nicieniom oraz patogenom grzybowym w glebie (Heijbroek i in. 1998, Nowakowski 2004, Błażević i in. 2010, Daub i Westphal 2011, Valdes i in. 2011, Nowakowski 2013). Związki aktywne tych roślin, takie jak glukozynolany i produkty ich hydrolitycznego rozkładu, są opisywane jako silne czynniki o działaniu antynicieniowym, przeciwrzybowym, przeciwbakteryjnym, przeciwoksydacyjnym, a także allelopatycznym (Vig i in. 2009). Jednocześnie gorczyca biała i rzodkiew są roślinami wykorzystywanymi jako rośliny lecznicze, nawozowe i dostarczające olej.

W ramach realizacji zadania pt. „Wykorzystanie naturalnych substancji wspierających zdrowotność w ekologicznej uprawie i ochronie roślin okopowych przed ważnymi pod względem gospodarczym chorobami i szkodnikami” zespół złożony z pracowników Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy (IHAR-PIB), Oddział w Bydgoszczy, przeprowadził badania polowe i laboratoryjne dotyczące oceny działania ekstraktów wybranych roślin sanitarnych w zakresie ograniczania rozwoju grzybów, bakterii i nicieni.

Celem projektu jest opracowanie efektywnej i alternatywnej do chemicznej metody ochrony roślin buraka cukrowego przed *R. solani*, *A. cochlidioides*, *C. beticola* i *P. betae* oraz ziemniaka przed *G. rostochiensis*, z wykorzystaniem ekstraktów roślinnych zawierających substancje hamujące rozwój agrofagów.

2. METODY, WARUNKI I ZAKRES BADAŃ

2.1. Metody badań

Wyniki prezentowane w niniejszym sprawozdaniu pochodzą z badań realizowanych w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Bydgoszczy. Oceniana była reakcja wybranych izolatów i form agrofagów na różne ekstrakty roślinne i ich stężenia. Do badania działania antynicieniowego wykorzystano test z użyciem płytek wielodołkowych. Obserwacje zachowania nicieni były prowadzone za pomocą mikroskopu odwróconego, w określonych odstępach czasu po użyciu ekstraktu.



Doświadczenie określające działanie przeciwgrzybowe substancji bioaktywnych przeprowadzono z użyciem podłoża wzrostowych metodą dyfuzyjną. Efekt działania ekstraktów na *Polymyxa betae* został sprawdzony z zastosowaniem metod molekularnych – w toku reakcji RT-PCR. Dodatkowo prowadzono bezpośrednie obserwacje mikroskopowe przy użyciu mikroskopu odwróconego, podczas doświadczeń na wyizolowanych zoosporach.

Badania miały umożliwić ocenę wpływu substancji bioaktywnych pochodzących z odmian gorczycy białej, rzodkwi oleistej i barszczu Sosnowskiego na ograniczenie rozwoju agrofagów: *A. cochlioides*, *C. beticola*, *G. rostochiensis*, *P. betae* i *R. solani*.

2.2. Warunki i zakres badań

W połowie maja na polu doświadczalnym IHAR-PIB w Bydgoszczy wysiano po dwie odmiany rzodkwi oleistej: Romesa i Colonel oraz gorczycy białej: Bardena i Concetra (norma wysiewu: 20 kg/ha gorczyce, 30 kg/ha rzodkwie). W okresie początku kwitnienia danej odmiany pobrano materiał badawczy w celu przygotowania ekstraktów z części nadziemnej i korzeni. Część roślin pozostawiono na poletkach w celu zebrania nasion.

Połowę każdej próby materiału z części nadziemnej i korzeni roślin cięto na fragmenty o długości 2-3 cm i poddano suszeniu w temp. 30 °C. Z pozostałej części świeżej masy roślinnej wyciśnięto sok wyciskarką firmy Meku typ R32.

Sok z roślin przesączono przez sito o porach wielkości 0,25 mm i zamrożono w temp. -20 °C. Świeżą masę korzeni zmielono w młynku laboratoryjnym, a następnie naważki 20 g zalano 80 ml wody destylowanej lub 70% metanolem i wytrząsano 1 godzinę.

Rozdrobiony materiał roślinny części nadziemnej badanych odmian gorczycy białej i rzodkwi oleistej po wysuszeniu i zmieleniu podawano także ekstrakcji w aparacie Soxhleta. Odważono po 4 g suchego materiału roślinnego do celulozowych gilz. W trakcie ekstrakcji użyto 120 ml 99% chlorku metylenu. Czas ekstrakcji wynosił 4 godziny. Z otrzymanych ekstraktów odparowywano chlorek metylenu, a osad zawieszano w 3 ml 99% metanolu. Otrzymane ekstrakty metanolowe zamrożono w temperaturze -20°C. Autorzy zdecydowali się także na ocenę sanitarnego działania substancji zawartych w biomacie barszczu Sosnowskiego. Materiał badawczy przywieziono z okolicy miejscowości Minikowo i Chrzastowo, koło Nakła. Z uwagi na wielkość i zdrewnienie rośliny, do badań wykorzystano ogonki liściowe, z których wyciskano sok. Część roślin wysuszono, a następnie zmielono i poddano ekstrakcji w aparacie Soxhleta, analogicznie jak to czyniono wcześniej w przypadku gorczycy białej i rzodkwi oleistej.

3. PRZEPROWADZONE BADANIA

3.1. *Polymyxa betae*

Doświadczenie celem oceny wpływu badanych ekstraktów na *Polymyxa betae* założono w systemie imersyjno-piaskowym opracowanym i zastosowanym wcześniej na potrzeby realizacji Programu Wieloletniego IHAR-PIB na lata 2015-2020, zad. 2.4. System ten został opisany po raz pierwszy przez Paul i in. (1993) do oceny odporności na rizomanię siewek buraka cukrowego. W niniejszym doświadczeniu inokulum stanowiły korzenie roślin zasiedlonych przez wektor przenoszący wirusa nekrotycznego żółknięcia nerwów buraka BNYVV, roztarte homogenizatorem ręcznym w roztworze odżywczym Steinera w proporcji



0,3 ml korzeni na 200 μ l roztworu. Roztarty materiał przenoszono następnie do 50 ml butelek, do których wprowadzano nieporażone ok. 3 tygodniowe siewki buraka cukrowego odmiany Japola (5 roślin na butelkę). W przypadku oceny wpływu badanych ekstraktów na patogeny wyżej opisane inokulum przed wprowadzeniem do butelki poddawano uprzedniemu traktowaniu danym ekstraktem w objętości od 50 μ l do 1 ml, zależnie od zastosowanego ekstraktu/mieszanki (50, 100, 200, 500, 1000 μ l) przez 24h w 37 °C, a następnie takie inokulum przenoszono do butelek doświadczalnych. Stosowano również materiał z części nadziemnych/korzeni roślin utarty w ciekłym azocie w ilości 0,3 g na inokulum. Doświadczenia utrzymywano w klimatyzowanym pomieszczeniu laboratoryjnym przy kontrolowanej temperaturze 22/17 °C (dzień/noc) przy fotoperiodzie naturalnym. Tabela 1 zawiera szczegółowy wykaz kombinacji doświadczeń zastosowanych celem oceny wpływu badanych ekstraktów na *Polymyxa betae*. Rośliny stanowiące materiał do pobrania inokulum wysiewano w kuwetach do ziemi stanowiącej mieszaninę 1:1:1 ziemi rizomaniowej (z wektorem zasiedlonym głównie przez patotyp A wirusa), uniwersalnego podłoża ogrodniczego oraz wyautoklawowanego piasku. Korzenie pobierano po 1,5 miesiąca wzrostu w porażonej ziemi. Rośliny odmiany Japola przeznaczone do traktowania ekstraktami w butelkach doświadczalnych wysiewano do podłoża uniwersalnego w kuwetach. Doświadczenia kuwetowe utrzymywano w fotoperiodzie 12 h dzień/12 h noc przy kontrolowanej temperaturze 22/17 °C (dzień/noc). Po 3, 4 i 5 tygodniach od momentu założenia doświadczenia w warunkach porażenia pobierano naważki korzenia ok. 100 mg do dalszych analiz. Materiał pobrany wymrażano w ciekłym azocie i przechowywano w - 80 °C.

Tab. 1. Zestawienie doświadczeń z płynnymi ekstraktami pozyskanymi z roślin oraz doświadczeń enzymatycznych (enzym mirozynaza + glukozynolan sinigryna)

Nazwa rośliny	Typ ekstraktu / mieszaniny	Dawka*			
		50 μ l	100 μ l	500 μ l	1000 μ l
Gorzycza biała, odmiana 'Bardena'	Sok z części nadziemnej rośliny/ Ekstrakt metanolowy (75°C) z korzeni, Ekstrakt metanolowy z części nadziemnej (aparatus Soxhleeta)	50 μ l	100 μ l	500 μ l	1000 μ l
Gorzycza biała, odmiana 'Concerta'	Sok z części nadziemnej rośliny/ Ekstrakt metanolowy (75°C) z korzeni	50 μ l	100 μ l	500 μ l	1000 μ l
Rzodkiew oleista, odmiana 'Colonel'	Sok z części nadziemnej rośliny/ Ekstrakt metanolowy (75°C) z korzeni, Ekstrakt metanolowy z części nadziemnej (aparatus Soxhleeta)	50 μ l	100 μ l	500 μ l	1000 μ l
Rzodkiew oleista, odmiana 'Romesa'	Sok z części nadziemnej rośliny/ Ekstrakt metanolowy (75°C) z korzeni, Ekstrakt metanolowy z części nadziemnej (aparatus Soxhleeta)	50 μ l	100 μ l	500 μ l	1000 μ l
Gorzycza biała, odmiana 'Bardena'	Część nadziemna/korzeń utarty w ciekłym azocie	0,3 g			
Gorzycza biała, odmiana 'Concerta'	Część nadziemna/korzeń utarty w ciekłym azocie	0,3 g			
Rzodkiew oleista, odmiana 'Colonel'	Część nadziemna/korzeń utarty w ciekłym azocie	0,3 g			
Rzodkiew oleista,	Część nadziemna/korzeń utarty w ciekłym	0,3 g			



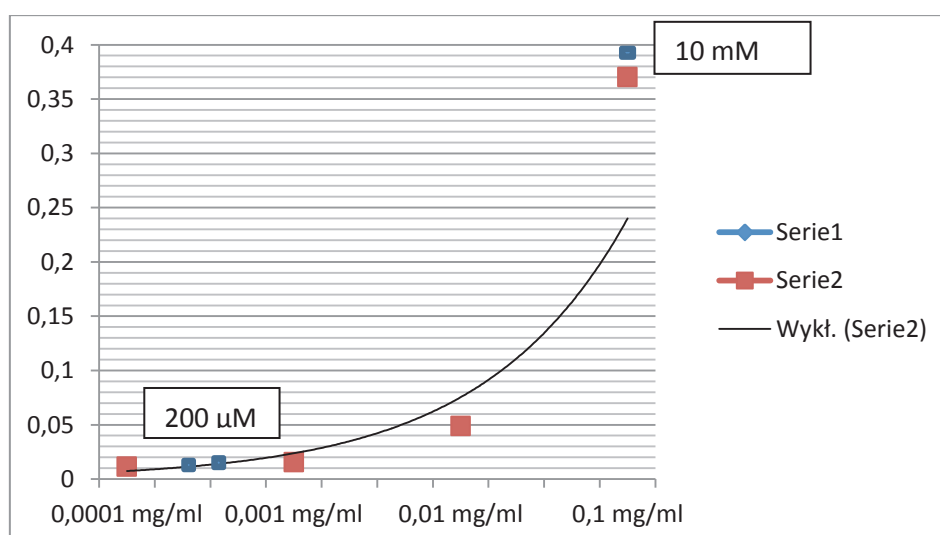
odmiana 'Romesa'	azocie					
X	Mirozyna + sinigryna 200 μ M (inkubacja w 25 °C przez 1h)	1000 μ l				
	Mirozyna + sinigryna 10 mM (inkubacja w 37 °C przez 1h)	50 μ l	100 μ l	200 μ l	500 μ l	1000 μ l
	Mirozyna + sinigryna 17,5 mM (inkubacja w 37 °C przez 1h)	50 μ l	100 μ l	200 μ l	500 μ l	1000 μ l

* W przypadku obserwacji mikroskopowych stosowano objętości 1/1 ekstrakt/zawiesina zoospor.

Do oceny porównawczej warunków doświadczenia założono równocześnie następujące doświadczenia kontrolne:

- 1) kontrola pozytywna - rośliny rosnące w roztworze odżywczym Steinera w obecności inokulum korzeni,
- 2) kontrola negatywna - rośliny rosnące w roztworze odżywczym Steinera,
- 3) kontrola eksperymentalna ekstraktów - mieszanina substancji aktywnych występujących w badanych ekstraktach, tj. enzymu - mirozyny (tioglukozydaza z *Sinapis alba*) oraz substratu - sinigryny (SIGMA-ALDRICH).

Stężenia substratu oraz enzymu w mieszaninie kontrolnej zostały ustalone eksperymentalnie poprzez ocenę stopnia hydrolizy substratu na podstawie ilości uwolnionej glukozy (reakcja GOD-PAP, Aqua-med). Na rysunku 1 przedstawiono zastosowane stężenia efektywnie przyczyniające się do wzrostu stężenia glukozy w doświadczeniu kontrolnym. Ostatecznie zastosowano większe stężenie komponentów reakcji (17,5 mM sinigryna), ponieważ przyczyniło się ono do dalszego wzrostu absorbancji o około 28% wartości początkowej, podczas gdy stężenie czterokrotnie większe przyczyniały się do wzrostu jedynie o około 37% w/w wartości. Jednostki enzymu dostosowano w oparciu o wskazania, iż 1 jednostka enzymu powoduje hydrolizę 1 μ mola sinigryny w 1 minutę (Shikita i in. 1999).



Rys. 1. Krzywa wzorcowa GOD-PAP dla reakcji kontrolnych (absorbancja dla długości fali 500 nm względem stężenia glukozy). Serie 1 reakcje badane - wartości absorbancji 0,0135 oraz 0,0151 dla 200 μ M sinigryny oraz 0,388 dla 10 mM sinigryny. Serie 2 wzorzec glukozy.



3.1.1. Zakres badań

Analizy molekularne

Celem oceny wpływu badanych ekstraktów na zasiedlenie korzeni przez *Polymyxa betae* i zdolność do przenoszenia BNYVV przez *P. betae* przeprowadzono molekularną detekcję w/w patogenów z korzeni roślin rosnących w obecności ekstraktów w toku reakcji RT-PCR. Z ok. 100 mg naważek korzeni wykonano izolację RNA metodą oczyszczania na kolumnkach z zastosowaniem zestawu RNeasy Plant Mini Kit (Qiagen), zgodnie z protokołem producenta. Czystość i stężenie RNA było oceniane spektrofotometrycznie z zastosowaniem NanoDrop 2000c (Thermo Scientific). Jakość oceniano na 1,2% żelu agarozowym (DNA Gdańsk) na bazie TAE z dodatkiem 5% podchlorynu sodu (Aranda i in. 2012). Syntezę cDNA prowadzono z zastosowaniem 300 ng RNA w 20 µl objętości reakcji. Pozostałe komponenty reakcji stanowiły: starter oligo(dT)₁₈ (Genomed), mieszanina dNTP 10 mM każdego (Thermo Scientific), 5x RT bufor (Thermo Scientific), inhibitor RNaz RiboLock™ (Thermo Scientific) oraz odwrotna transkryptaza RevertAid™ (Thermo Scientific) w stężeniach oraz warunkach termicznych opisanych przez producenta.

RT-PCR prowadzono z użyciem 2 µl uzyskanej w pierwszym etapie matrycy cDNA oraz następujących substratów: MgCl₂ (Thermo Scientific; finalne stężenie: 3,125 mM), dNTP (Thermo Scientific; finalne stężenie: 0,25 mM), startery (Genomed; 1,25 µM), polimeraza DreamTaq (Thermo Scientific; 0,05 u/µl), 10x Taq bufor z (NH₄)₂SO₄ (Thermo Scientific; 1x) oraz woda bez RNaz (GenoPlast Biochemicals) do 10 µl. W niniejszym doświadczeniu prowadzono amplifikację sekwencji specyficznych wektora oraz wirusa zgodnie z metodyką opisaną przez Meunier i in. (2003).

Produkty reakcji rozdzielano na 1,5% żelu agarozowym wybarwionym bromkiem etydyny (Promega; 0,5 µg/ml) przy napięciu 5V/cm żelu. Wielkość produktów szacowano w systemie dokumentacji Gel Doc™ 2000 (Bio-Rad Laboratories Srl) z zastosowaniem programu Quantity One, wersja 4.0.3, przez odniesienie do markera wielkości DNA 3000 bp DNA Ladder (GenoPlast Biochemicals). Ocenie podlegała obecność specyficznych produktów reakcji oraz względna intensywność uzyskanych produktów w stosunku do kontroli (kategorie: wyższa, niższa, porównywalna).

Obserwacje mikroskopowe

Dla zbadania wpływu badanych ekstraktów na zachowanie *P. betae* uzyskano zawiesinę zoospor w roztworze odżywczym Steinera, zgodnie z metodyką opisaną przez Paul i in. (1993). Obserwacje prowadzono w mikroskopie odwróconym (OLYMPUS CK2) na płytkach hodowlanych 6-dołkowych (NEST). Tak uzyskaną zawiesinę zoospor poddawano działaniu uzyskanych ekstraktów w stosunku objętościowym 1:1 i inkubowano przez 24h w 37 °C, a następnie prowadzono obserwacje morfologii oraz ruchu zoospor w badanych mieszaninach w komorach na szkiełkach nakrywkowych Lab-Tek™ (Nunc™). Celem weryfikacji obecności komórek z uszkodzoną błoną, prawdopodobnie podlegających śmierci prowadzono barwienie przyżyciowe błękitem trypanu.

Na wstępnym etapie prowadzonych obserwacji prowadzono również znakowanie form przetrwalnych na płytkach hodowlanych 6-dołkowych przeciwciałem poliklonalnym przeciwko BNYVV oraz koniugatem przeciwciała drugorzędowego z alkaliczną fosfatazą.



Detekcja następowała przez dodanie substratu dla AP, fosforan paranitrofenyłu pNPP (SIGMA-ALDRICH). Potwierdzenie obecności form żywych, aktywnie poruszających się, czyli zoospor możliwe było na podstawie wybranych cech morfologicznych, w szczególności natomiast występowania wici oraz średniej wielkości zgodnej z opisywaną w przedziale 4 - 7 μm .

3.1.2. Wyniki badań

Analizy molekularne

Przeprowadzone doświadczenia wskazują, iż w porównaniu do doświadczenia kontrolnego po zastosowaniu badanych ekstraktów dochodziło do ograniczenia wykrywalnej ilości *P. betae* w większości przypadków poza sproszkowanymi ekstraktami uzyskanymi z badanych materiałów roślinnych poprzez roztarcie w ciekłym azocie. Najskuteczniejsze z dotychczas przetestowanych ekstraktów były mieszanina kontrolna mirozynaza z sinigriną 17,5 mM w dawce 500 μl oraz ekstrakty metanolowe z korzeni, jak również świeże soki. Ograniczenie wykrywalnej ilości *P. betae* nie zawsze było jednak równoznaczne z zapobiegnięciem infekcji wirusem BNYVV.

Obserwacje mikroskopowe

Mikroskopowe obserwacje wydają się potwierdzać uzyskane wyniki molekularne, wskazując, że:

- 1) w doświadczeniu kontrolnym w zawieszynie obserwowano obecność dużej ilości żywych, szybko poruszających się zoospor *P. betae* o typowej morfologii, posiadających wici;
- 2) w doświadczeniu kontrolnym na płytkach hodowlanych 6-dołkowych obserwowano tworzenie form spoczynkowych/przetrwalnych wykazujących pozytywną reakcję na BNYVV po barwieniu substratem alkalicznej fosfatazy;
- 3) w wyniku zastosowania mieszaniny kontrolnej mirozynaza/17,5 mM sinigrina najprawdopodobniej doszło do rozpadu komórek *P. betae*, być może wskutek śmierci komórki - na płytkach hodowlanych obserwowano głównie nieregularne fragmenty komórkowe, brak zoospor żywych o typowej morfologii;
- 4) pod wpływem soków z łądyg oraz ekstraktów metanolowych z korzeni i łądyg badanych odmian gorczycy białej i rzodkwi oleistej dochodziło do znaczącego ograniczenia zdolności do aktywnego przemieszczania się zoospor, często obserwowano komórki o nieregularnym kształcie, obkurczone oraz formy spoczynkowe, niejednokrotnie dochodziło do barwienia komórek błękitem trypanu;
- 5) zastosowanie soków i ekstraktów metanolowych mogło przyczynić się do wzmożonego tworzenia form spoczynkowych, ograniczenia zdolności do aktywnego przemieszczania się wektora i śmierci komórki.

3.1.3. Podsumowanie

1. Zoospory *P. betae* wykazały się wrażliwością na działanie wybranych spośród badanych ekstraktów, szczególnie w przypadku dawek zastosowanych bezpośrednio na kulturę zoospor (obserwacje mikroskopowe). Detekcja molekularna wskazuje, iż ograniczenie *P. betae*



w zawieszynie pod działaniem ekstraktów jest możliwe, ale ze względu na niejednoznaczne wyniki uzyskane dla niektórych prób wskazane jest powtórzenie eksperymentu.

2. Zastosowanie ekstraktów gorczyicy białej i rzodkwi oleistej może wpłynąć na zmniejszenie zasiedlenia korzeni buraka cukrowego przez *P. betae*, jednak ponieważ uzyskane wyniki bazują na pojedynczym eksperymencie badawczym konieczna jest dalsza ich weryfikacja, jak również ocena zasiedlenia korzeni w późniejszym etapie od momentu traktowania. Obserwacje mikroskopowe prowadzone w dłuższym czasie pozwolą na bardziej precyzyjną weryfikację zakresu tworzenia form przetrwalnych/śmierci komórek.

3. Przed zastosowaniem wybranego ekstraktu jako preparatu doglebowego bądź składnika otoczki nasion buraka cukrowego konieczne jest opracowanie najbardziej skutecznej postaci. Z przetestowanych mieszanin/ekstraktów najbardziej skuteczna wydaje się mieszanina 17,5 mM sinigryny z mirozyną.

3.2. *Aphanomyces cochlioides*, *Cercospora beticola* i *Rhizoctonia solani*

3.2.1. Działanie ekstraktów na *A. cochlioides*, *C. beticola* i *R. solani*

Eksperyment polegał na sprawdzeniu działania otrzymanych ekstraktów roślinnych pozyskanych ze świeżej masy części nadziemnych i korzeni, suchej masy części nadziemnych (metodą ekstrakcji w aparacie Soxhleta) oraz nasion na ograniczenie wzrostu wybranych patogenów w uprawie buraka cukrowego. Przygotowane wcześniej ekstrakty rozmrożono i wysterylizowano przez filtrację. Jako nośnik wyciągu użyto sterylne krążki z bibuły o średnicy 6 mm, na które naniesiono po 20 µl ekstraktu. W eksperymencie użyto *A. cochlioides*, *R. solani* AG2 i AG4 oraz *C. beticola* pozyskane z buraka cukrowego. Doświadczenie przeprowadzono w szalkach Petriego. Patogeny pasażowano na pożywkę Potato Dextrose Agar (PDA) na które wyłożono przygotowane krążki, nasączone ekstraktem. Szalki przetrzymywano w temp. 24 °C. Co 24, 48 i 72 godziny obserwowano wpływ badanego ekstraktu na przerastające powierzchnię pożywki patogeny.

Działanie ekstraktów pozyskanych z suchego materiału roślinnego części nadziemnej przeprowadzono analogicznie jak dla sprawdzenia działania ekstraktu z korzeni badanych roślin kapustowatych. Jako dodatkowy wariant doświadczalny zastosowano dodatek do ekstraktów syntetycznej mirozyny. Kontrolę stanowił wariant z zastosowaniem pożywki PDA bez dodatku ekstraktu roślinnego.

3.2.2. Wyniki badań

Spośród testowanych ekstraktów właściwości fungistatyczne wykazał ekstrakt z rzodkwi oleistej odmiany Romesa. Przeprowadzone doświadczenie sprawdzające działanie otrzymanych preparatów biologicznych wykazało grzybostatyczne działanie wyciągu ze świeżej i suchej części nadziemnej tej odmiany, w odniesieniu do grzyba *C. beticola*. W przypadku pozostałych ekstraktów nie stwierdzono jednoznacznego wpływu na rozwój *A. cochlioides*, *R. solani* i *C. beticola*. Również stosowanie mirozyny nie poprawiło w widoczny sposób właściwości grzybobójczych badanych ekstraktów.

Wyniki badań ekstraktów z barszczu Sosnowskiego, z uwagi na bardzo dużą zmienność rejestrowanych efektów, nie zamieszczono w sprawozdaniu. Autorzy planują



powtórzenie testów, celem jednoznacznego określenia działania substancji zawartych w biomase tego gatunku rośliny na poszczególne patogeny buraka cukrowego.

Obserwacje poczynione podczas prowadzenia eksperymentów z określaniem działania ekstraktów na badane patogeny są zachęcające do kontynuowania prac i wykorzystania zdobytej już wiedzy. Różnorodność każdego z patogenów skłania do przeprowadzenia kolejnych badań z zastosowaniem zmodyfikowanej metodyki i bardziej zróżnicowanej koncentracji testowanych ekstraktów.

Przeprowadzono ponadto test zatrutego podłoża z substancjami kontrolnymi wpływającymi na rozwój grzybów. W teście zastosowano następujące produkty: Miedzian 50WP i Siarkol Extra 80WP (środki ochrony roślin dopuszczone do stosowania w ekologicznej uprawie roślin) oraz Amistar (środek ochrony roślin dopuszczony do stosowania w tradycyjnej uprawie ziemniaka). Po 48 godzinach wszystkie trzy zastosowane środki wykazały hamujące działanie na wzrost badanych patogenów. W przypadku *A. cochlioides* i *C. beticola* nie zaobserwowano w ogóle wzrostu, natomiast w przypadku grzyba *R. solani* przyrost grzybni był wyraźnie ograniczany przez zastosowane substancje.

3.2.3. Podsumowanie

Ekstrakty z części nadziemnej rzodkwi oleistej odmiany Romesa charakteryzowały się wyraźnym efektem ograniczania wzrostu grzyba *C. beticola*. W przypadku pozostałych ekstraktów nie udowodniono jednoznacznej reakcji testowanych grzybów fitopatogennych na roztwory uzyskane z biomasy badanych roślin i zastosowane ich stężenia.

Zastosowane jako obiekty kontrolne, chemiczne środki ochrony roślin dopuszczone do stosowania w ekologicznej uprawie roślin (Miedzian 50WP i Siarkol Extra 80WP), hamowały rozwój *A. cochlioides*, *C. beticola* i *R. solani*.

3.3. *Globodera rostochiensis* (mątwik ziemniaczany)

3.3.1. Działanie ekstraktów na cysty *G. rostochiensis*

Eksperyment polegał na ocenie działania ekstraktów roślinnych na stymulację wylęgu larw z cyst mątwika ziemniaczanego. Przygotowane wcześniej ekstrakty rozmrożono i wysterylizowano przez filtrację (filtr strzykawkowy, średnica porów 0,22 µm). W pierwszym etapie badań użyto 96-dołkowe płytki titracyjne, w których umieszczono cysty mątwika i zalano 5-krotnie i 10-krotnie rozcieńczonymi ekstraktami otrzymanymi ze świeżej masy badanych roślin. Jako kontrolę pozytywną użyto dyfuzat korzeniowy z pomidora, kontrolę negatywną stanowiła próba z wodą demineralizowaną. Modyfikacją metody było zastosowanie komór hodowlanych i woreczków nylonowych, wykonanych z materiału nylonowego o wielkości porów 0,22 mm, w których zamykano po 20 sztuk cyst. Woreczki umieszczano w komorach hodowlanych i zalewano 5-krotnie rozcieńczonymi sterylnymi ekstraktami. W odstępach 3-4 dniowych dokonywano przeniesienia woreczków z cystami do nowego roztworu ekstraktu. Badania wykonano w dwóch powtórzeniach. Obserwacje przeprowadzono przy pomocy mikroskopu odwróconego zliczając larwy inwazyjne, które wyostały się z cyst pod wpływem działania roztworu ekstraktu lub dyfuzatu korzeniowego. Po 18 dniach eksperymentu sprawdzano żywą zawartość cyst zamkniętych w woreczkach.



Badanie metanolowego ekstraktu ze zmielonych korzeni gorczycy białej i rzodkwi oleistej przeprowadzono z użyciem nośników bibułowych. W celu wykluczenia toksycznego działania metanolu na cysty użyto nośnik ekstraktu w postaci bibuły o wymiarach 15 mm na 15 mm. Nośnik nasączono 100 μ l dwukrotnie rozcieńczonego ekstraktu i powietrznie wysuszono. Działanie ekstraktów z korzeni testowano w komorach hodowlanych do obserwacji przyżyciowej. 20 sztuk cyst zamknięto w woreczkach nylonowych. Woreczki umieszczano w komorach hodowlanych i zalano 1 ml wody demineralizowanej. Następnie dodawano nośniki z ekstraktem. Kontrolę pozytywną stanowił nośnik bibułowy nasączony dyfuzatem korzeniowym pomidora. Kontrolę negatywną stanowiła próba z nośnikiem bibułowym bez dodatku ekstraktu/dyfuzatu. Woreczki z cystami przekładano do nowych komór hodowlanych z dodatkiem nośnika nasączonego ekstraktem/dyfuzatem w odstępach 1 tygodnia.

Działanie ekstraktów pozyskanych z suchego materiału roślinnego części nadziemnej (z aparatu Soxhleta) testowano analogicznie jak przy sprawdzaniu działania ekstraktu z korzeni badanych roślin kapustowatych. Jako kolejny wariant doświadczalny zastosowano dodatek do ekstraktów syntetycznej mirozyny. W odstępach 3 dniowych woreczki z cystami przekładano do nowych komór hodowlanych i dodawano świeżo przygotowany nośnik z ekstraktem. Obserwacje komór hodowlanych prowadzono przy użyciu mikroskopu odwróconego. Jako kontrolę pozytywną zastosowano nośnik bibułowy nasączony dyfuzatem korzeniowym pomidora. Kontrolę negatywną stanowił wariant z zastosowaniem nośnika bibułowego bez dodatku ekstraktu roślinnego.

3.3.2. Działanie ekstraktów na larwy inwazyjne *G. rostochiensis*

Działanie ekstraktów ze świeżej masy roślin na formy inwazyjne mątwika przeprowadzono w 96-dołkowych płytkach titracyjnych. Materiał doświadczalny stanowiły larwy mątwika ziemniaczanego otrzymane po działaniu dyfuzatu korzeniowego pomidora, które przeniesiono do dołków płytek titracyjnych. Następnie do zawiesin larw dodano ekstrakty ze świeżej masy badanych odmian gorczycy białej i rzodkwi oleistej oraz barszczu Sosnowskiego (część nadziemna). Jako końcowe stężenie użyto 5-krotnie i 10-krotnie rozcieńczone ekstrakty ze świeżej masy. Kontrolę pozytywną stanowiły próby z dodatkiem sinigriny i mirozyny. Jako kontrolę negatywną zastosowano wodę destylowaną. Płytki przeglądano pod mikroskopem odwróconym po 1, 2, 3 i 7 dniach. Działanie metanolowych ekstraktów roślinnych na larwy inwazyjne mątwika ziemniaczanego przeprowadzono analogicznie jak dla testowania działania ekstraktów na cysty. Komory hodowlane przeglądano po 1, 24 i 48 godzinach. Wyniki przedstawiono w procentach larw żywych.

3.3.3. Wyniki badań

Wyniki badań działania ekstraktów otrzymanych ze świeżych roślin, z uwagi na szybkie narastanie zanieczyszczeń biologicznych w dołkach płytek titracyjnych zalanych ekstraktem nie dały jednoznacznych wyników. Skuteczniejszą metodą badania oddziaływania ekstraktów na cysty mątwika okazała się metoda z zastosowaniem woreczków nylonowych umieszczanych w komorach hodowlanych do obserwacji przyżyciowej. Metoda ta pozwoliła na ograniczenie silnego namnażania mikroorganizmów w przeglądanych próbach, co ułatwiło



dokonywanie obserwacji. Otrzymane wyniki wskazują na brak oddziaływania badanych ekstraktów otrzymanych ze świeżej masy na stymulację wylęgu larw z cyst mątwika ziemniaczanego. Jednocześnie zastosowana metodyka pozwoliła stwierdzić brak działania toksycznego badanych ekstraktów na żywą zawartość cyst. Porównując zachowanie się cyst w roztworach wodnych ekstraktów roślinnych odnotowano działanie hamujące wyląg larw względem kontroli negatywnej (woreczki z cystami w wodzie).

Działanie ekstraktu metanolowego korzeni nie spowodowało wylęgu larw z cyst mątwika. Podobnie jak w przypadku roztworów wodnych ekstraktów, wyląg larw w kontroli negatywnej był wyższy. Również działanie ekstraktów otrzymanych z suchej masy (aparatus Soxhleta) nie spowodowały wylęgu larw z cyst mątwika. Obserwacja zawartości woreczka po zakończeniu eksperymentu nie potwierdziła działania toksycznego ekstraktów na żywą zawartość cyst.

Po 1 dniu od dodania ekstraktu z części nadziemnej roślin kapustowatych do zawiesiny zawierającej larwy mątwika zarejestrowano różnice w działaniu badanych wyciągów. Najwięcej larw żywych obserwowano po działaniu ekstraktu z gorzycy białej odmiana Bardena, najmniej po dodaniu ekstraktu z rzodkwi oleistej odmiana Romesa. W 2, 3 dniu po dodaniu ekstraktów do zawiesiny larw mątwika we wszystkich próbach nie stwierdzono obecności larw żywych. Wyjątek stanowiła próba z dodatkiem ekstraktu z rzodkwi oleistej odmiany Romesa 10-krotnie rozcieńczonego. Po 7 dniach nie było już larw żywych w badanych próbach. Wodne ekstrakty z korzeni gorzycy białej i rzodkwi oleistej spowodowały nieznaczny spadek ilości żywych larw. Podobnie obserwacje zanotowano po dodaniu wodnego ekstraktu z barszczu Sosnowskiego do studzienek z larwami mątwika. Procent żywych larw w tych próbach wynosił około 90%.

Użycie ekstraktów metanolowych otrzymanych z suchej masy części nadziemnej nie wykazało działania biobójczego na larwy mątwika. Po 48 godzinach kontaktu nicieni z ekstraktami wszystkie obserwowane larwy były żywe.

3.3.4. Podsumowanie

Przeprowadzone eksperymenty wykazały niejednoznaczne działanie użytych do badań ekstraktów. Dotychczasowa wiedza dotycząca wykorzystania ekstraktów roślinnych w biologicznej ochronie roślin przed nicieniami jest niewielka. Doświadczenie i umiejętności praktyczne nabyte w trakcie testowania działania ekstraktów na cysty i larwy nicieni mątwika ziemniaczanego stanowią dobrą bazę do prowadzenia dalszych badań w tym zakresie. Trudności metodologiczne wynikające z biologii nicienia oraz ograniczenia czasowe projektu motywują do przeprowadzenia kolejnych badań z zastosowaniem innych koncentracji przygotowanych ekstraktów. Zasadne byłoby również uwzględnienie użycia ekstraktów z innych roślin oraz poszerzenie spektrum działania ekstraktów na inne nicienie występujące w uprawie ziemniaków.

3.4. Działanie ekstraktów roślinnych na bakterie *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Cms) i *Pectobacterium wasabiae* (Pw1M13)

Przeprowadzono dodatkowe, nieplanowane, doświadczenie sprawdzające działanie otrzymanych ekstraktów (z suchej masy metodą ekstrakcji w aparacie Soxhleta) na wybrane



bakterie chorobotwórcze ziemniaka. Jako nośnik ekstraktu zastosowano sterylne krążki z bibuły o średnicy 6 mm, na które naniesiono po 20 µl ekstraktu. W eksperymencie użyto bakterie *Cms* szczep NCPPB 4053 oraz środowiskowy szczep *PwIM13* wyosobniony z bulwy ziemniaka (kolekcja bakterii chorobotwórczych ziemniaka IHAR-PIB w Młochowie). Zawiesiny bakteryjne *Cms* i *PwIM13* o koncentracji $2,5 \times 10^3$ -jtk/ml wysiano na podłoże YPGA w postaci posiewu murawowego. Na powierzchnie płytek wyłożono przygotowane krążki, nasączone ekstraktem. Obserwacje i pomiar stref zahamowania wzrostu bakterii dokonywano po 1 dniu (dla *PwIM13*) i w 7 dniu od posiania (*Cms*).

Zaobserwowano różnice działania ekstraktów na bakterie. Bakterie *PwIM13* wykazywały dużą odporność na działanie ekstraktów. Obecność krążka nasączonego ekstraktem nie wpływała na wzrost tych bakterii. W przypadku *Cms* odnotowano wyraźne strefy zahamowania wzrostu w obrębie krążków wyłożonych na pożywki. Każdy z użytych ekstraktów oddziaływał na *Cms*, przy czym największe promienie wokół krążków obserwowano dla ekstraktów z rzodkwi oleistej oraz barszczu Sosnowskiego. Wstępne wyniki potwierdzają działanie bakteriobójcze otrzymanych ekstraktów i zachęcają do przeprowadzenia dalszych badań w tym zakresie.

4. STWIERDZENIA I WNIOSKI

1. Wykazano potencjał cytotoksyczny mieszaniny kontrolnej enzym-substrat (mirozynaza z sinigryną), jak również badanych ekstraktów na *P. betae* w stadium zoospor. Uzyskane wyniki sugerują zatem, że zastosowanie ekstraktów gorczycy białej i rzodkwi oleistej może wpłynąć na zmniejszenie zasiedlenia korzeni buraka cukrowego przez *Polymyxa betae*, jednak wskazana jest dalsza weryfikacja w toku kolejnych powtórzeń. Ocena zasiedlenia korzeni roślin przez wektora BNYYV w późniejszym etapie od momentu traktowania, jak również bardziej precyzyjna ilościowa weryfikacja zakresu tworzenia form przetrwalnych/śmierci indukowanej ekstraktami może pozwolić na wybranie najbardziej skutecznej postaci oraz dawki ekstraktu do dalszych zastosowań.
2. Ekstrakt ze świeżej i z suchej masy części nadziemnej rzodkwi oleistej odmiany Romesa odznaczał się właściwościami grzybobójczymi w stosunku do *C. beticola*. Stwierdzono działanie hamujące rozwój *A. cochlioides*, *C. beticola* i *R. solani* po zastosowaniu roztworów zawierających Miedzian 50WP lub Siarkol Extra 80WP.
3. Zarejestrowane działanie antymatwikowe ekstraktów ze świeżej masy części nadziemnych roślin z rodziny kapustowatych motywuje do skupienia większej uwagi na efekcie biobójczym wyciągów roślinnych na larwy inwazyjne nicieni w glebie, niż na mechanizmie stymulującym wylęg larw z cyst. Stanowi ono poza tym dobrą merytoryczną podstawę do dalszych prac badawczych poszerzających zakres wiedzy



w danej tematyce prowadzącej do przyjaznych dla środowiska zastosowań z zakresu ochrony roślin w produkcji ziemniaka.

4. Uzyskane w 2016 roku wyniki badań autorów projektu wskazują na to, że ekstrakty z biomasy wybranych, testowanych roślin będą mogły zostać wykorzystane w praktyce rolniczej do ograniczenia nasilenia występowania trudnych do zwalczania grzybów polifagicznych, bakterii chorobotwórczych i nicieni groźnych dla buraka cukrowego i ziemniaka. Konieczne jest jednak potwierdzenie uzyskanych, pozytywnych i negatywnych wyników badań w kolejnym roku, umożliwiającym powtórzenie serii doświadczeń i opracowanie zalecanych dla rolników skutecznych stężeń roztworów, a także przygotowanie do wdrożenia nowych metod ochrony roślin do praktyki rolniczej.
5. W trakcie kontynuacji i dalszych badań celowym byłoby przetestowanie działania różnych stężeń uzyskanych ekstraktów z roślin kapustowatych i selerowatych (baldaszkowatych) na badane już agrofagi, a także na *Cms* i inne nicienie występujące w uprawie roślin okopowych.

CYTOWANE PIŚMIENICTWO

- Aranda P.S., LaJoie D., Jorcyk C.L. 2012. Bleach gel: A simple agarose gel for analyzing RNA quality. *Electrophoresis* 33: 366-369.
- Blažević I., Radonić A., Mastelić J., Zekić M., Skočibušić M., Maravić A. 2010. Hedge mustard (*Sisymbrium officinale*): chemical diversity of volatiles and their antimicrobial activity. *Chemistry & Biodiversity*; 7:2023–2034.
- Chitwood D.J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annu. Rev. Phytopathol.*; 40: 221–249.
- Daub M., Westphal A. 2011. Integriertes Nematodenmanagement in Fruchtfolgesystemen mit Zuckerrüben. *Sugar Industry*; 9:41–50.
- Heijbroek W., Munning R.G., Swinkels L.P.J.C. 1998. The effects of trap crops, flower mixtures and bare fallow, grown as a rotational set aside on nematodes and fungal pathogens in soil. In: 61st IIRB Congress, 11-12 February 1998, Brussels, Belgium. Abstract book: 71–85.
- Meunier A., Schmit J.-F., Stas A., Kutluk N., Bragard C. 2003. Multiplex reverse transcription-PCR for simultaneous detection of *Beet Necrotic Yellow Vein Virus*, *Beet Soilborne Virus*, and *Beet Virus Q* and their vector *Polymyxa betae* KESKIN on sugar beet. *Appl. Environ. Microbiol.* 69: 2356-2360.
- Naraghi L., Heydari A., Askari H., Pourrahim R., Marzban R. 2014. Biological control of *Polymyxa betae*, fungal vector of rhizomania disease of sugar beets in greenhouse conditions. *J Plant Prot Res*; 54:109–114.
- Nowakowski M. 2002. Proekologiczna technologia uprawy buraka cukrowego. W: Wdrażanie nowych proekologicznych technologii w zakresie produkcji roślin uprawnych. *Mat. 84/02 IUNG Puławy*; 41–84.



- Nowakowski M. 2004. Międzyplony ścierniskowe o działaniu antymatwиковym (20–24). Nawożenie (30–39). W: Ekologiczna uprawa buraka cukrowego. Red. J.Tyburski. Wyd. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego Radom. ISBN 83-89060-69-8: 63 ss.
- Nowakowski M. 2013. Przydatność gorczyicy białej i rzodkwi oleistej jako mulczu, nawozu i czynnika ochrony fitosanitarnej w uprawie buraka cukrowego. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR-PIB Nr 43, ISBN 83-891172-67-4: 150 ss.
- Pastuszevska T., Franke K., Nowakowski M. 2013. Badanie wpływu uprawy gorczyicy białej na zagęszczenie populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) w glebie. Biul. IHAR; 269: 141–148.
- Paul H., Henken B., Scholten O.E., Lange W. 1993. Use of zoospores of *Polymyxa betae* in screening beet seedlings for resistance to beet necrotic yellow vein virus. Neth. J. Plant Path., 99 Supplement 3: 151-160.
- Shikita M., Fahey J.W., Golden T.R., Holtzclaw W.D., Talalay P. 1999. An unusual case of 'uncompetitive activation' by ascorbic acid: purification and kinetic properties of myrosinase from *Raphanus sativus* seedlings. Biochem. J. 341: 725-732.
- Valdes Y., Viaene N., Perry R.N., Moens M. 2011. Effect of the green manures *Sinapis alba*, *Brassica napus* and *Raphanus sativus* on hatching of *Globodera rostochiensis*. Nematology,; 13(8): 965–975.
- Vig A.P., Rampal G., Thind T.S., Arora S. 2009. Bio-protective effects of glucosinolates—A review. LWT-Food Sci Technol; 42:1561–1572.



INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN

– PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY W RADZIKOWIE

4

Uprawa kukurydzy na różne cele użytkowania w systemie ekologicznym – badania nad doborem odmian, odżywianiem roślin, zwalczaniem szkodników i zmniejszeniem zawartości mikotoksyn

ZREALIZOWANO NA PODSTAWIE DECYZJI MINISTRA ROLNICTWA I ROZWOJU WSI
nr HORre-msz-078-3/16(219) z dnia 20.05.2016



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie

**Uprawa kukurydzy na różne cele użytkowania w systemie ekologicznym – badania nad
doborem odmian, odżywianiem roślin, zwalczaniem szkodników i zmniejszeniem
zawartości mikotoksyn**

Kierownik tematu: Dr Piotr Ochodzki

Wykonawcy:

Dr inż. Roman Warzecha, mgr inż. Monika Żurek, mgr inż. Iga Grzeszczak

CDR w Brwinowie, O/Radom:

Dr Anna Litwinow, dr Włodzimierz Stachura, Tomasz Stachowicz

ZAŁOŻENIA I CEL PROJEKTU

W ostatnich latach w Polsce uprawia się średnio około 1 miliona hektarów kukurydzy, z czego na ziarno przeznaczają się ok. 550-600 tys. ha i ok. 400 tys. ha na kiszonkę. Jednocześnie powierzchnia uprawy kukurydzy w gospodarstwach ekologicznych i w okresie przestawiania na produkcję ekologiczną wynosi jedynie nie więcej niż dwa tysiące hektarów, a mogłoby być jej wielokrotnie więcej. Brak informacji o odmianach kukurydzy odpowiednich do ekologicznej uprawy na ziarno i kiszonkę oraz brak materiału siewnego kukurydzy wytwarzanego metodami ekologicznymi są czynnikami, które w sposób zasadniczy utrudniają i hamują rozwój wybranych sektorów rolnictwa ekologicznego w Polsce. Dlatego istotne jest sprawdzenie i wskazanie rolnikom odmian o zadawalającej zdolności plonotwórczej, jakości i zdrowotności.

Ze względu na ograniczenia w stosowaniu chemicznych środków nawożenia i ochrony roślin w uprawie ekologicznej, bardzo istotna jest stabilność plonu w różnych warunkach klimatyczno-glebowych, zwiększona odporność na choroby i szkodniki, oraz niska akumulacja w ziarnie mikotoksyn, wytwarzanych głównie przez grzyby z rodzaju *Fusarium*. Nowoczesne odmiany, przystosowane do intensywnych warunków uprawy, wykazują mniejszą odporność na choroby. Z tego względu w warunkach uprawy ekologicznej należałoby badać głównie odmiany znoszące słabsze warunki glebowe i bardziej odporne na choroby grzybowe i szkodniki. W Polsce nie prowadzi się oceny odmian kukurydzy pod kątem przydatności do uprawy ekologicznej.

Podobnie jak w przypadku ziarna zbóż, cechy jakościowe kukurydzy w dużej mierze zależą od genotypu. Jednak wpływ środowiska: warunków glebowych, warunków



pogodowych panujących w okresie wegetacji oraz zastosowanej agrotechniki ma zasadnicze znaczenie dla ilości i jakości otrzymanego produktu. Plon kukurydzy w decydującej mierze zależy od zastosowanej technologii produkcji: sposobu ochrony przed chwastami i nawożenia. W warunkach rolnictwa konwencjonalnego stosowane jest intensywne nawożenie i ochrona chemiczna, której nie można stosować w rolnictwie ekologicznym. Dlatego wyników uzyskiwanych dla poszczególnych odmian w warunkach konwencjonalnych nie można bezpośrednio przekładać na warunki produkcji ekologicznej.

Mając to na względzie, IHAR-PIB prowadził w latach 2012-14 badania nad przydatnością polskich odmian mieszańcowych (F_1) i populacyjnych do uprawy w warunkach gospodarstw ekologicznych. Wyniki tych badań pokazały przydatność szeregu odmian mieszańcowych kukurydzy do uprawy w warunkach gospodarowania ekologicznego zarówno w kierunku wytwarzania kiszonki jak też ziarna. Ocena żywieniowa kiszonki uzyskanej z badanych odmian wypadła pozytywnie. Stwierdzono również względnie dobre plonowanie ziarna starych odmian populacyjnych kukurydzy. Rozmnożono szereg starych odmian populacyjnych w ilościach pozwalających na przeprowadzenie doświadczeń poletkowych, a dwie odmiany rozmnożono w roku 2014 w skali pozwalającej na przeprowadzenie doświadczeń łanowych.

Kukurydza cukrowa uprawiana jest w warunkach ekologicznych w wielu krajach. W Polsce uprawa kukurydzy cukrowej metodami konwencjonalnymi jest prowadzona na około 7500 ha, natomiast uprawa ekologiczna nie jest praktycznie prowadzona. W Polsce istnieją duże możliwości uprawy kukurydzy cukrowej w gospodarstwach ekologicznych, zarówno do przetwórstwa jak i na świeży rynek. Powstało zainteresowanie wśród producentów kukurydzy cukrowej tym tematem, czego wyrazem są zapytania kierowane do IHAR-PIB w sprawie jej uprawy. Podstawowym ograniczeniem dla podjęcia uprawy jest brak wytypowanych odmian oraz opracowań naukowych i wskazówek praktycznych dla potencjalnych producentów. Kukurydza cukrowa jest bogata w białko, cukry, a także zawiera większość witamin i mikroelementy niezbędne w zrównoważonej diecie takie jak selen, chrom, nikiel, żelazo. Kukurydza cukrowa jest bogata w błonnik, którego obecność w zbilansowanej diecie jest konieczna do zapewnienia właściwej perystaltyki jelit i odgrywa istotną rolę w profilaktyce przeciwmiażdżycowej. Ponadto, zawiera ona luteinę i zeaksantynę korzystnie wpływające na wzrok.

Reasumując, ze względu na wysoką przydatność do przetwórstwa oraz cenne wartości odżywcze, wydaje się konieczne podjęcie badań nad uprawą kukurydzy cukrowej w warunkach ekologicznych w Polsce.

Najgroźniejszym szkodnikiem kukurydzy jest omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), której żerowanie prowadzi do uszkodzenia łodyg oraz kolb. Powoduje to obniżenie plonu, zwiększa porażenie przez grzyby *Fusarium*, obniża jakość plonu oraz zwiększa zawartość szkodliwych mikotoksyn. W kukurydzy cukrowej uszkodzone kolby są całkowicie eliminowane z przetwórstwa oraz bezpośredniego spożycia.

W Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin-Państwowym Instytucie Badawczym w roku 2015 rozpoczęto drugi cykl badań polskich odmian mieszańcowych oraz pierwszy cykl badań kukurydzy cukrowej.



Cel prowadzonych badań

Celem prowadzonych w roku 2016 badań było wytypowanie odmian kukurydzy najlepiej dostosowanych do uprawy na ziarno i na kiszonkę oraz do bezpośredniego spożycia w warunkach rolnictwa ekologicznego. Oceniono również wstępnie możliwość redukcji porażenia przez omacnicę prosowiankę i obniżenie zawartości mikotoksyn w ziarnie.

Materiały i metody

W roku 2016 badano 12 odmian F₁ kukurydzy z Hodowli Roślin Smolice i Małopolskiej Hodowli Roślin i 1 odmiana populacyjna, oraz 5 odmian kukurydzy cukrowej.

Prace obejmowały ocenę plonowania odmian, porażenia przez choroby i szkodniki, jak też ich poziomu bezpieczeństwa żywnościowego - zawartości mikotoksyn w ziarnie i wartości pokarmowej.

Doświadczenia łanowo-poletkowe założono w 3 gospodarstwach ekologicznych w zróżnicowanych pod względem środowiskowym rejonach kraju:

- Pokazowym Gospodarstwie Ekologicznym CDR w Chwałowicach k. Łży
- Ekologicznym gospodarstwie rolnym w Piotrkowie Borowskim
- Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Zootechniki w Chorzelowie k. Mielca

Doświadczenia poletkowe przeprowadzono na polu ekologicznym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin- PIB w Radzikowie.

Doświadczenia zostały przeprowadzone w warunkach typowych dla gospodarstw ekologicznych, z wykorzystaniem wszystkich elementów technologii uprawy charakterystycznych dla tych gospodarstw (nawożenie, odchwaszczanie i zabiegi pielęgnacyjne). Uprawę polową w każdym punkcie doświadczalnym prowadzono zgodnie z lokalnymi metodami uprawy.

Wyniki badań

1. Badania przydatności odmian mieszańcowych (F₁) i odmian populacyjnych kukurydzy do uprawy ekologicznej na kiszonkę.

Plony zielonej masy były zróżnicowane (Tab.1-1.), i wyższe niż w roku 2015. Najwyższe plony w przypadku suchej masy uzyskano dla odmian Kosmał, Opoka i Rataj, a najwyższy plon zielonej masy uzyskano z tych samych odmian (Tab.1-1). Najślabiej plonowała odmiana populacyjna Wielkopolanka. Różnice między tą odmianą a odmianami mieszańcowymi widoczne były na etapie dojrzewania (Zdj. 1).





Zdjęcie 1. Uprawa kukurydzy w Pokazowym Gospodarstwie Ekologicznym CDR w Chwałowicach. A) Odmiana Wielkopolanka B) Odmiana Kadryl.

Stwierdzono normalny udział kolb w plonie świeżej i suchej masy, co wpływa korzystnie na jakość kiszonki. Ślady zerwania omacnicy prosowianki znajdowano 5-15% kolb. Ze względu na niesprzyjające warunki dla rozwoju grzybów objawy głowni i fuzariozy kolb obserwowano w pojedynczych przypadkach.

Tabela 1-1. Plony świeżej i suchej masy zebrane w Chwałowicach, 2016

Nazwa	Udział ziarniaków w kiszonce z całych roślin	SM łodyg [%]	SM kolb [%]	SM siewki [%]	Plon świeżej masy [dt/ha]	Plon suchej masy [dt/ha]	Udział kolb w S.M. [%]
Skarb	średni	23,3	60,0	36,6	195,9	71,7	59,4
Smolik	średni	22,4	56,0	34,0	191,5	65,2	57,2
Kosynier	średni	25,2	61,2	36,7	197,4	72,5	53,5
Rataj	średni	24,9	57,9	34,7	244,2	84,7	49,8
Dumka	średni	24,8	56,9	34,5	232,5	80,3	50,2
Opcja	średni	22,8	54,9	33,8	229,5	77,6	55,8
Opoka	średni	28,3	54,4	36,9	235,4	86,9	48,8
Kosmal	średni	24,0	59,8	36,9	236,8	87,4	58,5
Kosmo230	dobry	26,0	54,9	35,1	201,8	70,8	49,1
Rosomak	średni	23,8	53,5	33,6	195,9	65,9	52,7
Legion	dobry	26,7	49,7	34,5	181,3	62,6	48,9
Kadryl	dobry	25,1	51,7	34,1	185,7	63,4	51,7
Wielkopolanka	średni	22,8	58,7	35,6	112,6	40,0	58,9

Zanotowano jedynie nieduże ilości głowni, niewielkie porażenie kolb przez omacnicę prosowiankę, oraz słabe porażenie przez grzyby Fusarium (Tab. 2)

Tabela 1-2. Charakterystyka kukurydzy uprawianej w Chwałowicach

Nr	Odmiana	Wysokość roślin	Wysokość kolb	Omacnica	Głownia	Fuzarioza kolb
1	Skarb	205	85	6	0	+
2	Smolik	180	100	9	0	+/-
3	Kosynier	217	107	5	2	+
4	Rataj	220	100	13	0	+
5	Dumka	250	126	12	1	+
6	Opcja	206	93	8	1	+
7	Opoka	205	80	10	1	+
8	Kosmo	233	88	15	0	+
9	Kosmal	225	86	5	0	++
10	Rosomak	210	95	13	0	+
11	Legion	215	90	7	0	-
12	Kadryl	210	85	12	0	-
13	Wielkopolanka	190	75	15	0	+/-

W zebranej świeżej masie określono skład chemiczny (tab. 1-3). Świeża masa do zakiszania zebrana w Chwałowicach charakteryzowała się prawidłową zawartością suchej masy. Mimo niekorzystnego dla kukurydzy przebiegu pogody w pasie Polski Centralnej i Południowej – przy praktycznie braku opadów i wysokich temperaturach w końcowej fazie kwitnienia i po jego zakończeniu, zaobserwowano niecałkowite wypełnianie kolb ziarnem.

Tabela 1-3. Skład chemiczny kiszonki z kukurydzy, Chwałowice, zb. 2016

Odmiana	SM	Popiół	Białko	Skrobia	NDF	DINAG	DMO
Skarb	36,6	3,6	8,1	29,1	43,3	49,7	71,9
Smolik	34,0	3,6	7,8	31,1	43,8	48,1	70,8
Kosynier	36,7	3,5	7,5	31,3	45,0	46,0	69,8
Rataj	34,7	3,5	8,1	31,3	47,1	45,0	69,7
Dumka	34,5	3,8	7,7	32,5	45,6	47,5	70,5
Opcja	33,8	3,3	7,7	36,1	41,6	50,9	72,6
Opoka	36,9	2,2	8,5	36,4	42,7	40,6	69,5
Kosmo 230	36,9	2,9	7,4	36,6	39,0	53,3	73,4
Kosmal	35,1	2,9	7,6	37,5	37,9	52,9	73,9
Rosomak	33,6	1,7	8,2	38,0	40,9	39,5	69,6
Legion	34,5	3,0	8,5	39,6	37,5	49,9	73,9
Kadryl	34,1	2,3	9,2	40,9	42,3	38,4	69,7
Wielkopolanka	35,6	3,5	8,0	42,2	39,4	46,6	72,2



Spowodowane to było z jednej strony zasychaniem wiech (kwiatostanów męskich), przez co ilość dostępnego pyłku potrzebnego do zapylenia kolb była znacznie mniejsza niż w latach korzystnych.

Dodatkowo, brak wody w glebie powodował zasychanie górnych części kolb, niewykształcanie się ziarniaków i problemy z wypełnieniem ziarniaków skrobnią. Efekty te były widoczne lokalnie, i bardzo zróżnicowane nawet w obrębie jednego pola doświadczalnego. Rejony o glebach przepuszczalnych, lżejszych znacznie szybciej doświadczyły tego typu problemów. Na glebach cięższych, o większej pojemności wodnej, pojawiały się one później.

Wyniki doświadczenia z kukurydzą kiszonkową w Radzikowie zebrano w tabeli 1-4. Plon zarówno zielonej masy jak i suchej masy w Radzikowie był znacznie wyższy niż w Chwałowicach. Przyczynę tego stanu rzeczy wyjaśniono wcześniej. Rośliny w doświadczeniu były zbierane we wcześniejszej fazie dojrzałości, przy wyższej zawartości wody, co poprawia zdolność do zakiszania. Udział kolb wynosi ok. 50%, i jest prawidłowy. Spowodowane to było głównie niższą obsadą roślin na poletkach. Udział kolb w plonie suchej masy był prawidłowy, a kiszonki uzyskiwane w tych warunkach powinny być wysokiej jakości pokarmowej.

Tabela 1-4. Plony zielonej masy odmian mieszańcowych kukurydzy w warunkach ekologicznych w Radzikowie, zb. 2016

Nr	Odmiana	Plon całych roślin [dt/ha]	SM całych roślin [%]	Plon suchej masy [dt/ha]	Udział kolb w plonie całkowitym	Udział kolb w plonie SM
1	Skarb	380,7	33,5	127,4	32,7	55,0
2	Smolik	221,1	32,9	72,7	29,8	51,3
3	Kosynier	275,0	31,8	87,5	32,1	55,1
4	Rataj	451,5	35,7	161,0	34,0	53,0
5	Dumka	246,8	30,9	76,4	28,6	47,7
6	Opcja	532,4	37,2	198,0	37,0	55,3
7	Opoka	451,3	38,0	171,5	36,0	49,0
8	Kosmo 230	377,1	35,9	135,5	34,6	50,8
9	Kosmal	418,4	36,2	151,5	33,5	47,2
10	Rosomak	444,9	34,9	155,4	39,9	56,5
11	Legion	442,4	34,5	152,5	31,0	45,2
12	Kadryl	603,1	40,0	241,2	39,0	55,8

Tabela 1-5. Plony zielonej masy odmian mieszańcowych kukurydzy w warunkach ekologicznych w Chorzelowie, zb. 2016



Nr	Odmiana	Plon całych roślin [dt/ha]	SM całych roślin [%]	Plon suchej masy [dt/ha]	Udział kolb w plonie SM
1	Rataj	361,2	36,5	131,8	51
2	Dumka	185,1	33,1	61,3	49
3	Opcja	452,54	36,8	166,5	52
4	Opoka	406,17	38,4	156,0	49
5	Legion	353,92	36,1	127,8	53

Plony uzyskane w Chorzelowie są nieco niższe niż w Radzikowie, jednak pokazują dobry potencjał plonowania 5 badanych odmian, przy prawidłowym udziale kolb w suchej masie kiszonki.

2. Badania przydatności odmian mieszańcowych (F₁) i populacyjnych kukurydzy do uprawy ekologicznej na ziarno.

Badania przydatności mieszańcowych odmian kukurydzy do uprawy na ziarno wykonano w dwóch lokalizacjach: na Mazowszu (IHAR-PIB Radzików) i na Dolnym Śląsku (gospodarstwo ekologiczne w Borowie).

Tabela. 2-1. Charakterystyka odmian i plon ziarna zebranego w Radzikowie w 2016 r.

Odmiana	Wysokość roślin	Wysokość kolby	Omacnica [%]	Głownia [%]	Fuzarioza kolb	Plon ogólny (t/ha)	SM %	Plon (15%H ₂ O) t/ha
Rywal	260	130	6	-	4	79,4	25,5	69,6
Skarb	290	125	10	-	5	108,9	26,6	94,0
Kosynier	260	110	4	-	3	55,7	25,4	48,9
Rataj	280	140	15	+	10	113,0	24,8	100,0
Smolik	280	140	13	-	6	39,3	26,6	33,9
Dumka	245	100	6	-	3	43,2	28,2	36,5
Opcja	320	135	4	-	4	124,5	24,6	110,4
Opoka	295	120	7	-	6	105,6	25,3	92,9
Kosmo 230	270	125	6	-	3	83,5	26,2	72,4
Rosomak	280	130	4	-	3	106,2	27,0	91,3
Hetman	330	130	7	-	4	139,0	24,7	123,2
Wielkopolanka	245	110	16	+	10	50,5	23,8	45,3

Zbiór ziarna w Radzikowie dokonano w odpowiednim momencie, o czym świadczy poziom wilgotności ziarna w czasie zbioru - średnio 26%. (tab. 2-1) Parametr ten był zróżnicowany- od 24,7% (Hetman) do 28,2% (Dumka), co świadczy o zróżnicowanym typie wczesności badanych odmian.



Plon ziarna w Radzikowie kształtował się na średnim poziomie (średnio 78,8 dt/ha), przy jednoczesnym zróżnicowaniu odmianowym. Najlepiej plonowały odmiany Opcja i Hetman (110 i 123 dt/ha), a najgorzej Smolik i Dumka (33,9 i 36,5 dt/ha). Odmiana populacyjna wypadła znacznie gorzej od mieszańcowych (ok. 45,3 dt/ha), potwierdzając tendencję z lat poprzednich. Plony były wyższe niż w sezonie 2015 (średnia w Radzikowie ok. 7,2 t/ha).

Tabela. 2-2. Charakterystyka odmian i plon ziarna zebranego w Borowie w 2016 r.

Odmiana	Omacnica [% kolb]	Głownia [% kolb]	Fuzarioza [% kolb]	Plon brutto [dt/ha]	SM %	Plon (15% wilg.) [dt/ha]
Dumka	20	1	9	53,1	73,8	46,1
Kosmo 230	21	0	12	43,4	72,4	37,0
Kosynier	21	2	6	30,2	75,0	26,6
Opcja	20	0	1	45,3	72,0	38,4
Opoka	34	2	12	43,8	70,7	36,4
Rataj	39	3	3	50,0	76,1	44,8
Rosomak	29	1	15	68,8	68,9	55,7
Rywał	39	0	6	30,9	77,0	28,0
Skarb	22	0	6	52,8	72,7	45,2
Smolik	20	1	3	27,2	76,5	24,5
Wielkopolanka	31	1	12	6,9	78,6	6,4

Plon ziarna odmian w uprawie ekologicznej w Borowie (Tab. 2-2) kształtował się w zakresie od 6,4 do 55,7 dt/ha i był bardzo niski (średnio 35 dt/ha).

W Borowie widoczne były efekty suszy, która wpłynęła negatywnie na plon ziarna niektórych odmian, również poprzez zmniejszone wschody i obsadę pola. Dlatego też przy wyciąganiu wniosków dotyczących wartości odmian mieszańcowych uprawianych w takich warunkach należy być ostrożnym.

Odmiany uprawiane w warunkach ekologicznych wykazywały ok. 25-35% niższą plonu w porównaniu do uprawy konwencjonalnej.

Charakterystyka ziarna techniką bliskiej podczerwieni pokazuje, że różnice między odmianami i lokalizacjami nie są duże.

Tabela 2-3. Zawartość składników pokarmowych w ziarnie mieszańcowych odmian kukurydzy zebranych w Borowie w 2016 r.

Odmiana	Wilgotność	Białko	Skrobia	Tłuszcz
---------	------------	--------	---------	---------



Rywal	13,2	9,4	71,0	4,8
Skarb	17,4	8,9	71,4	5,0
Kosynier	12,1	9,2	72,1	4,1
Rataj	16,0	8,5	72,0	4,5
Smolik	11,9	9,4	71,6	4,5
Dumka	16,3	8,7	71,8	4,8
Opcja	12,0	9,0	71,9	4,5
Opoka	13,8	9,7	70,7	4,8
Kosmo 230	11,4	9,2	72,4	4,8
Rosomak	14,6	8,8	71,9	4,6
Hetman	13,4	10,2	71,1	4,0
Wielkopolanka	14,8	10,1	71,2	4,1

Zawartość skrobi zawiera się w zakresie 69,5 do 72,4%, białka od 8,5 do 11,1% a tłuszczu od 4,1 do 5,1%.

Tabela 2-4. Zawartość składników pokarmowych w ziarnie odmian kukurydzy zebranych w Radzikowie w 2016 r.

Odmiana	Wilgotność	Białko	Skrobia	Tłuszcz
Rywal	11,0	9,5	71,4	4,6
Skarb	11,3	10,2	70,7	4,4
Kosynier	11,1	10,4	70,2	4,9
Rataj	11,1	10,4	70,1	4,8
Smolik	10,8	10,4	70,7	4,2
Dumka	11,1	9,8	70,9	4,5
Opcja	10,1	10,0	70,8	4,7
Opoka	10,0	9,1	71,7	4,3
Kosmo 230	10,1	11,1	69,5	5,1
Rosomak	10,2	9,5	71,0	4,7
Hetman	9,8	10,1	70,5	4,9
Wielkopolanka	10,1	9,6	70,9	4,8

3. Ocena odporności odmian na choroby grzybowe oraz określenie zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie.

W roku 2016, podobnie jak w roku 2015, odnotowano średni stopień porażenia roślin kukurydzy przez omacnicę prosowiankę oraz niewielkie objawy porażenia przez choroby grzybowe. Głównia kukurydzy obserwowana była sporadycznie. Również w niewielkim stopniu kolby były porażane przez inne choroby grzybowe. Przebieg pogody w wielu rejonach Polski nie pozwalał na intensywny rozwój grzybów z rodzaju *Fusarium* i na akumulację wytwarzanych przez nie mikotoksyn w ziarnie. Dodatkowym elementem



zmniejszającym ryzyko skażenia ziarna mikotoksynami fuzaryjnymi był fakt szybszego dojrzewania ziarna, i przyspieszone o ponad tydzień zbiory, zwłaszcza w początkowej fazie zbiorów na ziarno. Sytuacja mogła się zmienić po długotrwałych niekorzystnych warunkach pogodowych (deszcze i ochłodzenie) w drugiej połowie października i początkach listopada. Dlatego też zawartość mikotoksyn w badanych próbach ziarna była bardzo niska, lub nie znajdowano ich w ogóle. (tab. 3-1 i 3-2)

Tabela 3-1. Zawartość mikotoksyn w ziarnie mieszańcowych odmian kukurydzy zebranych w Radzikowie w 2016 r.

Odmiana	DON [ppm]	ZEA [ppb]	FUM [ppm]	Afla [ppb]
Dumka	1,27	17	nd	nd
Hetman	0,42	nd	0,31	nd
Kosmo 230	0,33	25	nd	nd
Kosynier	0,53	nd	nd	nd
Opcja	0,25	nd	nd	nd
Opoka	0,86	nd	1,22	nd
Rataj	0,30	nd	nd	nd
Rosomak	0,67	23	nd	nd
Rywal	0,88	nd	nd	nd
Skarb	0,81	nd	nd	nd

Zawartość mikotoksyn była niska, podobnie jak w roku poprzednim. We wszystkich miejscowościach średnia zawartość DON była niższa niż dopuszczalny limit 1,75 ppm, przy czym największe stężenie tej toksyny stwierdzono w ziarnie z Radzikowa, na poziomie 1,27 ppm w odmianie Dumka. Zawartość mikotoksyn w ziarnie z upraw konwencjonalnych nie różniła się od uprawianych ekologicznie. Badania wykazały obecność zearalenonu (ZEA) na bardzo niskim poziomie, oraz brak aflatoksyn (Afla). W niewielkich ilościach wykryto obecność fumonizyn (FUM). Nieco więcej mikotoksyn wykryto w próbach pochodzących z Dolnego Śląska.

Zawartość ergosterolu – miernika obecności grzybni w materiale roślinnym, była bardzo mała, i zawierała się w przedziale 1-3 ppm, przy czym obejmowała również ergosterol pochodzący od grzybów innych niż toksynotwórcze.

4. Ocena przydatności odmian kukurydzy cukrowej do uprawy w warunkach ekologicznych



Kukurydzę cukrową do badań wysiano w Radzikowie w terminie późniejszym niż kukurydza na ziarno i kiszonkę – 10 czerwca. Był to drugi rok badań tego typu kukurydzy, traktowanej jako roślina warzywna. W Polsce dotychczas nie uprawiano tego typu kukurydzy, więc badania pozwoliły na wstępną ocenę możliwości produkcji kukurydzy cukrowej do bezpośredniej konsumpcji. Obecne badania potwierdziły możliwość uprawy kukurydzy cukrowej do bezpośredniej konsumpcji.

Tabela 4-1. Charakterystyka odmian kukurydzy cukrowej użytych w badaniach

L.p.	Odmiana	Typ	Wielkość ziarna	Kolor	Równomierność rzędów	Wczesność [dni]
1	Overland	sh2	duże	żółty	średnia	75
2	SV 1446SD	sh2	średnie	jasnożółty	dobra	83
3	Kinze	sh2	średnie	żółty	dobra	74
4	1138 Y	sh2	duże	jasnożółty	dobra	78
5	CLX 0375	sh2	duże	żółty	dobra	76

Najwcześniejszą odmianą jest odmiana Kinze, natomiast najpóźniej dojrzewającą jest odmiana SV 1446SY (Zdj. 2).

Wszystkie badane odmiany charakteryzowały się dużą smakowitością ocenioną na podstawie oceny organoleptycznej w trakcie badań. Wysiew kilku odmian o różnej wczesności i w kilku terminach pozwala na rozszerzenie podaży świeżych kolb przez dłuższy czas.



Zdjęcie 2. Kolby kukurydzy cukrowej odmiany SV 1446SD

Tabela 4-2. Charakterystyka kolb odmian kukurydzy cukrowej użytych w badaniach

L.p.	Odmiana	Długość kolby [cm]	Szerokość kolby [cm]	Liczba rzędów	Liczba ziaren w rzędzie	Niezaziarniony czubek [cm]	Równomierność rzędów	Waga kolby z kłosulkami [g]	Waga kolby bez kłosulek [g]
1	Overland	19,3	4,5	17,1	39	1,8	dobra	253	237,6
2	SV 1446SD	18,9	4,3	16,4	44	2,4	dobra	327	303,16
3	Kinze	21,7	4,2	17,6	41	1,5	dobra	347	311,3
4	1138 Y	20,3	4,2	16,2	38	1,2	dobra	331	285
5	CLX 0375	20,9	4,7	18,4	39	0,3	dobra	326	285,2

Widoczne jest duże zróżnicowanie badanych odmian pod względem budowy kolb. Najdłuższe kolby posiada odmiana Kinze, najkrótsze zaś SV 1446SD. Najmniej zaziarniony czubek posiadała odmiana CLX 0375 (0,3 cm)

Analizowana zawartość cukrów (sacharozy, glukozy i fruktozy) w ziarnie jest we wszystkich badanych odmianach na zbliżonym poziomie 10-12% sacharozy w świeżej masie. Fruktaza i glukoza występują w śladowych ilościach, poniżej 0,3% świeżej masy.

5. Określenie możliwości zwalczania omacnicy prosowianki w kukurydzy uprawianej ekologicznie i zmniejszenia zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie.

Zwalczanie omacnicy prosowianki w uprawie kukurydzy ekologicznej jest bardzo uciążliwe. Jedną z możliwości jest zastosowanie biologicznej metody ochrony plantacji poprzez zastosowanie preparatu biologicznego zawierającego jaja i larwy kruszynka, pasożytującego na omacnicy. Efektywność stosowania potwierdzono w doświadczeniu polowym (Zdj. 3).

Zaobserwowano zmniejszenie uszkodzeń kolb przez gąsienice omacnicy. Średni stopień uszkodzeń kolb w Radzikowie zmniejszył się z 20 % na polu nie chronionym do 15 % na polu chronionym kruszynkiem. Zawartość mikotoksyny DON zmniejszyła się również z 1,3 mg/kg do poziomu 0,6 mg/kg. Zawartość innych mikotoksyn (ZEA, FUM) była znikoma.





Zdjęcie 3. Umieszczanie zawieszek z larwami kruszyńki w różnych stadiach rozwoju na polu kukurydzy.

W doświadczeniu przeprowadzonym w Piotrkowie Borowskim zaobserwowano widoczne podobne efekty. Ogólnie redukcja uszkodzeń kolb przez omacnicę wyniosła około 25% w porównaniu do upraw nie chronionych kruszyńkiem. Przyczyną może być fakt ochłodzenia po rozłożeniu zawieszek z kruszyńkiem, co zahamowało aktywność owadów.

Tabela. 5-1. Zawartość DON w ziarnie kukurydzy z Piotrkowa Borowskiego, zb. 2016

L.p.	Odmiana	Porażenie kolb		Zawartość DON	
		Kontrola	Kruszynek	Kontrola	Kruszynek
1	Opcja	20	19	0,76	0,2
2	Kosynier	21	26	0,42	0,2
3	Opoka	21	13	0,38	0,19
4	Dumka	20	8	0,49	0,4
5	Skarb	34	33	0,34	0,31
6	Rosomak	39	14	0,41	0,4
7	Rywał	29	18	0,36	0,5
8	Smolik	39	14	0,77	0,28
9	Kosmo 230	22	26	0,56	0,27
10	Rataj	20	22	0,48	0,29
11	Wielkopolanka	37	37	0,92	1,06
	Średnio	28	21	0,54	0,37

Zawartość najczęściej występującej mikotoksyny – deoksyniwalenolu również została zmniejszona, nawet mimo niskich zawartości w obiektach niechronionych.

6. Badania wpływu nawozów ekologicznych na plonowanie kukurydzy

Doświadczenie przeprowadzono w Radzikowie na polu ekologicznym, na poletkach 20 m². Zastosowano ekologiczny nawóz dolistny Plonvit kukurydza w fazie początku wiechowania, w dawce 2,5 l/ha. Wyniki doświadczenia pokazują że środek zastosowany w tej fazie wzrostu

jest skuteczny. Oszacowano wzrost plonu ziarna na poziomie 3-11%. Jakość ziarna nie różniła się od ziarna z grupy kontrolnej pod względem składu. W przyszłych badaniach należałoby sprawdzić skuteczność tego typu nawożenia dolistnego zastosowanego we wcześniejszych fazach rozwojowych.

Tabela. 6-1. Plon ziarna zebranego w Radzikowie po zastosowaniu nawożenia dolistnego w 2016 r.

Odmiana	Nawożenie dolistne			Kontrola		
	Plon ogólny (t/ha)	SM %	Plon (15%H ₂ O) t/ha	Plon ogólny (t/ha)	SM %	Plon (15%H ₂ O) t/ha
Rywal	81,1	75,1	71,7	79,4	74,5	69,6
Skarb	113,1	74,2	98,7	108,9	73,4	94,0
Kosynier	57,8	73,3	49,9	55,7	74,6	48,9
Rataj	121,1	75,1	107,0	113,0	75,2	100,0
Smolik	40,1	74,1	34,9	39,3	73,4	33,9
Dumka	47,6	72,3	40,5	43,2	71,8	36,5
Opcja	129,0	74,9	113,7	124,5	75,4	110,4
Opoka	114,5	73,8	99,4	105,6	74,7	92,9
Kosmo 230	88,0	74,1	76,7	83,5	73,8	72,4
Rosomak	108,3	73,8	94,0	106,2	73,0	91,3
Hetman	148,0	75,0	130,6	139,0	75,3	123,2
Wielkopolanka	56,1	75,5	49,8	50,5	76,2	45,3

Wnioski

1. Z badań wynika, że potencjalnie przydatne do uprawy ekologicznej na ziarno są odmiany mieszańcowe (F1) Hetman, Opcja i Rataj. Jednak przy dobrych wschodach również pozostałe odmiany plonują wysoko, co pokazano w badaniach w latach wcześniejszych
2. Do uprawy ekologicznej na kiszonkę przydatne są odmiany Kadryl, Opoka, Opcja i Rataj.
3. Wszystkie badane odmiany kukurydzy cukrowej można wykorzystać do konsumpcji bezpośrednio.
4. Biologiczne środki ochrony przeciwko omacnicy prosowiance są względnie skuteczne, przy czym efektywność stosowania zależy w znacznej mierze od warunków pogodowych. Są one jednocześnie skuteczne w obniżaniu zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie
5. Zastosowanie nawozu dolistnego wpłynęło korzystnie na zwiększenie plonu ziarna.



INSTYTUT BIOTECHNOLOGII PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO W WARSZAWIE

1

Przetwórstwo produktów roślinnych
i zwierzęcych metodami ekologicznymi.
Opracowanie technologii drożdży
ekologicznych



INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego

Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi. Opracowanie technologii drożdży ekologicznych.

Katarzyna Piasecka-Józwiak, Beata Chabłowska, Monika Kliszcz, Joanna Rozmierska, Antoni Miecznikowski

Wstęp

Produkcja drożdży ekologicznych prowadzona jest w ograniczonym zakresie ze względu na problemy wynikające ze **zmiany sposobu produkcji, wysokiej ceny surowców i co za tym idzie również produktu, konieczności produkcji drożdży w dużej skali (masie), co jest związane z technologią produkcji i wyposażeniem drożdźowni, niepewnością zbytu.**

Wymagania produkcji ekologicznej, dopuszczające wyłącznie stosowanie substratów, a także substancji pomocniczych pochodzenia ekologicznego lub naturalnego oraz prowadzenie hodowli przy mechanicznym oddzielaniu piany, powodują zmniejszenie wydajności hodowli i pogorszenie jakości drożdży w stosunku do produkowanych w sposób konwencjonalny, obniżają również rentowność procesu produkcyjnego.

Metody

W badaniach korzystano z ekologicznej melasy trzcinowej i buraczanej dostępnej na polskim rynku: buraczanej Naumelasse (1), melasy trzcinowej **Horizon** „Bio – World” (2), melasy (syropu) buraczanego Natu (3) melasa trzcinowa SCD ProBiotics (4) Ocena tego podstawowego surowca do produkcji drożdży ekologicznych obejmowała analizę składu chemicznego i badanie przydatności do hodowli, tj. obecności związków hamujących rozwój drożdży. Skład chemiczny melasy: zawartość cukrów, zawartość białka i popiołu, oceniono według metod znormalizowanych (PN 76 R-64772). Metodą fermentacji alkoholowej oceniono przydatność melasy do hodowli to jest obecność substancji hamujących wzrost drożdży (wg. PB/GD-05, wyd. 4 2015). Wyniki porównano z przeciętną wydajnością alkoholu dla melas konwencjonalnych..

Zawartość pierwiastków takich jak K, Ca, Zn, Mg, Pb, Hg oceniono metodą absorbcyjnej spektrometrii atomowej. Melasy oceniono pod względem obecności zakażeń Poniżej przedstawiono charakterystykę dostępnych melas pochodzących z produkcji ekologicznej



trzciniowych i buraczanych pod względem składu chemicznego, a także oceny mikrobiologicznej (Tabele 1,2,3).

Tabela 1. Charakterystyka chemiczna melas ekologicznych

wyszczególnienie	Melasa buraczana 1	Melasa trzciniowa 2	Melasa/syrop buraczana 3	Melasa/syrop trzciniowa 4
Pozorna zawartość suchej masy, °Bx	81,2	75,1	79,5	72,8
Zawartość sacharozy, polarymetrycznie w melasach buraczanych, %	59,4	30,2	52,3	33,8
Cukry redukujące, %	0,3	8,2	0,2	6,6
Wydajność alkoholu, l/100kg	40,6	33,7	38,1	25,1
Popiół, %	4,1	8,3	2,07	8,47
Zawartość azotu ogólnego, %	0,80	0,61	0,33	0,56
Zawartość azotu przyswajalnego, %	0,35	0,31	0,10	0,22
Kwasy lotne, %	0,13	0,10	0,12	0,10

Melasa buraczana konwencjonalna na ogół charakteryzuje się zawartością suchej masy na poziomie większym niż 76,3%, cukrów powyżej 47%. Większość cukrów stanowi sacharoza, poza tym inwert 0,1-0,5%, rafinoza 0,3-1,5%, kestoza 0,1-0,3%, galaktinol 0,1-0,3%.

W ekologicznych melasach buraczanych zawartość sacharozy sięgała 59,4% melasy trzciniowe charakteryzowały się niższą zawartością sacharozy, były natomiast bogate w cukry fermentujące. Podobnie jak w przypadku surowców z produkcji konwencjonalnej w melasach trzciniowych stwierdzono większy stopień zanieczyszczenia nierozpuszczalnymi związkami.

W badanych melasach ekologicznych zawartość związków azotowych była niska, 0,3-0,8%, przy zastosowaniu każdej z nich do hodowli drożdży konieczny jest dodatek źródeł azotu tak jak w produkcji konwencjonalnej.

Niecukrowe składniki melasy poza związkami azotowymi to kwasy organiczne. Kwas jabłkowy, mlekowy, cytrynowy, bursztynowy mogą być przyswajane przez drożdże, natomiast kwas mrówkowy, octowy i propionowy, w formie niezdysonowanej hamują rozwój drożdży. W badanych melasach ekologicznych zawartość kwasów lotnych nie przekraczała 0,13%.

Dostępność biostymulatorów może decydować o prawidłowym przebiegu procesów biochemicznych podczas wzrostu drożdży w hodowli i ich jakości. Według piśmiennictwa



melasy trzcinowe są bogatsze w witaminy, szczególnie w biotynę. Z kolei melasa buraczana musi być suplementowana biotyną oraz uzupełniana w wiele pierwiastków śladowych i witamin, jak: cynk, magnez, tiamina czy kwas pantotenowy. Poza biotyną, najczęściej dodawaną do środowiska hodowlanego witaminą jest tiamina stosowana ze względu na stymulujące działanie na aktywność fermentacyjną drożdży w cieście.

Tabela 2. Zawartość wybranych metali w melasach (mg/kg) w porównaniu do średniej zawartości w melasie buraczanej z produkcji konwencjonalnej

Wyszczególnienie mg/kg (zawartość średnio w melasie buraczanej)	Wymagane minimum wzrostowe,	Melasa buraczana 1	Melasa trzciniowa 2	Melasa (syrop) buraczana 3	Melasa trzciniowa 4
Mg (68-115 mg/kg)	2-4 mM *	1480	2460	924	3420
Fe (20-30 mg/kg)	1-3 μ M*	210	81,1	208	146,7
Zn 14-16 mg/kg	4-8 μ M*,	10	3,7	9	5,9
Cu 0,9-1,8 mg/kg	2 μ M*	2,5	2,77	2	1,46
K 1260-3500	2-4 mM*	6700	15980	7110	27370
Ca 485-545 g/kg	4,5 M*	128	3360	222	8290

* - optymalne stężenie jonów do wzrostu Jones and Greenfeild (1984), Walker 1998

Badane surowce ekologiczne różniły się znacznie pod względem zawartości metali.

Makroelementy (tj. potas, wapń, magnez) w melasach trzcinowych były obecne na poziomie kilkakrotnie wyższym niż w melasach buraczanych, ponadto poziom ten był wyższy niż przeciętnie w melasach konwencjonalnych. Z kolei zawartość żelaza i cynku była wyższa w melasach trzcinowych. Drożdże do wzrostu wymagają określonego stężenia pierwiastków, więc w przypadku ich niedoboru w melasie zwykle prowadzi się suplementację. Minimalne stężenia mikroelementów to m.in. Cu 1,5 μ M, Zn 4-8 μ M. W przypadku większości jonów metali ich stężenie było wystarczające do wzrostu drożdży, jedynie stężenie miedzi i cynku wskazuje na konieczność suplementacji brzeczki melasowej do poziomu zapewniającego otrzymanie biomasy o dobrej aktywności fermentacyjnej. Najwyższe stężenie mikroelementów stwierdzono w melasie trzcinowej 4. W żadnej melasie nie wykryto zawartości metali ciężkich powyżej stężenia inhibicyjnego.

Zawartość bakterii w melasie może mieć wpływ na jakość mikrobiologiczną drożdży i mieści się



w szerokich granicach pomiędzy poziomem 10^2 do 10^9 jtk/g, zazwyczaj jednak nie przekracza 10^7 jtk/g.

Biorąc pod uwagę ograniczenia w produkcji ekologicznej, wynikające z [Rozporządzenia Rady \(WE\) nr 334/2007](#) i Rozporządzenia 889 z 2008 roku, załącznik VIII. przeprowadzono próby doboru składu podłoży hodowlanych do propagacji drożdży, z ich uwzględnieniem. Jako źródło azotu w hodowlach drożdży ekologicznych mogą być stosowane między innymi preparaty pochodzenia drożdżowego, które mogą być otrzymywane z drożdży ze zwrotów, drożdży poprodukcyjnych winiarskich i browarniczych.

Zastosowanie produktów odpadowych generowanych przez różne gałęzie przemysłu spożywczego, jak również produktów rolnych, jest zgodne z aktualnym trendem dotyczącym redukcji odpadów i gospodarki cyrkularnej. Oczywiście istotne jest aby stosowane surowce były tanie i łatwo dostępne, a także charakteryzowały się niskim stopniem zanieczyszczenia. W skali laboratoryjnej, preparaty drożdżowe otrzymano metodą autolizy biomasy drożdży bez induktorów oraz dla porównania z użyciem induktora- NaCl 2,5% . Autolizę prowadzono z 15%-owej zawiesiny drożdży piekarskich, w 50°C, 24 h. Ze względu na koszty związane z suszeniem rozpyłowym w hodowli korzystniejsze jest stosowanie autolizatów niż ekstraktów drożdżowych. Należy zaznaczyć, że ekstrakty charakteryzują się właściwościami powierzchniowo czynnymi wiązania tłuszczu i wody.

W tabeli 4 charakterystykę autolizatów drożdżowych otrzymywanych bez induktorów.

Tabela 4. Efektywność autolizy drożdży ekologicznych z hodowli doświadczalnych

Sposób autolizy	Zawartość białka w drożdżach [g/100 g s.m.]	Wydajność odzyskanego białka [g/100 g s.m. drożdży]	Zawartość białka [g/100 g autolizatu]
Bez induktorów	35,4	45	1,3
Bez induktorów	37,2	34	1,2
Bez induktorów	39,0	42	2,1
Bez induktorów	36,5	52	2,0
Bez induktorów	38,6	32	1,7
Z 2,5% NaCl	34,8	59	2,1

Preparaty drożdżowe (autolizaty i ekstrakty) charakteryzowały się wysoką zawartością substancji azotowych jakkolwiek wydajność odzyskanego białka (w autolizatach) nie przekraczała 59 g/100g s.m. drożdży poddawanych autolizie. Biorąc pod uwagę dostępność dla drożdży związków azotowych, wchodzących w skład autolizatów i ekstraktów, mogą być one otrzymywane bezpośrednio w zakładach, w przypadku dysponowania drożdżami odpadowymi.



Tabela 5. Skład/Zawartość aminokwasów autolizatów drożdży.

Zawartość aminokwasów	Autolizat [mg/g]		Ekstrakt [g/100g białka]
	I	II	
treonina	2,07	0,206	4,74
cystyna+metionina	1,92	0,780	2,59
walina	2,93	0,216	7,57
Izoleucyna	2,46	0,155	5,94
Leucyna	3,48	0,225	7,82
Tyrozyna+fenyloalanina	3,84	0,348	7,71
lizyna	4,62	0,397	9,65
Tryptofan	2,86	2,15	1,15
Arginina	0,96	0,414	6,75
Histydyna	1,09	0,136	2,56
Glicyna	2,24	0,466	4,85
Alanina	2,79	0,660	7,78
Kwas glutaminowy	5,11	1,840	11,34
Kwas asparaginowy	4,76	0,488	10,94
prolina	1,96	0,119	3,95
seryna	2,29	0,280	4,70

W autolizatach otrzymanych z drożdży z hodowli prowadzonych w melasach ekologicznych, zaobserwowano zróżnicowany skład aminokwasów co jest związane z zastosowaniem do ich otrzymania partii drożdży pochodzących z hodowli wykonanych w różnych schematach i przy wykorzystaniu różnych melas (autolizat I- melasy buraczanej 1, autolizat II- melasy trzcinowej 3). Stwierdzono stosunkowo wysoką zawartość tryptofanu w melasie I i ekstrakcie. Doświadczenia obejmowały dobór źródła substancji azotowych w pożywce do hodowli drożdży. Oceniono wpływ takich dodatków jak autolizat drożdżowy, ekstrakt drożdżowy, kazeinian sodu, namok kukurydziany na wydajność syntezy biomasy drożdży. Dodatki te są zróżnicowane pod względem składu chemicznego, w tym zawartości białka/azotu, a także związków sumarycznie wchodzących w jego skład. Porównano ilość biomasy otrzymywanej w obecności dodatku po przeliczeniu na tę samą ilość suchej masy w pożywce melasowej.

W wyniku badań w skali laboratoryjnej do doświadczeń w skali mikrotechnicznej wybrano: namok kukurydziany charakteryzujący się **zawartością azotu 3,6%**, **autolizat drożdżowy o zawartości 0,24g azotu w 100g autolizatu**, i **ekstrakt drożdżowy zawierający 10,2 azotu**.



Przeprowadzono hodowle z dodatkiem badanych substancji będących źródłem związków azotowych. Doświadczenia prowadzono przy różnych stężeniach substratu węglowego wyrażonych jako rozcieńczenie melasy wynikające z dozowania substratu (stosunku masy melasy do objętości roboczej fermentora). Zastosowano dozowanie melasy w schemacie wzrastającym (I). We wszystkich doświadczeniach korzystano ze szczepu drożdży *Saccharomyces cerevisiae* KKP 512. Do regulacji pH stosowano Na_2CO_3 , a olej ekologiczny był używany jako odpieniacz. Następnie oddzielano drożdże poprzez wirowanie i określano ilość otrzymanej biomasy w przeliczeniu na drożdże o zawartości 27% suchej masy. W drożdżach oznaczono siłę pędną (wg.PN-A/79005-5) rozumianą jako zdolność wydzielania dwutlenku węgla podczas dwugodzinnej fermentacji ciasta.

Tabela 6. Wpływ źródła azotu na wydajność hodowli i jakość drożdży ekologicznych w skali mikrotechnicznej, hodowle z użyciem melasy buraczanej

Rozcieńczenie końcowe melasy	Źródło azotu,	Wydajność biomasy g D27/100g M	Zawartość białka, %	Siła pędna jako aktywność fermentacyjna, ml CO_2
1:7 ok 71 g/l	Autolizat 300ml	90,4	40,5	240/540/950/1425
1:7 ok 71 g/l	Ekstrakt, 10 g	88,0	41,1	190/575/1005/1405
1:7 ok 71 g/l	Autolizat 100ml	89,4	40,0	205/585/1010/1390
1:7 ok 71 g/l	Namok 100ml	82,1	38,3	180/450/840/1130
1:7 ok 71 g/l	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	90,2	39,1	205/495/985/1315

D27- drożdże o zawartości 27% s.m.

M- melasa

Tabela 7. Wpływ źródła azotu na wydajność hodowli i jakość drożdży ekologicznych w skali mikrotechnicznej, hodowle z użyciem melasy trzcinowej

Rozcieńczenie końcowe brzezki	Źródło azotu,	Wydajność biomasy g D27/100g M	Zawartość białka,%	Siła pędna jako aktywność fermentacyjna, ml CO_2
1:7 (ok 71 g/l)	Autolizat, 300ml	95,4	41,1	190/505/945/1215
1:7 (ok 71 g/l)	Ekstrakt, 10 g	86,5	40,3	200/490/875/1185
1:7 (ok 71 g/l)	Autolizat 100	97,1	38,0	180/525/980/1210
1:7 (ok 71 g/l)	Autolizat 50	91,0	36,4	170/360/770/1125
1:7 (ok 71 g/l)	Namok 100ml	88,3	38,9	160/345/765/1125
1:7 (ok 71 g/l)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	96,2	37,8	215/480/945/1200

D27- drożdże o zawartości 27% s.m.

M- melasa

Badania w skali mikrotechnicznej pozwoliły stwierdzić, że dobre efekty w hodowli w brzezkach otrzymanych z melas ekologicznych, zarówno trzcinowych jak i buraczanych,



daje stosowanie autolizatów drożdżowych. Stwierdzono, że jakkolwiek namok kukurydziany stanowi także dodatek korzystny pod względem wpływu na wydajność i aktywność fermentacyjną drożdży to jego stosowanie może stwarzać problemy ze względu na wytrącanie się osadów podczas sterylizacji. Aktywność fermentacyjna drożdży otrzymanych w hodowlach z wykorzystaniem melas ekologicznych była stosunkowo niska w porównaniu do drożdży piekarskich konwencjonalnych. Najwyższą aktywność fermentacyjną zanotowano w przypadku hodowli w brzeczki z melasy buraczanej, w których jako źródło azotu wykorzystano autolizat drożdżowy w ilości 300 ml – 1425 ml CO₂ oraz 100 ml-1390 ml CO₂, a także ekstrakt drożdżowy – 1405ml CO₂ (Tabela 7). W analogicznie prowadzonych hodowlach z użyciem melasy trzcinowej zaobserwowano nieco wyższą wydajność biomasy drożdży.

Substancje stanowiące źródło węgla (i energii) są podstawowym składnikiem pożywek stosowanych do hodowli mikroorganizmów. Ponadto podłoża muszą one zawierać składniki niezbędne do prawidłowego przebiegu procesów metabolicznych czyli będące źródłem azotu, składników mineralnych i stanowiących biostymulatory. Hodowle obejmowały dobór stężenia pożywki melasowej w skali laboratoryjnej, a następnie mikrotechnicznej z uwzględnieniem schematu dozowania tak aby uzyskać najwyższą wydajność w stosunku do substratu (ilość uzyskanych drożdży w przeliczeniu na melasę o zawartości cukru 50% (D 27/M50). W badaniach uwzględniono różne stężenia brzeczki melasowej (końcowe rozcieńczenie melasy w zakresie 1:10 ÷ 1:5, wynikające z ilości dozowanego substratu), tak aby odpowiadało stężeniu cukru w zakresie około 50 g/l do około 100 g/l).

Tabela 8. Wpływ stężenia źródła węgla na wydajność biomasy drożdży hodowanych w pożywe z ekologicznej melasy

Źródło węglowodanów	Stężenie węglowodanów g/l		
	50	71	100
	Wydajność drożdży jako s.m. g/100 ml.		
Melasa trzcinowa	0,788±0,001 a	0,915±0,016 a	0,950±0,049 a
Melasa buraczana	0,820±0,001 b	0,974±0,014 b	1,112±0,018 b

W hodowlach wstrząsanych, kolbkowych stosunkowo wysokie ilości biomasy drożdży otrzymano przy stężeniu cukru w pożywe melasowej 50 g/l i 71 g/l, podwyższenie stężenia cukru w pożywe do 100g/l nie spowodowało proporcjonalnego przyrostu biomasy, konieczne jest w tym przypadku odpowiednie dozowanie by nie doszło do fermentacji..



Hodowle w skali mikrotechnicznej wykonano w fermentorach Biostat B B.Braun z komputerowym sterowaniem parametrami hodowli. Aktywność fermentacyjną drożdży oceniono w aparacie SJA zgodnie z PN-A-79005-5., Trwałość drożdży oceniono zgodnie z PN-A-79005-6.

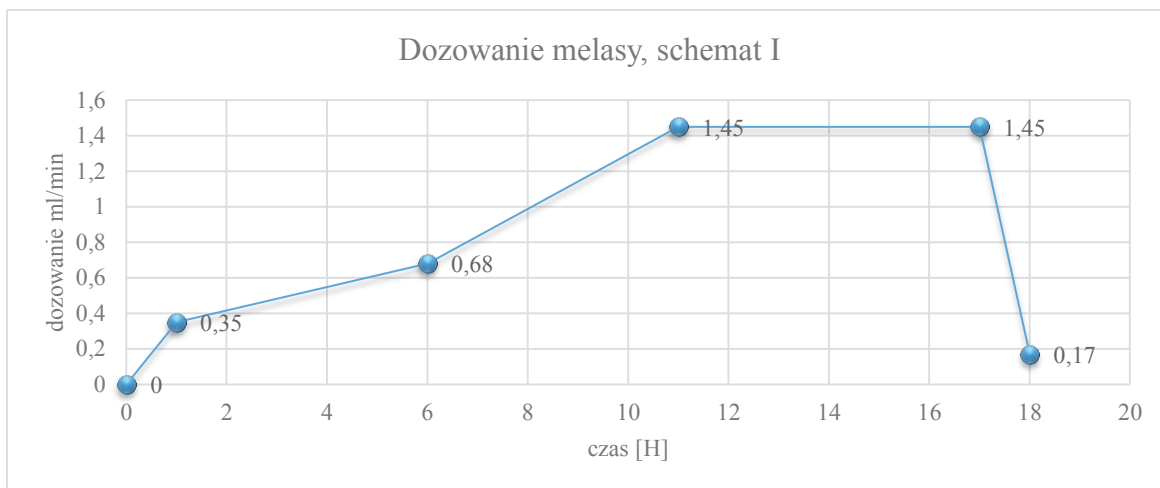
Porównanie wydajności, aktywności fermentacyjnej i trwałości drożdży uzyskanych z hodowli przy zróżnicowanym stężeniu węglowodanów w brzeczce melasowej oraz schemacie dozowania (zgodnie z rysunkami 1,2,3) przedstawiono w tabeli 12.

Tabela 9. Wpływ stężenia źródła węgla w brzeczce z melasy ekologicznej na jakość drożdży.

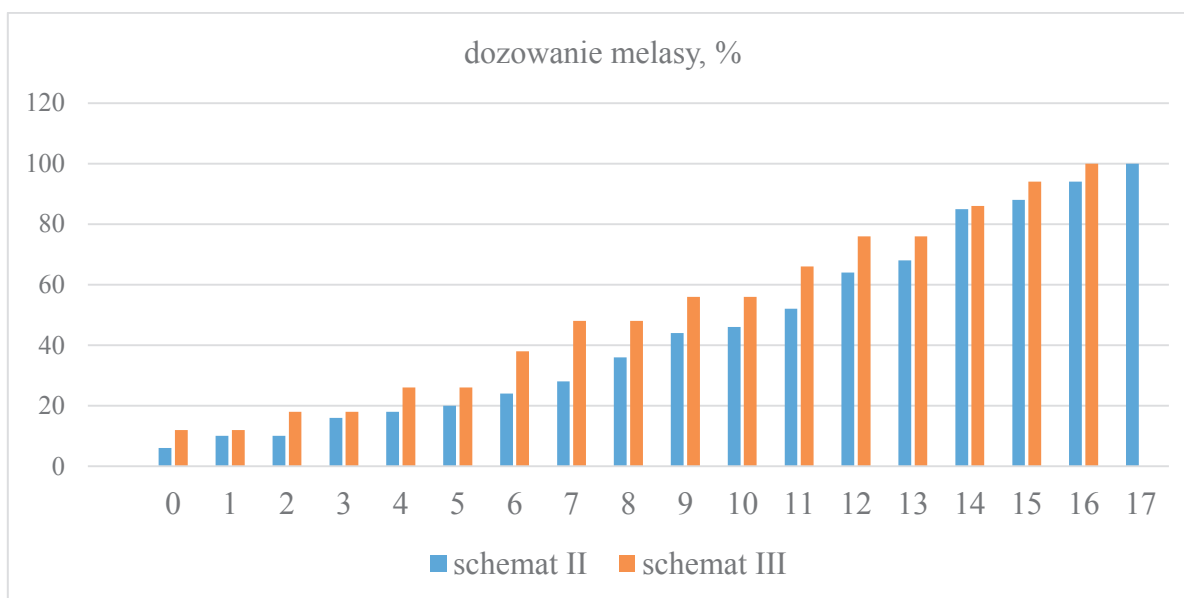
Rodzaj i stężenie źródła węglowodanów	Sposób dozowania	Wydajność, % D27/M50	Aktywność fermentacyjna, cm ³ CO ₂	Trwałość, dni
melasa buraczana 50g/l	Schemat I	9,6	200/525/925/1390	6
melasa buraczana 71g/l	Schemat I	90,4	240/540/950/1415	7
melasa buraczana 50g/l	Schemat II	97,8	185/500/875/1375	6
melasa buraczana 71g/l	Schemat II	92,3	185/495/925/1350	8
melasa buraczana 50g/l	Schemat III	101,0	175/450/875/1275	6
melasa buraczana 71g/l	Schemat III	96,2	210/475/900/1345	6
melasa buraczana 100 g/l	Schemat III	86,0	215/500/825/1250	8
melasa trzcinowa 50g/l	Schemat I	93,2	175/450/890/1175	6
Melasa trzcinowa 71g/l	Schemat I	97,4	190/505/945/1215	6
Melasa trzcinowa 50g/l	Schemat II	99,6	160/450/800/1150	6
Melasa trzcinowa 71g/l	Schemat II	98,2	180/480/960/1185	7
Melasa trzcinowa 50g/l	Schemat III	103,1	175/485/925/1200	7
Melasa trzcinowa 71g/l	Schemat III	99,0	205/475/875/1185	7
Melasa trzcinowa 100g/l	Schemat III	89,0	220/480/890/1200	8

Na rysunkach poniżej (Rys1 i 2) przedstawiono schemat dozowania substratu węglowego (melasy) w doświadczeniach w skali mikrotechnicznej. Dozowanie melasy według schematu I przedstawiono w ml/minutę (zgodnie z rzeczywistym przebiegiem hodowli), natomiast w przypadku schematu II i III przedstawiono zużycie melasy jako, % w stosunku do zaplanowanego.





Rys. 1 .Sposób dozowania melasy w doświadczeniach w skali mikrotechnicznej, schemat I, ml/min



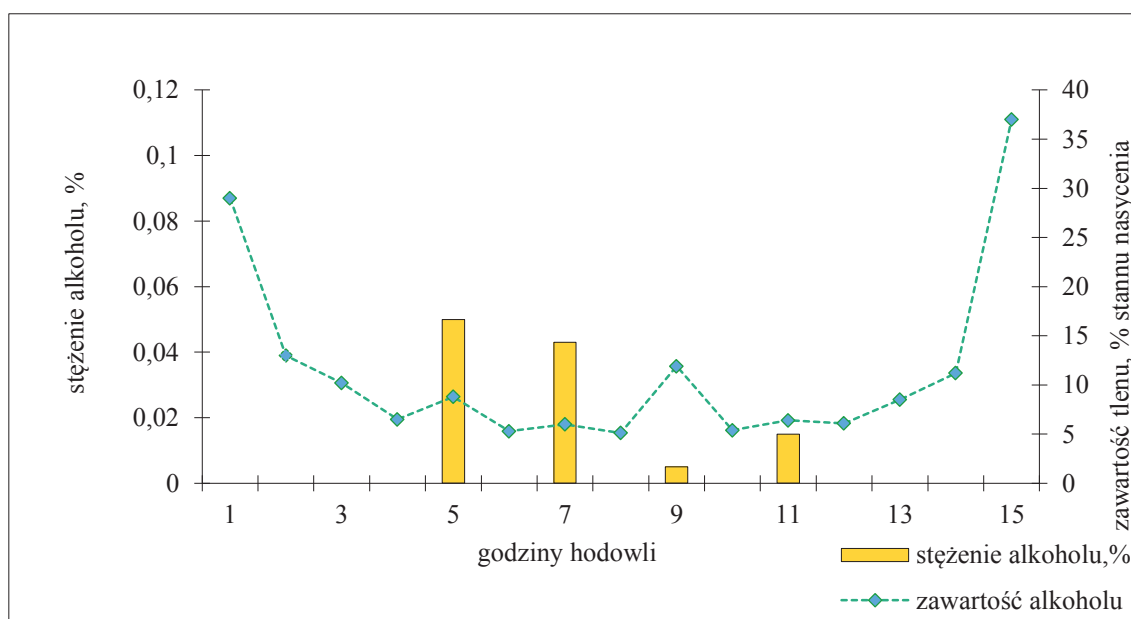
Rys. 2. Sposób dozowania melasy w doświadczeniach w skali mikrotechnicznej, porównanie procentowego zużycia melasy według schematu II i III, %

Biorąc pod uwagę zróżnicowaną zawartość węglowodanów, a także mikroelementów i biostymulatorów w melasach buraczanych i trzcinowych, a także to, że uzyskane wydajności i aktywności fermentacyjne drożdży nie były wysokie, wykonano hodowle, w których zastosowano jako podłoże obydwa rodzaje melasy zmieszane w stosunku 30:70, z przewagą melasy buraczanej. Przyczyniło się to do podwyższenia aktywności fermentacyjnej drożdży jednak biorąc pod uwagę ogólnie niższe wyniki aktywności fermentacyjnej niż w hodowlach drożdży w systemie konwencjonalnym można stwierdzić, że przydatność melas



ekologicznych do hodowli drożdży jest niższa niż surowców konwencjonalnych. Wymagana jest suplementacja brzezki melasowej w niezbędne stymulatory wzrostu.

Przeprowadzono optymalizację hodowli pod względem takich parametrów jak: pH, zawartość tlenu rozpuszczonego w brzezce drożdżowej i ich wpływu na aktywność fermentacyjną i wydajność biomasy. W hodowlach prowadzonych w warunkach mikrotechnicznych stopień napowietrzenia brzezki można regulować poprzez ilość doprowadzonego powietrza (strumień przepływający przez rotor) i obroty mieszadła. Rysunek 3 przedstawia zawartość tlenu podczas hodowli według schematu III.



Rys. 3. Zawartość tlenu w brzezce w schemacie III, % stanu nasycenia

Dozowanie substratu węglowego wpływa na zużycie tlenu przez drożdże. Przy dozowaniu melasy zgodnie z III schematem tlen pozostawał na poziomie nieprzekraczającym 12% stanu nasycenia, co związane było także z niskim stężeniem etanolu – maksymalnie 0,05%.

Biorąc pod uwagę zawartość tlenu w brzezce (% stanu nasycenia) opracowane schematy dozowania II i III skutkują prawidłowym dla drożdży zakresem stężenia tlenu rozpuszczonego to jest od 10 do 20% stanu nasycenia, najkorzystniejszym dla wykładniczego wzrostu drobnoustrojów, który w tych warunkach jest ograniczony tylko przez szybkość dopływu źródła węgla.

Obecność składników wzrostowych w melasie takich jak biotyna, kwas pantotenowy, M-inozytol, pirydoksyna, tiamina jest zróżnicowana; zazwyczaj ich poziom w melasie trzcinowej jest wyższy niż w melasie buraczanej. Dlatego korzystne jest, zwłaszcza w

warunkach produkcji ekologicznej stosowanie mieszanki dwóch rodzajów melas jako podłoża do hodowli.

W celu optymalizacji warunków hodowli wykonano szereg doświadczeń, w których zastosowane zróżnicowane wartości pH, i temperatury hodowli i określono wpływ tych parametrów na jakość i wydajność biomasy drożdży. Porównano również charakterystykę drożdży otrzymanych bez dodatków i z dodatkami biostymulatorów-biotyny i tiaminy w dawce odpowiednio: 0,3 mg/l i 2 mg/l, a także jonów cynku w ilości 10mg/l.

Dodatek biostymulatorów wpływał pozytywnie na aktywność fermentacyjną drożdży otrzymywanych z udziałem ekologicznej melasy buraczanej. Rozporządzenie 834 nie wymienia jednak biostymulatorów jako dodatków stosowanych w produkcji drożdży, biorąc jednak pod uwagę niewielkie, w stosunku do melasy i substancji pomocniczych, ilości dodatków celowe byłoby wzbogacanie brzezki podczas hodowli.

Wnioski

1. Na wydajność biomasy i jakość drożdży w produkcji ekologicznej decydujący wpływ ma jakość surowca - melasy ekologicznej. W porównaniu do ekologicznej melasy buraczanej zastosowanie melasy trzcinowej pozwala na uzyskanie wyższych wydajności biomasy drożdży.
2. W hodowlach drożdży ekologicznych dobre efekty pod względem wydajności biomasy daje wykorzystanie autolizatów i ekstraktów drożdżowych jako źródło azotu.
3. W przypadku szczepu *Saccharomyces cerevisiae* KKP 512 prowadzenie hodowli powinno odbywać się w pH 4,5 - 5,2 i temperaturze 25 - 30°C. Substrat węglowy powinien być dozowany w schemacie wzrastająco-malejącym (w badaniach II lub III). Poziom etanolu w brzezce nie powinien przekraczać 0,05%.
4. Aktywność fermentacyjna drożdży otrzymanych w warunkach hodowli ekologicznych nie przekraczała 1415 ml CO₂, po 2 godzinach fermentacji. Jest to związane z niską zawartością białka w drożdżach oraz niestosowaniem dodatków biostymulatorów.
5. Zawartość tlenu rozpuszczonego w brzezce hodowlanej powinna być utrzymywana powyżej 8%, optymalnie 15%.



SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE

1

Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi – badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn niezamierzonego występowania w produktach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom.

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HORRe-msz-078-91/16(203) z dn. 17.05.2016r.



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Laboratorium Nowych Technologii Wytwarzania Produktów Zielarskich i Oceny
ich Jakości w Katedrze Roślin Warzywnych i Leczniczych

Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi – badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn niezamierzonego występowania w produktach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom.

Kierownik projektu: Dr Katarzyna Bączek

Wykonawcy: Prof. dr hab. Zenon Węglarz, Dr Olga Kosakowska,
Dr Ewelina Pióro-Jabrucka, Prof. dr hab. Małgorzata Gniewosz, Dr Jarosław L.
Przybył, Prof. dr hab. Jerzy Szymona

Problematyka i cel badań

Obecnie Polska jest liczącym się na rynku europejskim producentem wyjściowych surowców zielarskich pozyskiwanych z roślin dziko rosnących. Niestety zbiór tych surowców nie jest objęty ścisłą dokumentacją statystyczną. Szacuje się, że ponad 200 gatunków roślin leczniczych jest zbieranych na mniejszą lub większą skalę ze stanowisk naturalnych, w tym około 100 dla celów komercyjnych, w ilości od 5 do 10 tysięcy ton suchych surowców rocznie (Węglarz 2005, Kozłowski i in. 2008). W roku 2015 firmy zielarskie skupiły ekologiczne surowce zielarskie w ilości około 700 ton z ponad 150 gatunków dziko rosnących roślin leczniczych w Polsce (szacunek na podstawie informacji uzyskanych z ekologicznych firm zielarskich). Zarówno pod względem liczby skupowanych gatunków jak i masy ekologicznego surowca przeważająca ich część pozyskana została we Wschodniej Polsce, a przede wszystkim na Podlasiu i Lubelszczyźnie. Biorąc pod uwagę liczbę i wielkość aglomeracji miejskich, obecność przemysłu, a także stosunkowo niewielką liczbę dużych ferm hodowlanych, rejon ten należy do najczystszych ekologicznie w Polsce, stąd jest najbardziej predysponowany do ekologicznego zbioru dziko rosnących roślin. Specyfiką dziko rosnących roślin zielarskich jest bardzo duża liczba gatunków różniących się wymogami siedliskowymi, biologią rozwoju (rośliny 1-letnie, 2-letnie, byliny, drzewa) oraz pozyskiwanymi z nich różnymi surowcami (liść, ziele, kwiaty, kora, owoce, nasiona, różne organy podziemne), a co za tym idzie także bardzo zróżnicowanymi sposobami ich zbioru i



pozbiorczej obróbki. Najważniejszym jednak wyróżnikiem tych roślin są związki biologicznie aktywne, niezwykle zróżnicowane pod względem chemicznym, gromadzące się w tych roślinach w różnym czasie i niezwykle podatne na wpływ czynników środowiska, sposób zbioru i czynności pozbiorcze. Związki te decydują o określonej aktywności biologicznej ziół, co w przypadku surowców ekologicznych jest szczególnie istotne. Ta specyfika sprawia, że zbiór roślin dziko rosnących wymaga odpowiedniej wiedzy, pozwalającej z jednej strony na pozyskanie surowców jak najwyższej jakości (wysoka zawartość związków czynnych i czystość ekologiczna surowca), a z drugiej nie uszczuplający zasobów tych roślin na stanowiskach naturalnych.

W produktach ekologicznych wytworzonych w Polsce na bazie surowców zielarskich pochodzących ze stanowisk naturalnych stwierdzana jest niekiedy obecność środków niedopuszczalnych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Najczęściej są to pozostałości pestycydów, głównie herbicydów. Obecność pozostałości takich środków może być związana z: pozyskiwaniem surowców zielarskich z obszarów, które nie spełniają wymogów określonych w Rozporządzeniu Rady nr 834/2007, a także z pozyskiwaniem surowców zielarskich z obszarów, które spełniają ww. wymogi, ale następnie przez niewłaściwe obchodzenie się z nimi (szeroko rozumiane postępowanie pozbiorcze), a także mieszanie z surowcami zebranymi z obszarów nie spełniających ww. wymogów, stają się produktami zanieczyszczonymi.

Nadrzędnym celem projektu było opracowanie zasad dobrej praktyki ekologicznego zbioru dziko rosnących roślin leczniczych i pozbiorcze postępowania z surowcami pochodzącymi z tych roślin, zgodnie z wymaganiami określonymi w Rozporządzeniu Rady nr 834/2007.

Podjętą w pracy tematykę realizowano w trzech podzadaniach.

PODZADANIE I. Określenie kwalifikacji oraz wiedzy zbieraczy ziół oraz pracowników skupu firm zielarskich w zakresie ekologicznego pozyskiwania surowców z roślin dziko rosnących.

Badania prowadzone były w trzech firmach zajmujących się skupem i przetwarzaniem ekologicznych surowców zielarskich, działających na terenie wschodniej Polski. Przedstawione wyniki opracowano na podstawie ankiet i rozmów przeprowadzonych ze zbieraczami i pracownikami ww. firm. Miały one na celu określić:

- w jaki sposób odbywa się rekrutacja zbieraczy,
- na jakiej zasadzie odbywa się współpraca pomiędzy firmą a zbieraczami,
- czy zbieracze są szkoleni przez firmę skupującą, a jeśli tak to w jaki sposób i w jakim zakresie,
- czy zbieracze mają wiedzę pozwalającą na ustalenie tożsamości zbieranego gatunku i sposobu jego zbioru,
- w jaki sposób firma typuje stanowiska do zbioru i ustala wielkość zbioru,



- w jakiej formie surowce są dostarczane przez zbieraczy do firmy skupującej, czy poddawane są jakiegokolwiek obróbce pozbiorczej (usuwanie zanieczyszczeń, mycie-korzenie, suszenie, ocieranie ziela itd.), czy zatem możliwa jest prawidłowa identyfikacja surowca podczas skupu,
- w jaki sposób prowadzi się obróbkę pozbiorczą surowców w firmie,
- w jaki sposób w firmie przechowywane są surowce,
- inne informacje wynikające z uzyskanych powyżej odpowiedzi.

Badania realizowano we wschodniej Polsce tj. w rejonie Kurpi, Warmii, Podlasia, Lubelszczyzny i Bieszczadów.

WYNIKI

W grupie 56 ankietowanych (zbieraczy ziół ze stanowisk naturalnych) udział kobiet i mężczyzn był zbliżony. Większość, bo prawie 39% badanych to osoby w wieku 51-60 lat. Osoby poniżej 30 roku życia stanowiły 5,6%, a po 70 roku to 5,5% ankietowanych. Warto wspomnieć, iż wśród zbieraczy nadal pewną niewielką grupę stanowi młodzież szkolna, która w okresie wakacji zajmuje się pozyskiwaniem np. kwiatów lipy. W ramach niniejszego projektu ta grupa wiekowa nie podlegała jednak badaniom.

Większość, tj. 90% zbieraczy stanowiły osoby zamieszkałe na terenach wiejskich, przy czym część z nich to ludzie, którzy na wieś przeprowadzili się po zakończeniu aktywności zawodowej i obecnie zbieractwo to sposób na dorobienie do emerytury, ale również zachowanie sprawności fizycznej.

Wśród zbieraczy dominowały osoby z wykształceniem zawodowym (50%) i średnim (30%). Na co dzień większość z nich pracuje we własnym gospodarstwie rolnym (45%) lub są na emeryturze. Zbiór ziół dla ankietowanych to dochód na poziomie 10-50% w stosunku do stałych, podstawowych dochodów. Niektórzy z nich deklarowali, że jest to od kilkuset do > 1000zł miesięcznie. Dla 5,3% badanych zbieractwo to zajęcie, które wykonują od ponad 40 lat. 32% zbiera zioła ponad 20 lat, a 26% - ponad 10 lat. Zazwyczaj ludzie ci współpracują z jedną firmą zielarską i jest to współpraca wieloletnia, stała. Część osób wskazuje, że swoją aktywnością (a w szczególności możliwością dodatkowego zarobkowania) zachęciła inne osoby z rodziny lub z kręgu znajomych do podjęcia tego zajęcia. Generalnie, wg ankietowanych, zbiór ziół ze stanu naturalnego budzi pozytywny stosunek lub zainteresowanie osób z otoczenia.

Zbieracze na ogół nie spotykają się z utrudnieniami związanymi ze zbiorem ze strony instytucji państwowych i samorządowych lub osób prywatnych. Jedyne uwagi zbieraczy w tej kwestii dotyczą terminu wykaszania łąk przez rolników. Z jednej strony zabieg ten sprzyja występowaniu niektórych gatunków ptaków i wykonywany jest w związku z otrzymywanymi dopłatami, ale z drugiej strony prowadzony jest w czasie, gdy większość roślin zielnych rosnących na łąkach zaczyna dopiero kwitnienie. Koszenie łąk w tym okresie przyczynia się do ich zanikania, ponieważ nie mają one szansy na wydanie nasion. Problem ten dotyczy wielu roślin, w tym coraz rzadziej występującego świetlika łąkowego, dziurawca zwyczajnego, czy macierzanki zwyczajnej. Przesunięcie terminu koszenia łąk mogłoby zatem rozwiązać problem odnawiania się zasobów takich gatunków.

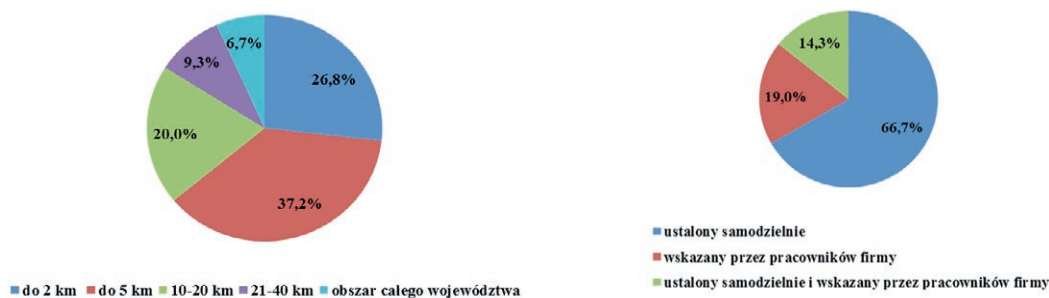


W trakcie rozmów z właścicielami firm oraz pracownikami skupu uzyskano informacje, iż z roku na rok liczba zbieraczy wyraźnie maleje. Jednocześnie udział osób młodych w tej grupie jest coraz mniejszy. Może być to związane m.in. z dochodowością zbieractwa. Wg ankietowanych ceny surowców zielarskich nie zmieniają się od wielu lat. Dla większości zbieraczy największy dochód przynosi zbiór ziela świetlika, owoców bzu czarnego i liści pokrzywy.

Zioła zbierane są najczęściej w najbliższej okolicy od miejsca zamieszkania, gdzie bez trudu można dojść lub dojechać rowerem lub ciągnikiem z przyczepą. W zbiorze bardzo często pomagają członkowie rodziny – współmałżonek/ka lub rodzice.

Surowce zbierane są w większości przypadków na podstawie bieżącego zapotrzebowania firm zielarskich. Listy surowców na które aktualnie jest takie zapotrzebowanie są na ogół dostępne dla zbieraczy w punktach skupu. Nadal jednak około 10% zbieraczy zbiera surowce bez wcześniejszego uzgodnienia tego z firmą.

W przypadku większości ankietowanych (66,7%) stanowiska z których pozyskują surowce zielarskie wybierają oni samodzielnie i dopiero w punkcie skupu udzielają informacji na temat miejsca zbioru. Jedynie 33% ankietowanych zbiera surowce z miejsc wcześniej ustalonych z pracownikami punktu skupu.



Ogległość miejsc zbioru od miejsca zamieszkania (% odpowiedzi)

Sposób ustalenia miejsc zbioru surowców (% odpowiedzi)

Większość zbieraczy pozyskuje surowce zarówno konwencjonalne jak i ekologiczne. Na podstawie przeprowadzonych ankiet i rozmów wątpliwości budzi jednak wiedza, czym te dwie grupy surowców się różnią. Nawet osoby, które zajmują się zbiorem ziół od kilkunastu lat mają jedynie fragmentaryczną wiedzę na temat zasad zrównoważonego zbioru. Jedynie 50% ankietowanych podaje, że zbiór powinien być prowadzony w odpowiednim czasie i nie należy zbierać wszystkich osobników z jednego stanowiska, a 25 % badanych wspomina o wykonywaniu podsiewów. Około 30% badanych zadeklarowało, że zbiera gatunki objęte częściową ochroną prawną. Z kolei 60% podało, iż zna gatunki objęte taką ochroną, choć poproszeni o ich wymienienie potrafili wskazać jedynie 1-2 gatunki.

Jeżeli chodzi o organizację skupu to obecnie większość surowców zielarskich odbieranych jest przez pracowników firmy bezpośrednio u zbieraczy. Są one odbierane zarówno w formie świeżej jak i powietrznie suche (po wysuszeniu). Prowadzenie obróbki pozbiorczej deklaruje około 75% ankietowanych. Obróbka ta wg badanych polega na myciu i krojeniu organów podziemnych i rozłożeniu surowca do suszenia.



Suszenie u zbieraczy odbywa się najczęściej na strychach lub na podwórzu. U niektórych ma ono miejsce również w stodołach i w garażu. Po wysuszeniu surowce są pakowane do worków papierowych, które dostarczane są zbieraczom przez firmy skupujące. Przechowuje się je w pomieszczeniach gospodarczych, przez okres maksymalnie 2 miesięcy. Odbiór surowca od zbieracza odbywa się nawet tego samego dnia co sam zbiór (surowiec świeży).

W punktach skupu lub podczas odbioru surowca u zbieracza osobom tym udzielane są uwagi odnośnie jakości surowców. Jednak w rejonach, gdzie liczba zbieraczy jest niewystarczająca pracownicy punktów skupu wołają samodzielnie doprowadzić surowiec do określonej jakości (oczyścić go z zanieczyszczeń mineralnych, organicznych lub dosuszyć), niż „odstraszać” zbieraczy dodatkowymi wymaganiami jakościowymi.

Prawie 40% zbieraczy potwierdza, że w firmach do których dostarczają surowce zielarskie prowadzone są szkolenia. Większość z nich (ponad 55%) podaje, iż udzielanie informacji nt. zbioru ziół odbywa się w formie indywidualnych rozmów z pracownikami skupu. Z kolei 5,5% wskazuje, że nigdy nie brało udziału w szkoleniach. Wśród osób uczestniczących w szkoleniach 75% podaje, że odbywają się one raz w roku, a 15% że organizowane są one nawet 2-krotnie w ciągu roku. Zgodnie z informacjami uzyskanymi od zbieraczy tematyka szkoleń wydaje się być jednak bardzo ogólna.

Wśród pracowników punktu skupu ponad 90% ankietowanych deklaruje, że prowadzi działalność instruktazową. W ramach szkolenia zbieraczy przekazywane są głównie informacje na temat miejsca i sposobu zbioru. Wszyscy pracownicy deklarowali, że podczas przyjmowania surowca do skupu zwraca się uwagę na zanieczyszczenia i zafałszowania surowców. Wg nich celowe zanieczyszczenia zdarzają się rzadko lub nie występują wcale. Celowe zanieczyszczenia zdarzają się w grupie „nowych” zbieraczy i polegają na umieszczeniu w workach z surowcami przedmiotów obciążających, jak: kamienie, elementy metalowe lub w surowcu deklarowanym jako wysuszony dodatku surowca wilgotnego, świeżego.

Wszyscy ankietowani pracownicy skupu zadeklarowali również, że istnieje stała procedura przyjęcia surowca do skupu, a jej częścią jest odpowiednie etykietowanie i magazynowanie surowców. Wg 60% ankietowanych surowce ekologiczne są magazynowane w oddzielnych pomieszczeniach, a 40% podało, iż są one przechowywane w osobnych częściach magazynu, co może budzić pewne wątpliwości co do prawidłowości przestrzegania procedur rolnictwa ekologicznego. Również inne, podane przez pracowników skupu informacje dotyczące realizacji tych zasad budzą pytanie, czy osoby te są odpowiednio przeszkolone i posiadają wystarczającą wiedzę w zakresie ekologicznej produkcji.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

- Wiedza pracowników firm zajmujących się skupem, adjustacją i dystrybucją surowców zielarskich powinna być regularnie uzupełniana, w szczególności w zakresie zrównoważonego pozyskiwania surowców ekologicznych ze stanowisk



naturalnych i ich obróbki, a przede wszystkim sposobów wyznaczania obszarów do ekologicznego zbioru i określania ich wydajności surowcowej.

- Nie zawsze pracownicy firm ustalają ze zbieraczami jaki surowiec ma być zbierany, gdzie, w jaki sposób i w jakich ilościach.
- Wiedza zbieraczy o dziko rosnących roślinach leczniczych, z niewielkimi wyjątkami, jest ograniczona i najczęściej sprowadza się do rozpoznawania kilku roślin, które stale są przez nich zbierane.
- Bardzo rzadko jeden zbieracz pozyskuje kilkanaście, lub więcej gatunków.
- Zbieracze posiadają ograniczoną wiedzę na temat rozwoju osobniczego zbieranych roślin, czego skutkiem bywa często niewłaściwy (ale nieuświadomiony) sposób zbioru, zagrażający roślinom, a czasami pogarszający jakość zbieranego surowca.
- Większość zbieraczy współpracuje z firmami zielarskimi od wielu lat.
- Coraz mniej liczni, nowi zbieracze, rekrutują się najczęściej z grona rodzin i znajomych dotychczasowych zbieraczy.
- Firmy zielarskie dotychczas nie opracowały skutecznego systemu rekrutacji zbieraczy.
- Firmy zielarskie starają się utrzymywać kontakty ze zbieraczami poprzez:
 - bardziej lub mniej skuteczne szkolenia, polegające często na indywidualnych rozmowach w punktach skupu, rzadziej w terenie,
 - dostarczanie im opakowań do niektórych surowców,
 - odbiór surowca z miejsca zamieszkania zbieracza,
 - mniej restrykcyjne podejście co do jakości zbieranych przez nich surowców.
- W niektórych firmach zielarskich organizowane są integracyjne spotkania zbieraczy.
- W roku 2016 w wielu punktach skupu ziół z ich zbioru zrezygnowały osoby należące do rodzin, które uzyskały dopłaty na dzieci, tzw. 500+.
- Nie praktykowany jest jednolity sposób typowania naturalnych stanowisk dla zbioru surowców ekologicznych:
 - w niektórych firmach ustala się obszary z których poszczególni zbieracze przeprowadzają zbiór surowców, wątpliwości budzi jednak realizacja tych ustaleń,
 - najczęściej surowiec zbierany jest przez zbieraczy na podstawie przekazanych im dość ogólnych wskazówek,
 - zdarza się że zbieracze sami decydują z jakich stanowisk pozyskiwać surowiec.
- Partie surowców, a także jednostkowe opakowania w większości przypadków oznaczane są zgodnie z przyjętymi zasadami.
- Wielu zbieraczy pozyskuje równocześnie surowce ekologiczne i konwencjonalne, korzystając przy ich obróbce (czyszczenie, sortowanie, suszenie, pakowanie, przechowywanie) z tego samego sprzętu i tych samych pomieszczeń. W takich warunkach istnieje możliwość zamieszania surowców, a także zanieczyszczenia surowców ekologicznych środkami używanymi w gospodarstwie domowym i rolnictwie, których pozostałości nie są dopuszczone w surowcach ekologicznych.



- Zdarza się, że obróbka i przechowywanie surowców ekologicznych w firmach zielarskich odbywa się przy użyciu tych samych urządzeń i w tych samych pomieszczeniach.
- Konieczne jest opracowanie jednolitego, zwartego systemu zbioru surowców, możliwego do skutecznej realizacji po wcześniejszym przeprowadzeniu szkoleń ze zbieraczami i pracownikami firm, przy równoczesnym uwzględnieniu regionalnej specyfiki dotyczącej występowania i pozyskiwania poszczególnych gatunków.

PODZADANIE II. Jakość surowców zielarskich w zależności od miejsca ich zbioru, ze szczególnym uwzględnieniem obecności w nich substancji niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Do badań wytypowano surowce najczęściej wykorzystywane z roślin dziko rosnących tj.: kwiat lipy, liść brzozy, liść i korzeń pokrzywy zwyczajnej, ziele skrzypu, kwiat i owoc bzu czarnego, korzeń mniszka. Są one szczególnie narażone na zanieczyszczenia środkami niedopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym, gdyż rośliny z których są pozyskiwane często towarzyszą uprawom konwencjonalnym lub innym źródłom zanieczyszczeń. Dlatego też wytypowane stanowiska różniły się odległością od upraw konwencjonalnych, innych źródeł zanieczyszczeń związanych z aktywnością rolniczą (chów zwierząt) i przemysłową. W celach porównawczych wybrane surowce zebrano ze stanowisk wyraźnie narażonych na skażenie substancjami niedozwolonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym (drogi szybkiego ruchu, zakłady przemysłowe, uprawy konwencjonalne). Pozyskane surowce ocenione zostały pod kątem pozostałości pestycydów, metali ciężkich, zanieczyszczeń mikrobiologicznych oraz zawartości związków biologicznie czynnych. Ze względu na ograniczenia wydawnicze poniżej przedstawiono wybrane wyniki.

WYNIKI

Obecność substancji niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym w przykładowych surowcach zielarskich w zależności od typu stanowiska i rodzaju surowca

Typ stanowiska	Kwiat bzu	Owoc bzu	Liść brzozy	Korzeń pokrzywy
Ekologiczne stanowisko z dala od zabudowań gospodarczych i dróg, zarośla	not det.	not det.	not det.	not det.
Stanowisko przy drodze śródleśnej	-	-	karbendazym	-
Stanowisko w pobliżu obór – intensywny chów krów	not det.	not det.	-	kaptan
Stanowisko usytuowane około 600m od upraw rolniczych konwencjonalnych	not det.	tebukonazol trifloksystrobina	chloropirifos cyprodinil metoksifenozyd	-
Droga szybkiego ruchu, intensywnie użytkowana	-	not det.	-	kaptan, tebukonazol

not det. – nie stwierdzono obecności

- nie badano takich surowców



Zawartość kadmu (mg/kg)

Typ stanowiska	Kwiat bzu	Owoc bzu	Liść brzozy	Korzeń pokrzywy
Ekologiczne stanowisko z dala od zabudowań gospodarczych i dróg, zarośla	<0,04	<0,04	0,512	0,111
Stanowisko przy drodze śródleśnej	-	-	0,446	-
Stanowisko w pobliżu obór – intensywny chów krów	<0,04	<0,04	-	<0,04
Stanowisko usytuowane około 600m od upraw rolniczych konwencjonalnych	<0,04	<0,04	0,618	-
Droga szybkiego ruchu, intensywnie użytkowana	-	<0,04	-	0,07

Zawartość ołowiu (mg/kg)

Typ stanowiska	Kwiat bzu	Owoc bzu	Liść brzozy	Korzeń pokrzywy
Ekologiczne stanowisko z dala od zabudowań gospodarczych i dróg	0,126	<0,05	0,273	1,120
Stanowisko przy drodze śródleśnej	-	-	0,212	-
Stanowisko w pobliżu obór – intensywny chów krów	0,056	0,082	-	0,649
Stanowisko usytuowane około 600m od upraw rolniczych konwencjonalnych	0,062	0,159	0,548	-
Droga szybkiego ruchu, intensywnie użytkowana	-	0,178	-	0,843

not det. – nie stwierdzono obecności

- nie badano takich surowców

norma dla zawartości w surowcach zielarskich kadmu - 1 mg/kg, dla ołowiu - 5 mg/kg s.m.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

- Wykonane analizy na obecność substancji niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz zawartość metali ciężkich nie wykazują spodziewanej zależności pomiędzy ich zawartością (obecnością) w surowcach, a miejscem zbioru tych surowców.
- Gromadzenie się w surowcach zarówno pozostałości pestycydów jak i metali ciężkich bardziej zależy od gatunku rośliny i organu surowcowego, niż od stanowisk z których były one zbierane.
- Zawartość kadmu i ołowiu w żadnym z badanych surowców, niezależnie od miejsca zbioru, nie przekraczała obowiązujących norm.
- Przy typowaniu stanowisk naturalnych do ekologicznego zbioru surowców niewystarczające są deklaracje zarządzających terenem o nie stosowaniu niedozwolonych środków ochrony roślin. Konieczne wydaje się przeprowadzenie wstępnych badań na obecność tych środków, co najmniej u roślin wytypowanych jako wskaźnikowe.



PODZADANIE III. Określenie zasad zrównoważonego zbioru wybranych, dziko rosnących roślin leczniczych, z uwzględnieniem wydajności surowcowej i jakości.

Celem podzadania trzeciego było określenie zasad zrównoważonego zbioru wybranych gatunków dziko rosnących roślin ze stanowisk naturalnych, ze szczególnym uwzględnieniem szacowania wydajności surowcowej tych stanowisk. Do badań wytypowano rośliny różniące się zarówno rodzajem dostarczanego surowca, jak i typem stanowisk naturalnych, na których występują tj. dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum* L.), krwawnik pospolity (*Achillea millefolium* L.), macierzanka piaskowa (*Thymus serpyllum* L.) i macierzanka zwyczajna (*Thymus pulegiodes* L.), kocanka piaskowa (*Helihrysum arenarium* L.), bukwica lekarska (*Betonica officinalis* L.), rzepik pospolity (*Agrimonia eupatoria* L.), wierzbownica drobnokwiatowa (*Epilobium parviflorum* L.), pięciornik kurze ziele (*Potentilla erecta* L.), turówka leśna (*Hierochloë australis* L.). Badaniami objęto teren wschodniej Polski (województwa: mazowieckie, podlaskie, lubelskie, świętokrzyskie i podkarpackie.) Na stanowiskach wyodrębniono poletka (w trzech powtórzeniach) o określonej powierzchni, na których zliczano osobniki, określano wybrane cechy morfologiczne i masę surowca. W celu ujednoczenia danych, otrzymane wyniki przeliczono na 10m². Prowadzono również monitoring tych stanowisk, pozwalający na określenie czynników zagrażających badanym gatunkom. Na zebranym, powietrznie suchym materiale roślinnym wykonano analizy chemiczne na zawartość najważniejszych grup związków biologicznie aktywnych, odpowiedzialnych za ich aktywność. Uzyskane wyniki oraz wykonane obserwacje posłużyły do przygotowania tablic informacyjnych, które umieszczono w opracowaniu przeznaczonym dla zbieraczy ziół oraz inspektorów rolnictwa ekologicznego (Podzadanie IV). Ze względu na ograniczenia wydawnicze poniżej przedstawiono wyniki uzyskane dla macierzanki zwyczajnej.



Macierzanka zwyczajna (*Thymus pulegioides* L.)

Nazwy lokalne:	macierzanka pospolita, tymianek wąskolistny, cząber leśny, dziecielnica
Rodzina:	jasnotowate (<i>Lamiaceae</i>)
Opis rośliny:	Macierzanka zwyczajna jest rośliną wieloletnią. Jest wyższa niż macierzanka piaskowa, dorasta do ok. 30 cm, a jej pędy są wzniesione. Kwiaty różowo-fioletowe (patrz Tablica). Cała roślina wydaje przyjemny zapach (ziołowy, cytrynowy, herbaciany).
Występowanie (typy stanowisk):	Rośnie na słonecznych stanowiskach, nieco bardziej żyznych niż macierzanka piaskowa. Spotkać ją można na polanach, obrzeżach lasów, miedzach, łąkach. Zwykle rośnie w trawie.
Surowiec:	ziele macierzanki (<i>Herba Serpylli</i>)
Główne związki biologicznie czynne:	flawonoidy, olejek eteryczny (0,3 – 0,4%), w zależności od chemotypu w olejku dominują: tymol, karwakrol, p-cymen, γ terpien, cytral
Zasady zbioru:	Zbiór podczas kwitnienia roślin, w dni pogodne i suche, po obeschnięciu rosy. Ścina się ulistnione pędy na wysokości ok. 5 cm nad podłożem, bez zdrewniałych i bezlistnych części łodyg. Nie należy zbierać pędów z zawiązanymi nasionami (surowiec złej jakości). Zbiór roślin z zawiązanymi nasionami ogranicza rozprzestrzenianie się i odnawianie gatunku! Zbiór wyłącznie przy użyciu ostrych narzędzi ręcznych (nożyce, sekatory, noże) w celu uniknięcia wyrwania rośliny wraz z korzeniami (rośliny płytko korzeniące się). Należy pozostawić na stanowisku około 30% roślin nie zebranych. Przed suszeniem surowiec należy oczyścić z innych gatunków roślin, rosnących na tym samym stanowisku. Surowiec z obydwu gatunków (macierzanka zwyczajna i macierzanka piaskowa) powinien być zbierany i magazynowany w oddzielnych opakowaniach ze względu na ich odmienny skład chemiczny, a tym samym możliwość ich wykorzystania.
Wydajność stanowisk:	0,2 -1,3 kg s.m./ 10m ² (ilościowość 2-4), możliwy zbiór odrostu (przedstawione wyniki uwzględniają taki zbiór)
Zagrożenia:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ nieprawidłowy zbiór surowca (zbyt niskie cięcie, wrywanie całych roślin wraz z korzeniami) ✓ nadmierny zbiór surowca ✓ pojawianie się na stanowiskach nowych roślin (sukcesja wtórna), które zastępują macierzankę <p>Bardziej zagrożonym gatunkiem jest macierzanka zwyczajna, która ścinana jest totalnie w czasie koszenia łąk. Uniemożliwia jej to wydanie nasion, co prowadzi (w ciągu kilku lat) do zaniku rośliny. Koszenie łąk naturalnych przed kwitnieniem macierzanki w wyraźny sposób zubaża pożytek dla pszczół i innych owadów.</p>



Tablica. Macierzanka zwyczajna na typowym stanowisku naturalnym

Macierzanka zwyczajna na stanowisku naturalnym (południowe, słoneczne zbocze)



Macierzanka zwyczajna w fazie kwitnienia



Ziele macierzanki należy zbierać w czasie kwitnienia, na wys. 5 cm nad powierzchnią gleby

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

- Lasy nie stanowią najważniejszego źródła zbioru surowców zielarskich.
- Źródłem większości tzw. surowców leśnych są obrzeża lasów, widne drogi śródleśne oraz zręby leśne. Rośliny zbierane na obrzeżach lasów zagrożone są zanieczyszczeniami rolniczymi, głównie pestycydami.
- Zagrożone są w dużym stopniu te gatunki roślin leczniczych, które występują w małych, odległych od siebie populacjach (np. turówka leśna, bukwica pospolita), podlegających naturalnemu zjawisku dryftu genetycznego.
- Gniazdowe zręby leśne mogą być wydajnym źródłem surowców zielarskich tylko w przypadku mniej żyznych kompleksów glebowych, na których w pierwszych latach po wycince drzew nie występuje nadmierny rozwój krzewów i innych roślin zielnych, zagłuszających występujące tam rośliny lecznicze.
- Bogatym źródłem pozyskiwania ekologicznych surowców zielarskich są naturalne nienawożone łąki, grunty rolne wyłączone z uprawy, różnego rodzaju inne nieużytki, grunty przyleśne, doliny rzek oraz uprawy ekologiczne, w których niektóre rośliny lecznicze występują jako chwasty.
- Wiele gatunków roślin rosnących na naturalnych lub półnaturalnych łąkach jest zagrożonych w związku z ich wykaszaniem. Z jednej strony zabieg ten sprzyja rozmnażaniu niektórych gatunków ptaków i pozwala rolnikom na otrzymywanie dopłat unijnych, ale z drugiej wykonywany, gdy rośliny kwiatowe znajdują się w początkowej fazie kwitnienia ogranicza lub uniemożliwia wydanie im nasion. Sytuację można by zmienić korzystnie poprzez zmianę terminu wykaszania łąk ich koszenie co drugi rok. Umożliwiłoby to, przynajmniej w jakimś stopniu, regenerację populacji zagrożonych gatunków roślin (dotyczy to m.in. świetlika łąkowego, dziurawca zwyczajnego, czy macierzanki zwyczajnej).
- Trudności w wycenie zasobów surowcowych dziko rosnących roślin leczniczych wynikają z ich gatunkowego zróżnicowania, dynamicznych zmian środowiskowych związanych z klimatem, użytkowaniem lasów i obszarów rolniczych, a także innych czynników antropogenicznych. Zmiany te generują zanikanie populacji na jednych stanowiskach i pojawianie się na innych. Wydaje się, że szacunki dotyczące zasobności obszarowej poszczególnych gatunków i dozwolonej do zbioru ilości surowców mogą i powinny być wykonywane tylko dla określonych niezbyt dużych obszarów, ale obejmujących nie tylko lasy, lecz także wszystkie inne grunty, z których rośliny mogą być pozyskiwane w jakości ekologicznej.



PODZADANIE IV.

Efektem końcowym prac realizowanych w ramach projektu było przygotowanie opracowania o charakterze materiałów szkoleniowych przeznaczonych dla zbieraczy ziół, pracowników firm zielarskich oraz inspektorów rolnictwa ekologicznego. Opracowanie to zamieszczone zostało na stronie internetowej Katedry Roślin Warzywnych i Leczniczych SGGW w Warszawie: <http://krwil.sggw.pl>, jako część 4 sprawozdania z niniejszego projektu. Ze względu na ograniczenia wydawnicze (opracowanie liczy ponad 70 stron) poniżej przedstawiono jedynie jego tematykę.

CZEŚĆ 1. ZASADY DOBREJ PRAKTYKI ZBIORU EKOLOGICZNYCH SUROWCÓW ZE STANOWISK NATURALNYCH, ICH OBRÓBKI POZBIORCZEJ I MAGAZYNOWANIA

1. Zasady zbioru:

- 1.1 zrównoważony zbiór (w tym techniki zbioru ekologicznego), z uwzględnieniem występujących zagrożeń,
 - 1.2 terminy zbioru,
 - 1.3 narzędzia do zbioru.
2. Typowanie stanowisk do ekologicznego zbioru z punktu widzenia ich zasobności.
 3. Postępowanie z ekologicznym surowcem po zbiorze.
 4. Opakowania do surowców zielarskich, ich etykietowanie i magazynowanie.
 5. Wybrane zagadnienia dotyczące higieny i bezpieczeństwa pracy z ekologicznymi surowcami zielarskimi.

CZEŚĆ 2. ZASADY WSPÓŁPRACY POMIĘDZY FIRMA SKUPUJĄCĄ EKOLOGICZNE SUROWCE ZIELARSKIE A ZBIERACZAMI

1. Szkolenia.
2. Wytaczanie obszarów i warunków zbioru.

CZEŚĆ 3. EKOLOGICZNY ZBIÓR SUROWCÓW ZIELARSKICH ZE STANOWISK NATURALNYCH W ŚWIETLE OBOWIĄZUJĄCYCH WYMOGÓW PRAWNYCH

1. Przygotowanie podmiotu gospodarczego do działalności w zakresie zbioru roślin dzikorosnących.
2. Zgłoszenie działalności właściwemu organowi.
3. Kontrola podmiotu gospodarczego wykonywana przez jednostkę certyfikującą.
4. Identyfikacja obszaru zbioru roślin dzikorosnących.
5. Osoby zajmujące się bezpośrednio zbiorem roślin dzikorosnących.
6. Ocena zakładu produkcyjnego.



SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE

2

Warzywnictwo, w tym uprawy ziół metodami ekologicznymi. Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań dla towarowej, ekologicznej uprawy rumianku pospolitego

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HORremsz-078-91/16(203) z dn. 17.05.2016r.



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Laboratorium Nowych Technologii Wytwarzania Produktów Zielarskich i Oceny
ich Jakości w Katedrze Roślin Warzywnych i Leczniczych

Warzywnictwo, w tym uprawy ziół metodami ekologicznymi. Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań dla towarowej, ekologicznej uprawy rumianku pospolitego.

Kierownik projektu: Prof. dr hab. Zenon Węglarz

Wykonawcy: Dr Katarzyna Bączek, Dr Anna Pawełczak, Dr Olga Kosakowska, Dr Ewelina Pióro-Jabrucka, Prof. dr hab. Małgorzata Gniewosz, Dr Rafał Chmielecki

Problematyka i cel badań

W Polsce do najważniejszych uprawnych gatunków roślin zielarskich, obok kozłka lekarskiego i mięty pieprzowej, należy rumianek pospolity. W tej grupie jest on najbardziej predysponowany do uprawy w systemie ekologicznym. Wynika to nie tylko z bardzo dużego zapotrzebowania na surowiec, ale przede wszystkim ze sposobu jego użytkowania. Surowcem tym są koszyczki kwiatowe stosowane głównie w postaci prostych naparów u dzieci, w tym niemowląt, i u ludzi w podeszłym wieku, czyli u tych grup, które są szczególnie wrażliwe na czynniki chorobotwórcze oraz ujemny wpływ stosowania leków syntetycznych. Szacuje się, iż rocznie w Polsce produkuje się ponad 1 000 ton surowca rumiankowego przede wszystkim na eksport do krajów zachodnich, w największych ilościach do Niemiec i Szwajcarii. Pozyskiwany jest głównie surowiec przemysłowy, czyli rozkrusz uzyskany po omłocie wysuszonych, będących w fazie pełnego kwitnienia roślin. Surowiec ten nazywany jest potocznie „rurką” (ze względu na dominujący udział żółtych kwiatów rurkowych). Z rozkruszu, po mechanicznym zbiorze roślin, niemożliwe jest oddzielenie zanieczyszczeń roślinnych, m.in. od chwastów, w których gromadzą się alkaloidy pirolizydynowe (AP).

Uważa się, że rumianek pospolity wolny jest od AP, natomiast jego plantacje są bardzo silnie zachwaszczane przez wiele gatunków roślin, w tym gromadzących AP, stąd surowiec jest szczególnie narażony na zanieczyszczenie tą grupą związków. Wg norm obowiązujących obecnie w wielu krajach Unii Europejskiej nawet śladowa zawartość tych związków w koszyczkach kwiatowych rumianku dyskwalifikuje surowiec. Związane jest to właśnie z faktem, iż na szkodliwe działanie AP najbardziej podatne są małe dzieci, którym rumianek jest najczęściej podawany jako naturalny środek leczniczy. Wykazano, że AP mogą być przyczyną bardzo ciężkich zatruc prowadzących do marskości wątroby, a nawet jej nowotworów. AP są szczególnie niebezpieczne ze względu na ich dużą rozpuszczalność w wodzie. Przechodzą one do



naparów i innych form wyciągów leczniczych bardzo szybko, nawet wtedy, gdy w surowcu jest ich bardzo mało.

W związku z niebezpieczeństwem stosowania produktów zanieczyszczonych chwastami zawierającymi AP pod koniec lat 80. XX w. Światowa Organizacja Zdrowia we współpracy z FAO opracowała specjalne zalecenia, wskazujące na konieczność niszczenia chwastów bogatych w AP, występujących powszechnie w uprawach roślin, a głównie w zbożach. Zalecenia te dotyczą także podnoszenia świadomości społeczeństw korzystających z naturalnych środków leczniczych o niebezpieczeństwie stosowania roślin bogatych w tą grupę związków.

W uprawie konwencjonalnej rumianku na świecie problem zachwaszczenia, w tym zachwaszczenia roślinami zawierającymi AP, próbuje się rozwiązywać albo „obejść” przy pomocy herbicydów takich jak: atrazyna, prometryna, propyzamid, chloroprofam, mekoprop, trifluralin, linuron, a w konsekwencji stwarza się nowe niebezpieczne zagrożenie związane z kumulacją w rumianku szkodliwych metabolitów syntetycznych środków ochrony roślin.

W Polsce nie prowadzono dotychczas badań nad zanieczyszczeniem surowców zielarskich alkaloidami pirolizydynowymi pochodzącymi z roślin towarzyszących uprawom. Wydaje się, że ich podjęcie, szczególnie w rolnictwie ekologicznym, jest konieczne. Przeprowadzone w tym projekcie prace mają charakter wstępnych badań, których celem jest opracowanie udoskonalonej metody ekologicznej uprawy rumianku prowadzącej do uzyskania najwyższej jakości surowca, charakteryzującego się wysokim udziałem koszyczków kwiatowych, wolnych od szkodliwych, obcych zanieczyszczeń roślinnych, a przede wszystkim AP.

Podjętą w pracy tematykę realizowano w trzech podzadaniach.

Podzadanie I. Określenie składu gatunkowego chwastów występujących w ekologicznych plantacjach rumianku oraz zawartości w tych chwastach alkaloidów pirolizydynowych.

Badania prowadzone były na dwóch ekologicznych plantacjach rumianku, zróżnicowanych pod względem glebowym (gleba klasy V i III), zlokalizowanych we wschodniej Polsce, w rejonie Wisznic oraz na ekologicznej plantacji na certyfikowanym polu doświadczalnym Katedry Roślin Warzywnych i Leczniczych, SGGW w Warszawie.

W ramach podzadania wykonano następujące prace:

1. identyfikacja występujących gatunków chwastów i określenie ich udziału procentowego zarówno pod względem liczby jak i masy; określenie ich fazy rozwojowej (obserwacje wykonano w 5 powtórzeniach, na wydzielonych losowo poletkach o powierzchni 9m²),
2. określenie zawartości alkaloidów pirolizydynowych w zebranych chwastach,
3. opracowanie listy chwastów występujących na ekologicznych plantacjach rumianku, które należy bezwzględnie usuwać, aby nie dopuścić do zanieczyszczenia surowca alkaloidami pirolizydynowymi.

Obserwacje polowe oraz zbiór chwastów na potrzeby projektu, oddzielnie w obydwu gospodarstwach przeprowadzono w pierwszej połowie czerwca na 5 losowo wybranych



poletkach o powierzchni 9m² każde (powtórzenia). W doświadczeniu prowadzonym na polu KRWiL obserwacje te wykonano analogicznie, w połowie lipca. Uzyskane wyniki przedstawiono jako średnie z powtórzeń. Chwasty przypisano do gatunku, określono ich liczbę oraz świeżą masę. Po wysuszeniu określono ich suchą masę, a przygotowane próby ziela poddano analizom chemicznym na zawartość alkaloidów pirolizydynowych w laboratorium badawczym firmy Martin Bauer.

Tabela 1. Skład gatunkowy chwastów na plantacji 1.

gatunek	faza rozwojowa	ilość		masa		
		szt./9m ²	udział procentowy	świeża (g)	sucha (g)	udział procentowy
Muchotrzew polny	G	159	46,2	40,0	7,6	2,2
Perz właściwy	W, G	99	28,8	585,0	220,7	64,5
Niezapominajka piaskowa	G	40	11,6	166,7	53,7	15,7
Miotła zbożowa	G	18	5,2	113,3	43,7	12,8
Rogownica polna	G	11	3,2	16,7	8,0	2,3
Przetacznik polny	W	8	2,3	5,5	3,8	1,1
Komosa biała	W, G	4	1,2	5,0	0,7	0,2
Rdest ptasi	W, G	2	0,6	5,0	1,2	0,4
Mysiurek drobny	W, G	2	0,6	27,5	1,2	0,4
Łubin wąskolistny	W	1	0,3	5,0	1,5	0,4
suma		344		969,7	342,1	

Tabela 2. Skład gatunkowy chwastów na plantacji 2.

gatunek	faza rozwojowa	ilość		masa		
		szt./9m ²	udział procentowy	świeża (g)	sucha (g)	udział procentowy
Niezapominajka piaskowa	G	190	44,4	895,0	294,6	53,6
Lucerna siewna	G	55	12,9	55,0	15,9	2,9
Wyka drobnokwiatowa	W	28,5	6,7	47,5	15,3	2,8
Fiolek polny	G,W	24	5,6	25,0	10,3	1,9
Wiechlina roczna	G,W	20	4,7	42,5	20,5	3,7
Komosa biała	G	20	4,7	15,0	1,3	0,2
Skrzyp polny	W	10	2,3	80,0	22,6	4,1
Tasznik pospolity	G	16	3,7	32,5	14,4	2,6
Przetacznik polny	G,W	14	3,3	10,0	3,6	0,7
Jaskier bulwkowy	W	7	1,6	60,1	15,0	2,7
Miotła zbożowa	G	6	1,4	80,2	32,5	5,9
Maruna bezwonna	G	6	1,4	155,3	46,7	8,5
Wyka wąskolistna	G,W	5	1,2	5,6	0,3	0,1
Nawrot polny	W	5	1,2	30,2	14,9	2,7
Gwiazdnica pospolita	G	6	1,4	12,3	4,3	0,8
Tobołki polne	G	4	0,9	15,0	0,9	0,2
Koniczyna łąkowa	G	3,5	0,8	26,1	1,3	0,2
Perz właściwy	G,W	3	0,7	5,2	0,6	0,1
Ostróżeczka polna	G	3	0,7	45,0	17,6	3,2
Chaber bławatek	G	1	0,2	35,0	13,5	2,5
Rdest ptasi	G	1	0,2	10,0	3,6	0,7
suma		428		1682,5	549,7	

G – faza generatywna

W – faza wegetatywna



Tabela 3. Skład gatunkowy chwastów na polu doświadczalnym Katedry Roślin Warzywnych i Leczniczych.

gatunek	faza rozwojowa	ilość		masa		
		szt./9m ²	udział procentowy	świeża (g)	sucha (g)	udział procentowy
Żółtlica drobnokwiatowa	G	46	3,3	146,2	31,8	3,3
Chwastnica jednostronna	W, G	426	30,6	1789,2	426,0	44,4
Mniszek lekarski	W, G	21	1,5	34,0	7,1	0,7
Gwiazdnica pospolita	W, G	155	11,1	790,5	164,7	17,2
Komosa biała	W	14	1,0	78,9	19,7	2,1
Starzec zwyczajny	W, G	9	0,6	80,1	20,5	2,1
Szarłat szorstki	W	546	39,2	838,9	220,8	23,0
Tasznik pospolity	W, G	64	4,6	126,3	25,8	2,7
Gorzycza polna	W, G	13	0,9	28,1	7,0	0,7
Jasnota różowa	W, G	56	4,0	45,6	9,5	1,0
Skrzyp polny	W	23	1,7	24,0	6,3	0,7
Rdest szczawiolistny	W, G	8	0,6	34,2	8,1	0,8
Mak polny	G	2	0,1	16,9	4,0	0,4
Wilczomlec obrotny	W, G	6	0,4	22,1	5,0	0,5
Mysiurek drobny	W	4	0,3	9,2	2,0	0,2
suma		1393		4064,2	958,4	

G – faza generatywna

W – faza wegetatywna

Na plantacji 1., o najsłabszej glebie, gdzie od kilku lat nie stosowano obornika, skład gatunkowy chwastów był najuboższy (10 gatunków). Gatunkiem dominującym pod względem liczby osobników był muchotrzew polny. Jest to gatunek dorastający maksymalnie do 8-15 cm wysokości, stąd mniej ważny z punktu widzenia możliwości zanieczyszczenia surowca rumianku pospolitego. Kolejne dwa gatunki, występujące w znacznej ilości na tej plantacji, to perz właściwy i niezapominajka piaskowa, z tym, że pod względem masy ziela, ziele perzu dominowało w ogólnej masie chwastów z jednostki powierzchni (64,5%) (Tab. 1).

Wśród badanych plantacji skład gatunkowy chwastów był najbardziej różnorodny na plantacji 2. Zidentyfikowano na niej 21 gatunków chwastów, przy czym zarówno pod względem liczby osobników na jednostce powierzchni jak i masy części nadziemnych dominowała niezapominajka piaskowa (Tab. 2).

Na plantacji prowadzonej na polu doświadczalnym KRWiL występowało 15 gatunków chwastów. Pomimo, iż plantacja ta założona została wioną, a przed siewem stosowano mechaniczne usuwanie chwastów, to obserwowano na niej najwięcej chwastów na jednostce powierzchni, co wiązało się również z najwyższą masą ich ziela. Prawdopodobnie było to związane z rodzajem gleby (ciężka mada rzeczna, zasobna we frakcję sflawialną i minerały) i przebiegiem pogody (Tab. 3).



Tabela 4. Zawartość alkaloidów pirolizydynowych (AP) w chwastach zidentyfikowanych na plantacjach rumianku pospolitego (mg/kg s.m.)

Lp.	Gatunek	Zawartość AP (mg/kg s.m.)
1.	Starzec zwyczajny	1274,798
2.	Niezapominajka piaskowa	96,479
3.	Jasnota różowa	46,963
4.	Wyka drobnokwiatowa	2,814
5.	Rogownica polna	1,900
6.	Wiechlina roczna	0,911
7.	Jaskier bulwkowy	0,212
8.	Ostróżeczka polna	1,335
9.	Perz właściwy	0,265
10.	Lucerna siewna	0,128
11.	Miotła zbożowa	0,091
12.	Fiolek polny	0,087
13.	Żółtlica drobnokwiatowa	0,083
14.	Gwiazdnica pospolita	0,077
15.	Chwastnica jednostronna	0,068
16.	Gorzycza polna	0,046
17.	Tasznik pospolity	0,033
18.	Maruna bezwonna	0,025
19.	Chaber bławatek	0,020
20.	Mak polny	0,017
21.	Mniszek pospolity	0,015
22.	Komosa biała	0,010
23.	Rumian polny	0,010
24.	Skrzyp polny	not det.
25.	Rdest ptasi	not det.
26.	Szarłat szorstki	not det.
27.	Rdest szczawiolistny	not det.
28.	Wilczomlecz obrotny	not det.

not det. – nie stwierdzono obecności AP

Analizy chemiczne chwastów zebranych z badanych plantacji wykazały, iż w największej ilości alkaloidy pirolizydynowe gromadzone są w ziele starca zwyczajnego (Fot. 1a-c), niezapominajki piaskowej i jasnoty różowej. Szczególnie bogate w tą grupę związków było ziele starca. W związku z powyższym gatunki te powinny być bezwzględnie usuwane z ekologicznych plantacji produkcyjnych rumianku. Na uwagę zasługuje również fakt, iż związki te zidentyfikowano w częściach nadziemnych dość powszechnie występujących traw (pospolite chwasty wielu upraw) tj. perzu właściwego, miotły zbożowej, wiechliny rocznej oraz w gatunkach pokrewnych rumiankowi tj. w marunie bezwonnej i rumianie polnym (Tab. 4).





Fot. 1a-c. Starzec zwyczajny w fazie rozety liściowej (a), kwitnienia (b), owocowania (c)

Podzadanie II. Wpływ metody zakładania plantacji rumianku na zachwaszczenie pola.

Na ekologicznym, certyfikowanym polu Katedry Roślin Warzywnych i Leczniczych wiosną 2016 r. założono doświadczenie mające na celu określenie wpływu metody zakładania plantacji na stopień zachwaszczenia rumianku w uprawie ekologicznej.

Doświadczenie założono wiosną poprzez:

- a) wysiew nasion wprost do gruntu (metoda powszechnie stosowana na plantacjach w Polsce);
- b) wysadzanie rozsady przygotowanej w prosty sposób w nieogrzewanych tunelach foliowych (metoda wskazana przy intensywnej, ekologicznej uprawie rumianku, głównie z przeznaczeniem na zbiór całych koszyczków kwiatowych).

Przygotowanie rozsady

Nasiona wysiano do multiplatów (średnica „oczek” 3 cm) wypełnionych substratem złożonym z torfu wysokiego, ziemi kompostowej i piasku (2:1:1). Po wschodach w 1 „oczku” pozostawiono 3 siewki. Przy wysadzaniu w pole rośliny posiadały 2-3 pędy o wysokości około 3 cm.

Zakładanie doświadczenia polowego

Doświadczenie polowe założono 22 kwietnia 2016r. – wysiew nasion wprost do gruntu. Tego samego dnia wysiano również nasiona do multiplatów, które trzymano w nieogrzewanym, otwartym namiocie foliowym. Rozsadę z multiplatów wysadzono w pole miesiąc później. W okresie od wysiewu nasion w pole do wysadzenia rozsady, pole przeznaczone pod sadzenie rozsady było dwukrotnie mechanicznie płytko zruszane, a tym samym utrzymywane w stanie wolnym od chwastów.

Rozsadę wysadzano w rozstawie 50 x 40 cm (88 szt. na poletku), a nasiona rumianku wprost do gruntu wysiano w ilości 5kg/ha. Odległość między rzędami wynosiła 50 cm. Wielkość poletka przy wysiewie nasion była taka sama jak w wariantcie z zastosowaniem rozsady i wynosiła 18m². Doświadczenie założono w 3 powtórzeniach. W okresie wegetacji obserwowano rozwój chwastów. Ustalono ich skład gatunkowy oraz udział procentowy pod względem liczby i masy. Obserwacje wykonano 3 krotnie w czasie trwania doświadczenia polowego. Zwartość alkaloidów pirolyzodynowych w badanych chwastach przedstawiono w Tab. 4.



Tabela 5. Dynamika ukazywania się chwastów w uprawie rumianku z siewu.

I termin obserwacji 06.06.2016	faza rozwojowa	ilość		masa		
		szt./poletko	udział procentowy*	świeża (g)	sucha (g)	udział procentowy
chwastnica jednostronna	G, W	78	45,9	611,2	284,1	70,1
gwiazdnica pospolita	G	44	25,9	189,6	101,3	25,0
mniszek lekarski	G	8	4,7	9,8	0,9	0,2
tasznik pospolity	G	7	4,1	15,7	6,6	1,6
komosa biała	G	4	2,4	24,9	1,6	0,4
starzec zwyczajny	G	24	14,1	64,5	2,1	0,5
jasnota różowa	G	2	1,2	11,2	1,0	0,2
szarłat szorstki	G	2	1,2	31,1	6,5	1,6
żółtlica drobnokwiatowa	G	1	0,6	15,5	1,5	0,4
razem		170		973,5	405,5	
II termin obserwacji 27.06.2016						
chwastnica jednostronna	G, W	697	39,4	1426,3	556,1	42,9
gwiazdnica pospolita	G	302	17,1	1106	315,3	24,3
tasznik pospolity	G	58	3,3	81,2	33,1	2,6
komosa biała	G	5	0,3	64,5	19,7	1,5
starzec zwyczajny	G	7	0,4	23,3	2,1	0,2
jasnota różowa	G	10	0,6	72,2	23,5	1,8
szarłat szorstki	G, W	624	35,2	1145,9	288,5	22,3
żółtlica drobnokwiatowa	G	68	3,8	240,4	57,9	4,5
razem		1771		4159,8	1296,2	
III termin obserwacji 11.07.2016						
chwastnica jednostronna	G, W	878	40,3	2625,3	930,9	58,6
gwiazdnica pospolita	G	243	11,1	1015,0	243,7	15,3
mniszek lekarski	G	2	0,1	27,6	14,5	0,9
tasznik pospolity	G	103	4,7	180,4	43,4	2,7
komosa biała	G	1	0,0	15,6	5,1	0,3
starzec zwyczajny	G	3	0,1	10,2	3,7	0,2
jasnota różowa	G	5	0,2	35,3	11,9	0,7
szarłat szorstki	G, W	911	41,8	1415,0	304,3	19,2
żółtlica drobnokwiatowa	G	35	1,6	130,3	31,0	1,9
razem		2181		5454,7	1588,4	

* - udział procentowy poszczególnych chwastów w całkowitej liczbie chwastów



Fot. 2. Uprawa z siewu (II termin obserwacji)



Fot. 3. Uprawa z rozsady (II termin obserwacji)

Tabela 6. Dynamika ukazywania się chwastów w uprawie rumianku z rozsady.

I termin obserwacji 06.06.2016	faza rozwojowa	ilość		masa		
		szt./poletko	udział procentowy*	świeża (g)	sucha (g)	udział procentowy
gwiazdnica pospolita	G	21	45,7	67,0	15,2	33,4
chwastnica jednostronna	G, W	15	33,8	82,2	19,9	43,6
szarłat szorstki	W	3	7,3	21,5	7,1	15,6
tasznik pospolity	G	5	11,0	12,3	2,4	5,3
komosa biała	W	1	2,2	3,8	1,0	2,1
razem		45		186,8	45,6	
II termin obserwacji 27.06.2016						
gwiazdnica pospolita	G	47	53,1	82,1	18,4	20,0
chwastnica jednostronna	W	33	36,9	160,0	64,9	70,8
szarłat szorstki	W	2	1,8	7,9	2,2	2,3
tasznik pospolity	G	1	1,5	5,2	1,7	1,9
komosa biała	G	4	4,5	9,4	3,5	3,8
mniszek pospolity	W	2	2,3	4,3	1,1	1,2
razem		89		268,9	91,8	
III termin obserwacji 11.07.2016						
gwiazdnica pospolita	G	54	51,0	166,5	36,0	29,1
chwastnica jednostronna	G, W	46	43,4	256,3	82,6	66,8
szarłat szorstki	W	1	1,0	6,4	2,1	1,7
tasznik pospolity	G	3	2,6	8,1	2,0	1,6
komosa biała	W	2	2,2	4,3	1,1	0,9
razem		106		441,6	123,7	

* - udział procentowy poszczególnych chwastów w całkowitej liczbie chwastów

W uprawie rumianku z siewu nasion wprost do gruntu, od początku do pełni kwitnienia roślin obserwowano bardzo intensywny przyrost liczby oraz masy chwastów. W okresie tym liczba chwastów wzrosła ze 170 do 2181 szt./poletko. Natomiast ich skład gatunkowy był stosunkowo stały. Gatunkiem dominującym w początkowej fazie kwitnienia była chwastnica jednostronna, a w pełni kwitnienia, oprócz chwastnicy, dominował również szarłat szorstki (Tab. 5, Fot. 2).

W uprawie rumianku z rozsady, w związku z możliwością przeprowadzenia dodatkowego mechanicznego odchwaszczania przed wysadzeniem roślin, liczba chwastów była istotnie niższa. Wynosiła ona 45 szt./poletko na początku kwitnienia rumianku i wzrastała do 106 szt. w okresie pełni kwitnienia. W doświadczeniu tym również liczba występujących gatunków chwastów była niższa. Gatunkami dominującymi była gwiazdnica pospolita i chwastnica jednostronna (Tab. 6, Fot. 3).

Podzadanie III. Określenie wpływu sposobu zbioru rumianku na masę i jakość surowca finalnego (rozkruszu) oraz na zawartości w nim alkaloidów pirolizydynowych.

Badania przeprowadzono na dwóch ekologicznych, produkcyjnych plantacjach rumianku oraz na polu doświadczalnym Katedry Roślin Warzywnych i Leczniczych. Badania te miały na celu określenie wpływu sposobu i terminu zbioru rumianku na



udział zanieczyszczeń w surowcach. Ze względu na ograniczenia wydawnicze poniżej przedstawiono wyniki uzyskane z jednego gospodarstwa ekologicznego.

Czynności związane z prowadzonymi badaniami

Zbiór surowców przeprowadzono w drugiej połowie czerwca na 5 losowo wybranych poletkach o powierzchni 9m² każde (powtórzenia). Uzyskane wyniki przedstawiono jako średnie z powtórzeń. Ze względu na wysokość roślin oraz rozmieszczenie na nich koszyczków kwiatowych ziele rumianku ścinano w połowie wysokości roślin (ukwiecone części pędów – próba oznaczona w wynikach jako **III**) (Fot. 4 a,b) lub przy ziemi, jak na tradycyjnych plantacjach produkcyjnych (próba oznaczona w wynikach jako **IV**) (Fot. 5 a,b). Cięcie roślin w połowie wysokości miało na celu ograniczenie zanieczyszczenia surowców chwastami. W doświadczeniu tym kontrolę stanowiły rośliny zebrane z poletek, które przed ścięciem ziela odchwaszczono (próby oznaczone w wynikach, odpowiednio jako **I** i **II**). Bezpośrednio po ścięciu ziela określono jego świeżą masę. Po wysuszeniu (analogicznie jak w gospodarstwach produkcyjnych) ziele otarto na sitach, w celu uzyskania surowca (rozkrusz koszyczków kwiatowych). Surowce poddano analizom chemicznym na zawartość alkaloidów pirolizydynowych, analizom czystości mikrobiologicznej oraz analizom na zawartość i skład olejków eterycznych i związków fenolowych (podstawowe grupy związków biologicznie czynnych na które surowiec jest standaryzowany – wg. Farmakopei Polskiej).

Warianty doświadczenia

I – pole odchwaszczone, cięcie rumianku w połowie wysokości roślin

II – pole odchwaszczone, cięcie rumianku przy ziemi

III – pole nieodchwaszczone, cięcie rumianku w połowie wysokości roślin

IV – pole nieodchwaszczone, cięcie rumianku przy ziemi



Fot.4 a,b. Cięcie w połowie wysokości



Fot.5 a,b. Cięcie przy ziemi

Tabela 7. Wpływ sposobu zbioru na masę ziela i masę surowca.

Wariant	wysokość roślin (cm)	świeża masa ziela (kg/9m ²)	sucha masa surowca (kg/9m ²)	sucha masa słomy (kg/9m ²)
I	48,8	2,64	0,33	0,17
II	50,0	5,82	0,59	0,57
III	53,8	4,33	0,47	0,32
IV	52,7	8,97	1,67	2,06

Tabela 8. Wpływ sposobu zbioru ziela na zawartość związków biologicznie czynnych w surowcu.

Wariant	zawartość olejku w surowcu%	zawartość w olejku %				zawartość flawonoidów %	zawartość AP (mg/kg s.m.)
		tlenek bisabololu B	α bisabolol	chamazulen	tlenek bisabololu A		
I	0,30	26,84	9,98	14,82	32,95	0,23	not. det.
II	0,30	27,41	15,13	17,81	21,43	0,29	not. det.
III	0,35	27,12	10,97	16,86	27,19	0,28	0,097
IV	0,30	21,83	9,30	12,91	26,31	0,45	16,375

Tabela 9. Wpływ sposobu zbioru ziela na czystość mikrobiologiczną surowców.

Wariant	TAMC	TYMC	Liczba	<i>Salmonella</i>
	Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych (jtk/g)	Ogólna liczba drożdży i pleśni (jtk/g)	<i>Escherichia coli</i> (jtk/g)	Obecność w 25 g
I	$1,6 \times 10^6$	$5,6 \times 10^4$	nb	nb
II	$5,1 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$	nb	nb
III	$2,1 \times 10^6$	$9,4 \times 10^4$	nb	nb
IV	$1,7 \times 10^6$	$5,5 \times 10^4$	nb	nb
limity	Max = $5,0 \times 10^7$	Max = $5,0 \times 10^5$	Max = 10^3/g	nb/25g

Warianty doświadczenia

I – pole odchwaszczone, cięcie rumianku w połowie wysokości roślin

II – pole odchwaszczone, cięcie rumianku przy ziemi

III – pole nieodchwaszczone, cięcie rumianku w połowie wysokości roślin

IV – pole nieodchwaszczone, cięcie rumianku przy ziemi

Masa surowca uzyskanego z ziela ścinanego przy ziemi (Wariant II) była około 45% wyższa niż z ziela ścinanego w połowie wysokości roślin (Wariant I). Różnica ta wynika z obecności liści i cienkich łodyżek w rozkruszu pochodzącym z roślin ciętych nisko przy ziemi (domieszka). Na poletkach nieodchwaszczanych dodatkowo obserwowano wyższe masy ziela i surowca niż na poletkach odchwaszczanych, co związane było z obecności w zebranych materiale roślinnym chwastów (zanieczyszczenie organiczne). Porównując masę surowca z wariantu (IV) do masy z wariantu II (poletka odchwaszczane) była ona 3-krotnie wyższa (Tab. 7).



Koszyczki rumianku to surowiec farmakopealny. Zgodnie z wymogami Farmakopei Polskiej jest on standaryzowany na zawartość olejku eterycznego oraz flawonoidów. W olejku eterycznym związkami dominującymi są chamazulen, bizabolol oraz jego pochodne. Wyniki uzyskane w niniejszych badaniach wykazały, iż zawartość olejku eterycznego w surowcu oraz udziały procentowe dominantów w olejku nie zależały od wariantu doświadczenia (Warianty I-IV). Zawartość ta wynosiła około 0,3%. Z kolei zawartość flawonoidów zależała od wariantu doświadczenia i była wyższa w surowcu pochodzącym z ziela ciętego przy ziemi (Tab. 8).

W surowcu z poletek odchwaszczanych nie stwierdzono obecności alkaloidów pirolizydynowych. Związki te zidentyfikowano w surowcu pochodzącym z poletek nieodchwaszczanych, z tym że ich zawartość była istotnie wyższa w koszyckach pozyskanych z ziela ciętego przy powierzchni gleby (Tab. 8)

Wszystkie badane próby rumianku spełniały kryteria dotyczące czystości mikrobiologicznej dla roślinnych produktów leczniczych kategorii A tj. przeznaczonych do przygotowania naparów i odwarów z użyciem wrzącej wody (zgodnie z wymogami Farmakopei Polskiej X, 2014) (Tab. 9).



WNIOSKI

1. Przy dotychczasowych metodach agrotechnicznych, stosowanych w ekologicznej uprawie rumianku w Polsce istotnym elementem, decydującym o celowości tej uprawy, wydają się być zanieczyszczenia chwastami wytwarzanego przez rolników surowca rumiankowego (tzw. „rurki”), przeznaczonego zarówno do bezpośredniego spożycia (głównie fiksi) jak i do produkcji ekstraktów w przemyśle fitofarmaceutycznym.
2. Skład gatunkowy chwastów na plantacjach ekologicznych i intensywność ich występowania zależą od wielu czynników, m.in. od warunków glebowo-klimatycznych, płodozmianu, w tym od utrzymania plantacji w monokulturze przez kilka lub nawet więcej lat, nawożenia organicznego, a także omłotu surowca kombajnem bezpośrednio na polu.
3. Zachwaszczenie plantacji przy jesiennym siewie jest znacznie wyższe, przy wyraźnie wyższej liczbie chwastów ukazujących się wiosną następnego roku.
4. Wysiew rumianku jesienią (uprawa ozima) daje wyraźnie wyższe plony surowca (koszyczki kwiatowe lub rurka) w porównaniu z siewem wiosennym, jednakże przy wyraźnie wyższych kosztach uprawy. Koszty te związane są przede wszystkim z koniecznością wykonania większej liczby zabiegów odchwaszczających, w tym ręcznych.
5. Przy jesiennym wysiewie rumianku, w porównaniu z wiosennym, wiosną wśród ukazujących się wtedy chwastów istotnie wyższy udział mają chwasty zawierające alkaloidy pirolizydynowe. Chwasty te są wyższe niż przy wiosennej uprawie rumianku i dorastają do poziomu, na którym występuje najwięcej koszyczków kwiatowych. Jeżeli nie zostaną one usunięte ręcznie (w łanie rumianku jest to jedyny sposób) to przy mechanicznym zbiorze duża ich część przechodzi nieodwracalnie do surowca.
6. Jakość surowca (rurki) zależy od wysokości cięcia ziela. Najwyższą jakość surowca uzyskuje się przy zbiorze szczytów pędów (w surowcu około 90% koszyczków kwiatowych), w początkowym okresie pełni kwitnienia roślin.

ZALECENIA DLA ROLNIKÓW

Ekologicznym surowcem u rumianku są koszyczki kwiatowe lub koszyczki kwiatowe z niewielką domieszką liści i łodyżek rumiankowych. Nawet niewielka domieszka chwastów w surowcu stwarza poważne niebezpieczeństwo wprowadzenia do niego alkaloidów pirolizydynowych. W związku z powyższym zaleca się:

- a) W miarę możliwości nie przeznaczать pod uprawę rumianku pól, na których występują w znacznych ilościach chwasty gromadzące alkaloidy pirolizydynowe, w szczególności takie jak: starzec zwyczajny, niezapominajka polna i niezapominajka piaskowa, jasnota różowa, wyka drobnokwiatowa, rogownica polna, wiechlina roczna, perz właściwy.
- b) Nieodpowiednim przedplonem w ekologicznej uprawie rumianku są zboża, które pozostawiają po sobie dużą liczbę nasion chwastów zawierających alkaloidy pirolizydynowe.



- c) Pod uprawę rumianku ekologicznego bezpośrednio nie powinien być stosowany obornik (zwłaszcza świeży), ze względu na możliwość wprowadzenia z nim dużej ilości nasion chwastów.
- d) W przypadku małych, ekologicznych plantacji rumianku przeznaczonych na zbiór wyłącznie całych koszyczków kwiatowych zalecana jest wiosenna upraw z rozsady, pozwalająca na bardziej skuteczną walkę z chwastami i umożliwiającą równoczesne uzyskanie wysokiego plonu koszyczków o najwyższej jakości.
- e) Niezwykle istotne jest wykonanie siewu rzędowego (w przeciwieństwie do często stosowanego siewu rzutowego), który pozwala na przeprowadzenie mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych.
- f) Istotnym zabiegiem ograniczającym rozwój chwastów jest wykonanie bezpośrednio przed wiosennym wysiewem rumianku płytkiego, mechanicznego zruszenia powierzchni, najlepiej w momencie początkowego kiełkowania chwastów.
- g) Międzyrzędowe, mechaniczne usuwanie chwastów z pola powinno być prowadzone jak najdłużej, najlepiej do momentu zakrywania powierzchni gleby przez rumianek.
- h) Bezpośrednio przed zbiorem rumianku chwasty powinny być usunięte ręcznie, przy zwróceniu szczególnej uwagi na gatunki bogate w alkaloidy pirolizydynowe.
- i) Rolnik powinien dysponować podręcznym atlasem chwastów zawierających alkaloidy pirolizydynowe. Atlas powinien przedstawić rośliny w dwóch fazach rozwojowych – w fazie wegetatywnej i w fazie kwitnienia.
- j) Mechaniczny, jednorazowy zbiór rumianku powinien być przeprowadzony w początkowym okresie pełni kwitnienia roślin. Opóźnienie zbioru stwarza duże niebezpieczeństwo przerośnięcia chwastów z dolnej do górnej warstwy łąnu, a tym samym zanieczyszczenia surowca (koszyczków kwiatowych) alkaloidami pirolizydynowymi.
- k) Wysokość cięcia powinna być dostosowana do wysokości roślin (zmiennej na różnych plantacjach). Powinny być ścinane tylko górne części pędów (ok 1/3 wysokości od góry).
- l) Ścięte rośliny nie powinny być suszone na pokosach ze względu na bardzo duże prawdopodobieństwo zanieczyszczenia ich chwastami, które pozostały na ściernisku, szczególnie przy młócce kombajnem zbożowym.
- m) Pozostawienie ściętych roślin na pokosach stwarza duże niebezpieczeństwo nieodwracalnego porażenia koszyczków chorobami grzybowymi, w tym ich bardzo toksycznymi metabolitami, m.in. mykotoksynami.



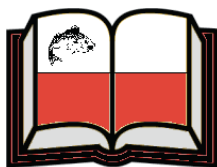
SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE

3

Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Wpływ żywienia, w tym dodatków ziołowych i dodatków paszowych, na kształtowanie parametrów jakościowych produktów pochodzenia zwierzęcego

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HORre-msz-078-91/16 (203)

z dnia 17 maja 2016r.



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Zwierzętach
Samodzielny Zakład Ichtibiologii, Rybactwa i Biotechnologii Akwakultury
oraz Rolniczy Zakład Doświadczalny Żelazna, SGGW w Warszawie

Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Wpływ żywienia, w tym dodatków ziołowych i dodatków paszowych, na kształtowanie parametrów jakościowych produktów pochodzenia zwierzęcego.

Kierownik tematu: dr inż. Mirosław Cieśla

Wykonawcy: mgr inż. Robert Jończyk, dr inż. Jerzy Śliwiński, prof. dr hab. Teresa Ostaszewska

1. Wstęp.

Wprowadzanie ekologicznej formy akwakultury napotyka w Polsce na duże opory ze strony hodowców ryb. Producenci boją się przede wszystkim ograniczeń i utrudnień w chowie karpia, zakazu stosowania leków oraz znacznie większych kosztów produkcji. Wielu hodowców jest przekonanych, że produkcja ekologiczna oznacza całkowity zakaz dokarmiania ryb. Są to wszystko całkowicie błędne i nieuzasadnione obawy, gdyż ograniczenia takie nie mają zastosowania w ekologicznym chowie karpia. Prowadzone od kilku lat działania upowszechniające ekologiczny chów ryb zaczynają przynosić pozytywne zmiany, ponieważ coraz więcej obiektów wdraża lub przystąpiło do wdrażania tej formy chowu ryb. Według danych z 2016 roku w Polsce były cztery ośrodki chowające ekologiczne ryby, natomiast dalszych kilkanaście rozpoczęło procedurę wdrożenia tej formy chowu.

Celem badań realizowanych w roku 2016 w ramach tematu badawczego „Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Wpływ żywienia, w tym dodatków ziołowych i dodatków paszowych, na kształtowanie parametrów jakościowych produktów pochodzenia zwierzęcego” było poznanie możliwości skrócenia cyklu produkcyjnego ekologicznych karpia towarowych do dwóch lat, zamiast tradycyjnie prowadzonego cyklu trzyletniego, oraz prześledzenie wpływu wybranych dodatków paszowych na wyniki produkcyjne oraz jakość ekologicznych karpia hodowanych w stawach ziemnych.



2. Teren badań.

Doświadczenia prowadzone były w stawach doświadczalnych w obiekcie stawowym Łąki Jaktorowskie, należącym do Rolniczego Zakładu Doświadczalnego w Żelaznej, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. W obiekcie tym doświadczenia dotyczące ekologicznego chowu karpia prowadzone są od 2011 roku. Gospodarstwo posiada jedyne w kraju ekologiczne stado tarlaków, co umożliwia prowadzenie doświadczeń w pełnym dwu- lub trzyletnim cyklu produkcyjnym. Zgodność prowadzonych działań hodowlano-produkcyjnych z wymogami stawianymi ekologicznej akwakulturze potwierdzana jest corocznie kontrolą, przeprowadzaną przez upoważnioną jednostkę certyfikującą, i uzyskiwanym certyfikatem jakości ekologicznej.

3. Materiał, metodyka i harmonogram badań.

Materiałem obsadowym do doświadczeń, realizowanych w ramach projektu w 2016 r., był ekologiczny narybek wiosenny karpia o masie jednostkowej 67 g/szt., wyhodowany w obiekcie stawowym Łąki Jaktorowskie w roku 2015. Narybek ten wzrastał w roku 2015 w stawie odrostowym D-7 i zimowany był w obsadzie czystej w zimochowie M-5.

Obsada wszystkich kwater doświadczalnych była jednakowa i wynosiła 1000 szt./ha.

W przyjętym harmonogramie badań założono realizację dwóch głównych zadań:

A - optymalizację chowu ekologicznych karpia konsumpcyjnych w skróconym cyklu produkcyjnym

B - ocenę możliwości poprawy jakości i atrakcyjności mięsa ekologicznych karpia konsumpcyjnych poprzez wykorzystanie dodatków ziołowych i paszowych

W ramach zadania „A” przeprowadzono obserwacje dotyczące:

- **A 1**- wpływu rodzaju skarmianej paszy zbożowej oraz częstotliwości żywienia na wyniki chowu oraz jakość mięsa ekologicznych karpia handlowych, odchowywanych w dwuletnim cyklu produkcyjnym.
- **A 2** - efektów suplementowania paszy zbożowej pełnoporcjową paszą przemysłową lub konsorcjami probiotycznych mikroorganizmów

W ramach zadania „B” przeprowadzone zostały doświadczenia dotyczące:

- **B 1** - wpływu różnych dawek suszu z roślin bogatych w karotenoidy (susz z marchwi, susz z cykorii, susz z lucerny) na wyniki chowu ekologicznych karpia handlowych w dwuletnim cyklu produkcyjnym.
- **B 2** - wpływu różnych dawek makuchów z roślin oleistych (lnu, lnianki, rzepaku) na wyniki chowu dwuletnich ekologicznych karpia handlowych



W analizie wyników produkcyjnych, , uwzględniano następujące parametry:

- przeżywalność (S, w %)
- masa jednostkowa w momencie odłowu (g/szt.)
- współczynnik kondycji (F)
- produkcja (P, w przeliczeniu w kg/ha)
- współczynnik pokarmowy (f gospodarczy, w kg, uwzględniający także pokarm naturalny)
- koszt produkcji (rozumiany tutaj jako koszt zużytej paszy na uzyskanie 1kg mięsa karpia, zł/kg ryb)
- wydajność rzeźna (W.RZ. w %)
- skład chemiczny mięsa (zawartość białka, tłuszczu, suchej masy oraz popiołu)
- profil kwasów tłuszczowych

W przypadku doświadczeń dotyczących stosowania dodatku suszu z roślin bogatych w karotenoidy przeprowadzono także „test konsumencki”, celem ustalenia, czy dodatek tych surowców wpłynął na wygląd mięsa karpia konsumpcyjnych i czy zwiększyła się w ten sposób jego atrakcyjność dla potencjalnych nabywców. W panelu wzięli udział studenci Wydziałów Medycyny Weterynaryjnej oraz Nauk o Zwierzętach SGGW w Warszawie, łącznie 54 osoby.

4. Wyniki.

4.1. Omówienie warunków termicznych i hydrologicznych w 2016 r.

W roku 2016, już na początku maja temperatura wody osiągnęła wartość 18°C i praktycznie niemal aż do końca września nie spadała poniżej tej wartości. W efekcie liczba tzw. efektywnych dni ciepłych (o temperaturze co najmniej 20°C) wynosiła w roku 2016 aż 112. Oprócz liczby „dni ciepłych” ważna jest także maksymalna temperatura dobowa i tutaj łatwo zauważyć wpływ letnich upałów na termikę wody. Podobnie jak w roku 2015, rok 2016 obfitował w wyjątkowo upalne dni, gdy maksymalna dobowa temperatura wody w lipcu i sierpniu osiągała wartość 25-28°C, co jest już wielkością niebezpieczną dla zdrowia a nawet życia karpia.

Niestety, tak doskonałe wartości termiczne nie przełożyły się na ogólny wynik chowu, ponieważ wysokim temperaturom towarzyszył brak opadów. Po raz drugi z rzędu region Centralnej Polski nawiedziny został przez długotrwałą suszę. Stawy doświadczalne w obiekcie stawowym Łąki Jaktorowskie są stosunkowo głębokie, mają średnią głębokość 1,2m, jednakże brak opadów doprowadził do wystąpienia deficytów wody już na początku sezonu letniego, w połowie lipca. W sierpniu i wrześniu, na skutek deficytu wody i wysokiej termiki wody, konieczne było najpierw ograniczanie a potem kilkudniowe całkowite zaprzestanie karmienia karpia. Niemożliwe było także pompowanie wody z rzeki, ponieważ ta wyschła całkowicie.



Gwałtowny skok temperatury wody w okresie wczesnowiosennym spowodował wystąpienie śnięć karpia, czego nie obserwowano w doświadczeniach od początku ich realizacji, czyli od 2011 roku. W trakcie dotychczasowych, kilkuletnich badań, śnięcia występowały jedynie wówczas, gdy mieszano na zimowanie materiał obsadowy z kilku grup doświadczalnych. W roku 2016 stwierdzono upadki karpia w połowie maja i tzw. „kapanie”, czyli pojedyncze przypadki śnięć, obserwowano aż do połowy lipca.

4.2. Wyniki doświadczeń dotyczących wpływu rodzaju paszy oraz częstotliwości jej podawania na wyniki produkcyjne, opłacalność chowu oraz jakość mięsa karpia konsumpcyjnych.

W tabeli nr 1 przedstawiono wyniki produkcyjne chowu konsumpcyjnych karpia ekologicznych w cyklu dwuletnim, żywionych różnymi paszami zbożowymi.

Największe karpie konsumpcyjne uzyskano w grupie dokarmianej ekologicznym granulatem. W grupie tej średnia masa odławianych karpia wynosiła 1120g/szt. czyli taką, która z pewnością umożliwiłaby wprowadzenie ryb do handlu. Konsumenci oczekują bowiem obecnie karpia handlowych o masie jednostkowej ponad kilogram, ryby o masie poniżej kilograma są trudniej sprzedawalne. Jednakże również koszt produkcji w tej grupie doświadczalnej, wyliczony tutaj jako koszt paszy zużytej na uzyskanie kilograma mięsa ekologicznych karpia dwuletnich, był również najwyższy, kilkukrotnie wyższy w stosunku do zbóż.

Tabela 1. Wyniki produkcyjne chowu konsumpcyjnych karpia żywionych różnymi paszami zbożowymi (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona. W. Rz – wydajność rzeźna).

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	F	P (kg/ha)	f gosp. (kg/kg ryb)	W.Rz. (w %)	Koszt paszy (zł/kg ryb)
Pszenica	88	587	2,07	568	1,6	67	1,3
Pszennyto	75	645	2,13	534	1,7	65	1,2
Jęczmień	100	613	2,12	679	1,4	67	1,1
Owies nagi	75	830	2,56	710	1,3	66	1,4
Kukurydza	100	553	2,07	620	1,5	65	1,1
Granulat	95	1140	2,56	855	0,8	67	7,6

Zdecydowanie gorsze wyniki produkcyjne stwierdzono w przypadku stosowania zbóż do dokarmiania dwuletnich karpia ekologicznych.

Spośród zbóż najlepszy wynik, pod względem masy jednostkowej i łącznej produkcji odłowionych karpia, uzyskano w przypadku dokarmiania owsem nagim. Średnia końcowa masa jednostkowa karpia z tej grupy żywieniowej wynosiła zaledwie 830g/szt., co w praktyce może oznaczać trudności w zbyciu takich ryb w stanie żywym. W przypadku stosowania pozostałych zbóż masa



jednostkowa odłowionych karpki wahała się w granicach 550g/szt. - 600g/szt., co przy obecnych nawykach i preferencjach konsumentów właściwie uniemożliwiłoby sprzedaż ryb tej wielkości w stanie żywym.

W tabeli 2 przedstawiono wybrane parametry hodowlano-produkcyjne, uzyskane podczas wychowu ekologicznych karpki dwuletnich, w nawiązaniu do częstotliwości dokarmiania ryb.

Tabela 2. Wpływ częstotliwości żywienia ryb na wybrane parametry produkcyjne dwuletnich karpki ekologicznych (1 – dokarmianie codzienne, 2 – dokarmianie co drugi dzień). (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy).

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny									
	S (w %)		g/szt.		P (kg/ha)		f gosp. (w kg)		Koszt paszy (zł/kg ryb)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Pszenica	100	75	549	625	616	518	1,48	1,76	1,5	1,8
Pszenżyto	75	75	712	578	584	484	1,56	1,89	1,1	1,3
Jęczmień	100	100	620	605	687	672	1,33	1,36	1,1	1,1
Owies nagi	75	75	920	840	740	680	1,23	1,34	1,2	1,5
Kukurydza	100	100	441	664	508	731	1,80	1,29	1,3	0,9
Granulat	95	95	1180	1100	885	825	0,7	0,9	6,6	8,16

Przeprowadzone badania wskazują na celowość codziennego dokarmiania ekologicznych karpki, co z reguły zapewnia lepsze wyniki produkcyjne w porównaniu do dokarmiania co drugi dzień. Niemal we wszystkich grupach doświadczalnych lepsze wyniki produkcyjne (przyrost jednostkowy, produkcja, niższy koszt zużytej paszy) uzyskano w przypadku codziennego dokarmiania ryb. Najlepszym zbożem okazał się owies bezłuskowy oraz pszenżyto, a w dalszej kolejności jęczmień. Najmniej przydatnymi była pszenica oraz kukurydza. W przypadku tego ostatniego zboża, kukurydzy, była to jedyna grupa, w której lepsze wyniki produkcyjne uzyskano w przypadku dokarmiania co drugi dzień a niżeli codziennie.

W trakcie badań stwierdzono, że rodzaj skarmianej paszy miał wpływ na skład chemiczny mięsa dwuletnich ekologicznych karpki konsumpcyjnych. W poniższej tabeli 3 przedstawiono zawartość głównych składników odżywczych (białka, tłuszczu oraz związków mineralnych) w mięsie dwuletnich karpki.

Największą zawartość białka stwierdzono w mięsie karpki dokarmianych przemysłową paszą granulowaną. Nieznacznie mniej białka zawierało mięso ryb dokarmianych pszenżytem. Ryby dokarmiane pszenżytem miały jednocześnie nieznacznie większą zawartość tłuszczu w mięsie. Najmniejszą zawartością białka, o około 10%, cechowało się mięso karpki dokarmianych kukurydzą oraz pszenicą.



Tabela 3. Wpływ rodzaju karmy na udział głównych składników odżywczych (białka, tłuszczu oraz składników mineralnych) w mięsie dwuletnich ekologicznych karpki konsumpcyjnych.

Rodzaj karmy	Białko (%)	Tłuszcz (%)	Popiół (%)
Pszenica	16,3	4,8	1,06
Pszenżyto	16,7	5,8	1,1
Jęczmień	15,9	3,6	1,08
Owies nagi	16,2	7,6	1,07
Kukurydza	15,8	5,5	1,05
Granulat	16,8	5,6	1,1

Najbardziej tłustym było mięso karpki dokarmianych nagim owsem. Mięso ryb z tej grupy żywieniowej zawierało niemal o połowę więcej tłuszczu niż mięso ryb z pozostałych grup doświadczalnych. Należy przypomnieć, że ryby dokarmiane nagim owsem uzyskały najwyższą końcową masę jednostkową spośród wszystkich grup żywionych zbożem. Wynik analiz składu chemicznego nakazuje jednak zweryfikowanie celowości dokarmiania dwuletnich karpki ekologicznych samym owsem nagim, ponieważ w efekcie uzyskuje się bardzo tłuste ryby, co dla wielu konsumentów jest głównym czynnikiem odstrasającym od spożywania karpki.

Analiza chemiczna wykazała również istotne różnice w składzie samego tłuszczu karpki z poszczególnych grup żywieniowych, co ilustruje poniższa tabela 4.

Tabela 4. Wpływ rodzaju karmy na profil (udział procentowy w tłuszczu) kwasów tłuszczowych mięsa dwuletnich ekologicznych karpki konsumpcyjnych

Rodzaj karmy	SFA	MUFA	PUFA (n-6)	PUFA (n-3)	ΣPUFA	n-3/n-6
Pszenica	26,2	54,8	11,3	4,1	16,1	0,36
Pszenżyto	28,4	40,8	12,3	12,3	25,3	1,00
Jęczmień	27,8	52,6	11,9	5,1	17,6	0,42
Owies nagi	27,2	49,1	17,2	4,1	22,1	0,24
Kukurydza	25,8	48,9	18,1	4,9	24,0	0,27
Granulat	26,7	46,1	10,6	12,5	25,1	1,18

Najbardziej „prozdrowotny” profil kwasów tłuszczowych miało mięso karpki dokarmianych paszą przemysłową oraz pszenżytem. W grupach tych stwierdzono najwyższy udział wielonienasyconych kwasów z grupy omega-3. W przypadku stosowania innych zbóż zdecydowanie



przeważały kwasy obojętne dla naszego zdrowia (jednonienasycone) lub wielonienasycone kwasy z grupy omega-6, które obecnie spożywane są w nadmiarze.

Analizując skład chemiczny ekologicznych karpki dwuletnich zauważalny jest wpływ częstotliwości zadawania na zawartość głównych składników odżywczych mięsa tych ryb.

Tabela 5. Wpływ rodzaju karmy oraz częstotliwości żywienia dwuletnich ekologicznych karpki konsumpcyjnych na udział głównych składników odżywczych w ich mięsie (1 – dokarmianie codzienne, 2 – dokarmianie co drugi dzień).

Rodzaj karmy	Białko (%)		Tłuszcz (%)		Popiół (%)	
	1	2	1	2	1	2
Pszenica	16,5	16,2	4,7	4,8	1,07	1,05
Pszennyto	16,9	16,5	5,7	5,8	1,13	1,07
Jęczmień	15,8	15,9	3,4	3,8	1,06	1,1
Owies nagi	16,4	16,1	7,7	7,4	1,08	1,05
Kukurydza	15,9	15,7	5,3	5,7	1,08	1,02
Granulat	16,8	16,7	5,4	5,7	1,12	1,08

Niemal we wszystkich grupach żywieniowych ryby dokarmiane codziennie miały wyższą zawartość białka oraz mniejszą ilość tłuszczu. Różnice te nie były bardzo istotne, wynosiły kilka procent, jednakże ze względu na wymagania konsumentów, którzy nie lubią tłustych karpki, wynik ten godny jest odnotowania. Jedynie w przypadku owsa nagiego ryby dokarmiane co drugi dzień miały mięso chudsze a niżeli karpki dokarmiane co dzień. Analiza składu tłuszczu wykazała, że ryby dokarmiane codziennie miały mniej jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA), natomiast miały nieznacznie więcej wielonienasyconych kwasów, szczególnie z grupy omega-3.

4.3. Wyniki doświadczeń dotyczących efektów suplementowania paszy zbożowej pełnoporcjową paszą przemysłową lub konsorcjami probiotycznych mikroorganizmów na wyniki produkcyjne, opłacalność chowu oraz jakość mięsa karpki konsumpcyjnych.

W poniższej tabeli 6 przedstawiono wyniki chowu dwuletnich ekologicznych karpki konsumpcyjnych, żywionych płatkowanym pszenżytem lub jęczmieniem z dodatkiem ekologicznej paszy przemysłowej w ilości 10% lub 20% dziennej dawki paszy.

Najlepsze przyrosty i najwyższą produkcję uzyskano w przypadku skarmiania ekologicznej paszy przemysłowej, przy czym koszt produkcji, ze względu na koszt ekologicznej paszy przemysłowej, był dwu- trzykrotnie wyższy niż w grupach dokarmianych samym zbożem lub zbożem suplementowanym paszą pełnoporcjową.



Tabela 6. Wyniki produkcyjne chowu dwuletnich ekologicznych karpí konsumpcyjnych żywionych płatkowanym pszenżytem lub jęczmieniem z dodatkiem pełnoporcjowej ekologicznej paszy przemysłowej (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, W. Rz – wydajność rzeźna, F – współczynnik kondycji Fultona,).

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	f gosp.	P (kg/ha)	Koszt paszy (zł/kg ryb)	W.Rz. (w %)	F
Pszennyto	50	530	2,5	264	1,8	65	1,76
Pszennyto + 10% granulat	50	663	1,91	497	3,0	66	1,98
Pszennyto + 20% granulat	50	698	1,7	550	2,7	64	2,02
Jęczmień	75	541	2,3	406	1,9	69	1,89
Jęczmień + 10% granulat	100	628	1,5	629	2,6	67	2,13
Jęczmień + 20% granulat	75	852	1,4	638	2,4	69	2,13
Granulat	100	1230	0,8	1230	7,6	68	2,54

Spośród zbóż najlepszy wynik uzyskano w grupie dokarmianej płatkowanym jęczmieniem z dodatkiem paszy pełnoporcjowej w ilości 20% dziennej dawki pokarmowej. W grupie tej masa jednostkowa odłowionych dwuletnich ekologicznych karpí handlowych wyniosła średnio 852g, przy czym ponad połowa ryb miała masę około jednego kilograma. W przypadku skarmiania samych płatków jęczmienia jak i jęczmienia suplementowanego paszą pełnoporcjową w ilości 10% wielkość odłowionych ryb była zdecydowanie mniejsza.

Analiza składu chemicznego mięsa dwuletnich karpí ekologicznych, żywionych paszą zbożową z dodatkiem paszy pełnoporcjowej, wykazała, że wraz ze wzrostem dodatku granulatu nieznacznie wzrastała zawartość białka w mięsie karpí dokarmianych jęczmieniem. W przypadku dokarmiania pszenżytem zawartość głównych składników pokarmowych w mięsie dwuletnich karpí ekologicznych była niemal identyczna. Zdecydowanie bardziej istotny był wpływ dodatku paszy przemysłowej na profil kwasów tłuszczowych, szczególnie w przypadku jęczmienia. Ilustruje to poniższa tabela 7.

Dodatek paszy przemysłowej w istotny sposób wpłynął na zwiększenie zawartości najbardziej pożądaných wielonienasyconých kwasów tłuszczowych, z grupy omega-3, w mięsie karpí dokarmianých jęczmieniem.



Tabela 7. Wpływ dodatku ekologicznej paszy przemysłowej na profil (udział procentowy w tłuszczu) kwasów tłuszczowych mięsa dwuletnich ekologicznych karpki konsumpcyjnych

Rodzaj karmy	SFA	MUFA	PUFA (n-6)	PUFA (n-3)	ΣPUFA	n-3/n-6
Pszonżyto	28,4	40,8	12,3	12,3	25,3	1,00
Pszonżyto + 10% granulat	28,6	40,4	11,5	12,0	25,0	1,04
Pszonżyto + 20% granulat	27,6	42,8	11,0	13,2	26,0	1,20
Jęczmień	27,8	52,6	11,9	5,1	17,6	0,47
Jęczmień + 10% granulat	27,4	48,8	11,0	7,4	20,6	0,67
Jęczmień + 20% granulat	27,3	47,0	11,5	8,4	22,8	0,72
Granulat	26,7	46,1	10,6	12,5	25,1	1,18

Druga część doświadczeń w ramach tego zadania badawczego dotyczyła suplementowania pasz zbożowych konsorcjami probiotycznych mikroorganizmów (KPM). W poniższej tabeli 8 przedstawiono wyniki badań suplementowania płatkowanego pszonżyta lub jęczmienia mikroorganizmami konsorcjami probiotycznymi.

Tabela 8. Wyniki produkcyjne chowu dwuletnich ekologicznych karpki konsumpcyjnych, żywnych płatkowanym pszonżytem lub jęczmieniem z dodatkiem probiotycznych mikroorganizmów (KPM, w l/tonę paszy zbożowej). (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, W. Rz. – wydajność rzeźna, F – współczynnik kondycji Fultona).

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	f gosp.	P (kg/ha)	Koszt paszy (zł/kg ryb)	W. Rz. (w %)	F
Pszonżyto	50	580	2,1	264	1,5	65	1,76
Pszonżyto + 2l KPM	75	585	1,6	364	1,1	67	1,67
Pszonżyto + 5l KPM	50	633	1,7	317	1,2	66	1,98
Pszonżyto + 10l KPM	50	676	1,5	338	1,1	67	2,00
Jęczmień	75	576	1,8	406	1,5	69	1,89
Jęczmień + 2l KPM	50	705	1,6	353	1,3	57	1,87
Jęczmień + 5l KPM	50	756	1,6	402	1,3	66	2,12
Jęczmień + 10l KPM	40	868	1,8	434	1,6	67	2,08

W przypadku płatków jęczmienia, do których dodano probiotyczne mikroorganizmy w ilości 10l/tonę paszy, końcowa masa jednostkowa odłowionych dwuletnich ekologicznych karpki



konsumpcyjnych wyniosła niemal 900g, co można uznać za minimalną wielkość handlową. Jednakże była to również grupa o najniższej przeżywalności, zaledwie 40% obsady. Ponieważ śnięcia wyniosły ponad połowę obsady konkurencja pokarmowa pomiędzy rybami była mniejsza i tym samym wynik suplementacji probiotykami mógł z pewnością ulec „zafałszowaniu”.

Znacznymi ubytkami w obsadzie należy także tłumaczyć wysokie współczynniki pokarmowe, uzyskane w trakcie doświadczeń. Pomimo stałej kontroli wyżerowania paszy, rejestrowania śniętych ryb zebranych z poszczególnych kwater i modyfikowania preliminarza karmienia do szacowanej liczebności obsady, nie udało się uniknąć nadmiernego podawania karmy.

4.4. Ocena możliwości poprawy jakości i atrakcyjności mięsa ekologicznych karpí konsumpcyjnych poprzez wykorzystanie dodatków ziółowych i paszowych.

W poniższej tabeli 9 przedstawiono wyniki żywienia karpí karmą zbożową wzbogaconą suszem z lucerny, suszem z cykorii oraz suszem z marchwi.

Tabela 9. Wyniki chowu dwuletnich ekologicznych karpí konsumpcyjnych dokarmianych płatkowanym pszenżytem suplementowanym suszem z roślin bogatych w karotenoidy. (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, W. Rz. – wydajność rzeźna, F- współczynnik kondycji Fultona).

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	f gosp.	P (kg/ha)	Koszt paszy (zł/kg ryb)	W.Rz. (w %)	F
Pszonżyto	75	712	1,6	584	1,1	65	1,78
Pszonżyto + lucerna 2%	75	814	1,5	510	1,1	65	1.98
Pszonżyto + lucerna 5%	75	736	1,7	552	1,2	66	2.01
Pszonżyto + lucerna 10%	75	706	1,7	520	1,4	67	1,78
Pszonżyto + cykoria 2%	75	820	1,5	615	1,1	65	2,00
Pszonżyto + cykoria 5%	75	755	1,6	566	1,2	67	1,89
Pszonżyto + cykoria 10%	75	701	1,7	526	1,4	66	1,88
Pszonżyto + marchew 2%	75	835	1,5	626	1,1	65	1,99
Pszonżyto + marchew 5%	75	757	1,6	567	1,2	67	2,02
Pszonżyto + marchew 10%	75	700	1,7	540	1,4	66	1,84

We wszystkich grupach doświadczalnych stwierdzono, że wraz ze wzrostem dodatku suszu spadała wielkość końcowa odłowionych ryb.



Najlepsze przyrosty stwierdzano w grupach, w których dodatek sushu wynosił 2% dziennej dawki pokarmowej. W grupach tych wielkość odłowionych ryb była o około 100g wyższa a niżeli w grupach, w których karpie dokarmiano samym pszenżytem. W grupach, w których dodatek ten wynosił 10% uzyskano ryby o masie mniejszej a niżeli przy dokarmianiu samym pszenżytem.

Dodatek sushu z roślin bogatych w karotenoidy miał również wpływ na skład chemiczny mięsa oraz profil kwasów tłuszczowych. Ilustrują to poniższe tabele.

Dodatek sushu z marchwi w ilości 10% dziennej dawki pokarmowej miał istotny wpływ na zawartość tłuszczu w mięsie dwuletnich karpie ekologicznych. Także najwyższa dawka lucerny, 10% dziennej dawki, wpłynęła na zmniejszenie ilości tłuszczu w misie ryb. Należy jednak zwrócić uwagę, że w obydwu tych przypadkach stwierdzono również zmniejszenie przyrostów ryb (tabela 10).

Tabela 10. Skład chemiczny mięsa dwuletnich karpie ekologicznych żywionych pszenżytem suplementowanym suszem z lucerny, suszem z cykorii lub suszem z marchwi.

Rodzaj paszy	Białko	Tłuszcz	Popiół
Pszenżyto	16,7	5,8	1,1
Pszenżyto + lucerna 2%	16,5	5,5	1,07
Pszenżyto + lucerna 5%	16,5	5,9	1,08
Pszenżyto + lucerna 10%	16,5	6,1	1,12
Pszenżyto + cykoria 2%	16,7	5,8	1,08
Pszenżyto + cykoria 5%	16,5	5,4	1,1
Pszenżyto + cykoria 10%	16,8	5,3	1,09
Pszenżyto + marchew 2%	16,8	5,5	1,07
Pszenżyto + marchew 5%	16,5	4,9	1,09
Pszenżyto + marchew 10%	16,7	4,1	1,08

Interesujący wynik przyniósł test konsumencki, polegający na wyborze najbardziej „apetycznie wyglądających” oraz „najbardziej odpychających” porcji mięsa.

Zdecydowanie za najbardziej atrakcyjne uznano mięso karpie dokarmianych suszem z marchwi w ilości 2% dziennej dawki pokarmowej. Spośród 54 osób oceniających wygląd (kolor) mięsa aż 29 potencjalnych konsumentów (54%) wybrało właśnie mięso karpie z tej grupy żywieniowej. Na drugim miejscu „uplasowało się” mięso karpie dokarmianych zbożem z 10% dodatkiem sushu z cykorii (30%). Natomiast jako trzecie pod względem atrakcyjności wyglądu uznano mięso karpie dokarmianych



zbożem z 2% dodatkiem suszu z lucerny. We wszystkich tych przypadkach uzyskany kolor mięsa można określić jako „lekko pomidorowy” kolor.

Za najbardziej niepożądane uznane zostało najbardziej wybarwione mięso, najbardziej krwiste, które uzyskano w grupie, w której do płatkowanego pszenżyta dodawano 10% marchwi. Mięso to uznane zostało za najmniej atrakcyjne, ponieważ jak określiło kilka osób „*wyglądało jakby pochodziło z martwej ryby*”. Mięso to rzeczywiście miało kolor przypominający bardziej wołowinę a niżeli rybę.

Drugim rodzajem dodatków, jakie badano pod względem ich przydatności do poprawy jakości i atrakcyjności mięsa dwuletnich karpie ekologicznych, były makuchy z roślin oleistych.

W poniższej tabeli 11 przedstawiono wyniki chowu handlowych karpie w cyklu dwuletnim z wykorzystaniem różnych dawek makuchów z Inu i Inianki.

Tabela 11. Wyniki chowu dwuletnich ekologicznych karpie konsumpcyjnych dokarmianych płatkowanym pszenżytem suplementowanym makuchami z Inu lub Inianki (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, W. Rz – wydajność rzeźna, F- współczynnik kondycji Fultona.).

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	f gosp.	P (kg/ha)	Koszt paszy (zł/kg ryb)	W.Rz. (w %)	F
Pszenżyto	50	530	2,5	264	1,8	67	1,78
Pszenżyto + len 2%	75	789	1,3	591	1,0	66	2,12
Pszenżyto + len 5%	75	672	1,6	504	1,2	67	2,01
Pszenżyto + len 10%	75	646	1,8	484	1,4	65	1,98
Pszenżyto + Inianka 2%	75	739	1,6	554	1,2	66	2,09
Pszenżyto + Inianka 5%	50	453	1,8	227	1,4	67	2,00
Pszenżyto + Inianka 10%	50	506	1,8	254	1,5	66	1,89

Z przedstawionych danych wynika, że najlepsze wyniki produkcyjne uzyskano w przypadku dodawania makuchów w ilości 2% dziennej dawki pokarmowej. Wraz ze wzrostem ilości dodawanych makuchów wielkość uzyskanych dwuletnich ekologicznych karpie handlowych spadała, natomiast wzrastał współczynnik pokarmowy i co za tym idzie także koszt produkcji.

Spśród obydwu rodzajów makuchów lepszy wynik uzyskano w przypadku Inu. Na wszystkich trzech poziomach suplementacji uzyskano lepsze wyniki produkcyjne a niżeli na samym pszenżycie. Dodatek Inianki tylko na najniższym poziomie suplementacji, 2% dziennej dawki pokarmowej,



spowodował lepsze przyrosty karpia w stosunku do grupy żywionej płatkowanym pszenżytem. Wyższe dawki makuch wpłynęły na obniżenie końcowej masy odłowionych karpia.

Dodatek makuchów z lnu wyraźnie wpłynął na zmniejszenie zawartości tłuszczu w mięsie dwuletnich karpia ekologicznych (tabela 13). Najwyraźniej wpływ ten zauważalny był przy najwyższej dawce, wynoszącej 10% dziennej dawki pokarmowej. Przy tym poziomie suplementacji bezwzględna ilość tłuszczu w mięsie karpia spadła niemal o 2%, co stanowiło niemal 30% ilości tłuszczu w stosunku do mięsa ryb karmionych samym pszenżytem.

W przypadku Inianki spadek zawartości tłuszczu nie był aż tak zauważalny, nie mniej jednak i w przypadku tego dodatku, wraz ze wzrostem ilości dodawanych makuchów, zmniejszała się ilość zawartego w nim tłuszczu.

Tabela 14. Skład chemiczny mięsa dwuletnich karpia ekologicznych żywionych pszenżytem suplementowanym suszem z lucerny, suszem z cykorii lub suszem z marchwi.

Rodzaj paszy	Białko	Tłuszcz	Popiół
Pszenżyto	16,7	5,8	1,1
Pszenżyto + len 2%	16,5	5,5	1,07
Pszenżyto + len 5%	16,5	4,9	1,08
Pszenżyto + len 10%	16,5	4,1	1,12
Pszenżyto + Inianka 2%	16,7	5,8	1,08
Pszenżyto + Inianka 5%	16,5	5,4	1,1
Pszenżyto + Inianka 10%	16,8	5,3	1,09

5. Uwagi dotyczące efektywności ekonomicznej chowu dwuletnich ekologicznych karpia handlowych.

Na podstawie wyników badań , dotyczących wpływu żywienia na wyniki produkcyjne dwuletnich ekologicznych karpia handlowych można stwierdzić, że najbardziej opłacalną formą dokarmiania jest codzienne dokarmianie płatkowanym pszenżytem, jęczmieniem lub całym ziarnem owsa nagiego.

Stosując pszenżyto lub jęczmień uzyskuje się ryby o średniej masie jednostkowej 600-700g/szt., a koszt paszy wynosi 1-1,1zł/kg wyhodowanych karpia. Dokarmiając karpie owsem nagim uzyskuje się ryby nieco większe, o średniej masie około 900g/szt., ale wówczas koszt paszy jest nieznacznie wyższy i wynosi ok. 1-2zł/kg wyprodukowanych ryb.



Największą dwuletnią ekologiczną handlówkę karpia uzyskuje się stosując do dokarmiania przemysłowe pasze pełnoporcjowe. Wówczas masa jednostkowa odławianej handlówki wynosi 1100-1200g/szt., ale koszt jej uzyskania jest przeciętnie 5-6 razy większy, w granicach 6-8zł/kg wyhodowanych karpia, ze względu na bardzo wysoką cenę ekologicznych granulatów.

Możliwe jest ograniczenie wydatków na pasze pełnoporcjowe poprzez ich dodawanie w ilości 10-20% do paszy zbożowej. Uzyskuje się wówczas większe o 30-50% przyrosty dwuletniej ekologicznej handlówki, ale koszt paszy wzrasta przeciętnie do 2,5 – 3,0zł/kg uzyskanych karpia, czyli dwukrotnie w odniesieniu do samego zboża.

Rozwiązaniem alternatywnym do wprowadzania kosztownych pasz przemysłowych jest dodawanie do karmy zbożowej dostępnych na rynku preparatów zawierających probiotyczne mikroorganizmy (w ilości 10l/tonę karmy zbożowej) lub makuchów z lnu (w ilości 2% dziennej dawki pokarmowej). Cena takich dodatków jest niewielka, przez co koszt produkcji kilograma mięsa dwuletniej ekologicznej handlówki wzrasta o około 10-20gr/kg w stosunku do samego zboża, natomiast średnia masa jednostkowa odławianych ryb jest większa o 20-40% w porównaniu ze zbożem.

6. Wybrane zalecenia i wskazania praktyczne dotyczące żywienia oraz stosowania ekologicznych dodatków ziołowych i paszowych w żywieniu karpia na wyniki produkcyjne oraz jakość produktów pochodzenia zwierzęcego.

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych w roku 2016, dotyczących wpływu żywienia, w tym dodatków ziołowych i dodatków paszowych, na kształtowanie parametrów jakościowych mięsa dwuletnich ekologicznych karpia wyhodowanych zgodnie z wymogami ekologicznej akwakultury można przedstawić następujące zalecenia praktyczne dla hodowców-producentów ekologicznych karpia:

- dokarmianie dwuletnich ekologicznych karpia należy prowadzić według wcześniej przygotowanego preliminarza, który hodowcy powinni dodatkowo aktualizować/korygować w zależności od termiki wody, jej ilości, zarejestrowanych ubytków obsady i przyrostów ryb
- stosując do dokarmiania dwuletnich ekologicznych karpia pasze zbożowe hodowcy mogą oczekiwać, że końcowa masa jednostkowa odławianych ryb będzie wynosić 700-900g/szt., co może utrudniać wprowadzenie na rynek takich karpia w postaci żywej ze względu na zbyt małą wielkość w stosunku do obecnych oczekiwań konsumentów
- płatkowane pszenżyto i jęczmień wydają się najbardziej wskazane do dokarmiania dwuletnich ekologicznych karpia handlowych. Ryby dokarmiane tymi paszami miały stosunkowo wysokie przyrosty, natomiast ich mięso cechowała najwyższa zawartość białka



- za najmniej odpowiednie zboża do dokarmiania dwuletnich ekologicznych karpie handlowych należy uznać kukurydzę i pszenicę. Ryby dokarmiane tymi zbożami osiągnęły najmniejsze przyrosty jak również ich mięso posiadało mniejszą zawartość białka
- hodowcy powinni dokarmiać dwuletnie karpie ekologiczne codziennie, zapewnia to większe przyrosty jednostkowe, niższe współczynniki pokarmowe, mniejsze koszty związane z wydatkami na paszę i tym samym lepszą efektywność ekonomiczną produkcji
- aby hodowca mógł uzyskać z narybku o masie poniżej 60-70g/szt. w cyklu dwuletnim karpie handlowe o masie jednostkowej powyżej 1000g/szt. niezbędne jest stosowanie przemysłowych pasz pełnoporcjowych. Ponadto karpie dokarmiane paszami przemysłowymi mają bardzo dobry skład mięsa - wysoką zawartość białka, zrównoważoną zawartość tłuszczu oraz bardzo dobry profil (udział) poszczególnych grup kwasów tłuszczowych
- hodowcy muszą jednak pamiętać, że wysoki koszt certyfikowanych ekologicznych pasz przemysłowych, około dziesięć razy w stosunku do ekologicznych zbóż, sprawia, że karpie wyprodukowane tą metodą będą również znacznie droższe, co przy obecnej sytuacji rynkowej praktycznie uniemożliwi ich sprzedaż
- alternatywnym rozwiązaniem jest suplementowanie pasz zbożowych przemysłowymi paszami ekologicznymi w ilości 10-20% dziennej dawki pokarmowej. Wyższe przyrosty jednostkowe uzyskuje się w przypadku wyższego poziomu suplementacji, jednakże również koszty produkcji znacząco wówczas rosną w porównaniu do samego zboża. Spośród pszenżyta i jęczmienia lepszy efekt suplementacji uzyskuje się w przypadku jęczmienia
- dodatek suszu lub makuchów nie powinien być wyższy a niżeli 2% - 5% dziennej dawki pokarmowej. Jeżeli ilość ta jest większa, stwierdzono spadek przyrostów jednostkowych karpie o 10-20% w stosunku do czystego zboża, oraz zwiększenie zużycia paszy i większy koszt paszy w stosunku do karpie wyhodowanych na samym pszenżycie
- susz z roślin bogatych w karotenoidy umożliwia poprawę atrakcyjności wyglądu produkowanych karpie. Za najlepszy dla dwuletnich karpie ekologicznych należy uznać susz z marchwi dodawany w ilości 2% dziennej dawki pokarmowej. Także 2% dodatek suszu z lucerny miał wyraźnie pozytywny wpływ na wygląd mięsa dwuletnich karpie ekologicznych. Konsumenci preferowali także dodatek cykorii w ilości 10% dziennej dawki żywieniowej, przy czym wyższa suplementacja płatkowanego pszenżyta spowodowała zmniejszenie przyrostów karpie, zwiększenie współczynnika pokarmowego oraz wzrost kosztów produkcji.

Pełna wersja sprawozdania z badań zrealizowanych ramach zadania badawczego w roku 2016 znajduje się na stronie internetowej <http://pir.sggw.pl/karp.html>.



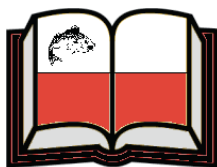
SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE

4

Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Praktyczne aspekty ekologicznego chowu ryb, ze szczególnym uwzględnieniem zapobiegania i zwalczania chorób karpia i pstrągów

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HORre-msz-078-

91/16 (203) z dnia 17 maja 2016r.



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Zwierzętach
Samodzielny Zakład Ictiobiologii, Rybactwa i Biotechnologii Akwakultury
oraz Rolniczy Zakład Doświadczalny Żelazna SGGW w Warszawie

Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Praktyczne aspekty ekologicznego chowu ryb, ze szczególnym uwzględnieniem zapobiegania i zwalczania chorób karp i pstrągów.

Kierownik tematu: dr inż. Mirosław Cieśla

Wykonawcy: mgr inż. Robert Jończyk, dr inż. Jerzy Śliwiński, prof. dr hab. Teresa Ostaszewska

1. Wstęp i cel badań.

Celem badań realizowanych w roku 2016 w ramach tematu badawczego „*Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Praktyczne aspekty ekologicznego chowu ryb, ze szczególnym uwzględnieniem zapobiegania i zwalczania chorób karp i pstrągów*” było doskonalenie biotechniki wychowu ekologicznego materiału obsadowego karp i pstrągów oraz doskonalenie efektywności chowu ekologicznych karp konsumpcyjnych poprzez bardziej efektywne wykorzystanie dostępnych surowców i dodatków paszowych,

2. Teren badań.

Doświadczenia prowadzone były w stawach doświadczalnych w obiekcie stawowym Łąki Jaktorowskie, należącym do Rolniczego Zakładu Doświadczalnego w Żelaznej, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. W obiekcie tym doświadczenia dotyczące ekologicznego chowu karp prowadzone są od 2011 roku, gospodarstwo posiada jedyne w kraju ekologiczne stado tarlaków, co umożliwia prowadzenie doświadczeń w pełnym dwu- lub trzyletnim cyklu produkcyjnym. Zgodność prowadzonych działań hodowlano-produkcyjnych z wymogami stawianymi

ekologicznej akwakulturze potwierdzana jest corocznie kontrolą, przeprowadzaną przez upoważnioną jednostkę certyfikującą, i uzyskiwanym certyfikatem jakości ekologicznej.

3. Materiał, metodyka i harmonogram badań.

W przyjętym harmonogramie badań założono realizację dwóch głównych zadań:

A – doskonalenie biotechniki wychowu materiału obsadowego ekologicznych karp

B – doskonalenie biotechniki chowu ekologicznych karp konsumpcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem dobrostanu ryb

W ramach zadania „A” przeprowadzono obserwacje dotyczące:

- **A 1** - doskonalenie biotechnologii kontrolowanego rozrodu karp
- **A 2** – zwalczania pleśniawki ikry karp przy użyciu preparatów dopuszczalnych w ekologicznej akwakulturze
- **A 3** – doskonalenia metodyki wychowu narybku jesiennego, wyjściowego materiału obsadowego do podejmowania masowego chowu ekologicznych karp konsumpcyjnych

W ramach zadania „B” przeprowadzone zostały doświadczenia dotyczące:

- **B 1** – wykorzystania ekologicznych preparatów o wysokiej aktywności stymulującej i uodparniającej do ochrony zdrowia ryb i poprawy efektywności produkcji w chowie ekologicznych karp konsumpcyjnych

Doświadczenia przeprowadzone zostały z wykorzystaniem dwóch grup ziół:

- **B.1.1.** - jeżówki lub ruty, które stosowano w postaci pudru dodawanego do paszy w ilości 2kg/t lub 5kg/t zboża.
B.1.2. - ekstraktów lub naparów z jeżówki lub z kozłka lekarskiego zmieszanego z melisą, których efekt badano poprzez jednorazową kąpiel narybku letniego w momencie jego obsadzania do przesadek II.
- **B 2** – optymalizacji chowu ekologicznych karp konsumpcyjnych

4. Wyniki.

4.1. Omówienie warunków termicznych i hydrologicznych w 2016 r.

W roku 2016, już na początku maja temperatura wody osiągnęła wartość 18°C i praktycznie niemal aż do końca września nie spadała poniżej tej wartości. W efekcie liczba tzw. efektywnych dni ciepłych (o temperaturze co najmniej 20°C) wynosiła w roku 2016 aż 112. Oprócz liczby „dni ciepłych”



ważna jest także maksymalna temperatura dobowa i tutaj łatwo zauważyć wpływ letnich upałów na termikę wody. Podobnie jak w roku 2015, rok 2016 obfitował w wyjątkowo upalne dni, gdy maksymalna dobowa temperatura wody w lipcu i sierpniu osiągała wartość 25-28°C, co jest już wielkością niebezpieczną dla zdrowia a nawet życia karpia.

Niestety, tak doskonałe wartości termiczne nie przełożyły się na ogólny wynik chowu, ponieważ wysokim temperaturom towarzyszył brak opadów. Po raz drugi z rzędu region Centralnej Polski nawiedziły zostały przez długotrwałą suszę. Stawy doświadczalne w obiekcie stawowym Łąki Jaktorowskie są stosunkowo głębokie, mają średnią głębokość 1,2m, jednakże brak opadów doprowadził do wystąpienia deficytów wody już na początku sezonu letniego, w połowie lipca. W sierpniu i wrześniu, na skutek deficytu wody i wysokiej termiki wody, konieczne było najpierw ograniczanie a potem kilkudniowe całkowite zaprzestanie karmienia karpia. Niemożliwe było także pompowanie wody z rzeki, ponieważ ta wyschła całkowicie.

Gwałtowny skok temperatury wody w okresie wczesnowiosennym spowodował wystąpienie śnięć karpia, czego nie obserwowano w doświadczeniach od początku ich realizacji, czyli od 2011 roku. W trakcie dotychczasowych, kilkuletnich badań, śnięcia występowały jedynie wówczas, gdy mieszano na zimowanie materiał obsadowy z kilku grup doświadczalnych. W roku 2016 stwierdzono upadki karpia w połowie maja i tzw. „kapanie”, czyli pojedyncze przypadki śnięć, obserwowano aż do połowy lipca.

4.2. Doskonalenie biotechniki wychowu materiału obsadowego ekologicznych karpia.

Zadanie **A1** - w poniższej tabeli 1 przedstawiono wyniki doświadczeń dotyczących doskonalenia biotechnologii kontrolowanego tarła ekologicznych karpia, przeprowadzanych w wylęgarni w basenach oraz na naturalnych tarliskach (magazynach), przykrytych agrowłókniną lub nieposiadających przykrycia.

Tabela 1. Wyniki rozrodu karpia w zależności od przyjętego protokołu ich przygotowania do tarła. W tabeli przedstawiono ilość samic, które przystąpiły do tarła (w %).

Data	Baseny w wylęgarni	Tarlisko pod osłoną	Tarlisko bez przykrycia
9.05	0	0	0
20.05	0	33	100
10.06	0	67	100
24.06	0	100	100

Najlepszą efektywność tarła, mierzoną ilością wytartych samic, uzyskano w przypadku prowadzenia tarła w naturalnych tarliskach pozbawionych przykrycia. Poza okresem wczesnowiosennym, początkiem maja, na tarliskach tych przystępowały do tarła wszystkie wypuszczane samice.



Na obecnym etapie badań, na podstawie kilkuletnich już obserwacji można stwierdzić, że najbardziej niezawodną formą rozrodu ekologicznych karpí jest rozród naturalny z wykorzystaniem naturalnych tarłisk.

Zdecydowanie najgorszy wynik uzyskano w przypadku prób podejmowanych w basenach w wylęgarni. W roku 2016 tarła nie udało się uzyskać ani razu, pomimo, że próby podjęto aż czterokrotnie.

Podsumowując dotychczasowe wieloletnie doświadczenia, nie jest możliwe podanie protokołu, który umożliwiłby przeprowadzanie sztucznego tarła karpí w wylęgarni bez stymulacji hormonami. Kilkuletnie wyniki obserwacji wskazują, że najbardziej niezawodną formą rozrodu pozostaje tarło naturalne. Jednakże taka forma rozmnażania pociąga za sobą ryzyko przenoszenia chorób z tarłaków na ich potomstwo, jak również uniemożliwia uniezależnienie najwcześniejszego etapu chowu ekologicznych karpí, tarła, od warunków zewnętrznych. Należałoby więc rozważyć możliwość podjęcia starań, aby w przypadku karpí dopuścić stosowanie naturalnych hormonów, w postaci przysadki mózgowej pozyskiwanej od trzyletniej ekologicznej handlowki, celem stymulowania, czyli tzw. hypofizacji, tarłaków do rozrodu. Hypofizacja tarłaków karpí stanowiła jeden z „kamieni milowych” w rozwoju współczesnego karpíarstwa. Zakaz stosowania hormonów do wywoływania tarła jest też postrzegany przez wielu hodowców karpí w Europie jako jeden z ważniejszych czynników ograniczających rozwój branży ekologicznej akwakultury.

Zadanie **A2** - w ramach opisywanego podzadania przeprowadzono w 2016 r. obserwacje dotyczące możliwości wykorzystania wyciągów (ekstraktów) roślinnych do zwalczania chorób na ikrze karpí.

W poniższej tabeli 2 przedstawiono wyniki doświadczeń dotyczących stosowania ekstraktu z korzenia i ziela jeżówki oraz ekstraktu z korzenia ruty jako preparatów zapobiegających powstawaniu pleśniawki na ikrze karpí.

Tabela 2. Wyniki doświadczeń dotyczących stosowania ekstraktu z korzenia i ziela jeżówki oraz ekstraktu z korzenia ruty jako preparatów zapobiegających powstawaniu pleśniawki na ikrze karpí (dane podano w procentach).

Parametr	Jeżówka					Ruta					Kontrola
	1ppm	2ppm	3ppm	5ppm	10ppm	1ppm	2ppm	3ppm	5ppm	10ppm	
Ilość jaj zapleśniałych	10	10	10	6	5	24	3	3	3	3	20
Ilość jaj martwych niezapleśniałych	16	20	20	24	25	0	14	13	13	13	6
Ilość jaj zaoczkowanych	74	70	70	70	70	76	83	83	83	83	74
Ilość wylutego wylęgu	74	70	70	70	73	76	83	83	83	83	74
Udział wylęgu zdeformowanego	3	3	4	6	4	0	3	3	6	8	0



Przeprowadzone doświadczenia pozwalają stwierdzić, że ekstrakt z ruty lub jeżówki może być z powodzeniem stosowany do zwalczania pleśniawki na ikrze karpia, inkubowanej w temperaturze 18°C. Kąpiele takie zwiększają przeżywalność ikry o około 10% w stosunku do ikry inkubowanej tylko w samej wodzie.

Negatywnym efektem stosowania ekstraktów było pojawienie się larw zdeformowanych. W grupie kontrolnej nie zaobserwowano ich w ogóle, w grupach poddawanych kąpielom ilość larw nieprawidłowo rozwiniętych wzrastała wraz ze wzrostem stężenia zastosowanych ekstraktów.

Zadanie **A3** - ostatnia grupa obserwacji, dotyczących ochrony zdrowia ekologicznych karpia na etapie wychowu materiału obsadowego, dotyczyła optymalizacji chowu narybku jesiennego. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem trzech różnych gęstości obsady; 10000szt./ha, 20000szt./ha i 30000szt./ha. Przyjęto, że obsada najniższa jest minimalną umożliwiającą odpowiednie wykorzystanie zasobów pokarmu naturalnego. Natomiast obsada najgęściejsza, 30000szt./ha, została teoretycznie wyliczona jako maksymalna dopuszczalna gęstość, powyżej której może nastąpić przekroczenie nałożonego prawnie limitu produkcji w wysokości 1500kg/ha. Narybek dokarmiano śrutą zbożową wzbogacaną dodatkami, które w dotychczasowych doświadczeniach wykazały pozytywny wpływ na wyniki wychowu ekologicznych karpia tj. paszą przemysłową, makuchami z roślin oleistych, probiotycznymi mikroorganizmami oraz ziołami eliminującymi pasożyty z przewodu pokarmowego karpia.

Tabela 3. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego karpia, dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną paszą pełnoporcjową – **gęstość obsady 10.000szt./ha**. (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (zł/kg ryb)	Hematokryt	F
Pszenżyto	75	76	570	1,8	1,3	32	2,02
Pszenżyto + 10% granulát	80	93	740	1,4	2,2	38	2,12
Pszenżyto + 20% granulát	70	102	714	1,5	3,8	39	2,22
Pszenżyto + 30% granulát	65	113	736	1,4	5,0	37	2,22
Pszenżyto + 50% granulát	75	106	796	1,3	7,1	39	2,32
Granulát	80	114	910	0,6	6,0	38	2,31



Tabela 4. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego karpi, dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną paszą pełnoporcjową – **gęstość obsady 20.000szt./ha.** (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. –współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	F
Pszonżyto	70	67	938	1,7	1,2	32	1,96
Pszonżyto + 10% granulat	65	69	901	1,8	2,8	35	2,08
Pszonżyto + 20% granulat	73	74	1067	1,5	3,8	35	2,12
Pszonżyto + 30% granulat	75	74	1124	1,4	4,9	38	2,16
Pszonżyto + 50% granulat	78	84	1305	1,2	6,5	37	2,08
Granulat	85	89	1513	0,6	6,0	38	2,19

Tabela 5. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego karpi, dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną paszą pełnoporcjową – **gęstość obsady 30.000szt./ha.** (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. –współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	F
Pszonżyto	67	57	1180	1,8	1,3	36	2,01
Pszonżyto + 10% granulat	63	58	1105	1,9	2,9	37	2,10
Pszonżyto + 20% granulat	75	76	1711	1,2	3,1	38	2,07
Pszonżyto + 30% granulat	75	72	1612	1,3	4,6	36	2,06
Pszonżyto + 50% granulat	80	69	1655	1,3	6,8	35	2,12
Granulat	77	89	2062	0,5	5,0	36	2,15

We wszystkich grupach doświadczalnych uzyskano dobrą przeżywalność ryb. Wynosiła ona od 63% do 85%. Wraz ze wzrostem liczby obsadzonego narybku letniego zauważalny jest spadek końcowej masy jednostkowej odławianego narybku. Różnice te pomiędzy najniższą i najwyższą gęstością obsady wynosiły 20-30%. Wzrost gęstości obsady oraz ilości dodawanego do paszy granulatu skutkowało znacznym wzrostem wielkości produkcji.

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że hodowcy powinni różnicować gęstość obsady narybku letniego na narybek jesienny w zależności od przyjętego systemu chowu karpi handlowych oraz sposobu dokarmiania ryb.



Jeżeli planowany jest dwuletni system produkcji a narybek dokarmiany ma być tylko zbożem, to wielkość obsady narybku letniego powinna wynosić 8000 – 12000szt./ha, w zależności od żyzności stawów. Na stawach o wydajności naturalnej poniżej 300kg/ha (takich jak w Obieckie Stawowym Łąki Jaktorowskie SGGW w Warszawie) obsada powinna wynosić około 8000szt./ha. Na stawach o żyzności ponad 300kg/ha gęstość obsady może być większa, około 10000szt./ha. Przy suplementacji granulatem liczbę obsadzonego narybku można zwiększyć o 2000-3000szt./ha. Możliwe jest wówczas uzyskanie narybku o masie jednostkowej około 100g/szt., a taka masa początkowa wydaje się niezbędna, ale i wystarczająca, aby w drugim roku uzyskać karpie handlowe ważące ponad kilogram.

Możliwe jest uzyskanie narybku jesiennego o masie jednostkowej znacznie przekraczającej 100g/szt. poprzez żywienie narybku samymi paszami pełnoporcjowymi lub poprzez dodawanie granulatu do paszy zbożowej. Należy jednak pamiętać, że stosując jedynie granulaty ekologiczne koszt produkcji takiego narybku będzie 4-5 krotnie wyższy niż na zbożu. Wynika to z faktu, że koszt ekologicznej paszy przemysłowej dla narybku to około 10zł za kilogram.

Ze względów ekonomicznych suplementacja paszą przemysłową nie powinna być wyższa aniżeli 10-20%. Uzyskuje się wówczas narybek o masie jednostkowej 70-80g/szt. i produkcję w zakresie 1000-1500kg/ha, koszt produkcji jest 2-3 razy wyższy niż przy skarmianiu samego zboża. Jeżeli poziom suplementacji granulatem wynosi co najmniej 30% dziennej dawki pokarmowej, to koszt paszy zużytej na wyprodukowanie narybku jest 3-4 razy większy niż samego zboża.

Stwierdzono również, że wraz ze wzrostem gęstości obsady oraz udziału paszy przemysłowej w dziennej dawce pokarmowej, w istotny sposób zmieniał się stan zdrowotny narybku jesiennego karpia. Ilustrują to poniższe tabele.

Tabela 6. Wyniki badań ogólnego stanu ichtiopatologicznego narybku jesiennego karpia dokarmianego zbożem suplementowanym ekologicznymi paszami przemysłowymi – **gęstość obsady 10.000szt./ha.**

Rodzaj karmy	Wygląd zewnętrzny	Skrzela	Pasożyty zewnętrzne	Pasożyty wewnętrzne	Wygląd narządów wewnętrznych	Bakteriologia
Pszonizyto	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki + pijawki +	brak	prawidłowy	ujemna
Pszonizyto + 10% granulatu	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki + pijawki +	brak	prawidłowy	ujemna
Pszonizyto + 20% granulatu	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki + pijawki	brak	prawidłowy	ujemna
Pszonizyto + 30% granulatu	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki pijawki	brak	prawidłowy	ujemna
Pszonizyto + 50% granulatu	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki pijawki	brak	prawidłowy	ujemna
Granulat	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki pijawki	brak	prawidłowy	ujemna

Oznaczenia obecności pasożytów:

+ - do 5 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb,

++ - 5 do 10 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb

+++ - ponad 10 osobników pasożytów w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb



Tabela 7. Wyniki badań ogólnego stanu ichtiopatologicznego narybku jesiennego karpi dokarmianego zbożem suplementowanym ekologicznymi paszami przemysłowymi – **gęstość obsady 20.000szt./ha.**

Rodzaj karmy	Wygląd zewnętrzny	Skrzela	Pasożyty zewnętrzne	Pasożyty wewnętrzne	Wygląd narządów wewnętrznych	Bakteriologia
Pszenżyto	prawidłowy	różowawe, ubytki	pierwotniaki ++ pijawki +	tasiemce +	rozpulchnione, zrosty	wzrost Aeromonas
Pszenżyto + 10% granulat	prawidłowy	różowawe, ubytki	pierwotniaki ++ pijawki +	tasiemce +	rozpulchnione, zrosty	wzrost Aeromonas
Pszenżyto + 20% granulat	prawidłowy	różowawe, ubytki	pierwotniaki + pijawki +	tasiemce +	rozpulchnione, zrosty	wzrost Aeromonas
Pszenżyto + 30% granulat	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki + pijawki +	tasiemce +	prawidłowy	ujemna
Pszenżyto + 50% granulat	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki pijawki +	brak	prawidłowy	ujemna
Granulat	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki pijawki	brak	prawidłowy	ujemna

Oznaczenia obecności pasożytów:

+ - do 5 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb,

++ - 5 do 10 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb

+++ - ponad 10 osobników pasożytów w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb

Tabela 8. Wyniki badań ogólnego stanu ichtiopatologicznego narybku jesiennego karpi dokarmianego zbożem suplementowanym ekologicznymi paszami przemysłowymi – **gęstość obsady 30.000szt./ha.**

Rodzaj karmy	Wygląd zewnętrzny	Skrzela	Pasożyty zewnętrzne	Pasożyty wewnętrzne	Wygląd narządów wewnętrznych	Bakteriologia
Pszenżyto	prawidłowy	rozpulchnione, liczne ubytki	pierwotniaki ++ pijawki +	tasiemce ++	rozpulchnione, zrosty	wzrost Aeromonas
Pszenżyto + 10% granulat	prawidłowy	rozpulchnione, liczne ubytki	pierwotniaki ++ pijawki +	tasiemce +	rozpulchnione, liczne zrosty	wzrost Aeromonas
Pszenżyto + 20% granulat	prawidłowy	rozpulchnione, liczne ubytki	pierwotniaki ++ pijawki +	tasiemce +	rozpulchnione, zrosty	wzrost Aeromonas
Pszenżyto + 30% granulat	prawidłowy	rozpulchnione, liczne ubytki	pierwotniaki + pijawki +	tasiemce +	rozpulchnione, zrosty	wzrost Aeromonas
Pszenżyto + 50% granulat	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki + pijawki +	tasiemce +	rozpulchnione, zrosty	wzrost Aeromonas
Granulat	prawidłowy	czerwone, niewielkie ubytki	pierwotniaki + pijawki +	tasiemce	prawidłowy	wzrost Aeromonas

Oznaczenia obecności pasożytów:

+ - do 5 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb,

++ - 5 do 10 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb

+++ - ponad 10 osobników pasożytów w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb

Jak wykazały badania, suplementacja paszą przemysłową karmy zbożowej oraz gęstość obsady miały wpływ na ogólny stan ichtiopatologiczny narybku.

Jedynie przy najniższej gęstości obsady, 10000szt./ha, nie stwierdzono istotniejszych różnic i zmian pomiędzy poszczególnymi grupami żywieniowymi. Wraz ze wzrostem liczby obsadzonych ryb zaobserwowano pogarszanie się stanu ich zdrowia, pojawienie się bakterii *Aeromonas sp.* w



posiewach, wzrost liczby pasożytów skórnych jak również występowanie tasiemców w przewodach pokarmowych. Można jednocześnie zauważyć, że większy udział paszy przemysłowej w dziennej dawce pokarmowej miał korzystny wpływ na zdrowotność narybku. Najlepiej zauważalne jest to na przykładzie grup dokarmianych samym granulatem, gdzie nawet przy najwyższej gęstości obsady nie stwierdzono u karpia pasożytów wewnętrznych, a pasożyty skórne były nieliczne. Niestety, nawet w tej grupie stwierdzono w posiewach wzrost bakterii *Aeromonas sp.*. W praktyce oznacza to, że stosując tak gęste obsady, nawet przy wykorzystaniu bardzo drogich pełnoporcjowych ekologicznych pasz przemysłowych, hodowcy muszą liczyć się z ryzykiem strat, jakie te bakterie wywołują u karpia.

Zwiększenie masy odławianego narybku jesiennego można uzyskać poprzez dodawanie do paszy zbożowej makuchów z lnu. Wykazały to wyniki badań dotyczące suplementowania śruty zbożowej makuchami, które przedstawiono w poniższych tabelach.

Tabela 9. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego karpia dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną makuchami z lnu – **gęstość obsady 10.000szt./ha**. (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	F
Pszenżyto	75	76	570	1,8	1,3	32	2,02
Pszenżyto + 5% makuchów	75	92	693	1,5	1,1	36	2,22
Pszenżyto + 10% makuchów	80	87	699	1,5	1,1	37	2,18
Pszenżyto + 20% makuchów	85	78	664	1,6	1,2	36	2,08

Tabela 10. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną makuchami z lnu – **gęstość obsady 20.000szt./ha**. (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	F
Pszenżyto	70	67	938	1,7	1,2	32	1,96
Pszenżyto + 5% makuchów	73	61	879	1,8	1,3	35	2,13
Pszenżyto + 10% makuchów	70	56	786	2,0	1,5	38	2,19
Pszenżyto + 20% makuchów	50	77	766	2,1	1,6	35	2,07



Tabela 11. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego karpia dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną makuchami z lnu – **gęstość obsady 30.000szt./ha**. (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona).

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	F
Pszonżyto	67	57	1180	1,8	1,3	36	2,01
Pszonżyto + 5% makuchów	66	61	1213	1,7	1,3	35	2,05
Pszonżyto + 10% makuchów	65	44	850	2,5	1,8	33	2,14
Pszonżyto + 20% makuchów	65	44	858	2,5	1,9	36	2,09

Wyraźny pozytywny efekt suplementowania śruty zbożowej makuchami z lnu uzyskano jedynie przy najniższej testowanej gęstości obsady, 10000szt./ha, i przy dodatku makuchów w ilości 5-10% dziennej dawki pokarmowej. Przy 5% dodatku makuchów z lnu w dziennej dawce pokarmowej uzyskano narybek o masie 92g/szt., a przy 10% udziale makuchów masa odłowionego narybku wynosiła 87g/szt. Przy najwyższym, 20% poziomie suplementacji, masa odchowanego narybku była niemal równa jak w grupie wzrastającej tylko na paszy zbożowej.

Przy wyższych gęstościach obsady, 20000-30000szt./ha, dodatek makuchów miał działanie raczej negatywne. Wraz ze wzrostem ich udziału w dawce pokarmowej następowało obniżenie przeżywalności, przyrostów jednostkowych i produkcji, co w konsekwencji prowadziło do wzrostu kosztów produkcji na skutek „marnotrawienia” paszy oraz zawartych w niej dodatków.

W roku 2016 przeprowadzono również doświadczenia dotyczące możliwości i efektywności suplementowania paszy zbożowej probiotycznymi mikroorganizmami w przypadku dokarmiania narybku jesiennego karpia. Wyniki tych doświadczeń przedstawiono w poniższych tabelach.

Tabela 12. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego karpia dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną probiotycznymi mikroorganizmami – **gęstość obsady 10.000szt./ha**. (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	F
Pszonżyto	75	76	570	1,8	1,3	32	2,02
Pszonżyto + 2l/tonę karmy	70	94	662	1,6	1,1	35	2,09
Pszonżyto + 5l/tonę karmy	70	100	705	1,5	1,1	34	2,12
Pszonżyto + 10l/tonę karmy	65	90	582	1,8	1,3	35	2,05



Tabela 13. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego karpi dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną probiotycznymi mikroorganizmami – **gęstość obsady 20.000szt./ha.** (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. –współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	F
Pszonżyto	70	67	938	1,7	1,2	32	1,96
Pszonżyto + 2l/tonę karmy	50	76	757	2,1	1,5	35	2,06
Pszonżyto + 5l/tonę karmy	65	73	944	1,7	1,2	32	2,01
Pszonżyto + 10l/tonę karmy	15	71	212	3,4	2,4	36	2,07

Tabela 14. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego karpi dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną probiotycznymi mikroorganizmami – **gęstość obsady 30.000szt./ha.** (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. –współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	F
Pszonżyto	67	57	1180	1,8	1,3	36	2,01
Pszonżyto + 2l/tonę karmy	50	57	853	2,5	1,8	39	2,22
Pszonżyto + 5l/tonę karmy	15	81	363	2,9	2,1	36	2,01
Pszonżyto + 10l/tonę karmy	20	79	474	2,5	1,9	35	2,11

Podobnie jak w przypadku makuchów z lnu, również dodatek probiotycznych mikroorganizmów miał pozytywny efekt tylko przy najmniejszej gęstości obsady, 10000szt./ha, i przy najmniejszych dawkach probiotyków w ilości 2-5l/tonę karmy zbożowej. Przy wyższych poziomach gęstości obsady, 20000-30000szt./ha, stwierdzono negatywny wpływ dodawania probiotyków na wyniki produkcyjne narybku jesiennego karpi. Obserwowano obniżenie przeżywalności, która, przy dodatku probiotyków w ilości 10l/tonę paszy zbożowej, spadła do zaledwie 15-20%! W grupie kontrolnej, dokarmianej samym śrutowanym zbożem przeżywalność wynosiła 57-67%.

Ostatnia grupa doświadczeń, dotyczących doskonalenia metodyki wychowu narybku jesiennego karpi, dotyczyła wpływu dodawania pudru z wrotyczu na wyniki wychowu narybku jesiennego karpi. Wrotycz dodawany był do śrutę zbożowej celem wyeliminowania pasożytów, głównie tasiemców, z przewodów pokarmowych ryb.. Wyniki doświadczeń w tym zakresie przedstawiono w poniższych tabelach.



Tabela 15. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną wrotyczem – **gęstość obsady 10.000szt./ha.** (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	Obecność tasiemców
Pszonżyto	70	73	513	2,0	1,4	36	brak
Pszonżyto + 0,5kg/tonę karmy	70	69	481	2,2	1,5	33	brak
Pszonżyto + 1,0kg/tonę karmy	55	57	316	3,3	2,4	32	brak
Pszonżyto + 2,0kg/tonę karmy	80	90	720	1,5	1,1	36	brak

Oznaczenia obecności pasożytów:

- + - do 5 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb,
- ++ - 5 do 10 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb
- +++ - ponad 10 osobników pasożytów w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb

Tabela 16. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną wrotyczem – **gęstość obsady 20.000szt./ha.** (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	Obecność tasiemców
Pszonżyto	48	51	488	3,2	2,3	32	++
Pszonżyto + 0,5kg/tonę karmy	58	47	544	2,9	2,1	35	+
Pszonżyto + 1,0kg/tonę karmy	60	42	502	3,1	2,2	31	+
Pszonżyto + 2,0kg/tonę karmy	93	48	867	1,8	1,3	35	brak

Oznaczenia obecności pasożytów:

- + - do 5 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb,
- ++ - 5 do 10 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb
- +++ - ponad 10 osobników pasożytów w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb

Tabela 17. Wyniki wychowu ekologicznego narybku jesiennego dokarmianego śrutą z pszenżyta suplementowaną wrotyczem – **gęstość obsady 30.000szt./ha.** (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy, F- współczynnik kondycji Fultona)

Rodzaj karmy	Parametr hodowlano-produkcyjny						
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN)	Hematokryt	Obecność tasiemców
Pszonżyto	42	50	627	3,4	2,4	32	+++
Pszonżyto + 0,5kg/tonę karmy	33	30	302	5,2	3,7	28	++
Pszonżyto + 1,0kg/tonę karmy	67	40	747	2,9	2,0	35	+



Pszczyto + 2,0kg/tonę karmy	72	43	929	2,3	1,6	36	brak
--------------------------------	----	----	-----	-----	-----	----	------

Oznaczenia obecności pasożytów:

+ - do 5 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb,

++ - 5 do 10 osobników w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb

+++ - ponad 10 osobników pasożytów w próbie zbiorczej, składającej się z pięciu ryb

Tylko w grupie o najniższej gęstości obsady, 10000szt./ha, nie stwierdzono u narybku istotniejszego pogorszenia kondycji i stanu zdrowotnego. W żadnej z kombinacji żywieniowych nie stwierdzono obecności tasiemców w przewodach pokarmowych karpia, nawet tych żywionych samą śrutą zbożową.

Najlepszy efekt uzyskano w przypadku podawania wrotyczu w ilości 2kg/tonę śruty zbożowej. Przy takim dodatku wrotyczu ani razu nie stwierdzono w przewodach pokarmowych ekologicznego narybku jesiennego karpia obecności tasiemców, nawet przy obsadzie wynoszącej 30000szt./ha.

Wraz ze wzrostem gęstości obsady stwierdzano u badanych ryb obecność pasożytów, liczba pasożytów wzrastała wraz ze wzrostem gęstości obsady. W grupie dokarmianej samym zbożem i przy obsadzie 30000szt./ha pasożytów było tak wiele, że niemal czopowały przewód pokarmowy. W obydwu wyższych gęstościach obsady, 20000szt./ha i 30000szt./ha, tasiemce obserwowano nawet wówczas, gdy do paszy dodawano mniejsze dawki wrotyczu.

5. Obrachunek ekonomiczny efektywności chowu materiału obsadowego karpia oraz trzyletnich karpia handlowych.

Przedstawione wyniki doświadczeń pozwalają stwierdzić, że ze względów ekonomicznych celowe jest dodawanie w paszy dla narybku karpia makuchów z lnu w ilości 5% dziennej dawki pokarmowej lub probiotycznymi mikroorganizmami w ilości 2-5l/tonę karmy zbożowej. Ze względu na niski koszt oraz pozytywny wpływ tych dodatków na przyrosty karpia, umożliwiają produkcję narybku o masie jednostkowej około 100g/szt. w ilości do 1000kg/ha. Dodatki te powodują również zmniejszenie nakładów na paszę o 10-20gr/kg wyprodukowanego narybku. Należy jednak pamiętać, że opisany pozytywny efekt jest możliwy do uzyskania tylko przy obsadach na poziomie do 10.000szt./ha narybku letniego na narybek jesienny karpia. Przy wyższych zagęszczeniach, stosując do dokarmiania karpia paszę zbożową, takiego efektu omawianych dodatków nie należy się spodziewać.

Znacznie większy narybek jesienny (ponad 100g/szt.), i większą produkcję (do 1500kg/ha) można uzyskać stosując do dokarmiania narybku pełnoporcjowe ekologiczne pasze przemysłowe. Jednakże przemysłowe pasze ekologiczne dla karpia są przeciętnie 10 razy droższe niż ekologiczne zboże. W efekcie, nawet przy niewielkiej suplementacji, na poziomie 10-20% granulatu w dziennej dawce pokarmowej, koszt skarmianej paszy wzrasta 2-3 krotnie w stosunku do paszy zbożowej. W praktyce wydaje się, że jedynym ekonomicznie uzasadnionym stosowaniem dla narybku karpia



ekologicznych granulatów są działania interwencyjne jak przykładowo wczesnowiosenne „rozkarmianie” ryb czy wspomaganie ich kondycji na zimochowach w okresie późnojesiennym lub wczesną wiosną. Pasze przemysłowe mają bowiem zdecydowanie pozytywny wpływ na kondycję, odporność i zdrowotność narybku karpi.

Wskazane jest także okresowe podawanie narybkowi karpi pudrowanego wrotyczu w ilości 2kg/tonę karmy zbożowej. Wrotycz zmniejsza zużycie paszy o około 20-40gr/kg wyhodowanego narybku oraz zwiększa przeżywalność o 10-20% w stosunku do samego zboża. Przy rzadkich obsadach narybku, do 10.000szt./ha, jest także stymulatorem wzrostu i umożliwia wyhodowanie narybku jesiennego karpi o masie jednostkowej do 100g/szt.

W przypadku chowu trzyletnich karpi handlowych jedynie dodawanie do paszy zbożowej makuchów z lnu w ilości 2% dziennej dawki pokarmowej znajduje uzasadnienie ekonomiczne. Tylko wówczas uzyskano pozytywny efekt w postaci większych przyrostów jednostkowych, wyższej produkcji i niższych kosztów skarmionej paszy.

7. Zalecenia i wskazania praktyczne dotyczące

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych w roku 2016, dotyczących praktycznych aspektów ekologicznego chowu ryb, ze szczególnym uwzględnieniem zapobiegania i zwalczania chorób karpi i pstrągów można przedstawić następujące zalecenia praktyczne dla hodowców-producentów ekologicznych karpi:

- w chwili obecnej, za najbardziej niezawodną metodę przeprowadzania tarła ekologicznych karpi ekologicznych należy uznać naturalne tarło na tarliskach
- wydaje się celowe, aby rozpocząć starania, w celu dopuszczenia w ekologicznym chowie karpi naturalnych hormonów(w postaci przysadki mózgowej) celem indukowania sztucznego rozrodu tego gatunku
- inkubując w wylęgarni ikrę pozyskaną od ekologicznych karpi hodowcy powinni stosować ekstrakt z jeżówki lub ruty w ilości 2-3ppm przez 5 minut przy zamkniętym przepływie wody. Bezpieczniej i efektywniej jest ekstrakt z ruty. Niższe dawki ekstraktów nie są wystarczająco bójcze wobec pleśni, natomiast dawki powyżej 10ppm mogą powodować podwyższoną śmiertelność ikry lub większą liczbę larw zdeformowanych, nieprawidłowo rozwiniętych
- hodowcy prowadzący chów ekologicznych karpi w cyklu dwuletnim, z narybku, nie powinni obsadzać więcej niż 8000-10000szt./ha narybku letniego na narybek jesienny karpi. Uzyskuje się wówczas narybek o masie około 100g/szt., co pozwala przypuszczać, że będzie on wystarczająco duży, aby na jego bazie móc wyprodukować w drugim roku karpie handlowe o masie około jednego kilograma



- przy gęstościach obsady w granicach 20000-30000szt./ha wielkość odławianego narybku wynosi 50-60g/szt., i taki materiał może być z powodzeniem wykorzystany w cyklu trzyletnim, do wychowu kroczków
- zwiększenie końcowej masy narybku jesiennego można uzyskać poprzez suplementowanie tradycyjnej paszy zbożowej paszą przemysłową, co daje szczególnie pozytywny efekt w przypadku stosowania dużych zagęszczeń obsady, na poziomie 2000-30000szt./ha
- optymalny dodatek pasz przemysłowych, biorąc pod uwagę koszt paszy oraz uzyskiwane efekty ekonomiczne i hodowlane, powinien zawierać się w przedziale 10-20% dziennej dawki pokarmowej. Koszt produkcji narybku jest wówczas przeciętnie 2-3 wyższy niż na samym zbożu, ale możliwe jest uzyskiwanie narybku o masie ponad 100g/szt. jak również ryb o lepszej kondycji
- zwiększenie końcowej masy jednostkowej narybku jesiennego, hodowcy ekologicznego narybku karpia mogą uzyskać poprzez dodawanie do paszy zbożowej makuchów z lnu w ilości 5% dziennej dawki pokarmowej lub probiotycznych mikroorganizmów w ilości 2-5l/tonę karmy zbożowej
- pozytywny efekt stosowania tych dodatków obserwowany jest tylko przy obsadzie do 10000szt./ha. Przy wyższych gęstościach obsady zarówno makuchy jak i probiotyczne mikroorganizmy mają działanie negatywne, obniżają przyrosty, produkcję oraz ekonomiczną efektywność chowu narybku jesiennego ekologicznych karpia
- wyniki uzyskane w roku 2016 pokazują, że nie wskazane jest dodawanie makuchów z lnu w ilościach większych niż 2% dziennej dawki pokarmowej jak również lnianki, nawet w dawce 2% dziennie w paszy dla trzyletnich karpia handlowych. Zaobserwowano wówczas obniżenie przyrostów i produkcji trzyletnich ekologicznych karpia handlowych oraz znaczący wzrost kosztów zużytej paszy, co miało negatywny wpływ na efektywność ekonomiczną chowu
- wychowując ekologiczny narybek jesienny karpia hodowcy powinni stosować puder z wrotyczu w ilości 2kg/tonę karmy zbożowej, raz w miesiącu przez trzy kolejne karmienia. Szczególnie pozytywny efekt daje stosowanie wrotyczu przy wyższych zagęszczeniach obsady, na poziomie 20000-30000szt./ha.

Pełna wersja sprawozdania z badań zrealizowanych ramach zadania badawczego w roku 2016 znajduje się na stronie internetowej <http://pir.sggw.pl/karp.html>.



**INSTYTUT ROZWOJU WSI
I ROLNICTWA**
– POLSKA AKADEMIA NAUK

1

Prorozwojowe wykorzystanie rolnictwa ekologicznego w polityce i działaniach samorządów lokalnych – analiza wybranych przypadków

dr Jakub Jasiński, dr Ruta Śpiewak, mgr Katarzyna Drożdziel

Prorozwojowe wykorzystanie rolnictwa ekologicznego w polityce i działaniach samorządów lokalnych - analiza wybranych przypadków

I. Wprowadzenie

Celem projektu była analiza wpływu, jaki na rozwój rolnictwa i przetwórstwa ekologicznego, a tym samym na rozwój danego obszaru, wywierają działania i inicjatywy podejmowane przez samorządy lokalne. Jest on rozwinięciem i uzupełnieniem projektu „Rolnictwo ekologiczne czynnikiem rozwoju lokalnego - analiza wybranych przypadków” realizowanego przez Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa Polskiej Akademii Nauk na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w 2013 roku. Efektem finalnym poprzednio zrealizowanego projektu był raport „Rolnictwo ekologiczne czynnikiem rozwoju lokalnego”¹, który przyczynił się do przygotowania przez resort rolnictwa „Ramowego Planu Działań dla Żywności i Rolnictwa Ekologicznego w Polsce na lata 2014 – 20202.

Warto zauważyć, że wiele gmin w Polsce, w szczególności na obszarach wiejskich, posiada wyjątkowe lokalne zasoby i wynikające z nich potencjalne możliwości rozwojowe. Takim zasobem może być prowadzone w określonej skali i w zorganizowany sposób rolnictwo i przetwórstwo ekologiczne. Można założyć, że w wielu przypadkach – podobnie jak to ma miejsce w krajach o bogatych doświadczeniach związanych z realizacją polityki rozwoju lokalnego (np. Francja, Włochy czy Austria) – właściwe zagospodarowanie i zarządzanie tymi zasobami może stanowić faktyczny motor i jeden z głównych czynników lokalnego rozwoju. Niestety w Polsce, pomimo bogactwa przyrodniczego i kulturowego

¹http://irwirpan.waw.pl/polski/IRWiR_PAN_raport_Rolnictwo_ekologiczne_czynnikami_rozwoju_lokalnego.pdf, 24.01.2016

²<http://www.minrol.gov.pl/Jakosc-zywnosci/Rolnictwo-ekologiczne/Ramowy-Plan-Dzialan-dla-Zywnosci-i-Rolnictwa-Ekologicznego-w-Polsce>, 24.01.2016



polskiej wsi oraz naturalnych warunków do prowadzenia produkcji metodami ekologicznymi, nieczęsto zdarza się, aby władze szczebla gminnego decydowały się na wdrażanie modelu rozwoju wykorzystującego w pierwszym rzędzie endogenne walory. Rzadko także opracowują i realizują strategię lokalnego rozwoju w oparciu o zasoby będące wyjątkowymi i specyficznymi dla danej gminy produktami, w tym wyrobami na bazie ekologicznych surowców czy po prostu płodami rolnictwa ekologicznego. Stan taki często spotkać można także w gminach, gdzie produkcją ekologiczną zajmuje się znaczny odsetek rolników, jak również wtedy, gdy wytwarzane przez nich produkty posiadają renomę daleko wykraczającą poza lokalny charakter tej żywności. Wydaje się, że w tych przypadkach potrzeby i możliwości lokalnych społeczności (głównie ekologicznych rolników i przetwórców) rozmiągają się z działaniami prowadzonymi przez gminne władze.

Jednocześnie przykłady niektórych gmin w Polsce pokazują, że samorządy szczebla gminnego w kooperacji zarówno z innymi samorządami (w tym z władzami wojewódzkimi), jak też z lokalnymi pomiotami i organizacjami, w tym z LGD, są w stanie sprawnie budować swoją markę i swój wizerunek w oparciu o walory wykorzystywane na ich terenie systemy produkcji wysokojakościowej żywności³ – w tym system produkcji metodami ekologicznymi. To takie właśnie gminy i działające na ich terenie organizacje powinny stać się wzorem dla innych.

II. Wpływ samorządu na obszary wiejskie i rozwój rolnictwa ekologicznego

W powyższej sytuacji wydaje się niezwykle istotne zweryfikowanie, na ile sposób i sprawność rządzenia władz samorządowych (głównie szczebla gminnego) pozytywnie oddziałuje na rozwój lokalny za sprawą wykorzystania zasobu lokalnego jakim jest rolnictwo ekologiczne, a w szczególności:

- pozwala wykorzystać szansę rozwojową, którą jest zorganizowana produkcja lub przetwórstwo wyrobów ekologicznych,
- ułatwia rozwój społeczno-ekonomiczny w oparciu o ten zasób,
- wspomaga właściwe, prorozwojowe i długofalowe w skutkach wykorzystanie funduszy unijnych.

³Przykładem takiej gminy, ale w odniesieniu do produkcji wyrobów regionalnych, może być Korycin na Podlasiu.



Celowe zatem wydaje się stworzenie narzędzi, które pozwolą oceniać, na ile stosowanie zasad dobrego rządzenia (ang. *good governance*) na poziomie lokalnym (tj. gminy lub kilku gmin np. objętych działaniem jednego LGD) może wpływać na sukces działań ukierunkowanych na rozwój obszarów wiejskich poprzez właściwe wykorzystanie rolnictwa ekologicznego.

Projekt badawczy zrealizowany został na terenie pięciu gmin o wysokim lokalnym potencjale rozwojowym w postaci zorganizowanej produkcji ekologicznej żywności pozwolił uzyskać informację na temat skutecznych instrumentów i działań rozwojowych stosowanych w dobrze zarządzanych gminach. Jest to o tyle istotne, że do tej pory w Polsce nie badano wpływu rządzenia na rozwój lokalny w oparciu o zasoby obszarów wiejskich – a tym bardziej w oparciu o zasoby w postaci zorganizowanej produkcji ekologicznej żywności. Problematyka ta jednocześnie wydaje się bardzo aktualna w kontekście wyzwań stojących przed polską wsią i rolnictwem - w szczególności w kontekście właściwego wykorzystania funduszy UE w perspektywie 2014-2020. Przyczyni się ona bowiem do lepszego wykorzystania szansy na skok cywilizacyjny obszarów wiejskich w najbliższej dekadzie oraz efektywne i prorozwojowe zagospodarowanie narzędzi, rozwiązań i środków proponowanych w ramach krajowych, wojewódzkich i lokalnych polityk rozwojowych. Umiejętność podejmowania długofalowych działań prorozwojowych w gminach w oparciu o własne zasoby nabierze szczególnego znaczenia w perspektywie kilku najbliższych lat, podczas których gminy będą musiały przygotować się na funkcjonowanie (po 2020 roku) bez tak hojnego jak obecne wsparcia ze strony UE. Wydaje się zatem, że zawarte w niniejszym raporcie badania i opracowane na ich podstawie rozwiązania wychodzą naprzeciw celom i działaniom zawartym w projekcie Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, w której wprost mówi się o konieczności budowania na wsi lokalnych przewag rozwojowych oraz o potrzebie oparcia rozwoju o endogeniczne potencjały wsi.

Zagadnienie roli samorządów lokalnych w rozwoju rolnictwa ekologicznego traktowanego jako czynnik zwiększający nie tylko dochody poszczególnych rolników, ale i generujący regionalną wartość dodaną, do której zaliczyć należy m.in: dbałość o jak największe korzyści (zyski) dla całego obszaru, rozwój społeczności lokalnej, wzrost aktywności mieszkańców terenów wiejskich i poprawa atrakcyjność tych terenów⁴, jest tematem w Polsce zupełnie

⁴Wszystkie powyższe „składowe” regionalnej wartości dodanej są możliwe do osiągnięcia (nie koniecznie jednocześnie) właśnie dzięki stworzeniu „rynku splecionego” (ang. Nested Market NM). W naszym przypadku poprzez fakt, że oprócz rozwoju sensu stricto rolnictwa ekologicznego na danym terenie rozwijają się nowe formy przetwarzania płodów rolnych i ich sprzedaży, powstają warunki do rozwoju eko-agroturystyki, rolnicy



nowym. Nawet w krajach, w których rolnictwo ekologiczne ma dłuższe tradycje działania, a organizacje zrzeszające rolników ekologicznych posiadają już lata doświadczeń, jest to problem słabo opisany, nie posiadający bogatej literatury przedmiotu, wciąż poszukujący bazy teoretycznej, służącej stworzeniu terminologii i podstaw, ram, dla podejmowanych analiz.

III. Teorie ekonomiczne i socjologiczne wykorzystywane w badaniu

Analizy i badania opisane w niniejszym raporcie były prowadzone w szczególności w oparciu o koncepcję dobrego rządzenia (*good governance*) wspartą i uzupełnioną przez koncepcję rynków zakorzenionych (*nested market*). Koncepcja dobrego rządzenia (*good governance*) - lub jak proponuje J. Hausner „dobrego współrządzenia” [J. Hausner 2008, str. 402] - to stale zyskująca na znaczeniu dziedzina nowej ekonomii instytucjonalnej. Jakość rządzenia, to jakość ram instytucjonalnych dla funkcjonowania państwa, jakość bieżącego działania organów władzy państwowej i jakość warunków dla działania obywateli i podmiotów gospodarczych, w rezultacie których poprawia się zakres i stopień zaspokajania potrzeb indywidualnych i zbiorowych obywateli. [J. Wilkin 2013, str. 31].

Ideą przewodnią koncepcji rynków zakorzenionych jest to, aby wykorzystanie posiadanych zasobów, o ściśle lokalnym, endogennym charakterze opierało się na współpracy i współdziałaniu mieszkańców, oferujących swoje produkty i usługi na szerokim, nie tylko lokalnym, rynku. Takie wykorzystanie zasobu pozwala, by wartość dodana z działalności (tak ekonomicznej, jak i pozaekonomicznej) mieszkańców, w maksymalnym stopniu pozostała na danym obszarze i służyła dalszemu rozwojowi lokalnemu [Jasiński, Michalska, Śpiewak 2014]. Z punktu widzenia realizowanych badań koncepcja rynków zakorzenionych jest o tyle istotna, że pokazuje mechanizmy w jaki sposób ekologiczna produkcja na danym terenie przy odpowiednim wykorzystaniu lokalnych aktorów, w tym właśnie władz samorządu lokalnego może stać się czynnikiem rozwoju danego obszaru.

inwestują we wspólne przedsięwzięcia promocyjne etc. Ów „rynek spleciony” powstał zatem na bazie Wspólnego Zasobu Dóbr (jakim w tym przypadku jest zorganizowana forma produkcji ekologicznej oraz najczęściej także jej komercjalizacji i promocji). Rynek ten jest spleciony z innymi rynkami, tak geograficznie (lokalny rynek rolnictwa ekologicznego może swym zasięgiem wykraczać poza obszar, na którym żyją zrzeszeni w danej organizacji rolnicy, ponadto zawsze w jakiejś części stanowi on część globalnego rynku produktów ekologicznych) jak i branżowo (np. dzięki rolnictwu ekologicznemu rozwija się lokalny rynek turystyczny czy gastronomiczny).



IV. Metodologia, dobór próby i narzędzia badawcze

1. Metodologia badania

W badaniu zastosowane zostały trzy, następujące rodzaje narzędzi typowych dla badań jakościowych, służących rozpoznaniu przedmiotu badań: zogniskowany wywiad grupowy, indywidualny wywiad pogłębiony, analiza danych zastanych.

Dzięki ich zastosowaniu możliwe stało się przygotowanie raportu - kompleksowego *case study* (monografii) na temat wybranych do badania samorządów lokalnych, organizacji, zrzeszeń zajmujących się rolnictwem ekologicznym, ich działalności, wzajemnej kooperacji i wpływie na szeroko rozumiany rozwój lokalny.

W niniejszym badaniu procedura doboru badanej próby polegała na wskazaniu przez ekspertów (za pomocą tzw. panelu ekspertów), związanych z rolnictwem ekologicznym w Polsce najprężniej działających i dobrze zarządzanych gmin, w których z jednej strony istnieją zrzeszenia rolników ekologicznych, z drugiej sam samorząd lokalny wspiera rozwój tego sektora. Do badań wybrano 5, następujących lokalizacji: Podkarpacie – gmina Dukła, Podkarpacie - gmina Świlcza, Kujawsko-Pomorskie - gmina Brodnica, gmina Brzozie⁵, Zachodniopomorskie - powiat Świdwin, Mazowieckie - gmina Słubice.

Punktem wyjścia do badań w każdej lokalizacji była analiza materiałów zastanych takich jak: strategie rozwoju lokalnego, statuty instytucji wchodzących w skład badania, informacje o podjętych przez samorzady działaniach i ich zakresie, ocena funkcjonowania instytucji samorządowych (np. urzędu gminy). Posłużyła ona przygotowaniu scenariuszy wywiadów grupowych i indywidualnych, ale również stanowiła niezależne źródło wiedzy o badanych przypadkach.

Na podstawie wypracowanych scenariuszy w każdej lokalizacji zostało zrealizowanych pięć pogłębionych wywiadów indywidualnych oraz jeden zogniskowany wywiad grupowy (*focus group interview* tzw. focus). W narzędziach badawczych uwzględniono najważniejsze kwestie mogące pomóc w odpowiedzi na pytanie o to, jak działalność samorządu lokalnego, podejmowane inicjatywy oraz jakość rządu wpływają na wykorzystywanie w polityce rozwoju lokalnego czynnika endogenicznego jakim jest (w wybranych lokalizacjach)

⁵ W trakcie realizacji badań - ze względu na specyfikę tej lokalizacji – zdecydowano poszerzyć obszar badania i objąć nim teren dziesięciu gmin położonych na Pojezierzu brodnickim.



rolnictwo lub przetwórstwo ekologiczne. Scenariusz badań opiera się o narzędzia znane z teorii *good governance* czyli o tzw. wskaźniki dobrego rządzenia.

V. Wnioski i rekomendacje na podstawie analizy podejmowanych przez samorządy lokalne działań na rzecz rozwoju rolnictwa ekologicznego

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz sformułowany został szereg wniosków i rekomendacji związanych z rozwojem rolnictwa ekologicznego w Polsce⁶. W pierwszej części znajdują się te wnioski, które autorzy raportu sformułowali już podczas badania z 2013 roku pt. „Rolnictwo ekologiczne czynnikiem rozwoju lokalnego – analiza wybranych przypadków”, a które nadal pozostają w mocy – tzn. ponownie kwestie te pojawiały się w rozmowach z badanymi lub wnioski te wynikały z przeprowadzonych na podstawie badań analiz. Tam gdzie było to uzasadnione uzupełniono wnioski z 2013 roku o nowe spostrzeżenia. W dalszej części przedstawiono te rekomendacje i pomysły na rozwój rolnictwa ekologicznego, które wiążą się ze zmianami legislacyjnymi lub instytucjonalnymi. Na końcu opracowania znalazły się te propozycje, które mogłyby być realizowane poprzez współpracę MRiRW z innymi resortami, urzędami lub instytucjami – ze szczególnym uwzględnieniem samorządu terytorialnego. **Warto w tym miejscu zauważyć, co może być uznane za generalną konkluzję płynącą z przeprowadzonych badań, że w celu dalszego rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce potrzebne i zasadne wydaje się zwiększenie zakresu kooperacji pomiędzy instytucjami publicznymi działającymi na różnych poziomach władzy oraz niejednokrotnie posiadającymi bardzo różne zakresy kompetencji. Chodzi tu zarówno o współpracę pomiędzy poszczególnymi resortami, jak też pomiędzy urzędami centralnymi oraz samorządami wszystkich szczebli. Wydaje się, że proste stymulatory rozwoju branży rolnictwa ekologicznego (np. wyższe w tym sektorze dopłaty), skupione dotychczas niemalże wyłącznie w rękach resortu rolnictwa oraz podległych mu instytucji, wyczerpują się.**

Jednocześnie, co również wynika wprost z przeprowadzonych badań, a co może mieć niebagatelne znaczenie dla rozwoju branży ekologicznej, samorząd lokalny niższych szczebli na terenach wiejskich zdaje się być tą instytucją, która może znacząco przyczynić się do utrzymania rozwoju rolnictwa ekologicznego w naszym kraju. Zebrany

⁶ Poniżej zawarte wnioski i rekomendacje zostały opracowane na podstawie badań przeprowadzonych w pięciu lokalizacjach, jak też w oparciu o informacje uzyskane podczas tzw. panelu ekspertów.



materiał badawczy nie pozostawia bowiem wątpliwości, że w każdym z badanych przypadków stosowanie zasad dobrego rządzenia wśród władz lokalnych miało pozytywny wpływ na rozwój danego obszaru za sprawą wykorzystania endogenicznego potencjału rozwojowego, czyli rolnictwa ekologicznego. Jednocześnie im pełniejsze było wykorzystywanie podejścia i instrumentarium *good governance*, tym efektywność wykorzystania lokalnego potencjału była większa. Za przykład mogą tu służyć przynajmniej dwie z badanych lokalizacji,⁷ gdzie przy stosunkowo niewielkiej skali i wartości produkcji metodami ekologicznymi, potrafiąco za sprawą pomysłowości i otwartości władz oraz aktywności lokalnej społeczności, a także wspólnych działań urzędników, producentów i lokalnych organizacji, ów endogeniczny czynnik rozwoju uczynić jednym z motorów rozwoju.

Wyniki badań potwierdzają, że wykorzystanie potencjału drzemącego w rolnictwie ekologicznym możliwe jest głównie poprzez inicjatywy i działalność oddolną. Najlepiej jeśli ta ostatnia polega na ścisłej kooperacji pomiędzy rolnikami i przetwórcami ekologicznej żywności, osobami zainteresowanymi rozwojem tego sektora (branża turystyczna, jak też np. parki krajobrazowe) oraz lokalną władzą.

Wnioski powtarzające się zarówno w badaniu z 2013 roku, jak również w niniejszym badaniu zrealizowanym w roku 2016.

1) Konieczne zaangażowania władz samorządowych w rozwój rolnictwa ekologicznego

Zarówno badani rolnicy, jak i eksperci podkreślali, jak ważne jest stworzenie „dobrego klimatu” wokół rolnictwa ekologicznego przez władze samorządu lokalnego i wśród tych władz. Jednocześnie często problem, jakim jest brak zaangażowania lokalnych władz w rozwój rolnictwa ekologicznego produkującego na rynek, wynika z braku wiedzy, jak samorząd mógłby wspierać ekologicznych rolników. Ponadto jest efektem obawy, że wiąże się to z dużymi nakładami finansowymi po stronie lokalnych władz. Niezmiennie konieczne jest zatem podjęcie działań zmierzających do włączenia się samorządów lokalnych w szeroko rozumiany rozwój rolnictwa ekologicznego i propagowanie tej formy gospodarowania. W pierwszej kolejności należy pokazać samorządom korzyści płynące z sytuacji, gdy na danym terenie działają liczni, a do tego zorganizowani rolnicy i przetwórcy produkujący ekologiczną

⁷ Gmina Świlcza i powiat świdwiński.



żywność. Do korzyści tych, jak pokazują badania, zaliczyć należy w szczególności: spadek bezrobocia, zapobieganie wyludnianiu się wsi, większe wpływy podatkowe dla gmin, mniej wydatków socjalnych, rozwój innych niż rolnictwo ekologiczne aktywności gospodarczych, a także społecznych, wreszcie promocja danej Jednostki Samorządu Terytorialnego. Następnie, za sprawą pokazania przykładów i dobrych praktyk, należy zachęcić samorząd do podejmowania konkretnych działań w wymiarze lokalnym (np. tworzenie miejsc, w których ekologiczni producenci i rolnicy mogliby handlować) i włączania się w promocję ekologicznego sposobu gospodarowania.

2) Silne organizacje rolników ekologicznych

Bez zorganizowanej i zinstytucjonalizowanej formy współpracy pomiędzy rolnikami ekologicznymi⁸ nie jest możliwe rzeczywiste urynkowanie produkcji oraz wykorzystanie wszelkich możliwości rozwojowych pozytywnie przekładających się na jakość i poziom życia mieszkańców wsi. Tylko poprzez wspólne działanie zapewnić można: odpowiedni poziom i stałą jakość produkcji, gwarancję ceny, opłacalność koniecznych do poniesienia inwestycji, minimalizację jednostkowych kosztów stałych. Wreszcie tylko za sprawą grupy możliwe jest właściwe wykorzystanie lokalnego zasobu rozwojowego jakim może stać się rolnictwo ekologiczne. Warto wspomnieć, że silna organizacja społeczna (tu producentów ekologicznej żywności) jest na terenie swojego działania poważnym partnerem dla władz samorządowych, co dodatkowo pomaga w realizacji zasad dobrego rządzenia.

3) Brak ekologicznych przetwórci

Niedostateczna liczba ekologicznych przetwórci pojawiała się w badaniach w roku 2013, jak i w 2016 - za każdym razem jednak w nieco innym kontekście. W 2013 roku problemem dla badanych był brak skupu i przetwarzania produktów ekologicznych, w szczególności ekologicznych produktów odzwierzęcych. Brakowało w szczególności certyfikowanych ubojni i mleczarni przetwarzających ekologiczne mleko. Z tego powodu bardzo często rolnicy ekologiczni zmuszeni są sprzedawać swoje produkty jako konwencjonalne. Możliwe, że sytuacja taka była spowodowana zbyt małą liczbą działań - w stosunku do poziomu wsparcia kierowanego do rolników ekologicznych - nakierowanych na rozwój ekologicznej branży przetwórczej. Analiza dostępnych danych związanych z rozwojem przetwórci ekologicznych

⁸ Dotyczy to również innych podmiotów uczestniczących w procesie produkcji ekologicznej żywności, w szczególności przetwórców.



w Polsce w ostatnich 3 latach nadal nie napawa optymizmem - przetwórci jest stosunkowo mało i proporcjonalnie mniej niż w innych krajach (w tych o dużej liczbie gospodarstw ekologicznych). W Polsce liczba przetwórci ekologicznych w stosunku do liczby producentów jest jedna z najmniejszych w całej Europie - na 24 829 producentów ekologicznych w 2014 roku, było 484 przetwórci, podczas gdy np w Niemczech na 23400 producentów było 9500 przetwórci (Organic..., s. 64). W naszym kraju mamy stosunkowo niewielką liczbę przetwórci ekologicznych, z drugiej brakuje w zaopatrzeniu w ekologiczny surowiec. Sytuacja taka może także świadczyć o geograficznym niedopasowaniu względem siebie rozwoju przetwórci i produkcji ekologicznego surowca.

4) System dopłat – brak uzależnienia wsparcia od wytworzenia żywności

Zarówno podczas badań przed trzema laty, jak i obecnie wybrzmiewała kwestia tego, że w ramach dofinansowania ekologicznych gospodarstw nie wymaga się de facto produkcji ekologicznych wyrobów lub surowców. Zdaniem badanych niezmiennie większość rolników posiadających ekologiczny certyfikat nie skupia się na rzeczywistej i zgodnej z potrzebami rynkowymi produkcji⁹, ale swoją działalność podporządkowuje otrzymaniu maksymalnej stawki dopłat, często w ogóle nie produkując żywności z przeznaczeniem rynkowym lub produkując zdecydowanie poniżej możliwości i potencjału danego gospodarstwa. W konkluzji można stwierdzić, że istniejący system dopłat do rolnictwa ekologicznego nie jest zaprojektowany z myślą o tych, którzy rzeczywiście produkują ekologiczną żywność (co nie oznacza, że ci ostatni z tego systemu nie korzystają). Zdaniem badanych, z którymi rozmawiano w 2016 roku sytuacja ta nie zmieni się pomimo nowelizacji przepisów w tej materii. Istniejący obecnie przepis mówiący o konieczności przeznaczania części produkcji z gospodarstw ekologicznych na rynek nie przyczyni się do znacznego urynkwienia produkcji – m.in. za sprawą braku odniesienia w przepisach do wielkości plonu referencyjnego (produkcji referencyjnej). Dużo lepiej badani oceniają wprowadzony wymóg posiadania obsady zwierzęcej w gospodarstwach produkujących ekologiczne pasze.

5) Ogólnokrajowa baza danych

Zdaniem producentów (tak rolników, jak i przetwórców) niezmiennie potrzebne jest stworzenie łatwej w obsłudze i ogólnodostępnej bazy danych producentów zajmujących się

⁹ Autorzy zwracają uwagę, że chodzi o rolników produkujących ekologiczną żywność z przeznaczeniem rynkowym, a nie o rolników objętych systemem ekologicznej certyfikacji.



wytwarzaniem ekologicznej żywności. W 2013 roku wskazywano, że baza danych rolników ekologicznych prowadzona jest przez GIJHARS. Niestety nie spełniała ona oczekiwań zainteresowanych. Powinna ona bowiem być powszechnie dostępna i łatwa w obsłudze oraz funkcjonalna. Baza ta powinna ułatwiać klientom i wszystkim zainteresowanym dotarcie do rolników i producentów ekologicznych, ale także pomagać inwestorom w podejmowaniu decyzji lokalizacyjnych odnośnie powstawania nowych przetwórci ekologicznych. Aby baza danych spełniała swoje cele i wychodziła naprzeciw oczekiwaniom osób zaangażowanych w produkcję i handel ekologiczną żywnością, powinna zawierać dokładne dane teleadresowe zawartych w niej podmiotów. W takim przypadku te ostatnie powinny dobrowolnie, a nie z urzędu, wpisywać się do bazy lub każdorazowo wyrażać na taki wpis zgodę. W ramach badania z 2016 roku pojawiła się propozycja, aby taka baza danych była stworzona we współpracy IJHARS z ODR i jednostkami certyfikującymi.

6) Zbyt skomplikowane przepisy związane z przetwarzaniem i sprzedażą żywności

We wszystkich badanych lokalizacjach respondenci zwracali uwagę na konieczność zmiany przepisów prawnych związanych z produkcją, przetwarzaniem i sprzedażą produktów w gospodarstwach na małą skalę. Chodzi tu o potrzebę zmiany przepisów ogólnych, a nie tych związanych *stricte* z produkcją żywności ekologicznej. Zdaniem badanych zarówno w 2013 roku, jak i w roku 2016, obowiązujący stan prawny blokuje pozyskiwanie dodatkowych dochodów w gospodarstwach rolnych, utrudnia skrócenie łańcuchów żywnościowych i wzmocnienie bezpośredniej więzi między konsumentem i producentem.

Wnioski i rekomendacje związane ze zmianami prawno-instytucjonalnymi

- 1) Zdaniem wielu badanych rolnictwo ekologiczne przeżywa w ostatnim czasie regres. Według nich jest to spowodowane m.in. zmianami w przepisach, które dotyczą rolnictwa ekologicznego, a w szczególności które określają warunki uprawiające do korzystania z dofinansowania przewidzianego przy tego typu produkcji:
 - niektórzy badani twierdzili, że uszczelniając i zaostrzając przepisy wprowadzono jednocześnie bardzo niekorzystne zmiany, które uderzają w uczciwych producentów, od lat zajmujących się produkcją ekologicznej żywności. Zmiany szczególnie uderzają w producentów owoców, podczas gdy zdaniem badanych przyszłość rolnictwa ekologicznego leży właśnie w sadownictwie.



- wprowadzono zbyt duże zmiany reguł w bardzo krótkim czasie.
 - wprowadzono konieczność wyboru między programem rolno-środowiskowym a ekologicznym – zdaniem badanych obecnie bardziej się opłaca być w programach rolno-środowiskowych niż w ekologicznych dlatego sporo osób odchodzi od ekologii,
 - nadal problemem pozostaje brak uwzględnienia w przepisach rzeczywistego wymogu produkcji rynkowej.
- 2) Jednocześnie, co warto podkreślić, badani rolnicy i przetwórcy doceniają i popierają te działania resortu rolnictwa (w tym zmiany w prawie), które przyczyniają się do odbierania certyfikatów nieuczciwym rolnikom ekologicznym.
 - 3) Zdaniem badanych, jeśli nie powstaną nowe impulsy do rozwoju produkcji ekologicznej w Polsce, to w sektorze tym może pojawić się duży problem związany brakiem rąk do pracy (co już dziś jest widoczne). Respondenci zwracali uwagę, że problemy z siłą roboczą będą generalnie pojawiać się w rolnictwie, ale w rolnictwie ekologicznym w szczególności - ze względu na jego pracochłonny charakter.
 - 4) W wypowiedziach badani wielokrotnie wskazywali, że jedną z głównych barier rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce – co ma zastosowanie również w przypadku innych produktów sprzedawanych bezpośrednio przez rolników konsumentowi końcowemu - jest rozwój na wsiach sklepów dyskontowych. Te ostatnie bardzo negatywnie wpływają na strukturę handlu na wsi i na możliwości dodatkowego zarobkowania przez rolników. Zdaniem badanych rozwiązaniem mógłby być zakaz handlu w sklepach samoobsługowych w niedzielę połączony z rozwojem bazarów i targowisk, które mogłyby bez zastrzeżeń funkcjonować w weekendy. Badani, podkreślając potrzebę powstania jak największej liczby miejsc targowych, które pozwolą sprzedawać drobnym rolnikom, wskazywali na to, jak istotne są właściwe lokalizacje targowisk – powinny one powstawać w miejscach dobrze skomunikowanych lub wręcz w ośrodkach miejskich, które zapewnią możliwość dojazdu zarówno sprzedającym, jak i klientom. Warto zauważyć, że także w badaniu z 2013 roku mowa była o tym, że kluczowe w rozwoju ekologii są rynki zbytu i organizacja łańcucha sprzedaży. Jednocześnie rekomendowano, aby na danym bazarze lub targowisku handlowali w pierwszej kolejności i na preferencyjnych warunkach lokalni rolnicy – taki wymóg powinien znaleźć się wśród warunków otrzymania dofinansowania na budowę targowiska z publicznych pieniędzy.



- 5) Często powracającym podczas badań tematem była potrzeba dalszego zliberalizowania przepisów odnoszących się do produkcji żywności w gospodarstwach oraz zasad sprzedaży bezpośredniej. O problemie tym była już mowa w pkt. I ale ponieważ kwestia ta pojawiała się we wszystkich lokalizacjach - w obu badaniach - warto raz jeszcze o niej wspomnieć. Jest to bowiem w oczach rolników i drobnych producentów bardzo istotny problemie.
- 6) Należy rozważyć zmianę przepisów odnośnie do certyfikacji ekologicznych ubojni. Obecne przepisy zabraniają ubijania zwierząt ekologicznych w niecertyfikowanych ubojniach – zdaniem badanych przepisy w tej materii powinny być zmienione albowiem ubojnia nie wpływa na jakość mięsa związaną z ekologicznymi metodami gospodarowania.
- 7) Należy uwzględnić targi ekologicznej żywności na liście targów objętych dofinansowaniem w ramach programu rozwoju eksportu prowadzonego przez Ministerstwo Rozwoju (wcześniej Ministerstwo Gospodarki). Wydaje się to szczególnie ważne w świetle zapisów Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju dotyczących wsparcia produkcji żywności wysokiej jakości.
- 8) Zdaniem badanych wielu producentów odchodzi od produkcji – tak konwencjonalnej, jak i ekologicznej – ze względu na realizowane w Polsce programy rozdawania żywności (tzw. „putinówki”), która została zakupiona w ramach rekompensat za nałożone przez Rosję zakazy handlowe. Według respondentów rozdawanie żywności zniechęca do aktywności i powoduje – poprzez zaniżanie cen - nieopłacalność produkcji rolniczej, szczególnie w mniejszych gospodarstwach.

Wnioski i rekomendacje związane z kooperacją instytucjonalną na rzecz rozwoju branży ekologicznej żywności

- 1) Żeby zapewnić zbyt produktom ekologicznym konieczne jest budowanie świadomości po stronie konsumentów. Celem zwiększenia świadomości społecznej w zakresie rolnictwa ekologicznego, w ramach promocji zasad zdrowego żywienia, warto rozważyć realizację programu – **we współpracy np. z resortami zdrowia, edukacji a może także sportu** – finansującego akcje szkoleniowe w szkołach i przedszkolach na temat tego czym jest rolnictwo ekologiczne i dlaczego warto spożywać ekologiczne produkty. **Jest to także dobre pole do współpracy z NGOs zajmującymi się**



tematyką żywienia, odżywiania, ale także rozwoju wsi i rolnictwa. Jednocześnie – co również wprost wynika z przeprowadzonych badań - programy szkoleniowe i edukacyjne dla dzieci nie powinny być dofinansowywane *ad hoc* ale powinny mieć kilkuletnią perspektywę – by można było zaplanować ciągłość takich działań. **Do rozważenia pozostaje włączenie w realizację takich programów również samorządów lokalnych, w szczególności gmin,** które częściowo nadzorujące edukację i opiekę przedszkolną.

- 2) Badania pokazały, jak duże znaczenie na rzecz rozwoju rolnictwa ekologicznego w skali lokalnej mogłyby mieć szkolenia dla samorządów lokalnych (a także np. zarządzających placówkami oświatowo-opiekuńczymi) z zakresu tzw. zielonych zamówień publicznych. Warty rozważenia byłoby wydanie poradnika w tym zakresie – chodzi o pokazanie narzędzi i sposobów, dzięki którym instytucje publiczne mogłyby kupować surowce i produkty od lokalnych rolników. Dzięki wykorzystaniu zielonych zamówień tworzy się stałość zbytu dla rolników, zwiększa dochody gospodarstw i wspiera lokalny rozwój. **Warto rozważyć współpracę w tym zakresie z Urzędem Zamówień Publicznych.**
- 3) Istnieje potrzeba **większego zaangażowania ODR we współpracę z LGD oraz samorządem lokalnym** na rzecz wykorzystania potencjału drzemącego w rolnictwie i drobnym przetwórstwie żywności w danych gminach – ze szczególnym uwzględnieniem produktów ekologicznych. Chodzi w szczególności o wykorzystanie szansy, którą jest możliwość finansowania ze środków UE różnych działań na rzecz rozwoju drobnego przetwórstwa na obszarach wiejskich
- 4) Ciekawym pomysłem - który pojawił się podczas badań - na **rozpoczęcie współpracy pomiędzy administracją centralną i samorządem lokalnym** (gminnym lub powiatowym) z zakresu promocji rolnictwa ekologicznego jest to, aby np. MRiRW zorganizowało program grantowy na projekty na rzecz rozwoju rolnictwa ekologicznego w gminach lub powiatach. Chodziłoby o to, aby zaciekać tematem wójtów, burmistrzów i starostów, a jednocześnie pozostawić tym ostatnim swobodę w działaniu i dać możliwość wykazania się aktywnością i kreatywnością. Być może warto rozważyć, by dodatkowym kryterium oceny projektów było to, aby były to działania innowacyjne na rzecz rozwoju produkcji ekologicznej żywności - przykładowo związane jednocześnie z ochroną środowiska lub ochroną krajobrazu.



Do rozważania jest współpraca w tym zakresie pomiędzy MRiRW oraz Ministerstwem Ochrony Środowiska.¹⁰

- 5) W nawiązaniu do informacji zawartych w powyższym punkcie 4) wartym rozważenia pozostaje **włączenie w działania na rzecz rozwoju rolnictwa ekologicznego parków krajobrazowych** – tak jak to się dzieje na Pojezierzu brodnickim, co pokazano w badaniu. Z jednej strony parki krajobrazowe z urzędu zajmują się zagadnieniami środowiskowymi, mogą prowadzić działania edukacyjne i włączać się w różne działalności, w tym promocyjne, zgodne z ich celami statutowymi, z drugiej obejmują na tyle znaczący obszar kraju, że współpraca z nimi może okazać się efektywna, stosunkowo powszechna i kompleksowa, a przez to bardzo korzystna dla każdej ze stron.
- 6) W cełu rozwoju rolnictwa ekologiczne **konieczna wręcz wydaje większa współpraca z urzędami marszałkowskimi**. Wartym rozważenie jest stworzenie wspólnych z urzędami marszałkowskimi programów i działań na rzecz rozwoju ekologicznego rolnictwa i przetwórstwa lub opracowanie wytycznych dla takich programów, które władze wojewódzkie mogłyby u siebie wdrażać wg. własnych potrzeb i możliwości.
- 7) Warto rozważyć **współpracę z Ministerstwem Spraw Zagranicznych** w zakresie prezentacji i serwowania w polskich placówkach dyplomatycznych krajowych produktów żywnościowych wysokiej jakości lub potraw na ich bazie przygotowanych. Z jednej strony przyczyniałoby się to do promocji Polski jako kraju produkującego żywność najwyższej jakości, w tym żywność ekologiczną, z drugiej zapewniałoby części polskich rolników i producentów stały zbytna na ich towary.
- 8) Warto zwrócić uwagę, że w każdej z badanych i opisanych w niniejszym raporcie lokalizacji produkty ekologiczne są traktowane jako nieodzowny czynnik rozwoju turystyki. Skłania to do wniosku, że **warto podjąć kooperację z Ministerstwem Sportu**, które odpowiada również za kwestie turystyki, na rzecz promocji rolnictwa ekologicznego. Chodzi o wykorzystywanie tego ostatniego w gastronomii i usługach

¹⁰ Współpracę taką można by realizować – podobnie jak działania opisane w pkt.1) – w ramach programu takiego jak program Eko-Polska, którego podstawą działania była deklaracja współpracy pomiędzy Ministrem Środowiska, Ministrem Zdrowia, Ministrem Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Ministrem Sportu i Turystyki. Deklaracja (podpisana w 2009 roku) zawierała cele i zadania programu Eko-Polska oraz zakres współpracy zainteresowanych Ministerstw na rzecz szeroko rozumianego ekologicznego rozwoju.



hotelarskich oraz stworzenie kompleksowej usługi turystycznej właśnie w oparciu o naturalną i zdrową żywność, do której zaliczyć należy produkty ekologiczne.

- 9) Duża liczba instytucji, z którymi potencjalnie MRiRW mogłoby nawiązać współpracę na rzecz rozwoju branży ekologicznej, skłania do przekonania, że pożytecznym mogłoby okazać się **stworzenie grupy konsultacyjnej ds. rozwoju rolnictwa ekologicznego**. Grupa taka mogłaby powstać w oparciu o istniejące struktury (np. Radę ds. rolnictwa ekologicznego) albo być nowym podmiotem. W tym ostatnim przypadku wzorem do działania takiej grupy mogłaby być grupa robocza składająca się z przedstawicieli Urzędów Marszałkowskich i resortu rolnictwa, która od lat spotyka się w sprawach popularyzacji produktów regionalnych i tradycyjnych. W skład takiej grupy mogłoby wchodzić przedstawiciele urzędów marszałkowskich, parków krajobrazowych, organizacji samorządów terytorialnych (np. Związku Gmin Wiejskich, Związku Powiatów Polskich, Związku Województw RP), a także reprezentanci zainteresowanych kooperacją resortów i urzędów centralnych.

BIBLIOGRAFIA:

Hausner J., *Zarządzanie publiczne*, Scholar, Warszawa 2008.

Jasiński J., Michalska S., Śpiewak R., *Rynki zakorzenione – koncepcja uruchomienia mechanizmów lokalnego rozwoju*, Wieś i Rolnictwo nr 3 (164), Warszawa 2014 (2).

Organic in Europe. Prospects and Developments 2016, IFOAM, EU Group, [http://www.ifoam-eu.org/sites/default/files/ifoameu_organic_in_europe_2016.pdf, dostęp 12.10.2016].

Wilkin J. (red.), *Jakość rządzenia w Polsce. Jak ją badać, monitorować i poprawiać?*, Scholar, Warszawa 2013.



UNIwersYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

1

Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań
przy ekologicznej uprawie roślin polowych
(burak cukrowy)

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
nr HOR-re-msz-078-8/16 (224) z dnia 20.05.2016 r

Uniwersytet WarMińsko-Mazurski w Olsztynie

**„Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań
przy ekologicznej uprawie roślin polowych”
(burak cukrowy)**

Kierownik tematu: *dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM*

Główni wykonawcy:

- *dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM*
Uniwersytet WarMińsko-Mazurski w Olsztynie

- *dr hab. Mirosław Nowakowski, prof. IHAR-PIB*
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin PIB, Oddział w Bydgoszczy

OLSZTYN, 2016 r.



1. WPROWADZENIE

W ramach zadania „*Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań przy ekologicznej uprawie roślin polowych*” (nad doskonaleniem ekologicznej uprawy buraka cukrowego), przeprowadził zespół złożony z pracowników Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie oraz Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin - PIB Oddział w Bydgoszczy.

W produkcji żywności ekologicznej, a zwłaszcza w przetwórstwie, niezbędny jest cukier, który również musi być w jakości „bio”. Obecnie cukier ekologiczny jest importowany, najczęściej jako cukier trzcinowy, z różnych rejonów świata. Cukier w jakości „bio” można produkować także z buraka cukrowego i jest on od wielu lat wytwarzany między innymi w Holandii, Niemczech i Danii. Ekologiczny cukier z importu jest drogi (około 10 zł za kilogram w sprzedaży detalicznej) i stanowi znaczny koszt dla ekologicznego przetwórstwa. Polska będąc jednym z największych europejskich producentów cukru z buraków powinna wytwarzać cukier w jakości ekologicznej u siebie.

Na początku obecnego stulecia 40% światowego spożycia ekologicznego cukru przypadało na Europę, a 50% na Stany Zjednoczone. Aktualnie w Europie produkowane jest zbyt mało ekologicznego cukru, a zapotrzebowanie wynosi około 100 000 ton [DIEHL, 2012]. Współcześnie w obrocie dominuje ekologiczny cukier z trzciny cukrowej. W Niemczech dwa koncerny produkują ekologiczny cukier – Nordzucker i Suedzucker. Dostawcom ekologicznych buraków Nordzucker płaci 87 € za tonę, a za buraki konwencjonalne - 35,40 €.

W 2010 roku Austria została największym producentem cukru ekologicznego w Europie. Buraki cukrowe uprawiano w 138 gospodarstwach ekologicznych na powierzchni 700 ha. Przy średnim plonie korzeni 50 t z ha i zbiorze 30 tys. ton korzeni, wyprodukowano 3 500 ton cukru, a ponadto 7 500 ton ekologicznych wysłodków dla bydła, zaś wapno defekacyjne znalazło zastosowanie nawozowe w ekologicznych gospodarstwach.

Poza Niemcami i Austrią buraki uprawia się metodą ekologiczną w krajach skandynawskich oraz w Słowacji. Działający w Polsce koncern Südzucker próbował rozwinąć produkcję ekologicznego cukru, prowadząc demonstracyjne plantacje na Dolnym Śląsku [BERA, 2012]. Ostatnio zainteresowanie tematem wyrazili niektórzy przedstawiciele Krajowej Spółki Cukrowej, m.in. wstępnie typując 2 cukrownie do podjęcia produkcji ekologicznego cukru.

Ograniczanie zachwaszczenia buraka cukrowego w uprawie ekologicznej

Zasadniczym problemem ograniczającym ekologiczną uprawę buraka cukrowego są bardzo duże **nakłady na zwalczanie chwastów**. Problemy z odchwaszczaniem występowały



od początku uprawy buraka cukrowego, ale dwieście lat temu nie było herbicydów, które współcześnie wypierają, ze względów ekonomicznych, uprawę ekologiczną.

Zaleca się wysiew odmian diploidalnych (szybka dynamika wzrostu w początkowym okresie), odpornych na rizomanię, chwościka buraka i grzyby zgorzelowe (*Aphanomyces cochliformis*), w typie cukrowym (wysoka zawartość cukru oraz jakość technologiczna w warunkach wczesnego zbioru). Ważne jest przy tym przeprowadzenie wczesnego siewu, aby zbiór buraków z ekologicznych plantacji mógł odbyć się także wcześniej, gdyż kampania cukrownicza rozpoczyna się właśnie od buraków ekologicznych - by mieć do dyspozycji linie technologiczne niezanieczyszczone surowcem konwencjonalnym.

Za optymalną głębokość siewu przyjęto 2-3 cm, jednak planując po siewie intensywną mechaniczną walkę z chwastami, warto pogłębić siew o ok. 1 cm. Trzeba też liczyć się z obniżeniem obsady o około 5-10%. Odstępy między burakami w rzędzie powinny wynosić od 9 cm (w przypadku stosowania przerywki) do 12-14 cm (przy siewie „na gotowo”). Tuż po siewie, ale przed rozpoczęciem kiełkowania, możemy przystąpić do odchwaszczania plantacji stosując bronę zębatą, bronę zgrzebło lub bronę chwastownik. Bronując poruszamy się ukośnie lub w poprzek w stosunku do kierunku rzędów buraka. W trakcie kiełkowania nie należy wykonywać żadnych zabiegów pielęgnacyjnych. Od fazy liścieni można prowadzić uprawę międzyrzędową przy pomocy pielników, które stosujemy do końca okresu pielęgnacji (zwarcia rzędów). Od stadium 4 liścia do okresu wytworzenia 12 liści, możliwa jest pielęgnacja za pomocą bron lub innych narzędzi biernych lub aktywnych.

Do zwalczania chwastów w **międzyrzędziach** służą: motyka strzemiączko, szczotki gwiazdowe i pielniki. **Na całej powierzchni pola** (również w międzyrzędziach) pracują: pielnik palcowy i brona chwastownik. Przerwy między kolejnymi zabiegami odchwaszczającymi powinny wynosić 7-10 dni.

Do chwili zakrycia międzyrzędzi średnio stosowano trzykrotnie pielnik i trzy przejścia z motyką, w celu ręcznego usunięcia chwastów. W zależności od zachwaszczenia jest to od 80 do 150 roboczogodzin na 1 ha. König i współautorzy [2005] podkreślają, że skuteczna walka z chwastami najczęściej decyduje o powodzeniu ekologicznej uprawy buraka cukrowego. W badaniach holenderskich nakłady na odchwaszczanie plantacji ekologicznej wyniosły w zależności od przebiegu pogody (intensywność opadów), kultury roli oraz zastosowanych metod usuwania chwastów - od 18 do 227 roboczogodzin (rbh) na 1 ha, a średnio w okresie 5-lecia 95 rbh, podczas gdy na plantacji prowadzonej w systemie rolnictwa integrowanego 33 rbh, a w systemie rolnictwa konwencjonalnego wysokonakładowego – 26 rbh [ZADOKS, 1989].



2. METODY, ZAKRES I WARUNKI PROWADZENIA BADAŃ

Ścisłe doświadczenia polowe wykonano w Zakładzie Doświadczalnym w Bałcynach k. Ostródy, należącym do Uniwersytetu WarMińsko-Mazurskiego w Olsztynie oraz w gospodarstwie ekologicznym Marcina Świniarskiego, w miejscowości Płonne k/ Golubia Dobrzynia.

Czynniki doświadczalne

I - sposób odchwaszczania buraka cukrowego

A – obiekt kontrolny (bez odchwaszczania)

B – odchwaszczanie ręczne

C – odchwaszczanie mechaniczne (bronowanie, pielenie międzyrzędzi i w rzędach - brona chwastownik, pielnik rzędowy)

D – odchwaszczanie mechaniczne oraz mulczowanie

II – nawożenie buraka cukrowego

Obiekty A – D nawożono obornikiem pod przedplon, a wiosną przed siewem zastosowano organiczny nawóz azotowy BIOILSA (o zawartości 12,5% N) w dawce 400 kg na 1 ha

Obiekt E – nawożono obornikiem pod przedplon jak pozostałe obiekty, ale nienawożono nawozem BIOILSA

III – dobór odmian

Uprawiano następujące odmiany buraka cukrowego:

- Biopille
- Jampol
- Sobieski

Podczas prowadzenia zabiegów odchwaszczających prowadzono pomiar czasu, by określić nakłady pracy na odchwaszczania w roboczogodzinach na 1 ha.

Zakres i metody badań roślin

Podczas prowadzenia doświadczeń określono:

- zawartość w glebie podstawowych makroskładników oraz pH i zasolenie, celem ustalenia poziomu nawożenia uzupełniającego zasobność gleby,
- wschody i obsada buraka cukrowego (w pełni wschodów i podczas zbioru),
- porażenie siewek buraka zgorzelą,
- zdrowotność liści,



- plony korzeni i liści,
- jakość technologiczną korzeni, a na jej podstawie wielkość technologicznego plonu cukru.

W trakcie agrochemicznej analizy gleby określono:

- pH i zasolenie - potencjometrycznie,
- N-NO₃ z zastosowaniem elektrody jonoselektywnej,
- P kolorymetrycznie,
- K, Na, Mg i Ca z zastosowaniem AAS.

W celu określenia polowej zdolności wschodów, po 2-3 tygodniach od pojawienia się pierwszych wschodów, liczono się siewki w losowo wybranym miejscu na poletku na odcinku rzędu, obejmującym 100 punktów z nasionami. Końcową obsadę obliczono ustalając liczbę wszystkich roślin na całej powierzchni każdego poletka.

Zgorzel siewek oceniano na próbach liczących po 100 roślin z każdego obiektu. Przed przerywką, fазie 3-4 liści, pobrano losowo po 25 roślin z każdego poletka. Następnie w laboratorium patogenów buraka cukrowego w Oddziale IHAR PIB w Bydgoszczy, oznaczono procentowy udział porażonych siewek oraz stopień ich porażenia.

Ocenie zdrowotności liści poddano po 25 kolejno rosnących roślin z każdego poletka (po 100 roślin z obiektu). Stopień porażenia wyrażono indeksem porażenia Ip wg Townsenda-Heubergera.

Jakość technologiczną surowca analizowano na próbach 20 losowo pobranych korzeni z każdego poletka. Analizę zawartości cukru, potasu, sodu i azotu alfaaminowego przeprowadzono na autoanalizatorze Venema. Następnie określono wskaźnik alkaliczności [WIENINGER, KUBADINOW 1971]. Gdy jego wartość była większa od 1,8, wówczas do wyliczeń wydatku cukru czystego białego stosowano wzór REINEFELDA i in. [1974], a gdy była mniejsza od 1,8 wówczas zastosowano wzór zmodyfikowany przez prof. Trzebińskiego [GUTMAŃSKI, 1991].

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

3.1. Zasobność i odczyn gleby

W obydwu miejscach prowadzenia badań polowych, tj. w Bałcynach k/Ostródy jak i w Płonnem k/Golubia Dobrzynia, doświadczenia zlokalizowano na glebie średniej, kompleksu pszennego dobrego. Celem ustalenia poziomu nawożenia uzupełniającego zasobność gleby, przeprowadzono jej analizy chemiczne (tab. 1).



Tabela 1. Wyniki chemicznej analizy gleby, Bałcyny, Płonne, 2016 r.

Miejsce badań	Odczyn i zasobność gleby							
	pH w H ₂ O	zasolenie, g/dm ³	N-NO ₃ , mg/dm ³	P, mg/dm ³	K, mg/dm ³	Na, mg/dm ³	Ca, mg/dm ³	Mg, mg/dm ³
Bałcyny	6,84	0,24	30,0	40	250	52	1052	27
Płonne	6,58	0,90	33,0	45	167	34	1051	24

Odczyn gleby w obydwu eksperymentach polowych był obojętny. Zasolenie w Bałcynach było niskie, natomiast w Płonnem wysokie (na pograniczu z wartością uznawaną za zasolenie średnie). W obydwu siedliskach zasobność w azot była niska, podobnie w fosfor niska, ale na pograniczu średniej. Zasobność gleby bałcyńskiej w potas była bardzo wysoka, co skutkowało odstępianiem od nawożenia mineralnego, mimo wysokiego zapotrzebowania buraka cukrowego na ten składnik. Natomiast zasobność gleby na polu Płonnem w potas była średnią, więc zastosowano uzupełniające nawożenie tym składnikiem. Zasobność w sód w Bałcynach była średnia, a w Płonnem niska. Obydwa pola doświadczalne charakteryzowały się wysoką zasobnością w wapń i niską w magnez. Wobec niskiej zasobności gleby w Płonnem w potas i magnez zastosowano 200 kg K i 66 kg Mg na 1 ha (kalimagnezja).

3.2. Obsada buraka cukrowego

Wschody buraka były szybkie, co pozwala na uzyskanie odpowiedniej obsady. Nieco lepsze wschody, a stąd i większą obsadę uzyskano w doświadczeniu w Płonnem, co jest pochodną lepszej struktury gleby od tej w Bałcynach (tab 2a i 2b).

Tabela 2a. Obsada buraka cukrowego w pełni wschodów i podczas zbioru, Bałcyny 2016 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne						Średnio
	A	B	C	D	E1	E2	
Obsada w pełni wschodów, średnio dla odmian, szt. na 1m ²	12,8	12,9	12,8	12,9	12,8	12,8	12,8
- obsada odmiany Biopille	13,3	12,8	13,0	13,1	12,9	12,8	13,0
- obsada odmiany Jampol	13,0	13,5	13,3	13,6	13,3	13,4	13,4
- obsada odmiany Sobieski	12,1	12,4	12,1	12,0	12,3	12,2	12,2
Końcowa obsada buraka, średnio dla odmian, tys. szt. na 1 ha	83,3	69,9	69,4	69,2	69,1	68,8	71,6
- obsada odmiany Biopille	83,2	70,2	69,8	70,4	70,5	70,9	72,5
- obsada odmiany Jampol	84,9	71,7	72,2	71,0	71,2	71,3	73,7
- obsada odmiany Sobieski	81,8	67,8	66,4	66,1	65,6	64,1	68,6



Tabela 2b. Obsada buraka cukrowego w pełni wschodów i podczas zbioru, Płonne 2016 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne						Średnio
	A	B	C	D	E1	E2	
Obsada w pełni wschodów, średnio dla odmian, szt. na 1m ²	13,9	13,9	13,7	14,0	13,9	13,9	13,9
- obsada odmiany Biopille	13,9	14,1	13,8	14,2	14,0	14,1	14,0
- obsada odmiany Jampol	14,5	14,3	14,3	14,4	14,5	14,2	14,4
- obsada odmiany Sobieski	13,2	13,3	13,0	13,4	13,1	13,3	13,2
Końcowa obsada buraka, średnio dla odmian, tys. szt. na 1 ha	93,3	81,6	81,5	81,2	81,9	81,6	83,5
- obsada odmiany Biopille	94,4	81,6	82,9	81,9	82,2	82,4	84,2
- obsada odmiany Jampol	95,8	84,7	83,4	84,0	84,4	83,8	86,0
- obsada odmiany Sobieski	89,6	78,4	78,2	77,8	79,0	78,5	80,3

3.3. Porażenie siewek buraka zgorzelą

Zgorzel siewek buraka cukrowego należy do najgroźniejszych chorób tej rośliny. Silnie zaatakowane siewki giną, prowadząc do powstawania braków w obsadzie. Przestrzeń po brakujących roślinach jest nie tylko nieproduktywna, ale co gorsza zostaje zajęta przez chwasty. Siewki słabiej porażone zgorzelą zwykle przeżywają, jednakże wydają mniejsze rośliny, a ich korzenie niekiedy są zniekształcone.

W badaniach własnych odsetek roślin porażonych zgorzelą był niewielki, wynosząc średnio 14,3 % w Bałcynach i 11,9% w Płonnem (tab. 3). Wobec powyższego można stwierdzić, iż zgorzel nie była przyczyną nie najwyższej obsady roślin buraka.

Tabela 3. Porażenie siewek buraka cukrowego zgorzelą, Bałcyny, Płonne, 2016 rok.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe					
	A	B	C	D	E	średnie
Balcyny						
Odsetek siewek chorych, średnio dla odmian, %	14,2	12,8	16,0	13,6	15,1	14,3
Płonne						
Odsetek siewek chorych, średnio dla odmian, %	13,2	12,0	11,1	10,5	12,6	11,9



3.4. Zdrowotność liści buraka cukrowego

Ocenę porażenia liści chorobami grzybowymi wykonano pod koniec wegetacji, tj. 19 września. Wcześniej objawy chorobowe (charakterystyczne plamy na liściach) występowały sporadycznie. Pod koniec drugiej dekady września porażenie liści chwościkiem było dosyć duże, a przy tym większe w Bałcynach niż w Płonem (tab. 4a i 4b). Wśród odmian nieco

Tabela 4a. Indeks porażenia liści buraka cukrowego chwościkiem i brunatną plamistością, wg Townsenda-Heubergera, Bałcyny 2016 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne					Średnio
	A	B	C	D	E	
Średnie porażenie odmian chwościkiem, Ip	50,0	48,5	54,6	53,2	50,9	51,4
- odmiany Biopille	62,2	50,6	61,7	62,8	58,3	59,1
- odmiany Jampol	40,6	39,4	47,8	45,0	41,4	42,8
- odmiany Sobieski	47,2	55,6	54,4	51,7	53,2	52,4
Średnie porażenie odmian brunatną plamistością, Ip	1,7	0,2	0,4	0,0	0,0	0,5
- odmiany Biopille	5,0	0,0	1,1	0,0	0,0	1,2
- odmiany Jampol	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1
- odmiany Sobieski	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 4b. Indeks porażenia liści buraka cukrowego chwościkiem i brunatną plamistością, wg Townsenda-Heubergera, Płonne 2016 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne					Średnio
	A	B	C	D	E	
Średnie porażenie odmian chwościkiem, Ip	52,4	58,1	55,3	58,6	52,7	55,4
- odmiany Biopille	55,6	66,1	58,1	62,3	57,4	59,9
- odmiany Jampol	49,4	53,9	52,5	54,8	50,9	52,3
- odmiany Sobieski	52,2	54,4	55,3	58,6	49,8	54,1
Średnie porażenie odmian brunatną plamistością, Ip	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2
- odmiany Biopille	2,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,6
- odmiany Jampol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- odmiany Sobieski	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



silniej porażona była odmiana Biopille. Z uwagi na wystąpienie objawów chorobowych pod koniec wegetacji, wpływ chwościka na plony buraka cukrowego był jednak niewielki.

Brunatna plamistość liści w obydwu doświadczenia wystąpiła sporadycznie i w bardzo małym nasileniu, nie mając żadnego wpływu na wydajność buraka (tab. 4a i 4b).

3.5. Zachwaszczenie plantacji buraka cukrowego

Burak cukrowy wymaga starannego i intensywnego odchwaszczania, a nakłady na niechemiczne odchwaszczanie, są bardzo wysokie. Stąd poszukuje się możliwości jak najpełniejszej mechanizacji zwalczania chwastów na ekologicznych plantacjach buraka.

Tabela 5. Zachwaszczenie plantacji buraka cukrowego przed zbiorem, szt. na 1m²,
Bałcyny, Płonne, 2016 r.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe					
	A*	B	C	D	E	średnie
Balcyny						
Dominujące gatunki chwastów:						
- żółtlica drobnokwiatowa	24,5	0,3	1,3	0,3	1,2	0,7
- chwastnica jednostronna	10,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2
- komosa biała	3,4	0,0	0,1	0,0	0,2	0,1
- pozostałe gatunki	2,9	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
- razem	41,0	0,4	1,8	0,5	1,7	1,1
Płonne						
Dominujące gatunki chwastów:						
- żółtlica drobnokwiatowa	27,8	0,2	1,1	0,4	1,3	0,7
- komosa biała	9,2	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1
- chwastnica jednostronna	4,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2
- pozostałe gatunki	3,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1
- razem	44,1	0,3	1,4	0,9	1,7	1,1

* z uwagi na specyfikę tego obiektu nie uwzględniono go w liczeniu średnich

W obiekcie nieodchwaszczanym (A) zagęszczenie chwastów było bardzo wysokie, a w konsekwencji silne ograniczenie rozwoju siewek buraka cukrowego (tab. 5). Najkorzystniej wyglądały buraki na obiekcie odchwaszczanym ręcznie. Zachwaszczenie wariantów z zastosowaniem brony chwastownika było nieco większe niż przy ręcznym odchwaszczaniu. Mulczowania międzyrzędzi sieczką z lucerny częściowo ograniczyło zachwaszczenie.

Obiekt odchwaszczany ręcznie wymagał nakładu 680 rbh na 1 ha, co przy stawce 12zł za godzinę, oznacza to koszt 8 160 zł na 1 ha. Skuteczne, mechaniczne sposoby odchwaszczania ekologicznych buraków cukrowych przesądzą o opłacalności ich uprawy.



3.6. Wydajność korzeni i liści buraka cukrowego

W obydwu doświadczeniach uzyskano wysoką wydajność korzeni: 71,2 t z ha w Bałcynach i 79,5 t z ha w Płonnem (tab. 6a i 6b). Z obiektów nieodchwaszczanych zebrano pięciokrotnie mniejsze plony od średnich dla pozostałych obiektów. Należy przy tym podkreślić, że z uwagi na bardzo małą masę korzeni z powierzchni nieodchwaszczanych, rzędu 150 g, nie nadają się one do przerobu, a ściślej mówiąc w ogóle nie trafiają one do przerobu na cukier. W cukrowni tak drobne korzenie są na myjce wyplukiwane wraz z ziemią spławiakową. Z tego względu wyników uzyskanych w obiekcie A nie uwzględniano w liczeniu wartości średnich plonów korzeni, liści ani cukru.

Tabela 6a. Wydajność korzeni buraka cukrowego, Bałcyny 2016 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne					Średnio
	A*	B	C	D	E	
Plony buraka, średnio dla odmian, t z 1 ha	13,0	73,5	61,6	80,2	69,4	71,2
- odmiana Biopille	12,7	69,6	60,1	77,6	68,1	68,6
- odmiana Jampol	13,0	78,7	65,3	82,3	70,6	74,2
- odmiana Sobieski	13,4	72,2	59,4	80,9	69,7	70,6
Średnia masa 1 korzenia, g	156	1052	888	1159	1004	1026
- odmiana Biopille	153	991	861	1102	966	980
- odmiana Jampol	153	1098	904	1159	992	1038
- odmiana Sobieski	164	1065	895	1224	1063	1062

* z uwagi na specyfikę tego obiektu nie uwzględniono go w liczeniu średnich

Tabela 6b. Wydajność korzeni buraka cukrowego, Płonne 2016 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne					Średnio
	A*	B	C	D	E	
Plony buraka, średnio dla odmian, t z 1 ha	14,8	83,6	76,4	87,5	70,5	79,5
- odmiana Biopille	14,4	82,5	74,2	85,8	68,2	77,7
- odmiana Jampol	15,1	87,1	79,3	92,0	73,8	83,1
- odmiana Sobieski	15,0	81,3	75,7	84,6	69,6	77,8
Średnia masa 1 korzenia, g	159	1025	937	1078	861	975
- odmiana Biopille	153	1011	895	1048	830	964
- odmiana Jampol	158	1028	951	1095	874	987
- odmiana Sobieski	167	1037	968	1087	881	993

* z uwagi na specyfikę tego obiektu nie uwzględniono go w liczeniu średnich



Wśród pozostałych obiektów mniejsze plony od średnich odnotowano w wariantach C i E. Ten pierwszy nie był wynikiem zaniżonej obsady końcowej, lecz uszkodzeń młodych roślin buraka podczas bronowania. W obiekcie E mniejsza wydajność była konsekwencją braku nawożenia organicznym nawozem azotowym BIOILSA. W obydwu doświadczeniach największe plony uzyskano w obiekcie D, odchwaszczanym mechanicznie i poddanym mulczowaniu. W okresach suszy (wiosną i we wrześniu), mulcz istotnie ograniczał parowanie gleby i chronił jej strukturę, ułatwiając roślinom buraka intensywny wzrost. Jednocześnie mulczowanie skutecznie chroniło przed rozwojem wtórnego zachwaszczenia. Mulczowanie można zmechanizować, co umożliwi jego stosowanie na dużych powierzchniach.

Wśród porównywanych odmian, w obydwu doświadczeniach, pod względem wydajności korzeni, najkorzystniej wypadła odmiana Jampol.

Plony liści wobec suszy występującej przez większą część wegetacji były niewielkie (tab. 7a i 7b). Niska wydajność liści nie ma większego znaczenia ekonomicznego, ale małe ulistnienie ogranicza konkurencyjność buraka cukrowego wobec chwastów. Najmniejszą wydajność liści odnotowano w obiekcie E, pozbawionym nawożenia azotem.

Tabela 7a. Wydajność liści buraka cukrowego, Bałcyny 2016 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne					Średnio
	A*	B	C	D	E	
Plony liści, średnio dla odmian, t z 1 ha	14,7	26,9	26,8	27,5	20,2	25,3
- odmiana Biopille	14,6	25,3	23,6	23,7	18,7	22,8
- odmiana Jampol	14,7	29,3	31,7	30,4	21,1	28,1
- odmiana Sobieski	14,9	26,1	25,0	28,5	20,7	25,1

* z uwagi na specyfikę tego obiektu nie uwzględniono go w liczeniu średnich

Tabela 7b. Wydajność liści buraka cukrowego, Płonno 2016 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne					Średnio
	A*	B	C	D	E	
Plony liści, średnio dla odmian, t z 1 ha	15,6	27,2	27,7	29,0	20,5	26,1
- odmiana Biopille	15,4	25,9	24,4	26,3	19,0	23,9
- odmiana Jampol	16,1	28,9	32,5	31,7	21,5	28,7
- odmiana Sobieski	15,2	26,8	26,2	29,1	21,1	25,8

* z uwagi na specyfikę tego obiektu nie uwzględniono go w liczeniu średnich



3.7. Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego

Zawartość sacharozy w korzeniach buraka cukrowego w 2016 r. nie była wysoka, głównie za sprawą deszczowej pogody tuż przed zbiorem (tab. 8a, 8b i 8c). Więcej sacharozy zawierały buraki z doświadczenia w Płonnem niż w Bałcynach (z wyjątkiem odmiany Sobieski). Wśród porównywanych odmian najwięcej sacharozy związała odmiana Jampol. Jakość technologiczna korzeni była dobra, z wyjątkiem zwiększonej koncentracji azotu alfaaminowego u odmiany Biopille w Płonnem, przy czym pogorszenie jakości nie było duże, w niewielkim stopniu zwiększając straty sacharozy w melasie.

Tabela 8a. Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego odmiany Biopille i plon cukru, Bałcyny i Płonne, 2016 rok.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe				
	B	C	D	E	średnie
Balcyny					
Sacharoza, %	16,92	16,86	16,76	16,48	16,85
K, mval w 100 g miazgi	4,42	4,61	4,58	4,95	4,64
Na, mval w 100 g miazgi	0,66	0,61	0,76	0,72	0,69
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	1,34	1,26	1,40	1,50	1,38
Współczynnik alkaliczności	3,79	4,14	3,81	3,78	3,87
Straty cukru w melasie, %	2,16	2,20	2,25	2,37	2,25
Wydatek cukru, %	14,72	14,66	14,51	14,47	14,60
Plon cukru, t z ha	10,25	8,81	11,26	9,85	10,04
Płonne					
Sacharoza, %	16,77	16,85	16,82	16,79	16,81
K, mval w 100 g miazgi	3,62	3,86	3,94	3,77	3,80
Na, mval w 100 g miazgi	0,21	0,28	0,26	0,27	0,26
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	2,32	2,42	2,35	2,38	2,37
Współczynnik alkaliczności	1,65	1,71	1,79	1,70	1,71
Straty cukru w melasie, %	1,93	2,01	1,96	1,98	1,97
Wydatek cukru, %	14,84	14,84	14,86	14,81	14,84
Plon cukru, t z ha	12,24	11,01	12,75	10,10	11,53



Tabela 8b. Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego odmiany Jampol i plon cukru, Bałcyny i Płonne, 2016 rok.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe				
	B	C	D	E	średnie
Balcyny					
Sacharoza, %	17,23	17,84	17,44	17,32	17,46
K, mval w 100 g miazgi	4,32	4,23	4,69	4,81	4,51
Na, mval w 100 g miazgi	0,27	0,27	0,26	0,26	0,27
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	1,25	1,31	1,25	1,46	1,32
Współczynnik alkaliczności	3,67	3,46	3,96	3,47	3,64
Straty cukru w melasie, %	1,98	1,95	2,11	2,17	2,05
Wydatek cukru, %	15,25	15,89	15,33	15,15	15,41
Plon cukru, t z ha	12,00	10,38	12,62	10,70	11,43
Płonne					
Sacharoza, %	17,23	17,86	17,42	17,51	17,51
K, mval w 100 g miazgi	4,18	4,30	4,25	4,27	4,25
Na, mval w 100 g miazgi	0,23	0,20	0,24	0,24	0,23
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	1,64	1,40	1,58	1,53	1,54
Współczynnik alkaliczności	2,69	3,21	2,84	2,95	2,92
Straty cukru w melasie, %	1,95	1,96	1,98	1,98	1,97
Wydatek cukru, %	15,28	15,90	15,44	15,53	15,54
Plon cukru, t z ha	13,31	12,61	14,21	11,46	12,90

Ogólnie uzyskano wysokie plony cukru czystego – większe w Płonnem niż w Bałcynach (za sprawą większych plonów korzeni lepszej ich jakości technologicznej). Największy plon cukru zebrano w Płonnem, w obiekcie D (z mulczowaniem), z odmiany Jampol, a mianowicie 14,21 t cukru czystego z 1 ha.



Tabela 8c. Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego odmiany Sobieski i plon cukru, Balcyny i Płonne, 2016 rok.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe				
	B	C	D	E	średnie
Balcyny					
Sacharoza, %	17,13	17,01	17,25	17,32	17,18
K, mval w 100 g miazgi	4,12	4,17	4,27	4,91	4,37
Na, mval w 100 g miazgi	0,38	0,39	0,37	0,38	0,38
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	1,44	1,55	1,45	1,55	1,50
Współczynnik alkaliczności	3,13	2,94	3,20	3,41	3,17
Straty cukru w melasie, %	2,01	2,00	2,02	2,25	2,07
Wydatek cukru, %	15,12	15,01	15,23	15,07	15,11
Plon cukru, t z ha	10,92	8,92	12,32	10,50	10,67
Płonne					
Sacharoza, %	17,18	17,50	17,68	17,46	17,46
K, mval w 100 g miazgi	3,95	3,89	3,98	4,00	3,96
Na, mval w 100 g miazgi	0,31	0,34	0,33	0,38	0,34
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	1,51	1,70	1,65	1,62	1,62
Współczynnik alkaliczności	2,82	2,49	2,61	2,70	2,65
Straty cukru w melasie, %	1,89	1,90	1,93	1,94	1,92
Wydatek cukru, %	15,29	15,60	15,75	15,52	15,54
Plon cukru, t z ha	12,43	11,81	13,32	10,80	12,09

4. PODSUMOWANIE

1. Zdrowotność roślin buraka cukrowego w obydwu doświadczeniach była dobra. Wschody były bardzo dobre, a stopień porażenia siewek zgorzelą niewielki.
2. Z grzybowych chorób liści znaczące nasilenie osiągnął chwościk buraka, jednak z uwagi na późne jego wystąpienie nie miał większego wpływu na plony korzeni, liści i cukru.
3. Zachwaszczenie buraka cukrowego najskuteczniej zwalczano ręcznie. Bronowanie nie doprowadziło do istotnego obniżenia obsady buraka, ale uszkadzając siewki zmniejszyło wydajność korzeni. Dobrym sposobem ograniczania zachwaszczenia wtórnego okazało się mulczowanie.



4. Uzyskano wysoką wydajność korzeni: 71,2 t z ha w Bałcynach i 79,5 t z ha w Płonnem. Najmniejsze plony zebrano z obiektów nieodchwaszczanych – pięciokrotnie mniej wobec pozostałych wariantów. Największe plony uzyskano w obiekcie mulczowanym. Wśród odmian, w obydwu doświadczeniach, najwyżej plonowała odmiana Jampol.
5. Plony liści były niewielkie, rzędu 25-26 t z ha. Najmniejszą wydajność liści odnotowano w obiekcie E, pozbawionym nawożenia azotem.
6. Więcej sacharozy zawierały buraki z doświadczenia w Płonnem niż w Bałcynach (z wyjątkiem odmiany Sobieski). Wśród odmian najwięcej sacharozy zgromadziła odmiana Jampol. Ogólnie jakość technologiczna korzeni była dobra.
7. Uzyskano wysokie plony cukru czystego – większe w doświadczeniu w Płonnem niż w Bałcynach. Największy plon zebrano w Płonnem w obiekcie z mulczowaniem odmiana Jampol wydała 14,21 t cukru czystego z 1 ha

CYTOWANE PIŚMIENNICTWO

ANONIM 1799. *Krótka nauka o zasiewaniu Grubey Cwikly Burgundzkiej czyli Runkla dla Zrobienia z Niey Cukru*. Wydawnictwo Drukarni Wyllhelma Bogumiła Korna, Wrocław: 1–4.

DIEHL V. 2012. *Rynek cukru ekologicznego w Europie*. Informacja menedżera firmy Eurosugar. www.haz.de/Nachrischten

GUTMAŃSKI I. (red.). 1991. *Produkcja buraka cukrowego*. PWRiL Poznań: 699 ss.

KÖNIG H-P., MEYERCORDT A., KOCH H-J. 2005. *Zuckerrüben ökologischen anbauen*. Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen: 1–34.

ŁADA M. 2012. *Uprawa buraka cukrowego według zasad rolnictwa ekologicznego*. Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem J. Tyburskiego. Biblioteka Główna UWM w Olsztynie.

REINEFELD E., EMMERICH A., BAUMGARTEN G., WINNER C., BEISS U. 1974. *Zur Voraussage des Melassezuckers aus Riebenanalysen*. Zucker 27: 2–15.

WIENINGER L., KUBADINOW N. 1971. *Beziehungen zwischen Riebenanalysen und technischer Bewertung von Zukerrüben*. Zucker 24: 599–604.

ZADOKS J. 1989. *Developments of farming systems, evaluation of the five-year period 1980-1984*. Pudoc, Wageningen.

Kierownik tematu:

Dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM
Uniwersytet Warmiński-Mazurski w Olsztynie
Katedra Agroekosystemów
Plac Łódzki 3/234
10-719 Olsztyn

Sprawozdanie z badań zrealizowanych w 2016 roku znajduje się na stronie internetowej:
<http://www.uwm.edu.pl/wksir/systemy>
Nr decyzji: nr HOR-re-msz-078-8/16 (224).



UNIwersYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

2

Badania nad opracowaniem optymalnej technologii produkcji wyrobów piekarskich i cukierniczych wzbogacanych świeżymi i suszonymi owocami i warzywami



Badania nad opracowaniem optymalnej technologii produkcji wyrobów piekarskich i cukierniczych wzbogacanych świeżymi i suszonymi owocami i warzywami, spełniających kryteria zawarte w pozycji 1256 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 28 sierpnia 2015 r.

Realizowane przez:

Uniwersytet Warmiński-Mazurski w Olsztynie

w związku z decyzją Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR-re-msz-078-8/16 (224) z dnia 20.05.2016 r., wydaną na podstawie § 8 ust. 1, ust. 2 i ust. 10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. z 2015r., poz.1170).

Kierownik tematu: *dr inż. Ewa Siemianowska*

Główni wykonawcy:

- *dr inż. Monika Radzymińska*
- *dr inż. Ewa Siemianowska*
- *dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM*
- *dr inż. Małgorzata Warechowska,*
- *dr inż. Andrzej Wesółowski*



WPROWADZENIE

Wraz z wejściem w życie Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 26 sierpnia 2015 r. w sprawie grup środków spożywczych przeznaczonych do sprzedaży dzieciom i młodzieży w jednostkach systemu oświaty oraz wymagań, jakie muszą spełniać środki spożywcze stosowane w ramach żywienia zbiorowego dzieci i młodzieży w tych jednostkach (pozycja 1256) konieczne stało się zaprojektowanie nowych wyrobów spełniających kryteria ww. Rozporządzenia. Zgodnie z punktem 6. Załącznika nr 1 tego Rozporządzenia, do obrotu dopuszczone są zbożowe produkty śniadaniowe oraz inne produkty zbożowe „*bez dodatku cukru i substancji słodzących zdefiniowanych w rozporządzeniu (WE) nr 1333/2008*”, które mają stanowić zdrowe przekąski dla dzieci i młodzieży szkolnej. Jest to szczególnie wymagająca grupa konsumentów, która preferuje smaki słodkie. Wzbogacenie produktów piekarsko-cukierniczych kombinacją świeżych i suszonych owoców oraz warzyw o wysokiej zawartości cukrów może być szansą na uzyskanie wyrobów bez dodatku sacharozy, lecz wzbogaconych naturalnymi cukrami zawartymi w słodkich odmianach owoców i warzyw, tak aby otrzymane produkty były akceptowane przez dzieci i młodzież.

Celem zaprojektowanych badań było zaproponowanie nowych wyrobów o zadeklarowanej w ocenie konsumenckiej intencji zakupu, ale również o przebadanej i udokumentowanej wysokiej wartości odżywczej i walorach prozdrowotnych.

METODY, PRZEBIEG I ZAKRES BADAŃ

W projekcie opracowano recepturę i technologię wypieku, a następnie wyprodukowano drobne wyroby piekarnicze o masie poniżej 200 g (bułki - B i rogalce - R) i wyroby cukiernicze (muffiny – M i ciastka - C). Wyroby zostały wyprodukowane bez dodatku sacharozy i substancji słodzących oraz substancji dodatkowych, natomiast były wzbogacane świeżymi i suszonymi owocami i warzywami, pochodzącymi z gospodarstw i przetwórni ekologicznych. W doświadczeniu użyto mąkę: jasną Typ 500 i mąkę z pełnego przemiału następujących gatunków zbóż: orkisz jary i ozimy (*Triticum spelta*), pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum*) oraz gryki (*Fagopyrum* Mill.). Próbki mąki zostały przebadane pod kątem właściwości wypiekowych i cech fizykochemicznych.

W doświadczeniu wykorzystano świeże warzywa (burak ćwikłowy czerwony i biały, dynia, marchew), świeże jabłka i suszone owoce (śliwki, czereśnie, truskawka, rodzynki, jabłka). Zastosowano odmiany warzyw i owoców wytypowane na podstawie analiz surowca pod kątem zawartości cukrów. Przed opracowaniem receptury surowce owocowe i warzywne



zostały przebadane pod kątem zawartości cukrów i substancji bioaktywnych. Na podstawie otrzymanych wyników wytypowano kombinacje warzyw i owoców, którymi wzbogacano wyroby. Łącznie wypieczono 40 rodzajów produktów piekarsko-cukierniczych, po 10 wariantów z każdego asortymentu.

Po procesie produkcyjnym po wystudzeniu wyroby pakowano w opakowania jednostkowe z polietylopropylenu, następnie w kartonowe opakowania zbiorcze. Połowę wyrobów zapakowano w modyfikowanej atmosferze (MAP-ie) w opakowania jednostkowe z materiału zabezpieczającego przed parą wodną i gazami. Wyroby świeże poddano analizom pod kątem podstawowego składu. Wyroby pakowane w MAP-ie przechowywano w jednolitych, kontrolowanych warunkach, a następnie poddano analizom. Badania pod kątem właściwości prozdrowotnych i parametrów przechowalniczych zostały przeprowadzone w dwóch okresach badawczych: 4 dni od procesu produkcyjnego i ponownie po upływie miesiąca (wyroby przechowywane w MAP-ie).

Wśród 200 osób będących potencjalnymi nabywcami (osoby w wieku szkolnym) została przeprowadzona ocena konsumencka w celu określenia akceptacji, preferencji oraz stopnia pożądalności poszczególnych produktów. Badania konsumenckie obejmowały ocenę postaw wobec innowacyjnych produktów z uwzględnieniem trzech komponentów: poznawczego, afektywnego i behawioralnego. Celem przeprowadzonych badań było wyłonienie próbek mogących odnieść sukces rynkowy (wskazanie tych, które warto wdrożyć do produkcji), w tym zbadanie czy komponenty afektywny i poznawczy postawy mają wpływ na intencję zakupu innowacyjnych produktów ekologicznych.

Metody badań

W projekcie do analizy surowców i gotowych wyrobów zastosowano następujące metody analityczne:

Analiza surowców do wypieku

- ✓ Owoce i warzywa:
 - Zawartość cukrów prostych metodą HPLC
 - Zawartość cukrów redukujących metodą Lane – Eynona (wg PN-90 A-75101/07)
 - Kwasowość [g kw. jabłkowego /100 g s.m.]
- ✓ Mąka - ocena właściwości wypiekowych:
 - Test amylograficzny na Amylografie wg PN-ISO 7973:2001 (Tpk - temperatura początkowa kleikowania [st. C], Tkk – temperatura końcowa kleikowania [st. C], Max lepkość [A.U.], Czas kleikowania [min])



- Glutomatic 2000 (Gluten mokry [g] wg ICC 155, Indeks gluten wg PN-ISO 3093)
- Farinograf (Wodochłonność [%], Czas rozwoju ciast [min], Stałość ciasta [min], Stopień rozmiękczenia Norma ICC nr 114/1 [FU], Liczba jakościowa)
- ✓ Mąka - parametry fizykochemiczne (wg PN-ISO 2171)
 - Wilgotność [%] (wg PN-A-74252: 1998)
 - Zawartość popiołu całkowitego [%] (wg PN-EN ISO 2171: 2010)
 - Zawartość skrobi [g/100 g s.m.] (wg PN-EN ISO 10520:2002P)
 - Wskaźnik sedymentacji SD (wg PN-ISO 5529)
 - Liczba opadania [s] (wg PN-ISO 3093/1996)

Analiza wyrobów

- ✓ Skład chemiczny (zgodnie z zaleceniami PN ISO)
 - białko ogółem (metodą PN-75-/A-04018 Kjeldahla z KjelFlex K-360 (N · 5.7).)
 - tłuszcz ogółem (wg PN-EN ISO 11085:2010)
 - węglowodany (wg PN-R-54784)
 - błonnik pokarmowy (wg PN-EN ISO 6865)
- ✓ Wartość kaloryczna (metodą kalorymetryczną za pomocą kalorymetru KL-12Mn)

Analiza potencjału antyoksydacyjnego surowców (mąka, owoce, warzywa) oraz gotowych wyrobów:

- ✓ Aktywność przeciwutleniająca [mmol TE/ 100g s.m.] (wobec DPPH wg Tańska i in. 2016)
- ✓ Fenole wolne [mg/100 g s.m.] (wobec Folina-Ciocalteau'a, wg Tańska i in. 2016, Konopka i in. 2012).

Parametry przechowalnicze określono oznaczając aktywność wody (a_w) w Rotronicu (Szwajcaria) oraz wilgotność [%] metodą suszarkową wg PN-A-74252:1998.

Badanie tekstury przeprowadzono na podstawie testu ściskania i testu penetracji określając takie właściwości mechaniczne ciastek jak: maksymalna wartość siły ściskającej i siły penetracji [N] i przesunięcie głowicy [mm] w maszynie wytrzymałościowej Multitest 1-i (Mecmesin, West Sussex, UK).

Ocena konsumencka

- ✓ Analiza jakości sensorycznej produktów z zastosowaniem metod oceny konsumenckiej (ocena hedoniczna)
- ✓ Określenie paramentów wpływających na deklarowaną intencję zakupu nowych produktów – ujęcie modelowe.



W badaniach zastosowano dwa narzędzia badawcze : 1 – do oceny bułek i rogalii, 2 – do oceny ciastek i muffin. Komponent afektywny postawy został rozpoznany poprzez m.in. ocenę cech sensorycznych produktów. Do oceny stopnia akceptacji i preferencji, wykorzystano dziewięciopunktową werbalną skalę hedoniczną. Uwzględniono takie wyróżniki jak: wygląd zewnętrzny, zapach, smak oraz ogólną pożądalność. Ponadto oceniający poproszeni zostali o wskazanie jednej z dziesięciu próbek w danej kategorii produktowej, która najbardziej im odpowiada. W celu rozpoznania poszczególnych komponentów postaw konsumentów wobec innowacyjnych produktów zastosowano stwierdzenia, w stosunku do których respondent wyrażał poziom aprobaty posługując się 7-stopniową skalą Likerta, od zdecydowanie się nie zgadzam (1 pkt), do całkowicie się zgadzam (7 pkt).

Przed przystąpieniem do badań osoby przeszkolono z zakresu stosowanej metody oceny oraz poinstruowano odnośnie przygotowania do badań zgodnie z wytycznymi normy PN-ISO 8586-1. Na podstawie paramentów wpływających na deklarowaną intencję zakupu nowych produktów w ujęciu modelowym zostały wyłonione produkty akceptowane przez wyznaczoną grupę nabywczą.

WYNIKI BADAŃ

Przed opracowaniem receptury surowce zastosowane do wypieczenia wyrobów ciastkarsko-piekarniczych z dodatkiem owoców i warzyw zostały poddane analizom fizykochemicznym. Wyniki przeprowadzonej oceny technologicznej mąk przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Właściwości wypiekowe i cechy fizykochemiczne mąk.

Gatunek zboża Typ mąki	Pszenvica zwyczajna		Orkisz ozimy		Orkisz jary		Gryka
	Mąka jasna	Mąka ciemna	Mąka jasna	Mąka ciemna	Mąka jasna	Mąka ciemna	
Parametr							
Wilgotność [%]	12,6	11,6	13,5	12,5	13,9	14,2	14,9
Zawartość popiołu [%] w suchej masie	0,60	1,34	0,58	1,73	1,30	1,95	1,86
Zawartość skrobi [g/100 g s.m.]	66,85	60,48	66,93	57,17	73,66	69,25	65,75
Zawartość białka [%]	8,85	9,14	13,26	13,87	14,19	15,13	10,93
Wskaźnik sedymentacji SD	27,25	33,50	20,75	24,50	22,59	23,50	-
Liczba opadania [s]	347	280	326	266	375	280	-
Amylograf							
Tpk [st. C]	60,38	64,50	59,85	69,75	-*	72,40	-*
Tkk [st. C]	88,88	88,88	91,95	91,88	-*	91,90	-*



Max lepkość [A.U.]	890,00	377,50	1402,50	495,00	-*	802,50,00	-*
Czas kleikowania [min]	19,00	16,25	21,4	14,75	-*	13,00	-*
Glutomatic							
Gluten mokry [g]	**	13,08	34,95	35,83	31,18	29,90	-
Indeks glutenu	**	99,24	31,69	73,83	38,01	37,05	-
Farinograf							
Wodochłonność [%]	53,3	53,4	55,6	53,5	57,8	62,7	52,0
Czas rozwoju ciast [min]	1,2	15,4	1,0	16,2	4,5	9,5	5,4
Stalność ciasta [min]	1,4	12,6	1,3	14,6	4,8	14,4	18,4
Stopień rozmiękczenia Norma ICC nr 114/1 [FU]	100	0	173	0	93	0	76
Liczba jakościowa	22	200	11	200	70	200	55
Potencjał antyoksydacyjny							
Aktywność przeciwutleniająca [mmol TE/ 100g s.m.]	37,34	13,51	12,08	70,32	133,11	153,03	1100,10
Fenole wolne [mg/100 g s.m.]	12,24	22,11	22,58	23,90	33,06	34,28	178,59

Tpk - temperatura początkowa kleikowania

Tkk - temperatura końcowa kleikowania

-* lepkość po za skalą

** nie udało się wymyć glutenu z próbki

Na podstawie wyników analiz owoców suszonych i świeżych oraz warzyw pod kątem zawartości cukrów prostych i redukujących, kwasowości oraz aktywności przeciwutleniającej a także zawartości wolnych fenoli przeprowadzonych na wybranych odmianach wytypowano do dalszego etapu surowce cechujące się odpowiednimi cechami. Szczególną uwagę zwrócono na zawartość cukrów w surowcach, spośród których w projekcie zastosowano te odmiany, które posiadały największą zawartość tego parametru. Kryterium uzupełniający w wyborze odpowiedniego surowca oprócz wyników analiz była wstępna ocena organoleptyczna przeprowadzona w trakcie próbnego wypieku. Po skompletowaniu informacji popartych wynikami analiz chemicznych do dalszego etapu projektu spośród kilku odmian wytypowano: buraka czerwonego 3, buraka białego 2, marchew 3, dynię 2, czereśnię 2, winogrona susz, czereśnię susz, jabłko świeże i suszone, cechujące się ponad to wysoką aktywnością przeciwutleniającą. Odrzucono natomiast susz truskawki, pomimo wysokiej aktywności przeciwutleniającej, ze względu na wysoką kwasowość i wyraźnie wyczuwalny w wypieku próbnym posmak goryczki (tab. 2).



Tabela 2. Wybrane parametry fizykochemiczne owoców i warzyw.

Lp.	Parametr Surowiec	Aktywność przeciwutleniająca [mmol TE/ 100g s.m.]	Fenole wolne [mg/100 g s.m.]	Cukry redukujące [g/100 g s.m.]	Fruktoza [g/100]	Glukoza [g/100]	Sacharoza [g/100]	Kwasowość [g kw. jabłkowego /100 g s.m.]
1.	Burak czerwony egipski	578,66	169,69	15,50	-	-	5,67	0,65
2.	Burak czerwony polski	992,14	151,91	20,40	-	-	4,15	0,99
3.	Burak czerwony 3	741,36	83,63	24,22	1,04	31,24	6,70	1,18
4.	Burak biały 1	247,09	51,77	20,90	-	-	4,85	1,23
5.	Burak biały 2	535,46	52,58	24,80	-	-	8,84	0,57
6.	Marchew Flacoro	131,98	17,38	19,75	0,96	31,87	0,57	0,77
7.	Marchew Bolero	102,70	61,21	19,11	1,27	23,77	1,27	0,55
8.	Marchew 3	106,42	56,33	33,48	1,50	25,54	5,38	0,73
9.	Dynia 1	353,83	231,63	45,36	1,15	22,93	-	0,95
10.	Dynia 2	774,71	207,86	91,68	1,05	29,75	6,05	1,03
11	Jabłko świeże	468,40	163,50	72,21	4,81	13,55	2,38	1,25
12.	Czereśnia susz 1	150,07	646,51	38,34	20,18	8,26	-	1,87
13.	Czereśnia susz 2	549,90	930,70	38,83	18,08	9,62	-	2,23
14.	Winogrona susz	769,57	306,72	39,84	28,08	4,99	-	1,57
15.	Śliwka susz	766,69	1152,48	34,47	12,27	13,52	-	4,14
16.	Jabłko susz	619,12	769,20	40,13	13,96	7,70	4,14	2,55
17.	Truskawka susz	3887,52	1834,57	42,25	19,17	2,29	-	7,16

Opracowanie receptury

Recepturę wyrobów piekarsko-cukierniczych opracowano na podstawie próbnego wypieku z użyciem: mąki, margaryny, jaj, drożdży oraz dodatków owocowych i warzywnych. Z warzyw oraz świeżego jabłka otrzymano sok, który zastąpił wodę w składzie recepturowym, rozdrobnione wytloczyny zaś posłużyły jako wsad wzbogacający produkty w błonnik pokarmowy. Zgodnie z kryteriami Rozporządzenia Ministra Zdrowia (z dnia 28 sierpnia 2015 r., Poz. 1256) wyroby zostały otrzymane bez dodatku sacharozy i substancji słodzących, natomiast wzbogacano je mieszanką rozdrobnionych, suszonych owoców. Niektóre warianty dla podniesienia walorów smakowo zapachowych zostały wzbogacone naturalnym przyprawami (cynamon, kardamon) i twarogiem. Ponadto w projekcie została opracowana wersja wyrobów piekarsko-cukierniczych o obniżonej zawartości glutenu na bazie bezglutenowej mąki gryczanej.

Analiza wyrobów

W projekcie zbadano wartość odżywczą zaplanowanych wyrobów ciastkarsko-piekarniczych pod kątem zawartości podstawowych składników odżywczych, jak białko, węglowodany, tłuszcz, błonnik pokarmowy, wartość energetyczna (tab. 3).

Tabela 3. Wartość odżywcza wyrobów piekarsko-ciastkarskich.

Parametr Kod wyrobu	Białko ogółem [g/100g]	Tłuszcz ogółem [g/100g]	Węglowodany [g/100g]	Błonnik pokarmowy [g/100g]	Wartość energetyczna [kcal/100g]
1B	5,32	3,21	16,32	2,21	457
2B	5,80	3,26	11,13	2,73	403
3B	8,72	3,99	11,62	1,19	441
4B	9,32	4,22	7,21	2,42	290
5B	8,47	4,13	12,67	1,75	491
6B	8,17	4,09	10,10	2,76	438
7B	6,39	20,07	7,18	1,50	547
8B	6,90	19,38	6,10	2,05	526
9B	9,66	18,25	7,79	1,92	634
10B	10,18	18,19	5,31	2,14	566
1R	8,74	3,29	10,93	1,74	442
2R	9,81	3,73	8,37	2,39	545
3R	6,31	3,60	10,85	1,33	431
4R	6,13	4,02	8,58	2,34	493
5R	8,86	4,08	11,61	1,24	446
6R	8,50	3,66	12,00	1,33	528
7R	10,14	19,76	5,76	1,35	567
8R	10,08	17,97	5,45	2,10	431
9R	7,09	18,22	6,05	2,13	514
10R	7,53	17,30	6,53	2,41	522
1M	7,97	14,33	12,90	2,07	491
2M	7,97	14,45	11,93	2,98	519
3M	8,17	14,32	14,35	1,49	536
4M	9,48	16,62	12,90	1,83	506
5M	6,90	14,84	12,00	2,43	435
6M	5,64	14,15	17,50	2,54	540



7M	6,05	14,70	12,23	2,44	533
8M	7,82	13,54	11,76	1,34	595
9M	8,65	14,54	8,91	1,68	523
10M	6,37	12,81	17,87	2,68	535
1C	9,12	26,14	6,30	1,09	545
2C	6,93	25,26	5,51	2,08	535
3C	8,73	35,17	5,41	0,89	487
4C	7,88	32,83	4,23	1,88	553
5C	7,10	33,73	6,62	1,90	542
6C	7,61	30,50	9,15	1,41	449
7C	7,30	32,90	3,70	1,26	584
8C	6,16	32,33	4,60	1,45	548
9C	7,37	31,17	4,78	2,07	412
10C	7,04	33,57	3,95	1,31	582

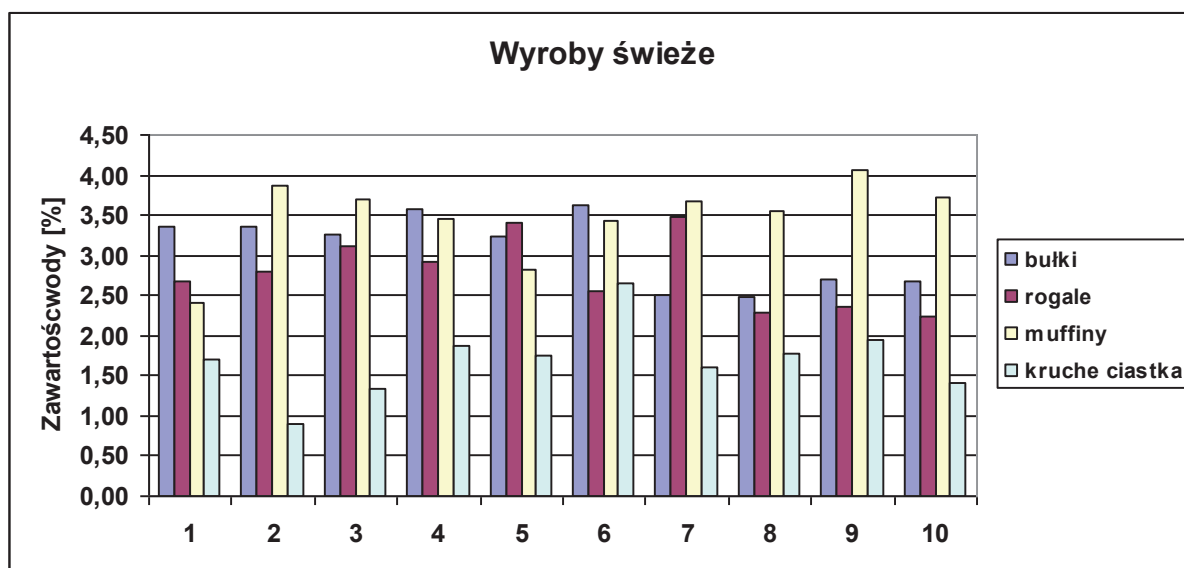
Tabela 4. Aktywność przeciwutleniająca wyrobów świeżych [mmol TE/ 100g s.m.], zawartość wolnych fenoli [mg/100 g s.m.].

Kod wyrobu	Wyroby świeże		Kod wyrobu	Wyroby świeże	
	Aktywność przeciwutleniająca [mmol TE/ 100g s.m.]	Fenole wolne [mg/100 g s.m.]		Aktywność przeciwutleniająca [mmol TE/ 100g s.m.]	Fenole wolne [mg/100 g s.m.]
1B	201,84	112,74	1M	34,29	70,75
2B	145,26	113,01	2M	69,69	82,27
3B	186,20	61,61	3M	180,98	99,65
4B	251,44	88,11	4M	217,44	112,11
5B	234,92	86,35	5M	530,74	158,26
6B	275,24	107,31	6M	162,68	76,05
7B	112,29	76,23	7M	195,20	84,01
8B	29,29	42,97	8M	36,49	91,05
9B	158,48	65,55	9M	97,70	112,69
10B	132,72	57,73	10M	914,16	158,49
1R	102,44	87,20	1C	67,49	17,19
2R	153,16	59,83	2C	81,57	23,72
3R	86,83	66,37	3C	62,69	34,50
4R	8,71	56,34	4C	11,89	17,22
5R	655,74	82,48	5C	14,61	16,23
6R	8,24	78,56	6C	36,70	34,16
7R	47,81	53,07	7C	362,00	102,13
8R	33,17	88,31	8C	231,08	64,06
9R	114,10	63,94	9C	66,27	26,04
10R	151,39	70,20	10C	239,72	71,94

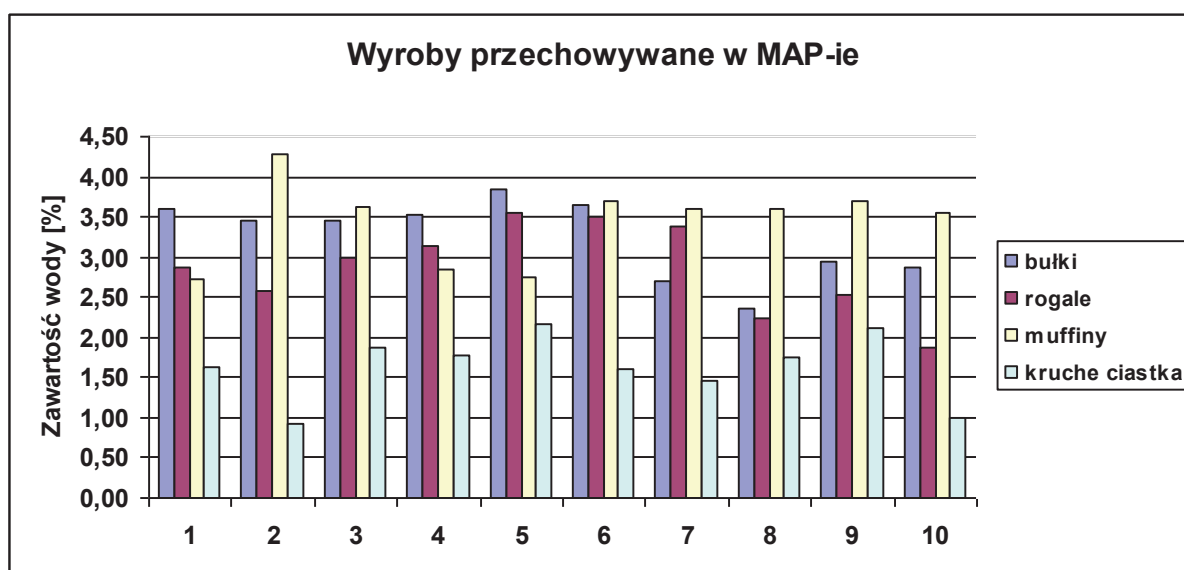
Parametry przechowalnicze

Wilgotność produktów wypieczonych w projekcie z dodatkiem surowców owocowych i warzywnych nie przekraczała wartości 4,5%, a w przypadku kruchych ciastek 3% i nie zmieniała się znacznie w okresie przechowywania w MAP-ie (rys. 1-2)



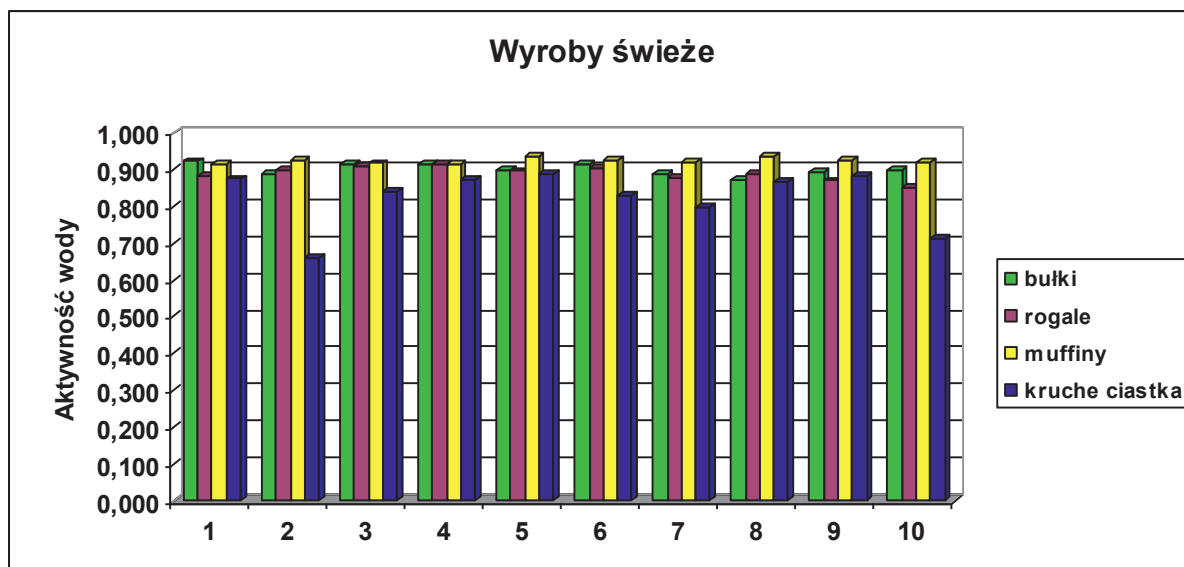


Rys. 1. Wilgotność [%] wyrobów świeżych.

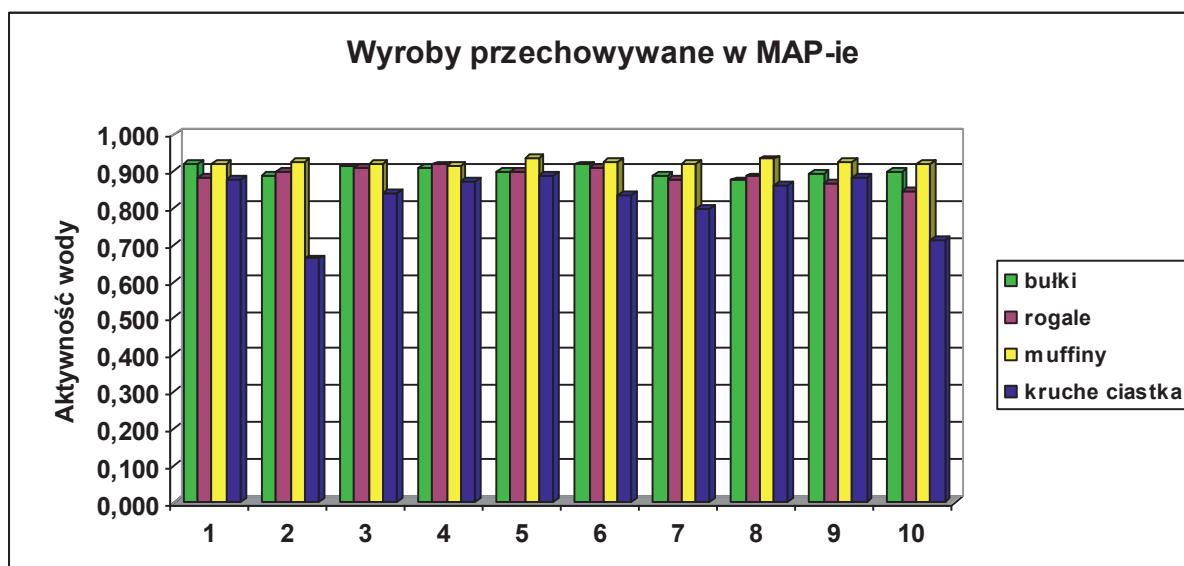


Rys. 2. Wilgotność [%] wyrobów po okresie przechowywania.

Dla wyrobów odnotowano wysoką wartość aktywności wody, która decydowała o słabych właściwościach przechowalniczych produktów. Wysoka aktywność wody powodowała, że część wyrobów, zwłaszcza z dodatkiem warzyw o wysokiej zawartości wody, jak dynia, czy burak czerwony i biały, źle się przechowywała, nawet po pakowaniu w MAP-ie (rys. 3-4).



Rys. 3. Aktywność wody wyrobów świeżych.



Rys. 4. Aktywność wody wyrobów po okresie przechowywania.

Badanie tekstury

W wyniku analizy tekstury wyrobów piekarsko-cukierniczych wzbogacanych surowcami owocowymi i warzywnymi stwierdzono, że ich dodatek w sposób zróżnicowany kształtował właściwości strukturalne produktów świeżych i przechowywanych w MAP-ie:

- dodatek suszonych jabłek nie miał wpływu na twardość i siłę penetracji badanych wypieków po przechowaniu w atmosferze modyfikowanej MAP-ie,
- dodatek rodzynek powodował wzrost maksymalnej siły penetracji dla bułek, natomiast dodatek śliwek spadek jej wartości,

- dodatek dyni powodował obniżenie wartości maksymalnej siły penetracji dla ciastek kruchych,
- dodatek rodzynek powodował wzrost twardości bułek, zaś dodatek śliwek i buraków czerwonych powodował natomiast obniżenie jej wartości,
- dodatek buraków czerwonych powodował wzrost twardości muffin i kruchych ciastek, natomiast dodatek dyni i świeżych jabłek powodował jej obniżenie (tab. 5-6).

Tabela 5. Wartość siły ściskającej [N], przesunięcie głowicy [mm] uzyskane w teście ściskania wyrobów piekarsko-cukierniczych.

Kod wypieku	4 dni po wypieku		Przechowywane w MAP-ie		Kod wypieku	4 dni po wypieku		Przechowywane w MAP-ie	
	Siła [N]	Dystans [mm]	Siła [N]	Dystans [mm]		Siła [N]	Dystans [mm]	Siła [N]	Dystans [mm]
1B	179	35	314	34	1M	356	35	345	35
2B	245	30	318	30	2M	260	25	301	25
3B	447	37	331	35	3M	284	34	325	30
4B	366	32	140	30	4M	423	30	301	30
5B	283	38	124	30	5M	114	20	bd	
6B*	406	25	48	25	6M	387	35	265	25
7B	288	38	224	35	7M	388	35	413	30
8B	392	27	352	24	8M	417	35	201	35
9B	334	25	356	24	9M	420	30	274	25
10B	360	20	411	18	10M	171	32	359	32
1R	302	30	328	30	1C	401	7	148	7
2R	426	25	345	20	2C	327	5	479	7
3R	399	35	114	25	3C	302	8	164	7
4R	396	24	193	24	4C	292	7	241	7
5R	386	32	313	30	5C	228	9	78	7
6R	354	32	30	20	6C	315	7	225	7
7R	300	25	406	25	7C	314	7	399	7
8R	465	25	bd	bd	8C**	249	7	475	7
9R	288	35	336	34	9C	267	7	359	7
10R	321	22	371	22	10C	260	7	330	6

* największy nominalny spadek twardości

** największy nominalny wzrost twardości

* największy nominalny spadek twardości,



Tabela 6. Wartość siły penetracji [N], przesunięcie głowicy [mm] uzyskane w teście penetracji wyrobów piekarsko-cukierniczych.

Kod wypieku	4 dni po wypieku		Przechowywane w MAPie		Kod wypieku	4 dni po wypieku		Przechowywane w MAPie	
	Siła [N]	Dystans [mm]	Siła [N]	Dystans [mm]		Siła [N]	Dystans [mm]	Siła [N]	Dystans [mm]
1B	2	7	2	6	1M	5	5	8	11
2B	6	8	4	12	2M	5	4	8	6
3B	2	4	3	10	3M	5	5	8	10
4B	2	6	3	17	4M	10	5	10	7
5B	1	5	2	4	5M	13	8	bd	bd
6B	3	5	3	4	6M	8	9	5	11
7B	2	4	3	7	7M	8	5	6	7
8B	3	4	6	9	8M	6	5	5	6
9B	3	6	3	6	9M	7	6	10	9
10B	5	4	6	7	10M	12	7	12	9
1R	bd	bd	2	2	1C**	82	8	24	3
2R	2	16	4	3	2C	24	6	32	5
3R	3	7	2	9	3C	37	8	37	7
4R	4	6	8	8	4C	31	8	13	8
5R*	2	6	21	8	5C	2	5	3	1
6R	2	4	3	20	6C	27	8	39	8
7R	bd	bd	5	3	7C	39	8	50	6
8R	1	3	8	20	8C	37	8	41	7
9R	3	14	2	20	9C	39	8	22	8
10R	3	6	7	6	10C	37	8	12	8

* największy spadek twardości

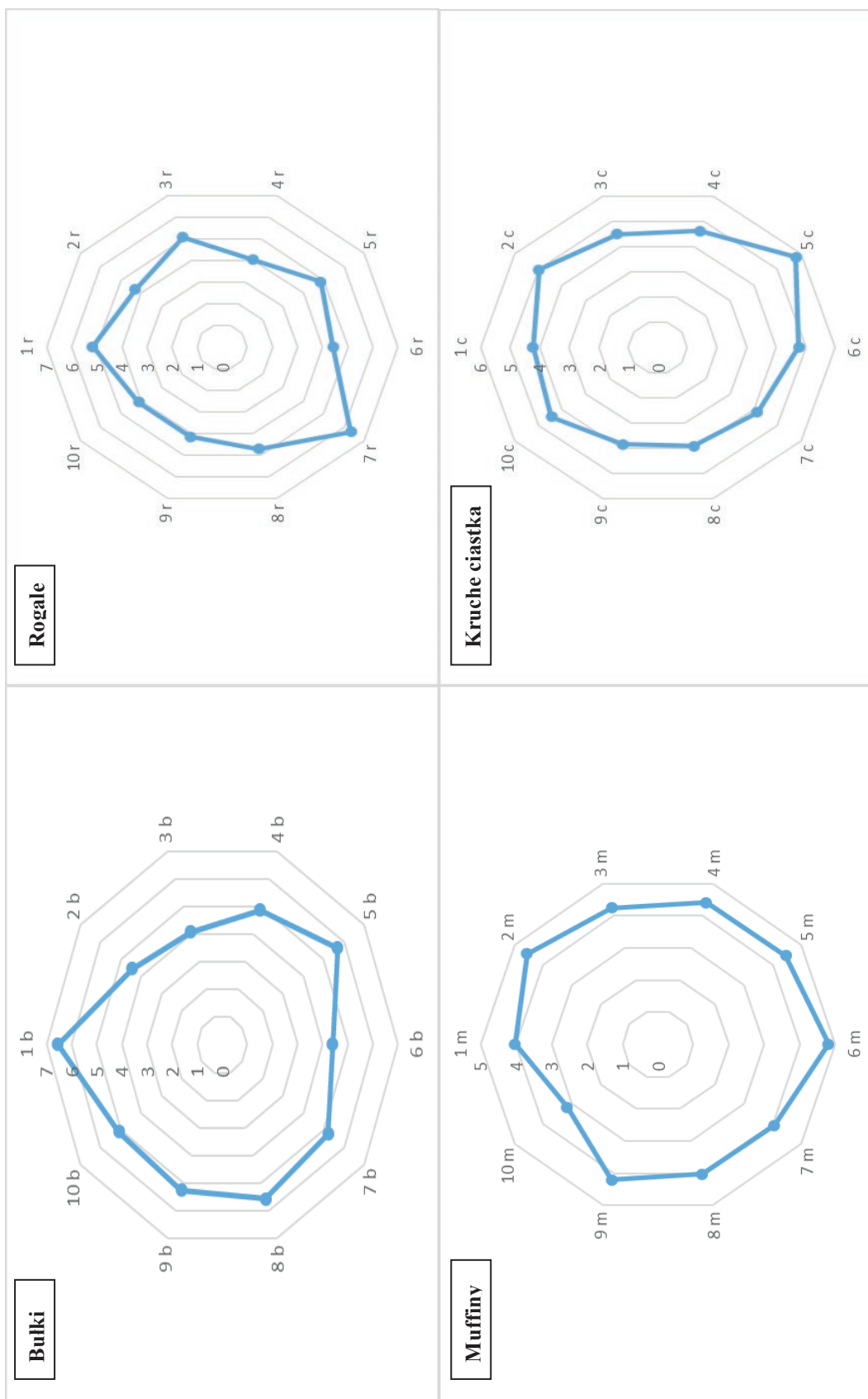
** największy wzrost twardości

bd – brak danych

Ocena konsumencka

Badania potwierdziły, iż komponent emocjonalny najsilniej oddziałuje na zachowania nabywcze konsumentów wobec poddanej ocenie grupy produktów. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, iż młodzi konsumenci nie są potencjalnym segmentem nabywców innowacyjnych produktów ekologicznych cechujących się otrzymanymi walorami sensorycznymi. Niemniej jednak wyniki przeprowadzonych badań konsumenckich pozwoliły na wytypowanie produktów w umiarkowanym stopniu preferowanych i akceptowanych (rys. 5).





Rys. 5. Stopień ogólnej pożądalności badanych wyrobów (średnie ocen dziewięciopunktowej skali).



Większość ocenianych produktów nie była akceptowalna i preferowana przez konsumentów. Spośród ocenianych produktów wytypowano te charakteryzujące się najwyższym stopniem akceptowalności i preferencji. Wytypowane produkty to:

- bułka 1b – mąka jasna z pszenicy zwyczajnej z dodatkiem 20% suszu z jabłka, 10% rodzyнки (wysoka zawartość węglowodanów),
- rogal 7r – ciasto kruchodrożdżowe z mąki jasnej z orkisz ozimego z dodatkiem 10% suszu z jabłka, 10% jabłka świeżego i 10% twarogu,
- ciastka 5c – mąka jasna z orkisz ozimego z dodatkiem 10% rodzyнки, 15% marchwi, 15% jabłka świeżego.

Wytypowane produkty cechowały się jedynie umiarkowanym stopniem akceptowalności i preferencji, dlatego też koniecznym jest dalsze doskonalenie receptury wytypowanych próbek (1b, 7r, 5c) pod kątem cech sensorycznych.

PODSUMOWANIE

1. Wyprodukowane w projekcie wyroby piekarsko-cukiernicze zawierały więcej białka ogółem, natomiast mniej węglowodanów i porównywalne ilości błonnika pokarmowego w odniesieniu do pieczywa tradycyjnego. Największą zawartość węglowodanów w gotowych wyrobach stwierdzono przy 50% dodatku mieszanek owocowo-warzywnych w stosunku do mąki, ale również dodatek łącznie 40%, a nawet 30% kombinacji mieszanki owocowo-warzywnej pozwalał uzyskać zawartość węglowodanów na zbliżonym poziomie. Najwięcej cukrów zawierały wyroby wzbogacane suszonym jabłkiem i rodzyńką (30%), z dodatkiem dyni, buraka białego i czerwonego oraz jabłka świeżego.
2. Wzbogacanie wyrobów piekarsko-cukierniczych w surowce warzywne i owocowe świeże i suszone pozwala uzyskać produkty o wysokiej wartości odżywczej (wysoka aktywność antyoksydacyjna), ale o obniżonych parametrach przechowalniczych.
3. Produkty wypieczone w projekcie posiadały nieodpowiednie właściwości przechowalnicze ze względu na wysoką wartość aktywności wody, pomimo że wilgotność wyrobów nie zmieniała się znacznie w okresie przechowywania w MAP-ie. Dodatek do wyrobów warzyw o wysokiej zawartości wody, jak dynia, czy burak czerwony i biały wpływał na wysoką aktywność wody, która powodowała, że wyroby źle się przechowywały, nawet po pakowaniu w MAP-ie.
4. Wzbogacanie wyrobów piekarsko-cukierniczych w surowce owocowe i warzywne w sposób zróżnicowany zmieniało właściwości tekstury produktów świeżych i przechowywanych w MAP-ie. Dodatek rodzynek powodował wzrost twardości bułek, zaś śliwek i buraków czerwonych obniżenie jej wartości. Dodatek buraków czerwonych powodował wzrost twardości muffin i kruchych ciastek, zaś dodatek dyni i świeżych jabłek powodował zmniejszenie twardości tych wyrobów.



5. Produkty wytypowane w ocenie konsumenckiej cechowały się jedynie umiarkowanym stopniem akceptowalności i preferencji, dlatego też koniecznym jest dalsze doskonalenie receptury wytypowanych próbek (bułka - 1b, rogal - 7r, ciastka - 5c) pod kątem cech sensorycznych.
6. Ocena konsumencka potwierdziła, iż komponent emocjonalny najsilniej oddziałuje na zachowania nabywcze konsumentów wobec poddanej ocenie grupy produktów. Wynika z niej, że młodzi konsumenci nie są potencjalnym segmentem nabywców innowacyjnych produktów ekologicznych cechujących się otrzymanymi walorami sensorycznymi. Większość ocenianych produktów nie była akceptowalna i preferowana przez oceniających.
7. Ze względu na kwestię ograniczenia przeprowadzonych badań wynikającą z profilu respondenta włączonego do badań (młody konsument) otrzymanych wyników nie należy generalizować na ogół populacji polskich konsumentów.
8. Badania konsumenckie innowacyjnych wyrobów piekarsko-cukierniczych należy przeprowadzić w szerszym zakresie podmiotowym, w celu poznania opinii i preferencji np. konsumentów będących nabywcami żywności ekologicznej lub konsumentów odpowiedzialnych za decyzje zakupu żywności w gospodarstwie domowym.



INSTYTUT OGRODNICTWA W SKIERNIEWICACH

1

Sadownictwo metodami ekologicznymi:
określenie optymalnej oraz minimalnej
obsady upraw jagodowych, krzewów
i drzew owocowych w towarowej produkcji
ekologicznej z uwzględnieniem chorób
i szkodników występujących w tych uprawach

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
z dnia 20.05.2016 r., nr HORre-msz-078-2/16 (218)



Sadownictwo metodami ekologicznymi: określenie optymalnej oraz minimalnej obsady upraw jagodowych, krzewów i drzew owocowych w towarowej produkcji ekologicznej z uwzględnieniem chorób i szkodników występujących w tych uprawach

*Kierownik badania:
dr inż. Paweł Bielicki*

*Wykonawcy: dr inż. P. Bielicki, dr hab. L. Sas-Paszt prof. IO, dr hab. E. Rozpara prof. IO,
mgr M. Pąsko, mgr M. Koniarski, mgr W. Popińska-Gil, mgr P. Trzeciński, mgr inż.
K. Weszczak, tech. I. Belc, tech. Z. Jaroń, tech. H. Jaroń, P. Zasowski*

Celem badań prowadzonych w 2016 roku ramach zadania było uzyskanie odpowiedzi, czy w towarowym sadzie jabłoniowym, prowadzonym metodami ekologicznymi, w warunkach ograniczonej ochrony drzew przed chorobami i szkodnikami oraz bez możliwości stosowania nawozów, takich jak w produkcji konwencjonalnej, możliwa jest uprawa jabłoni na podkładkach karłowych, w zwartej rozstawie, czy też należy uprawiać jabłonie półkarłowe, posadzone w umiarkowanym zagęszczeniu. Ponadto w obu typach sadu stosowano zróżnicowane nawożenie drzew jabłoni, z wykorzystaniem nawozów aktualnie dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym w naszym kraju. Oceniano też sposoby nawożenia drzew, uwzględniające nawożenie doglebowe i dolistne.

Jabłonie w towarowej uprawie ekologicznej powinny być odporne na najważniejsze choroby, przede wszystkim na parcha jabłoniowego, aby nie wymagały opryskiwania. Aktualnie znajduje się około dziesięciu wartościowych odmian jabłoni odpornych na parcha jabłoniowego (*Venturia inaequalis* Cooke) wyhodowanych w Polsce, Czechach, USA, Francji i Niemczech. Do tej grupy odmian należą: 'Topaz', odmiana hodowli czeskiej, o całkowitej odporności na parcha i 'Pinova' hodowli niemieckiej, częściowo odporna na parcha. Obie są też mało podatne na mączniaka jabłoniowego (*Podosphaera leucotricha* Salm.). Niestety odmiany te okazały się podatne na infekcje przez raki drzewne (*Nectria galligena* Bres.) niszczące korę i drewno pni i gałęzi.

W intensywnej produkcji sadowniczej spotyka się obecnie dwa typy sadów jabłoniowych. Sad złożony z drzew szczepionych na podkładkach karłowych, z obsadą około 3000 drzew na 1 ha i sad złożony z drzew szczepionych na podkładkach półkarłowych posadzony umiarkowanie gęsto, z obsadą 800 – 1000 drzew/ha. Pierwszy typ uzyskuje wcześniej, już w trzy lata, pełnię owocowania, lecz wymaga lepszej gleby, nawadniania i staranniejszej pielęgnacji niż typ drugi. Ponadto w „gęstym” sadzie tworzyć się może mikroklimat



sprzyjający rozwojowi chorób grzybowych w skutek niedostatku światła, braku ruchu powietrza i zalegania wilgoci na liściach.

W badaniach prowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa na terenie Ekologicznego Sadu Doświadczalnego w Nowym Dworze Parceli, nad możliwościami uprawy różnych gatunków drzew owocowych metodami ekologicznymi stwierdzono duży problem w nawożeniu drzew starszych, będących w pełni plonowania. Podstawą gospodarki nawozowej w sadzie ekologicznym jest uzyskanie gleby zrównoważonej pod względem zawartości składników pokarmowych, o właściwym odczynie, bogatej w materię organiczną. Przed posadzeniem drzew na terenie ESD IO zastosowano obfite nawożenie organiczne w dawce około 50t/ha, uważanej za wystarczającą, dostarczającą do gleby odpowiednią ilość materii organicznej. Regulacja odczynu gleby i korekta zasobności w niektóre składniki mineralne (fosfor, magnez, potas czy wapń) jest zapewniona poprzez stosowanie różnych mineralnych i organicznych nawozów dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Według aktualnych zaleceń Instytutu Uprawy i Nawożenia Gleby w Puławach, jednostki odpowiedzialnej w kraju za kwalifikację nawozów do upraw ekologicznych, do nawożenia azotowego polecanych jest niewiele środków.

Składniki pokarmowe z nawozów organicznych są wolniej uwalniane niż z nawozów mineralnych, a tempo ich uwalniania uzależnione jest od biologicznej aktywności gleby, która prowadzi do mineralizacji materii organicznej, do form przyswajalnych przez rośliny. Większość programów nawożenia organicznego za cel podstawowy przyjmuje uzupełnienie zasobności gleby w azot, ponieważ składnik ten jest najbardziej plonotwórczy, a przy tym bardzo trudny do pozyskania w systemie ekologicznym. Może być on dostarczany tylko w postaci nawozów naturalnych i organicznych.

W 2016 roku badania były prowadzone w ramach dwóch podzadań:

- 1. Wpływ zróżnicowanej rozstawy sadzenia (obsady) oraz sposobów nawożenia na wzrost, owocowanie i zdrowotność drzew odmian jabłoni.**
- 2. Badania mikrobiocenozy gleby w ekologicznym sadzie jabłoniowym w zależności od obsady oraz nawożenia drzew odmian jabłoni.**

Podzadanie 1. Wpływ zróżnicowanej rozstawy sadzenia (obsady) oraz sposobów nawożenia na wzrost, owocowanie i zdrowotność drzew odmian jabłoni.

Badania nad wpływem zróżnicowanej rozstawy sadzenia oraz sposobami nawożenia na wzrost, owocowanie i zdrowotność drzew jabłoni przeprowadzono w Ekologicznym Sadzie Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Nowym Dworze Parceli. Badania przeprowadzono na dwóch przylegających do siebie kwaterach jabłoni, na 11- letnich drzewach dwóch odmian 'Pinova' i 'Topaz'. Drzewa obu odmian rosły w dwóch kwaterach różniących się między sobą rozstawą sadzenia i podkładką. Pierwsza kwatera to drzewa rosnące na podkładce M.26 w rozstawie 4 x 3 m (obsada ~ 830 drzew/ha), druga to drzewa szczepione na podkładce M.9 posadzone w dużym zagęszczeniu 3 x 1 m (obsada ~ 3330 drzew/ha).

Drzewa objęte badaniami rosły na glebie płowej, piaszczysto-gliniastej, klasy IVb. W sadzie założona jest murawa w międzyrzędziach. W rzędach chwasty były niszczone przy pomocy glebogryzarki uchyłnej. Drzewa jabłoni były nawadniane kroplowo, po dwa kroplowniki pod każdym drzewem. W sezonie wegetacyjnym system nawodnieniowy był załączany, na podstawie odczytów z tensjometrów zamontowanych na różnej głębokości gleby, w rzędach drzew. Korony drzew były prowadzone w formie wrzecionowej przy pomocy słabego cięcia i przyginania pędów.



Ochrona drzew była prowadzona zgodnie z obowiązującymi przepisami produkcji ekologicznej, pod nadzorem komisji certyfikującej. W celu zwalczania chorób grzybowych stosowane były opryskiwania drzew preparatami miedziowymi i siarkowymi. Mszyce zwalczano roztworem mydła potasowego. Do zwalczania owocówek stosowano preparat wirusowy Madex S.C. 250 ml/1000 l wody/ha z dodatkiem 250g odtłuszczonego mleka w proszku. Pędy porażone mączniakiem były systematycznie wycinane w trakcie prowadzonych lustracji drzew.

Celem badań wykonanych w ramach tego podzadania było opracowanie skutecznego i efektywnego programu nawożenia drzew jabłoni w sadzie ekologicznym z wykorzystaniem nawozów naturalnych (gnojówka bydlęca) oraz nawozów organicznych, dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

W badaniach zastosowano 6 kombinacji nawożeniowych:

1. Nawożenie doglebowe - gnojówka bydlęca,
2. Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (KALISOP® - siarczan potasu),
3. Nawożenie doglebowe - nawóz organiczny (FERTIL - zawierający azot organiczny),
4. Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (FERTIL + NaturalCropSL - nawozy organiczne z N org.),
5. Nawożenie dolistne – NaturalCropSL (nawóz organiczny, z N org.),
6. Kontrola – drzewa nienawożone.

Każda z 6 kombinacji była reprezentowana przez 16 drzew każdej odmiany (4 powtórzenia po 4 drzewa), na obu kwaterach jabłoni, posadzonych w dużym i umiarkowanym zagęszczeniu. Nawozy doglebowe były rozsiewane na poletkach ręcznie, a zabiegi nawożenia dolistnego były wykonywane opryskiwaczem motorowo-plecakowym firmy „Stihl”, o pojemności zbiornika ok. 15 dm³. Pozostałe zabiegi ochroniarskie były prowadzone zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami produkcji ekologicznej. W doświadczeniu oceniano wielkość drzew na podstawie pomiaru obwodu pnia, a także plon z każdego drzewa, wielkość owoców oraz ich wybarwienie.

Wykonano także badania laboratoryjne jak analiza gleby i liści z każdej kombinacji. Również zmierzono intensywność barwy zielonej liści oraz określono nasłonecznienie sadu poprzez pomiary intercepcji światła na poziomie gruntu oraz w koronach drzew za pomocą solarymetru przenośnego, firmy Delta-T Devices Ltd.(Anglia). Oceniano także występowanie szkodników i ich wpływ na jakość zebranych owoców. Przed założeniem doświadczenia, oraz w jego trakcie wykonywano zabiegi agrotechniczne.

W kombinacji pierwszej w rzędy drzew rozlano gnojówkę bydlęcą w dawce około 40 m³/ha. Przed jej aplikacją pobrano do analizy laboratoryjnej próbkę, w której określono zawartość poszczególnych składników pokarmowych (tab. 1).

Tabela 1. Zawartość składników pokarmowych w gnojówce bydlęcej zastosowanej w badaniach.

P	K	Mg	Ca	N og.	C
mg/kg				%	
24,0	10805	447	2,61	0,48	1,85

W kombinacji drugiej zastosowano granulowany nawóz KALISOP®. Jest to wysokoskoncentrowany nawóz dwuskładnikowy, zawierający 50 % K₂O i 45 % SO₃ w postaci siarczanowej. Nawóz ten jest całkowicie rozpuszczalny w wodzie. Dzięki temu potas i siarka są bezpośrednio przyswajalne przez rośliny. Nawóz ten polepsza wykorzystanie azotu. Dla drzew owocowych dawka nawożeniowa to 300-500 kg/ha.



Trzecią kombinację stanowiły drzewa, które nawożono granulowanym nawozem organicznym FERTIL. Nawóz ten zawiera organiczny N - 12,5%, i węgiel C_{ORG} – 42%. Stymuluje on aktywność mikrobiologiczną gleby, co sprzyja absorpcji składników odżywczych i wspomaga wzrost korzeni szczególnie w pierwszych etapach rozwoju rośliny. 40% azotu organicznego z produktu jest dostępna dla roślin w ciągu pierwszych 2-3 tygodni od zastosowania, podczas gdy pozostała część 60% jest stopniowo uwalniana w ciągu 3-5 miesięcy. Nawóz ten zastosowano w rzędy drzew, w dawce 400 kg/ha.

W kombinacji czwartej (4) zastosowano nawożenie doglebowe (FERTIL), oraz nawożenie dolistne. Nawozem dolistnym użytym w doświadczeniu był preparat NaturalCropSL. Jest to enzymatyczny koncentrat L-aminokwasowy. Powstaje w jednoetapowym procesie hydrolizy enzymatycznej kolagenu, który umożliwia uzyskanie wysokiej koncentracji biologicznie aktywnych polipeptydów, peptydów i aminokwasów. Składniki te tworząc naturalne chelaty z aplikowanymi dolistnie składnikami mineralnymi wspomagają ich pobieranie i wykorzystanie przez rośliny. Koncentrat ten stosowano 8 razy w dawce 1,5 l/ha.

Nawożenie wyłącznie dolistne wykonano w ramach kombinacji piątej (5). Nawozem zastosowanym w tym przypadku był, jak w poprzedniej kombinacji NaturalCropSL w tej samej dawce. Kombinację szóstą (6) stanowiły drzewa na poletkach kontrolnych, na których nie stosowano żadnego nawożenia.

Nawożenie drzew rozpoczęto 21 kwietnia. W tym dniu wykonano nawożenie doglebowe w kombinacjach: 1, 2, 3 i 4.

Drugie nawożenie, aplikację dolistną (w kombinacjach 4 i 5) rozpoczęto 17 czerwca. Następnie siedmiokrotnie nawożono dolistnie drzewa, w odstępach 3-4 dniowych, licząc od daty rozpoczęcia (17.06)..

Wiosną 2016 r. na obu kwaterach jabłoni przeprowadzono ocenę stanu zdrowotnego drzew po zimie. Nie wykazała ona żadnych uszkodzeń drewna i pąków kwiatowych. Wiosną wykonano zasadnicze cięcie drzew, a w trakcie sezonu wegetacyjnego usuwano odrosty korzeniowe. Oprócz prac pielęgnacyjnych prowadzono prace agrotechniczne związane z utrzymaniem gleby, min. niszczenie chwastów w rzędach drzew oraz koszenie murawy w międzyrzędziach. W miarę potrzeb usuwano zasychające pędy. Na początku marca wykonano ocenę porażenia drzew przez patogeny wywołujące choroby kory i drewna. Uszkodzenia drzew z powodu tych chorób były sporadyczne i nie miały wpływu na ich ogólną kondycję.

Początek kwitnienia drzew odmian 'Pinova' i 'Topaz' rosnących w dwóch rozstawach zanotowano 4 maja, pełnia kwitnienia przypadła na 7 maja, a koniec odnotowano 14 maja. Kwitnienie przebiegało bez zakłóceń i było dość obite – 7 stopni (9-stopniowa skala bonitacyjna). W okresie kwitnienia panowała pogoda sprzyjająca dobremu zawiązaniu owoców. Było ciepło i bez opadów. Opady deszczu pojawiły się w połowie maja, co miało wpływ na zakończenie kwitnienia drzew. Owoce zawiązały się obficie, zwłaszcza na odmianie 'Pinova'.

Wyniki

W połowie sierpnia wykonano pomiar intensywności barwy zielonej liścia przy użyciu SPADU 502Plus firmy KONICA MINOLTA. Badanie przeprowadzono na 800 liściach w każdej kombinacji (4 powtórzenia po 4 drzewa). Uzyskane wyniki wskazują, że największą intensywność barwy zielonej liścia miały liście z drzew, w których rozlano gnojówkę bydlęcą niezależnie od rozstawy sadzenia i odmiany (tab. 2). W większości kombinacji „nawożeniowych” drzewa w gęstej rozstawie charakteryzowały się większą intensywnością barwy zielonej liścia w porównaniu do drzew w luźniejszej rozstawie. Wskazują to pozytywny wpływ nawożenia, zwłaszcza drzew karłowych. W przypadku drzew kontrolnych większą intensywność barwy zielonej miały liście na drzewach półkarłowych.



Tabela 2. Intensywność barwy zielonej liścia w zależności od rozstawy sadzenia i nawożenia.

Kombinacja	‘Pinova’		‘Topaz’	
	M.9	M.26	M.9	M.26
	3 x1 m	4 x3 m	3 x1 m	4 x3 m
1 Gnojówka bydłęca	48,9	45,6	51,4	42,8
2 Siarczan potasu	34,7	38,5	39,3	39,4
3 Fertil	38,2	40,7	41,1	41,2
4 Fertil + NaturalCropSL	39,2	35,4	41,6	39,9
5 NaturalCropSL	36,9	35,8	40,4	39,4
6 Kontrola	34,3	37,3	40,9	41,2

W połowie sierpnia z drzew obu odmian we wszystkich kombinacjach badawczych zebrano liście do analizy laboratoryjnej, której wyniki przedstawiają tabele 3 i 4. Zawartość azotu oznaczono wg Dumas’a metodą konduktometryczną. Z kolei zawartość fosforu, potasu i magnezu oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES). Suchą masę oznaczono metodą wagową.

Badania składu mineralnego liści wykonano w Laboratorium Badania Jakości Produktów Ogrodniczych IO.

Tabela 3. Wpływ rozstawy sadzenia oraz zróżnicowanego nawożenia na zawartość składników pokarmowych w liściach odmiany ‘Pinova’ (w nawiasach podano optymalne zawartości składnika).

Kombinacje	N	P	K	Mg
	(2,1-2,4)	(0,15-0,26)	(1,0-1,5)	(0,21-0,32)
% s.m.				
1. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	2,59	0,18	1,72	0,15
2. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	2,03	0,39	2,11	0,15
3. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	2,01	0,27	2,01	0,17
4. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	2,12	0,33	1,97	0,16
5. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	2,06	0,32	1,99	0,14
6. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	2,31	0,31	1,89	0,15
1. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,17	0,22	1,83	0,14
2. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,07	0,38	1,89	0,19
3. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,14	0,26	1,80	0,18
4. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,28	0,25	1,77	0,19
5. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	1,95	0,31	2,12	0,20
6. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,09	0,34	2,18	0,18

Wyniki zawartości składników pokarmowych w liściach odmiany ‘Pinova’ wskazują, że największą zawartość azotu miały liście z drzew nawożonych gnojówką (tab. 3). W przypadku drzew rosnących w gęstej rozstawie zawartość N była bardzo wysoka, powyżej zawartości optymalnej. Odpowiednią zawartość tego składnika mineralnego miały też liście z drzew nawożonych doglebowo i dolistnie – kombinacja 4 (nawozy Fertil + NaturalCropSL). Zawartość pozostałych składników, za wyjątkiem magnezu, była w większości kombinacji optymalna. Zastosowane w badaniach nawożenie nie wpłynęło korzystnie na zawartość magnezu w liściach odm. ‘Pinova’.

Wyniki analizy zawartości składników pokarmowych w liściach odmiany ‘Topaz’ wskazują, że największą, optymalną zawartość azotu miały liście zebrane z drzew nawożonych gnojówką, rosnących w rozstawie 3 x 1 m. Liście pobrane z drzew nawożonych gnojówką i rosnące w luźnej rozstawie miały deficytową zawartość N, podobnie jak liście z pozostałych



kombinacji. Zawartość fosforu była optymalna tylko w liściach z drzew nawożonych gnojówką. W pozostałych kombinacjach zebrane liście charakteryzowały się wysoką zawartością tego składnika. Zawartość potasu była wysoka, powyżej optymalnej, we wszystkich kombinacjach. Natomiast zawartość magnezu była najniższa w liściach zebranych z drzew nawożonych gnojówką. W pozostałych kombinacjach zawartość Mg w liściach była optymalna lub bardzo zbliżona do optymalnej.

Tabela 4. Wpływ rozstawy sadzenia oraz nawożenia na zawartość składników pokarmowych (% s.m.w liściach) odmiany ‘Topaz’ (w nawiasach podano optymalne zawartości składnika).

Kombinacje	N (2,1-2,4)	P (0,15-0,26)	K (1,0-1,5)	Mg (0,21-0,32)
1. ‘Topaz’/M.9 3x1 m	2,40	0,19	1,85	0,18
2. ‘Topaz’/M.9 3x1 m	2,04	0,57	2,19	0,20
3. ‘Topaz’/M.9 3x1 m	1,93	0,51	2,36	0,22
4. ‘Topaz’/M.9 3x1 m	2,15	0,43	2,07	0,22
5. ‘Topaz’/M.9 3x1 m	2,02	0,45	2,20	0,19
6. ‘Topaz’/M.9 3x1 m - kontrola	1,88	0,46	2,29	0,18
1. ‘Topaz’/M.26 4x3 m	1,96	0,25	1,94	0,19
2. ‘Topaz’/M.26 4x3 m	1,80	0,44	2,39	0,22
3. ‘Topaz’/M.26 4x3 m	1,87	0,35	2,07	0,20
4. ‘Topaz’/M.26 4x3 m	1,71	0,28	2,13	0,18
5. ‘Topaz’/M.26 4x3 m	1,76	0,44	2,19	0,25
6. ‘Topaz’/M.26 4x3 m – kontrola	1,90	0,50	2,15	0,22

Na przełomie lipca i sierpnia wykonano pomiary intercepcji światła na poziomie gruntu oraz w koronach drzew za pomocą solarymetru przenośnego, firmy angielskiej Delta-T Devices Ltd. Nasłonecznienie sadu odgrywa decydującą rolę plonotwórczą obok żyzności gleby i dostatku wody w zasięgu systemu korzeniowego drzew. Plon owoców jest wprost proporcjonalny do intercepcji światła słonecznego, natomiast o jakości owoców decyduje równomierność dystrybucji światła w koronach drzew. W standardowych intensywnych sadach na podkładkach karłowych intercepcja światła osiąga 60 – 70 %. W zewnętrznym płaszczu korony o miąższości około 70 cm uzyskuje się korzystne nasłonecznienie wynoszące 50–70 % nasłonecznienia nad sadem, które zapewnia wysoką jakość owoców. Nasłonecznienie w środku i u podstawy koron w takim sadzie często nie przekracza 20–30 % nasłonecznienia nad koronami, co jest przyczyną słabszego owocowania tej części drzewa i braku rumieńca na jabłkach.

Tabela 5. Procent intercepcji światła słonecznego i nasłonecznienie na trzech poziomach w koronach drzew dwóch odmian jabłoni rosnących w różnych rozstawach.

Kombinacje podkładek i rozstaw	Intercepcja światła (%)	Rozkład światła w koronie (Wat/m ²)		
		Podstawa korony	Środek korony	Wierzchołek korony
‘Pinova’/M.26 4 x 3 m	27,4	181	285	401
‘Pinova’/M.9 3 x 1 m	36,7	185	283	358
‘Topaz’/M.26 4 x 3 m	34,4	166	278	386
‘Topaz’/M.9 3 x 1 m	42,8	238	319	427



Pomiary intercepcji i dystrybucji światła słonecznego wykazały stosunkowo niską intercepcję światła, szczególnie na kwaterze sadzonej w rozstawie 4 x 3 m (tab. 5). Na kwaterze z drzewami karłowymi sadzonymi w rozstawie 3 x 1 m intercepcja była wyższa, lecz jeszcze daleka od pożądanej (około 70 %). Wyniki te wskazują, że nawet kwatery jabłoni sadzonych gęsto (3 x 1 m), po 11 latach nie osiągnęła wymaganej zwartości i nie wytworzyła specyficznego mikroklimatu. Nasłonecznienie w obu kwaterach, a szczególnie w rozstawie 4 x 3 m osiągnęło wartości krytyczne co może przekładać się na plonowanie drzew w następnym roku.

Na wzrost i plonowanie drzew bardzo ważny wpływ ma żyzność gleby, dlatego pod koniec września z obu kwater i wszystkich kombinacji zebrano próbki gleby do analizy (tab. 6 i 7). Próbkę pobierano z dwóch warstw 0-20 cm i 20-40 cm. W laboratorium oznaczono pH w KCl metodą elektrochemiczną. Zbadano także zawartość fosforu, potasu i magnezu. Zawartość fosforu i potasu oznaczono wg Egnera-Rhiema, metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES). Z kolei zawartość magnezu oznaczono wg Schachtschabela, tą samą metodą co fosfor i potas.

Analiza odczynu gleby wykazała, że dla większości próbek gleby pobranych z badanych kombinacji jest on optymalny. Przyjmuje się, że poziom optymalny dla sadu jabłoniowego to pH 6,2-6,7.

Tabela 6. Wpływ rozstawy sadzenia i nawożenia na zawartość składników mineralnych w glebie dla odmiany ‘Pinova’

Kombinacje	pH KCl	P	K	Mg
		mg/100 g gleby		
‘Pinova’/M.9; 1. 0-20	6,56	10,6	47,9	11,0
‘Pinova’/M.9; 1. 20-40	6,50	6,83	33,5	6,48
‘Pinova’/M.9; 2. 0-20	6,40	12,5	66,1	10,0
‘Pinova’/M.9; 2. 20-40	6,21	9,46	55,7	7,10
‘Pinova’/M.9; 3. 0-20	6,22	13,0	19,9	9,21
‘Pinova’/M.9; 3. 20-40	6,18	6,80	9,65	4,72
‘Pinova’/M.9; 4. 0-20	6,10	8,74	12,3	6,82
‘Pinova’/M.9; 4. 20-40	5,94	8,21	9,71	6,89
‘Pinova’/M.9; 5. 0-20	6,18	9,82	15,5	9,55
‘Pinova’/M.9; 5. 20-40	6,06	7,45	11,7	7,64
‘Pinova’/M.9; 6. 0-20	6,39	16,7	19,1	11,1
‘Pinova’/M.9; 6. 20-40	6,25	13,2	16,2	9,51
‘Pinova’/M.26; 1. 0-20	6,95	16,5	66,4	11,6
‘Pinova’/M.26; 1. 20-40	6,25	9,70	51,5	6,56
‘Pinova’/M.26; 2. 0-20	6,37	9,94	42,1	9,14
‘Pinova’/M.26; 2. 20-40	6,18	7,11	25,9	7,94
‘Pinova’/M.26; 3. 0-20	6,04	13,5	30,6	13,5
‘Pinova’/M.26; 3. 20-40	6,03	6,86	17,7	10,0
‘Pinova’/M.26; 4. 0-20	6,04	9,62	23,6	9,57
‘Pinova’/M.26; 4. 20-40	6,01	4,80	12,7	7,61
‘Pinova’/M.26; 5. 0-20	6,13	7,92	22,4	8,89
‘Pinova’/M.26; 5. 20-40	5,58	4,88	17,5	8,91
‘Pinova’/M.26; 6. 0-20	6,53	13,2	33,6	13,5
‘Pinova’/M.26; 6. 20-40	6,34	6,77	16,9	10,4



Porównując uzyskane wyniki składników mineralnych z liczbami granicznymi dla zawartości składników przyswajalnych w glebie można określić zasobność gleby i określić wysokość dawek nawozowych dla: fosforu, potasu i magnezu. W zależności od wyników, przy wysokiej zasobności gleby nawożenie danym składnikiem jest zbędne, zaś przy niskiej zasobności – należy stosować podwyższone ilości nawozów.

Analizując wyniki dla fosforu, potasu i magnezu z liczbami granicznymi, należy stwierdzić, że zawartość tych składników mineralnych w próbkach pobranych z warstwy ornej, jak i podornej w rzędach drzew odmiany ‘Pinova’ była wysoka (tab. 6).

Bardzo ważny jest też stosunek K/Mg, który uważa się za bardzo wysoki przy wartości >6 , wysoki dla 3,5 - 6, a poprawny $<3,5$. Dla większości próbek wartość K/Mg była poprawna. W dwóch kombinacjach, w których drzewa nawożono gnojówką (1) i siarczanem potasu (2) stosunek tych składników był bardzo wysoki, zarówno dla gęstej, jak i luźnej rozstawy drzew. Podobne wyniki zawartości składników mineralnych w glebie uzyskano dla próbek z rzędów drzew odmiany ‘Topaz’ (tab. 7). Zawartość P, K i Mg była wysoka w próbkach pobranych ze wszystkich kombinacji, a stosunek K/Mg był bardzo wysoki w pierwszej i drugiej kombinacji nawożeniowej.

Tabela 7. Wpływ rozstawy sadzenia i nawożenia na zawartość składników mineralnych w glebie dla odmiany ‘Topaz’.

Kombinacje	pH KCl	P	K	Mg
		mg/100 g gleby		
‘Topaz’/M.9; 1. 0-20	6,33	10,6	44,0	8,50
‘Topaz’/M.9; 1. 20-40	6,28	7,48	41,1	6,36
‘Topaz’/M.9; 2. 0-20	6,71	14,8	53,1	6,91
‘Topaz’/M.9; 2. 20-40	6,50	9,94	25,2	6,38
‘Topaz’/M.9; 3. 0-20	6,11	12,2	14,3	11,2
‘Topaz’/M.9; 3. 20-40	6,22	9,79	9,43	9,74
‘Topaz’/M.9; 4. 0-20	6,10	9,12	12,8	11,5
‘Topaz’/M.9; 4. 20-40	6,12	7,29	7,53	8,06
‘Topaz’/M.9; 5. 0-20	6,28	16,0	18,5	11,6
‘Topaz’/M.9; 5. 20-40	6,11	12,4	9,61	8,87
‘Topaz’/M.9; 6. 0-20	6,41	18,0	24,2	12,9
‘Topaz’/M.9; 6. 20-40	6,32	16,9	18,0	11,7
‘Topaz’/M.26; 1. 0-20	6,52	12,4	35,7	10,9
‘Topaz’/M.26; 1. 20-40	6,59	5,38	18,9	7,70
‘Topaz’/M.26; 2. 0-20	6,44	9,23	59,9	8,74
‘Topaz’/M.26; 2. 20-40	5,92	9,45	51,6	19,4
‘Topaz’/M.26; 3. 0-20	9,12	10,8	12,9	10,7
‘Topaz’/M.26; 3. 20-40	6,22	6,88	9,51	7,20
‘Topaz’/M.26; 4. 0-20	6,42	12,0	11,4	10,1
‘Topaz’/M.26; 4. 20-40	6,23	7,24	10,3	6,92
‘Topaz’/M.26; 5. 0-20	6,40	9,50	20,0	9,28
‘Topaz’/M.26; 5. 20-40	6,40	5,29	8,06	6,19
‘Topaz’/M.26; 6. 0-20	6,10	9,95	26,2	11,8
‘Topaz’/M.26; 6. 20-40	5,85	5,72	18,5	8,25

Nadmiar zawiązków owocowych na drzewach obu odmian, w tym wiele zawiązków uszkodzonych przez szkodniki, wskazywał na konieczność ich ręcznego przerzedzania. Duża ilość zawiązków owocowych u obu odmian w gęstej rozstawie, okazała się bardzo korzystna, ponieważ umożliwiała usunięcie wszystkich jabłek uszkodzonych przez szkodniki. Dzięki ręcznej przerywce owoców ich jakość była dość zadowalająca.



Zbiory owoców z kwater doświadczalnych przeprowadzono w dniach 13 – 14 października 2016 roku. Owoce odmiany ‘Pinova’ zebrano 13.10., a odmiany ‘Topaz’ dzień później. Oceniono plon z każdego drzewa oraz jakość owoców. Zebrane owoce obu odmian, z każdej kombinacji przewieziono do Sadu Doświadczalnego IO w Dąbrowicach k/Skierniewic, gdzie zostały poddane dokładnej ocenie jakościowej na sortownicy elektronicznej firmy Greefa. Na podstawie wyników z sortowania oceniono masę 100 owoców, wielkość owoców w klasach co 0,5 cm i procent pokrycia owoców rumieńcem.

Po zbiorach został również wykonano pomiary obwodów pni. Wielkość ta została następnie przeliczona pole poprzecznego przekroju pnia (PPPP), wyrażona w cm^2 .

Uzyskane wyniki zostały przedstawione w tabelach 8 i 9.

Najwyższe plony jabłek odm. ‘Pinova’ uzyskano z drzew szczepionych na M.26 i nawożonych wiosną gnojówką bydlęcą. Średnio z drzewa zebrano 19,7 kg owoców. (tab. 8). Jednak w przeliczeniu plonów na 1 ha, najbardziej plenne okazały się drzewa rosnące na M.9, w kombinacjach z nawożeniem gnojówką i połączeniem nawożenia doglebowego z dolistym (kom. 4). W przeliczeniu na 1 ha plonowanie było odpowiednio na poziomie 51,3 ton i 49,6 ton. Średni ciężar jabłka odmiany ‘Pinova’ wahał się od 150 do 189 g, co oznacza 6 – 7 jabłek na kilogram. Jest to ilość akceptowana w handlu. Średni ciężar owoców zebranych z drzew odm. ‘Pinova’ szczepionych na podkładce M.9 był wyższy niż z drzew szczepionych na podkładce M.26 jedynie w kombinacji, w której drzewa nawożono gnojówką. W pozostałych kombinacjach nie zaobserwowano większych różnic w wielkości jabłek odm. ‘Pinova’. Wybarwienie owoców odmiany ‘Pinova’ było bardzo dobre. Ponad 90 % owoców tej odmiany miało atrakcyjny, czerwony rumieniec obejmujący $\frac{1}{2}$ powierzchni owocu. Nie stwierdzono wpływu rozstawu sadzenia drzew na wybarwienie owoców.

Tabela 8. Wielkość drzew i plon oraz jakość owoców odmiany ‘Pinova’ rosnącej na podkładce M.9 w rozstawie 3 x 1 m (A) i na M.26 w rozstawie 4 x 3 m (B), w zależności od zastosowanego nawożenia.

Kombinacja	Rozstawa	PPPP* [cm^2]	Plon 2016		Wskaźnik plenności [kg/cm^2]	Masa 100 owoców [kg]	Udział owoców >7 cm [%]	Udział owoców o rum. > 50 [%]
			kg/drz.	t/ha				
1. Gnojówka bydlęca	A	43,0	15,4	51,3	0,36	18,9	49,2	98,5
	B	89,1	19,7	16,3	0,22	16,9	21,0	97,8
2. Siarczan potasu	A	38,5	9,8	32,6	0,25	15,0	15,1	98,9
	B	94,8	16,7	13,8	0,18	15,7	16,7	99,6
3. Fertil	A	50,0	11,3	37,6	0,23	17,3	33,3	96,8
	B	96,2	12,0	9,9	0,12	17,9	36,9	98,7
4. Fertil+NaturalCropSL	A	39,0	14,9	49,6	0,38	17,6	25,0	98,8
	B	74,9	13,9	11,5	0,19	15,9	16,3	98,0
5. NaturalCropSL	A	43,3	9,6	31,9	0,22	14,5	9,6	98,0
	B	89,1	10,3	8,5	0,12	16,4	23,7	96,7
6. Kontrola	A	43,3	7,0	23,3	0,16	15,4	20,7	97,7
	B	79,5	12,9	10,7	0,16	17,0	24,4	97,6

Drzewa odmiany ‘Topaz’ okazały się mniej plenne niż ‘Pinova’. Najwyższe plony zebrano z drzew szczepionych na M.26, w kombinacjach, w których stosowano nawożenie nawozem ‘Fertil’ i gnojówką bydlęcą, odpowiedni 12,9 i 11,4 kg z drzewa. Jednak, w przeliczeniu plonów na 1 ha, najlepiej plonowały drzewa rosnące w gęstej rozstawie i nawożone gnojówką – blisko 30 ton/ha. Również wysokim plonowanie charakteryzowały się drzewa na M.9 rosnące w kombinacji nawożonej doglebowo i dolistnie (Fertil+NaturalCropSL). Najniższe plonowanie uzyskano z drzew w kombinacji kontrolnej. Jakość owoców odmiany ‘Topaz’



była wyraźnie lepsza niż ‘Pinovy’. Średnia masa jabłek odm. ‘Topaz’ wahała się, w zależności od rozstawy i rodzaju nawożenia od 179 g do 231 g. Wybarwienie jabłek było bardzo dobre. Ponad 95 % owoców tej odmiany miało atrakcyjny, czerwony rumieniec obejmujący ½ powierzchni owocu. Nie stwierdzono wpływu rozstawy sadzenia drzew na wybarwienie owoców.

Tabela 9. Wielkość drzew i plon oraz jakość owoców odmiany ‘Topaz’ rosnącej na podkładce M.9 w rozstawie 3 x 1 m (A) i na M.26 w rozstawie 4 x 3 m (B), w zależności od zastosowanego nawożenia.

Kombinacja	Rozstawa	PPPP* [cm ²]	Plon 2016		Wskaźnik plenności [kg/cm ²]	Masa 100 owoców [kg]	Udział owoców >7 cm [%]	Udział owoców o rum. > 50 [%]
			kg/drz.	t/ha				
Gnojówka bydłęca	A	49,1	8,8	29,3	0,18	17,9	27,4	98,0
	B	152,7	9,6	7,9	0,06	23,1	60,2	96,5
Siarczan potasu	A	40,0	7,1	23,6	0,18	18,4	25,9	99,2
	B	125,4	7,6	6,3	0,06	19,5	36,4	95,1
Fertil	A	44,8	6,4	21,3	0,14	20,1	38,2	98,3
	B	128,2	8,5	7,1	0,07	18,8	38,4	97,9
Fertil+NaturalCropSL	A	39,3	8,7	28,9	0,22	21,5	50,2	99,2
	B	128,1	9,6	7,9	0,07	21,2	47,6	98,0
NaturalCropSL	A	45,9	7,3	24,3	0,16	23,5	70,1	99,6
	B	121,7	11,4	9,4	0,09	20,7	52,2	93,6
Kontrola	A	51,0	5,4	17,9	0,11	20,7	45,1	96,9
	B	126,4	12,9	10,7	0,10	20,0	44,2	96,3

W 2016 roku na drzewach pojawił się mączniak jabłoniowy na wierzchołkach pędów w podobnym nasileniu na obydwu odmianach. Pędy te były systematycznie wycinane. Dodatkowo drzewa zostały opryskane preparatem siarkowym. Na odmianie ‘Topaz’ nie zanotowano objawów parcha jabłoniowego, a na odmianie ‘Pinova’ porażenie liści i owoców było nieznaczne, niezależnie od kombinacji nawożeniowej i rozstawy drzew.

Bardzo duży wpływ na wielkość plonów, jak i jakość owoców obu odmian jabłoni miały szkodniki. Znaczne szkody wyrządziły mszyce, owocnice, zwójki i owocówka jabłkowiec. Dość duże porażenie wymusiło przeprowadzenie szczegółowej oceny porażenia owoców przez różne szkodniki.

Tabela 10. Procent uszkodzonych owoców jabłoni odmiany ‘Pinova’ i ‘Topaz’ w zależności od rozstawy sadzenia i nawożenia drzew.

Liczba owoców	Dobre owoce	Zwójki	Sówki miernikowce	Owocnica jabłkowa	Owocówka jabłkowiec	Kwieciak jabłkowiec	Pluskwiaki	Mszyce	% uszkodzonych owoców
‘Topaz’/M.9, rozstawa 3,0 x 1,0 m									
311	166	63	9	20	42	14	7	17	46,6
‘Topaz’/M.26, rozstawa 4,0 x 3,0 m									
374	155	86	10	27	61	19	15	22	58,6
‘Pinova’/M.9, rozstawa 3,0 x 1,0 m									
597	320	112	11	23	94	23	13	29	46,4
‘Pinova’/M.26, rozstawa 4,0 x 3,0 m									
537	197	137	17	33	117	29	17	35	63,3

Szczegółowa analiza wykazała, że udział uszkodzonych jabłek wahał się w granicach od 46 do 64 % wszystkich owoców. Stwierdzono, że rozstawa sadzenia drzew miała wpływ na zdrowotność owoców. W plonie uzyskanym z drzew obu odmian rosnących w gęstej



rozstawie (3 x 1 m) udział owoców uszkodzonych był wyraźnie mniejszy, dla odm. 'Topaz' – 46,6% i 'Pinova' - 46,4 %. Natomiast udział owoców zebranych z drzew rosnących w większej rozstawie było odpowiednio o 10 do 20% większy.

Podzadanie 2. Badania mikrobiocenozy gleby w ekologicznym sadzie jabłoniowym w zależności od obsady oraz nawożenia drzew odmian jabłoni.

Celem badań wykonanych w tym podzadaniu było określenie zmiany składu mikroflory gleby pod wpływem stosowania w sadzie jabłoniowym nawożenia organicznego i naturalnego. Mineralizacja organicznych form azotu do amoniaku, a następnie nitryfikacja do azotanów jest procesem mikrobiologicznym, który wpływa zarówno na dostępność azotu, jak i zmiany w ryzosferze. Proces ten prowadzony jest przez różne grupy bakterii, ale wzajemne oddziaływania z rośliną i mikroorganizmami wpływają na jego wydajność. Grzyby tworzące mikoryzę arbuskularną mogą zwiększać proces mineralizacji materii organicznej w glebie, prowadząc do wzrostu ilości dostępnego azotu. Potwierdzeniem tego jest wzrost stosunku C:N w glebie wywołany obecnością grzybów mikoryzy arbuskularnej.

Gleba do badań pobierana była z obu kwater jabłoni odmian 'Pinova' i 'Topaz' w ESD IO w Nowym Dworze Parceli. Szczegółowe badania próbek przeprowadzono w laboratorium mikrobiologicznym Pracowni Ryzosfery Instytutu Ogrodnictwa.

Do badań dostarczono opakowanie pojemniki plastikowe typu: 'falcon' (czerwiec 2016) o pojemności 50 ml zawierające glebę oraz typu 'moczówka' o pojemności ok. 150 ml (wrzesień 2016) zawierające glebę. Opakowania dostarczone w czerwcu były oznaczone: 'Topaz'/M.9 - kontrola, 'Topaz'/M.26 - kontrola, 'Pinova'/M.9 - kontrola, 'Pinova'/M.26 - kontrola, natomiast opakowania dostarczone we wrześniu były oznaczone: 'Topaz' M.9 (od 1 do 6), 'Topaz'/M.26 (od 1 do 6), 'Pinova'/M.9 (od 1 do 6), 'Pinova'/M.26 (od 1 do 6).

Przygotowanie próbek do badań. Dostarczone próbki gleby dokładnie wymieszano, zawieszono w jałowej wodzie destylowanej w stosunku 1:9 i zhomogenizowano. Następnie z tak przygotowanych zawiesin sporządzono serie kolejnych dziesięciokrotnych rozcieńczeń (10^{-2} - 10^{-5}).

Populację mikroorganizmów oszacowano na następujących pożywkach agarowych:

- ogólną populację bakterii oszacowano na 10% pożywce tryptonowo sojowej (BTL, nr kat. P-0090, S-0001).
- ogólną populację grzybów mikroskopowych oszacowano na pożywce RBC agar z chloramfenikolem (BTL, nr kat. P-0117).
- ogólną populację fluorescencyjnych bakterii z rodzaju *Pseudomonas* oszacowano na pożywce agarowej N (BTL, nr kat. P-0178).

Zainokulowane szalki inkubowano przez: 10 dni w temperaturze 26°C (10% pożywka tryptonowo sojowa), 48 godzin w temperaturze 30°C (pożywka N), oraz 5-7 dni w temperaturze 26°C (RBC agar z chloramfenikolem). Do obliczeń brano pod uwagę szalki na których liczba kolonii znajdowała się w przedziale 30-300.

W celu oszacowania różnorodności mikroorganizmów zasiedlających badane podłoża użyto płytek Ecoplate (Biolog Inc.). Próbki do badań przygotowano według zmodyfikowanej procedury/metody opisanej przez [1]. Próbki (10 g) zawieszono w jałowej wodzie destylowanej (90 g) i zhomogenizowano przy pomocy stomachera (10 minut, prędkość 360 rpm). Z tak przygotowanych zawiesin przygotowano seryjne dziesięciokrotne rozcieńczenia. Następnie płytki Ecoplate inokulowano zawiesiną z rozcieńczenia 10^{-3} w ilości 100 μ l na studzienkę. Zaszczepione płytki inkubowano przez cztery dni w temperaturze 26°C. Wyniki (gęstość optyczną zawiesiny wewnątrz studzienek) odczytywano co 24 godziny dla długości



fali 590 nm przy użyciu półautomatycznego systemu Biolog wyposażonego w czytnik ELx 808 (Biotek) oraz oprogramowanie Microlog3 (wersja 5.2.01).

Aktywność mikroorganizmów oszacowano na podstawie średniej wartości wybarwienia studzienek (Average Well Color Development - AWCD).

Różnorodność mikrobiologiczna została oszacowana przez współczynnik Shannona-Weavera (H) - $H = -\sum p_i(\ln p_i)$, gdzie p_i to poziom aktywności mikroorganizmów w poszczególnych studzienkach (OD_i) podzielony przez aktywność we wszystkich studzienkach ($\sum OD_i$). Przy ocenie poziomu aktywności mikroorganizmów dla współczynnika 'H' oraz ilości metabolizowanych substratów ustalono wartość progową $OD = OD_i - OD$.

Wyniki

Jabłoń odm. 'Pinova' na M.9. W próbkach analizowanych we wrześniu 2016 r. zaobserwowano zwiększenie ogólnej populacji bakterii, w tym fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp, oraz grzybów mikroskopowych w porównaniu do próbek wyjściowych.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych zaobserwowano około pięciokrotne zwiększenie ogólnej liczby bakterii izolowanych z gleby nawożonej gnojówką bydlęcą. Po nawożeniu nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany dolistnie oraz doglebowo) zanotowano zmniejszenie ogólnej populacji bakterii o ok. 25% w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych. W przypadku nawozu mineralnego oraz nawozu organicznego zawierającym azot organiczny (aplikowany łącznie dolistnie i doglebowo) nie zaobserwowano istotnych różnic w wielkości ogólnej populacji bakterii w porównaniu z glebą spod roślin kontrolnych. Nie odnotowano istotnych różnic w aktywności bakterii i ich różnorodności w glebach nawożonych w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych, w glebie spod roślin nawożonych nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo) zaobserwowano zmniejszenie populacji fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp.. W przypadku pozostałych kombinacji doświadczalnych zanotowano wzrost liczebności tych bakterii w/w grupy bakterii w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych, w glebach nawożonych gnojówką bydlęcą oraz nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo, dolistnie oraz łącznie dolistnie i doglebowo) zanotowano zmniejszenie populacji grzybów mikroskopowych. Natomiast w glebie spod roślin nawożonych nawozem mineralnym zanotowano zwiększenie liczebności grzybów mikroskopowych w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych.

Jabłoń odm. 'Topaz' na M.9. W próbkach analizowanych we wrześniu 2016 r. zaobserwowano zwiększenie: ogólnej populacji bakterii w glebie nawożonej obornikiem bydlęcym oraz nawozem mineralnym, ogólnej populacji fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp we wszystkich glebach spod nawożonych roślin oraz ogólnej populacji grzybów mikroskopowych w glebie spod roślin kontrolnych, nawożonych nawozem mineralnym oraz nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany dolistnie). W porównaniu do próbek analizowanych w czerwcu 2016 r. zanotowano zmniejszenie populacji grzybów mikroskopowych w glebie spod roślin nawożonych nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany łącznie dolistnie i doglebowo).

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych zaobserwowano około dwukrotne zwiększenie ogólnej liczby bakterii izolowanych z gleby spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz o ok. 75% w glebie nawożonej nawozem mineralnym. Po nawożeniu nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo oraz łącznie dolistnie i



doglebowo) zanotowano zmniejszenie ogólnej populacji bakterii o odpowiednio 25% i 13% w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych. W przypadku nawozu mineralnego oraz nawozu organicznego zawierającym azot organiczny (aplikowany dolistnie) nie zaobserwowano istotnych różnic. W porównaniu z glebą kontrolną odnotowano istotnie większą aktywność bakterii zasiedlających glebę nawożoną obornikiem bydlęcymi. Nie odnotowano różnic w bioróżnorodności bakterii żyjących w glebach nawożonych w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych, w glebie spod roślin nawożonych nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo) zaobserwowano zmniejszenie populacji fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp.. W przypadku pozostałych kombinacji doświadczalnych zanotowano wzrost liczebności w/w grupy bakterii.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych, w glebach nawożonych gnojówką bydlęcą oraz nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo oraz łącznie dolistnie i doglebowo) zanotowano zmniejszenie populacji grzybów mikroskopowych. Natomiast w glebie spod roślin nawożonych nawozem mineralnym zanotowano zwiększenie liczebności grzybów mikroskopowych w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych.

Jabłoń odm. 'Pinova' na M.26. W próbkach analizowanych we wrześniu 2016 r. zaobserwowano zwiększenie: ogólnej populacji bakterii w glebach spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą, nawozem mineralnym oraz nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo oraz łącznie dolistnie i doglebowo), populacji fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp we wszystkich kombinacjach doświadczalnych oraz grzybów mikroskopowych w glebach spod roślin kontrolnych i nawożonych nawozem mineralnym oraz organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo, dolistnie i łącznie dolistnie i doglebowo) w porównaniu do próbek wyjściowych.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych zaobserwowano zwiększenie ogólnej liczby bakterii z gleby nawożonej gnojówką bydlęcą, nawozem mineralnym i nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo oraz dolistnie). Po nawożeniu nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany łącznie dolistnie i doglebowo) zanotowano zmniejszenie ogólnej populacji bakterii o ok. 30% w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych. Odnotowano mniejszą aktywność bakterii w glebie spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany dolistnie oraz łącznie dolistnie i doglebowo) w porównaniu do roślin kontrolnych. Nie odnotowano istotnych różnic w różnorodności bakterii w glebach nawożonych w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych, w glebie spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą, nawozem mineralnym oraz nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo) zaobserwowano zwiększenie populacji fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp. W przypadku pozostałych kombinacji doświadczalnych nie zanotowano istotnych wpływu nawożenia na populację w/w grupy bakterii.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych, w glebie nawożonej gnojówką bydlęcą zanotowano zmniejszenie populacji grzybów mikroskopowych. W pozostałych kombinacjach doświadczalnych zanotowano wzrost populacji grzybów mikroskopowych w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych od 8 do 38%.

Jabłoń odm. 'Topaz' na M.26. W próbkach z września 2016 r. zaobserwowano zwiększenie: ogólnej populacji bakterii w glebach spod roślin nawożonych: gnojówką bydlęcą, populacji fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp w glebie spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą, nawozem mineralnym, nawozem organicznym zawierającym azot organiczny



(aplikowany doglebowo i łącznie dolistnie i doglebowo) oraz grzybów mikroskopowych w glebach spod roślin nawożonych nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany dolistnie) w porównaniu do próbek wyjściowych. Zaobserwowano również zmniejszenie: ogólnej populacji bakterii w glebie spod roślin nawożonych nawozem mineralnym, nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo i łącznie dolistnie i doglebowo), populacji fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp w glebie spod roślin nawożonych nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany dolistnie), grzybów mikroskopowych w glebie spod roślin kontrolnych oraz nawożonych gnojówką bydlęcą, nawozem mineralnym i nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo oraz łącznie dolistnie i doglebowo).

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych zaobserwowano zwiększenie ogólnej liczby bakterii z gleby nawożonej gnojówką bydlęcą, nawozem mineralnym i nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany dolistnie). Po nawożeniu nawozem mineralnym odnotowano zmniejszenie ogólnej populacji bakterii o odpowiednio ok. 50% w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych. Nie odnotowano różnic w aktywności bakterii i ich różnorodności w glebach nawożonych w porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych, w glebach spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą, nawozem mineralnym oraz nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo oraz łącznie dolistnie i doglebowo) zaobserwowano zwiększenie populacji fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych, w glebach nawożonych nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany doglebowo oraz łącznie dolistnie i doglebowo) odnotowano zmniejszenie ogólnej liczebności grzybów mikroskopowych. W przypadku gleby spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą, nawozem mineralnym lub organicznym zawierającym azot organiczny (aplikowany dolistnie) zanotowano zwiększenie liczebności grzybów mikroskopowych.

Ogólny wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii:

W porównaniu z glebą spod roślin kontrolnych zanotowano istotnie większą ogólną populację bakterii w glebie spod roślin nawożonych obornikiem bydlęcym. Odnotowano istotnie większą populację fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp w glebie spod roślin nawożonych obornikiem bydlęcym oraz nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (stosowany łącznie doglebowo oraz dolistnie). Odnotowano istotnie mniejszą populację grzybów mikroskopowych w glebie spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (stosowany doglebowo oraz łącznie dolistnie i doglebowo). Nie zaobserwowano różnic w aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających analizowane próbki gleby .

Wnioski

Jabłoń odm. 'Pinova' na M.9. W glebie nawożonej gnojówką bydlęcą zaobserwowano korzystne zmiany mikroflory glebowej tj zwiększenie liczebności bakterii w tym fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp, przy jednoczesnym zmniejszeniu populacji grzybów mikroskopowych. Z kolei obserwowana większa populacja grzybów mikroskopowych przy zmniejszonej populacji bakterii w glebie nawożonej nawozem organicznym zawierającym azot organiczny może skutkować zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób grzybowych.



Jabłoń odm. 'Topaz' na M.9. W glebie nawożonej gnojówką bydlęcą zaobserwowano korzystne zmiany dotyczące populacji wybranych grup mikroorganizmów tj zwiększenie aktywności i ogólnej liczebności bakterii w tym fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp, przy jednoczesnym zmniejszeniu populacji grzybów mikroskopowych. W przypadku nawożenia mineralnego odnotowano korzystne zmiany dt zwiększenia ogólnej populacji bakterii i fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp przy jednoczesnym utrzymaniu liczebności grzybów na poziomie gleby spod roślin kontrolnych.

Jabłoń odm. 'Pinova' na M.26. W glebie nawożonej gnojówką bydlęcą zaobserwowano korzystne zmiany dotyczące populacji wybranych grup mikroorganizmów tj zwiększenie liczebności bakterii w tym fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp, przy jednoczesnym zmniejszeniu populacji grzybów mikroskopowych. W przypadku nawożenia mineralnego oraz nawozem organicznym (stosowanym doglebowo oraz dolistnie) zaobserwowano korzystne zmiany w mikroflorze glebowej tj zwiększenie ogólnej populacji bakterii w tym fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp. Z kolei obserwowana większa populacja grzybów mikroskopowych przy zmniejszonej populacji bakterii w glebie nawożonej nawozem organicznym zawierającym azot organiczny (stosowanym łącznie doglebowo i dolistnie) może skutkować zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób grzybowych.

Jabłoń odm. 'Topaz' na M.26. W glebie nawożonej gnojówką bydlęcą zaobserwowano korzystne zmiany w mikroflorze glebowej tj zwiększenie liczebności bakterii w tym fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp.. W glebie spod roślin nawożonych nawozem mineralnym odnotowano niekorzystną zmianę dotyczącą zmniejszenia ogólnej populacji bakterii.

W glebach nawożonych gnojówką bydlęcą zaobserwowano korzystną tendencję do wzrostu ogólnej populacji bakterii, w tym fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp, przy jednoczesnej redukcji populacji grzybów mikroskopowych.

Osoba odpowiedzialna za projekt badawczy:

Dr inż. Paweł Bielicki

Kontakt: Pawel.Bielicki@inhort.pl, tel. 509 435 069

Sprawozdanie z badań realizowanych w 2016 roku znajduje się na stronie internetowej IO:
http://www.inhort.pl/files/projekty_MRiRW/2016/rolnictwo_ekologiczne/sprawozdanie_P.Bielicki.pdf

Nr decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:
HORre-msz-078-2/16 (218), z dnia 20.05.2016 r.



INSTYTUT OGRODNICTWA W SKIERNIEWICACH

2

Warzywnictwo, w tym uprawa ziół metodami ekologicznymi – badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań dla towarowej uprawy ekologicznej warzyw i ziół.

Opracowanie innowacyjnych bioproduktów i technologii dla poprawy jakości gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych



**Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
Zakład Mikrobiologii, Pracownia Rizosfery**

Kierownik Projektu: Dr hab. Lidia Sas Paszt, Prof. IO

Sprawozdanie z realizacji zadania w 2016 roku

Warzywnictwo, w tym uprawa ziół metodami ekologicznymi – badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań dla towarowej uprawy ekologicznej warzyw i ziół. Opracowanie innowacyjnych bioproduktów i technologii dla poprawy jakości gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych.

Wykonawcy: dr hab. Lidia Sas-Paszt, prof. IO, prof. dr hab. Stanisław Kaniszewski, dr hab. Urszula Smolińska, prof. IO, prof. dr hab. Zygmunt Grzyb, dr Anna Lisek, dr Beata Sumorok, dr Jacek Dyško, dr Magdalena Szczech, dr Beata Kowalska, dr Michał Oskiera, mgr inż. Edyta Derkowska, mgr Sławomir Głuszek, mgr Paweł Trzeciński, mgr inż. Krzysztof Weszczak, mgr Michał Przybył, mgr inż. Mateusz Frąc, mgr inż. Teresa Sabat, mgr inż. Artur Kowalski, Maria Dzikowska, Anna Polit.



WSTĘP

Celem zadania było opracowanie innowacyjnych technologii poprawy jakości gleb, z zastosowaniem bioproduktów i pożytecznych mikroorganizmów glebowych. Opracowane zostały innowacyjne konsorcja pożytecznych mikroorganizmów na bazie zasobów zgromadzonych w SYMBIO BANKU Pracowni Rizosfery Zakładu Mikrobiologii, Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Oceniony został wpływ nowo opracowanych biopreparatów na poprawę jakości gleb w uprawach roślin warzywnych. t.j. wielkość populacji pożytecznych mikroorganizmów, odczyn gleb i skład mineralny przed i po aplikacji bioproduktów mikrobiologicznych. Podczas realizacji zadania opracowano nowe bionawozy, t.j. inokulum bakteryjno-mikoryzowe, nawóz organiczny Bioilsa, kompost na bazie węgla brunatnego i biowęgla oraz kwasy humusowe wzbogacone o pożyteczne mikroorganizmy glebowe. Zaproponowana w zadaniu innowacja jest przełomowa w skali kraju i świata. Nowo opracowane technologie i bioprodukty organiczne wzbogacone mikrobiologicznie w kolejnych latach badań będą przekształcone w produkty handlowe. W Polsce istnieje popyt na tego typu bioprodukty, które są konkurencyjne i bardziej skuteczne w stosunku do istniejących na rynku preparatów pochodzenia zagranicznego. Realizacja zadania umożliwi zastosowanie bioproduktów mikrobiologicznych dla poprawy żyzności i produktywności gleb w Polsce. Zwiększenie zawartości materii organicznej w glebie poprzez aplikację bioproduktów organicznych wzbogaconych mikrobiologicznie jest pilną potrzebą w ekologicznej i integrowanej produkcji roślin ogrodniczych i rolniczych. Związki humusowe mają istotne znaczenie w utrzymaniu odporności mechanicznej gleb, stabilności agregatów glebowych, odpowiedniej zawartości materii organicznej i azotu ogólnego, co poprawia wielkość i jakość plonowania roślin oraz bio-fizyko-chemiczne właściwości gleb. Stosowanie intensywnego nawożenia mineralnego, zwłaszcza związkami azotu prowadzi do szybkiego rozkładu związków humusowych w glebach. Umiejętne stosowanie związków humusowych z nawozami azotowymi zapewnia uzyskiwanie wysokiej jakości plonów. Badania prowadzone na świecie wykazują, iż stosowanie w uprawach roślin materii organicznej zmniejsza pobieranie metali ciężkich przez rośliny. Związki humusowe działają biostymulująco na wzrost i plonowanie roślin uprawnych oraz poprawę jakości i produktywności gleb. Badania obejmowały opracowanie i zastosowanie bioproduktów mikrobiologicznych dla zwiększenia zawartości materii organicznej i próchnicy w glebie, na której rosły gatunki warzyw objęte projektem (ogórek i marchew). Wzrost zawartości próchnicy zwiększa aktywność biologiczną gleb, pojemność wodną, pojemność sorpcyjną oraz poprawia wymianę gazową pomiędzy atmosferą a glebą. Zastosowanie organicznych bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie przyczyni się do poprawy jakości gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych oraz ich wzrostu i plonowania. Pożyteczne mikroorganizmy glebowe wspomagają rozkład i mineralizację materii organicznej zawartej w bionawozach i kompostach. Realizacja zadania przyczyni się do poprawy żyzności gleb, wielkości i jakości plonowania roślin warzywnych w uprawach ekologicznych oraz do ochrony wód i środowiska glebowego. Badania prowadzone w Pracowni Rizosfery Instytutu Ogrodnictwa wskazują, iż zastosowanie nawozów, na bazie węgla brunatnego i biowęgla, wzbogaconych mikrobiologicznie zwiększa wielkość populacji i aktywność pożytecznej mikroflory glebowej oraz stymuluje formowanie symbioz pożytecznych mikroorganizmów z korzeniami roślin. Wyniki uzyskane w ramach realizacji zadania pozwolą producentom nawozów organicznych na podjęcie produkcji nowych biopreparatów wzbogaconych mikrobiologicznie, poprawiających wzrost i plonowanie roślin oraz właściwości gleb o niskiej zawartości próchnicy. Wdrożenie innowacyjnych biopreparatów wzbogaconych mikrobiologicznie w ekologicznej produkcji warzyw zwiększy konkurencyjność i dochodowość ekologicznych producentów roślin ogrodniczych oraz firm produkujących bioprodukty wzbogacone mikrobiologicznie. Zaproponowane i zrealizowane zadanie wpisuje się w strategię rozwoju rolnictwa ekologicznego poprzez opracowanie



innowacyjnych bioproduktów i technologii dla poprawy jakości gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych, z zastosowaniem kwasów humusowych i nawozów organicznych wzbogaconych mikrobiologicznie.

PODZADANIE NR 1.

Rekultywacja gleb z niską zawartością materii organicznej w ekologicznych uprawach roślin ogórka i marchwi, z zastosowaniem bioproduktów mikrobiologicznych.

CEL BADAŃ

Celem badań była ocena wpływu bioproduktów mikrobiologicznych na poprawę jakości gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych.

MATERIAŁ I METODY

Określenie właściwości biologicznych gleby: liczebność populacji bakterii i grzybów w glebie i w rizosferze.

Próby gleby pobierano z każdego poletka przed zbiorem warzyw, przy pomocy metalowej laski, z głębokości ok. 15-20cm. Próby korzeni (ogórek) lub zewnętrznych warstw korzeni marchwi wytrząsano przez 20 min na wstrząsarce, w 100 ml soli fizjologicznej w kolbach zawierających szklane kulki. Z uzyskanej zawiesiny określono liczebność wybranych grup mikroorganizmów metodą posiewu kolejnych rozcieńczeń na odpowiednie pożywki mikrobiologiczne:

- 1/ **ogólną ilość bakterii i promieniowców** metodą posiewów na pożywkę agarową z ekstraktem glebowym
- 2/ **liczebność bakterii z rodzaju *Pseudomonas*** określano na pożywce S1;
- 3/ **liczebność bakterii fluoryzujących z rodzaju *Pseudomonas*** na pożywce S1 w świetle UV;
- 4/ **liczebność bakterii tworzących przetrwalniki** określano na pożywce sojowej (1/10 TSA), po uprzednim podgrzaniu zawiesiny przez 10 min. w 80°C;
- 5/ **populację grzybów** określano na pożywce wg Martina.

Opracowanie metod i podłoży do efektywnego namnażania wyselekcjonowanych mikroorganizmów.

Do badań nad składem pożywek hodowlanych użyto danych z systemu Biolog dotyczących efektywności utleniania poszczególnych związków węgla przez bakterie: *Klebsiella oxytoca* (szczep SYMBIO BANKU: NAzot2), *Pseudomonas* sp. (szczep SYMBIO BANKU: Pi25C), *Pantoea agglomerans* (szczep SYMBIO BANKU: Pi77AA). Do badań użyto pożywek na bazie soli M oraz następujących węglowodanów: fruktoza, glukoza, glicerol, sacharoza. Jako kontroli użyto pożywki tryptonowo sojowej-

Identyfikacja mikroorganizmów w glebie przed zastosowaniem biopreparatów wzbogaconych mikrobiologicznie oraz po ich aplikacji.

W ramach badań identyfikowano szczepy bakterii *Klebsiella* sp. NAzot2 oraz *Pantoea agglomerans* Pi77AA aplikowane do gleby w nowo opracowanych bioproduktach w ekologicznych uprawach marchwi i ogórka. Próbkę gleby pobrano po 2 miesiącach od aplikacji bioproduktów w warunkach polowych. Identyfikację szczepów bakterii prowadzono w oparciu o analizę genu 16S rRNA z użyciem techniki DGGE (elektroforeza w denaturującym żelu gradientowym - denaturing gradient gel electrophoresis). Zastosowano metodykę doświadczenia taką samą jak przy ocenie stabilności mikrobiologicznej bioproduktów (opis jak poniżej).

Monitoring stabilności mikrobiologicznej nowo opracowanych bioproduktów i inokulów bakteryjno-grzybowych.

Bioprodukty przygotowano na bazie nośników takich jak odtłuszczone mleko oraz biowęgiel,



które wzbogacono następującymi bakteriami: *Pseudomonas fluorescens* (szczep SYMBIO BANKU: Ps1/2), *Pantoea agglomerans* (szczep SYMBIOBANKU: Pi77AA), *Paenibacillus polymyxa* (szczep SYMBIOBANKU: AFG1AA), *Bacillus subtilis* ss. *subtilis* (szczep SYMBIOBANKU: Sp27d) oraz *Bacillus pumilus* (szczep SYMBIOBANKU: Sp82AA). Odseparowaną biomasę uzyskaną z hodowli w pożywkach płynnych połączono z 10% roztworem odtłuszczonego mleka (BTL, nr kat. D-001), zhomogenizowano i zamrożono w 80°C. Tak przygotowane materiały poddano suszeniu sublimacyjnemu w liofilizatorze. Wysuszone materiały przeniesiono do opakowań i przechowywano w temperaturze pokojowej w eksykatorze lub oraz w lodówce w temperaturze ok. 4°C przez 60 dni. W celu oceny wpływu nośników na mikroorganizmy oraz ich przeżywalności oszacowano populację bakterii metodą posiewów kolejnych rozcieńczeń. Ponadto monitoring stabilności mikrobiologicznej bioproduktów przeprowadzono z użyciem techniki DGGE, która umożliwia ocenę zróżnicowania mikrobiologicznego gleb oraz precyzyjną identyfikację szczepów mikroorganizmów.

Ekstrakcja DNA

Izolację DNA przeprowadzono bezpośrednio po przygotowaniu bioproduktów oraz po ich przechowywaniu przez 2 miesiące, w temperaturze obniżonej (+4°C) i pokojowej (od+22 do +24°C). Ponadto, wyizolowano DNA z kultur szczepów bakterii, które uprzednio aplikowano do bioproduktów: *Bacillus pumilus* Sp82AA, *Bacillus subtilis* ss. *subtilis* Sp27d, *Pantoea agglomerans* Pi77AA oraz *Paenibacillus polymyxa* AFG1AA.

Warunki PCR

Reakcje przeprowadzono z użyciem starterów 907-R oraz GC357-F zawierającego klamrę GC długości 40 pz. Reakcje przeprowadzono w 10 cyklach (94°C 30s, 61°C 60s, 72°C 60s), a następnie w 20 cyklach (94°C 30s, 56°C 60s, 72°C 60s) w termocyklerze S1000™ (BioRad, Hercules, USA).

Analiza DGGE (elektroforeza w denaturującym żelu gradientowym - denaturing gradient gel electrophoresis) bakteryjnego genu 16S rRNA.

Analizę DGGE przeprowadzono z użyciem systemu do wrywania mutacji DCode™ (Universal Mutation Detection System, Bio-Rad, Herkules, CA, USA). Żele poliakrylamidowe w koncentracji 7% przygotowano w gradiencie chemicznym 30%-55%. Elektroforezę prowadzono przez 4,5 godz, w temperaturze 60°C przy napięciu 200V. Żele poliakrylamidowe barwiono z użyciem barwnika SYBR GREEN. Elektroforegramy dokumentowano przy użyciu systemu do dokumentacji żeli (UVP, USA).

WYNIKI

Określenie właściwości mikrobiologicznych gleby: liczebność populacji bakterii i grzybów w glebie i w rizosferze.

Zastosowanie kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie, inokulum bakteryjno-mikoryzowego oraz kompostu wpłynęło na zwiększenie liczby promieniowców w glebie, w której uprawiano rośliny marchwi odmiany Nipomo. Aplikacja Bioilsy wzbogaconej mikrobiologicznie zwiększyła liczebność bakterii wytwarzających przetrwalniki. Bioilsa, kompost, kwasy humusowe i biowęgiel wzbogacone mikrobiologicznie zwiększały populację grzybów w glebie na których uprawiano marchew. Wszystkie badane biopreparaty zwiększały populację drożdżaków oraz wpłynęły na zwiększenie liczebności bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w glebie, w której uprawiano rośliny marchwi odmiany Nipomo. Aplikacja Bioilsy, kwasów humusowych oraz biowęgiel wzbogaconych mikrobiologicznie wpłynęła na zwiększenie ogólnej liczby bakterii w glebie rizosferowej marchwi odmiany Nipomo. Inokulum bakteryjno-mikoryzowe, Bioilsa, kompost i kwasy humusowe wzbogacone mikrobiologicznie zwiększały populację grzybów w glebie. Inokulum bakteryjno-mikoryzowe, Bioilsa, kwasy humusowe wzbogacone mikrobiologicznie oraz obornik korzystnie wpłynęły na



zwiększenie liczebności bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w glebie, w której uprawiano rośliny ogórka odmiany Adam. Zastosowanie kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie oraz obornika korzystnie wpłynęło na ogólną liczebność bakterii w rizosferze ogórka odmiany Adam. Wszystkie zastosowane bioprodukty zwiększały populację bakterii wytwarzających formy przetrwalnikowe. Inokulum bakteryjno-mikoryzowe, kompost, biowęgiel wzbogacone mikrobiologicznie oraz obornik wpłynęły na zwiększenie ogólnej liczebności grzybów w rizosferze ogórka odmiany Adam.

Opracowanie metod i podłoży do efektywnego namnażania wyselekcjonowanych mikroorganizmów.

Najlepszą pożywką do hodowli bakterii była płynna pożywka tryptonowo sojowa. Najlepszymi cukrami do hodowli poszczególnych szczepów bakterii były:

- sacharoza dla *Klebsiella oxytoca* (NAzot 2).
- glicerol i glukoza dla *Pseudomonas* sp. (Pi25C).
- fruktoza i glukoza dla *Pantoea agglomerans* (Pi77AA).

Identyfikacja mikroorganizmów w glebie przed zastosowaniem biopreparatów wzbogaconych mikrobiologicznie oraz po ich aplikacji.

W wyniku przeprowadzonych reakcji ze starterami GC357-F /907-R dla każdej z prób uzyskano produkty PCR wielkości 630 pz. W wyniku analizy DGGE uzyskano elektroforegram przedstawiający obecność amplikonów genu 16S rRNA szczepów kontrolnych oraz w testowanych próbach gleby. **Uzyskane wyniki wskazują, że szczep bakterii, *Klebsiella* sp. NAzot2, wykazywał przeżywalność w glebie ponad dwa miesiące po aplikacji bioproduktów.**

Monitoring stabilności mikrobiologicznej nowo opracowanych bioproduktów i inokulów bakteryjno-grzybowych.

W wyniku analizy DGGE stwierdzono obecność szczepów kontrolnych we wszystkich bioproduktach przechowywanych przez dwa miesiące w temperaturze pokojowej oraz w temperaturze obniżonej do +4°C. **Wynik ten wskazuje, że wszystkie testowane bioprodukty po dwóch miesiącach przechowywania charakteryzowały się wysoką przeżywalnością szczepów bakterii, którymi je inokulowano, niezależnie od zastosowanej temperatury.**

Przeprowadzone testy wykazały wysoką stabilność i przeżywalność pożytecznych mikroorganizmów w bioproduktach podczas ich dwumiesięcznego przechowywania w zróżnicowanej temperaturze. Uzyskane wyniki wykazały także wysoką przeżywalność szczepów bakterii w glebie po aplikacji bioproduktów w ekologicznych uprawach roślin warzywnych. Przeprowadzone badania wykazały zadowalającą przeżywalność bakterii, przechowywanych w lodówce i w temperaturze pokojowej, na poziomie od 71 do 100 % ich wyjściowej populacji.

PODSUMOWANIE

Zastosowane bioprodukty wpłynęły na zwiększenie ogólnej liczby bakterii, bakterii wytwarzających formy przetrwalnikowe, bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, ogólnej liczby grzybów, drożdżaków oraz promieniowców w glebie oraz w glebie rizosferowej roślin marchwi odmiany Nipomo i ogórka odmiany Adam. Po aplikacji badanych biopreparatów zaobserwowano zwiększoną aktywność enzymu dehydrogenazy w glebie pobranej z poletek, na których rosły rośliny ogórka odmiany Adam. Najlepszą pożywką do hodowli bakterii była płynna pożywka tryptonowo sojowa. Najlepszymi cukrami do hodowli poszczególnych szczepów bakterii były:

- sacharoza dla *Klebsiella oxytoca* (NAzot 2).



- glicerol i glukoza dla *Pseudomonas* sp. (Pi25C).
- fruktoza i glukoza dla *Pantoea agglomerans* (Pi77AA).

PODZADANIE NR 2.

Poprawa wzrostu i plonowania roślin warzywnych w uprawach ekologicznych, z zastosowaniem bioproduktów wzbogaconych o pożyteczne mikroorganizmy.

CEL BADAŃ

Celem realizowanego podzadania była ocena wpływu bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie na poprawę wzrostu i plonowania roślin warzywnych w uprawach ekologicznych. Przeprowadzone zostały doświadczenia polowe w ekologicznych obiektach Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach.

MATERIAŁ I METODY

Opracowanie inokulum bakteryjno-mikoryzowego i bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie do doświadczeń polowych i szklarniowych.

Bioprodukty t.j. inokulum bakteryjno-mikoryzowe, Bioilsa wzbogacona mikrobiologicznie, kompost wzbogacony mikrobiologicznie + 10% Biowęgiel, kwasy humusowe (5%) wzbogacone mikrobiologicznie oraz Biowęgiel wzbogacony mikrobiologicznie opracowano w początkowej fazie zadania. Opracowane bioprodukty zaaplikowano wiosną 2016 r. na Polu Doświadczalnym IO, na poletkach doświadczalnych o powierzchni 25 m². Wykonano analizy mikrobiologiczne prób gleby oraz przekazano próby gleby i roślin do badań składu mineralnego. Plantacje marchwi i ogórka chroniono przed chorobami i szkodnikami, stosując dwukrotnie wyciąg z wrotycza, mniszka polnego i czosnku, a następnie 3-krotnie, w odstępach 10 dniowych, preparat o nazwie Funguran OH50WP, zawierający wodorotlenek miedzi. Wykonano analizy wzrostu wegetatywnego i plonowania roślin oraz ocenę cech wzrostu korzeni i stopnia asocjacji mikoryzowej w korzeniach roślin.

Oznaczanie frekwencji mikoryzowej arbuskularnych grzybów mikoryzowych (AGM) w korzeniach roślin warzywnych z doświadczeń szklarniowych i polowych.

W celu określenia stopnia frekwencji mikoryzowej we wrześniu 2016 r. pobrano korzenie roślin marchwi i ogórka, które wybarwiono z zastosowaniem metody opracowanej w Pracowni Rizosfery (Derkowska i in. 2015) i analizowano zgodnie z metodą Trouvelot (1986), przy użyciu mikroskopu fluorescencyjnego z kontrastem fazy Nikon Eclipse 50i oraz kamerą DS-Fil i oprogramowaniem NIS-ELEMENTS BR. Określono: stopień frekwencji mikoryzowej (F%), intensywność mikoryzową (M%, m%) oraz obfitość arbuskul (A%, a%), za pomocą programu MycoCalc: <http://www2.dijon.inra.fr/mychintec/MycoCalc-prg/download.html>

Wpływ bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie na natężenie fotosyntezy oraz maksymalną wydajność fotosystemu II roślin ogórka odmiany Adam.

Określono sprawność aparatu fotosyntetycznego (natężenie fotosyntezy i maksymalną wydajność fotosystemu II) dla 30 liści ogórka z każdej kombinacji doświadczalnej. Natężenie fotosyntezy mierzono przy pomocy analizatora wymiany gazowej LCpro+ (ADC BioScientific, Wielka Brytania), wyposażonego w standardową komorę pomiarową oraz sztuczne źródło światła. Pomiar fluorescencji chlorofilu wykonano za pomocą fluorymetru OS1-FL (Opti-Sciences, USA). Do scharakteryzowania aktywności fotosyntetycznej wykorzystany został wskaźnik fluorescencji wyznaczony po adaptacji w ciemności - Fv/Fm (fluorescencja zmienna/fluorescencja maksymalna), określający maksymalną wydajność fotosystemu II.

Ocenę wzrostu wegetatywnego roślin wykonano po zakończeniu doświadczeń, t.j. pomiary długości pędów, świeżej i suchej masy systemu korzeniowego i części nadziemnej roślin. Określono również pięć cech morfologicznych korzeni t.j. pole powierzchni, długość, średnicę, objętość i liczbę wierzchołków korzeni, a także pole powierzchni i objętość pędów, z

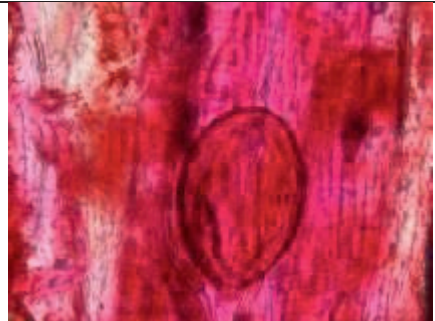
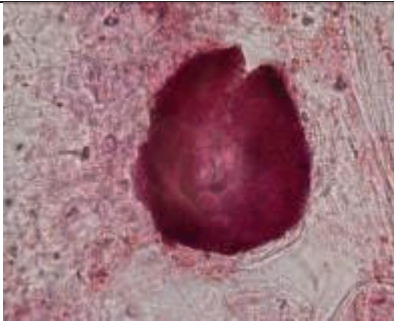


zastosowaniem skanera korzeniowego EPSON EXPRESSION 10000 XL, z oprogramowaniem WinRhizo. Analizy składu mineralnego obejmują zawartość makro- i mikroelementów w roślinach i w glebie pobranej z doświadczeń polowych.

WYNIKI

Oznaczanie frekwencji mikoryzowej arbuskularnych grzybów mikoryzowych (AGM) w korzeniach roślin warzywnych z doświadczeń polowych.

Wyniki doświadczenia potwierdzają korzystny wpływ aplikacji bioproduktów wzbogaconych o pożyteczne mikroorganizmy glebowe na występowanie grzybów AGM oraz formowanie struktur grzybów mikoryzowych (wezykule, arbuskule, grzybnia i spory) w korzeniach badanych roślin marchwi odmiany Nipomo oraz roślin ogórka odmiany Adam.

		
Wezykula w korzeniach marchwi odm. Nipomo po aplikacji inokulum bakteryjno-mikoryzowego (Pracownia Rizosfery IO, 2016).	Zarodnik w korzeniach ogórka odm. Adam po aplikacji inokulum bakteryjno-mikoryzowego (Pracownia Rizosfery IO, 2016).	Grzybnia w korzeniach ogórka odm. Adam po aplikacji inokulum bakteryjno-mikoryzowego (Pracownia Rizosfery IO, 2016).

Wpływ bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie na natężenie fotosyntezy oraz maksymalną wydajność fotosystemu II roślin ogórka odmiany Adam.

Największe natężenie fotosyntezy dla ogórka uzyskano po aplikacji kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie. Najwyższe wartości maksymalnej wydajności fotosystemu II w liściach roślin ogórka odnotowano po zastosowaniu kompostu wzbogaconego mikrobiologicznie łącznie z biowęglem oraz po aplikacji biowęgla wzbogaconego mikrobiologicznie.

Ocena wzrostu wegetatywnego roślin

Zastosowanie kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie wpłynęło na zwiększenie cech wzrostu nadziemnych części roślin marchwi. Najwyższe wartości dla cech wzrostu korzeni roślin marchwi uzyskano po aplikacji bionawozu Bioilsa wzbogaconego mikrobiologicznie. Aplikacja inokulum bakteryjno-mikoryzowego wpłynęło na istotne zwiększenie plonu handlowego marchwi, natomiast aplikacja Bioilsy wzbogaconej mikrobiologicznie wpłynęła na wzrost plonu niehandlowego. Najwyższe wartości dla poszczególnych klas i świeżej masy ogórka uzyskano po aplikacji bionawozu Bioilsa wzbogaconego mikrobiologicznie. Zastosowanie inokulum bakteryjno-mikoryzowego oraz Bioilsy wzbogaconej mikrobiologicznie wpłynęło na zwiększenie masy plonu handlowego ogórka odmiany Adam.

PODSUMOWANIE

Wyniki doświadczenia potwierdzają korzystny wpływ większości aplikowanych bioproduktów wzbogaconych o pożyteczne mikroorganizmy glebowe na występowanie grzybów AGM oraz formowanie struktur grzybów mikoryzowych (wezykule, arbuskule, grzybnia i spory) w korzeniach badanych roślin marchwi odmiany Nipomo i ogórka odmiany Adam. W



porównaniu do roślin kontrolnych, nie inokulowanych mikroorganizmami, zastosowanie kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie wpłynęło na zwiększenie cech wzrostu nadziemnych części roślin marchwi. Najwyższe wartości dla cech wzrostu korzeni roślin marchwi uzyskano po aplikacji bionawozu Bioilsa wzbogaconego mikrobiologicznie. Zastosowanie inokulum bakteryjno-mikoryzowego wpłynęło na zwiększenie zielonej barwy liści roślin ogórka, zwiększenie plonu handlowego marchwi. Najwyższe wartości dla poszczególnych klas i świeżej masy ogórka uzyskano po aplikacji bionawozu Bioilsa wzbogaconego mikrobiologicznie.

PODZADANIE NR 3.

Oznaczenie Wskaźników Jakości Gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych, przed i po aplikacji bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie.

CEL BADAŃ

Celem przeprowadzonych badań było określenie wskaźników jakości gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych, przed i po aplikacji bioproduktów mikrobiologicznych.

MATERIAŁ I METODY

Ocena biochemicznych właściwości gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych

Próbki gleby zostały pobierane z ekologicznych doświadczeń polowych przed i po zastosowaniu bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie. Analizy gleby wykonano w Zakładzie Mikrobiologii IO oraz w Laboratorium Analiz Chemicznych IO.

Określenie właściwości chemicznych gleb.

Przygotowanie gleby do analiz

Świeżą, dobrze wymieszaną próbkę gleby wysuszono do stanu powietrznie suchego w temperaturze nie przekraczającej 40⁰ C. Powietrznie suchą glebę przesiewano przez sito o kwadratowych oczkach wielkości 1 mm.

Oznaczanie pH gleby

Stężenie jonów wodorowych podawane jest najczęściej jako pH gleby, które mierzono w 1M chlorku potasu, metodą potencjometryczną. Odczyn gleby uwzględnia stężenie jonów wodorowych znajdujących się w roztworze glebowym a także jony wodoru słabo związane ze stałą frakcją gleby.

Oznaczanie przyswajalnych form fosforu, potasu, magnezu, mikroelementów

Do oznaczania przyswajalnych form fosforu i potasu w glebie mineralnej wykorzystano metodę Egnera-Riehma. Metoda polega na ekstrahowaniu z gleby związków fosforu i potasu roztworem mleczanu wapnia.

Do oznaczania przyswajalnych form magnezu w glebie mineralnej wykorzystano metodę Schachtschabela. Metoda polega na ekstrahowaniu gleby z 0.025 M chlorkiem wapnia. Jon wapniowy wypiera z kompleksu sorpcyjnego jon magnezowy, który zostaje w ten sposób przeprowadzony do roztworu. Oznaczanie przyswajalnych form mikroelementów w glebie wykonano metodą ekstrakcji w roztworze 1M HCl.

Określenie właściwości chemicznych materiału roślinnego.

Przygotowanie materiału roślinnego do oznaczeń

Próbkę materiału roślinnego suszono do stanu powietrznie suchego w temperaturze nie przekraczającej 65°C. Wysuszoną próbkę zhomogenizowano używając młynka udarowego z sitem o średnicy oczek nie większej niż 1,0 mm. Rozdrobnioną masę roślinną przeniesiono do plastikowego opakowania, zamknięto i oznaczono.

Oznaczanie zawartości składników mineralnych w materiale roślinnym



Oznaczanie zawartości składników mineralnych w materiale roślinnym metodami chemicznymi wymagało przeprowadzenia ich do roztworu. Dokonano tego w procesie mineralizacji (spalania). Spalanie substancji roślinnej na mokro polegało na całkowitym utlenieniu za pomocą ciekłych utleniaczy takich jak stężone kwasy siarkowy, azotowy i nadchlorowy używanych pojedynczo lub w różnych kombinacjach i proporcjach.

Do oznaczenia zawartości składników mineralnych w uzyskanych roztworach, zastosowano pomiary techniką atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)

Zawartość azotu ogólnego zarówno w glebie jak i w materiale roślinnym oznaczono wg Dumas'a, metodą konduktometryczną z użyciem aparatu TruSpec CNS. Tę samą metodę wykorzystano do oznaczania zawartości węgla organicznego w glebie. Zawartość substancji organicznej została wyliczona na podstawie zawartości węgla (Corg.x1.72).

Ocena liczebności mikroorganizmów przed i po zastosowaniu bioproduktów.

Wpływ nowo opracowanych konsorcjów mikroorganizmów badano przed- i po ich aplikacji przy użyciu metod mikrobiologicznych oraz klasycznych. Wykonano 2 serie analiz mikrobiologicznych gleby w następujących terminach:

1/ termin „0” – przed aplikacją biopreparatów 16.06.2016.

2/ termin I – po aplikacji bioproduktów 11.08.2016

Próby gleby pobierano z każdego poletka przy pomocy metalowej laski, z głębokości ok. 15-20 cm. Z gleby tej przygotowywano jedną próbę mieszaną. Jedynie w serii „0” przed wysiewem nasion wykonano analizę jednej próby zbiorczej z każdej kombinacji.

Próby korzeni wytrząsano przez 20 min na wstrząsarce, w 100 ml soli fizjologicznej w kolbach zawierających szklane kulki. Uzyskaną zawiesinę wysiewano na odpowiednie pożywki selektywne.

Liczebność wolno żyjących asymilatorów azotu z rodzaju *Azotobacter* oceniano metodą płytkową na bezazotowej pożywce agarowej. Określano liczbę kolonii bakterii rosnących wokół mikropróbek gleby o wadze ok. 0,5mg (200 mikropróbek na 1 próbę gleby).

WYNIKI

Skład mineralny gleby oraz materiału roślinnego.

Aplikacja kompostu wzbogaconego mikrobiologicznie w połączeniu z biowęglem wpłynęła na zwiększenie pH gleby, zawartości makro- i mikroelementów oraz zawartości substancji organicznej w glebie, na której rosły rośliny marchwi odmiany NIPOMO. Największą powietrznie suchą masę korzeni marchwi odnotowano po aplikacji kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie. Łączna aplikacja kompostu wzbogaconego mikrobiologicznie z biowęglem w największym stopniu wpłynęła na zwiększenie zawartości makroelementów, boru, azotu ogólnego, węgla organicznego i substancji organicznej w glebie, na której rosły rośliny ogórka odmiany ADAM.

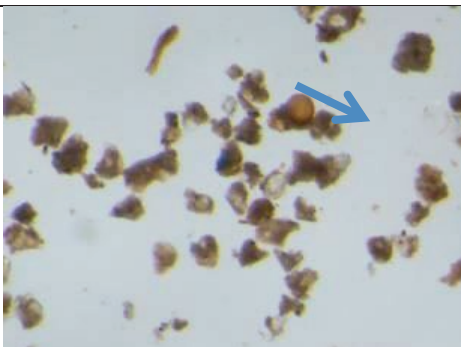
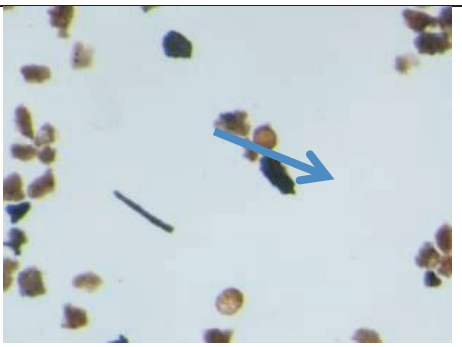
W porównaniu do kontroli, zastosowanie kompostu wzbogaconego mikrobiologicznie z biowęglem, inokulum bakteryjno-mikoryzowego oraz obornika i Bioilsy wpłynęło na istotne zwiększenie mikroelementów w owocach ogórka.

Ocena liczebności populacji pożytecznych mikroorganizmów przed i po zastosowaniu bioproduktów.

Liczebność wybranych grup mikroorganizmów oznaczono w glebie, z poletek przed wysiewem nasion, na których rosły rośliny marchwi i ogórka oraz po aplikacji bioproduktów. Wszystkie zastosowane biopreparaty, z wyjątkiem biowęgla wzbogaconego mikrobiologicznie, wpłynęły na zwiększenie liczebności bakterii wytwarzających formy przetrwalnikowe po ich aplikacji w



uprawie roślin marchwi odmiany Nipomo. Aplikacja inokulum bakteryjno-mikoryzowego, Bioilsy i kompostu wzbogaconych mikrobiologicznie wpłynęła na zwiększenie populacji promieniowców w glebie. Inokulum bakteryjno-mikoryzowe wpłynęło korzystnie na ogólną liczebność bakterii w glebie. Aplikacja kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie zwiększyła liczebność grzybów i drożdżaków w glebie pobranej z poletek doświadczalnych roślin marchwi odmiany Nipomo. Zastosowanie w doświadczeniu polowym inokulum bakteryjno-mikoryzowego, kwasów humusowych oraz biowęgla wzbogaconych mikrobiologicznie zwiększyło liczebność koptotrofów w glebie, w której rosły rośliny marchwi odmiany Nipomo. Aplikacja kompostu i kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie wpłynęła korzystnie na zwiększenie liczebności promieniowców oraz bakterii wytwarzających formy przetrwalnikowe w glebie na których rosły rośliny ogórka odmiany Adam. Aplikacja obornika wpłynęła na zwiększenie liczebności bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w glebie ryzosferowej roślin ogórka. Zastosowanie kompostu, kwasów humusowych i biowęgla wzbogaconych mikrobiologicznie oraz obornika wpłynęło na zwiększenie liczebności koptotrofów w glebie, w której rosły rośliny ogórka odmiany Adam. Aplikacja Bioilsy i kompostu wzbogaconych mikrobiologicznie oraz obornika wpłynęła na zwiększenie liczebności wolno żyjących asymilatów z rodzaju *Azotobacter* w glebie. W doświadczeniach polowych wykazano korzystne działanie bioproduktów mikrobiologicznych na formowanie większej liczby zarodników grzybów mikoryzowych w ryzosferze roślin marchwi i ogórka, w porównaniu do kontroli.

	
<p>Zarodnik AGM w ryzosferze korzeni marchwi odm. Nipomo po aplikacji inokulum bakteryjno-mikoryzowego (Pracownia Rizosfery IO, 2016).</p>	<p>Zarodnik AGM w ryzosferze korzeni marchwi odm. Nipomo traktowanych biowęgłem wzbogaconym mikrobiologicznie (Pracownia Rizosfery IO, 2016).</p>

W porównaniu do korzeni roślin pobranych przed aplikacją bioproduktów, zastosowanie inokulum bakteryjno-mikoryzowego i kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie wpłynęło na zwiększenie stopnia frekwencji mikoryzowej w korzeniach ogórka odmiany Adam oraz stymulację formowania mikoryz pod wpływem zastosowanego inokulum bakteryjno-mikoryzowego w korzeniach roślin marchwi odmiany Nipomo.

PODSUMOWANIE

Wszystkie zastosowane biopreparaty, z wyjątkiem biowęgla wzbogaconego mikrobiologicznie, wpłynęły na zwiększenie liczebności bakterii wytwarzających formy przetrwalnikowe po ich aplikacji w uprawie roślin marchwi odmiany Nipomo. Aplikacja inokulum bakteryjno-mikoryzowego, Bioilsy i kompostu wzbogaconych mikrobiologicznie wpłynęła na zwiększenie populacji promieniowców w glebie. Inokulum bakteryjno-mikoryzowe wpłynęło korzystnie na ogólną liczebność bakterii oraz koptotrofów w glebie, w której rosły rośliny marchwi odmiany Nipomo. Zastosowanie kompostu, kwasów humusowych oraz biowęgla wzbogaconych



mikrobiologicznie wpłynęło na zwiększenie liczebności promieniowców, bakterii wytwarzających formy przetrwalnikowe oraz liczebności koptotrofów w glebie, w której rosły rośliny ogórka odmiany Adam. Aplikacja Bioilsy i kompostu wzbogaconych mikrobiologicznie oraz obornika zwiększyła liczebność wolno żyjących asymilatów z rodzaju *Azotobacter* w glebie pobranej z poletek doświadczalnych, na których rosły rośliny ogórka odmiany Adam.

W doświadczeniach polowych wykazano korzystne działanie konsorcjów mikrobiologicznych oraz bioproduktów mikrobiologicznych na występowanie zarodników grzybów mikoryzowych w rizosferze roślin marchwi. Aplikacja biowęgla wzbogaconego mikrobiologicznie wpłynęła na formowanie największej liczby zarodników arbuskularnych grzybów mikoryzowych w rizosferze roślin marchwi i ogórka, w porównaniu do roślin kontrolnych. W porównaniu do korzeni roślin pobranych przed aplikacją bioproduktów, zastosowanie inokulum-bakteryjno-mikoryzowego i kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie wpłynęło na zwiększenie stopnia frekwencji mikoryzowej w korzeniach ogórka. Aplikacja kompostu wzbogaconego mikrobiologicznie w połączeniu z biowęgłem wpłynęła na zwiększenie pH gleby, zawartości makro- i mikroelementów oraz substancji organicznej w glebie, na której rosły rośliny marchwi odmiany NIPOMO. W porównaniu do kontroli, zastosowanie bionawozu Bioilsa wzbogaconego mikrobiologicznie w największym stopniu wpłynęło na zwiększenie zawartości makroelementów i mikroelementów w korzeniach marchwi. Największą powietrznie suchą masę korzeni marchwi odnotowano po aplikacji kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie. Łączna aplikacja kompostu wzbogaconego mikrobiologicznie z biowęgłem w największym stopniu wpłynęła na zwiększenie zawartości makroelementów, boru, azotu ogólnego, węgla organicznego i substancji organicznej w glebie, na której rosły rośliny ogórka odmiany ADAM. W porównaniu do kontroli, aplikacja bionawozu Bioilsa wzbogaconego mikrobiologicznie w największym stopniu wpłynęła na zwiększenie powietrznie suchej masy i makroelementów w owocach ogórka a zastosowanie kompostu wzbogaconego mikrobiologicznie z biowęgłem, inokulum bakteryjno – mikoryzowego oraz obornika i Bioilsy wpłynęło na istotne zwiększenie mikroelementów w owocach ogórka.

PODZADANIE NR 4.

Opracowanie wyników oraz opracowanie zaleceń nawozowych.

CEL BADAŃ

Celem podzadania było opracowanie nowych bioproduktów oraz technologii ich aplikacji, w celu poprawy żyzności gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych. Nowoopracowane bioprodukty mikrobiologiczne będą wdrożone do praktyki ogrodniczej, co przyczyni się do rozwoju ekologicznej produkcji warzyw i innych roślin ogrodniczych.

METODYKA BADAŃ

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na określenie optymalnych dawek nawożenia bioproduktami, w stosunku do wymagań pokarmowych badanych gatunków i odmian roślin warzywnych rosnących w uprawach ekologicznych oraz terminy i częstotliwość ich stosowania. Opracowano również technologię ich aplikacji, w celu poprawy żyzności gleb w ekologicznych uprawach roślin warzywnych.

WYNIKI

Opracowano następujące zalecenia dla nowoopracowanych bioproduktów:

INOKULUM BAKTERYJNO-MIKORYZOWE

Opis produktu



Skład: szczepy bakterii NAzot2 (*Klebsiella oxytoca*), IAA - kwas indoliloctowy, Pi77AA (*Pantoea agglomerans*), Ps1/2 (*Pseudomonas fluorescens*), N52AD (*Pantoea / Erwinia* sp) oraz gatunki grzybów mikoryzowych *Claroideoglo mus claroideum*, *Gigaspora margarita*, *Funneliformis mosseae*, *Scutellospora dipurpurescens*, *Rhizophagus fasciculatus*.

Sposób działania: bakterie *Klebsiella oxytoca*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas fluorescens* oraz *Pantoea / Erwinia* sp. stymulują wzrost roślin, rozpuszczają związki fosforu, wiążą azot atmosferyczny w glebie, udostępniają roślinom żelazo poprzez zmianę jego wartościowości oraz produkują siderofory. Zastosowane gatunki grzybów mikoryzowych zwiększają odporność roślin na stres wodny, zwiększają powierzchnię chłonną korzeni i powodują wzrost ukorzeniania, zwiększają dostępność fosforu, azotu, potasu, żelaza, manganu i innych mikroelementów dla roślin oraz stymulują ich wzrost i plonowanie roślin.

Sposób stosowania: W przypadku upraw jednorocznych inokulum może być rozsiane na powierzchni gleby albo zastosowane łącznie z wysiewem nasion. Preparat może być także aplikowany w bruzdy, wzdłuż rzędów roślin. Zaleca się stosowanie biopreparatu 1- krotnie w trakcie sezonu wegetacji roślin, najlepiej podczas wysadzania roślin/wysiewu nasion. Stosowanie preparatu powinno być połączone z nawożeniem obornikiem lub innym nawozem organicznym.

Korzyści stosowania: Inokulum zawiera żywe mikroorganizmy, co pozwala na obniżenie dawek nawozów tradycyjnych, zarówno mineralnych jak i organicznych (obornik), dzięki intensyfikacji pobierania składników mineralnych z gleby przez rośliny. Ma on również działanie stymulujące rozwój systemu korzeniowego i zwiększające jego powierzchnię, co jest korzystnym efektem, w kontekście gospodarki wodnej roślin w przypadku nienawadnianych upraw. Dawka bionawozu może być dostosowana do wymagań roślin uprawnych oraz warunków glebowo-klimatycznych, co zwiększa skuteczność inokulacji.

BIOILSA WZBOGACONA MIKROBIOLOGICZNIE

Opis produktu

Skład: produkt zawiera azot organiczny (N – 12.5%, w tym organiczny azot rozpuszczalny w wodzie 5%), węgiel organiczny pochodzenia biologicznego (C - 42%, w tym ekstrahowany węgiel organiczny - 95%) oraz szczepy bakterii NAzot2 *Klebsiella oxytoca* (synteza IAA - kwas indoliloctowy), Pi77AA - *Pantoea agglomerans*, Ps1/2 - *Pseudomonas fluorescens*.

Sposób działania: bakterie *Klebsiella oxytoca*, *Pantoea agglomerans* oraz *Pseudomonas fluorescens* stymulują wzrost roślin, udostępniają niedostępne dla roślin związki fosforu, udostępniają roślinom żelazo, poprzez zmianę jego wartościowości oraz wiążą azot atmosferyczny w glebie.

Sposób stosowania: produkt w formie granulatu aplikowanego doglebowo, w ilości 700 kg na hektar, 1 krotnie, przez wysiewem nasion. Ponadto, biopreparat może być stosowany do zaprawiania nasion roślin warzywnych wodną zawiesiną.

Korzyści stosowania: Zastosowane do wzbogacenia nawozu bakterie, zostały wyizolowane z gleby rizosferowej roślin ogrodniczych, rosnących w warunkach glebowo-klimatycznych Polski, co zwiększa skuteczność i specyficzność działania nowo opracowanego biopreparatu. Stosowanie Bioilsy wzbogaconej mikrobiologicznie wpływa na zwiększenie wzrostu i plonowania roślin oraz pobierania i zawartości składników mineralnych w korzeniach i części nadziemnej roślin, t.j. azot, potas, fosfor, magnez, żelazo.

KOMPOST WZBOGACONY MIKROBIOLOGICZNIE

Opis produktu

Skład: miał węgla brunatnego, szczepy bakterii NAzot2 - *Klebsiella oxytoca* (synteza IAA - kwas indoliloctowy), Pi77AA - *Pantoea agglomerans*, Ps1/2 - *Pseudomonas fluorescens* oraz odpady przemysłu spożywczego, takie jak Vinassa i serwatka. Nowo opracowany kompost zawiera odpowiedni stosunek C:N (w przedziale od 30:1 do 40:1).



Sposób działania: związki humusowe wytwarzane przez utlenianie lignitów węgla brunatnego, w szczególności kwasy humusowe o małym ciężarze cząsteczkowym, są pobierane przez rośliny i wykazują działanie podobne do działania hormonów roślinnych. Stymulują pobieranie pierwiastków, takich jak potas, fosfor, azot, miedź, mangan, żelazo, sód i ich późniejszy metabolizm, w szczególności w odniesieniu do stymulacji wzrostu i plonowania roślin.

Sposób stosowania: Kompost aplikowany jest do gleby. Dawka zależy od rodzaju rośliny uprawnej i zasobności gleby w składniki mineralne oraz organiczne. Kompost powinien być stosowany w ilości 40 t/ha łącznie z doglebowym nawożeniem nawozem azotowym lub z innym bionawozem. Zalecane jest również stosowanie kompostu łącznie z dolistnym nawożeniem nawozem organicznym (np. Vinassa lub ekstraktem z glonów morskich).

Korzyści stosowania: Zastosowanie kompostu powoduje stymulację wzrostu i plonowania roślin oraz poprawę właściwości fizykochemicznych i mikrobiologicznych gleby, co pozwala na ograniczenie mineralnego nawożenia roślin. Stosowanie kompostu zwiększa zawartość materii organicznej w glebie, a przede wszystkim węgla organicznego (50%) co ma długotrwały wpływ na poprawę gospodarki wodnej i redukcję erozji gleby.

KWASY HUMUSOWE WZBOGACONE MIKROBIOLOGICZNIE

Opis produktu

Skład: kwasy humusowe z węgla brunatnego w postaci płynnej oraz szczepy bakterii NAzot2 *Klebsiella oxytoca* (synteza IAA - kwas indoliloctowy), Pi77AA - *Pantoea agglomerans*, Ps1/2 - *Pseudomonas fluorescens*.

Sposób działania: Kwasy humusowe z węgla brunatnego w postaci płynnej wyprodukowano na bazie węgla brunatnego i montmorylonitu. Pomimo niskiej zawartości składników pokarmowych, skuteczność działania kwasów humusowych wzbogaconych o pożyteczne mikroorganizmy, wynika z dużej zawartości substancji humusowych (kwasy humusowe i fulwowe), dzięki którym składniki mineralne w glebie są bardziej przyswajalne dla roślin i poprawiają aktywność mikrobiologiczną gleb.

Sposób stosowania: Preparat z kwasów humusowych wzbogacony mikrobiologicznie można stosować w celu stymulacji wzrostu i plonowania roślin oraz poprawy jakości gleb. Kwasy humusowe wzbogacone mikrobiologicznie stosowane są doglebowo w stężeniu 5%, a ich roztwór wodny należy przygotować bezpośrednio przed aplikacją. Preparat można stosować 2-3 krotnie od momentu rozpoczęcia wzrostu vegetacyjnego przez rośliny, w 2 - 3 tygodniowych odstępach. Dawka zależy od rodzaju rośliny uprawnej i waha się od 50 do 100 litrów na hektar w ciągu sezonu wegetacji.

Korzyści stosowania: Zastosowaniu kwasów humusowych wzbogaconych mikrobiologicznie, pozwala na zmniejszenie stosowania dawek nawozów mineralnych i organicznych. Ponadto, zwiększenie zawartości związków humusowych w glebie polepsza jej właściwości bio-fizykochemiczne, w tym pojemność wodną, co jest szczególnie ważne w uprawach nienawadnianych. Płynna forma bionawozu ułatwia jego aplikację i dostosowanie dawki do potrzeb uprawianych roślin i warunków glebowo-klimatycznych.

BIOWĘGIEL WZBOGACONY MIKROBIOLOGICZNIE

Opis produktu

Skład: części organiczne i ilaste z węgla brunatnego oraz biowęgla, melasa z dodatkami komponentów powodujących ekstrahowanie kwasów humusowych oraz szczepy bakterii NAzot2 - *Klebsiella oxytoca* (synteza IAA - kwas indoliloctowy), Pi77AA - *Pantoea agglomerans*, Ps1/2 - *Pseudomonas fluorescens*.

Sposób działania: Biowęgiel, dzięki właściwościom fizykochemicznym, może być wykorzystywany w produkcji roślinnej do poprawy właściwości gleb, bioremediacji gleb



zanieczyszczonych, sekwestracji węgla w glebie, w procesie kompostowania jako materiał strukturalny, jako dodatek ograniczający emisję amoniaku (redukując emisję N_2O oraz CH_4 z gleb) oraz w produkcji nawozów organicznych. Podnosi również pojemność wodną oraz pH gleb, zapobiega wymywaniu składników pokarmowych oraz wiąże zanieczyszczenia organiczne i nieorganiczne. Biowęgiel pełni także rolę materiału strukturotwórczego i ogranicza straty azotu podczas kompostowania. Jest również wykorzystywany do ograniczania zanieczyszczenia wód podziemnych i powierzchniowych poprzez retencję składników biogennych w glebie oraz do unieszkodliwiania odpadów składowanych na wysypiskach.

Sposób stosowania: Biowęgiel wzbogacony mikrobiologicznie jest aplikowany do gleby w postaci granulek, o wielkości 3-6 mm. Dawka zależy od rodzaju rośliny uprawnej i zasobności gleby i waha się od 10 do 50 t/ha. Powinien być stosowany łącznie z doglebowym nawożeniem nawozem azotowym lub łącznie z dolistnym nawożeniem nawozem organicznym (np. ekstraktem z glonów morskich).

Korzyści stosowania: Jego stosowanie zwiększa wzrost i plonowanie roślin oraz poprawia właściwości gleby. Biowęgiel wzbogacony mikrobiologicznie ma duży potencjał wymiany jonowej, co ułatwia napowietrzenie gleb ciężkich oraz zwiększa absorpcję i penetrację wody. Biowęgiel zastosowany jako ściółka zatrzymuje wilgoć poprzez ograniczenie rozwoju chwastów i zmniejszenie parowania, poprawia strukturę gruzelkową w warstwie ornej gleb, ogranicza erozję oraz wzbogaca glebę w materię organiczną i humus, co przynosi jednocześnie korzyści dla rozwoju mikroflory glebowej.

PODSUMOWANIE KOŃCOWE

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie produkcją i konsumpcją żywności ekologicznej, co jest wyrazem wzrostu świadomości konsumentów w kontekście ochrony środowiska naturalnego i zdrowia człowieka. Badania nad rozwojem przyjaznych dla środowiska metod uprawy roślin ogrodnich obejmują wiele aspektów takich jak: hodowla nowych odmian o podwyższonej odporności na niekorzystne czynniki środowiska, optymalizacja metod nawadniania i nawożenia, wykorzystanie płodozmianu, ściółkowanie gleb oraz stosowanie nawozów pochodzenia naturalnego z aplikacją mikroorganizmów glebowych dla zwiększenia żyzności gleb, a także podniesienia odporności roślin na choroby i szkodniki. Badania wykazały dużą skuteczność pożytecznych mikroorganizmów zgromadzonych w SYMBIO BANK-u w stymulacji wzrostu wegetatywnego i plonowania roślin marchwi odmiany Nipomo i ogórka odmiany Adam. Najbardziej efektywne szczepy i gatunki mikroorganizmów są komponentami nowo opracowanych biopreparatów: biostymulatora, bionawozu, kompostu, biowęgla i inokulum bakteryjno-mikoryzowego. Poznanie bio-fizyko-chemicznych procesów zachodzących w ryzosferze oraz roli symbiotycznych mikroorganizmów, mających największy wpływ na dostępność i pobieranie składników odżywczych przyczyni się do rozwoju ekologicznych metod uprawy roślin ogrodnich. W celu lepszego zrozumienia mechanizmu działania tych mikroorganizmów niezbędna jest ich identyfikacja oraz ocena efektywności ich działania. Identyfikację mikroorganizmów oraz ocenę aktywności mikrobiologicznej gleby prowadzi się w celu określenia bioróżnorodności mikroorganizmów glebowych oraz wpływu warunków środowiska i oddziaływania człowieka poprzez zabiegi agrotechniczne na wielkość ich populacji w glebie. Zastosowanie pożytecznych mikroorganizmów w ekologicznej uprawie roślin ogrodnich zwielokrotni ich korzystny wpływ na potencjał plonotwórczy roślin ogrodnich i poprawi jakość gleb. Powszechne stosowanie innowacyjnych bioproduktów w ekologicznej uprawie warzyw przyczyni się do poprawy dochodowości gospodarstw ogrodnich poprzez obniżenie kosztów produkcji. Konsumenti warzyw, dzięki nowym rozwiązaniom, będą mieli dostęp do tańszych produktów o wysokiej jakości.



ZALECENIA DLA PRAKTYKI

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń polowych wskazują na:

- Korzystny wpływ zastosowanych pożytecznych mikroorganizmów wchodzących w skład nowo opracowanych biopreparatów na zwiększenie populacji i bioróżnorodności bakterii ryzosferowych oraz grzybów mikoryzowych w ryzosferze roślin marchwi odmiany Nipomo oraz ogórka odmiany Adam.
- Wysoką przeżywalność zastosowanych szczepów bakterii, którymi inokulowano rośliny marchwi i ogórka.
- Możliwość rozwoju ekologicznych metod uprawy roślin warzywnych z zastosowaniem nowo opracowanych bioproduktów, które zwiększają jakość i wielkość plonów.
- Zwiększenie dominacji pożytecznej mikroflory glebowej, poprzez aplikację nowo opracowanych bioproduktów, co wpływa na poprawę jakości i żyzności gleb uprawnych i zdegradowanych.
- Możliwość wykorzystania nowo opracowanych bioproduktów jako skutecznych i ekonomicznie opłacalnych metod nawożenia i ochrony roślin warzywnych.
- Możliwość wykorzystania istniejących maszyn w gospodarstwie do aplikacji nowo opracowanych bioproduktów, bez konieczności zakupu nowych urządzeń przeznaczonych do tego celu.
- Możliwość rozwoju firm sektora rolnictwa ekologicznego w Polsce.



INSTYTUT OGRODNICTWA W SKIERNIEWICACH

3

Sadownictwo metodami ekologicznymi - badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn niezamierzonego występowania w produktach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom



**Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
Zakład Ochrony Roślin Sadowniczych**

Sprawozdanie z realizacji zadania w 2016 roku

Sadownictwo metodami ekologicznymi - badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn niezamierzonego występowania w produktach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom

KIEROWNIK PROJEKTU

**DYREKTOR INSTYTUTU
OGRODNICTWA**

dr hab. Barbara H. Łabanowska, prof. IO

prof. dr hab. Małgorzata Korbin

Wykonawcy: dr hab. Barbara H. Łabanowska prof. IO, dr Małgorzata Tartanus, dr hab. Eligio Malusa prof. IO, prof., dr Artur Miszczak, dr Szymczak Jolanta, dr Wojciech Warabieda, mgr Andrea Ceci, mgr Joanna Kicińska, mgr Wojciech Piotrowski, mgr Michał Hołdaj, mgr Damian Gorzka, mgr Krzysztof Rudziński, mgr Jadwiga Czajkowska, mgr Ilona Kuśmierska, mgr Rafał Pejski, mgr Anna Markowicz, mgr Renata Nowak, inż. Barbara Sobieszek, techn. Bożena Pawlik, techn. Stanisław Lesiak, mgr Małgorzata Bartosik, techn. Tadeusz Mańkowski, techn. Grzegorz Skorupiński, techn. Katarzyna Gręda, techn. Katarzyna Kubik, techn. Teresa Bil



Wstęp

DDT w Polsce stosowane było powszechnie w ochronie roślin w latach 50-70 ubiegłego wieku. Po ukazaniu się na rynku środków fosforoorganicznych i innych, zaczęto eliminować bardziej toksyczne środki chloroorganiczne a zwłaszcza te, które zawierały DDT. Zakaz stosowania środków z tej grupy wprowadzono prawie 30 lat temu, jednak nadal gleba i niektóre produkty roślinne zanieczyszczone są pozostałościami tej substancji lub jej metabolitami. Stanowi to tym większe zagrożenie dla środowiska, iż zarówno gleba, jak i różne osady glebowe wykazują skłonności do bioakumulacji tych substancji. Istotne są też fakty potwierdzające, że rośliny mogą akumulować substancje chemiczne (np. z grupy pestycydów chlorowcopochodnych) obecne w glebie nawet w bardzo ograniczonej ilości. Z tego powodu, w celu zapewnienia wysokiej jakości produktów ekologicznych i zgodności technologii produkcji tych surowców z przepisami prawnymi regulującymi system ekologicznej produkcji, ważne jest wyjaśnienie i zrozumienie faktu znajdowania pozostałości DDT i jego metabolitów w produktach ekologicznych lub w glebach, na których ta substancja mogła być stosowana bardzo dawno temu. Trzeba mieć świadomość, że przypadkowa obecność pozostałości DDT w glebie może spowodować zanieczyszczenie produktów ekologicznych, a więc wycofanie zaświadczenia, potwierdzającego, że uzyskane produkty pochodzą z bezpiecznej produkcji ekologicznej.

Celem przeprowadzonych badań w projekcie było poszukiwanie rozwiązań zasadniczego zredukowania ilości DDT oraz jego metabolitów w glebie. Jednym z rozwiązań może być poszukiwanie roślin akumulujących pozostałości DDT, które będą umożliwiać „ekstrakcję” z gleby szkodliwych substancji. Kolejne rozwiązanie to wykorzystanie konsorcjów mikroorganizmów takich jak bakterie i grzyby mikoryzowe wspomagające rozkład DDT do związków niezalegających w glebie i nieszkodliwych.

Ogólna metodyka badań

Doświadczenia polowe zakładano metodą bloków losowanych w 5 powtórzeniach, na plantacjach prowadzonych systemem ekologicznym, doświadczenia laboratoryjno-wazonowe również prowadzono w 5 powtórzeniach, zaś laboratoryjne w 3-4 powtórzeniach.

Przygotowanie gleby do wazonów

Gleba była pobrana z kilku plantacji ekologicznych, na których analitycznie zostało wykryte DDT lub jego metabolity, następnie w celu uzyskania wyższych poziomów DDT gleba została podzielona na 3 części i każda z nich została równomiernie opryskana rozcieńczonymi roztworami DDT-p,p przygotowanymi w następujący sposób:

1. Przygotowanie roztworu o stężeniu 20 mg/ml DDT-p,p: Do cylindra miarowego o pojemności 10 ml odważono 200 mg standardu analitycznego DDT-p,p i uzupełniono acetonitrylem. (uzyskano poziom pozostałości DDT w glebie - 0,598 mg/kg – w doświadczeniach oznaczono, jako wysoki poziom)
2. Przygotowanie roztworu o stężeniu 2 mg/ml DDT-p,p Do cylindra miarowego o pojemności 10 ml odważono 20 mg standardu analitycznego DDT-p,p i uzupełniono acetonitrylem. (uzyskano poziom pozostałości DDT w glebie – 0,143 mg/kg – w doświadczeniach oznaczono, jako niski poziom)



3. Przygotowanie roztworu o stężeniu 1 mg/ml DDT-p,p. Do cylindra miarowego o pojemności 10 ml odważono 10 mg standardu analitycznego DDT-p,p i uzupełniono acetonitrylem (uzyskano poziom pozostałości DDT w glebie - 0,826 mg/kg – użyto w doświadczeniu szklarniowym)

Wybór roślin do doświadczeń

Rośliny do doświadczeń wybrano sugerując się informacjami znalezionymi w literaturze i opracowaniach innych autorów. Na tej podstawie do doświadczeń z użyciem roślin do rekultywacji gleby wyznaczono cukinię, natomiast do pozostałych doświadczeń wyznaczono kilka roślin z podstawowych grup botanicznych: truskawka (Rosaceae), malina (Rosaceae), kapusta (Brassicaceae), pomidor (Solanaceae), marchew (Apiaceae), jęczmień (Poaceae), kozłek lekarski (*Valeriana officinalis*, Caprifoliaceae), koleus (*Plectranthus scutellarioides*, Lamiaceae) i aksamitka (*Tagetes* sp, Asteraceae).

Metody stosowane do przeprowadzania ocen:

Pobieranie prób gleby do analiz. Próby gleby do analiz pobierano dwukrotnie, przed założeniem doświadczeń w celu stwierdzenia pozostałości DDT w glebie oraz drugi raz po zastosowaniu zabiegów rekultywujących (wysiewanie roślin, stosowanie środków bakteryjnych i grzybowych). Próby gleby z pola do analizy obecności DDT pobierano za pomocą laski Egnera, do głębokości 25 cm z 20-25 punktów rozmieszczonych losowo na powierzchni każdej kombinacji. Próby gleby pobierano zgodnie z metodyką opisaną w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 listopada 2013r. „w sprawie pobierania próbek roślin, produktów roślinnych lub przedmiotów do badań na obecność pozostałości środków ochrony roślin” (Dz.U. 2013, poz. 1549)

Pobieranie prób roślin akumulujących oraz z roślin uprawnych do analiz. Do analizy zawartości DDT pobierano różne organy roślinne (części nadziemne i korzenie) minimum 300g. Próby pobierano w różnych okresach sezonu wegetacji.

Analiza zawartości DDT i jego metabolitów w próbach gleby i próbach roślinnych. Zgodnie z definicją pozostałości podaną w rozporządzeniu (WE) nr 396/2005 pozostałości DDT należy mierzyć, jako sumę izomerów DDT i jego metabolitów (DDE i DDD). DDT (sum of p,p'-DDT, o,p'-DDT, p-p'-DDE and p,p'-TDE (DDD) expressed as DDT). Na tej podstawie oznaczanie pozostałości DDT i jego pochodnych przeprowadzono metodą chromatografii gazowej z detektorem masowym przy użyciu kolumny ZB-MR1.

Przygotowanie próbek do badań. Po dostarczeniu próbek do laboratorium zarejestrowano je, nadano im numer kodowy oraz wydzielono próbkę analityczną. Próbkę, które nie wymagały wstępnej obróbki tj. gleba oraz części zielone roślin, po nadaniu numeru zostały zamrożone. Korzenie roślin, owoce oraz warzywa, które były zabrudzone ziemią, przed zamrożeniem, zostały umyte, osuszone i rozdrobnione.



Próbki owoców cukinii, które były przeznaczone do płukania zostały podzielone na dwie części, tj. każdy owoc przekrojono wzdłuż osi na połowę i jedną część rozdrobniono, natomiast drugą przeznaczono do płukania. Przed płukaniem próbkę zważono. Owoce opłukiwano nad zlewką przy użyciu pipety Pasteura opłukując acetonitrylem zewnętrzną stronę owocu. Objętość acetonitrylu z całego procesu opłukiwania zmierzono przy użyciu cylindra miarowego, następnie pobrano część ekstraktu do próbki Eppendorfa i wirowano. Następnie przeniesiono 1 ml roztworu do naczynka autosamplera. Dodano standard wewnętrzny i przeprowadzono analizę przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem masowym (GC/MS).

Owoce cukinii, w których osobno badano miąższ i skórkę dzielono wzdłuż osi, a następnie jedną część rozdrobniono w całości, natomiast drugą rozdzielono na skórkę i miąższ i również rozdrobniono.

Wszystkie próbki, z wyjątkiem próbek gleby, po zamrożeniu zostały zmielone w suchym lodzie.

Oznaczenie powietrznie suchej masy w glebie. Do oznaczenia suchej masy w glebie użyto naczynek wagowych z pokrywą, które uprzednio suszono przez 2h w temp. 105°C w suszarce z wymuszonym obiegiem powietrza, po czym trzymano w ekssykatorze przez minimum 30 min. Wystudzone naczynko z pokrywą ważono na wadze analitycznej. Do tak przygotowanych naczynek odważono 10 g gleby. Wykonano 3 powtórzenia dla każdej próbki. Glebę suszono w temperaturze 80°C przez ok. 24 h. Po wyjęciu z suszarki próby trzymano w temperaturze pokojowej przez ok. 2 h dla wyrównania wilgotności próbki z wilgotnością powietrza i ponownie ważono.

Wyniki obliczano i zapisywano w zeszycie prowadzonym wg wzoru:

Nr próbki	1 Masa naczynka	2 Masa próbki przed wysuszeniem	3 Masa naczynka z próbka po wysuszeniu	4 Masa próbki po wysuszeniu $4=3-1$	5 Sucha masa [%] $SM=4/2*100$
-----------	--------------------	------------------------------------	---	---	-------------------------------------

Suchą masę uzyskaną z trzech powtórzeń uśredniano i uwzględniano w wyniku końcowym analizy.

Opis sposobu przygotowania próbek do analiz. Do analizy pozostałości DDT zastosowano metodę QuEChERS, która została opisana w normie PN-EN 15662:2008. Metoda badawcza polegała na ekstrakcji substancji czynnej z analizowanej próbki poprzez homogenizację z acetonitrylem, a następnie oczyszczeniu ekstraktu z wykorzystaniem dyspersyjnej ekstrakcji do fazy stałej (dSPE). W celu przygotowania próbek odważano 10 lub 5 g porcji analitycznej, w zależności od rodzaju matrycy, do teflonowej próbki wirówkowej. Próbki do badania odzysku traktowano roztworem o odpowiednim stężeniu standardu analitycznego DDT. Do próbek o mniejszej zawartości wody dodawano 10 g wody. Za pomocą pipety miarowej dodano 10 ml acetonitrylu i wytrząsano przez 1 min przy użyciu wytrząsarki typu Vortex. Następnie dodano czteroskładnikową naważkę, zawierającą 4 g bezwodnego siarczanu magnezu, 1 g chlorku sodu, 1 g cytrynianu trójsodowego dwuwodnego i 0,5 g wodorocytrynianu dwusodowego seskwowodnego i wytrząsano przez ok. 1 minutę przy użyciu wytrząsarki typu Vortex. Próbki wirówkowej wraz z zawartością wirowano przez ok. 5 minut z



przyśpieszeniem ok. 5000 g. Po odwirowaniu przeniesiono pipetą Pasteura ok. 1,5 ml supernatantu (górną warstwę acetonitrylową) do próbki wirówkowej Eppendorfa zawierającej dwuskładnikową naważkę (25 mg PSA i 150 mg siarczanu magnezu). Probówkę wraz zawartością wytrząsano przez ok. 1 minutę przy użyciu wytrząsarki typu Vortex, a następnie wirowano przy użyciu wirówki do probówek Eppendorfa przez co najmniej 1 minutę. Pobrano pipetą automatyczną 1ml roztworu z nad osadu i przeniesiono do naczynka autosamplera. Dodano 100 µl acetonitrylu i 50 µl roztworu standardu wewnętrznego trifenylofosforanu (TPP) o stężeniu 20 µg/mL. Do próbek kalibracyjnych dodano 100 µl roztworu standardu analitycznego o odpowiednim stężeniu. Zawartość DDT w próbkach analizowano przy użyciu chromatografu gazowego Agilent Technologies 6890N wyposażonego w detektor masowy 5975B Inert XL MSD. Parametry pracy chromatografu gazowego przedstawiono poniżej:

Column:

Zebtron™ ZB-MultiResidue™-1, GC Cap. Column 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm, Ea
Dimension: 30 meters x 0.25 mm x 0.25 µm

Oven:

Initial temp: 40 °C

Initial time: 2 min

Ramps:

1 30 °C/min to 150 °C for 0 min.

2 20 °C/min to 220 °C for 0 min.

3 3 °C/min to 250 °C for 2 min.

Carrier Gas:

Constant Flow Helium 1 ml/min

Injection: PTV, Injection volume 8 µl

Initial temp 50 °C

Initial time 0,8 min

Ramp: 12°C/s to 300 °C

Obliczenia

Pozostałości DDT w próbkach wyrażono w mg/kg, dokonując obliczeń zgodnie z poniższym równaniem matematycznym.

$$P = \frac{c_{wz} \cdot I_{pr} \cdot V \cdot A_{wz}}{I_{wz} \cdot m \cdot A_{pr}} \quad (1)$$

gdzie:

P - ilość pozostałości DDT [mg/kg];

c_{wz} - stężenie roztworu roboczego (kalibracyjnego) DDT wyrażone w [µg/ml];

I_{pr} - pole powierzchni piku chromatograficznego analitu w jego roztworze badanym;

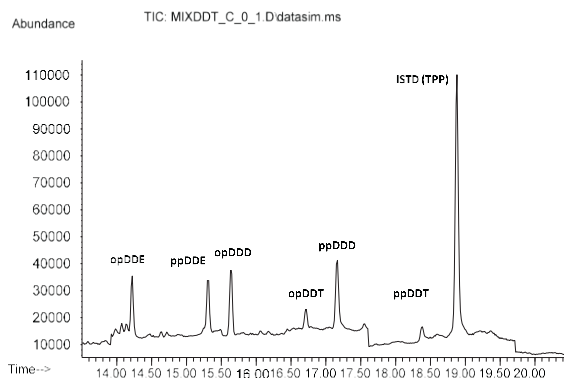
V - objętość próbki (ekstraktu) [ml];

A_{wz} - pole powierzchni piku chromatograficznego standardu wewnętrznego w roztworze roboczym analitu (kalibracyjnym);

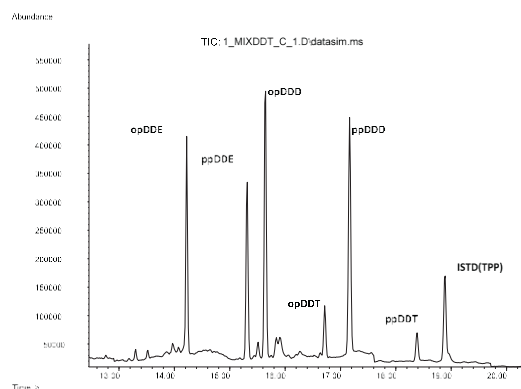


- I_{wz} - pole powierzchni pików chromatograficznych analitu w jego roztworze roboczym;
- m - masa próbki [g];
- A_{pr} - pole powierzchni pików chromatograficznych standardu wewnętrznego (ISTD) w roztworze badanym.

Przykładowe chromatogramy przedstawiono na rysunkach poniżej:



Rys.1. Chromatogram przedstawiający izomery DDT na poziomie 0,1mg/kg



Rys.2. Chromatogram przedstawiający izomery DDT na poziomie 1mg/kg

Izolacja grzybów z próbek gleby. Izolację szczepów grzybów przeprowadzono z zanieczyszczonych próbek gleby z zastosowaniem metody posiewu rozcieńczeń (stosunek gleby / woda 1: 1000), zgodnie z Johnson i Curl (1972) Maggi i Persiani (1983) i Persiani et al. (2008). Jako pożywkę hodowlaną zastosowano agarowy ekstrakt gleby (SEA), przygotowany przy użyciu gleby ze strefy pobierania (Maggi i in., 2005). Została ona przygotowana w autoklawie i po filtracji 1 kg gleby w 1 litrze wody dodano do przesączu następujące związki: glukoza 10 g/l; ekstrakt drożdżowy 1 g/l; Agar 15 g/l. Otrzymany roztwór rozprowadzono na sterylizowane szklane probówki (25 ml każda) i przechowywano w 4°C do czasu użycia. Płytki przygotowano przez ogrzewanie probówki i odlewania pożywki SEA wraz z zawiesiną gleby i antybiotykiem. Zawiesiny gleby przygotowano przesiewając próbki gleby, stosując 2-mm sito i mieszając w wodzie destylowanej w stosunku gleby/wody 1:1000. Każda zawiesina była rozdzielana w pięć szalek Petriego (0,1 ml/płytkę). W celu wykluczenia wzrost bakterii, jako antybiotyk stosowana była Streptomycyna siarczanu w stężeniu końcowym 100 γ /ml. Płytki inkubowano w temperaturze 25°C przez 7 dni. Wszystkie izolaty były zliczane, jako CFU/g suchej gleby, a następnie przeniesiono do czystej kultury.

PODZADANIE 1

Rekultywacja gleb zawierających DDT oraz jego metabolity za pomocą roślin oraz mikroorganizmów

Celem tego zadania było przeprowadzenie badań nad możliwością zasadniczego zredukowania ilości DDT oraz jego metabolitów w glebie poprzez uprawę roślin, które mogą gromadzić te związki oraz umożliwiać ich "ekstrakcję" z gleby. W badaniu wykorzystano także



konsorcja mikroorganizmów, których zadaniem było wspomagać rośliny w rozbudowywaniu systemu korzeniowego, a co za tym idzie większe możliwości pobierania DDT z gleby.

Zadanie realizowano w trzech doświadczeniach polowych. Pierwsze z nich polegało na ustaleniu naturalnego poziomu występowania DDT i jego metabolitów w glebie w kilku rejonach kraju. Kolejne dwa doświadczenia wykonano na polach gdzie wcześniej analitycznie stwierdzono obecność DDT i jego metabolity. Jedną lokalizacją była ze wskazania Jednostki certyfikującej Biocert z Krakowa, która w poprzednich latach stwierdzała pozostałości DDT w glebie. Wykonano również jedno doświadczenie laboratoryjno-wazonowe, z zastosowaniem gleby przygotowanej według procedury opisanej powyżej.

Metodyka badań

Ustalenie naturalnego poziomu występowania DDT i jego metabolitów w glebie

W celu realizacji tego doświadczenia na początku prowadzenia badań (kwiecień-maj) w kilku rejonach Polski pobrano próby gleby (według opisanej powyżej procedury) i wykonano analizy na zawartość DDT i jego metabolitów.

Ulepszenie procedury analitycznej do oznaczania DDT i jego źródła w materiale glebowym i roślinnym

Aby wesprzeć ogólny cel programu badań określonego przez Ministerstwo, podjęto próbę ulepszenia i przetestowania procedury analitycznej stosowanej do wykrywania DDT. Procedura analityczna (opisana powyżej) została tak zmodyfikowana, aby uzyskać możliwość rozróżnienia obecności DDT na zewnątrz roślin i wewnątrz tkanek roślinnych. Ponadto, zamiast zwykle stosowanego standardu wewnętrznego używanego w rutynowych analizach (trifenylofosforan), jako wewnętrzny standard analityczny zastosowano izotopową pochodną DDT. Użyto również specjalnej kolumny chromatograficznej, która umożliwiła rozdzielanie izomerów DDT oraz ich dalszych metabolitów (DDD i DDE). W przyszłości procedura ta może również umożliwić ustalenie, w jakim czasie nastąpiło skażenie, źródło skażenia oraz które części roślin są bardziej narażone na skażenie.

Zastosowanie i ocena roślin akumulujących zanieczyszczenia powodowane przez DDT w glebie

W 2016 roku wykonano dwa doświadczenia polowe i jedno laboratoryjno-wazonowe. Jedno z nich w miejscowości Dąbrowiec gmina i powiat Żary, woj. Lubuskie (sugestia firmy certyfikującej Biocert), na polu certyfikowanym do produkcji ekologicznej, gdzie w poprzednich latach stwierdzano obecność DDT i jego metabolitów w glebie. Drugie wykonano na polu położonym w miejscowości Skierniewice, gdzie analitycznie stwierdzono obecność DDT i jego metabolitów. Doświadczenie laboratoryjno-wazonowe wykonano w insektarium ZORS w Skierniewicach.

Do doświadczeń polowych na podstawie danych literaturowych wytypowano roślinę dyniową – cukinię odm. Soraya. Rośliny zostały wcześniej wysiane w szklarni w glebę, w której analitycznie nie stwierdzono obecności DDT i jego metabolitów, a następnie wysadzone na wcześniej przygotowane poletka w obu miejscowościach. Doświadczenia trwały od lipca do



października 2016 roku. Doświadczenia założono w 5 powtórzeniach (1 roślina stanowiła jedno powtórzenie), rośliny sadzone były na poletkach wielkości 3x3m.

Doświadczenie laboratoryjno-wazonowe założono w 5 powtórzeniach (jeden wazon stanowił powtórzenie). W dniu 16 czerwca 2016 roku wysiano lub posadzono następujące rośliny: dynia odm. Dynia Olbrzymia Melonowa, cukinia odm. Soraya, kukurydza odm. Lokata, lucerna odm. Ulstar. Rośliny sadzono lub wysiewano w podłoże (przygotowane według metodyki opisanej wyżej) z dwoma poziomami DDT w glebie (niski - 0,143 mg/kg, wysoki - 0,598 mg/kg). Doświadczenie trwało od 16 czerwca do 19 września 2016 roku.

W trakcie trwania doświadczeń kilkakrotnie pobierano próby różnych organów roślinnych oraz próby gleby, przed i po zastosowaniu mikroorganizmów, do wykonania analiz.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że podczas prowadzonych badań polowych i wazonowych wykazano, że w owocach uprawianych roślin nie wykrywano DDT, jeśli jego poziom w glebie był niski, zaś jeśli podwyższono ten poziom w glebie, wykrywano pozostałości ale głównie w korzeniach, zaś śladowe ilości także w częściach nadziemnych. Analizując poziom wykrytego DDT w próbach gleby z różnych lokalizacji w kraju nasuwa się sugestia, że ten poziom jest stosunkowo niski i w uprawianych roślinach nie powinno być pozostałości lub tylko śladowe ich ilości.

Podczas badań nad selekcją i zastosowaniem roślin akumulujących pozostałości DDT i jego metabolity, wykazano, iż wszystkie cztery zastosowane gatunki roślin pobierały z gleby i akumulowały w różnych organach roślinnych DDT i jego metabolity. Ponownie nasuwa się sugestia, że pobieranie i akumulacja były uzależnione od poziomu zawartości DDT w glebie.

Zastosowanie i ocena roślin akumulujących zanieczyszczenia powodowane przez DDT w glebie łącznie z mikroorganizmami

W 2016 roku wykonano dwa doświadczenia polowe i jedno laboratoryjno-wazonowe. Doświadczenia przeprowadzono w tych samych lokalizacjach, co opisane wyżej i prowadzono je według tej samej metodyki, z tym, że w trakcie sadzenia roślin na poletkach zastosowano przewidziane w doświadczeniu mikroorganizmy i odpowiednio je oznakowano. Wykaz mikroorganizmów zestawiono w Tabeli 1. Doświadczenia trwały od lipca do października 2016 roku.

W trakcie prowadzenia doświadczeń kilkakrotnie pobierano próby różnych organów roślinnych oraz próby gleby, przed i po zastosowaniu mikroorganizmów, do wykonania analiz.

Tabela 1. Wykaz zastosowanych mikroorganizmów, 2016

Konsorcjum mikroorganizmów	Dawka w kg (w przeliczeniu) na ha
Doświadczenia polowe	
Micosat Uno	60,0
Micosat Fito	60,0
Doświadczenie laboratoryjno-wazonowe	
Micosat Uno	60,0



Analiza wyników uzyskanych we wszystkich przeprowadzonych doświadczeniach (polowych i wazonowych) wskazuje, że zastosowanie mikroorganizmów wspomagało pobieranie przez rośliny z gleby pozostałości DDT i jego metabolitów. W przypadku zastosowanych w doświadczeniach konsorcjum mikroorganizmów istotnych różnic między nimi nie stwierdzono. W doświadczeniu wazonowym, w którym zastosowano dwa poziomy (niski i wysoki) DDT w glebie, wykrywano jego pozostałości głównie w korzeniach, ale śladowe ilości także w częściach nadziemnych. Jednak interesujący z punktu realizacji projektu jest też fakt, że zastosowane w doświadczeniach rośliny pobierały i akumulowały pozostałości DDT i jego metabolity oraz to, że po zastosowaniu konsorcjów mikroorganizmów (Micosat Uno i Fito) w niektórych roślinach wykrywano więcej pozostałości tego pestycydu.

PODZADANIE 2

Ocena podatności roślin stosowanych w uprawach ekologicznych na akumulację pozostałości DDT w glebie

Celem była ocena przydatności różnych roślin uprawnych (głównie roczne uprawy ogrodnicze) do pobierania i akumulowania pozostałości DDT i jego metabolitów z gleby. W celu realizacji tego zadania wykonano dwa doświadczenia: jedno polowe, drugie - laboratoryjno-wazonowe.



Rośliny testowe w doświadczeniu wazonowym

Metodyki doświadczeń

Doświadczenie polowe polegało na pobieraniu prób gleby i roślin na nich uprawianych w różnych rejonach Polski, w celu określenia zawartości pozostałości DDT i jego metabolitów. Doświadczenie laboratoryjno-wazonowe przeprowadzono w insektarium ZORS w Skierniewicach. Rośliny rosły w wazonach, w glebie, która została przygotowana według procedury opisanej w metodyce z dwoma poziomami zawartości DDT (niski - 0,143 mg/kg; oraz wysoki - 0,598 mg/kg). Wysiewu lub sadzenia roślin dokonano 16 czerwca 2016 roku. Pod koniec sezonu wegetacji danej rośliny różne jej części i gleba, w której rosła poddano analizie na zawartość DDT i jego metabolitów. Do badań w tym zadaniu na podstawie danych z literatury wytypowano rośliny należące do różnych grup botanicznych: truskawka (Rosaceae), malina (Rosaceae), kapusta (Brassicaceae), pomidor (Solanaceae), marchew (Apiaceae), jęczmień (Poaceae), kozłek lekarski (*Valeriana officinalis*, Caprifoliaceae), koleus (*Plectranthus scutellarioides*, Lamiaceae) i aksamitka (Tagetes sp, Asteraceae). Rośliny, które wcześniej

mogły rosnąć w glebie skażonej DDT, a później zostały posadzone w doświadczeniach, również posadzono je w glebę analitycznie sprawdzoną i nie zawierającą DDT i jego metabolitów.

Celem podzadania była ocena podatności roślin na akumulację pozostałości DDT i jego metabolitów w glebie. Uzyskane wyniki wskazują, że są rośliny bardziej lub mniej podatne na pobieranie z gleby i akumulację DDT oraz jego metabolitów. Wykrywalność DDT i jego metabolitów w roślinach uzależniona była od poziomu ich zawartości w glebie. Warto podkreślić, że DDT i jego metabolity wykrywane były głównie w częściach niejadalnych tych roślin. Wyjątkiem była marchew, cukinia, kapusta głowiasta, gdzie w niektórych przypadkach, zwłaszcza, gdy poziom DDT w glebie był wyższy, stwierdzano pozostałości również w częściach jadalnych roślin. Są to wyniki jednoroczne i konieczne jest wykonanie kolejnych badań, na podstawie których można będzie ustalić listę roślin podatnych na akumulację DDT i jego metabolitów.

PODZADANIE 3

Ocena mikroorganizmów, które wykazują właściwości metabolizujące pozostałości DDT

Celem podzadania była ocena przydatności różnych mikroorganizmów w metabolizmie pozostałości DDT i jego metabolitów obecnych w glebie w celu zmniejszenia całkowitego zanieczyszczenia gleby. Przeprowadzono doświadczenie szklarniowe, w którym użyto cztery gotowe konsorcja mikroorganizmów pod nazwą: Micosat Uno, Micosat Fito produkcji włoskiej firmy CCS Aosta SRL oraz EmFarma, EmFarma Plus produkcji polskiej firmy ProBiotics Polska Sp. z o.o. Również wykonano doświadczenie laboratoryjne nad izolacją mikroorganizmów (grzybów) z pobranych próbek gleby, które w następnym roku będą testowane w warunkach szklarniowych.

Doświadczenie szklarniowe

Doświadczenie przeprowadzono w szklarni ZORS w Skierniewicach. W doświadczeniu użyto glebę przygotowaną według procedury opisanej w metodyce przygotowania gleby (poz.3), w dniu 29 lipca glebę wymieszano z mikroorganizmami przeznaczonymi do badań i wysiano nasiona cukinii odm. Soraya. Wykaz konsorcjów mikroorganizmów zastosowanych w doświadczeniu zestawiono w Tabeli 2. Na niektórych poletkach z EmFarma i EmFarma Plus w dniu 17 sierpnia 2016 roku dodatkowo zastosowano te same mikroorganizmy w formie podlewania.

Tabela 2. Wykaz zastosowanych mikroorganizmów

Konsorcjum mikroorganizmów	Dawka	Sposób aplikacji
Micosat Uno	60 kg/ha	Mieszanie z podłożem
Micosat Fito	60 kg/ha	Mieszanie z podłożem
EmFarma	1 l/ 100 l podłoża; 5% roztwór	Mieszanie z podłożem Podlewanie
EmFarma Plus	1 l/ 100 l podłoża; 5% roztwór	Mieszanie z podłożem Podlewanie

Przed wysiewem roślin testowych w tym doświadczeniu stwierdzono zawartość całkowitego DDT na poziomie 0,8 mg/kg, natomiast po okresie uprawy roślin testowych z



zastosowanymi mikroorganizmami zdecydowanie obniżył się poziom całkowitego DDT i to we wszystkich kombinacjach. Analizując organy roślinne w części nadziemnej (liście i łodygi cukinii) najwięcej DDT zakumulowała cukinia z konsorcjum mikroorganizmów Micosat Fito, a najmniej rośliny rosnące z konsorcjum mikroorganizmów EMFarma i EmFarma Plus. Natomiast w korzeniach cukinia najwięcej zakumulowała, tam gdzie zastosowano konsorcjum mikroorganizmów Micosat Uno, a najmniej, tak gdzie stosowano mikroorganizmy, które są w składzie EmFarma.

Doświadczenie laboratoryjne

Testy tolerancji były wykonane w celu wyselekcjonowania saprotroficznych grzybów glebowych lepiej przystosowanych do tolerowania różnych stężeń DDT. Tolerancja ta została wyznaczona poprzez ocenę pomiaru wzrostu (diametercznego i wzrostu biomasy) wszystkich rozpatrywanych gatunków w dwóch wariantach mediów: traktowane (z dodatkiem DDT) i kontrolne (bez dodatku DDT). Wyniki tolerancji wyrażone zostały: szybkością wzrostu na podłożu z dodatkiem DDT (R_t), w odniesieniu do wzrostu w pożywce kontrolnej (R_c), czyli $R_t:R_c$ lub w kategoriach wskaźnika tolerancji (TI), który opiera się na suchej masie biomasy grzybowej (Ceci et al, 2015; Colpaert et al, 2000; Fomina et al., 2003) używając następującej formuły:

$$TI_{sucha\ masa} = \left(\frac{s.m. traktowane\ mycelium}{s.m\ kontrol\ mycelium} \right) \times 100$$

Kilka taksonów zostało wyizolowanych i zidentyfikowanych za pomocą konwencjonalnych metod określania grup taksonomicznych opartych na makro i mikro postaciach czystych kultur. Z zanieczyszczonych próbek gleby wyizolowano gatunki z klasy Ascomycota i w mniejszej ilości z klas Chytridiomycota i Basidiomycota. Zakłada się, że niektóre rodzaje wykrytych grzybów będą zdolne do degradacji DDT, ponieważ wykazano, że zawierają szczepy, które znane są już z degradacji innych związków organicznych. Potwierdzenie tożsamości niektórych szczepów grzybów za pomocą technik molekularnych jest w toku.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że odpowiednio dobrane konsorcja mikroorganizmów mogą wspierać pobieranie z gleby i akumulację DDT przez niektóre z roślin. Wszystkie zastosowane w bieżącym roku konsorcja mikroorganizmów (gotowe składy mikroorganizmów – przygotowywane przez firmy również w innych celach, np. w celu poprawy jakości gleby) sprzyjały pobieraniu z gleby DDT i jego metabolitów przez rośliny. Warto jednak podjąć badania nad wpływem tych mikroorganizmów na akumulację i rozkład szkodliwych pozostałości DDT i jego metabolitów do związków neutralnych lub nieszkodliwych, przez rośliny i przez same mikroorganizmy.

Zidentyfikowane i wyselekcjonowane w doświadczeniu laboratoryjnym mikroorganizmy, o których wiadomo, że przyczyniają się do rozkładu innych niebezpiecznych substancji będą mogły być testowane w dalszych badaniach pod kątem rozkładu związku DDT i jego metabolitów.



Podsumowanie końcowe

Analizując uzyskane wyniki należy podkreślić, że około 80% próbek gleby pobranych z różnych miejsc, zlokalizowanych na terenie 8 województw w całym kraju, zawierało pozostałości DDT.

Różnice w poziomie pozostałości w glebie z tych samych miejscowości mogą wynikać z różnego okresu pobierania próbek, a między lokalizacjami większe znaczenie może mieć klasa bonitacyjna i związana z tym zawartość różnych substancji organicznych, które mają większe lub mniejsze zdolności absorpcyjne związków DDT i jego metabolitów. Zapewne duże znaczenie ma fakt, jakie rośliny uprawiano dawniej na określonej glebie i jakie ilości DDT mogły być stosowane do ich ochrony. Przykładowo w rejonach uprawy ziemniaków poziom pozostałości może być większy z racji regularnego stosowania tej grupy preparatów do zwalczania stonki ziemniaczanej.

Należy podkreślić, że w większości analiz gleby wykazano obecność DDT-p,p i DDE-p,p, podczas gdy inne metabolity (czyli obie formy DDD i DDT- (o,p)), wykrywano bardzo rzadko. DDT jako produkt handlowy jest mieszaniną kilku ściśle spokrewnionych związków. Izomer DDT-p,p, jest głównym składnikiem (77%) produktu, a izomer DDT-o,p stanowi tylko 15% tej mieszaniny. DDE i DDD tworzą równowagę. DDT i jego metabolity mogą ulatniać się z gleby do atmosfery, ale może być też rozkładany przez niektóre mikroorganizmy glebowe i wówczas zwykle powstaje DDE lub DDD. Prawdopodobnym jest, że niektóre z zanieczyszczonych próbek gleby, szczególnie te zawierające głównie izomer DDE-p,p zawierają zanieczyszczenia pochodzące z dawnego okresu, kiedy często stosowano DDT i w większych ilościach.

Analizując wyniki pozostałości DDT w różnych uprawianych roślinach, może nasuwać się sugestia, że niektóre gatunki roślin np. z rodziny dyniowatych (cukinia i dynia) wydają się być w stanie akumulować pozostałości pestycydu. Być może, w wymienionych gatunkach roślin pozostałości mogą być transportowane (mogą przemieszczać się) do górnej części rośliny. Jednak prawdopodobnie zarówno proces pobierania (wychwytywania) jak i przemieszczania (translokacji) są zależne od dawki DDT zawartej w glebie. Uzyskane jednoroczne wyniki z doświadczeń wskazywały, że istnieje korelacja pomiędzy poziomem zawartości DDT w glebie a pobieraniem i kumulowaniem. Przy wyższej dawce DDT w glebie, wyższy był poziom jego pozostałości w roślinach, czyli wyższa absorpcja i translokacja w roślinie. Jest również prawdopodobne, że wpływ może mieć także struktura systemu korzeniowego. Również inne gatunki roślin (tj. kukurydza) wydają się być zdolne do wychwytywania związków DDT, ale w mniejszym stopniu.

Analizując pozostałości DDT w różnych roślinach i ich częściach (nadziemnych, podziemnych i owocach) nasuwa się także sugestia, że korzenie w znacznie większym stopniu kumulują pozostałości DDT niż organy nadziemne, szczególnie owoce. Taka sytuacja byłaby korzystna dla konsumenta owoców, a nawet zwierząt żywiących się nadziemnymi częściami roślin.

Na podstawie uzyskanych wyników badań można by domniemywać, że połączenie stosowania mikroorganizmów do gleby z uprawą roślin o zdolnościach fitoremediacyjnych jest obiecującą technologią. Jednakże, tylko jeden z czterech testowanych produktów (konsorcjum Micosat Uno) indukował znacząco wzrost możliwości pobierania DDT przez rośliny, chociaż po zastosowaniu innych produktów (Micosat Fito, EmFarma, EmFarma Plus) rośliny także



wykazywały większą absorpcję związków DDT, w porównaniu z tymi rosnącymi w glebie bez mikroorganizmów. Tym niemniej, w tym przypadku istnieje potrzeba optymalizacji sposobu nanoszenia i terminu stosowania oraz wyboru najlepiej absorbujących roślin.

Optymalizację wykorzystania produktów mikrobiologicznych może zwiększyć pozyskiwanie ich z gatunków i szczepów izolowanych z zanieczyszczonych gleb i dalsze namnażanie oraz wprowadzanie do gleby. Niektóre gatunki grzybów zostały już wyizolowane i są w trakcie identyfikacji gatunkowej. Planowane jest także wyizolowanie bakterii zdolnych do metabolizowania DDT i jego metabolitów. Dlatego też należy mieć nadzieję, że przy użyciu odpowiedniego inokulum i w oparciu o konsorcja mikroorganizmów można będzie dodatkowo zwiększyć skuteczność fito-bioremediacji i doprowadzić do zmniejszenia zanieczyszczenia gleby do poziomu, który nie będzie mieć wpływu na wykrywanie pozostałości DDT i jego metabolitów w roślinach uprawianych na glebach skażonych w niewielkim stopniu (taki jest zwykle wykrywany po wielu latach zaniechania zabiegów ochrony roślin z użyciem DDT i jego pochodnych).

Przedstawione wyniki są interesujące, ale uzyskano je podczas badań jednorocznych i nie można na tej podstawie wysnuwać daleko idących wniosków.

Zalecenia dla sadownictwa ekologicznego

Wyniki jednorocznych badań nie upoważniają do opracowania przewodnika porad i zaleceń dla producentów żywności ekologicznej zawierającego informacje na temat gatunków uprawnych, które mogą być bardziej podatne na bioakumulację DDT lub jego metabolitów, które mogą zmniejszyć ryzyko przypadkowej obecności pozostałości DDT w takich produktach. Konieczne jest prowadzenie dalszych badań w celu potwierdzenia uzyskanych wyników.

Można jednak zasugerować kilka praktycznych porad, na co należy zwracać szczególną uwagę:

- Wykonywać szczegółowe badania gleb pod względem pozostałości DDT ale również jego metabolitów z uwzględnieniem tego, iż gleba jest dość dobrym ich absorbentem, a więc należy pobierać po kilka prób do badań z różnych miejsc tego samego pola (ze względu na nierównomierne występowanie w glebie związków DDT).
- Zwracać uwagę na substancje, jakie stosowane są obecnie na plantacji, ze względu na to, że nawet produkty pochodzenia naturalnego (roślinnego) mogą zawierać pozostałości DDT i jego metabolitów, i mogą być źródłem skażenia.
- Unikać sadzenia lub wysiewania roślin wykazujących działanie akumulujące, na glebach ze stwierdzonym występowaniem DDT i jego metabolitów, gdyż mogą kumulować te szkodliwe substancje w organach roślinnych przeznaczanych do spożycia. Podczas jednorocznych badań, lokalnie, zależnie od poziomu DDT w glebie, substancje tą stwierdziliśmy: w owocach cukinii, korzeniach marchwi oraz w części nadziemnej czyli w liściach kapusty. Natomiast w dużej grupie roślin: kapusta, seler, por, pomidor, lucerna, kukurydza, dynia, jęczmień, truskawka, malina, kozłek lekarski – DDT wykrywano, ale tylko w ich systemie korzeniowym, zaś w grupie: cukinia, dynia – w części nadziemnej (tj. liście i łodygi). Wprawdzie nie są to części przeznaczane do spożycia przez człowieka, ale niekiedy mogą stanowić karmę dla zwierząt, lub mogą być kompostowane, co może być również źródłem skażenia.



- Uprawa roślin takich jak: jęczmień, pomidor, malina, lucerna wykazywała pozytywny wpływ na obniżenie zawartości DDT i jego metabolitów w glebie. Jednak nie wyeliminowały one całkowicie pozostałości tej substancji z gleby. Wymaga to dalszych badań, jednak jeśli potwierdzi się ten wpływ, rośliny te będą mogły być uprawiane na glebach z DDT, ale w okresie uprawy będą musiały być utylizowane.



INSTYTUT OGRODNICTWA W SKIERNIEWICACH

4

Sadownictwo metodami ekologicznymi -
Określenie innowacyjnych rozwiązań oraz
dobrych praktyk ochrony przed szkodnikami
i chorobami ze szczególnym uwzględnieniem
upraw roślin jagodowych w tym truskawki,
maliny i aronii



**Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
Zakład Ochrony Roślin Sadowniczych**

Sprawozdanie z realizacji zadania w 2016 roku

**Sadownictwo metodami ekologicznymi - Określenie innowacyjnych
rozwiązań oraz dobrych praktyk ochrony przed szkodnikami i chorobami
ze szczególnym uwzględnieniem upraw roślin jagodowych,
w tym truskawki, maliny i aronii**

KIEROWNIK PROJEKTU

**DYREKTOR INSTYTUTU
OGRODNICTWA**

dr hab. Barbara H. Łabanowska, prof. IO

prof. dr hab. Małgorzata Korbin

Wykonawcy: dr hab. Barbara H. Łabanowska prof. IO, dr Małgorzata Tartanus,
dr hab. Eligio Malusa prof. IO, prof. dr hab. Piotr Sobiczewski,
dr Loredana Canfora, dr Flavia Pinzari, dr Aneta Chałańska,
dr Wojciech Warabieda, dr Zofia Płuciennik, dr Waldemar Kowalczyk,
dr hab. Mirosława Cieślińska prof. IO, mgr Wojciech Piotrowski,
mgr Michał Hołdaj, mgr Damian Gorzka, mgr Aleksandra Bogumił,
inż. Barbara Sobieszek, inż. Małgorzata Bartosik, techn. Bożena Pawlik,
techn. Stanisław Lesiak, techn. Tadeusz Mańkowski, techn. Anna Wesołowska,
techn. Jan Tułacz, techn. Anna Bartzak, techn. Grzegorz Skorupiński

Subkontraktor: dr hab. Cezary Tkaczuk prof. UPH Siedlce



Wstęp i cel badań

Szkodniki żyjące w glebie, co roku powodują duże szkody na plantacjach truskawki, szczególnie tych prowadzonych systemem ekologicznym. Do tej grupy szkodników zalicza się między innymi: chrabąszcza majowego (*Melolontha melolontha*) i chrabąszcza kasztanowca (*Melolontha hipocastani*), których larwy zwane pędrakami wyrządzają duże szkody na wielu uprawach oraz opuchlaka: larwy opuchlaka truskawkowca (*Otiorhynchus sulcatus*) i opuchlaka rudonoga (*Otiorhynchus ovatus*). Z kolei plantacje malin coraz częściej są narażone na szkody powodowane przez szkodniki takie jak: przędziorki (przędziorek chmielowiec i przędziorek malinowiec), przebarwiacz malinowy, mszyce oraz gąsienice zjadające liście, w tym zwójkówki liściowe, a także pryszczarki. Szczególnie narażone na niszczyielskie działanie wyżej wymienionych szkodników są uprawy prowadzone systemem ekologicznym, ze względu na to, iż istnieją tylko nieliczne metody zwalczania tych agrofagów, mające zastosowanie w tym systemie.

Cele projektu

Celem Podzadania 1 w roku 2016 było przeprowadzenie nowych doświadczeń oraz kontynuacja badań z 2014 i 2015 r. nad opracowywaniem i oceną różnych, niechemicznych metod zwalczania pędraków, stosowanych pojedynczo lub w kombinacjach łączonych, w celu zwiększenia efektywności zabiegów w trudnych warunkach glebowych i przy wysokim zagęszczeniu szkodnika w glebie. Plantacje truskawki, na których zakładano i prowadzono doświadczenia polowe są certyfikowane przez jednostkę certyfikującą w rolnictwie ekologicznym. Doświadczenia wazonowe i laboratoryjno-wazonowe zakładano ze zdrowych, kwalifikowanych sadzonek truskawki typu 'Frigo' odmiany Matis i Albion.

Celem Podzadania 2 było przeprowadzenie testów laboratoryjnych nad skutecznością działania czynników biologicznego zwalczania (CBZ) w stosunku do chrząszczy i larw opuchlaka truskawkowca.

Celem Podzadania 3 było określenie składu gatunkowego szkodliwych owadów i roztoczy oraz określenie fauny pożytecznej występujących na malinie uprawianej systemem ekologicznym oraz poszukiwanie nowych, bezpiecznych środków możliwych do zastosowania w uprawach ekologicznych. Badania prowadzono na 4 plantacjach malin certyfikowanych i prowadzonych systemem ekologicznym: 3 z nich były zlokalizowane w okolicy Lubartowa, 1 plantacja w okolicy Ostrowca Świętokrzyskiego oraz 1 plantacja prowadzona systemem konwencjonalnym w okolicy Skierniewic.

Ogólna metodyka badań

Doświadczenia zakładano metodą bloków losowanych w 4-7 powtórzeniach na plantacjach prowadzonych systemem ekologicznym, zaś laboratoryjno-wazonowe w 2-4 powtórzeniach.

Metody stosowane do zwalczania pędraków w glebie

Metoda mechaniczna – stosowanie orki oraz wszelkiego rodzaju zabiegów uprawowych maszynami z ostrymi elementami typu glebogryzarka, talerzówka, pielniki lub wybieranie i niszczenie pędraków spod uszkodzonych roślin podczas ręcznego odchwaszczania plantacji.



Metoda biologiczna – stosowanie czynników biologicznego zwalczania (CBZ) zawierających grzyby owadobójcze i nicienie entomopatogeniczne, czyli zastosowano:

1. Młodociane formy nicieni entomopatogenicznych - *Heterorhabditis bacteriophora*
2. Młodociane formy nicieni entomopatogenicznych - *Steinernema kraussei*
3. Inokulum zawierające grzyby owadobójcze *Beauveria brongniartii* izolowane w Polsce
4. Inokulum zawierające grzyby owadobójcze *Beauveria bassiana* izolowane we Włoszech;
5. BAS 92651I, BAS 548002I zawierające grzyby owadobójcze *B. bassiana* – produkty firmy BASF, Niemcy
6. Met52 granular zawierający *Metarizium anisopliae* (stosowany tylko w 2014 roku)
7. Micosat Uno – zespół mikroorganizmów glebowych wspomagających wzrost korzeni roślin

Metoda fitosanitarna - wysiew i uprawa gryki oraz innych przedplonów, w celu sprawdzenia, czy ograniczają rozwój pędraków.

Metoda allelopatyczna – wykorzystanie własnoręcznie przygotowanych preparatów (gnojówek) zawierających różne substancje roślinne wykazujące działanie odstraszające w stosunku do pędraków.

Metoda fizyczna – w metodzie tej wykorzystano cztery warianty: pierwszy - odkażanie gleby aktywną parą wodną przy użyciu samojezdnej maszyny (zabiegi wykonano tylko w roku 2014); drugi - stosowanie agrowłókniny do przykrycia gleby wraz z roślinami w celu ograniczenia możliwości składania jaj przez samice chrabąszczy (rodzaj bariery); trzeci – stosowanie pułapek do wabienia i odławiania chrabąszczy w celu ich neutralizacji; czwarty „refugia dębowe” wykorzystane do kontroli liczebności chrząszczy podczas żeru uzupełniającego w celu ich neutralizacji.

Metody stosowane do przeprowadzania ocen:

Ocena liczebności pędraków w glebie – ocenę wykonywano posługując się znaną i stosowaną we wcześniejszych doświadczeniach, metodą pobierania gleby z dołków o wymiarach 25cmx25cm, głębokości 30 cm (minimum z 8 dołków z powtórzenia, czyli z 2 m² z każdej kombinacji doświadczalnej). Glebę wyrzucano na płachty z folii i przeglądano w poszukiwaniu pędraków.

Ocena stanu zdrowotności roślin - oceny stanu zdrowotnego roślin truskawki dokonywano po zastosowaniu czynników biologicznego zwalczania w 2016 roku, ale również na plantacjach, na których stosowano je w poprzednich latach, licząc zdrowe i uszkodzone rośliny.

Metoda pobierania prób do oceny zawartości jednostek infekcyjnych grzybów entomopatogenicznych w glebie - glebę do analizy obecności i identyfikacji czynników entomopatogenicznych w 2016 roku pobierano za pomocą laski Egnera, z głębokości do 20 cm z 20-25 punktów rozmieszczonych losowo na poletkach każdej kombinacji. Z próbek tych sporządzono próbę średnią (ok. 1 -1,5 kg).



Metoda pobierania prób do oceny obecności nicieni entomopatogenicznych w glebie - próby glebowe pobierane były dwukrotnie przy pomocy laski glebowej o średnicy 20 mm, wbijając ją na głębokość 30-35 cm. Około 2 cm wierzchniej warstwy gleby nie było włączane do próby. Ukłucia laską glebową rozmieszczone były równomiernie na całej powierzchni poletek. Powtórzenie stanowiła próba gleby, pochodząca z 10 wkłuc laską glebową. Po dokładnym zmieszaniu i rozdrobnieniu próby, analizie nematologicznej poddane było 250 gram gleby.

Ocenę zawartości jednostek infekcyjnych grzybów entomopatogenicznych w glebie wykonano przy pomocy dwu metod:

1. Metoda konwencjonalna - zagęszczenie jednostek tworzących kolonie (CFU – colony forming units) grzybów owadobójczych w glebie określono, stosując do izolacji podłoże selektywne opracowane przez Strassera i in. (1996), które jest powszechnie używane do izolowania grzybów entomopatogenicznych z gleby (Keller i in. 2003; Meyling i Eilenberg 2006). W celu dokładnego oznaczenia gatunku kultury grzybowe przeszczepiano na podłoże hodowlane Sabourauda (SDA), a następnie oznaczano mikroskopowo z wykorzystaniem standardowych kluczy. Wyniki wyrażono w postaci liczby jednostek tworzących kolonie (CFU) grzybów owadobójczych w 1 g suchej gleby.

2. Metoda molekularna. Ekstrakcję genomowego DNA grzybów z gleby wykonano w dwóch egzemplarzach z próbki 0,6 g gleby przy użyciu zestawu do izolacji PowerSoil DNA (Mo Bio Laboratories, Carlsbad, CA) zgodnie z protokołem producenta. Izolację porównawczych DNA szczepów *Beauveria brongniartii* i *Beauveria bassiana* wykonano z 0,5 mg świeżej grzybni przy użyciu zestawu do izolacji DNA PowerSoil (Mo Bio Laboratories, Carlsbad, CA), a określenia ilościowego dokonano za pomocą zestawu fluorymetrowego Qubit® 2,0 zgodnie z instrukcjami producenta. W testach specyfiki gatunkowej grzybów oraz ilościowej analizy zawartości DNA grzybów w ekstraktach glebowych użyto trzech par markerów SSR (Simple Sequence Repeats) dla *B. bassiana* i trzech dla *B. brongniartii*.

Ocena różnorodności mikrobiologicznej – metodą molekularną

Reakcje PCR powtórzono trzy razy dla każdej próbki gleby (replikacje techniczne) i przeprowadzono je w 30 µl zawierającej 3 µl 10-krotnego buforu reakcyjnego (10X PCR Buffer minus mg, Invitrogen), 10 mM mieszaniny dNTP, 1,3 mM każdego primerów, 50 mM MgCl₂, 0,2 U Phusion „hot start” Taq DNA polimerazy (platyna, Invitrogen) i 50 ng izolowanego DNA jako matrycy. Do amplifikacji bakteryjnego genu 16S rRNA, użyto starter 63f znakowany barwnikiem fluorescencyjnym 1087r VIC. Do amplifikacji grzybów zostały użyte startery regionu rybosomu operonu ITS1 oznaczonego fluorescencyjnie FAM barwnikiem ITS4 ITS. W analizie profilu uwzględnione były fragmenty wielkości od 55 do 600 bp. Jakość danych T-RFLP wstępnie przetworzono w GenMapper Software v4.1 (Applied Biosystems), a następnie przeniesiono do oprogramowania GeneMarker (SoftGenetics). Dla porównania profili T-RFLP z podwójnych próbek DNA, profil z pochodną został utworzony według tych samych kryteriów co stosowane przez Dunbar i inn.



(2000). Tylko fragmenty z intensywnością fluorescencji > 55 jednostki zostały uznane za umowne, a całkowita ilość DNA reprezentowana przez każdy profil została sprawdzona przez zsumowanie wszystkich powierzchni pików. Dopasowanie profili wykonano bezpośrednio w GenMarker. Pochodne profile T-RFLP różnych enzymów były następnie łączone ze sobą w wektor binarny, w którym obszary natężenia pików były punktowane jako ciągi związków. Kwantyfikację liczby kopii genów bakteryjnych i grzybowych przeprowadzono za pomocą qPCR czasu rzeczywistego.

Określenie zdolności infekcyjnych grzybów entomopatogenicznych w ciele żywiciela – metoda molekularna.

Zdolność penetracji ścian komórkowych żywiciela przez grzyby entomopatogeniczne jest ważnym etapem w procesie atakowania. W konsekwencji chitynolityczne geny, kodujące chitynazę i B-N-acetylglucosaminidases, stanowią markery aktywności grzybowej z owadami gospodarza. W badaniu określano działanie chitynolityczne dwóch szczepów grzybów *B. brongniartii* i *B. bassiana* pojedynczo oraz we wspólnym inokulum, hodowanych w obecności różnych źródeł węgla, a w szczególności chityny. Rola chityny i innych związków, przy użyciu mieszaniny inokulum obu gatunków grzybów (*B. brongniartii* i *B. bassiana*) w wywoływaniu ezo-chitynolitycznej i endo-chitynolitycznej aktywności tych grzybów badano *in vitro*, stosując substraty fluorescencyjne.

Ocena liczby nicieni entomopatogenicznych w glebie.

W celu określenia liczebności nicieni w pobranych próbach gleby, nicienie wyplukano za pomocą aparatu Oostenbrinka (MEKU, Niemcy), izolowano metodą wirówkową, a następnie zakonserwowano w mieszaninie TAF (Wilski, 1967). Identyfikację nicieni do gatunku przeprowadzono na podstawie preparatów mikroskopowych wykonanych metodą laktoglicerynową (Rys, 2003, zmodyfikowana) z zakonserwowanych osobników.

Pobieranie prób liści, pędów lub innych organów w celu systematycznego monitoringu liczebności i rodzaju szkodników oraz fauny pożytecznej.

Jeden lub 2 razy w sezonie losowo pobierane były próby w celu określenia liczby znajdujących się na plantacji szkodników. W celu określenia liczby: przedziorków pobierano 4x50 pojedynczych liści; do oceny mszyc pobierano - 4x50 pędów długości 20 cm, a obecności gąsienic zwójkówek liściowych – pobierano 4x50 wierzchołków pędów maliny z każdej plantacji. Następnie w laboratorium pod mikroskopem stereoskopowym przeglądano pobrany materiał roślinny i liczono wszystkie stadia rozwojowe szkodników. W celu oceny liczebności i składu gatunkowego fauny pożytecznej pobierano liście maliny 4x50 pojedynczych liści oraz wykonywano strząsanie okazów z pędów maliny na białą płytkę, 4 próby pędów z 35 miejsc na każdej plantacji maliny. Pobrane próby materiału przeglądano i znalezione okazy zabezpieczano w celu przeprowadzenia identyfikacji gatunkowej.



Pozyskanie gąsienic uszkodzających i zjadających liście (między innymi zwójkówek liściowych) do hodowli w celu określenia składu gatunkowego oraz ewentualnego ustalenia stanu spasożytowania.

W okresie najbardziej licznego występowania gąsienic zwójkówek liściowych, oprócz plantacji, na których prowadzone były regularne obserwacje, wytypowano dwie kolejne plantacje, na których wystąpiły zwójkówki liściowe, a z których także pobrano próby wierzchołków pędów, na liściach których żerowały gąsienice zwójkówek. Pobrany materiał przewożono do laboratorium, gąsienice dokarmiano i hodowano do momentu wylotu motyli. Uzyskane motyle posłużyły do określenia przynależności gatunkowej.

Podzadanie 1

Zastosowanie nowych i dopracowanie już stosowanych elementów metod zwalczania pędraków chrabąszcza majowego (*Melolontha melolontha*): biologicznej, mechanicznej, fitosanitarnej, fizycznej i allelopatycznej oraz ocena ich efektywności na plantacjach truskawek

W 2016 roku cele podzadania zrealizowano w 28 doświadczeniach polowych (4 kontynuacja z 2014 r. i 4 kontynuacja z 2015 r.), w 3 doświadczeniach wazonowych, w 1 doświadczeniu laboratoryjno-wazonowym i 3 laboratoryjnych.

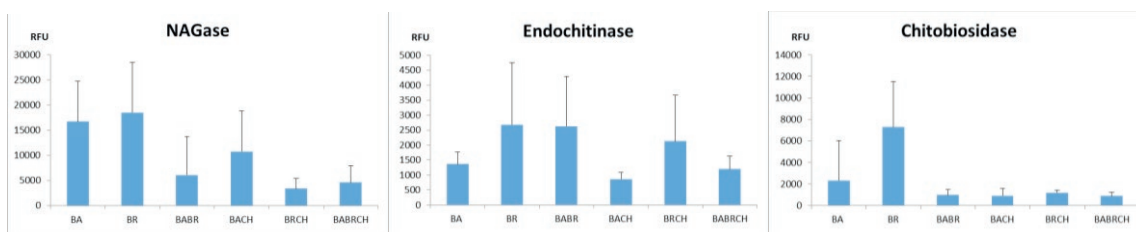
Określenie zdolności infekcyjnych grzybów entomopatogenicznych w ciele żywiciela.

W doświadczeniu laboratoryjnym użyto testu stosowanego do wykrywania chitynolitycznej aktywności *B. brongniartii* i *B. bassiana*, który opierał się na enzymatycznej hydrolizie substratów chitynazy. Ta enzymatyczna hydroliza uwalnia 4-metyloumbeliferon (4MU), który po jonizacji w zasadowym pH, był mierzony miarą fluorymetryczną przy długości fali wzbudzenia 360 nm i długości fali emisji 450 nm. Działania enzymów obliczono na podstawie pomiarów fluorescencji, dane wyrażono w jednostkach względnej fluorescencji. Wartości fluorescencji po odjęciu wykroju były porównane z krzywymi wzorcowymi otrzymanymi ze standardowych roztworów 4-metyloumbeliferonu sodowej soli, wyrażone w μM uwalniania z podłoża.

Wyniki

Otrzymane wyniki przedstawiono na Wykresie 1

Wykres 1. Określenie zdolności infekcyjnych grzybów entomopatogenicznych *B. bassiana* (BA); *B. brongniartii* (BR); *B. bassiana* + *B. brongniartii* (BABR); CH = hodowane na agarze-chityny (słupki wskazują odchylenie standardowe)



Exochitinolytic NAGase (b-N-acetyloglukozaminidaza) spowodowało wyższą aktywność w odniesieniu do aktywności chitobiosidase i endochitinase, średnio u dwóch gatunków grzybów badanych oddzielnie i razem w konsorcjum. Wzrost na podłożu z chityny spowodował we wszystkich próbach redukcję działań chitynolitycznych. Grzyb *B. brongniartii* wykazał najwyższą aktywność chitynolityczną, w szczególności dla chitobiosidases.

Zastosowanie i ocena metody biologicznej

Oceny metody biologicznej dokonano w 7 doświadczeniach: 6 polowych i 1 laboratoryjno-wazonowym. W 2016 r. założono 4 nowe doświadczenia w miejscowościach Brzostówka i Wólka Zabłocka, a 2 były kontynuacją z poprzednich lat. Laboratoryjno-wazonowe przeprowadzono w insektarium ZORS w Skierniewicach.

W prowadzonych przez 3 lata doświadczeniach polowych z wprowadzaniem CBZ uzyskiwano ograniczenie liczby pędraków chrabąszcza majowego oraz uszkodzonych przez nie roślin. Redukcja uszkodzeń, zależnie od doświadczenia i roku, była na poziomie od kilku do ponad 50%. Uzyskiwano także redukcję liczebności pędraków na różnym poziomie, zależnie od zagęszczenia wyjściowego CBZ oraz wilgotności gleby. Wyniki te, pomimo ograniczenia szkód, trudno jest uznać za w pełni zadowalające, gdyż oczekiwania i potrzeby są większe. Należy także podkreślić, że plantacje, na których prowadzono doświadczenia ze zwalczaniem pędraków zlokalizowane były w rejonie o bardzo dużym zagrożeniu ze strony tej grupy szkodników. To właśnie z potrzeby znalezienia metod ograniczania szkód powodowanych przez pędraki grupa producentów BrzostEko była inicjatorem podjętych badań, a także bardzo aktywnie w nich uczestniczyła, zwłaszcza w tych, które były prowadzone na ich plantacjach.

W doświadczeniach wazonowych uzyskiwano nieco wyższą redukcję liczebności pędraków i ograniczanie ich przeżywalności przez CBZ, ale może być to związane z możliwością nieograniczonego dostarczania wody w takich doświadczeniach, co znacznie sprzyja namnażaniu się grzybów i nicieni entomopatogenicznych. Warunki glebowe w doświadczeniach polowych, przy jakich wprowadzano CBZ, szczególnie wilgotność gleby, nie zawsze były sprzyjające namnażaniu się grzybów i nicieni entomopatogenicznych. Mimo to wyniki oceny ich zagęszczenia w próbach gleby pobieranych z doświadczeń polowych wskazują, że zwykle zagęszczenie ich było kilka-kilkakrotnie większe w glebie z kombinacji, na których je stosowano. Stwierdzono również obecność innych grzybów owadobójczych (np. *Isaria farinosa* i *Lecanicillium* sp.) w glebach z tych kombinacji, ale ich wpływ na przeżywalność pędraków wymaga dalszych badań. Obecność nicieni entomopatogenicznych w próbach gleby pobieranych z poletek, na które wprowadzono je wcześniej, świadczy o tym, że nicienie dość dobrze zaaklimatyzowały się w glebie. Wprowadzanie nicieni entomopatogenicznych może być także metodą godną polecenia do zwalczania pędraków w glebie, na której uprawia się rośliny sadownicze, np. truskawki. Na ich efektywność również duży wpływ ma wilgotność gleby, gdyż są znacznie bardziej aktywne w glebie wilgotnej.



Zastosowanie i ocena metody fitosanitarnej oraz ocena mechanizmów działania na pędraki

Ocenę metody fitosanitarnej zrealizowano w dwóch doświadczeniach. Doświadczenie wazonowe wykonano w insektarium ZORS IO w Skierniewicach, zaś doświadczenie polowe w miejscowości Brzostówka.

Wyniki wstępnych doświadczeń: wazonowego i polowego wskazują, na korzystne działanie gryki i gorzycy na redukcję liczby pędraków w glebie. **Ich uprawa jako przedplonu przed zakładaniem plantacji truskawki może być jedną z metod przy kompleksowej walce z pędrakami.** Warto byłoby jeszcze ocenić, w dalszych doświadczeniach, wpływ mieszanki tych dwu roślin oraz wpływ aksamitki, może także w mieszance z gryką lub/ i z gorzycą, jako przedplonu, na liczebność pędraków w glebie przed uprawą truskawki. Warto byłoby także poznać sposób działania tych roślin np. określić skład substancji zawartych w roślinach, które mają niekorzystny wpływ na rozwój pędraków, a zatem powodują, że liczebność szkodników jest zredukowana.

Zastosowanie i ocena metod mechanicznych

Metodę mechaniczną z wykorzystaniem pługa, zastosowano i oceniono na sześciu polach w miejscowości Nowa Wola i Brzostówka. Wybieranie osobników spod uszkodzonych roślin i ich utylizację na siedmiu polach przeprowadzono również w miejscowości Nowa Wola i Brzostówka.

Przeprowadzone doświadczenia wskazują, że stosując orkę ostrym pługiem można ograniczyć liczebność pędraków, gdyż osobniki uszkodzone mechanicznie giną. Śmiertelność pędraków zbieranych na polach doświadczalnych była na poziomie 30% a nawet niekiedy 55%. Z drugiej strony wiadomo, że podczas orki część pędraków jest wybierana przez ptaki, co także ogranicza ich liczebność. Godna polecenia okazała się też metoda lustracji plantacji, wyszukiwania roślin z objawami uszkodzenia oraz wybierania i utylizacji żerujących na korzeniach pędraków.

Zastosowanie i ocena metody fizycznej

W 2016 roku zastosowano trzy warianty metody fizycznej:

- a. odławianie (wylapywanie) osobników dorosłych chrabąszcza majowego;
- b. przykrywanie plantacji agrowłókniną w celu zabezpieczenia gleby przed nalotem samic chrabąszcza majowego i składaniem jaj (Brzostówka i Nowa Wola);
- c. zastosowanie naturalnej bariery, jaką stanowiły rośliny dębu posadzone w doniczkach (refugia) i w maju wystawione w okolicy plantacji truskawki;

Metoda fizyczna (biotechniczna) z wabieniem i odławianiem chrząszczy chrabąszcza majowego może być efektywna w zmniejszaniu ogólnej populacji chrabąszczy na danym obszarze, ale musi być stosowana systematycznie podczas masowego ich wylotu, a ponadto jej skuteczność może być bardziej znacząca, jeśli będzie stosowana na w miarę dużym obszarze. Redukcja populacji osobników dorosłych jest bardzo ważna gdyż bezpośrednio przekłada się na redukcję liczby jaj składanych przez samice. Zastosowanie tej metody głównie w lata masowej gradacji, może przynieść lepsze efekty, gdyż można wówczas odłowić znaczną część populacji chrabąszcza. Druga metoda fizyczna polegająca na



przykrywaniu powierzchni pola agrowłókniną również może redukować znaczną liczbę jaj składanych przez samice. Jednak warto mieć świadomość, że agrowłóknina, powinna być rozłożona przed początkiem lotu chrabąszczy, a zdejmowana dopiero po jego całkowitym zakończeniu. Ponadto najlepsze efekty można by uzyskać, stosując tę metodę co najmniej przez 4 lata (okres cyklu rozwojowego chrabąszcza majowego) i w zintegrowanym jej stosowaniu z innymi metodami.

Zastosowanie i ocena metody allelopatycznej

W 2016 roku metodę allelopatyczną oceniano w dwóch doświadczeniach: jednym wazonowym przeprowadzonym w insektarium ZORS w Skierniewicach i drugim polowym w miejscowości Brzostówka. Stosowano podlewanie roślin wcześniej przygotowanymi gnojówkami. Na około dwa tygodnie przed pierwszym zastosowaniem gnojówek w obu doświadczeniach przygotowano odpowiednie gnojówki wykorzystując: pokrzywę zwyczajną (*Urtica dioica*), mięte zieloną (*Mentha spicata*), bylicę piołun (*Artemisia absinthium*), czosnek pospolity (*Allium sativum*), grykę (*Fagopyrum* Mill.), aksamitkę (*Tagetes* L.) i nagietek lekarski (*Calendula officinalis*). Z roślin przygotowano gnojówki w stosunku 1:2, niektóre z nich najpierw zostały zalane 75% spirytusem a później rozcieńczone wodą. Po przygotowaniu gnojówek z każdej nich pobrano próbki ok. 1 litra płynu, do badań właściwości chemicznych, a po ich zastosowaniu do gleby pobrano również próby gleby i próby liści roślin w celu określenia zawartości mikro- i makroelementów.

Analizując wyniki uzyskane w 2016 roku w doświadczeniu wazonowym stosowane gnojówki wpływały na ograniczenie liczby pędraków znajdujących w glebie po ich zastosowaniu, natomiast w pewnym sensie nie potwierdziły tego badania polowe. Jednak ze względu na to, iż takie doświadczenie w polu wykonano po raz pierwszy, być może wpływ na taki wynik miały warunki pogodowe (w okresie stosowania gnojówek panował okres suszy), lub też mogła być zbyt mała ilość stosowanej cieczy lub liczbawykonanych zabiegów. W przyszłości należy przeprowadzić badania nad optymalną ilością stosowanych gnojówek oraz warto by przeprowadzić analizę składu gnojówek w celu wykrycia i stwierdzenia zawartości substancji odstraszających pędraki, w celu zwiększenia ich zawartości w stosowanych gnojówkach. Stosowanie gnojówek może mieć również pozytywny wpływ na naturalne nawożenie roślin i pozyskiwanie przez nie składników potrzebnych do wzrostu.

Ocena metod użytych w sposób zintegrowany

Użycie kilku metod walki z pędrakami w pewnym okresie czasu lub równolegle powinno zwiększać ich efektywność. W 2016 roku oceniano metody, które były stosowane w tych samych obiektach w okresie dwóch-trzech lat (2014-2016) oraz te, stosowane w sposób zintegrowany tylko w 2016 roku. W sposób zintegrowany zastosowano między innymi:

- metodę fitosanitarną + metoda fizyczna + metoda mechaniczna + metoda biologiczna;
- metodę mechaniczną + metoda biologiczna;
- metodę mechaniczną + metoda biologiczna + metoda fizyczna;
- metodę biologiczną + metoda fizyczna;
- metodę mechaniczną + metoda allelopatyczna.



Wszystkie kombinacje złączeniem metod walki z pędrakami zastosowane w sezonie 2016, jak i w latach poprzednich, (2014-2015) wykazały dobre działanie ograniczające występowanie pędraków w glebie (efektywność na poziomie około 50% lub więcej, zależnie od doświadczenia). Taka skuteczność może być akceptowana na polach z niezbyt liczną populacją szkodnika (na poziomie niewiele przekraczającym próg zagrożenia). Wydaje się, że prawidłowo stosowane wymienione wyżej metody mogą zapewnić w miarę racjonalne zwalczanie szkodnika i redukcję uszkodzeń. Jeśli jednak populacja szkodnika na polu jest bardzo liczna (taką sytuację obserwowano na polach, gdzie prowadzono doświadczenia) konieczne jest zintensyfikowanie zwalczania. Wykazano bowiem, że stosowanie różnych metod w sposób zintegrowany zwiększa skuteczność walki z pędrakami.

Podzadanie 2

Ocena efektywności czynników biologicznych w zwalczaniu chrząszczy i larw opuchlaków

Celem podzadania była ocena przydatności czynników biologicznego zwalczania (grzybów i nicieni entomopatogenicznych) do zwalczania chrząszczy i larw opuchlaka truskawkowca (*Otiorhynchus sulcatus*) w warunkach laboratoryjnych. Cel ten realizowano w 3 doświadczeniach: 2 laboratoryjne wykonane w laboratorium i jedno laboratoryjno-wazonowe - insektarium ZORS IO w Skierniewicach. Chrząszcze opuchlaka truskawkowca pozyskiwano z plantacji, na których obserwowano uszkodzenia powodowane przez larwy szkodnika. Chrząszcze zbierano 2 razy w tygodniu w okresie od 6.06 do 20.06. 2016.

Wyniki przeprowadzonych testów laboratoryjnych wykazały, że czynniki biologicznego zwalczania wpływały na przeżywalność chrząszczy oraz na liczbę składanych jaj i wylęgających się larw opuchlaka truskawkowca chociaż nie wszystkie w jednakowym stopniu. W 2016 r. w testach laboratoryjno-wazonowych CBZ w znacznym stopniu redukowały przeżywalność larw opuchlaka truskawkowca, nicienie entomopatogeniczne nawet o ponad 80%, zaś grzyby entomopatogeniczne działały słabiej (redukcja na poziomie ponad 60 do około 75%). W doświadczeniu z larwami sprzążków, (znacznie trudniejszych do zniszczenia z powodu chitynowej warstwy okrywającej ich ciało) jedynie nicienie entomopatogeniczne w ciągu około 6 tygodni zniszczyły około 50% larw. Nie stwierdzono efektu po zastosowaniu grzybów entomopatogenicznych.

Podzadanie 3

Szkodniki i fauna pożyteczna występujące na malinie oraz możliwości zwalczania szkodników

Celem podzadania było określenie składu gatunkowego szkodników oraz określenie fauny pożytecznej występujących na malinie uprawianej systemem ekologicznym oraz poszukiwanie nowych, bezpiecznych środków do stosowania w uprawach ekologicznych. Zadanie realizowano na 4 plantacjach maliny owocującej na pędach jednorocznych odm. Polka i Polana prowadzonych systemem produkcji ekologicznej – trzy plantacje zlokalizowane były w okolicy Lubartowa (2 w miejscowości Brzostówka i 1 w Nowej Woli), a jedna w okolicy Ostrowca Świętokrzyskiego oraz na 1 plantacji prowadzonej systemem konwencjonalnym w okolicy Skierniewic.



Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń i obserwacji w roku 2016 na plantacjach malin owocujących na pędach jednorocznych stwierdzono, że dużym problemem w tym sezonie były zwójkówki liściowe – wystąpiły one na prawie wszystkich plantacjach objętych badaniami. Gąsienice tego gatunku szkodnika uszkadzają wierzchołki wzrostu najsilniejszych pędów, w wyniku czego z bocznych śpiących pąków pędu wybijają słabsze i słabiej owocujące pędy. Ważnym szkodnikiem malin okazały się także szpeciele, które występowały również na plantacjach objętych obserwacjami chociaż w niezbyt licznie. Po oznaczeniu gatunku stwierdzono, że jest to przebarwiacz malinowy (*Phyllocoptes gracilis*) bardzo groźny szkodnik maliny, szczególnie odm. Glen Ample, z której bardzo łatwo przenosi się na inne odmiany (z wiatrem, kroplami wody oraz na ciele owadów i roztoczy). Szpeciel jest wektorem wirusa plamistości liści maliny (Raspberry leaf blotch virus, RLBV), stąd nawet nieliczne szpeciele mogą wyrządzić duże szkody. Równie mało licznie w 2016 roku (na co mogły mieć wpływ warunki atmosferyczne) wystąpił przędziorek chmielowiec i wciornastki. Mimo tego, że na plantacjach nie obserwowano mszyc, to wykryto obecność niektórych wirusów występujących na malinach (mszyce są wektorami wirusów) oraz stwierdzono liczne objawy chorób przez nie powodowanych. Na plantacjach malin obserwowana była również fauna pożyteczna: przede wszystkim parazytoidy zwójkówek liściowych, ale nie było ich wystarczająco dużo aby utrzymać populację zwójkówek na poziomie niepowodującym strat ekonomicznych. Jednak są to obserwacje prowadzone tylko w jednym roku i wymagają potwierdzenia w dalszych badaniach.

Podsumowanie końcowe wyników

Możliwości zwalczania pędraków chrabąszcza majowego (*Melolontha melolontha*)

W okresie trzech lat (2014-2016) przeprowadzono bardzo wiele doświadczeń laboratoryjnych i polowych, w których zastosowano różne czynniki biologicznego zwalczania oraz metody prowadzące do redukcji pędraków i zagrożenia upraw. Uzyskane wyniki wskazują, że prawidłowe, kompleksowe stosowanie wymienionych metod zwalczania może zapewnić istotne ograniczenie (w miarę racjonalne zwalczanie) szkodnika i redukcję uszkodzeń. Konieczne jest jednak sprawdzanie zagrożenia przed założeniem plantacji, szczególnie w rejonach, gdzie występują problemy z pędrakami. Jeśli zatem przed założeniem plantacji stwierdzi się bardzo liczną populację szkodnika, to konieczne jest wprowadzenie najbardziej intensywnych i kompleksowych metod zwalczania i być może wydłużenie okresu walki z pędrakami przed założeniem plantacji, a nawet w trakcie jej zakładania (np. bardzo ważne może okazać się moczenie korzeni roślin w czynnikach biologicznego zwalczania), jak również w czasie jej prowadzenia (np. odławianie chrabąszczy, przykrywanie uprawy agrowłókniną, a może także zwalczanie chrabąszczy w miejscach ich dziennego odpoczynku, na sąsiadujących drzewach, poza plantacją ekologiczną np. strząsanie chrząszczy i ich utylizacja bądź chemiczne zwalczanie wczesnym rankiem, zanim rozpoczną żerowanie).

Godne podkreślenia jest korzystne działanie niektórych przedplonów np. gryka (potwierdzenie wcześniejszych informacji), na ograniczenie liczebności pędraków w glebie. Przetestowano kilka roślin jako przedplon, ale uzyskane wyniki nie zawsze są jednoznaczne i



konieczne są dalsze badania prowadzące do wytypowania kolejnych 2-3 roślin, uprawa których pozwoliłaby zredukować liczebność pędraków. Celowe byłoby także poznanie mechanizmów działania tych roślin (czyli poznanie składu substancji zawartych w roślinach) i określenie, które z nich mają decydujący wpływ na zakłócenie rozwoju i redukcję populacji pędraków.

Tam, gdzie jest możliwe, warto wprowadzić zbieranie pędraków podczas orki przed założeniem uprawy, a także podczas lustracji plantacji, wybieranie pędraków i niszczenie ich wraz z uszkodzonymi roślinami. Metoda jest bardzo pracochłonna, ale może być jednym z bardzo ważnych elementów zintegrowanych metod walki z pędrakami chrabąszcza majowego (istotny wzrost skuteczności walki z pędrakami). Metoda ta może być bardziej akceptowana, przydatna i możliwa do zastosowania na mniejszych powierzchniach, gdzie glebę uprawia się mniejszymi gabarytowo maszynami, niż na dużych powierzchniach, gdzie stosuje się np. pługi kilkuskibowe i szansa wybrania pędraków jest mniejsza.

Metoda fizyczna (biotechniczna) z odławianiem chrząszczy chrabąszcza majowego może być efektywna w redukcji populacji chrabąszczy, ale wymaga systematycznego stosowania podczas masowego wylotu i lotu chrabąszczy, w miarę możliwości na większym terenie. Redukcja osobników dorosłych prowadzi do mniejszej liczby składanych jaj przez samice, a w konsekwencji do obniżenia zagęszczenia pędraków na polach uprawnych.

Metoda fizyczna z wykorzystaniem agrowłókniny do przykrywania upraw na okres lotu chrabąszczy może istotnie zredukować liczebność szkodnika, ale musi być ona rozłożona przed początkiem lotu chrabąszczy i pozostawiona na cały okres lotu i najlepiej, gdyby była stosowana przynajmniej przez 4 lata (okres cyklu rozwojowego chrabąszcza majowego) – jednak należy zwrócić uwagę, że być może nie wszystkie odmiany truskawki będzie można przykrywać agrowłókniną (niekiedy może powodować nadmierny wzrost roślin) i również należy pamiętać o doborze właściwej agrowłókniny. Problemem przy tej metodzie może być również zbyt szybkie kiełkowanie i wzrost chwastów (agrowłóknina zazwyczaj powinna pozostać na plantacji przez okres ok. 1 miesiąca). Wymienione metody są pracochłonne i często kosztowne, ale w rejonach dużego zagrożenia przez pędraki, są jedynymi, które zastosowane kompleksowo, mogą umożliwić produkcję zdrowych owoców.

Metoda allelopatyczna oparta na przygotowanych gnojówkach z roślin wymaga dalszych badań (składu i zawartości substancji odstrasżających) oraz doskonalenia techniki stosowania, by można je polecać do szerokiego stosowania w praktyce, jednak już dziś można powiedzieć, że będą mogły one stanowić dobre uzupełnienie naturalnego nawożenia roślin.

Wyniki trzyletnich badań i obserwacji wskazują, że redukcję pędraków i powodowanych przez nie uszkodzeń można uzyskać stosując różne metody kompleksowo. Jednak poznanie i dopracowanie różnych metod wymaga badań w dłuższym okresie czasu oraz w różnych warunkach. Uwzględniając cykl biologiczny chrabąszcza majowego proponowane metody należy stosować sukcesywnie przynajmniej przez cztery lata, gdyż tyle trwa pełny rozwój jednego pokolenia szkodnika.

Ważnym elementem metod zintegrowanych jest **metoda biologiczna**, z wykorzystaniem CBZ (nicieni i grzybów entomopatogenicznych). Jednak muszą zaistnieć korzystne warunki,



czyli odpowiednia wilgotność gleby, by nicienie i grzyby mogły się namnażać, potrzebny jest też czas, aby mogły odnaleźć i zasiedlić szkodniki i zniszczyć je. W przyszłości należy również poszukiwać innych możliwości namnażania szczególnie grzybów owadobójczych, aby wprowadzając je do gleby zapewnić im minimalny zasób pokarmu, co pozwoli na lepszą ich aklimatyzację w glebie. Nadal bardzo ważne jest określenie optymalnego poziomu zagęszczenia czynników biologicznego zwalczania, przy którym zredukowana byłaby liczebność szkodnika i który pozwoliłby utrzymywać populację pędraków na poziomie niezagrażającym uprawie truskawki. W związku z tym, opracowaliśmy i wykorzystujemy bardzo wrażliwe metody molekularne do wykrywania i oceny ilości inokulum w glebie, które również mogą być polecane i wykorzystywane do sprawdzenia jakości inokulum i jego trwałość w glebie po zastosowaniu.

W badaniach laboratoryjnych lub laboratoryjno-wazonowych stosując czynniki biologicznego zwalczania (nicienie i grzyby entomopatogeniczne) uzyskano redukcję chrząszczy i larw opuchlaka truskawkowca (*Otiorhynchus sulcatus*), a nicienie entomopatogeniczne zasiedlały i niszczyły część populacji larw chrząszczy z rodziny sprężykowatych (zwanym drutowcami). Jednak, by móc je polecać do stosowania w praktyce, konieczne należy ocenić ich efektywność w niszczeniu szkodników (opuchlaków i larw chrząszczy sprężykowatych – tzw. drutowców) żyjących w glebie w warunkach polowych. Wyniki trzyletnich doświadczeń polowych, jak i laboratoryjnych, dotyczące metod ograniczających liczebność chrabąszcza majowego i jego pędraków, a także szkód przez nie powodowanych na plantacjach truskawki, są obiecujące i ciekawe. Niektóre z metod np. mechaniczne, w tym zbieranie pędraków podczas przygotowania pola (orka) oraz usuwanie spod uszkodzonych roślin, odławianie i utylizacja chrabąszczy, przykrywanie plantacji na czas lotu chrabąszczy, uprawa gryki, a także stosowanie nicieni entomopatogenicznych, mogą być polecane do praktyki. Nadal jednak celowe byłoby doskonalenie wymienionych metod i poszukiwanie innych, być może mniej czasochłonnych i tańszych, a możliwych do zastosowania w praktyce.

Określenie składu gatunkowego szkodników i fauny pożytecznej

Jednoroczne badania i obserwacje przeprowadzone w roku 2016 na plantacjach malin owocujących na pędach jednorocznych wykazały na duże zagrożenie upraw przez zwójkówki liściowe. Ich gąsienice uszkadzają wierzchołki wzrostu najsilniejszych pędów, w wyniku czego z bocznych, śpiących pąków pędu wybijają słabsze pędy i następuje redukcja plonu. Z zebranych na plantacjach gąsienic wyhodowano motyle oraz część motyli odłowiono na plantacjach, w celu określenia gatunku. Z dużym prawdopodobieństwem można sugerować, że jest to gatunek dwupokoleniowy *Epiblema uddmanniana*.

Z racji dużego zagrożenia (szkodnika notuje się dość często także na innych plantacjach), celowe byłoby poznanie biologii tego gatunku, precyzyjne ustalenie okresów lotu motyli poszczególnych pokoleń i opracowanie metod ograniczających zwójkę i szkody przez nią powodowane. Wymaga to dalszych prac i obserwacji w kolejnych latach.

Ważnym wykrytym szkodnikiem maliny był szpeciel - przebarwiacz malinowy *Phyllocoptes gracilis*, bardzo groźny (bardzo podatna na zasiedlenie jest odm. Glen Ample), łatwo i



szybko może przenosić się pomiędzy krzewami oraz na inne odmiany. Jest to o tyle ważny gatunek, że jest wektorem wirusa plamistości maliny - Raspberry leaf blotch virus. Szpeciel i wirus są w stanie w krótkim czasie zniszczyć plantacje maliny. Na obserwowanych plantacjach nie notowano typowych uszkodzeń na liściach i owocach, ale jest to kwestia czasu. Poznanie zasięgu występowania szpecieła na malinach oraz określenie wielkości szkód przez niego powodowanych, jak również opracowanie metod redukcji szkodnika, wymaga dalszych badań.

Uzyskane wstępne wyniki z tegorocznych badań nad oceną zagrożenia przez szkodniki upraw maliny oraz nad występującą na nich fauną pożyteczną są bardzo interesujące, ale żeby mogły być uwzględnione w zaleceniach dla producentów muszą być potwierdzone kolejnymi badaniami.

Zalecenia dla sadownictwa ekologicznego

Wyniki trzyletnich badań i obserwacji polowych wskazują, że straty powodowane przez pędraki w uprawach ogrodniczych, w tym prowadzonych zgodnie z zasadami produkcji ekologicznej, w wielu rejonach Polski są bardzo duże. Przyczyn wzrostu zagrożenia należy upatrywać również w bardzo ograniczonych możliwościach zwalczania chrząszczy chrabąszcza majowego (*Melolontha melolontha*), także w lasach oraz w innych uprawach sadowniczych, czy rolnych. Od kilku lat nie ma zarejestrowanych żadnych środków chemicznych do zwalczania pędraków w glebie, zarówno w uprawach rolnych, ogrodniczych jak i leśnych, niezależnie od sposobu prowadzenia produkcji (integrowana, ekologiczna, tradycyjna). W latach gradacji zdarza się zwalczanie chrabąszczy podczas nalotu w lasach, ale też zwykle lokalnie. W ten sposób ogranicza się jednak część populacji. Walka z chrabąszczem majowym i jego pędrakami na plantacjach ekologicznych powinna być prowadzona kompleksowo, z wykorzystaniem dostępnych metod i sposobów, we wszystkich rejonach występowania szkodnika. Wymaga to jednak dużych nakładów pracy ludzkiej oraz nakładów finansowych na wzbogacenie i uzupełnienie innych metod, metodami biologicznymi.

W celu ograniczenia szkód wyrządzanych przez pędraki chrabąszczy zaleca się podejmować następujące działania:

- w rejonach występowania pędraków, które stanowią duże lub bardzo duże zagrożenie dla upraw, konieczna jest wstępna kontrola gleby w celu określenia obecności i zagęszczenia szkodników na polu oraz kompleksowa walka z pędrakami chrabąszcza majowego podczas przygotowania gleby pod plantację.
- do ograniczenia populacji chrabąszczy i pędraków w zagrożonych rejonach powinno się wprowadzić do praktyki stosowanie na szeroka skalę (większe rejony) zintegrowanych metod zwalczania, czyli: mechanicznej, biologicznej, fizycznej i fitosanitarnej, zaznaczając, że niektóre z metod np. uprawki ostrymi narzędziami czy przedplony, mogą być stosowane jedynie na polu bez roślin.
- stosowanie metody biologicznej, w której wykorzystuje się czynniki biologicznego zwalczania, głównie nicienie entomopatogeniczne (grzyby entomopatogeniczne muszą



uzyskać rejestrację) może z dobrym skutkiem ograniczyć populację pędraków w glebie. Jednak jej działanie wymaga dłuższego okresu czasu (czas na zwiększenie zagęszczenia przez namnożenie się grzybów i nicieni entomopatogenicznych w glebie, oraz czas na znalezienie żywiciela, czyli pędraka i powolne jego zniszczenie). W doświadczeniach prowadzonych w ciągu trzech lat (w tych samych obiektach) nie udało się jeszcze osiągnąć zagęszczenia czynników biologicznego zwalczania, które utrzymałoby populację pędraków na poziomie niepowodującym strat ekonomicznych. Ponadto trzeba wiedzieć, że na skuteczność czynników biologicznego zwalczania bardzo duży wpływ mają warunki środowiskowe, rodzaj gleby, oraz jej temperatura i wilgotność, które decydują o tempie namnażania się (np. nicieni entomopatogenicznych czy też grzybów owadobójczych) w glebie.

- stosowanie metody fitosanitarnej - głównie właściwego przedplonu, czyli uprawa roślin działających niekorzystnie na rozwój populacji pędraków w glebie. W badaniach potwierdzono największy wpływ gryki (zawiera taniny hamujące rozwój pędraków). Wyniki wstępnych doświadczeń wskazują także na niekorzystny wpływ gorczycy, ale wymaga to dalszych badań i obserwacji.
- stosowanie metody mechanicznej polegającej na zbieraniu pędraków bezpośrednio po przejściu pługa podczas orki istotnie redukuje (w granicach 50%) liczebność pędraków chrabąszczy w glebie. Metoda pracochłonna i daje lepsze efekty na mniejszych powierzchniach, gdzie nie stosuje się pługów wieloskibowych.
- stosowanie metody fizycznej polegającej na odkażaniu gleby aktywną parą wodną zniszczyło pędraki znajdujące się w glebie podczas zabiegu, ale nie zabezpieczyło gleby na dłuższy okres. Metoda jest bardzo kosztowna i na razie nie ma szans na jej wykorzystanie na szerszą skalę.
- stosowanie metody fizycznej polegającej na wabieniu i odławianiu chrabąszczy na podświetlane białe ekrany lub samołówki i utylizacja odłowionych osobników skutecznie ogranicza populację chrabąszczy majowego. By uzyskać bardziej pełny efekt, metodę tę wskazane byłoby stosować na sąsiadujących plantacjach, by objąć nią większą powierzchnię. Redukcja osobników dorosłych to mniej złożonych jaj przez samice, a tym samym mniejsze zagęszczenie pędraków na polach uprawnych.
- przykrywanie plantacji agrowłókniną również może redukować liczebność szkodnika, pod warunkiem rozłożenia jej przed początkiem lotu chrabąszczy i pozostawienia na roślinach do całkowitego zakończenia lotu. Agrowłóknina powinna być stosowana, co najmniej przez 4 lata (okres cyklu rozwojowego chrabąszczy majowego).
- stosowanie lustracji plantacji truskawki, wybieranie roślin uszkodzonych wraz z żerującymi na ich korzeniach pędrakami i ich utylizacja, może także znacznie ograniczyć uszkodzenia kolejnych roślin.
- stosowanie metody allelopatycznej może również przyczyniać się do ochrony plantacji przed pędrakami, ale wymagają dalszych badań, w celu wytypowania najbardziej skutecznych substancji.
- przy stosowaniu metod zwalczania w sposób zintegrowany zwiększa się efektywność redukcji szkodnika. W doświadczeniach uzyskiwano obiecujące wyniki łącząc metody:



mechaniczną z fizyczną (odkazywanie para wodną) i biologiczną (CBZ); fitosanitarną z fizyczną (odkazywanie) i biologiczną; mechaniczną i biologiczną. We wszystkich doświadczeniach stwierdzono mniej uszkodzonych roślin w porównaniu z kontrolą. Potwierdzono, że stosowanie metod kompleksowo, nie ma istotnego wpływu na zawartość w glebie czynników biologicznego zwalczania stosowanych w metodzie biologicznej. Czynniki te znajdowano we wszystkich próbach gleby pobranych z doświadczeń i analizowanych metodą konwencjonalną oraz molekularną.

Producenci owoców malin w systemie ekologicznym powinni monitorować występujące na plantacjach szkodniki w celu określenia gatunków i liczebności ich występowania. Wiedza ta jest konieczna przy określeniu potrzeby i doborze metody zwalczania danego szkodnika. Monitorowana powinna być także obecność fauny pożytecznej na plantacjach, która może wspomagać ochronę przed szkodnikami. Należy również stwarzać dobre warunki dla jej rozwoju.



INSTYTUT OGRODNICTWA W SKIERNIEWICACH

5

Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi. Praktyczne aspekty ekologicznej uprawy warzyw i ziół pod osłonami i w szklarniach



Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
Zakład Ochrony Roślin Warzywnych i Ozdobnych - Pracownia Nematologii

SPRAWOZDANIE
z realizacji badań prowadzonych w 2016 roku

***Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi:
Praktyczne aspekty ekologicznej uprawy warzyw i ziół pod osłonami
i w szklarniach***

KIEROWNIK PROJEKTU

dr Aneta Chalańska

**DYREKTOR INSTYTUTU
OGRODNICTWA**

prof. dr hab. Małgorzata Korbin

**Wykonawcy: dr Aneta Chalańska, dr Beata Komorowska, dr Małgorzata Tartanus,
dr Waldemar Kowalczyk, mgr Aleksandra Bogumił, mgr Witold Danelski,
mgr Magdalena Ptaszek oraz pracownicy techniczni Pracowni Nematologii,
Laboratorium Analiz Chemicznych oraz Pracowni Uprawy i Nawożenia Roślin
Ozdobnych**



Realizowana tematyka badawcza obejmowała dwa podzadania. Pierwsze z nich dotyczyło wpływu nawożenia na występowanie nicieni w uprawach ekologicznych warzyw pod osłonami i było prowadzone przy współpracy z producentami ekologicznymi na terenie kraju. Drugie podzadanie dotyczyło określenia możliwości biologicznego ograniczania liczebności drutowców przy wykorzystaniu preparatów zawierających nicienie lub grzyby entomopatogeniczne w doświadczeniach ścisłych.

Celem badań w **podzadaniu 1** było określenie zależności pomiędzy praktykami agrotechnicznymi, a porażeniem roślin przez nicienie oraz wskazanie, które z praktyk stosowanych w rolnictwie ekologicznym pod osłonami ograniczają nadmierne namnażanie się nicieni pasożytów roślin, a jakie warunki uprawy sprzyjają ich rozwojowi. Badania prowadzono w 16 gospodarstwach ekologicznych, gdzie uprawia się warzywa pod osłonami, głównie pomidor, ogórek i paprykę. Próby gleby pobierano w dwóch terminach, na początku i na koniec sezonu wegetacyjnego. Wykonano analizy składu gatunkowego nicieni pasożytów roślin oraz analizy gleby dotyczące zawartości miko-, makroelementów, obecności metali ciężkich, odczynu gleby, jej wilgotności, zasolenia oraz zawartości materii organicznej. W jednym gospodarstwie, gdzie wiosną stwierdzono nicienie pasożyty roślin w liczebności mogącej zagrażającej uprawie, prowadzono systematycznie ich monitoring w trakcie całego sezonu wegetacyjnego. W celu uzyskania informacji, jakie czynniki mogły warunkować liczebność nicieni pasożytów roślin w gospodarstwach ekologicznych, przeprowadzono wywiady z producentami dotyczący praktyk agrotechnicznych i nawożenia stosowanych w gospodarstwach objętych monitoringiem.

Gospodarstwo 1. woj. łódzkie, powiat zduńskowski

a) Pomidor pod osłonami, odmiana Malinowy: Uprawa prowadzona była w jednym tunelu od 15 lat. Uprawami współrzędnymi były czosnek, winorośl oraz mięta. Nawożenie oparto na przekompostowanym oborniku bydlęcym stosowanym rokrocznie bezpośrednio pod rośliny. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin, co potwierdziły wyniki analiz gleby. Nie stosowano dodatkowych zabiegów ochronnych. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*) oraz długacza nitkowatego (*Longidorus attenuatus*), którego występowanie wiąże się z przenoszeniem chorób wirusowych oraz degradacją systemu korzeniowego. Późniejsze wysadzanie rozsady pomidora, po terminie wylęgu pierwszego pokolenia larw inwazyjnych guzaka, ograniczyło rozwój tego szkodnika. Jednocześnie błędem agrotechnicznym zaobserwowanym w tym gospodarstwie była współrzędna uprawa winorośli z pomidorem. System korzeniowy pomidora narażony był na żerowanie długaczy, których populacja utrzymywała w ryzosferze winorośli.

b) Ogórek gruntowy, mieszaniec: Uprawę prowadzono w płodozmianie co 5-6 lat z innymi warzywami. Nawożenie oparto na przekompostowanym oborniku bydlęcym, które zapewniało odpowiednie odżywienie roślin, ale stwierdzone zbyt wysokie pH gleby (bliskie 8) i wysoka zawartość wapnia mogły powodować zaburzenia w pobieraniu głównie fosforu, żelaza i manganu. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*). Pobrane wiosną próby korzeniowe nie wykazały jego występowania, co



miało związek z terminem wysadzenia roślin. Rośliny zagrożone były wystąpieniem jedynie drugiego pokolenia larw inwazyjnych tego nicienia. Późniejsze wysadzanie rozsady ogórka, po terminie wylęgu pierwszego pokolenia larw inwazyjnych guzaka ograniczyło rozwój tego szkodnika i przyczyniło się do poprawienia zdrowotności roślin. Jednocześnie współrzędnie nie uprawiano innych roślin żywicielskich guzaka. Zauważono także ograniczenie liczebności korzeniaków (*Pratylenchus* sp.) i spiralników (*Helicotylenchus* sp.).

Gospodarstwo 2. woj. mazowieckie, powiat nowodworski

a) Papryka pod osłonami, mieszaniec: W tunelu przed papryką uprawiano pomidor. Rozsadę papryki wysadzono na przełomie maja i czerwca. Jesienią 2015 zastosowano świeży obornik bydlęcy oraz Wapniak Jurajski (90% CaCO₃). Badana uprawa nie była zagrożona przez nicienie pasożyty roślin. W badanej uprawie płodozmian i zabiegi agrotechniczne były prawidłowe i nie przyczyniały się do namnażania populacji nicieni żerujących na roślinach. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin, ale stwierdzone zbyt wysokie pH gleby (bliskie 8) mogło powodować zaburzenia w pobieraniu głównie fosforu, żelaza i manganu.

b) Ogórek, odmiana Śremski: Ogórek uprawiano na stanowisku po selerze. Wczesną wiosną zastosowany był obornik bydlęcy świeży. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin. Po zdjęciu osłon ogórek opryskiwany był Miedzianem 50 WP dwa razy w sezonie. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie oraz długacza nitkowatego (*Longidorus attenuatus*), ale płodozmian i zabiegi agrotechniczne były prawidłowe i nie przyczyniały się do namnażania populacji tych nicieni, których występowanie wiąże się z przenoszeniem chorób wirusowych oraz degradacją systemu korzeniowego.

c) Pomidor, Polbig F1: Pomidora uprawiano na stanowisku po życie na przyoranie. Jesienią zastosowany był również obornik bydlęcy oraz wapnowanie w dawce 400 kg/ha. W uprawie obserwowano deformacje i zaburzenia wzrostu roślin. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*). Pobrane wiosną próby korzeniowe wykazały jego występowanie, co potwierdziły analizy gleby w obu terminach. Korzenie roślin zasiedlane były przez oba pokolenia larw inwazyjnych tego nicienia. Zastosowane zabiegi agrotechniczne nie zapobiegły występowaniu *M. hapla* w badanej uprawie. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin, ale zbyt niska zawartość wapnia (poniżej 400 mg/l gleby) w glebie mogła powodować obserwowane problemy uprawowe (sucha zgnilizna owoców).

Gospodarstwo 3. woj. mazowieckie, powiat gostyński

a) Pomidor odmiana Bawole Serce: Pomidory w jednym miejscu uprawiane były od kilku lat. Stosowano obornik bydlęcy 2-3 letni. Wiosną podczas sadzenia zastosowano pod korzeń jednorazowo wywar z pokrzywy. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*). Zastosowane praktyki agrotechniczne były prawidłowe i przyczyniły się do redukcji populacji drugiego pokolenia *M. hapla*, które było poniżej progu wykrywalności. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin, ale stwierdzona zbyt wysoka zawartość wapnia (prawie 4000 mg/l gleby) mogła powodować zaburzenia w pobieraniu niektórych makro- i mikrośladników.



b) ogórek, odmiana Adam F1: Rozsada z kupnych nasion ekologicznych. Uprawę ogórka prowadzono na stanowisku po warzywach (pory, selery). Nawożenie oparto na przekompostowanym 2-3 letnim oborniku bydlęcym. Uprawą współrzędną był koper. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*) oraz korzeniaka pospolitego (*Pratylenchus neglectus*). Pobrane wiosną próby korzeniowe wykazały jedynie występowanie korzeniaków, choć w glebie stwierdzano także pojedyncze osobniki młodociane guzaka. Jesienią liczebność guzaka i korzeniaka w glebie była poniżej poziomu wykrywalności, a więc stosowana w uprawie agrotechnika była prawidłowa. Wyniki analiz gleby potwierdziły odpowiednie odżywienie roślin.

Gospodarstwo 4. woj. łódzkie, powiat łowicki

a) Pomidor odmiany Hubal: Uprawa tunelowa pomidora założona była na polu, gdzie w roku ubiegłym rosła marchew. W zmianowaniu producent uwzględnił wcześniej uprawę owsa i seradeli. Przed posadzeniem pomidora zastosowany był roczny obornik bydlęcy. Pomidory opryskiwano w sezonie wywarami ze skrzypu i pokrzywy. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*). Pobrane próby korzeniowe i glebowe wykazały jego występowanie w bardzo dużym nasileniu. Błędem agrotechnicznym zaobserwowanym w tym gospodarstwie było nieprawidłowe zmianowanie. W przypadku występowania guzaka należy roślinę żywicielską uprawiać nie częściej niż co 2-3 lata. W tym przypadku uprawę rośliny żywicielskiej prowadzono rok po roku. Do wysokiego zagrożenia uprawy przyczyniła się niska świadomość producenta dotyczącej zagrożenia upraw przez niczenie pasożyty roślin, szczególnie na glebach lekkich, na których w tym gospodarstwie prowadzono uprawy. Wyniki analizy gleby wskazywały na nieprawidłowe nawożenie, brak podstawowych składników pokarmowych i nieodpowiednie pH.

b) ogórek odmiany Cezar F1: Przed posadzeniem ogórka zastosowany był obornik bydlęcy roczny. Po zdjęciu osłon ogórek jednokrotnie w sezonie opryskano Miedzianem 50 WP. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie korzeniaka pospolitego (*Pratylenchus neglectus*). Zastosowane zabiegi agrotechniczne nie spowodowały przyrostu populacji korzeniaka, stąd należy je uznać za prawidłowe. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin, chociaż poziom azotu powinien być na nieco wyższym poziomie, aby zapewnić prawidłowy wzrost wegetatywny roślin.

Gospodarstwo 5. woj. łódzkie, powiat łowicki

Monitoring obejmował uprawę ogórka, poprzedzoną uprawą truskawki. Jako nawożenie stosowano przekompostowany obornik kurzy oraz roczny kompost z resztek roślinnych pochodzących z gospodarstwa. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. Stosowane zabiegi agrotechniczne były prawidłowe i nie przyczyniały się do nadmiernego namnażania się nicieni.

Gospodarstwo 6. woj. łódzkie, powiat pączęński

a) pomidor, mieszaniec: Rozsadę wyhodowano z własnych nasion. Pomidor uprawiany był w pierścieniach. Podłoże do uprawy pomidora przygotowano z torfu, kompostu z resztek



roślinnych pochodzących z gospodarstwa, obornika kurzego oraz gnojowicy z pokrzywy. Wiosną zastosowano Miedzian 50 WG. Uprawa miejscu objętym monitoringiem prowadzona była drugi rok. W gospodarstwie stosowana była zasada, że po trzech latach uprawy każdy tunel przenoszony jest w inne miejsce, a na starym miejscu sadzone są warzywa. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. Stwierdzano pojedyncze osobniki guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*) oraz korzeniaka łopatkowca (*Pratylenchus crenatus*). Stosowane przez producenta zabiegi agrotechniczne nie wpływały na wzrost liczebności nicieni pasożytów roślin. Nicienie te nie stanowiły poważnego zagrożenia, a ich liczebność utrzymywana była na niskim poziomie. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin.

b) ogórek (stanowisko 1), mieszaniec: Uprawa ogórka prowadzona była analogicznie jak wyżej omówiona uprawa pomidora. Ogórek uprawiany był w pierścieniach. Podłoże do jego uprawy przygotowano z torfu, kompostu z resztek roślinnych pochodzących z gospodarstwa, obornika kurzego oraz gnojowicy z pokrzywy. Uprawa miejscu objętym monitoringiem prowadzona była drugi rok. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. Stwierdzano pojedyncze osobniki guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*) oraz korzeniaka łopatkowca (*Pratylenchus crenatus*). Stosowane przez producenta zabiegi agrotechniczne nie wpływały na wzrost liczebności nicieni pasożytów roślin. Nicienie te nie stanowiły poważnego zagrożenia, a ich liczebność utrzymywana była na niskim poziomie. Wyniki analiz gleby potwierdziły odpowiednie odżywienie roślin.

c) ogórek (stanowisko 2) odmiany Gomez: Rozsada pochodziła z własnych nasion. W roku poprzedzającym uprawę ogórka uprawiano ziemniaki, a następnie jako poplon peluszkę na przyoranie. Przed sadzeniem roślin zastosowano kompost pochodzący z resztek roślin pochodzących z gospodarstwa oraz obornik kurzy. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. Stwierdzano w glebie osobniki korzeniaka łopatkowca (*Pratylenchus crenatus*). Stosowane przez producenta zabiegi agrotechniczne wpływały na wzrost liczebności nicieni pasożytów roślin, ale nicienie te nie stanowiły poważnego zagrożenia, a ich liczebność na zakończenie sezonu wegetacyjnego utrzymała się na niskim poziomie. Wyniki analiz gleby wskazują na niedostateczne nawożenie azotem, jak i wapniem, przy zachowaniu odpowiedniego pH.

Gospodarstwo 7. woj. łódzkie, powiat łęczycki

a) Papryka, mieszaniec: Przed papryką w roku poprzednim na tym stanowisku rosła marchew. Jesienią zastosowany był obornik koński i bydłocy oraz efektywne mikroorganizmy (ProBio Emy). Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*) oraz korzeniaka pospolitego (*Pratylenchus neglectus*). Korzenie roślin zasiedlane były dopiero przez drugie pokolenie larw inwazyjnych *M. hapla*. Późniejsze wysadzanie rozsady papryki, po terminie wylęgu pierwszego pokolenia larw inwazyjnych guzaka ograniczało rozwój tego szkodnika i przyczyniało się do poprawienia zdrowotności roślin. Większym zagrożeniem na początku sezonu wegetacyjnego stanowiło występowanie korzeniaków, jednakże zastosowane zabiegi agrotechniczne ograniczyły jego występowanie do liczebności nie zagrażającej uprawie. Wyniki analiz gleby potwierdziły odpowiednie odżywienie roślin.



b) pomidor odmiana Bawole Serce: Przed pomidorem w roku poprzednim na tym stanowisku rosła marchew i pietruszka. Jesienią zastosowany był obornik koński i bydlęcy oraz efektywne mikroorganizmy (ProBio Emy). W sezonie stosowany był wywar z pokrzywy. Zastosowane nawożenie zapewniło odpowiednie odżywienie roślin, co potwierdziły wyniki analiz gleby. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*), korzeniaka pospolitego (*Pratylenchus neglectus*) oraz krępaka (*Trichodorus similis*). Stosowane przez producenta zabiegi agrotechniczne ograniczały wzrost liczebności nicieni pasożytów roślin za wyjątkiem guzaka.

c) ogórek odmiana Śremski: W roku poprzedzającym uprawę ogórka na stanowisku tym rosła mieszanka zbóż. Jesienią zastosowany był obornik koński i bydlęcy oraz aktywne mikroorganizmy (ProBio Emy). Emy dodawano do obornika tydzień przed zastosowaniem go w polu. Po wywiezieniu na pole obornik podlewany był wodą. Po zdjęciu osłon w uprawie stosowano Miedzian 50 WP. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie korzeniaka pospolitego (*Pratylenchus neglectus*) oraz krępaka wirusowca (*Trichodorus similis*). Stosowane przez producenta zabiegi agrotechniczne ograniczyły wzrost liczebności krępaków, ale przyczyniły się do nadmiernego namnożenia korzeniaków.

Gospodarstwo 8. woj. mazowieckie, powiat miński

a) pomidor odmiana Krakus: Uprawa pomidora prowadzona była w tym samym miejscu od 5 lat. Do nawożenia stosowano przekompostowany obornik bydlęcy. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*), a jesienne próby korzeniowy udowodniły bardzo silne zasiedlenie roślin przez tego pasożyta. Błędem agrotechnicznym zaobserwowanym w tym gospodarstwie była uprawa rośliny żywicielskiej na tym samym miejscu przez kilka lat, podczas, gdy nie powinno się jej uprawiać w tym gospodarstwie w jednym miejscu częściej niż raz na 2-3 lata. Do wysokiego zagrożenia uprawy przyczyniła się niska świadomość producenta dotycząca zagrożenia upraw przez nicienie pasożyty roślin, szczególnie guzaka, który na polach w tym gospodarstwie był obecny.

b) ogórek gruntowy, odmiana Soplca: Nasiona pochodziły z firmy PlantiCo, ogórek wysiewano w tym miejscu pierwszy rok. Zastosowano przekompostowany obornik, który aplikowano bezpośrednio w wytyczone rzędy, a następnie wysiewano w nie ogórki. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*). W przypadku uprawy ogórka prawidłowym zabiegiem agrotechnicznym było jego posianie na nowym stanowisku. Dzięki temu uniknięto silnego porażenia roślin, jakie obserwowane było w uprawie pomidora w tym gospodarstwie. Zastosowane nawożenie zapewniło odpowiednie odżywienie roślin.

Gospodarstwo 9. woj. lubelskie, powiat lubartowski

a) pomidor, mieszaniec: Rozsada pochodziła z własnych nasion. Do nawożenia zastosowano kompost z resztek roślinnych oraz obornik kurzy, zalewany wodą i rozcieńczany 10-krotnie do podlewania, a także gnojówkę z pędów pomidora. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*) oraz korzeniaka pospolitego (*Pratylenchus neglectus*). Pobrane jesienią próby gleby i korzeni wykazały bardzo silne porażenie roślin przez tego nicienia. Błędem agrotechnicznym zaobserwowanym w tym



gospodarstwie była uprawa pomidora wciąż w tym samym miejscu. Producent nie miał świadomości, iż obserwowane problemy w uprawie związane były z występowaniem nicieni. Prawdopodobnie gnojówka z resztek pomidora zawierała także części korzeni z workami jajowymi guzaka, co potęgowało zasiedlenie roślin przez tego szkodnika. Poziom zasolenia wskazywał na niską zawartość składników pokarmowych w glebie – szczególnie azotu.

b) Ogórek, mix odmian nasion firmy Bejo: Do nawożenia zastosowano jedynie obornik kurzy, który na stanowisku rozrzucono zimą. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. Stwierdzano w glebie osobniki korzeniaka pospolitego (*Pratylenchus neglectus*) i guzaka północnego (*M. hapla*), ale stosowane przez producenta zabiegi agrotechniczne nie wpływały na wzrost liczebności nicieni pasożytów roślin i nicienie te nie stanowiły poważnego zagrożenia w uprawie. Poziom zasolenia wskazywał na niską zawartość składników pokarmowych w glebie, szczególnie azotu.

c) papryka, odmiany Red Mountain i Favilla: Na stanowisku wybranym pod tą uprawę rok wcześniej rosły papryka i fasola. Do nawożenia zastosowano obornik koński, a w celu jego szybszego rozkładu dodano efektywne mikroorganizmy (EM Multikraft), które w stosowane przez producentów od ok. 15 lat, gdyż wg. ich obserwacji zauważalnie wspomagają strukturę gleby. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*). Błędem agrotechnicznym zaobserwowanym w tym gospodarstwie była uprawa roślin żywicielskich guzaka rok po roku, bez zmianowania roślinami jednoliściennymi. Poziom zasolenia wskazywał na niską zawartość składników pokarmowych w glebie – szczególnie azotu i fosforu.

Gospodarstwo 10. woj. lubelskie, powiat opolski

a) pomidor, odmiana Malinowy: Pomidor uprawiany był na tym stanowisku drugi rok. Stosowano gnojówkę z pokrzywy w formie oprysku na rośliny (3-4 razy w sezonie), a do zwalczania chorób grzybowych - Polyversum WP. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. Stwierdzano w glebie osobniki guzaka północnego (*M. hapla*). Stosowane przez producenta zabiegi agrotechniczne można uznać za prawidłowe, jeżeli na tym stanowisku w roku następnym nie będzie uprawiał roślin żywicielskich guzaka. W roku prowadzenia badań liczebność nicieni pasożytów roślin nie stanowiła poważnego zagrożenia w uprawie. Wyniki analiz gleby wskazały, iż poziom wapnia dla uprawianego gatunku, powinien być wyższy. Poza tym zastosowane nawożenie zapewniło odpowiednie odżywienie roślin.

b) ogórek, mieszaniec: Uprawa ogórka była prowadzona po sałacie, rzodkiewce i bakłażanie. Stosowano gnojówkę z pokrzywy w formie oprysku na rośliny (3-4 razy w sezonie). Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. Stwierdzano w glebie osobniki korzeniaka łopatkowca (*P. crenatus*). Stosowane przez producenta zabiegi agrotechniczne można uznać za prawidłowe, chociaż należy zwrócić tu uwagę na namnażające się korzeniaki i szpileczniki, stąd z przyszłych lat należy na tym stanowisku umiejętnie wprowadzać uprawę roślin z rodziny selerowatych i kapustowatych. W roku prowadzenia badań liczebność nicieni pasożytów roślin nie stanowiła poważnego zagrożenia w uprawie. Wyniki analiz gleby potwierdziły odpowiednie odżywienie roślin.



Gospodarstwo 11. woj. lubelskie, powiat janowski

a) Ogórek, mieszaniec (stanowisko 1): Uprawa w szklarni, prowadzona była od 5 lat. Stosowany był popiół drzewny, gnojówka z pokrzyw, gnojówka z czosnku (całe rośliny miażdżone, po 2 tygodniach rozcieńczane do podlewania w proporcji 1:10). Ponadto do zwalczania owadów stosowany był olejek pomarańczowy do ciast oraz gnojówka z wrotliczu. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. Wiosną stwierdzano w glebie korzeniaki, ale analizy prób gleby pobranych na zakończenie sezonu wykazały, że zabiegi agrotechniczne stosowane przez producenta ograniczyły ich występowanie. Liczebność nicieni pasożytów roślin nie stanowiła poważnego zagrożenia w tej uprawie. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin.

b) Ogórek, mieszaniec (stanowisko 2): Do siewu użyto własnych nasion. zastosowano nawóz Condit oraz doraźnie gnojówki takie same jak w przypadku ogórka uprawianego w szklarni. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. Wiosną stwierdzano w glebie korzeniaki, ale analizy prób gleby pobranych na zakończenie sezonu wykazały, że zabiegi agrotechniczne stosowane przez producenta nie wpłynęły na zwiększenie ich liczebności. Liczebność nicieni pasożytów roślin nie stanowiła poważnego zagrożenia w tej uprawie. Wyniki analizy gleby wykazały, że zastosowane nawożenie zapewniło odpowiednie odżywienie roślin, ale wskazane było podniesienie poziomu wapnia w glebie poprzez zastosowanie kopalin, np. Dolomitu.

c) Pomidor, odmiana Malinowy: Rozsadę wyprodukowano z nasion własnych. Uprawa od lat prowadzona w jednym miejscu. Stosowany był popiół drzewny, gnojówka z pokrzyw, gnojówka z czosnku (całe rośliny miażdżone, po 2 tygodniach rozcieńczane do podlewania w proporcji 1:10). Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. Wiosną stwierdzano w glebie korzeniaki, ale analizy prób gleby pobranych na zakończenie sezonu wykazały, że zabiegi agrotechniczne stosowane przez producenta ograniczyły ich występowanie, pomimo braku zmianowania. Wyniki wskazały na bardzo wysoka zawartość wszystkich makroskładników, o czym również informuje wysoki poziom zasolenia. Rośliny miały zapewnione bardzo dobre nawożenie.

Gospodarstwo 12. woj. świętokrzyskie, powiat opatowski

a) Pomidor, odmiana Bawole Serce: Tunel z uprawą pomidora w roku badań był w nowym miejscu, po ugorze. Do nawożenia stosowano punktowo pod roślinę obornik kurzy przekompostowany. Ponadto używano Timorex Gold 24 EC, miedzian, Biogen-Rewital, dolistnie Humus Active oraz Bio-Algeen S90. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. W glebie stwierdzano korzeniaki, ale ich liczebność, podobnie jak innych nicieni pasożytów roślin, nie stanowiła poważnego zagrożenia w tej uprawie. Zastosowane rozwiązanie agrotechniczne w postaci przenoszenia tunelu w nowe miejsce, po ugorze trawiastym, było prawidłowe. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin.

b) Ogórek, mieszaniec: Ogórek uprawiano na stanowisku po warzywach. Do nawożenia zastosowano obornik kurzy przekompostowany. Stosowano również Timorex Gold 24 EC, miedzian, Biogen-Rewital. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka



północnego (*Meloidogyne hapla*) oraz korzeniaka pospolitego (*Pratylenchus neglectus*). Korzenie roślin zasiedlane były dopiero przez drugie pokolenie larw inwazyjnych *M hapla*. Późniejsze wysadzanie rozsady, po terminie wylęgu pierwszego pokolenia larw inwazyjnych guzaka ograniczało rozwój tego szkodnika i przyczyniało się do poprawienia zdrowotności roślin. Jednocześnie zaobserwowanym błędem agrotechnicznym była uprawa warzyw po warzywach, bez zmianowania roślinami jednoliściennymi. Wyniki analiz gleby wskazywały na odpowiednie odżywienie roślin. Jednakże nawożenie powinno być uzupełnione o wapń.

Gospodarstwo 13. woj. świętokrzyskie , powiat ostrowiecki

a) Pomidor, odmiana Rosa i Pink Rosa: Uprawę pomidora prowadzono po arbuzie. W gospodarstwie nawożenie oparto na 12-składnikowym nawozie Fertil, na bazie granulowanego obornika ekologicznego, w dawce 2-3 t/ha. Ponadto w celu odstraszenia szkodników stosowano nawóz Larvasoil. Uprawy prowadzono według programu firmy Biodevas. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*). Błędem agrotechnicznym zaobserwowanym w tym gospodarstwie była uprawa warzyw po warzywach. Do namnożenia się guzaka w uprawie przyczynił się fakt, iż producent nie był świadomy, jakie zagrożenie niesie za sobą porażenie roślin przez nicienie, nie zidentyfikował problemów w uprawie i nie dobrał prawidłowego płodozmianu. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin, co potwierdzają wyniki analiz gleby. Widoczny był trend wzrostu fosforu i wapnia pod koniec uprawy, co jednak nie miało wpływu na jakość i wielkość plonu.

b) Ogórek, odmiana Karaoke F1: Uprawę prowadzono na stanowisku po pomidorze. Zastosowano nawożenie takie samo jak powyżej, które zapewniało odpowiednie odżywienie roślin. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. W glebie stwierdzano korzeniaki, ale ich liczebność, podobnie jak innych nicieni pasożytów roślin, nie stanowiła poważnego zagrożenia w tej uprawie. Praktyki agrotechniczne w przypadku tej uprawy były prawidłowe.

c) Papryka, Caryca F1: Uprawę prowadzono na stanowisku po pomidorze. Nawożenie takie jak w poprzednich dwóch uprawach. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. W glebie stwierdzono korzeniaki, a w korzeniach guzaka, ale ich liczebność, podobnie jak innych nicieni pasożytów roślin, nie stanowiła poważnego zagrożenia w tej uprawie. Praktyki agrotechniczne w przypadku tej uprawy były prawidłowe.

Gospodarstwo 14. woj. mazowieckie, powiat białobrzegi

a) Pomidor, mieszaniec: Rośliny nawadniano liniowo kropelkowo. Nawożenie: Siarczan potasu 10kg/tunel, Ekosol 25kg/tunel, Fertil 25kg/tunel, Kreda wapniowa 12kg/tunel. Ponadto co 10 dni podlewano Astvit 20L/tunel. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. W glebie stwierdzano korzeniaki i guzaki, ale ich liczebność, podobnie jak innych nicieni pasożytów roślin, nie stanowiła poważnego zagrożenia w tej uprawie. Praktyki agrotechniczne w gospodarstwie były prawidłowe. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin, ale pod koniec uprawy zauważono zbyt wysokie pH oraz nadmierną zawartość wapnia. Ponadto w uprawie obserwowano wysoką zawartość chromu w glebie.



b) Papryka, mieszaniec: Rośliny nawadniano liniowo kropelkowo. Nawożenie: Siarczan potasu 10kg/tunel, Ekosol 25kg/tunel, Fertil 25kg/tunel, Kreda wapniowa 12kg/tunel. Ponadto co 10 dni podlewano Astvit. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. W glebie stwierdzano guzaka północnego i korzeniaki, ale nie stwierdzono ich w korzeniach roślin, stąd nie stanowiły poważnego zagrożenia w tej uprawie. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin, ale pod koniec uprawy zauważono zbyt wysokie pH oraz nadmierną zawartość wapnia.

Gospodarstwo 15. woj. łódzkie, powiat łaski

a) Pomidor, odmiana Magnus: W uprawie stosowano nawadnianie liniowe. Zmianowanie prowadzono co rok, wysiewano sałatę, łubin lub żyto. Stosowany był przekompostowany obornik bydlęcy co 2-3 lata, pochodzący z gospodarstwa ekologicznego, a także nawozy Fertil oraz dolistnie Bio-Algeen S90. Badana uprawa nie była zagrożona przez żerowanie nicieni pasożytów roślin. W glebie stwierdzano korzeniaki i guzaki, ale ich liczebność, podobnie jak innych nicieni pasożytów roślin, utrzymywała się na niskim poziomie i nie stanowiła zagrożenia. Praktyki agrotechniczne w tym gospodarstwie były prawidłowe. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin

b) Ogórek, odmiana Adam: Zmianowanie i nawożenie prowadzono jak w uprawie pomidora, dodatkowo stosowano gnojówkę z pokrzywy (rozcieńczaną 1:10), oraz przekompostowany obornik kurzy. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*) oraz korzeniaka szkodliwego (*P. penetrans*). Praktyki agrotechniczne ograniczały występowanie korzeniaka w glebie, ale nie guzaka. Prawdopodobnie na tym stanowisku należy wprowadzić zasadę uprawy rośliny żywicielskiej nie częściej niż co 3 lata. Jednocześnie należało zadbać przy uprawie zbóż o wyeliminowanie zachwaszczenia, które mogło spowodować, iż zmianowanie nie było efektywne. Stwierdzono duży spadek zawartości azotu i drastyczny spadek zawartości potasu. Na podstawie uzyskanych danych trudno jest określić przyczynę tego zjawiska. W tym przypadku konieczny byłby częstszy monitoring uprawy w celu wyjaśnienia tej nieprawidłowości.

c) Papryka, mieszaniec: Rozsada papryki wyprodukowana z własnych nasion. Uprawę prowadzono na stanowisku po kapuście, nawożenie podobne jak przy uprawie pomidora. Badana uprawa zagrożona była przez żerowanie guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*) oraz korzeniaka szkodliwego (*P. penetrans*). Praktyki agrotechniczne ograniczały występowanie korzeniaka w glebie, ale nie guzaka. Prawdopodobnie na tym stanowisku należy wprowadzić zasadę uprawy rośliny żywicielskiej nie częściej niż co 3 lata. Jednocześnie należało zadbać przy uprawie zbóż o wyeliminowanie zachwaszczenia, które mogło spowodować, iż zmianowanie nie było efektywne. Zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin, co potwierdziły wyniki analiz gleby.

Gospodarstwo 16. woj. łódzkie, powiat skierniewicki

Gospodarstwo zostało wytypowane do szczegółowego monitoringu przez cały sezon wegetacyjny. Monitorowano uprawy warzyw pod osłonami, w tym różnych gatunków sałat, warzyw liściowych i pomidora, zmieniające się cyklicznie przez cały sezon. Uprawy były nawadniane liniowo. W 2 tunelach wytyczono 6 stanowisk, na których systematycznie



prowadzono obserwację dynamiki rozwoju nicieni. W gospodarstwie szkodniki zwalczane były przy wykorzystaniu owadów pożytecznych, takich jak dobroczynek szklarniowy (*Phytoseiulus persimilis*), dziubałeczek mączlikowy (*Macrolophus caliginosus*), Mszycarz szklarniowy (*Aphidius colemani*).

Uprawy, w zależności od stanowiska, zagrożone były przez żerowanie krępaka wirusowca (*Trichodorus viruliferus*), guzaka północnego (*M. hapla*), korzeniaka szkodliwego (*Pratylenchus penetrans*), korzeniaka pospolitego (*P. neglectus*) oraz spiralnika pospolitego (*Helicotylenchus digonicus*). Gatunki w trakcie sezonu zaczęły się silnie namnażać i zagrażać uprawom, jednakże zaobserwowano istotny wpływ wprowadzenia na dwóch stanowiskach uprawy kapusty sitowatej. Zasianie jej spowodowało silną redukcję liczebności zarówno *P. penetrans* jak i *T. viruliferus*. Na jej uprawę najmniej wrażliwe okazały się spiralniki (*Helicotylenchus* sp.). Na dwóch stanowiskach liczebność nicieni została zredukowana poprzez uprawę sałaty, jako rośliny o krótkim cyklu produkcyjnym. Dzięki temu nicienie nie miały możliwości zakończenia rozwoju. Było to widoczne w przypadku guzaka, którego wykrywano w glebie dopiero po wprowadzeniu uprawy pomidora, który jest rośliną o długim cyklu produkcyjnym. Na jednym stanowisku, gdzie również wybrano technikę uprawy rośliny o krótkim cyklu produkcyjnym, jaką była sałata, larwy inwazyjne pojawiły się na koniec sezonu, co prawdopodobnie spowodowane było pozostawieniem w gruncie roślin sałaty, na których samice zakończyły rozwój i złożyły jaja, z których wylęły się larwy inwazyjne. Tak więc niedokładne oczyszczenie stanowiska po uprawie rośliny żywicielskiej guzaka spowodowało jego namnożenie i tym samym narażenie na zagrożenie przyszłych upraw. Poza tym stanowiskiem zastosowane zabiegi agrotechniczne były bardzo skuteczne i przeciwdziałały namnażaniu się nicieni pasożytów roślin, a zastosowane nawożenie zapewniało odpowiednie odżywienie roślin. Zauważono, że w okresie czerwiec/lipiec zastosowano nawożenie, które podniosło poziom wszystkich składników pokarmowych, ale jednocześnie nieświadomie wprowadzone zostały metale ciężkie, głównie ołów, chrom i kadm.

Wpływ nawożenia na występowanie nicieni pasożytów roślin w wybranych gospodarstwach ekologicznych

Uprawy pomidora pod osłonami: W uprawie pomidora stwierdzono istotne korelacje pomiędzy niektórymi parametrami fizyko-chemicznymi gleby a obecnością wszystkich nicieni w glebie, liczbą nicieni pasożytów roślin jak i występowaniem guzaka północnego. Na wzrost liczebności nematofauny wpływała zwiększona zawartość w glebie żelaza i manganu, ale zwiększenie zawartości metali ciężkich (Co, Ni, Cr) oraz wody i materii organicznej negatywnie wpływało na liczebność nicieni w tej uprawie. Liczebność nicieni pasożytów roślin ograniczało zwiększenie w glebie zawartości fosforu, cynku i niklu, a także, podobnie jak w przypadku ogólnej liczby nicieni, nadmierna zawartość wody. Podobne zależności od niektórych parametrów gleby obserwowano w przypadku guzaka, którego występowanie ograniczała obecność niektórych metali ciężkich (Co, Ni), a jego zwiększona liczebność notowana była przy zwiększonej zawartości w glebie manganu.

Uprawy papryki pod osłonami: W uprawie papryki stwierdzono istotne korelacje jedynie pomiędzy zawartością w glebie wody i materii organicznej a obecnością wszystkich nicieni w glebie oraz liczbą nicieni pasożytów roślin a zawartością manganu. Na spadek liczebności



nematofauny wpływała zwiększona zawartość w glebie wody i materii organicznej. Pozytywny wpływ na liczebność nicieni pasożytów roślin obserwowano w przypadku większej zawartości w glebie manganu. Liczebność korzeniaków w tej uprawie zależna była odwrotnie proporcjonalnie od zawartości fosforu w glebie.

Uprawy ogórka pod osłonami: Uprawa ogórka różniła się nieco od uprawy pomidora i papryki, gdyż w większości lokalizacji w trakcie sezonu wegetacyjnego zdejmowano osłony i dalsza uprawa prowadzona była jako gruntowa. W uprawie ogórka stwierdzono istotne korelacje pomiędzy niektórymi parametrami fizyko-chemicznymi gleby a obecnością wszystkich nicieni w glebie, liczbą nicieni pasożytów roślin jak i występowaniem korzeniaków, guzaka północnego i spiralnika pospolitego. Na wzrost liczebności nematofauny i pasożytów roślin wpływała zwiększona zawartość w glebie materii organicznej. Na wzrost liczebności nematofauny, pasożytów roślin, w tym korzeniaków i guzaka północnego wpływała zwiększona zawartość w glebie wody. Liczebność spiralnika pospolitego ograniczała zwiększona zawartość w glebie potasu i żelaza.

Wpływ nawożenia na dynamikę nicieni pasożytów roślin na przykładzie gospodarstwa ekologicznego monitorowanego przez cały sezon wegetacyjny

Wpływ cech fizykochemicznych gleby na zmiany liczebności nematofauny: Na zmiany liczebności nicieni istotny wpływ spośród badanych cech fizyko-chemicznych gleby miały następujące parametry: zawartość wapnia, zasolenie oraz zawartość materii organicznej. We wszystkich przypadkach przyrost liczebności nicieni był wprost proporcjonalny do wzrostu wartości analizowanego parametru gleby.

Wpływ cech fizykochemicznych gleby na zmiany liczebności guzaka północnego (*M. hapla*): Na zmiany liczebności larw inwazyjnych (J2) guzaka północnego w glebie istotny wpływ spośród badanych cech fizyko-chemicznych gleby miały następujące parametry: zawartość magnezu, miedzi oraz zawartość materii organicznej. Przyrost liczebności nicieni był wprost proporcjonalny do wzrostu zawartości w glebie magnezu (Rys. 21). Podwyższeniu zawartości w glebie miedzi i materii organicznej towarzyszyło obniżenie liczebności populacji *M. hapla*.

Wpływ cech fizykochemicznych gleby na zmiany liczebności spiralnika pospolitego (*Helicotylenchus digonicus*): Na zmiany liczebności spiralników istotny wpływ spośród badanych cech fizyko-chemicznych gleby miała zawartość kobaltu oraz wody. W obu przypadkach przyrost liczebności tych nicieni był odwrotnie proporcjonalny do wzrostu wartości analizowanych parametrów gleby.

PODSUMOWANIE

Do namnażania się nicieni i silniejszego porażenia roślin przyczyniał się brak prawidłowego nawożenia roślin, deficyt podstawowych składników mineralnych i wody. Niedożywione rośliny były bardziej podatne na skutki żerowania nicieni.

Do namnażania się nicieni prowadziło nie tylko nieprawidłowe zmianowanie, ale także zły dobór upraw współrzędnych.

Optymalną praktyką agrotechniczną, przy zapewnieniu odpowiedniego odżywienia roślin, było zastosowanie popiołu drzewnego, gnojówek z pokrzyw, czosnku i wrotyczu. W uprawie



pomidora, gdzie zastosowano takie nawożenie roślin, nie obserwowano namnażania się nicieni, pomimo braku zmianowania.

W uprawach warzyw ekologicznych pod osłonami często niemożliwe jest prowadzenie odpowiedniego zmianowania z wykluczeniem roślin żywicielskich, np. zbóż. Alternatywą może być wprowadzenie praktyki wysadzania roślin po terminie pojawu szkodników lub, na stanowiskach zasiedlonych przez nicienie, uprawa roślin żywicielskich o krótkim cyklu produkcyjnym (np. sałata, rzodkiewka, szpinak), dzięki którym szkodniki nie mogą zakończyć rozwoju (rośliny pułapkowe).

W uprawach pod osłonami, do ograniczania liczebności niektórych nicieni, można z powodzeniem stosować uprawę kapusty sitowatej.

Na liczebność nematofauny, w tym także niektórych pasożytów roślin, w uprawach warzyw pod osłonami wpływało zasolenie oraz zawartość w glebie materii organicznej, wody, niektórych makro- (wapń, fosfor, potas, magnez) i mikroelementów (żelazo, mangan, miedź), a także wybranych metali ciężkich (kobalt, nikiel, chrom).

Konieczne jest podniesienie świadomości producentów dotyczącej zagrożenia upraw warzyw przez nicienie. Niedostateczna wiedza prowadzi do błędów agrotechnicznych obserwowanych w gospodarstwach.

Nawożenie kompostami prowadzi do zwiększenia liczebności nicieni w glebie. Zastosowanie tego typu nawozu przygotowanego z materiału porażonego nicieniami powoduje ich wprowadzenie do uprawy i stanowi zagrożenie dla roślin.

Stosowanie zarówno dostępnych na rynku nawozów dopuszczonych do stosowania w uprawach ekologicznych, jak i kompostów przygotowywanych z resztek roślinnych we własnym zakresie, powinno być poprzedzone analizą zawartości metali ciężkich oraz obecności organizmów szkodliwych.

Ustalenie prawidłowych praktyk agrotechnicznych w gospodarstwach ekologicznych wymaga wykonywania badań nie tylko fizyko-chemicznych gleby, ale także analiz dotyczących obecności patogenów. Analizy te są najczęściej pomijane, przez co nie jest możliwa właściwa ocena zagrożenia uprawy.

Celem badań w **podzadaniu 2** było określenie możliwości zastosowania dostępnych w Polsce lub krajach Unii Europejskiej preparatów zawierających niektóre z gatunków grzybów i nicieni wymienianych w literaturze światowej do walki biologicznej przeciwko drutowcom uprawach ekologicznych, przebadanie ich biologicznej skuteczności w doświadczeniu laboratoryjnym i wytypowanie preparatów oraz nośników organicznych do badań w warunkach produkcyjnych, przewidzianych w latach następnych.

W pierwszej części zadania przeprowadzone zostało doświadczenie laboratoryjne badające możliwość wykorzystania różnych ziaren zbóż do namnażania grzyba entomopatogenicznego *Beauveria bassiana*. Badania oparto na polskim szczepie grzyba *Beauveria bassiana*, będącego w zasobach Pracowni Nematologii. W badaniach przetestowano następujące ziarna zbóż: żyto, kukurydza, pszenica i ryż. Kolby Erlenmeyera ze sterylnymi ziarnami zbóż zostały zaszczipione czystą kulturą grzyba *B. bassiana*. Każda kombinacja doświadczalna składała się z 3 powtórzeń. Inkubacja prowadzona była w temperaturze pokojowej. Po ok. 4 tygodniach ziarna porośnięte grzybnią zostały zalane sterylną wodą z dodatkiem Triton x-100 (0,05%), ułatwiającego odpadanie zarodników od



grzybni. Następnie za pomocą komory Bürkera określona została koncentracja zarodników. Uzyskane wyniki poddane zostały analizie wariancji na wartościach rzeczywistych (ANOVA). Istotność różnic między średnimi oceniono przy pomocy wielokrotnego testu t-Duncana przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

W drugim doświadczeniu laboratoryjnym przeprowadzona została ocena możliwości biologicznego ograniczania drutowców za pomocą grzyba *Beauveria bassiana* oraz preparatów komercyjnych zawierających entomopatogeniczne nicienie. Larwy osiewnika rolowca pozyskane z nieużytków rolnych, poddano trzytygodniowej kwarantannie w celu wyeliminowania osobników słabych, uszkodzonych mechanicznie, bądź też zainfekowanych organizmami patogenicznymi. Procedura kwarantanny była konieczna, gdyż obserwowano zakażenie niektórych osobników niezidentyfikowanym szczepem grzyba. Zdrowe osobniki drutowców umieszczano w zlewkach ze sterylną glebą. W każdej zlewce znajdowało się po 5 larw. Zastosowano Nematoccontrol-H (Agrobio SL), zawierający nicienie *Heterorhabditis bacteriophora*, Nemasys H (BASF), zawierający nicienie *Heterorhabditis bacteriophora*, Nemasys L (BASF), zawierający nicienie *Steinernema kraussei*, grzyb *B. bassiana* (szczep z zasobów własnych). Liczebność larw nicieni wynosiła 50 osobników/cm² powierzchni zlewki (napelnionej glebą), a grzyb *B. bassiana* namnażono zastosowano w koncentracji 1,8 x 10⁸ zarodników/ml. Preparaty aplikowano w postaci zawiesiny do zlewek. Hodowla prowadzona była w warunkach kontrolowanych (komora klimatyczna SANYO) w temperaturze 22 °C, wilgotności RH 70% i ciemności przez 8 tygodni. Ocena skuteczności testowanych preparatów oraz grzyba prowadzona była w odstępach tygodniowych.

Najwyższą koncentrację zarodników grzyba *B. bassiana* uzyskano z hodowli na ziarnach pszenicy. Koncentracja zarodników na pozostałych ziarnach była istotnie niższa. Na podstawie uzyskanych wyników wytypowano ziarna pszenicy jako najefektywniejszy substrat do produkcji zarodników grzyba *B. bassiana*.

Najwięcej martwych larw odnotowano tydzień po aplikacji preparatów i grzyba *B. bassiana*. Po 5 tygodniach od założenia doświadczenia martwe drutowce znajdowane były sporadycznie. Największą efektywność zwalczania drutowców po 7 tygodniach od założenia doświadczenia wykazał preparat Nematoccontrol-H, zawierający nicienie *H. bacteriophora* (50%). Ograniczone zwalczanie stwierdzono także w przypadku zastosowania zawiesiny zarodników grzyba *B. bassiana* (42,5%). Pozostałe preparaty były nieskuteczne.

PODSUMOWANIE

Najlepszym substratem w warunkach laboratoryjnych do produkcji zarodników grzyba *B. bassiana* były ziarna pszenicy.

Największa śmiertelność drutowców w warunkach laboratoryjnych obserwowana była do 5 tygodni po aplikacji preparatów.

W warunkach laboratoryjnych populację drutowców osiewnika rolowca ograniczał preparat Nematoccontrol-H w dawce 500 000 larw/m² oraz zawiesina zarodników grzyba *B. bassiana* o koncentracji 10⁸/ml.



ZALECENIA DLA PRAKTYKI

- Brak świadomości producentów dotyczącej zagrożenia upraw ekologicznych przez nicienie prowadzi do zaniechań dotyczących właściwego zmianowania oraz doboru upraw współrzędnych, co powoduje namnożenie się nicieni - pasożytów roślin.
- Prawidłowo nawożone i nawadniane rośliny są mniej wrażliwe na żerowanie nicieni.
- Praktykami agrotechnicznymi, przynoszącymi pozytywne rezultaty w uprawach ekologicznych pod osłonami, zagrożonych żerowaniem nicieni, są: stosowanie popiołu drzewnego, gnojówek z pokrzyw, czosnku i wrotyczu, a także uprawa roślin fitosanitarnych, jak kapusty sitowatej.
- Przy przeciwdziałaniu występowania nicieni pasożytów roślin w uprawach ekologicznych pod osłonami, alternatywą dla zmianowania z wykorzystaniem zbóż jest wprowadzenie praktyki wysadzania roślin po terminie pojawu szkodnika lub uprawa roślin żywicielskich o krótkim cyklu produkcyjnym.
- Przy przygotowywaniu kompostów z resztek pochodzących z własnego gospodarstwa należy wziąć pod uwagę stan fitosanitarny roślin, gdyż zastosowanie nawozu z materiału porażonego nicieniami powoduje ich niekontrolowane wprowadzanie do upraw.
- Nawozy dopuszczone do stosowania w uprawach ekologicznych, jak i komposty przygotowywane z resztek roślinnych we własnym zakresie, należy przed użyciem przebadać pod kątem zawartości metali ciężkich oraz obecności organizmów szkodliwych.
- Prawidłowe praktyki agrotechniczne w gospodarstwach ekologicznych wymagają wykonywania badań fizyko-chemicznych gleby oraz analiz dotyczących obecności patogenów, w tym nicieni.
- *Heterorhabditis bacteriophthora* oraz *Beauveria bassiana* posiadają potencjał dotyczący biologicznego zwalczania drutowców w uprawach ekologicznych.
- W warunkach produkcyjnych *B. bassiana* najlepiej namnażać na ziarnach pszenicy.

Powyższe zalecenia oparte zostały na wynikach badań jednorocznych i nie mogą być podstawą do sformułowania ostatecznych wniosków.



INSTYTUT OGRODNICTWA W SKIERNIEWICACH

6

Uprawy polowe metodami ekologicznymi – metody zaprawiania nasion metodami ekologicznymi. Wykorzystanie pożytecznych mikroorganizmów i środków ekologicznych do biologicznego zaprawiania nasion oraz zwalczania fitopatogenów w uprawach nasiennych wybranych gatunków roślin warzywnych



**Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
Zakład Odmianoznawstwa, Szkółkarstwa i Nasiennictwa Roślin
Pracownia Nasiennictwa**

**Streszczenie badań
2016**

Uprawy polowe metodami ekologicznymi – metody zaprawiania nasion metodami ekologicznymi.

**Wykorzystanie pożytecznych mikroorganizmów
i środków ekologicznych do biologicznego zaprawiania nasion oraz
zwalczania fitopatogenów w uprawach nasiennych wybranych gatunków
roślin warzywnych**

**Kierownik projektu
Dr Regina Janas**

Wykonawcy: dr Regina Janas, prof. dr hab. Mieczysław Grzesik, dr hab. Lidia Sas-Paszt, prof. IO, dr Jan Sobolewski, dr Anna Lisek, dr Krzysztof Górnik, mgr Agnieszka Czajka, mgr Edyta Derkowska, mgr Sławomir Gluszek, mgr Ewa Chojnowska, mgr Renata Góralaska.



WSTĘP

W uprawach roślin ogrodniczych na nasiona istnieje konieczność ochrony roślin nasiennych (nasienników) i nasion w fazie wegetatywnej i generatywnej, co w praktyce oznacza stosowanie zabiegów ochrony w pierwszym i drugim roku uprawy (u roślin dwuletnich) lub wieloletnie (u roślin wieloletnich). W uprawach w systemach ekologicznych problemy w produkcji nasion wynikają z niedoboru skutecznych, biologicznych zapraw nasiennych, jak też środków biologicznych do ochrony roślin nasiennych przed agrofagami. Choroby infekcyjne dziesiątkują plony roślin nasiennych i nasion, w związku z tym ich produkcja staje się coraz mniej opłacalna ekonomicznie. Najczęściej źródłem pierwotnej infekcji są nasiona, z którymi przenosi się na rośliny potomne wiele trudnych do zwalczania chorób infekcyjnych. Wymogi obowiązujące w rolnictwie ekologicznym obligują do stosowania materiału siewnego reprodukcjonowanego metodami ekologicznymi (odstępstwo od tej zasady tylko w przypadku braku na rynku ekologicznych nasion), a więc również zaprawionego biologicznie. W związku z tym podejmowane są badania nad opracowaniem skutecznej, kompleksowej osłony biologicznej nasion, materiału rozmnożeniowego (rozsada, wysadki) i roślin nasiennych warzyw przed fitopatogenami. Perspektywicznym kierunkiem wydaje się być wykorzystanie w biologicznej ochronie konsorcjów pożytecznych mikroorganizmów o wielokierunkowych spektrach działania. Mogą one wykazywać się działaniem fungistatycznym w interakcji z patogenami nasion, wysadków oraz warzywnych roślin nasiennych, indukować odporność roślin na stres biotyczny i abiotyczny, jak również odgrywać istotną rolę w mineralnym odżywianiu roślin oraz ich wzroście i plonowaniu. Ich działanie jest szerokie i obejmuje procesy takie, jak: produkcja fitohormonów, sideroforów, indukcja odporności na czynniki stresowe u roślin, a także wpływają na zwiększenie dostępności jonów składników mineralnych w glebie, np. poprzez uwalnianie z kompleksów trudno dostępnych form fosforu, redukcję lub utlenianie jonów metali znajdujących się w glebie lub asymilację azotu atmosferycznego. Wykorzystanie odpowiednio wyselekcjonowanych dla potrzeb roślin mikroorganizmów, pozwala na zwiększenie ich produktywności i poprawę jakości plonów warzyw i nasion, zwłaszcza w warunkach ograniczonej dostępności składników mineralnych w glebie, lub w systemach zrównoważonej uprawy roślin.

Celem zadania było opracowanie innowacyjnych metod osłony biologicznej nasion oraz roślin nasiennych wybranych gatunków warzywnych przed patogenami, powodującymi największe straty plonów nasion w produkcji ekologicznej. W badaniach zastosowano bioprodukty i pożyteczne mikroorganizmy zgromadzone w SYMBIO BANKU IO w Skierniewicach oraz wybrane, komercyjne środki biologiczne.

METODYKA BADAŃ

Do badań wybrano dwa gatunki roślin warzywnych: marchew i pomidor, biorąc pod uwagę kryteria znaczenia gospodarczego roślin, specyfiki produkcji nasion (rośliny jednoroczne i dwuletnie) i związane z tym czynniki determinujące produkcję nasienną: wysokie zasiedlenie nasion patogenami, które są przenoszone z materiałem siewnym, powodując groźne choroby infekcyjne roślin nasiennych, występujących w pierwszym (pomidor) i drugim roku produkcji nasion (marchew). W doświadczeniach wykorzystano **konsorcja pożytecznych mikroorganizmów**, które dają szersze możliwości korzystnego oddziaływania na wzrost i plonowanie roślin niż pojedyncze szczepy stosowane w uprawach roślin. Zastosowano **konsorcjum zawierające rodzime szczepy bakterii rizoferowych, opracowane w IO w Skierniewicach**. Dostępne na rynku, zagraniczne preparaty mikrobiologiczne w formie



preparatów płynnych lub stałych substratów, zawierają w większości pojedyncze szczepy mikroorganizmów, wyizolowane z warunków klimatycznych innych niż warunki Polski..

Badania prowadzono w warunkach *in vitro* (laboratoryjne), w kontrolowanych warunkach hal wegetacyjnych oraz *in vivo* na ekologicznym certyfikowanym polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach.

Badania realizowano w ramach 4 podzadań uwzględniających:

1. Selekcję szczepów mikroorganizmów najbardziej skutecznych w biologicznej ochronie nasion wybranych gatunków roślin warzywnych.
2. Mikrobiologiczne zaprawianie nasion w aspekcie poprawy jakości, zdrowotności oraz procesów metabolicznych nasion i siewek.
3. Wpływ biologicznego zaprawiania nasion wybranych gatunków roślin warzywnych środkami pochodzenia naturalnego na zdrowotność roślin nasiennych.
4. Opracowanie wyników i zaleceń mikrobiologicznego zaprawiania nasion oraz aplikacji pożytecznych mikroorganizmów w uprawach nasiennych badanych gatunków roślin warzywnych.

W podzadaniu 1 prowadzono badania w zakresie **opracowania składu mikrobiologicznych konsorcjów do biologicznego zaprawiania nasion roślin warzywnych.**

Przeprowadzono izolację i charakterystykę szczepów mikroorganizmów wyizolowanych z rizosfery roślin warzywnych. W tym celu pobrano próby gleby rizosferowej i korzeni roślin marchwi i pomidora. Wyizolowane szczepy bakterii kultywowano na pożywkach w celu scharakteryzowania ich właściwości oraz wyselekcjonowania szczepów skutecznych w biologicznej ochronie nasion roślin warzywnych i stymulacji kiełkowania nasion. Mikroorganizmy izolowano z gleby rizosferowej oraz z młodych niezdrewniałych korzeni wraz z przylegającą do nich warstwą gleby. W celu izolacji mikroorganizmów o poszukiwanych cechach, rozcieńczone próbki wysiewano na szalkach Petriego z odpowiednimi pożywkami agarowymi.

- Do izolacji bakterii syntetyzujących siderofory użyto pożywki agarowej CAS (B. Alexander i D.A. Zuberer 1991), składającej się z mieszaniny czterech oddzielnie sterylizowanych roztworów o składzie:
 - Roztwór 1 (Fe-CAS roztwór wskaźnikowy): 10 ml roztworu 1mM $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ w 10 mM HCl, 50 ml wodnego roztworu Chromeazurol S ($1.21 \text{ mg} \times \text{ml}^{-1}$), 40 ml wodnego roztworu bromku heksadecylotrimetyloamoniowego ($1.82 \text{ mg} \times \text{ml}^{-1}$).
 - Roztwór 2 (roztwór buforowy): 30.24 g PIPES, 750 ml wodnego roztworu soli: KH_2PO_4 0.3 g, NaCl 0.5 g, NH_4Cl 1.0 g. pH roztworu doprowadzono do 6.8 przy pomocy 50 % KOH, po ustaleniu pH, objętość roztworu uzupełniono wodą destylowaną do 800 ml. Następnie dodano 15.0 g agaru i autoklawowano.
 - Roztwór 3: 70 g wody destylowanej, 2 g glukozy, 2 g mannitolu, 493 mg $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$, 11 mg CaCl_2 , 1.17 mg $\text{MnSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$, 1.4 mg H_3BO_3 , 0.04 mg $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$, 1.2 mg $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$, 1.0 mg $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$.
 - Roztwór 4: 30 ml 10% wodnego roztworu kwasów kasaminowych. Sterylizacja przez filtrację.
- Do izolacji bakterii mogących rozpuszczać nierozpuszczalne związki fosforu (fosforan wapnia) w glebie użyto pożywki agarowej Pikovskiej o składzie: glukoza 20.0 g, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 5.0 g, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.5 g, NaCl 0.2 g, $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ 0.1 g, KCl 0.2 g, $\text{MnSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ 0.002 g, $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ 0.002 g agar 15.0 g, woda destylowana 1000 g.
- Do izolacji tlenowych bakterii wytwarzających formy przetrwalnikowe (*Bacillus* spp., *Paenibacillus* spp.) użyto pożywek: agaru odżywczego (pepton 5 g, ekstrakt drożdżowy



2.5 g, glukoza 1 g, woda destylowana 1000 g). Formy przetrwalnikowe bakterii uzyskano przez inkubację rozcieńczonych próbek w temperaturze 80°C przez 20 minut.

- Do izolacji diazotrofów użyto pożywki agarowej "Azospirillum Isolation Medium" (E. A. Rodríguez Cáceres 1982) o składzie: DL-kwas jabłkowy 5.0 g, KOH 4.8 g, K₂HPO₄ 0.5 g, MgSO₄ x 7H₂O 0.2 g, NaCl 0.1 g, FeCl₃ x 6 H₂O 0.015 g, ekstrakt drożdżowy 0.5 g, Agar 20.0 g, woda destylowana 1000 g, 15 ml wodnego roztworu czerwieni Kongo o stężeniu 1:400, pH ~ 7.0.

- Do izolacji bakterii wytwarzających toksyczne metabolity dla grzyba *Verticillium dahliae* użyto agarowej pożywki ziemniaczano-glukozowej (Merck). Pożywkę wstępnie zainokulowano zarodnikami *Verticillium dahliae* w ilości ok. 500-1000 jednostek na szalkę, a następnie rozprowadzono na jej powierzchni rozcieńczone próbki gleby.

Selekcję najbardziej wartościowych szczepów bakterii oraz grzybów do biologicznej ochrony nasion roślin warzywnych przeprowadzono na podstawie:

- Wytwarzania metabolitów wtórnych, toksycznych dla grzybów z rodzaju *Fusarium* (metoda dwóch kultur na pożywkach ziemniaczano-glukozowej oraz 'glebowej' o składzie: woda 1000 g, ziemia sucha 5g, agar 14 g).
- Rozpuszczania związków fosforu pod postacią fosforanu wapnia Ca₃(PO₄)₂ (pożywka wg Pikovskiej).
- Syntezy sideroforów (pożywka CAS).
- Wiązania azotu atmosferycznego na pożywce półpłynnej Nfb (nitrogen free broth).
- Syntezy kwasu indoliloctowego (IAA) w pożywce płynnej Lysogenic Broth z dodatkiem 5 mM L-tryptofanu. Obecność IAA w pożywce oceniano w reakcji kolorymetrycznej z użyciem odczynnika Salkovskiego.
- Antagonizm do grzyba *Verticillium dahliae* oraz *Fusarium* spp na pożywkach agarowych: ziemniaczano-glukozowej (Merck) oraz pożywce o składzie: gleba (sucha piaszczysta) 5.0 g, agar bakteriologiczny 15.0 g.

Wyniki badań były podstawą do opracowania konsorcjów pożytecznych mikroorganizmów.

Prowadzono również analizy chemiczne nad optymalizacją składu chemicznego pożywek hodowlanych. Do badań użyto danych pochodzących z profili biochemicznych bakterii (system Biolog), dotyczących efektywności utleniania poszczególnych związków węgla przez bakterie: *Klebsiella oxytoca* (szczep SYMBIO BANKU: NAzot2), *Pseudomonas* sp. (szczep SYMBIO BANKU: Pi25C), *Bacillus pumilus* (szczep SYMBIO BANKU: Sp82AA), *Bacillus weihenstephanensis* (szczep SYMBIO BANKU: Sp82AB), *Lysobacter* sp. (szczep SYMBIO BANKU: 60.3AA) oraz *Paenibacillus* sp. (szczep SYMBIO BANKU: AF74AA). Kolejnym etapem badań było **przygotowanie zawiesin bakteryjnych do badań.** Następnie z zawiesin bakteryjnych pobrano próbki i oznaczono ich liczebność przy użyciu metody posiewu kolejnych rozcieńczeń na pożywki agarowe (pożywka Plate Count Agar). Zawiesiny bakteryjne umieszczono w plastikowych pojemnikach i przekazano do Pracowni Nasiennictwa Instytutu Ogrodnictwa. Prowadzono także **identyfikację i oznaczenie ilościowe grzybów strzępkowych i bakterii rizosferowych - komponentów mikrobiologicznych konsorcjów do zaprawiania nasion.** Zostały one zidentyfikowane do rodzaju lub gatunku, przy użyciu konwencjonalnych metod mikrobiologicznych, technik biochemicznych oraz molekularnych. Identyfikację biochemiczną bakterii przeprowadzono na podstawie metabolizmu związków węgla przy użyciu systemu identyfikacji mikroorganizmów BIOLOG. Identyfikację molekularną przeprowadzono na podstawie analizy sekwencji genu kodującego podjednostkę 16S rRNA. Scharakteryzowane i zidentyfikowane szczepy pożytecznych mikroorganizmów zostały włączone w skład nowo opracowanych konsorcjów mikrobiologicznych. Uzyskane profile biochemiczne umożliwiły identyfikację wyselekcjonowanych szczepów bakterii, do rodzaju lub gatunku, jako komponentów nowo opracowanych konsorcjów mikrobiologicznych. W ramach podzadania wykonano także



badania *in vitro* nad antagonizmem bakterii w stosunku do patogenicznych grzybów z rodzajów *Verticillium* i *Fusarium*. Zastosowano dwa szczepy bakterii ryzosferowych: *Paenibacillus* sp. (szczep SYMBIO BANKU: AF74AA) i *Lysobacter* sp. (szczep SYMBIO BANKU: 60.3AA) oraz trzy szczepy grzybów patogenicznych: *Verticillium dahliae* (szczep z Pracowni Fitopatologii Sadowniczej Instytutu Ogrodnictwa), *Fusarium* sp. (szczepy SYMBIO BANKU: *Fusarium* AH) i *Fusarium oxysporum* (Phyto BD). Skuteczność ochronną otrzymanych konsorcjów mikroorganizmów oceniono we wstępnych testach w warunkach laboratoryjnych.

Do badań interakcji patogenicznych grzybów z rodzaju *Fusarium* z mikroorganizmami pożytecznymi użyto konsorcjum składającego się z dwóch szczepów bakterii ryzosferowych *Paenibacillus* sp (szczep SYMBIO BANKU: AF74AA) oraz *Lysobacter* sp. (szczep SYMBIO BANKU: 60.3AA). Nasiona pomidora zainokulowano pożytecznymi mikroorganizmami przez zanurzenie na 30 minut w zawieszynie bakteryjnej, o koncentracji ok. 1.3×10^8 jtk \times ml⁻¹ (szczep AF74AA) oraz 3.8×10^8 jtk \times ml⁻¹ (szczep 60.3AA). Podłoże do wzrostu roślin (torf wysoki, pH: 5.5 – 6.5) umieszczono w kolbach Erlenmeyera, wyjałowiono w autoklawie, zainokulowano grzybem *Fusarium* sp. (szczep SYMBIO BANKU: *Fusarium* AH) i inkubowano przez 14 dni w temperaturze ok. $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Następnie tak przygotowane podłoże umieszczono w paletach rozsadowych i wysiano na nie nasiona pomidora. Każdą kombinację doświadczalną stanowiło 50 nasion. W doświadczeniu użyto dwóch kombinacji kontrolnych: nasiona niezainokulowane pożytecznymi mikroorganizmami wysiane na wyjałowione podłoże wzrostowe (kontrola pozytywna) oraz na podłoże zainokulowane szczepem patogenicznego grzyba *Fusarium* AH (kontrola negatywna). Palety rozsadowe umieszczono w szklarni, w komorze wzrostowej na okres trzech tygodni w temperaturze ok. 24°C . W teście oceniano liczbę skielkowanych nasion na podłożach wzrostowych. Analogiczne testy z wykorzystaniem szczepów bakterii wymienionych wyżej, wykonano w warunkach polowych na siewkach marchwi odmiany Napoli F1. Nasiona marchwi odmiany Napoli F1 zanurzono w zawieszynie bakteryjnej przez 30 minut. W każdej kombinacji doświadczenia wysiano po 50 sztuk nasion, w trzech powtórzeniach. Następnie na miejsca, w których wysiano zainokulowane nasiona zaaplikowano zawiesinę zarodników konidialnych i strzępek grzyba *Fusarium* spp. (szczep SYMBIO BANKU: *Fusarium* AH), w ilości 20 ml/nasiono, o koncentracji $1,1 \times 10^6$ jtk \times ml⁻¹). W kombinacji kontrolnej wysiano nasiona zainokulowane zawiesiną zarodników konidialnych i strzępek grzyba *Fusarium* spp., nieinokulowane bakteriami ryzosferowymi. W doświadczeniu określano liczbę roślin wykazujących symptomy porażenia przez grzyby z rodzaju *Fusarium* – sprawcy fuzaryjnego wędnięcia roślin.

W podzadaniu 2 dotyczącym mikrobiologicznego zaprawiania nasion pomidora i marchwi określono wpływ bioproduktów mikrobiologicznych oraz preparatów biologicznych na jakość, zdrowotność, metabolizm i wigor nasion, zdrowotność roślin w początkowym stadium wzrostu oraz procesy starzenia nasion (deterioracji), świadczące o wartości przechowalniczej materiału siewnego.

Doświadczenia prowadzono w warunkach laboratoryjnych (*in vitro*), w podłożach glebowych w halach wegetacyjnych (kontrolowane warunki temperatury i wilgotności) oraz *in vivo* na certyfikowanym ekologicznym polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Komercyjne nasiona ekologiczne marchwi odmiany Napoli F1 pochodziły z firmy Bejo (numer świadectwa 100434) a pomidora odmiany ACE Vf zakupiono w firmie PlantiCo Zielonki (certyfikat No –EKO-01-001915). Nasiona obu wymienionych gatunków roślin warzywnych były zaprawiane izolatami z zasobów Symbio Banku: Sp 82 AB *Bacillus* sp i Symbio Bank Sp 82 AA *Bacillus pumilus* oraz standardowymi (referencyjnymi) zaprawami nasion: Trianum (zawiera antagonistyczny grzyb z rodzaju *Trichoderma*) i BetaChicol (chitozan).

Ekologiczne nasiona poddano wstępnym analizom jakości (energia i zdolność kiełkowania, masa tysiąca nasion, wilgotność) i zdrowotności (ocena zasiedlenia nasion mikroflorą,



diagnostyka gatunków i rodzajów). Wyizolowane ze spermoplany nasion mikopatogeny oraz wyselekcjonowane w SYMBIO Banku mikroorganizmy pożyteczne testowano pod kątem wzajemnych interakcji, celem określenia indywidualnego i sumarycznego efektu biotycznego. W kombinacjach z układem w płytkowej kulturze dwu mikroorganizmów (wspólny wzrost) określono żywotność fitopatogena (mikroorganizmu testowanego), jeśli był kolonizowany przez nadpasożyty (mikroorganizmy testujące). Prowadzono również monitoring mechanizmów oddziaływania patogenów i nadpasożytów oraz zmian morfologicznych patogenów pod wpływem mikroorganizmów pożytecznych. – ewentualnych zmian zabarwienia elementów plechy grzyba testowanego, występowanie strefy inhibicyjnej (zahamowania wzrostu jednego z grzybów), konkurencji zasiedlania, pasożytowania oraz lizy (rozpuszczenia, destrukcji elementów plechy grzyba testowanego).

Określono także wpływ testowanych bioproduktów mikrobiologicznych na metabolizm nasion (ogólną aktywność dehydrogenaz), procesy starzenia, wschody roślin w kontrolowanych warunkach podłoża glebowych, wzrost korzeni zarodkowych i siewek w testach PHYTOTOKKIT oraz w warunkach polowych, gdzie weryfikowano wyniki testów laboratoryjnych.

Badania jakości nasion prowadzono zgodnie z przyjętymi wymogami ISTA (Międzynarodowej Organizacji Oceny Nasion). Nasiona marchwi i pomidora poddano 20 minutowemu traktowaniu bioproduktami mikrobiologicznymi, pochodzącymi z zasobów Symbio Banku z Pracowni Rizosfery IO Sp 82 AB *Bacillus sp* i Sp 82 AA *Bacillus pumilus* oraz standardowymi zaprawami nasion: Trianum i Betachicol. Otrzymano ok. 1000 ml szczepów bakterii *Bacillus pumilus* - wielkość populacji ok. 1.1×10^9 jtk/ml oraz *Bacillus weihenstephanensis* - wielkość populacji ok. $0,9 \times 10^9$ jtk/ml. Środki biologiczne aplikowano donasiennie w stężeniu 1%. W następnym etapie wysiewano zainokulowane nasiona marchwi i pomidora do szalek Petriego na bibuły filtracyjne i inkubowano w termostatach w temperaturze 20 °C celem określenia dynamiki kiełkowania po traktowaniu środkami biologicznymi. Kiełkujące nasiona liczono codziennie przez 14 kolejnych dni. Równolegle wysiano nasiona obu gatunków warzyw na kiełkowniki Jakobsena (z zastosowaniem bibuły filtracyjnej o określonej pojemności wodnej), celem określenia energii i zdolności kiełkowania inokulowanych nasion. Energię kiełkowania nasion marchwi liczono po 7 dniach a zdolność kiełkowania po 14 dniach, natomiast energię kiełkowania nasion pomidora określano po 5 dniach a zdolność kiełkowania po 14 dniach (zgodnie z wymogami ISTA). **Wschody roślin określano w podłożu glebowym** (torf Klasmanna - podłoże ekologiczne), **gdzie** wysiewano zainokulowane nasiona marchwi i pomidora po 50 nasion z każdej kombinacji w trzech powtórzeniach. Wschody roślin liczono codziennie przez 14 kolejnych dni. Określono również indeks zawartości chlorofilu w fazie pierwszych liści właściwych obu testowanych gatunków roślin. **Badania zdrowotności nasion i roślin** miały na celu określenie wpływu aplikowanych donasiennie bioproduktów mikrobiologicznych i preparatów biologicznych na zasiedlenie nasion marchwi i pomidora mikroflorą. Przeanalizowano także interakcje pomiędzy mikopatogenami zasiedlającymi nasiona a mikroorganizmami pożytecznymi użytymi do osłony biologicznej (inokulacji). W ramach badań wykonano wstępne analizy mikologiczne materiału siewnego przed inokulacją mikroorganizmami pożytecznymi (diagnostyka ilościowa i jakościowa mikopatogenów do rodzajów i gatunków) oraz po traktowaniu bioproduktami mikrobiologicznymi i biopreparatami. Ocena zdrowotności nasion wykonano dwoma najczęściej stosowanymi metodami: metodą testu bibułowego (TB) oraz pożywkową (PDA). W pierwszej metodzie zainokulowane nasiona wysiewano w szalkach Petriego (po 10 nasion na szalce) na bibuły filtracyjne, nasączone wodą destylowaną i inkubowano w termostatach w temperaturze 20°C -optymalnej do rozwoju mikroflory zasiedlającej nasiona. Kultury inkubowano przez 7 dób, a następnie identyfikowano przy pomocy mikroskopii świetlnej i dostępnych kluczy do rodzaju i gatunku. Metoda druga (pożywkowa) polegała na wysiewie nasion na selektywne



pożywki agarowe i analogicznej inkubacji, jak w teście TB. W badaniach zastosowano uniwersalną pożywkę dekstrozowo-ziemniaczaną PDA. Po 7 dobach izolowano wyhodowane kolonie mikopatogenów, w razie konieczności pasażowano do uzyskania mono kultury a następnie diagnozowano i określano przynależność do rodzaju i gatunku.

W badaniach zdrowotności wschodów roślin (faza siewki i pierwszego liścia właściwego) mikopatogeny izolowano z porażonych organów i prowadzono ich diagnostykę przy pomocy opisanych testów (TB i pożywkowego). Reakcję mikopatogenów zasiedlających nasiona pomidora i marchwi na mikroorganizmy pożyteczne aplikowane donasiennie opisano i zestawiono w tabelach. Podczas trwania badań prowadzono również monitoring stabilności mikrobiologicznej nowo wprowadzanych inokulów i biopreparatów.

Wigor i procesy starzenia się nasion poddanych inokulacji mikroorganizmami pożytecznymi *Bacillus* sp., *Bacillus pumilus* oraz traktowanych preparatami Betachicol i Trianum oceniono poddając je testowi przyspieszonego starzenia, który wskazuje na zdolność przechowalniczą nasion. Test przyspieszonego starzenia polegał na inkubacji nasion w temperaturze 45°C, nad wodą (w powietrzu o wilgotności 100%) w odpowiednio skonstruowanych hermetycznych pojemnikach, przez 0, 3, 5, 7, 11 i 15 dni. Po tym okresie oceniono dynamikę i zdolność kiełkowania nasion w 20°C zgodnie z obowiązującą metodyką

Badania metabolizmu inokulowanych nasion marchwi i pomidora oceniono na podstawie pomiaru ogólnej aktywności dehydrogenaz w nasionach. Celem pomiaru było określenie stanu wydajności oddechowej enzymów łańcucha oddechowego, zlokalizowanych w różnych organellach komórkowych, a szczególnie w mitochondriach. Badanie aktywności dehydrogenaz (enzymów oddechowych) uznawane jest często jako indeks/ współczynnik oddechowcy i metabolizmu komórek w nasionach, co pośrednio także określa ich wigor.

Nasiona marchwi i pomidora traktowane, jak wyżej, wysiano w szalkach Petri'ego na bibule olejowej (pH 7,0 i gramatura 250 g x m⁻²) nasyconej 6.5 ml wody destylowanej a następnie inkubowano 16 godzin w temperaturze 25 °C. Napęczniałe i przesuszone powierzchniowo nasiona w ilości 0,2 g umieszczano w probówkach Eppendorf'a (4 powtórzenia) o pojemności 2.2 ml. Probówki zalewano 1 ml 0.1 M buforem fosforanowym (pH 7.2) zawierającym 0.7% (w/v) TTC (chlorku trifenylotetrazoliowego). Zmielone nasiona w probówkach Eppendorf'a inkubowano w 25°C. Po 24 godzinach homogenat odwirowywano przez 5 min przy 5000 obr. x min⁻¹. Znajdujący się w nasionach, zredukowany przez dehydrogenazy i nierozpuszczalny w wodzie, formazan poddano wielokrotnej ekstrakcji w acetonie aż do całkowitego odbarwienia się nasion. Otrzymane frakcje supernatantu zlewano po odwirowaniu przez 2 min. przy 5000 obr. x min⁻¹ do cylindrów miarowych, które w końcowej fazie dopełniano acetonem do stałej objętości. Zawartość formazanu (podaną w mg formazanu na g napęczniałych nasion; mg x g nasion⁻¹) określono na podstawie porównania absorpcji badanego ekstraktu oraz roztworu wzorcowego. Absorpcję ekstraktu odczytywano przy 480 nm.

Miernikiem wigoru traktowanych nasion oraz dynamiki ich wzrostu był pomiar długości korzeni zarodkowych i hypokotyli w zmodyfikowanych płytkach Phytotoxkit. Pomiar długości korzeni zarodkowych i hipokotyli wykonywano codziennie przez 12 dni.

Podzadanie 3 dotyczyło badań w zakresie oceny wpływu biologicznego zaprawiania nasion wybranych gatunków roślin warzywnych środkami pochodzenia naturalnego na zdrowotność roślin nasiennych. W ramach zadania wykonanego w Pracowni Chorób Roślin Warzywnych i Ozdobnych, prowadzono prace badawcze dotyczące **oceny porażenia siewek oraz roślin nasiennych, pochodzących z nasion zaprawianych mikroorganizmami antagonistycznymi i środkami pochodzenia naturalnego.** Materiałem badań były analogicznie, jak w podzadaniu 1 i 2 nasiona ekologiczne pomidora odmiany Ace Vf zakupione w firmie PlantiCo Zielonki (certyfikat No –EKO-01-001915, wydanie 7A z dnia 18.12.2015) oraz ekologiczne nasiona marchwi odmiany Napoli F1 zakupione w firmie Bejo (numer



świadczenia 100434). Nasiona obu wymienionych gatunków roślin warzywnych były uprzednio zaprawiane w Pracowni Nasiennictwa (w ramach podzadania 2) izolatami Symbio Bank Sp 82 AB *Bacillus sp* i Symbio Bank Sp 82 AA *Bacillus pumilis* oraz standardowymi (referencyjnymi) zaprawami nasion: Trianum (zawiera antagonistyczny grzyb z rodzaju *Trichoderma*) i BetaChicol (chitozan). **Ocenę zdrowotności roślin otrzymanych z nasion zaprawianych bioproduktami mikrobiologicznymi, prowadzono w ramach doświadczeń infekcyjnych w warunkach szklarniowych i polowych.**

Doświadczenia szklarniowe prowadzono w kulturach wazonowych i założono je w układzie bloków losowanych w trzech powtórzeniach, po 100 nasion w kontenerze. Do kontenerów zawierających po około 2 litry podłoża mineralnego (pobranego z certyfikowanego pola ekologicznego Instytutu Ogrodnictwa), infekowanego patogenami grzybowymi: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium spp*, patogenami grzybopodobnymi z rodzaju *Pythium* i *Phytophthora*, wysiewano zaprawione nasiona pomidora i marchwi. Inokulację wykonywano metodami rutynowymi, zgodnie z metodykami obowiązującymi w badaniach fitopatologicznych. Zdrowe siewki pomidora uzyskane w kontenerach, przepikowano do wielodoniczek (54 oczka), celem produkcji rozsady. Podłoże glebowe poddano analizie mikologicznej, która wykazała obecność inokulum grzybów z rodzaju *Fusarium* oraz *Sclerotinia*. Dodatkowego zakażenia gleby grzybami z rodzaju *Pythium* dokonano poprzez wymieszanie zawiesiny tego organizmu grzybopodobnego w proporcji 10 ml *Pythium spp.* z 1 kg gleby mineralnej. Zawiesina inokulum była sporządzona zgodnie z ogólnie przyjętymi metodykami. Po 14 dniach inkubacji grzybni hodowanej na pożywce ziemniaczanej PDA (potato dextrose agar) w temperaturze 30 °C, wykonano homogenizację pożywki z grzybnią przez 5 minut przy pomocy miksera, uzyskując zawiesinę inokulanta zawierającą 5×10^6 oospor w 1 ml. W trakcie wegetacji prowadzono selekcję negatywną roślin. Chore siewki odkazano i wykładano do szalek na pożywki, w celu zapewnienia optymalnych warunków wzrostu grzybni badanych organizmów patogenicznych. **Ocenę zdrowotności siewek** wykonywano według skali bonitacyjnej 0 - brak porażenia -7° -100 % porażona powierzchnia rośliny, a następnie przeliczano na procentową powierzchnię roślin ze zmianami nekrotycznymi tkanki, zgodnie z przelicznikiem:

- 0° - 1% porażonej powierzchni
- 2° - 6% porażonej powierzchni
- 3° - 15% porażonej powierzchni
- 4° - 30% porażonej powierzchni
- 5° - 50% porażonej powierzchni
- 6° - 80% porażonej powierzchni
- 7° - 100% porażonej powierzchni

Podstawą prawidłowej oceny porażenia była **szczegółowa diagnostyka sprawców chorób**. W tym celu analizowano makroskopowo lub mikroskopowo porażoną tkankę pobraną z badanych roślin. Ponadto oszacowano stopień wpływu badanych izolatów na fitotoksyczność siewek według skali 0°-5° (0°- brak efektów fitotoksycznych, 5°-100 procent uszkodzenia siewek). Wyniki opracowano analizą wariancji, istotność różnic oceniono testem Newman-Keuls'a.

Doświadczenia polowe miały na celu określenie wpływu badanych mikroorganizmów aplikowanych donasiennie i dolistnie na zdrowotność roślin pomidora i marchwi.

Zaprawione mikrobiologicznie nasiona wysiewano na Certyfikowanym Polu Ekologicznym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach, zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi. Doświadczenia założono w układzie bloków losowanych. Nasiona marchwi wysiewano na poletkach o powierzchni 9,2 m². Rozsadę pomidora wysadzano w 4 rzędach, co 50 cm (na poletku 20 roślin na poletku w czterech powtórzeniach). Pole było nawożone standardowo, zgodnie z założeniami upraw ekologicznych. Nie stosowano żadnych dodatkowych nawozów doglebowych, zarówno w substracie torfowym do produkcji rozsady pomidora, jak i do gleby



na polu. Nie deszczowano plantacji pomidora i marchwi, ponieważ gleba była dostatecznie uwodniona na skutek obfitych opadów deszczu. Zabiegi pielęgnacyjne (pielenie) wykonywano ręcznie dwukrotnie w czasie wegetacji roślin. Standardowymi (referencyjnymi) środkami były: Trianum (środek zawiera antagonistyczny grzyb z rodzaju *Trichoderma*) i BetaChicol zawierający chitozan. Referencyjne środki były użyte w dwóch różnych formach aplikacyjnych, jako zaprawy nasion i zawiesiny do zabiegów opryskiwania.

Ocenę porażenia prowadzono od momentu pojawienia się 50 % siewek na poletkach co 4-5 dni. Uwzględniono następujące parametry: siewki porażone, małe, uszkodzone (fitotoksyczność) i nie wzeszłe. Porażone siewki i rośliny nasienne były analizowane pod kątem określenia sprawcy porażenia, zgodnie z dostępnymi kluczami do określania patogenów. Wykonano trzy zabiegi z użyciem środków mikrobiologicznych. Poszczególne środki biologiczne aplikowano w następujących terminach: 18. 07, 25. 07 oraz 19. 08. 2016

- Trianum
- BioChicol
- Symbio Bank Sp 82 AB (bakteria *Bacillus* sp),
- NA2T2 (bakteria *Klebsiella oxycota*),
- Pi25 G (bakteria *Pseudomonas fluorescens*), 60.3AA (bakteria *Lycobacter* sp.),
- AF74AAPAE NI (*Bacillus* sp.)

Ocenę zdrowotności roślin wykonano dwukrotnie, analogicznie, jak w doświadczeniach szklarniowych, według skali bonitacyjnej wymienionej wyżej. Diagnostykę sprawców chorób prowadzono analogicznie, jak podano wyżej.

WYNIKI

Wyniki badań uzyskane w ramach projektu są obiecujące i wskazują na korzystne oddziaływanie i przydatność wyselekcjonowanych szczepów i opracowanych konsorcjów mikroorganizmów pożytecznych w mikrobiologicznym zaprawianiu nasion oraz osłonie biologicznej roślin pomidora i marchwi przed patogenami.

W ramach podzadania 1 dotyczącego **Selekcji szczepów mikroorganizmów najbardziej skutecznych w biologicznej ochronie nasion wybranych gatunków roślin warzywnych** przeprowadzono izolację i charakterystykę szczepów mikroorganizmów wyizolowanych z rizosfery roślin warzywnych, wyselekcjonowano najbardziej wartościowe szczepy bakterii i grzybów do biologicznej ochrony nasion roślin warzywnych, opracowano optymalny skład chemiczny pożywek hodowlanych dla wzrostu i rozwoju poszczególnych szczepów mikroorganizmów oraz opracowano skład mikrobiologiczny konsorcjów do biologicznego zaprawiania nasion roślin warzywnych. **Stwierdzono**, że najlepszą pożywką do hodowli bakterii była płynna pożywka tryptonowo sojowa. Najlepszymi cukrami do hodowli były:

- sacharoza dla szczepu *Klebsiella oxytoca* (NAzot 2),
- glicerol i glukoza dla szczepu *Pseudomonas* sp (Pi25C),
- glukoza dla szczepu *Bacillus pumilus* (Sp82AA) i *Bacillus weihenstephanensis* (Sp82AB).

Najlepszymi dodatkami do hodowli były:

- odtuszczone mleko w proszku dla szczepu *Lysobacter* sp (60.3AA),
- fruktoza i glicerol dla szczepu *Paenibacillus* sp (AF74AA).

Na podstawie wykonanych badań opracowano konsorcja mikrobiologiczne do uszlachetniania nasion marchwi i pomidora.

Opracowano trzy konsorcja:

1. Konsorcjum do stymulacji kiełkowania nasion i wschodów roślin warzywnych - zawierające szczepy bakterii syntetyzujące auksyny, siderofory i wiążące azot atmosferyczny.
2. Konsorcjum do stymulacji wzrostu wegetatywnego i plonowania roślin - zawierające



bakterie syntetyzujące auksyny, siderofory, wiążące azot atmosferyczny i rozpuszczające związki fosforu.

3. Konsorcjum o działaniu ochronnym, jako biologiczny czynnik ochrony roślin przed patogenami - zawierające bakterie syntetyzujące auksyny, siderofory, wiążące azot atmosferyczny i rozpuszczające związki fosforu oraz wykazujące antagonizm w stosunku do grzybów patogenicznych z rodzaju *Fusarium*.

W skład nowo opracowanych konsorcjów weszły pojedyncze szczepy mikroorganizmów zgromadzone w SYMBIO BANK-u Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz nowe szczepy pożytecznych mikroorganizmów pozyskane z rizosfery roślin warzywnych.

Skład opracowanych konsorcjów mikrobiologicznych :

Bakterie użyte do stymulacji kiełkowania:

- *Bacillus pumilus* (nr szczepu SYMBIO BANKU: Sp82AA), wielkość populacji ok. 1.1×10^9 jtk/ml, przekazana objętość ok. 1000 ml.
- *Bacillus weihenstephanensis* (nr szczepu SYMBIO BANKU: Sp82AB), wielkość populacji ok. $0,9 \times 10^9$ jtk/ml, przekazana objętość ok. 1000 ml.

Bakterie użyte do stymulacji wzrostu wegetatywnego roślin:

- *Klebsiella oxytoca* (nr szczepu SYMBIO BANKU: NAzot2), wielkość populacji ok. 5.4×10^9 jtk/ml, przekazana objętość ok. 1000 ml.
- *Pseudomonas* sp. (nr szczepu SYMBIO BANKU: Pi25C), wielkość populacji ok. $2,1 \times 10^9$ jtk/ml, przekazana objętość ok. 1000 ml.

Bakterie użyte do stymulacji wzrostu wegetatywnego roślin oraz jako biologicznego czynnika ochrony roślin:

- *Klebsiella oxytoca* (nr szczepu SYMBIO BANKU: NAzot2), wielkość populacji ok. $4,9 \times 10^9$ jtk/ml, przekazana objętość ok. 1000 ml.
- *Lysobacter* sp. (nr szczepu SYMBIO BANKU: 60.3AA), wielkość populacji ok. 1×10^8 jtk/ml, przekazana objętość ok. 1000 ml.
- *Paecilomyces* sp. (nr szczepu SYMBIO BANKU: AF74AA), wielkość populacji ok. $1,3 \times 10^8$ jtk/ml, przekazana objętość ok. 1000 ml.

Na podstawie wyników **wstępnych badań i testów oceniających skuteczność zastosowanych szczepów mikroorganizmów pożytecznych**, stwierdzono zdolność szczepów bakterii do hamowania wzrostu grzybów patogenicznych *Verticillium dahliae* oraz *Fusarium* spp. w zróżnicowanych warunkach środowiskowych, takich, jak dostęp tlenu i substancji odżywczych. Zaobserwowane korzystne właściwości testowanych szczepów bakterii stanowiły podstawę do włączenia ich do nowo opracowanego konsorcjum mikrobiologicznego do biologicznego zaprawiania nasion roślin warzywnych.

Wyniki badań podzadania 2, którego celem była **ocena wpływu bioproduktów mikrobiologicznych oraz preparatów biologicznych aplikowanych donasiennie na jakość, zdrowotność, metabolizm i wigor nasion, zdrowotność roślin w początkowym stadium wzrostu oraz procesy starzenia nasion (deterioracji) wskazują na ochronne właściwości zastosowanych konsorcjów mikrobiologicznych.**

Wyniki wstępnych analiz mikologicznych komercyjnych nasion ekologicznych marchwi odmiany Napoli F1 i pomidora odmiany ACE VF wykazały wysokie zasiedlenie mikoflorą należącą do co najmniej 9 rodzajów i gatunków w przypadku marchwi oraz 10 rodzajów i gatunków u pomidora. Identyfikację prowadzono tylko dla rodzajów i gatunków grzybów o największej patogeniczności lub występujących w największym nasileniu. Do powszechnie występujących należały przede wszystkim grzyby tzw. polowe z rodzaju *Alternaria*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium* oraz przechowalnicze z rodzaju *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*. **Zastosowanie biologicznej osłony nasion przy użyciu bioproduktów mikrobiologicznych z zasobów Symbio Banku: Sp82AA *Bacillus pumilus*, Sp82AB *Bacillus weihenstephanensis* oraz preparatów biologicznych Trianum i Biochikol istotnie**



zmniejszyło zasiedlenie nasion mikoflorą. Najlepsze efekty i 50 % redukcję mikopatogenów oraz istotną poprawę zdrowotności nasion pomidora i marchwi uzyskano w kombinacjach inokulowanych szczepem *Bacillus pumilus* oraz preparatem mikrobiologicznym Trianum. Ich fungistatyczne oddziaływanie utrzymywało się również na etapie wschodów roślin w podłożach glebowych w doświadczeniach wazonowych oraz w warunkach polowych.

Analizy wzajemnych zależności pomiędzy mikopatogenami najczęściej zasiedlających nasiona marchwi i pomidora oraz mikroorganizmami pożytecznymi (bioproduktami mikrobiologicznymi) wskazują na ekspansywne zdolności do nadpasożytnictwa oraz antagonistycznego oddziaływania szczepu Symbio Banku Sp82AA *Bacillus pumilus*. Bakteria ta w największym stopniu hamowała wzrost grzybów patogenicznych z rodzaju *Fusarium* i *Alternaria* na nasionach marchwi oraz *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora infestans*, *Rhizoctonia solani* i *Alternaria solani* na nasionach pomidora. Wymienione mikopatogeny są sprawcami najgroźniejszych chorób marchwi i pomidora. *Fusarium* odpowiada za fuzaryjne więdnienie roślin marchwi i pomidora, grzyby z rodzaju *Alternaria* a zwłaszcza patogeniczne gatunki *A. radicina* i *A. dauci* są sprawcami czarnej zgnilizny korzeni marchwi oraz alternariozy naci marchwi. U pomidora *A. solani* – jest sprawcą alternariozy a także współuczestniczy wraz z *Rhizoctonia solani* w infekcji siewek (zgorzel siewek). Szczep *Bacillus pumilus* istotnie hamował wzrost i rozwój patogenicznych grzybów należących do gatunku *Phytophthora infestans*, co wskazuje na możliwość ochrony roślin pomidora przed zarazą ziemniaka. Nie stwierdzono fitotoksyczności badanych bioproduktów mikrobiologicznych i biopreparatów.

W badaniach w spekcie oddziaływania pożytecznych mikroorganizmów na jakość i metabolizm nasion wykazano korzystny wpływ stosowanych środków biologicznych i bioproduktów mikrobiologicznych na kiełkowanie nasion, ich wigor oraz aktywność fizjologiczną. Najlepsze rezultaty uzyskano również po aplikacji szczepu *Bacillus pumilus* Sp82AA i biopreparatu na bazie grzybów z rodzaju Trichoderma – Trianum. **Pożyteczne bakterie indukowały proces kiełkowania, przyspieszając go średnio o 2 dni, wzrastała również energia i zdolność kiełkowania oraz aktywność fizjologiczna roślin, co stwierdzono na podstawie indeksu zawartości chlorofilu w liściach.** Badania wskazują na stymulację aktywności procesów oddechowych w nasionach marchwi i pomidora pod wpływem szczepów bakterii *Bacillus* sp. oraz *Bacillus pumilus*. Zarówno w przypadku marchwi, jak i pomidora zaobserwowano istotnie większą aktywność dehydrogenaz pod wpływem donasiennej aplikacji bioproduktów *Bacillus* sp. oraz *Bacillus pumilus* w porównaniu z pozostałymi kombinacjami. W wyniku tych traktowań aktywność dehydrogenaz w nasionach marchwi wzrosła do 43% a w nasionach pomidora do 30 % w porównaniu do nasion kontrolnych (nie traktowanych).

Traktowanie nasion pomidora i marchwi bioproduktami *Bacillus* sp. i *Bacillus pumilus* oraz środkami biotechnicznymi i biologicznymi Betachicol i Trianum spowolniło także proces starzenia nasion. W porównaniu do kombinacji kontrolnej, nasiona traktowane wymienionymi czterema środkami biologicznymi kiełkowały szybciej i w wyższym procencie bezpośrednio po zabiegu oraz po kolejnych 3, 5, 7, 11 i 15 dniach inkubacji w 45°C i 100% wilgotności względnej powietrza. Najbardziej skutecznymi w poprawie wigoru i spowalnianiu procesów starzenia nasion pomidora ‘ACE VF’ były szczepy *Bacillus pumilus* i preparat Trianum, natomiast marchwi ‘Napoli’ F1 -Betachicol i Trianum. Wskazuje to na korzystne oddziaływanie mikroorganizmów na wigor nasion oraz ich wartość przechowalniczą. Stwierdzono, że wszystkie stosowane bioprodukty mikrobiologiczne i preparaty biologiczne istotnie zwiększyły wzrost hypokotyli oraz korzeni siewek pomidora i marchwi w porównaniu do kontroli. Najkorzystniejszy wpływ miało 20 minutowe moczenie nasion w zawiesinie bioproduktu *Bacillus pumilus* oraz preparacie Trianum.



Wyniki badań wykonanych w ramach podzadania 3, w którym oceniano wpływ biologicznego zaprawiania nasion wybranych gatunków roślin warzywnych środkami pochodzenia naturalnego na zdrowotność roślin nasiennych potwierdziły skuteczność ochronną testowanych mikroorganizmów pożytecznych aplikowanych donasiennie oraz w uprawach marchwi i pomidora na nasiona (pierwszy rok produkcji) w warunkach szklarniowych i polowych.

Wyniki badań wykazały, że zaprawianie nasion marchwi i pomidora badanymi izolatami: Symbio Bank Sp 82 AB *Bacillus sp* i Symbio Bank Sp 82 AA *Bacillus pumilus* spowodowało istotny wzrost liczebności siewek zdrowych w stosunku do kombinacji kontrolnej, w której wysiewano nasiona niezaprawiane. Na porażonych siewkach stwierdzono grzyby z rodzaju *Fusarium*, *Rhizoctonia*, i organizm grzybopodobny *Pythium*. Zastosowane mikroorganizmy nie wywołały efektu fitotoksyczności na badanych roślinach.

Badane mikroorganizmy stosowane jako:

- zaprawy nasion

Symbio Bank Sp 82 AB *Bacillus sp*

Symbio Bank Sp 82 AA *Bacillus pumilus*

- środki do opryskiwania roślin

- Symbio Bank Sp 82 AB oprysk 0,1% (*Bacillus sp*)
- NA2T2 oprysk 0,1% (bakteria *Klebsiella oxycota*)
- Pi25 G oprysk 0,1% (bakteria *Pseudomonas fluorescens*)
- 60.3AA oprysk 0,1% (bakteria *Lycobacter sp.*)
- AF74AAPAE NI oprysk 0,1% (*Bacillus sp.*)

istotnie wpłynęły na zmniejszenie nasilenia alternariozy (*Alternaria dauci*) i mączniaka prawdziwego (*Erysiphe heraclei*) na badanych roślinach w porównaniu z roślinami nietraktowanymi. W stosunku do środków referencyjnych nie wykazano istotnych różnic w ograniczeniu chorób. W przypadku pomidora wymienione mikroorganizmy wykazały istotne ograniczenie *Phytophthora infestans* w stosunku do roślin kontrolnych, nietraktowanych żadnymi środkami.

WNIOSKI

1. **Wykazano znaczący potencjał ochronny wyselekcjonowanych szczepów bakterii ryzosferowych aplikowanych donasiennie oraz do traktowania roślin w uprawach marchwi i pomidora.**
2. Nowo opracowane i zastosowane do zaprawiania nasion mikroorganizmy pożyteczne Symbio Bank Sp 82 AB *Bacillus sp* i Symbio Bank Sp 82 AA *Bacillus pumilus* mają korzystny wpływ na jakość i zdrowotność nasion marchwi odmiany Napoli F1 oraz pomidora ACE VF, ich metabolizm oraz wartość przechowalniczą (poprzez spowalnianie procesów starzenia nasion). Mogą być składnikami komercyjnych zapraw mikrobiologicznych, po przeprowadzeniu testów w drugim roku uprawy.
3. Wybrane izolaty Symbio Bank Sp 82 AB *Bacillus sp* i Symbio Bank Sp 82 AA *Bacillus pumilus* zastosowane do osłony nasion marchwi, chronią jej siewki przed porażeniem przez *Pythium spp.*, *Fusarium spp.* i *Rhizoctonia solani*. Izolaty nie powodowały efektów fitotoksyczności.
4. Wybrane izolaty Symbio Bank Sp 82 AB *Bacillus sp* i Symbio Bank Sp 82 AA *Bacillus pumilus* mogą znaleźć w przyszłości zastosowanie do zabezpieczenia siewek przed patogenami, głównymi sprawcami zgorzeli siewek: *Pythium spp.*, *Fusarium spp.* i *Rhizoctonia solani* w uprawach marchwi w systemach ekologicznych.
5. Wybrane izolaty Symbio Bank Sp 82 AB *Bacillus sp* i Symbio Bank Sp 82 AA *Bacillus pumilus*. zastosowane do zaprawiania nasion pomidora chronią siewki przed porażeniem



- przez *Pythium* spp. *Fusarium* spp i *Rhizoctonia solani*. Izolaty nie powodowały efektów fitotoksyczności
6. Wybrane izolaty stosowane do zaprawiania nasion: Symbio Bank Sp 82 AB (*Bacillus* sp) i Symbio Bank Sp 82 AA *Bacillus pumilis* oraz stosowane do opryskiwania roślin: Symbio Bank Sp 82 AB oprysk 0,1% (*Bacillus* sp), NA2T2 oprysk 0,1% (bakteria *Klebsiella oxycota*), Pi25 G oprysk 0,1% (bakteria *Pseudomonas fluorescens*), 60.3AA oprysk 0,1% (bakteria *Lycobacter* sp.), AF74AAPAE NI oprysk 0,1% (*Bacillus* sp.) spowodowały ograniczenie *Alternaria dauci* i *Erysiphe heraclei* na marchwi oraz *Phytophthora infestans* na pomidorach.
 7. Mikroorganizmy Symbio Bank Sp 82 AB (bakteria *Bacillus* sp) i Symbio Bank Sp 82 AA (bakteria *Bacillus pumilis*) oraz stosowane do opryskiwania roślin: Symbio Bank Sp 82 AB (bakteria *Bacillus* sp), NA2T2 (bakteria *Klebsiella oxycota*), Pi25 G (bakteria *Pseudomonas fluorescens*), 60.3AA (bakteria *Lycobacter* sp.), AF74AAPAE NI oprysk 0,1% (*Bacillus* sp.) mogą znaleźć w przyszłości zastosowanie w ekologicznej i integrowanej ochronie pomidora i marchwi przed najgroźniejszymi chorobami.
 8. Izolaty nie powodowały efektów fitotoksyczności, odznaczały się stabilnością mikrobiologiczną. Efekty ochronne utrzymywały się od początku aplikacji aż do zbiorów roślin.

PODSUMOWANIE

Nowo opracowane metody i technologie osłony nasion roślin warzywnych przed chorobami, wzbogacone o pożyteczne mikroorganizmy glebowe, otwierają innowacyjną linię produkcji nasiennej warzyw w systemach ekologicznych, zapewniającą kompleksową ochronę nasion i roślin warzywnych oraz indukcję ich odporności począwszy od nasion i stadium juwenilnego aż do dojrzałości zbiorczej. Nowo opracowane technologie i bioprodukty mikrobiologiczne będą testowane w kolejnych latach badań na nasiennikach marchwi (drugi rok uprawy) i przekształcone w produkty komercyjne. Ze względu na niedobór skutecznych zapraw biologicznych i środków biologicznych do ochrony plantacji nasiennych, istnieje pilna potrzeba wprowadzenia do obrotu tego typu bioproduktów, które są konkurencyjne i bardziej skuteczne od istniejących na rynku preparatów zagranicznych. Oczekują tego zarówno producenci warzyw tzw. konsumpcyjnych, jak i polski sektor nasienny.

Wyniki uzyskane w ramach realizacji zadania pozwolą producentom biologicznych środków ochrony w tym zapraw biologicznych na zwiększenie produkcji i poszerzenie asortymentu oferowanych biopreparatów o środki nowej generacji, wzbogacone mikrobiologicznie w konsorcja szczepów bakterii oddziałujących kompleksowo – ochronnie i stymulująco na odporność i wzrost roślin w warunkach stresowych, już od najwcześniejszych stadiów rozwojowych (kielkowanie, faza siewki i formowanie pierwszych liści właściwych). Wymiernym efektem dla producentów roślin warzywnych na nasiona będzie wzrost plonów roślin w pierwszym roku produkcji (faza wegetatywna) oraz plonu nasion a w rezultacie zwiększenie opłacalności ekonomicznej produkcji nasion roślin warzywnych. Wdrożenie innowacyjnych biopreparatów i wprowadzenie nowych skutecznych zapraw wzbogaconych mikrobiologicznie do ekologicznej produkcji nasiennej warzyw, zwiększy konkurencyjność ekologicznych producentów nasion i przedsiębiorstw nasiennych, zachęci nowych producentów do przestawiania (konwersji) gospodarstw na ekologiczną produkcję nasion, zwiększy areal upraw nasiennych oraz potencjał plonotwórczy roślin.

Zadanie wpisuje się w strategię rozwoju rolnictwa ekologicznego poprzez opracowanie innowacyjnych bioproduktów i technologii dla poprawy jakości i zdrowotności nasion oraz roślin matecznych (nasienników) w ekologicznych uprawach roślin warzywnych. Istnieje



potrzeba dalszego testowania bioproduktów mikrobiologicznych w drugim roku uprawy roślin dwuletnich – marchwi i innych gatunków z rodziny *Apiaceae*, w których największym problemem produkcji nasiennej jest wysokie porażenie nasion patogenami, przenoszonymi z nasionami na rośliny potomne.

Wymagane są dalsze badania nad optymalizacją składu mikrobiologicznego i nośników dla konsorcjum mikroorganizmów o działaniu ochronnym, w celu zapewnienia wysokiej stabilności i przeżywalności mikroorganizmów o korzystnych właściwościach ochrony roślin. Proponowane jest zastosowanie organicznych nośników na bazie proszku lub ekstraktu z alg i innych naturalnych nośników pochodzenia roślinnego, w celu zwiększenia przeżywalności i aktywności metabolicznej szczepów bakterii o działaniu ochronnym.

ZALECENIA DLA PRAKTYKI

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń laboratoryjnych i polowych wskazują na:

- Skuteczność pożytecznych mikroorganizmów w poprawie jakości i zdrowotności nasion pomidora odmiany ACE VF i marchwi odmiany Napoli F1 oraz metabolizmu nasion i ich wartości przechowalniczej (poprzez spowolnienie procesów starzenia).
- Wysoką przeżywalność oraz właściwości antagonistyczne zastosowanych szczepów bakterii, wobec patogenów zasiedlających nasiona oraz rośliny marchwi i pomidora.
- Stabilność mikrobiologiczną, efekty ochronne utrzymują się od początku aplikacji aż do zbiorów roślin.
- Możliwość zastosowania nowych bioproduktów mikrobiologicznych do zaprawiania biologicznego nasion marchwi i pomidora oraz ochrony roślin w uprawach w systemach ekologicznych i integrowanych
- Możliwość wykorzystania nowo opracowanych bioproduktów jako skutecznych i ekonomicznie opłacalnych metod ochrony roślin warzywnych.
- Możliwość zwiększenia konkurencyjności i rozwoju firm sektora rolnictwa ekologicznego w Polsce.



INSTYTUT OGRODNICTWA W SKIERNIEWICACH

7

Sadownictwo metodami ekologicznymi. Badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn niezamierzonego występowania w produktach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom



SPRAWOZDANIE

z badań podstawowych prowadzonych w 2016 roku
na rzecz rolnictwa ekologicznego

**„Sadownictwo metodami ekologicznymi:
badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn niezamierzonego
występowania w produktach ekologicznych środków niedopuszczonych do
stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk,
standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych
w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom”**

decyzja Ministra Rolnictwa i Rozwoju
z dnia 25.05.2016 r., nr HORre-msz-078-2/16 (218)

Kierownik projektu:

mgr inż. Witold Danelski

Główni wykonawcy zadania:

dr Artur Miszczak, dr inż. Jolanta Szymczak, dr Aneta Chalańska, mgr Aleksandra Bogumił, dr hab. Elżbieta Rozpara prof. nadzw., mgr Piotr Sikorski, mgr inż. Wioletta Popińska-Gil, mgr Agnieszka Głowacka oraz pracownicy techniczni Zakładu Badania Bezpieczeństwa Żywności, Laboratorium Badania Jakości Produktów Ogrodniczych, Pracowni Nematologii i Zakładu Odmianoznawstwa, Szkółkarstwa i Nasiennictwa Roślin Ogrodniczych.



1. Materiał i zastosowane metody badawcze

1.1. Uprawy

Badaniami objęto łącznie 15 upraw sadowniczych w tym 14 certyfikowanych oraz 1 integrowaną, zgłoszoną w roku 2016 do procesu certyfikacji. W skład ogólnej liczby upraw wchodziły 4 ekologiczne truskawki (T1, T2, T3, T4), 6 ekologicznych plantacji maliny (M1, M2, M3, M4, M5, M6) i 1 plantacja integrowana oraz 4 ekologiczne uprawy jabłoni (J1, J2, J3, J4).

1.2. Materiał badawczy

We wszystkich upraw przyjęto ujednolicony schemat pobierania prób badawczych. W uprawach ekologicznych sąsiadujących z uprawami konwencjonalnymi lub integrowanymi próby owoców pobierano losowo z reprezentatywnej powierzchni uprawy, próby liści i gleby ze środka badanej uprawy i z terenu sąsiadującego z innymi uprawami. W uzasadnionych przypadkach pobierano także próby materiału roślinnego z upraw sąsiednich nie będących przedmiotem badań. Dla czterech upraw maliny rozdzielonych na kilka części należących do jednego podmiotu gospodarczego, próby pobierano oddzielnie dla każdej wydzielonej części uprawy. Próby liści/pędów pobierano losowo z zachowaniem przyjętego ogólnego schematu poboru prób. Glebę pobierano z warstw: 0-20cm i 20-40cm lub 0-25cm, w zależności od uprawy i panujących warunków klimatyczno-glebowych oraz dodatkowo pobrano próby wody z każdego źródła, które użytkowano do nawadniania upraw. Wszystkie pobrane próby przeanalizowano pod kątem występowania pozostałości pestycydów i zawartości makro- i mikroelementów.

W trakcie analizy otrzymanych wyników zawartości pestycydów przyjęto, że w produktach (owocach) oraz materiale roślinnym i glebowym pochodzącym z danej uprawy nie powinno wykrywać się pozostałości żadnych pestycydów. Według aktualnej listy środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym w uprawach truskawki można stosować tylko dwa preparaty grzybowe oraz jeden preparat bakteryjny, w uprawach maliny można zastosować jeden preparat grzybowy natomiast w uprawach jabłoni można stosować dwa środki zawierające wodorowęglan potasu, trzynaście środków zawierających miedź w różnej postaci, jeden preparat wirusowy i środek olejowy oraz cztery środki zawierające siarkę. Wszystkie dozwolone do stosowania w rolnictwie ekologicznym środki są pochodzenia naturalnego i wyniku ich stosowania nie powinny być wykrywane pozostałości. Jedynie w przypadku środków miedzowych przy ich nadmiernym zastosowaniu analiza składu mineralnego liści i owoców może wykryć podwyższony poziom zawartości miedzi.

Pobraną z upraw glebę oceniono pod kilkoma kryteriami, a jednym z nich był odczyn. W uprawach truskawki optymalny odczyn pH gleby powinien być lekko kwaśny i zawierać się w przedziale 5,5-6,5, dla upraw maliny i jabłoni odczyn pH gleby powinien znajdować pomiędzy lekko kwaśnym a obojętnym i zawierać się w przedziale 6,2-6,7.

W trakcie badań gleby oznaczano m.in. zawartość materii organicznej a do analizy wyników przyjęto czterostopniową skalę (<1% - niska, 1-2% - średnia, 2-3,5% - wysoka, >3,5% - bardzo wysoka). Oceniając poszczególną zawartość składników mineralnych oparto się o ogólnie przyjęte klasy zasobności gruntów rolniczych w fosfor, potas i magnez (tabela 1). Oprócz badań podstawowych wykonano także analizę zawartości w glebie metali ciężkich takich jak kadm, miedź, ołów czy rtęć. Określono stopień zanieczyszczenia gleby tymi



metalami. Do oceny stopnia zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi posłużono się ogólnie dostępnymi wartościami określonymi dla gleb lekkich o pH >6,5 (tabela. 2 pkt b. i tabela 3) a w owocach normy przyjęte przez UE (tabela 4). Do oceny zawartości podstawowych składników mineralnych przyjęto powszechnie stosowane wartości graniczne (tabela 5).

Tabela 1. Liczby graniczne dla zawartości składników mineralnych w glebie dla upraw truskawki, maliny i jabłoni.

Wyszczególnienie	Klasa zasobności		
	niska	średnia	wysoka
<i>zawartość P mg/100g gleby</i>			
dla wszystkich rodzajów gleb			
warstwa orna 0-20cm	<2	2-4	>4
warstwa podorna 20-40cm	<1,5	1,5-3,0	>3,0
<i>zawartość K mg/100g gleby</i>			
warstwa orna 0-20cm			
gleby lekkie (<20% cz. sflawialnych)	<5	5-8	>8
gleby średnie (20-35% cz. sflawialnych)	<8	8-13	>13
gleby ciężkie (>35% cz. sflawialnych)	<13	8-21	>21
warstwa podorna 20-40cm			
gleby lekkie (<20% cz. sflawialnych)	<3	3-5	>5
gleby średnie (20-35% cz. sflawialnych)	<5	5-8	>8
gleby ciężkie (>35% cz. sflawialnych)	<8	8-13	>13
<i>zawartość Mg mg/100g gleby</i>			
dla obu warstw gleby			
gleby lekkie (<20% cz. sflawialnych)	<2,5	2,5-4	>4,0
gleby ciężkie (>20% cz. sflawialnych)	<4,0	4,0-6,0	>6,0
<i>stosunek K/Mg</i>			
dla wszystkich rodzajów gleb i obu warstw			
	poprawny	wysoki	b. wysoki
	<3,5	3,5-6,0	>6,0

Tabela 2. Najwyższa dopuszczalna zawartość metali w glebie w mg/kg suchej masy dla gleb użytkowanych rolniczo.

Pierwiastek	Zawartość
Kadm Cd	4
Miedź Cu	150
Olów Pb	100
Rtęć Hg	2

Tabela 3. Liczby graniczne dla zawartości metali ciężkich w glebie (warstwa 0-20cm) o różnym stopniu zanieczyszczenia, podane w mg/kg s.m.

Metal	Grupa gleb	Stopień zanieczyszczenia					
		0	I	II	III	IV	V
Cd	a	0,3	1,0	2	3	5	>5
	b	0,5	1,5	3	5	10	>10
	c	1,0	3,0	5	10	20	>20
Cu	a	15	30	50	80	300	>300
	b	25	50	80	100	500	>500
	c	40	70	100	150	750	>750
Pb	a	30	70	100	500	2500	>2500
	b	50	100	250	1000	5000	>5000
	c	70	200	500	2000	7000	>7000

0 – zawartość naturalna I – zawartość podwyższona II – słabe zanieczyszczenie III – średnie zanieczyszczenie IV – silne zanieczyszczenie V – bardzo silne zanieczyszczenie
 a – gleby bardzo lekkie, lekkie o pH <6,5 b – gleby lekkie o pH >6,5, średnie i ciężkie o pH <5,5 oraz mineralno-organiczne c – gleby średnie i ciężkie o pH >5,5 oraz organiczno-mineralne i organiczne

Tabela 4. Najwyższe dopuszczalne poziomy zawartości metali w owocach w mg/kg dla owoców Świerzych.

Pierwiastek	Zawartość		
	Truskawki	Maliny	Jabłka
Kadm Cd	0,05	0,05	0,05
Olów Pb	0,1	0,2	0,1
Rtęć Hg	0,01	0,01	0,01
Miedź Cu	4,0	4,0	4,0
Cynk Zn	10,0	10,0	10,0



Tabela 5. Liczby graniczne dla zawartości składników mineralnych w liściach truskawki (T), maliny (M) i jabłoni (J).

Składnik	Zawartość składnika											
	deficytowa			niska			optymalna			wysoka		
	T	M	J	T	M	J	T	M	J	T	M	J
Azot N % s.m.	<1,8	<2,0	<1,8	1,8-2,29	2,0-2,49	1,8-2,1	2,3-2,6	2,5-3,3	2,1-2,4	>2,6	>3,3	>2,4
Fosfor P % s.m.	-	-	-	<0,24	<0,15	<0,15	0,25-0,3	0,15-0,3	0,15-0,26	>0,3	>0,3	>0,26
Potas K % s.m.	<1,0	<0,98	<0,7	1,0-1,49	0,98-1,47	0,7-1,0	1,5-1,8	1,47-1,89	1,0-1,5	>1,8	>1,89	>1,5
Magnez Mg % s.m.	<0,1	<0,15	<0,18	0,1-0,2	0,15-0,29	0,18-0,21	0,21-0,27	0,3-0,45	0,21-0,32	>0,27	>0,45	>0,32
Bor B ppm	-	-	<18	<27	-	18-24	27-40	-	24-45	>40	-	>45
Mangan Mn ppm	-	-	<20	<17	-	21-40	17-24	-	41-100	>24	-	>100

W wybranych gospodarstwach, w których stosowano nawodnienie upraw pobrano próby wody. Ze względu na problem z dotarciem lub brakiem norm obowiązujących dla wód użytkowanych w rolnictwie przyjęto kryteria oceny jak dla wody pitnej takie jak twardość zawartość metali i innych związków (tabela 6).

Tabela 6. Maksymalna dopuszczalna zawartość pierwiastków w wodzie.

Pierwiastek	Zawartość mg/l	Pierwiastek	Zawartość mg/l
Mangan	0,05	Bor	1
Żelazo	0,2	NH ₄ ⁺	0,5
Kadm	0,005	NO ₃	40
Ołów	0,025	Chlorki	250
Rtęć	0,001	Siarczany	250
Miedź	2		

1.3. Analiza materiału badawczego pod kątem występowania pozostałości pestycydów.

W analizach prób materiału roślinnego, gleby i wody zastosowano metodę chromatografii gazowej z detekcją tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS) oraz wysokosprawną chromatografię cieczową z detekcją tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS):

- ✓ Próby owoców, liści i pędów analizowano pod kątem występowania pozostałości łącznie 476 pestycydów z wykorzystaniem metod analitycznych GC-MS/MS i LC-MS/MS.
- ✓ Próby gleby analizowano pod kątem występowania pozostałości 344 pestycydów z wykorzystaniem metod analitycznych GC-MS/MS i LC-MS/MS.
- ✓ Próby wody analizowano pod kątem występowania pozostałości 83 pestycydów z wykorzystaniem metody analitycznej LC-MS/MS.

1.4. Analiza materiału badawczego pod kątem składu mineralnego.

W trakcie badań laboratoryjnych i analizy prób roślinnych przy oznaczaniu składników mineralnych i związków chemicznych użyto:

- ✓ metodę konduktometryczną wg Dumas'a do zawartości azotu,
- ✓ metodę atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w sprzężonej indukcji plazmie (ICP-OES) do oznaczenia zawartości fosforu, potasu, magnezu i wapnia,
- ✓ metodę atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w sprzężonej indukcji plazmie (ICP-OES) do oznaczenia zawartości boru, miedzi, żelaza, manganu i cynku,
- ✓ metodę wysokosprawnej chromatografii jonowej (IC) do oznaczenia zawartości azotanów i azotynów
- ✓ metodę potencjometryczną po ekstrakcji w 2% kwasie octowym do oznaczenia zawartości N-NH₄,
- ✓ metodę atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w sprzężonej indukcji plazmie (ICP-OES) do oznaczenia zawartości kadmu i ołowiu,



- ✓ metodę wagową do oznaczenia zawartości suchej masy w próbach.
- ✓ metodę elektrochemiczną do określenia w wodzie zasolenia EC, odczynu pH oraz zawartość azotu w formie amonowej,
- ✓ metodę spektrometrii emisyjnej ICP-OES do oznaczenia w wodzie zawartości fosforu, potasu, magnezu, wapnia, sodu, siarczanów, boru, miedzi, manganu, żelaza, cynku,
- ✓ metodę wysokosprawnej chromatografii jonowej IC do oznaczenia w wodzie zawartości chlorków i azotanów.

2. Wyniki i ich omówienie

2.1. Lokalizacja upraw

Objęte badaniami uprawy zlokalizowane były w 5 województwach: mazowieckim, łódzkim, kujawsko-pomorskim, świętokrzyskim i lubelskim (rys. 1). Na podstawie mapy kryteriów wyróżniania i przestrzennego ujęcia gleb wg klasyfikacji FAO, uprawy zlokalizowane były w rejonach występowania głównych typów gleb takich jak: czarnoziemy leśno-stepowe (MP), gleby brunatne właściwe i wyługowane (J2), gleby płowe właściwe (J1, J2, M3, M4, M5, M6, T4), gleby płowe biellicowe (M1, T1) oraz gleby rdzawe biellicowe (J4, M2, T2, T3).



Rys. 1. Lokalizacja badanych upraw ekologicznych.

2.2. Oznaczanie pozostałości pestycydów w próbach owoców, liści, gleby i wodzie.

W trakcie badań przeanalizowano łącznie ponad 100 próbek owoców, liści, gleby i wody pobranych na terenie gospodarstw ekologicznych i w uzasadnionych przypadkach sąsiadujących z nimi gospodarstw konwencjonalnych.

W kilku uprawach próbki pobierano w sposób umożliwiający porównanie występowania i stężenia pestycydów w materiale badawczym w zależności od odległości od granicy plantacji. Przyjęta metoda pozwoliła w jednoznaczny sposób określić, czy oznaczone w próbach pestycydy pochodzą z dryfu z sąsiednich upraw czy też zostały celowo zastosowane w kontrolowanej uprawie, przykładem są próbki pochodzące z uprawy maliny MP i M4 (zastosowanie), truskawki T3 (zastosowanie) oraz T1 i T2 (dryf).

W żadnym z analizowanych przypadków nie stwierdzono obecności pozostałości pestycydów w owocach, nawet w przypadku, w którym można mówić o ewidentnym zastosowaniu pełnego kalendarza ŚOR dla uprawy (MP).

W celu jednoznacznego określenia czy pozostałości są związane z dryfem czy zastosowaniem ŚOR konieczne jest pobieranie próbek z brzegów plantacji oraz z części środkowej. Na podstawie zgromadzonych danych widać wyraźne i utrzymujące się różnice w poziomie oznaczonych pozostałości pestycydów – konsekwentnie są one wyższe w części środkowej plantacji w przypadku zastosowania. Natomiast w przypadku dryfu z plantacji sąsiednich stężenie pestycydów maleje wraz ze wzrostem odległości od granic działki.

W wyniku analiz oznaczono następujące pozostałości pestycydów w próbkach pochodzących z upraw ekologicznych:

- ✓ Owoce – brak stwierdzonych pozostałości
- ✓ Liście – acetamipryd, azoksystrobina, boskalid, chlopyralid, chloropiryfos, ditiokarbaminiany, flutriafol, kaptan, karbendazym, klotianidyna, linuron, metrybuzyna, piraklostrobina
- ✓ Gleba – 2,4-D, antrachinon, boskalid, chizalofop, chloropiryfos, DDT, epoksykonazol, glifosat, procymidon, tetrakonazol
- ✓ Woda – chizalop etylu (tylko w jednej próbce)

Pośród wymienionych pozostałości pestycydów w analizowanych próbkach stwierdzono ditiokarbaminiany i antrachinon, które nastrożają dużych problemów z prawidłową interpretacją, szczególnie w przypadku roślin kapustnych i liliowych. Z uwagi na możliwość ich naturalnego pochodzenia bardzo trudno jest jednoznacznie potwierdzić lub wykluczyć zastosowanie substancji przez plantatora w uprawie.

Na osobną uwagę zasługuje wycofany w latach 70-tych DDT (dichlorodifenylotrichloroetan), który został oznaczony jedynie w próbkach gleb – nie stwierdzono jego obecności w liściach i owocach. Chociaż stosunkowo wiele próbek gleby było zanieczyszczonych DDT pestycyd ten nie przemieszcza się do liści i owoców w badanych przypadkach. Całkowicie inną sprawą jest analiza produktów finalnych pochodzących z upraw warzywnych gdzie w przypadku niektórych gatunków roślin DDT może być wiązany w warzywach (dynia). W związku z tym, że DDT występuje powszechnie w glebach i nie stanowi zagrożenia dla produktów finalnych w uprawach truskawki, maliny i jabłoni.

Oprócz DDT w analizowanych próbkach oznaczono wycofane z użycia pestycydy:

- ✓ klotianidyna – insektycyd
 - liście – uprawa T2 oraz próba z sąsiedniej plantacji
- ✓ karbendazym – fungicyd
 - liście – próba z plantacji J1
- ✓ procymidon – fungicyd
 - gleba – próba z plantacji M2
- ✓ chizalop etylu – herbicyd
 - ujęcie wody – uprawa M2

Z objętych badaniami plantacji truskawki tylko plantacja T4 prowadzona jest zgodnie z wymogami ekologicznego systemu uprawy pomijając pozostałości DDT wynikające ze stosowania tego pestycydu przed kilkudziesięciami laty. Plantacja T4 położona jest w okolicy gdzie prowadzone są inne uprawy ekologiczne co zapewnia prawidłowe odseparowanie od upraw konwencjonalnych. W innych plantacjach mamy do czynienia z nieprawidłowym odseparowaniem lub jego brakiem, przed przenikaniem pestycydów z sąsiadujących upraw konwencjonalnych (T1, T2). W dwóch przypadkach można domniemywać użycie środków



niezgodnych z przyjętymi zasadami w rolnictwie ekologicznym. Na plantacji T3 w okresie poprzedzającym wejście do systemu ekologicznego lub w okresie konwersji zastosowano doglebowo insektycyd do zwalczania szkodników glebowych. Wniosek ten nasuwa się po wywiadzie z właścicielem uprawy. Rolnik zdecydowanie zaprzeczył możliwości zastosowania niedopuszczonego do stosowania pestycydu a jednocześnie zgłaszał bardzo poważne problemy ze szkodnikami glebowymi. W trakcie realizacji badań uprawę poddano lustracji na obecność drutowców i pędraków chrabaszca majowego i nie stwierdzono obecności tych szkodników w liczbie przekraczającej próg szkodliwości. W związku z tym można domniemywać celowe użycie doglebowo pestycydu w celu zwalczania szkodników. Drugim przypadkiem jest plantacja T1, w której stężenie jednego z herbicydów zanikające w kierunku oddalającym się od uprawy nasiennej może wskazywać na dryf pestycydu jednakże stwierdzenie pozostałości glifosatu w glebie, w środku plantacji, może wskazywać na użycie herbicydu w okresie konwersji lub tuż przed tym okresem.

W badanych plantacjach malin mamy do czynienia głównie z pozostałościami z wcześniejszych okresów prowadzenia gospodarki metodami konwencjonalnymi. W przypadku plantacji M1 na podstawie analiz i położenia można domniemywać użycie herbicydu na początku okresu przestawiania lub tuż przed tym okresem. W przypadku plantacji M2 wykrycie ditiokarbaminianów uniemożliwia jednoznaczna ocenę przyczyn wystąpienia pozostałości tych związków z powodu naturalnego występowania ich w niektórych roślinach. Z tych przyczyn nie jest możliwe ustalenie źródła ich pochodzenia. W przypadku plantacji M4 mamy do czynienia z zastosowaniem niedopuszczonego dla rolnictwa ekologicznego fungicydu i insektycydu a w przypadku plantacji M5 wykryta pozostałość wynika z dużego prawdopodobieństwa zastosowania herbicydu na początku okresu przestawiania. Oddzielnym tematem jest plantacja MP prowadzona metodami integrowanymi, która została zgłoszona do procesu certyfikacji. Ilość wykrytych pestycydów w liściach i glebie skłaniałaby do dyskwalifikacji tej uprawy w procesie przygotowania do ekologicznego systemu uprawy przynajmniej na okres dwóch lub trzech lat przed okresem przestawiania. W przypadku tej plantacji widać niedoskonałość systemu oceny w trakcie okresu przestawiania i tuż przed nim. Jednakże do pełnej oceny sytuacji potrzebny jest dostęp do danych na temat jakie badania wykonała jednostka certyfikująca. Objęcie badaniami tej plantacji podyktowane było względami praktycznymi uzyskania informacji na temat stanu faktycznego uprawy przed okresem konwersji. W przypadku tej uprawy zalecane jest kontynuowanie pełnej analizy zawartości pozostałości pestycydów w materiale roślinnym i glebowym.

Uprawy jabłoni, w których prowadzono badania wykryto najmniejszą ilość pozostałości pestycydów. Podobnie jak w przypadku plantacji truskawek i malin nie wykryto żadnych pozostałości pestycydów w owocach nawet w sytuacji ewidentnego zastosowania fungicydów w uprawie J1. W przypadku uprawy J3 wykryto dyskusyjne z powodu oceny źródła pochodzenia ditiokarbaminiany oraz pozostałości insektycydu, które mogą być efektem dryfu z sąsiedniej uprawy konwencjonalnej.

Rozpatrując całościowo wyniki analiz tylko w dwóch przypadkach mamy do czynienia z brakiem wykrycia pozostałości pestycydów – plantacja maliny M3 i sad jabłoniowy J2. Uprawy te mogą służyć za przykład prawidłowego doboru stanowiska pod uprawę



ekologiczną, odseparowania od innych upraw konwencjonalnych oraz przestrzegania obowiązujących w rolnictwie ekologicznym zasad ochrony upraw.

2.3. Zawartość makro i mikro elementów w glebie, liściach, owocach i wodzie.

W ramach badań materiału roślinnego gleby i wody wykonano analizy określające kwasowość gleb. Do tej oceny użyto ogólnie obowiązujące w tym zakresie normy. Gleba z badanych plantacji truskawki w przeważającej większości miała za niski odczyn lub w przypadku jednej próby odczyn optymalny a kilku za wysoki (tabela 7). W przypadku gleby pochodzącej z upraw malin większość z prób miała odczyn za niski dla tego rodzaju uprawy natomiast dwie próby miały odczyn optymalny a kilka za wysoki (tabela 8). W przypadku upraw jabłoni odczyn gleb był zróżnicowany i był albo za niski lub za wysoki a w części prób odczyn zawierał się w optymalnych granicach (tabela 9).

Tabela 7. Odczyn gleby w plantacjach truskawki.

Plantacja	Nr próby/warstwa	pH	Ocena*	Plantacja	Nr próby/warstwa	pH	Ocena*
T1	G1/0-25	5,11	0	T3	G1/0-20	4,92	0
	G2/0-25	5,44	0		G1/20-40	4,46	0
	G3/0-25	6,06	1		G2/0-20	4,93	0
T2	G1/0-25	6,62	2		G2/20-40	4,56	0
	G2/0-25	6,73	2		G3/0-20	4,32	0
	G3/0-25	4,9	0		G3/20-40	4,47	0
T4	G1/0-25	6,9	2				

* 0 – za niskie, 1 – optymalne, 2 – za wysokie

Tabela 8. Odczyn gleby w plantacjach maliny.

Plantacja	Nr próby/warstwa	pH	Ocena*	Plantacja	Nr próby/warstwa	pH	Ocena*
M1	G1/0-20	5,75	0	M2	G1/0-25	5,25	0
	G1/20-40	5,35	0		G2/0-25	5,29	0
M3	G1/0-20	6,66	1	M4	G1/0-20	5,08	0
	G1/20-40	6,54	1		G1/20-40	4,21	0
	G2/0-20	6,83	2	M6	G1/0-20	4,33	0
	G2/20-40	6,83	2		G1/20-40	4,43	0
M5	G1/0-20	5,08	0	MP	G1/0-20	7,33	2
	G1/20-40	5,2	0		G1/20-40	7,23	2
	G2/0-20	4,45	0		G2/0-20	7,26	2
	G2/20-40	4,23	0		G2/20-40	7,18	2
	G3/0-20	5,03	0				
	G3/20-40	5,2	0				
	G4/0-20	5,87	0				
	G4/20-40	5,78	0				

* 0 – za niskie, 1 – optymalne, 2 – za wysokie

Tabela 9. Odczyn gleby w uprawach jabłoni.

Plantacja	Nr próby/warstwa	pH	Ocena*	Plantacja	Nr próby/warstwa	pH	Ocena*
J1	G1/0-20	5,77	0	J3	G1/0-20	6,68	1
	G1/20-40	5,3	0		G1/20-40	6,42	1
J2	G1/0-25	6,7	2	J4	G1/0-20	6,06	0
	G2/0-25	6,56	1		G1/20-40	4,61	0

* 0 – za niskie, 1 – optymalne, 2 – za wysokie

Zawartość substancji organicznych w glebie pobranej z wszystkich plantacji była średnia i wysoka a w kilku przypadkach bardzo wysoka (tabela 10-12).

Tabela 10. Zasobność w substancje organiczne gleby pochodzącej z upraw maliny.

Plantacja	Próba/warstwa	S. org. [%]	Zasobność*	Plantacja	Próba/warstwa	S. org. [%]	Zasobność*
M1	G1/0-20	1,8	1	M5	G2/0-20	2,5	2
	G1/20-40	1,1	1		G2/20-40	1,7	1
M2	G1/0-25	2,8	2		G3/0-20	2,2	2
	G2/0-25	2,7	2		G3/20-40	1,2	1



M3	G1/0-20	2,1	2	M6	G4/0-20	2,3	2
	G1/20-40	1,3	1		G4/20-40	1,7	1
	G2/0-20	1,8	1		G1/0-20	3,2	2
	G2/20-40	1,2	1		G1/20-40	2,6	2
M4	G1/0-20	2,3	2	MP	G1/0-20	4,3	3
	G1/20-40	1,5	1		G1/20-40	4,4	3
M5	G1/0-20	2,7	2		G2/0-20	3,7	3
	G1/20-40	1,9	1		G2/20-40	4,2	3

* 0 – niska, 1 – średnia, 2 – wysoka, 3 – bardzo wysoka

Tabela 11. Zasobność w substancje organiczne gleby pochodzącej z upraw truskawki.

Plantacja	Próba/warstwa	S. org. [%]	Zasobność*	Plantacja	Próba/warstwa	S. org. [%]	Zasobność*
T1	G1/0-25	1,6	1	T3	G1/0-20	1,8	1
	G2/0-25	2,0	2		G1/20-40	1,5	1
	G3/0-25	2,1	2		G2/0-20	1,9	1
T2	G1/0-25	1,6	1		G2/20-40	1,3	1
	G2/0-25	1,7	1		G3/0-20	2,0	2
	G3/0-25	1,4	1		G3/20-40	1,2	1
				T4	G1/0-25	1,6	1

* 0 – niska, 1 – średnia, 2 – wysoka, 3 – bardzo wysoka

Tabela 12. Zasobność w substancje organiczne gleby pochodzącej z upraw jabłoni.

Plantacja	Próba/warstwa	S. org. [%]	Zasobność*	Plantacja	Próba/warstwa	S. org. [%]	Zasobność*
J1	G1/0-20	2,6	2	J3	G1/0-20	2,2	2
	G1/20-40	1,8	1		G1/20-40	1,2	1
J2	G1/0-25	3,3	2	J4	G1/0-20	2,6	2
	G2/0-25	1,7	1		G1/20-40	1,5	1

* 0 – niska, 1 – średnia, 2 – wysoka, 3 – bardzo wysoka

Zasobność gleb w składniki mineralne była zróżnicowana w zależności od uprawy. W uprawach truskawki ilość potasu i fosforu oceniona została na wysoką, zasobność gleby w magnez była zdecydowanie mniej wyrównana i kształtowała się w całym przedziale oceny, od niskiej do wysokiej. Stosunek potasu do magnezu we wszystkich przypadkach był poprawny (tabela 13). W uprawach maliny zasobność gleb w fosfor i potas była na poziomie średnim i wysokim, w magnez była bardziej zróżnicowana i kształtowała się od poziomu niskiego do wysokiego w zależności od danej uprawy. We wszystkich uprawach maliny stosunek potasu do magnezu był poprawny (tabela 14). W uprawach jabłoni zasobność gleb w fosfor, potas i magnez wysoka a stosunek potasu do magnezu był poprawny (tabela 15).

Tabela 13. Zawartość fosforu, potasu, magnezu oraz stosunek potasu do magnezu w glebie z upraw truskawki

Uprawa	Próba/warstwa	P	Ocena ¹	K	Ocena ¹	Mg	Ocena ¹	K/Mg	Ocena ²
T1	G1/0-25	19,5	2	14,6	2	4,45	2	3,3	0
	G2/0-25	17,9	2	21	2	6,19	2	3,4	0
	G3/0-25	27,7	2	20,7	2	6,32	2	3,3	0
T2	G1/0-25	9,26	2	14,5	2	2,82	1	5,1	0
	G2/0-25	11,4	2	11	2	6,3	2	1,7	0
	G3/0-25	5,21	2	8,22	2	1,53	0	5,4	0
T3	G1/0-20	8,57	2	9,03	2	5,18	2	1,7	0
	G1/20-40	8,1	2	7,44	2	3,43	1	2,2	0
	G2/0-20	5,99	2	8,86	2	5,39	2	1,6	0
	G2/20-40	5,6	2	5,53	2	3,65	1	1,5	0
	G3/0-20	7,83	2	8,38	2	2,95	1	2,8	0
	G3/20-40	6	2	6,63	2	2,7	1	2,5	0
T4	G1/0-25	8,17	2	1,8	0	2,25	0	0,8	0

¹ 0 – niska, 1 – średnia, 2 – wysoka ² 0 – poprawny, 1 – wysoki, 2 – bardzo wysoki



Tabela 14. Zawartość fosforu, potasu, magnezu oraz stosunek potasu do magnezu w glebie z upraw maliny.

Uprawa	Próba/warstwa	P	Ocena ¹	K	Ocena ¹	Mg	Ocena ¹	K/Mg	Ocena ²
M1	G1/0-20	16,8	2	18	2	10,3	2	1,7	0
	G1/20-40	10	2	8	2	7,37	2	1,1	0
M2	G1/0-25	5,41	2	10,5	2	8,13	2	1,3	0
	G2/0-25	7,34	2	7,89	1	8,56	2	0,9	0
M3	G1/0-20	14,7	2	34,2	2	8,79	2	3,9	0
	G1/20-40	11,2	2	22,9	2	5,44	2	4,2	0
	G2/0-20	13,8	2	30,6	2	7,95	2	3,8	0
	G2/20-40	9,27	2	10,2	2	4,69	2	2,2	0
M4	G1/0-20	6,31	2	17,6	2	6,21	2	2,8	0
	G1/20-40	4,78	2	5,27	2	2,86	1	1,8	0
M5	G1/0-20	3,06	1	15,6	2	6,82	2	2,3	0
	G1/20-40	2,16	1	7,89	2	6,89	2	1,1	0
	G2/0-20	4,05	2	17,2	2	3,36	1	5,1	0
	G2/20-40	3,3	2	8,34	2	1,61	0	5,2	0
	G3/0-20	4,11	2	11,9	2	4,06	2	2,9	0
	G3/20-40	2,48	1	5,23	2	1,91	0	2,7	0
	G4/0-20	7,59	2	15,1	2	11,7	2	1,3	0
	G4/20-40	4,25	2	16,5	2	10,9	2	1,5	0
M6	G1/0-20	3,01	1	22	2	4,19	2	5,3	0
	G1/20-40	1,85	1	4,68	1	3,13	1	1,5	0
MP	G1/0-20	25,2	2	13,8	2	13,7	2	1,0	0
	G1/20-40	21,2	2	8,13	2	12,4	2	0,7	0
	G2/0-20	26,4	2	23	2	15,4	2	1,5	0
	G2/20-40	16,6	2	11,9	2	13,2	2	0,9	0

¹0 – niska, 1 – średnia, 2 – wysoka ²0 – poprawny, 1 – wysoki, 2 – bardzo wysoki

Tabela 15. Zawartość fosforu, potasu, magnezu oraz stosunek potasu do magnezu w glebie z upraw jabłoni.

Uprawa	Próba/warstwa	P	Ocena ¹	K	Ocena ¹	Mg	Ocena ¹	K/Mg	Ocena ²
J1	G1/0-20	5,8	2	35,9	2	9,77	2	3,7	0
	G1/20-40	4,91	2	16,9	2	6,24	2	2,7	0
J2	G1/0-25	24,8	2	27,9	2	10,2	2	2,7	0
	G2/0-25	19,6	2	18,2	2	6,58	2	2,8	0
J3	G1/0-20	12,5	2	29,9	2	10,3	2	2,9	0
	G1/20-40	7,25	2	20,4	2	5,93	2	3,4	0
J4	G1/0-20	11,6	2	20,2	2	11,1	2	1,8	0
	G1/20-40	8,37	2	8,07	2	5,07	2	1,6	0

¹0 – niska, 1 – średnia, 2 – wysoka ²0 – poprawny, 1 – wysoki, 2 – bardzo wysoki

Dla wszystkich analizowanych prób gleby ilość oznaczonej miedzi i ołowiu nie przekroczyła najwyższych dopuszczalnych zawartości a według skali oceny zawartość tych pierwiastków kształtowała się na poziomie naturalnym. W przypadku analizy zawartości kadmu w glebie w kilku przypadkach została przekroczona dopuszczalna zawartość tego pierwiastka. W uprawie maliny M4 stopień zanieczyszczenia oceniono jako silny i bardzo silny a w przypadku upraw jabłoni J3 i J4 jako silny (tabela 16).

Tabela 16. Stopień zanieczyszczenia gleby kadmem.

Uprawa	Próba/warstwa	Cd [mg/kg s.m.]	Stopień*
M4	G1/0-20	10,1	V
	G1/20-40	9,23	IV
J3	G1/0-20	8,19	IV
	G1/20-40	6,97	IV
J4	G1/0-20	9,65	IV
	G1/20-40	7,6	IV

* 0 – zawartość naturalna I – zawartość podwyższona II – słabe zanieczyszczenie III – średnie zanieczyszczenie IV – silne zanieczyszczenie V – bardzo silne zanieczyszczenie



Kolejnym kryterium była ocena zawartości składników mineralnych w liściach. W materiale roślinnym pochodzącym z plantacji truskawki oznaczano zawartość azotu, fosforu, potasu magnezu boru i cynku. Zawartość azotu w liściach truskawki była przeważnie na poziomie deficytowym, a w jednym przypadku niskim, zawartość fosforu i potasu była zróżnicowana i kształtowała się na poziomie wysokim lub deficytowym w zależności od uprawy. Zawartość w liściach z upraw truskawki magnezu była zróżnicowana i kształtowała się na poziomie od niskiego do wysokiego w zależności od uprawy, zawartość boru i cynku była podobnie zróżnicowana jak w przypadku innych pierwiastków i oceniono ją na poziomie od niskiej do optymalnej w zależności od uprawy (tabela 17).

Tabela 17. Zawartość podstawowych składników mineralnych w liściach truskawki.

Uprawa	Nr próby	N	Zaw.*	P	Zaw.*	K	Zaw.*	Mg	Zaw.*	B	Zaw.*	Zn	Zaw.*
T1	R1	1,56	0	0,31	3	1,9	3	0,24	2	23,2	1	13,7	1
	R2	1,58	0	0,3	3	1,91	3	0,24	2	23,3	1	21	2
T2	R1	2,01	1	0,16	0	1,83	3	0,17	1	16,0	1	6,80	1
	R2	1,45	0	0,15	0	1,59	2	0,18	1	19,1	1	9,80	1
	R3	1,74	0	0,18	0	1,35	1	0,31	3	18,7	1	9,79	1
T3	R3	1,85	1	0,22	0	1,65	2	0,29	3	8,41	1	52,7	3
T4	R1	1,74	0	0,32	3	1,17	1	0,28	3	36,5	2	19,7	2

* 0 – deficytowa, 1 – niska, 2 – optymalna, 3 – wysoka

W materiale roślinnym pochodzącym z plantacji malin zawartość azotu kształtowała się od poziomu deficytowego do optymalnego, zawartość fosforu i potasu na poziomie wysokim i optymalnym, a w kilku przypadkach deficytowym, zawartość magnezu oceniona została na poziomie optymalnym i wysokim oprócz jednego przypadku gdzie poziom został oceniony jako niski (tabela 18).

Tabela 18. Zawartość podstawowych składników mineralnych w liściach maliny.

Uprawa	Nr próby	N	Zaw.*	P	Zaw.*	K	Zaw.*	Mg	Zaw.*
M1	R1	2,24	1	0,3	3	1,95	3	0,4	2
M2	R1	1,82	0	0,44	3	1,51	2	0,45	3
M3	R1	2,21	1	0,21	2	0,82	0	0,41	2
	R2	1,99	0	0,23	2	0,71	0	0,39	2
M4	R1	1,58	0	0,34	3	0,97	0	0,33	2
M5	R1	1,85	0	0,2	2	0,89	0	0,32	2
	R2	2,72	2	0,18	2	1,62	2	0,28	1
	R3	1,96	0	0,14	1	0,8	0	0,32	2
M6	R1	1,69	0	0,15	2	0,72	0	0,29	2
MP	R1	2,4	1	0,18	2	0,76	0	0,65	3
	R2	2,07	1	0,22	2	1,12	1	0,54	3
	R3	2,26	1	0,18	2	1,03	1	0,78	3

* 0 – deficytowa, 1 – niska, 2 – optymalna, 3 – wysoka

Zawartość azotu w liściach jabłoni oceniono na poziomie niskim a w jednym przypadku na poziomie deficytowym, zawartość fosforu i potasu na poziomie optymalnym lub wysokim w zależności od uprawy, zawartość magnezu, boru i manganu była zróżnicowana i oceniono ją na poziomie niskim lub optymalnym (tabela 19).

Tabela 19. Zawartość podstawowych składników mineralnych w liściach jabłoni.

Uprawa	Nr próby	N	Zaw.*	P	Zaw.*	K	Zaw.*	Mg	Zaw.*	B	Zaw.*	Mn	Zaw.*
J1	R1	2,01	1	0,16	2	1,41	2	0,29	2	20,8	1	51,7	2
J2	R1	1,93	1	0,25	2	1,17	2	0,25	2	22,6	1	37,9	1
J3	R1	1,93	1	0,15	2	1,6	3	0,24	2	23	1	96,8	2
J4	R1	1,3	0	0,17	2	1,64	3	0,2	1	21	1	86,8	2

* 0 – deficytowa, 1 – niska, 2 – optymalna, 3 – wysoka

Następnym kryterium oceny upraw ekologicznych była analiza zawartości metali w owocach. Ilość wykrytych metali w owocach najczęściej nie przekraczała dopuszczalnych norm. Jedynie w przypadku oznaczenia zawartości rtęci w owocach truskawki wykryto ponad 10



krotne przekroczenie dopuszczonej zawartości tego pierwiastka, w uprawach jabłoni J3 i J4 zawartość miedzi w owocach została przekroczona kilkudziesięciokrotnie, a cynku o około 50% (tabela 20). Przekroczenia zawartości miedzi i cynku mogą wynikać ze zbyt dużej ilości wykonanych zabiegów środkami miedziowymi oraz zbyt dużych dawek nawozów dolistnych. Przekroczenia zawartości rtęci w truskawkach wynikają wprost z zanieczyszczenia gleby tym pierwiastkiem. Z powodu awarii urządzenia analitycznego wykonano tylko kilka analiz zawartości rtęci w próbach. W przyszłości istnieje możliwość i potrzeba powszechnego stosowania analiz wykrywania tego pierwiastka w owocach i innym materiale roślinnym do oceny upraw ekologicznych.

Tabela 20. Zawartość kilku metali w owocach pochodzących z upraw truskawki, maliny i jabłoni.

Uprawa	Zawartość				
	Cu	Zn	Cd	Pb	Hg*
T1	0,3	0,92	<0,04	<0,05	0,11
T2	0,28	0,68	<0,04	<0,05	0,11
T3	0,29	0,55	<0,04	<0,05	0,1
T4	0,25	0,79	0,01	<0,01	-
M1	0,62	3,02	<0,04	<0,05	-
M2/1	0,62	2,45	<0,04	<0,05	-
M2/2	0,65	2,57	<0,04	<0,05	-
M3/1	0,64	1,99	<0,04	<0,05	-
M3/2	0,65	2,03	<0,04	<0,05	-
M4/1	0,6	2,12	<0,04	<0,05	-
M5/1	0,67	2,48	<0,04	<0,05	-
M5/2	0,82	3,24	<0,04	<0,05	-
M5/3	0,84	3,44	<0,04	<0,05	-
M6/1	0,87	3,27	<0,04	<0,05	-
MP/1	0,41	1,64	<0,04	<0,05	-
MP/2	0,49	1,96	<0,04	<0,05	-
MP/3	0,46	1,55	<0,04	<0,05	-
J1	1,24	0,92	<0,04	<0,05	-
J2	0,27	0,12	<0,04	<0,05	-
J3	96,9	15,7	<0,04	<0,05	-
J4	94,7	13,9	<0,04	<0,05	-

* część analiz nie została wykonana z powodu awarii sprzętu laboratoryjnego, analizy zostaną wykonane w późniejszym terminie.

W regulacjach prawnych dotyczących zanieczyszczeń w produktach rolnych w kwestii zawartości azotanów NO₃ brak jest ustalonych norm dla owoców świeżych. Przy ocenie wyników analiz uwzględniono normę dla sałaty gruntowej, która wynosi 2500 mg/kg. Azotyny NO₂ są związkami wysoce szkodliwe dla zdrowia. W tym przypadku nie ma określonych górnych granic występowania tego związku w produktach rolnych. Przyjęte jest, że owoce świeże nie powinny zawierać w ogóle tego związku azotu.

W trakcie wykonywania analiz oznaczono zróżnicowane ilości azotanów w owocach pochodzących z poszczególnych upraw i nie przekraczają dopuszczalnej zawartości (tabela 21).

Tabela 21. Zawartość azotanów w owocach świeżych pochodzących z upraw truskawki, maliny i jabłoni.

Uprawa	Zawartość	
	NO ₃	NO ₂
T1	10,5	<0,50
T2	16,2	<0,50
T3	22,2	<0,50
T4	51,4	<0,05
M1	8,32	<0,05



M2/1	1,43	<0,05
M2/2	1,86	<0,05
M3/1	4,58	<0,05
M3/2	3,99	<0,05
M4/1	3,11	<0,05
M5/1	3,37	<0,05
M5/2	4,75	<0,05
M5/3	12,4	<0,05
M6/1	6,29	<0,05
MP/1	2,22	<0,05
MP/2	9,71	<0,05
MP/3	7,56	<0,05
J1	3,62	<0,05
J2	1,10	<0,05
J3	0,41	<0,05
J4	<0,05	<0,05

Podczas lustracji wybranych upraw ekologicznych w przypadkach stwierdzenia stosowania nawadniania upraw pobrano próby wody z wykorzystywanych źródeł. W próbach oznaczano zawartość związków azotu, chlorków. W przypadku wody pochodzącej ze źródła nr 1 z uprawy maliny M2 stosowanego do nawadniania uprawy maliny zanotowano przekroczenie dopuszczalnej zawartości NH_4 . Zawartość NO_3 w próbce z tego źródła mieściła się w normie. W analizowanych próbach wody zawartość siarczanów była zróżnicowana jednakże nie przekraczała wartości granicznej (tabela 22).

Tabela 22. Zawartość związków azotu, chlorków, kwaśnych węglanów, siarczanów oraz poziom zasolenia w wodzie używanej do nawadniania upraw truskawki, maliny i jabłoni.

Uprawa	N-NH ₄	N-NO ₃	Chlorki	SO ₄ ⁻²
T2	0,03	<0,50	3,32	12,0
M2/1	0,98	<0,50	13,4	74,7
M2/2	0,05	0,24	38,3	1,81
M5	0,04	3,02	3,32	12,0
J2/1	0,24	<0,05	15,4	30,0
J2/2	0,08	0,83	5,66	19,2

W pobranych próbkach wody oznaczano także zawartość żelaza, manganu, kadmu i ołowiu. Stwierdzono przekroczenie norm dopuszczalnej zawartości manganu dla dwóch prób: próba nr 1 z plantacji maliny M2 i próba nr 1 uprawy jabłoni (tabela 23).

Tabela 23. Zawartość metali w próbach wody używanych do nawadniania upraw truskawki, maliny i jabłoni.

Uprawa	Fe	Mn	Cd	Pb	B	Cu
T2	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
M2/1	0,03	0,11	<0,01	<0,01	0,03	0,01
M2/2	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01
M5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
J2/1	0,11	0,21	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
J2/2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,09

3. Podsumowanie

Badania prowadzone w wybranych uprawach ekologicznych uwidoczniły kilka poważnych problemów pojawiających się w tym systemie produkcji. Jednym z poważniejszych problemów dotyczących głównie wykonawców zadania był słaby kontakt z rolnikami ekologicznymi. Brak ogólnodostępnej bazy danych kontaktowych rolników ekologicznych nastrocza szereg problemów w kwestii wyboru i wyselekcjonowania odpowiednich do prowadzenia badań upraw. Szereg ośrodków współpracujących z rolnikami ekologicznymi na



różnych płaszczyznach oraz właśnie brak ogólnej bazy odbija się także bezpośrednio na samych plantatorach ekologicznych. Zgłaszane w trakcie realizacji badań problemy wynikały często z niewiedzy lub ograniczonego dostępu do szerokiego wachlarza interdyscyplinarnej kadry naukowej prowadzącej prace badawcze z zakresu rolnictwa ekologicznego. Brak właściwego zintegrowania środowiska naukowego ze środowiskiem rolniczym oraz doradczym utrudnia transfer wiedzy z nauki do praktyki. Z naukowego punktu widzenia opracowanie kompleksowych rozwiązań, zaleceń dla praktyki, kodeksów postępowania czy rozwiązań dla praktyki, które mogłyby być powszechnie stosowane mogą być opracowane w toku co najmniej kilkuletnich prac badawczych. Jednakże po zrealizowaniu rocznych badań i na podstawie dotychczasowej pracy naukowej można wysnuć pierwsze wnioski na temat niedoskonałości systemu rolnictwa ekologicznego w Polsce. Rozpatrując powyższe zagadnienia istnieje potrzeba kontynuowania badań w podobnym lub tożsamym zakresie. Realizacja zadania uwidoczniła niedoskonałości pierwotnych założeń. W przypadku kontynuowania tej tematyki badawczej w następnych latach analiza składników mineralnych powinna być oparta przede wszystkim o ocenę zawartości związków azotu oraz szerszej gamy metali.

4. Zalecenia dla praktyki

I. Dokładna analiza terenu przeznaczanego pod uprawy ekologiczne

Przed założeniem uprawy ekologicznej powinno się na danym terenie wykonać kompleksowe badania pozostałości pestycydów, składników mineralnych, metali ciężkich i innych potencjalnie szkodliwych związków. Uzyskane wyniki w przypadku wykrycia pozostałości pestycydów oraz innych niebezpiecznych dla zdrowia związków lub pierwiastków umożliwia przeanalizowanie zasadności założenia uprawy ekologicznej na danym terenie.

II. Rozszerzenie badań i analiz przed rozpoczęciem okresu konwersji upraw konwencjonalnych i integrowanych.

Częste opieranie kontroli systemu ekologicznego o badania samych produktów, w tym przypadku owoców, pochodzących z danej uprawy nie gwarantuje określenia zgodności stosowanych metod uprawy z systemem ekologicznym. W celu pełnego zobrazowania metod produkcji należy dodatkowo pobierać i analizować zawartość prób roślinnych (liście/pędy) oraz gleby.

III. Rozszerzenie analiz w trakcie kontroli istniejących upraw ekologicznych

Podobnie jak w przypadku upraw w trakcie konwersji i przed konwersją rozszerzone analizy wykonywane w gospodarstwach ekologicznych pozwoliłyby na dokładniejszą kontrolę i zobrazowanie stosowanego systemu uprawy i jego zgodności z wymogami rolnictwa ekologicznego.

IV. Opracowanie zestawienia gatunkowego roślin uprawnych dla rolnictwa ekologicznego.

W przypadkach uprawy w systemie ekologicznym na terenach użytkowanych wcześniej rolniczo w systemach konwencjonalnym i integrowanym rośliny uprawne i ich produkty finalne (warzywa i owoce) narażone są na transfer potencjalnie niebezpiecznych dla zdrowia związków z gleby. Opracowanie zestawienia gatunkowego dobranego pod względem przyswajania i wiązania różnych substancji z gleby może zapobiec niezamierzonemu występowaniu w produktach ekologicznych substancji



niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Przykładem może być uprawa dyni, której nie należy prowadzić na terenach gdzie wykrywany jest DDT ze względu na przemieszczanie i wiązanie tego związku w owocach. Na tego typu glebach można uprawiać niektóre gatunki roślin sadowniczych w tym jagodowych.

V. Aktualizacja lub stworzenie nowych map geologicznych z rozmieszczeniem występowania metali ciężkich i pestycydów.

Aktualizacja istniejących map glebowych lub opracowanie nowych z uwzględnieniem występowania zanieczyszczeń pestycydami niebiodegradowalnymi (np. DDT) i metalami ciężkimi pozwoliłoby na racjonalne wykorzystywanie gruntów rolnych pod uprawy ekologiczne. Ogólnodostępna mapa zanieczyszczeń gleby pozwoliłaby na uniknięcie ponoszenia niepotrzebnych nakładów finansowych w przypadku zakupu gruntów rolnych przeznaczonych pod uprawy ekologiczne.

VI. Separacja upraw ekologicznych.

W wyniku realizacji zadania stwierdzono kilka przypadków dryfu pestycydów z upraw konwencjonalnych na ekologiczne. Należy opracować systemowe rozwiązanie prawne zawierające wytyczne, które musiałaby być stosowane w określonych uwarunkowaniach lokalizacyjnych upraw ekologicznych. Rozwiązanie systemowe mogłoby zawierać zestaw obowiązkowych środków separacji upraw takich jak tworzenie nowych nasadzeń śródpolnych, zadrzewień i żywopłotów, murków i innych zapór izolacyjnych, minimalnej odległości od sąsiednich upraw konwencjonalnych i tym podobnych. Nakłady finansowe ponoszone przez poszczególnych rolników ekologicznych z tytułu tworzenia nowych zapór separacyjnych lub nieużytkowania części gruntu byłyby zwracane z budżetu odpowiedniej agencji rolnej.

VII. System szkoleń.

Stworzenie rozwiązania systemowego cyklicznych szkoleń dla rolników ekologicznych lub konwencjonalnych zainteresowanych przestawieniem produkcji na ekologiczną z wykorzystaniem ośrodków doradztwa rolniczego, instytucji naukowych itp.

VIII. Środki produkcji.

W polskim systemie rolnictwa ekologicznego dostępna jest niewielka liczba środków ochrony roślin. Organizacje i instytucje związane z rolnictwem ekologicznym powinny wzmocnić wysiłki na rzecz poszerzenia gamy dostępnych dla rolnictwa ekologicznego substancji czynnych przeznaczonych do ochrony poszczególnych rodzajów upraw. Większa liczba dostępnych środków ochrony roślin opierających się o większą liczbę substancji czynnych znacznie ułatwiła by proces produkcji owoców i warzyw oraz przyczyniłaby się do wyeliminowania nader częstych przypadków celowego użycia niedopuszczonych do rolnictwa ekologicznego środków.



UNIwersytet Rolniczy w Krakowie

1

Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi - badania w zakresie innowacyjnych metod ochrony przed szkodnikami, chorobami i chwastami w ekologicznej produkcji ziół i warzyw, w tym poprzez określenie zależności występowania chorób, szkodników i chwastów od występowania roślin sąsiadujących oraz dziko rosnących oraz ochrony naturalnych wrogów szkodników

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR-re-msz-078-24/16 (242) z dnia 30 maja 2016 r.



UNIwersytet
ROLNICZY
W KRAKOWIE



Wydział Rolniczo – Ekonomiczny,
Katedra Ochrony Środowiska Rolniczego

**Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi -
badania w zakresie innowacyjnych metod ochrony przed
szkodnikami, chorobami i chwastami w ekologicznej produkcji
zioł i warzyw, w tym poprzez określenie zależności
występowania chorób, szkodników i chwastów od
występowania roślin sąsiadujących oraz dziko rosnących oraz
ochrony naturalnych wrogów szkodników**

(streszczenie z badań przeprowadzonych w 2016 r.)

Kierownik badań: Dr hab. inż. Janina Gospodarek
Wykonawcy: Dr Aleksandra Nadgórska-Socha, mgr inż. Milena Rusin,
mgr inż. Barbara Biniaś, mgr inż. Jerzy Jaskiernia



Podzadanie: „Wpływ roślin sąsiadujących: gorczycy białej i smagliczki nadmorskiej na występowanie szkodliwej i pożytecznej entomofauny bobu oraz plonowanie tej rośliny”

Wstęp

Wprowadzanie roślin towarzyszących roślinom głównym, zwłaszcza takich, które produkują znaczne ilości pyłku (jak gorczyca biała czy smagliczka nadmorska) stanowi doskonały sposób pozwalający zwiększyć bioróżnorodność oraz stabilność równowagi ekologicznej w agrocenozach, jak również może być alternatywą dla ochrony roślin z użyciem preparatów chemicznych, zwłaszcza pod kątem wykorzystania w ekologicznych systemach gospodarowania.



Gorczyca biała

Gorczyca biała (*Sinapis alba* L.) znana jest ze swego ograniczającego wpływu na żerowanie niektórych szkodników glebowych, np. mątwika burakowego, a także wciornastka grochowego czy oprzędzików. Jednocześnie przy uprawach mieszanych podkreślane jest jednak wysokie współzawodnictwo z jej strony wobec rośliny głównej, co prowadzi do obniżenia plonu nasion np. bobiku. Stąd bardzo ważny jest odpowiedni dobór rozstawy uprawianych współrzędnie roślin.

Poza bezpośrednim niekorzystnym oddziaływaniem związków zawartych w roślinach z rodziny *Brassicaceae* na żerowanie szkodników roślin uprawnych, gorczycy mogą na nie oddziaływać także w sposób pośredni – poprzez przywabianie ich drapieżców lub parazytoidów, będących wrogami naturalnymi tych szkodników. Gorczyca biała charakteryzuje się bardzo szybkim tempem wzrostu i krótkim okresem wegetacji, dlatego też wykorzystywana jest w pszczelarstwie. Roślina ta zakwita w pierwszej dekadzie czerwca, jej kwiaty mają intensywną żółtą barwę i wytwarza duże ilości pyłku z poszczególnych kwiatów, co przyczynia się do przywabiania pszczoł i innych owadów pożytecznych. Dorosłe bzygowate (*Syrphidae*) i złotookowate (*Chrysopidae*), których larwy są groźnymi wrogami naturalnymi szkodników roślin uprawnych (przede wszystkim mszyc) żywią się nektarem i pyłkiem kwiatowym, dlatego też obecność roślin miododajnych, które zapewniają im nie tylko pożywienie, ale również schronienie powoduje zwiększenie ich liczebności. Pyłek kwiatowy jest źródłem aminokwasów, węglowodanów, cukrów, białek oraz innych organicznych i nieorganicznych substancji, które są im niezbędne do produkcji energii i składania jaj. Są ponadto potrzebne do prawidłowego wzrostu i rozwoju innych wrogów naturalnych, takich jak biedronkowate (*Coccinellidae*) czy pasożytnicze błonkówki. Dzięki budowie morfologicznej kwiatów gorczycy białej, które mają szeroko rozstawione płatki korony, a pyłek kwiatowy znajduje się płytko lub na średnich głębokościach, owady te mają do niego łatwy dostęp.

Podobnie jak w przypadku gorczycy białej także w odniesieniu do smagliczki nadmorskiej (*Lobularia maritima*



Smagliczka nadmorska



L.) w literaturze można znaleźć szereg przykładów na jej wykorzystanie w celu zwiększenia liczebności owadów pożytecznych w uprawach. Pyłek i nektar jej kwiatów wpływa dodatnio na przeżywalność i liczebność pasożytniczych błonkoskrzydłych odpowiedzialnych za naturalną regulację opanowania roślin przez mszyce i szkodliwe muchówki. *L. maritima* przywabia szczególnie dużo owadów z rodziny męczelkowatych. Wykazano także bardzo silne działanie przywabiające tej rośliny dla mszycożernych bzygowatych, Ponadto *L. maritima* charakteryzuje się wieloma innymi cechami, które czynią ją bardzo przydatną jako jedną z tzw. „insectary plant”: kwitnie nieprzerwanie przez kilka miesięcy, bardzo szybko zakwita po sadzeniu, może być łatwo sadzona mechanicznie z użyciem zwykłych sadzarek do rozsady, jest niezbyt ekspansywna, a więc nie stanowi konkurencji dla rośliny głównej. Wszystkie te cechy decydują o tym, że jest ona jedną z czterech najczęściej wskazywanych roślin, wykorzystywanych do przywabiania owadów pożytecznych na świecie. Ważne jest jednak aby roślina ta była odpowiednio wyeksponowana (musi być ona widoczna i łatwo dostępna dla owadów korzystających z jej pyłku i nektaru), poprzez dobór właściwej rozstawy rzędów.

Celem badań było określenie wpływu roślin towarzyszących: smagliczki nadmorskiej i gorczycy białej na występowanie szkodliwej i pożytecznej entomofauny w uprawie bobu oraz plonowanie i jakość nasion tej rośliny, a także ustalenie optymalnej rozstawy bobu oraz ocena efektywności zabiegu przerzedzania rośliny towarzyszącej (gorczycy białej) w określonym momencie dla wyeliminowania nadmiernej konkurencji wobec rośliny głównej. Dodatkowo oceniono aktywność wybranych enzymów glebowych, skład chemiczny roślin bobu a także reakcję olfaktometryczną (odpowiedź na bodźce zapachowe) badanych szkodników oraz wybranych ich wrogów naturalnych. Szczegółowej analizie poddano:

- przebieg dynamiki występowania i liczebność mszycy burakowej *Aphis fabae* Scop.;
- występowanie i liczebność drapieżców mszyc (muchówek z rodziny bzygowate *Diptera*, *Syrphidae* i przyszczarkowate *Diptera*, *Cecidomyiidae*; chrząszczy z rodziny biedronkowate *Coleoptera*, *Coccinellidae*; sieciarek z rodziny złotooki *Neuroptera*, *Chrysopidae*; pluskwiaków różnoskrzydłych z rodziny dziubałkowate *Heteroptera*, *Anthocoridae* oraz pająków *Aranea*), wartość stosunku ilościowego mszyc do ich wrogów naturalnych oraz synchronizację występowania poszczególnych stadiów rozwojowych drapieżców i mszyc;
- szkodliwość chrząszczy oprzędzików (*Sitona* spp.);
- szkodliwość chrząszczy strąkowca bobowego (*Bruchus rufimanus* Boh.);
- parametry morfologiczne bobu i skład chemiczny części podziemnych, nadziemnych i nasion bobu (Ca, Mg i K, P, S, N, Fe, Zn, Cu) oraz aktywność wybranych enzymów glebowych (fosfataz: kwaśnej i alkalicznej, dehydrogenaz);
- reakcję olfaktometryczną mszycy burakowej, oprzędzików i strąkowca bobowego wobec roślin towarzyszących: gorczycy białej i smagliczki nadmorskiej;
- reakcję olfaktometryczną najliczniej występującego drapieżcy, tj. osobników dorosłych biedronki siedmiokropki i biedronki azjatyckiej wobec wyżej wymienionych roślin.

Material i metody

Doświadczenie polowe wykonano na terenie Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Rolniczego w Prusach, koło Krakowa, na obszarze, który od 6 lat wykorzystywany jest do prowadzenia upraw metodą ekologiczną. Zaplanowano je jako eksperyment 3-letni. W 2016 roku bób (*Vicia faba* L.) odm. Bartek uprawiany był współrzędnie ze smagliczką nadmorską (*Lobularia maritima* L.) odmiana Capri i gorczycą białą (*Sinapis alba* L.) odmiana Bardena w zróżnicowanej rozstawie rzędów. Zarówno w przypadku gorczycy



białej jak i smagliczki podkreślany jest dobór odpowiedniej rozstawy, aby z jednej strony uniknąć konkurencji dla rośliny głównej a z drugiej odpowiednio eksponować roślinę towarzyszącą, tak aby spełniała swoją rolę jako roślina przywabiająca wrogów naturalnych i utrudniająca odnalezienie rośliny żywicielskiej przez roślinożerców. Najmniejsza odległość między rzędami bobu w przypadku uprawy ze smagliczką nadmorską wynosiła 50 cm, kolejna 65 cm i największa 80 cm. Ze względu na wcześniej udokumentowaną konkurencję gorczycy białej wobec bobowatych, w przypadku tej rośliny zastosowano rozstawy między rzędami: 65 i 80 cm oraz dodatkowo po osiągnięciu przez rośliny bobu początku fazy wytwarzania pąków kwiatowych połowa obiektów z gorczycą jako rośliną towarzyszącą została poddana przerzedzeniu (wyrwana została co druga roślina gorczycy). W początkowym okresie wzrostu bobu gorczyca nie stanowi jeszcze konkurencji dla rośliny głównej i żeby uwidoczniło się jej działanie ograniczające wobec szkodników atakujących wschodzący bób (chrząszczy oprzędzików) pożądane jest jej duże zagęszczenie, natomiast w miarę wzrostu zarówno bobu, jak i gorczycy (obie rośliny rosną dość szybko i w podobnym tempie) konkurencja daje o sobie znać i gorczyca wpływa ograniczająco na kwitnienie bobu i późniejsze zawiązywanie strąków, stąd przeprowadzono przerzedzenie roślin gorczycy w tym momencie dla zmniejszenia jej konkurencyjności, przy jednoczesnym zachowaniu przywabiającej roli kwiatów. Jednorodna uprawa bobu, w rozstawie rzędów 50 cm stanowiła kontrolę, zaś taka sama uprawa poddana standardowej ochronie chemicznej z użyciem insektycydów chemicznych: Decis 2,5 EC oraz Fastac 100 EC stanowiła odniesienie do ochrony konwencjonalnej. Zastosowanie obu preparatów w obiekcie chronionym chemicznie było dwukrotne. Do zwalczania oprzędzików użyto preparatu Fastac 100 EC w dawce 0,09 l/ha w momencie zauważenia pierwszych uszkodzeń powodowanych przez te agrofagi, po czym powtórzono po 7 dniach. W walce ze strąkowcem bobowym i mszycą burakową użyto preparatu Decis 2,5 EC w dawce 0,25 l/ha. Pierwszy zabieg wykonano w momencie pojawienia się mszyc na bobie. Kolejny przeprowadzono w momencie przekwitania pierwszego piętra kwiatostanów przeciwko strąkowcowi bobowemu. Odstęp pomiędzy roślinami bobu w rzędzie - 15 cm ustalono na podstawie zaleceń dla uprawy tej rośliny. Nasiona umieszczono w glebie na głębokości 6 cm. Gorczyca biała została wysiana w środku międzyrzędzi jako pojedynczy rząd roślin, równocześnie z wysiewem bobu, w ilości mniejszej o 1/3 na ha w odniesieniu do normy przewidzianej w uprawie na nasiona. Smagliczka nadmorska została wysiana do wielodoniczek (15 nasion do jednej komórki wielodoniczki w rozmiarze 2,5 cm x 2,5 cm) i była uprawiana wstępnie w szklarni, po czym kępkę roślin wysadzano tuż po wzejściu roślin bobu w środku międzyrzędzi rośliny głównej w odstępach 25 cm w rzędzie. Zwalczanie chwastów na całym doświadczeniu przeprowadzono w sposób mechaniczny. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 25 m². Doświadczenie przeprowadzono w 4 powtórzeniach. W obiektach z roślinami współrzędnymi oraz w kontroli uprawa bobu była zgodna z zasadami rolnictwa ekologicznego. Natomiast w obiekcie chronionym pestycydami syntetycznymi, uprawę roli i nawożenie przewidziano zgodnie z zaleceniami prawidłowej agrotechniki dla tej rośliny. W tej części doświadczenia, nawożenie mineralne N, P, K było dostosowane do zasobności gleby w te składniki i wymagań pokarmowych bobu. Obiekt kontrolny oraz z ochroną chemiczną były oddalone od poletek z uprawą współrzędną dla uniknięcia efektu sąsiedztwa o 50 m i dodatkowo obszar ten był obsiany owsem. Poszczególne poletka z uprawą współrzędną oraz kontrolne i z ochroną chemiczną były od siebie oddzielone pasami owsa o szerokości 3 m. Podobne strefy buforowe z użyciem zbóż (pasy o szerokości 1,25 m) ze względu na ich neutralność dla szkodników bobowatych były wykorzystywane przez innych autorów we wcześniejszych badaniach nad wpływem upraw współrzędnych na wrogów naturalnych szkodników [Seidenglanz i in. 2011].



Utworzone zostały następujące obiekty doświadczalne:

- bób ze smagliczką w rozstawie 50 cm między rzędami,
- bób ze smagliczką w rozstawie 65 cm między rzędami,
- bób ze smagliczką w rozstawie 80 cm między rzędami,
- bób z gorczycą w rozstawie 65 cm między rzędami, nie poddaną przerywaniu,
- bób z gorczycą w rozstawie 80 cm między rzędami, nie poddaną przerywaniu,
- bób z gorczycą w rozstawie 65 cm między rzędami, poddaną przerywaniu,
- bób z gorczycą w rozstawie 80 cm między rzędami, poddaną przerywaniu,
- bób w uprawie jednorodnej w rozstawie 50 cm między rzędami – kontrola,
- bób w uprawie jednorodnej w rozstawie 50 cm między rzędami, poddany standardowej ochronie chemicznej przed szkodnikami

Przebieg dynamiki występowania i liczebność mszycy burakowej *Aphis fabae* Scop.

W trakcie obserwacji nad mszycą burakową *Aphis fabae* Scop. badano liczebność poszczególnych postaci morfotycznych (samic bezskrzydłych, samic uskrzydłych, larw) oraz położenie kolonii na roślinie. Obserwacje prowadzono co 3 – 4 dni od momentu zauważenia pierwszych uskrzydłych migrantek, aż do końca okresu występowania mszyc na 15 losowo wybranych i oznakowanych roślinach z poletka. Przy liczbie mszyc w kolonii do 100 osobników liczono dokładnie wszystkie osobniki. Przy wyższej liczbie mszyc, ich liczebność określano szacunkowo. Ocenie poddano także stopień opanowania roślin bobu przez mszyce, poprzez przeglądanie wszystkich roślin na poletku pod kątem obecności żywych stadiów szkodnika i odniesienie liczby roślin zasiedlonych w stosunku do całkowitej liczby roślin na poletku.



Uprawa współrzędna bobu z gorczycą białą

Występowanie i liczebność drapieżców mszyc

Występowanie drapieżców (muchówek z rodziny bzygowate *Diptera*, *Syrphidae* i przyszczarkowate *Diptera*, *Cecidomyiidae*; chrząszczy z rodziny biedronkowate *Coleoptera*, *Coccinellidae*; sieciarek z rodziny złotooki *Neuroptera*, *Chrysopidae*; pluskwiaków różnoskrzydłych z rodziny dziubałkowate *Heteroptera*, *Anthocoridae* oraz pająków *Aranea*) oceniano równocześnie z dynamiką liczebności mszyc na tych samych roślinach, które wybrano do oceny występowania *A. fabae*. Analizowano występowanie i liczebność poszczególnych stadiów rozwojowych drapieżców (jaj, larw, poczwerek, postaci dorosłych). Dla określenia składu gatunkowego bzygowatych znalezione poczwarki przenoszono do laboratorium. Następnie umieszczano w płytkach Petriego, w temperaturze 22 – 24°C i wilgotności względnej powietrza 70%. Wyhodowane muchówki oznaczano do gatunku na podstawie klucza Bańkowskiej [1963] i van Veena [2004]. Nie zbierano larwy *Syrphidae*, aby nie ingerować w analizowany układ mszyca - drapieżca. W trakcie prowadzonych obserwacji notowano także obecność mrówek (*Hymenoptera*, *Formicidae*). W celu zanalizowania stosunków ilościowych między komponentami zespołu drapieżców mszycy *A. fabae* obliczono stosunek liczbowy drapieżcy do ofiary w przypadku



Syrphidae i *Coccinellidae*. Określono także opanowanie kolonii mszyc przez bzygowate i biedronkowate, przyjmując za kolonię opanowaną taką, w której znaleziono jakiegokolwiek stadium rozwojowe drapieżcy (jajo, larwę, poczwarkę lub postać dorosłą), w przypadku bzygowatych także taką, w której stwierdzono obecność tzw. smolistej plamy będącej świadectwem żerowania w kolonii larwy *Syrphidae*. Wobec *Anthocoridae* i *Formicidae*, ze względu na znane w ich przypadku antagonizmy wobec innych afidofagów, zastosowano także wskaźnik współwystępowania Agrella [Górny i Grüm 1981].

$$Ag = Na, b / N$$

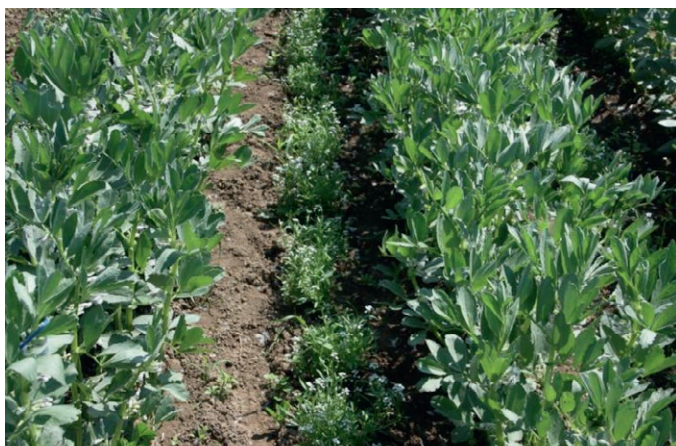
gdzie: Na, b – liczba kolonii, w których wystąpiły łącznie jednostki a i b na danej roślinie,
 N – liczba wszystkich kolonii

Szkodliwość chrząszczy z rodzaju *Sitona* spp.

Ocena zakładała 4 – krotną analizę, od momentu zauważenia pierwszych uszkodzeń wschodzących roślin z częstotliwością 1 raz w tygodniu. Ocena intensywności żerowania chrząszczy oprzędzików była przeprowadzona poprzez mierzenie ubytku powierzchni liści (przez odniesienie powierzchni wyżerek na liściu obliczonej w mm² do całkowitej powierzchni liścia), powierzchni wyżerek oraz poprzez liczenie liści uszkodzonych i nieuszkodzonych. Ocena powierzchni uszkodzeń powodowanych przez chrząszcze wykonana była z wykorzystaniem papieru milimetrowego dla obliczenia powierzchni liścia i powierzchni wyżerek na wszystkich liściach z wybranych losowo i oznakowanych 20 roślin z poletka. Dla określenia szkodliwości larw analizowano podziemne części roślin. W tym celu jednorazowo (III dekada czerwca) korzenie 20 losowo wybranych roślin z poletka wydobyto i po dokładnym umyciu przeliczono ogólną liczbę brodawek korzeniowych oraz ilość brodawek uszkodzonych.

Szkodliwość chrząszczy strąkowca bobowego (*Bruchus rufimanus* Boh.)

Ocena szkodliwości strąkowca bobowego (*Bruchus rufimanus* Boh.) przeprowadzona była w fazie pełnej dojrzałości nasion na podstawie liczby nasion uszkodzonych i ich masy w stosunku do ogólnej liczby i masy nasion. Ponieważ część szkodników w momencie zbioru nasion jeszcze żeruje w ich wnętrzu, w celu wykrycia nasion uszkodzonych przeprowadzono barwienie przy użyciu 1% roztworu nadmanganianu potasu (KMnO₄). Próbki nasion zostały nawilżone w ciepłej wodzie (30°C), a następnie poddane barwieniu. Nadmiar barwnika usunięto pod bieżącą wodą. Następnie, nasiona przeglądano pod lupą binokularną i liczono te z ciemnymi, okrągłymi plamkami o średnicy 1 – 2 mm. Są to miejsca, w których larwy strąkowców wgryzły się do wnętrza nasion.



Uprawa współrzędna bobu ze smagliczką nadmorską

Parametry morfologiczne bobu, skład chemiczny i analiza enzymów glebowych

Po zakończeniu obserwacji nad występowaniem mszycy *A. fabae* materiał roślinny i glebowy został pobrany celem przeprowadzenia pomiarów morfologicznych i przygotowania próbek do analiz



chemicznych. Analizy morfologiczne materiału roślinnego obejmowały następujące cechy: liczbę, długość i masę pędów, liczbę i masę liści, długość i masę korzeni (pobranych z głębokości 0 – 20 cm), liczbę i masę strąków, liczbę i masę nasion.

W celu oznaczenia zawartości: Ca, K, Zn, Cu, Fe, Mg, P w poszczególnych częściach roślin (podziemnych, nadziemnych i nasionach), materiał roślinny oczyszczano z zanieczyszczeń powierzchniowych jak spadź mszyc, myto w wodzie kranowej i dejonizowanej, następnie suszono w 105°C. 0,25 g porcje suchego materiału roślinnego rozpuszczano w HNO₃ w temperaturze 120° C i uzupełniano wodą dejonizowaną do objętości 10 ml. Następnie wskazane wyżej pierwiastki oznaczono metodą absorbcyjnej spektrometrii atomowej, P metodą ICP. Zawartość C, S i N oznaczono przy pomocy analizatora Variomax CNS.

Aktywność enzymów glebowych oznaczano w glebie „świeżej” o naturalnej wilgotności. Gleba została przesiana przez sito o wielkości oczek 2 mm i była przechowywana w 4°C przed analizą. Aktywność fosfataz: kwaśnej i alkalicznej mierzono zgodnie z metodą Schinnera i in.[1995]. Stężenie p-nitrofenolu (NP) – produktu katalizowanej reakcji przez fosfatazy- zmierzono spektrofotometrycznie przy długości fali 400 nm. Aktywność fosfataz została wyrażona w: w µg p-nitrofenolu (p-NP) g⁻¹ s.m. h⁻¹. Przeprowadzono ekstrakcję trifenyloformazanu (TPF) – produktu reakcji katalizowanej przez dehydrogenazy w acetonie, którego stężenie zostało zmierzone spektrofotometrycznie przy długości fali 546 nm. Aktywność dehydrogenaz została wyrażona w µg trifenyloformazanu (TPF) g⁻¹ s.m. 16 h⁻¹ [Schinner i in. 1995]. Aktywność ureazy szacowano poprzez kolorymetryczne oznaczanie ilości amoniaku powstałego po hydrolizie mocznika (10% roztwór) przy długości fali 955-630 nm. Aktywność ureazy wyrażono w µg N g⁻¹ s.m.

Wartość wskaźnika ACR (enzymes activity ratio) [Xian i in. 2015] policzono wg poniższego wzoru:

$$ACR = \frac{A_h - A_c}{A_c} \times 100\%$$

gdzie:

A_h – aktywność enzymatyczna gleby w obiekcie z gorczycą lub smagliczką ,

A_c – aktywność enzymatyczna gleby w obiekcie kontrolnym

Analizy chemiczne materiału roślinnego i enzymów glebowych zostały wykonane w Katedrze Ekologii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

Reakcja olfaktometryczna mszycy burakowej, oprzędzików i strąkowca bobowego wobec roślin towarzyszących: gorczycy białej i smagliczki nadmorskiej

W badaniach nad reakcją olfaktometryczną wymienionych owadów wykorzystano szklany olfaktometr „Y-tube” w przypadku chrząszczy oprzędzików oraz strąkowca bobowego, natomiast w przypadku samic uskrzydłych mszycy burakowej użyto 4-ramiennej areny olfaktometru, stosowanej przy testach wielokrotnego wyboru. Obydwa rodzaje olfaktometrów są używane powszechnie dla oceny preferencji zapachowych owadów [Vet i in., 1983; Schaller i Nentwig, 2000; Ukeh i Umoetok, 2007; Ranjith, 2007].

„Y- tube” olfaktometr posiada jedno ramię tzw. doprowadzające oraz dwa ramiona testowe. Ramiona stanowią szklane rurki o długości 250 mm i średnicy 12 mm każda. Ramiona testowe ułożone są względem siebie pod kątem 70°. Kąt pomiędzy ramieniem doprowadzającym, a każdym z ramion testowych wynosi natomiast 145°.

Arena olfaktometru, wykonana z transparentnej płyty z pleksiglasu, składa się z pola centralnego w kształcie prostokąta o wymiarach 65 mm x 65 mm x 55 mm (dł. x szer. x wys.) oraz 4 ramion testowych o wymiarach 160 mm x 65 mm x 55 mm (dł. x szer. x wys.), odchodzących od każdego z 4 boków pola centralnego. W dnie pola



centralnego znajduje się otwór o średnicy 5 mm, stanowiący wylot powietrza. Wierzchnia ściana prostopadłościanu stanowi płytkę, którą można zdejmować w razie potrzeby.

Uprzednio oczyszczane za pomocą filtra węglowego powietrze było tłoczone przez pompę (Power Cab, DC Power Supply 3050) i kierowane do każdego z ramion testowych (zarówno w przypadku Y-tuby, jak i 4 - ramiennej areny). Przepływ powietrza ustalony był na poziomie 900 ml/min/ramię i kontrolowany za pomocą odrębnego dla każdego ramienia rotametu (Kytala Instruments, Muurame, Finland, EK-2MR-H). Następnie strumień powietrza przepływał przez źródło zapachu, tj. szklany pojemnik (wysokość 120 mm, średnica 70 mm) zawierający odpowiednio 30 g świeżej masy badanej rośliny testowej (gorczycy białej lub smagliczki nadmorskiej) wraz z krążkiem nawilżonej wodą destylowaną bibuły filtracyjnej (dla zapewnienia odpowiedniej wilgotności powietrza) lub tylko zwilżoną bibułę filtracyjną (kontrola) w przypadku Y- tuby. W przypadku areny 4 – ramiennej do dwóch ramion dostarczono powietrze przepływające przez dwa odrębne pojemniki z rośliną testową i wilgotną bibułą oraz przez kolejne dwa zawierające tylko wilgotną bibułę filtracyjną, stanowiące kontrolę. Owad testowy umieszczany był u wylotu rurki stanowiącej ramię doprowadzające w przypadku Y – tuby lub w środkowej części pola centralnego areny 4 – ramiennej, a następnie przez 10 minut obserwowano jego zachowanie. Notowano liczbę wejść w poszczególne pola (ramiona) olfaktometru. Każde z ramion, jak również cała arena były przemywane wodą destylowaną, a następnie etanolem po przetestowaniu każdego z osobników. W tym samym czasie zmieniano także położenie ramion dla uniknięcia oddziaływania efektu wizualnego: w przypadku areny 4 – ramiennej przesuwano o 90⁰, zgodnie z ruchem wskazówek zegara, natomiast w przypadku Y - tuby, zamieniano miejscami źródła zapachu. Zarówno arena, jak i Y – tuba w czasie trwania eksperymentów były umieszczane w kartonowym pojemniku o pomalowanych na czarno ścianach i oświetlone od góry światłem rozproszonym.

Eksperyment dla każdego z analizowanych szkodników, z podziałem na samce i samice, przeprowadzany był w 12 powtórzeniach.

Reakcja olfaktometryczna osobników dorosłych biedronki siedmiokropki i biedronki azjatyckiej wobec roślin towarzyszących: gorczycy białej i smagliczki nadmorskiej

Analiza przeprowadzona została w sposób identyczny jak dla oprzędzików i strąkowca bobowego.

Podsumowanie i wnioski

1. Smagliczka nadmorska (*Lobularia maritima* L.) jako roślina towarzysząca w uprawie bobu:
 - a. przyczyniła się do istotnego ograniczenia liczebności mszycy burakowej (*Aphis fabae* Scop.) na bobie. Uzyskany efekt był podobny jak w przypadku zastosowania chemicznej ochrony bobu.
 - b. przyczyniła się do wzrostu stopnia uszkodzenia liści bobu przez chrząszcze oprzędzików, ale wpłynęła na ograniczenie odsetka brodawek korzeniowych uszkodzonych przez larwy tych szkodników.
 - c. nie wpłynęła na stopień uszkodzenia nasion przez strąkowca bobowego.
 - d. sprzyjała licznemu występowaniu naturalnych wrogów mszycy burakowej (głównie bzygowatych i biedronkowatych) na bobie pomimo niezbyt liczego występowania ofiar - mszyc. Dzięki temu występowanie mszyc było w znacznym stopniu ograniczone.
 - e. korzystnie wpłynęła na parametry morfologiczne bobu, co przełożyło się na efekt końcowy – plon nasion.



- f. nie spowodowała większych zmian w składzie chemicznym roślin bobu. Obserwowano nieznaczny wzrost zawartości N, Ca, K w liściach oraz N w nasionach, natomiast zmniejszenie zawartości P w nasionach oraz Zn w liściach.
2. Gorczyca biała (*Sinapis alba* L.) jako roślina towarzysząca w uprawie bobu:
 - a. przyczyniła się do istotnego ograniczenia liczebności mszycy burakowej (*Aphis fabae* Scop.) na bobie, ale w mniejszym stopniu niż smagliczka nadmorska.
 - b. nie wpłynęła na stopień uszkodzenia liści bobu przez chrząszcze oprzędzików, odsetek brodawek korzeniowych uszkodzonych przez larwy tych szkodników oraz masę nasion uszkodzonych przez strąkowca bobowego.
 - c. sprzyjała licznemu występowaniu naturalnych wrogów mszycy burakowej (głównie bzygowatych i biedronkowatych) na bobie pomimo niezbyt liczego występowania ofiar – mszyc, jednak stosunek liczbowy drapieżcy do ofiary nie był tak korzystny jak w przypadku smagliczki nadmorskiej.
 - d. nie wpłynęła na większość parametrów morfologicznych bobu, dzięki zachowaniu większej rozstawy, jednak uzyskany plon nasion nie różnił się istotnie od tego, który uzyskano w obiekcie niechronionym.
 - e. nie spowodowała większych zmian w składzie chemicznym roślin bobu. Odnotowano nieznaczne obniżenie zawartości K i Zn w liściach oraz P i Zn w nasionach.
 3. Badania nad reakcją olfaktometryczną (odpowiedzią na bodźce zapachowe) badanych szkodników oraz wybranych ich wrogów naturalnych wykazały, że gorczyca biała działa odstrasza­jąco jedynie wobec samic strąkowca bobowego. Smagliczka nadmorska odstrasza samice oprzędzika pręgowanego, samice i samce strąkowca bobowego, natomiast przywabia samice biedronki azjatyckiej. Powyższe wyniki zgadzają się z tendencjami zaobserwowanymi w warunkach polowych.
 4. Ze względu na brak konkurencyjności wzrostu smagliczki nadmorskiej wobec bobu, jak również braku wyraźnego wpływu większego zagęszczenia roślin bobu na ekspozycję kwiatów smagliczki dla owadów pożytecznych nie jest konieczne zwiększenie standardowej rozstawy bobu. Najwyższy plon nasion z jednostki powierzchni uzyskano przy rozstawie 50 cm. Może to jednak stanowić pewne utrudnienie przy mechanicznym niszczeniu chwastów.
 5. Zabieg przerywania gorczycy białej dla wyeliminowania konkurencji wobec rośliny głównej nie przyniósł oczekiwanych rezultatów – plon nasion z poletek, gdzie zastosowano ten zabieg i tam, gdzie go nie przeprowadzono był podobny i nie różnił się istotnie z obiektem niechronionym chemicznie.
 6. Analiza efektywności ekonomicznej zastosowanych sposobów ochrony wykazała opłacalność wszystkich metod za wyjątkiem uprawy bobu wspólnie z gorczycą białą w największej rozstawie (80 cm). Najkorzystniejsze rezultaty uzyskano jednak dla obiektu, gdzie jako sposób ochrony wykorzystano towarzystwo smagliczki nadmorskiej, przy zachowaniu standardowej rozstawy bobu, pomimo wysokiej kosztocłonności związanej z koniecznością produkcji wstępnej rozsady smagliczki oraz jej późniejszego wysadzenia.
 7. Biorąc pod uwagę uzyskane rezultaty można wskazać na duże potencjalne możliwości ochronne smagliczki nadmorskiej w ograniczaniu liczebności przede wszystkim tak groźnego szkodnika wielu roślin uprawnych jakim jest mszyca burakowa.



8. Wykorzystanie roślin towarzyszących w uprawach bobu nie powodowało większych zmian aktywności enzymatycznej gleby, obserwowano jedynie różnice w aktywności bardziej wrażliwych dehydrogenaz, co mogło być związane ze zmianami wilgotności oraz natlenienia gleby, składem wydzielin korzeniowych, czy głębokością systemu korzeniowego uprawianych roślin.

Przedstawione powyżej wnioski są podsumowaniem badań 1 – rocznych, które zaplanowano jako eksperyment 3-letni. W sezonie 2016 mszyca burakowa (szkodnik, który najbardziej modyfikuje plon nasion bobu, ale też wielu innych roślin uprawnych) pojawiła się ze znacznym opóźnieniem i w tej sytuacji obecność roślin przywabiających wrogów naturalnych tego szkodnika (tj. gorczycy białej i smagliczki nadmorskiej) spełniła swoją rolę znakomicie. W rezultacie liczebność drapieżców była wysoka już w początkowym okresie narastania populacji mszycy, co pozwoliło utrzymać ją na niskim poziomie. W przypadku wcześniejszego pojawienia się mszyc rezultaty ochronne mogą nie być aż tak dobre. Konieczne jest więc przetestowanie wykorzystania tych roślin w kolejnych latach, przy zróżnicowanych warunkach pogodowych. W przyszłości chcielibyśmy także przetestować skuteczność uprawy smagliczki w międzyrzędziach bobu, poprzez jej bezpośrednie wysiewanie wprost do gruntu, równocześnie z siewem bobu, co stanowiłoby znaczne uproszczenie (eliminacja pracochłonnego etapu przygotowania rozsady).

Warte podkreślenia jest również to, że w latach niewielkiej liczebności mszyc lub ich późniejszego pojawu wykorzystanie metod ochrony z udziałem roślin towarzyszących daje lepsze rezultaty niż konwencjonalna ochrona chemiczna, co wykazano w niniejszym eksperymencie.

Literatura

1. Bańkowska R. 1963. Klucze do oznaczania owadów Polski, Część XXVII. Muchówki – Diptera. Zesz. 24 *Syrphidae*. PWN Warszawa, ss. 236.
2. Bielińska E.J., Mocek-Płóciński A. 2012. Wpływ systemu uprawy na aktywność enzymatyczną gleby. *Arch. Environ. Protect.* 38(1): 75–82.
3. Gianfreda L., Antonietta Rao M., Piotrowska A., Palumbo G., Colombo C. 2005. Soil enzyme activities as affected by anthropogenic alterations: intensive agricultural practices and organic pollution. *Sci Total Environ.* 2005 Apr 1;341(1-3):265-79.
4. Górny M., Grüm L., 1981. Metody stosowane w zoologii gleby. PWN, Warszawa ss. 483.
5. Kieliszewska-Rokicka B. 2001. Enzymy glebowe i ich znaczenie w badaniach aktywności mikrobiologicznej gleby. W: *Drobnoustroje środowiska glebowego, aspekty fizjologiczne, biochemiczne, genetyczne*. Red. H. Dahm, A. Pokojska-Burdziej. Marszałek, Toruń: 37-47.
6. Mocek- Płóciński A. 2010. Wykorzystanie aktywności enzymatycznej do oceny wpływu antropogenicznych zmian wywołanych przez metale ciężkie w środowisku glebowym. *Nauka. Przyroda, Technologie* 4 (6), #86.
7. Natywa M., Selwet M., Maciejewski T. 2014. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. *Fragm. Agron.* 31(2), 56–63.
8. Pawluczuk Z. 1998. Wpływ uwilgotnienia i temperatury na enzymatyczną aktywność gleb. *Zesz. Nauk.ATR Bydgoszcz* 145, Rol. 25: 19–30.
9. Pawluczuk Z., Pech K. 1988. Aktywność enzymatyczna gleby pod roślinami uprawianymi w monokulturze. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 145, Rol. 24: 39–49.



10. Pocijowska M., Natywa M., Majchrzak L., Cłapa T., Selwet M. 2013. Wpływ sposobu przygotowania stanowiska pod pszenicę jarą na liczebność mikroorganizmów i aktywność biochemiczną gleby. *Polish Journal of Agronomy*, 15, 21–26.
11. Ranjith, A.M., 2007. An inexpensive olfactometer and wind tunnel for *Trichogramma chilonis* Ishii (Trichogrammatidae:Hymenoptera). *J. Trop. Agri.*, 45 (1-2): 63-65.
12. Seidenglanz M., Huňady I., Poslušna J., Loes A.K., 2011. Influence of intercropping with spring cereals on the occurrence of pea aphids (*Acyrtosiphon pisum* Harris, 1776) and their natural enemies in field pea (*Pisum sativum* L.). *Plant Protect. Sci*, 47, 25–36.
13. Schaller, M., Nentwig, W., 2000. Olfactory orientation of the seven-spot ladybird beetle, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): Attraction of adults to plants and conspecific females. *Eur. J. Entomol.* 97, 155-159.
14. Schinner F., Öhlinger R., Kandeler E., Margensin R (Eds), 1995. *Methods in Soil Biology*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
15. Van Veen M. 2004. *Hoverflies of Northwest Europe: identification keys to the Syrphidae*. KNNV Publishing, Utrecht, ss. 256.
16. Vet, L.E.M., Van Lenteren, J.C., Meelis E., 1983. An airflow olfactometer for measuring olfactory responses of hymenopterous parasitoids and other small insects. *Physiol. Entomol.*, 8, 97-106.
17. Wnuk A. 2000. Rola bzygowatych (*Syrphidae*) w ograniczaniu liczebności mszyc, *Ochrona Roślin*, 9, 6–7.
18. Ukeh, D.A., Umoetok S.B.A., 2007. Effects of host and non-host plant volatiles on the behavior of the Lesser Grain Borer, *Rhyzopertha dominica* (Fab.). *J. Entomol.*, 4 (6), 435-443.
19. Xian Y., Wanga M., Chena W. 2015. Quantitative assessment on soil enzyme activities of heavy metal contaminated soils with various soil properties. *Chemosphere*, 139, 604–608.



UNIwersYTET ROLNICZY W KRAKOWIE

2

Opracowanie innowacyjnych metod ochrony
w ekologicznej uprawie truskawki

UNIwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

**OPRACOWANIE INNOWACYJNYCH METOD OCHRONY W EKOLOGICZNEJ
UPRAWIE TRUSKAWKI**

Projekt współfinansowany zgodnie z § 8 ust. 6 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. 2015 poz. 1170)¹

Na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30 maja 2016, nr: HORre-msz-078-24/16(242)

Zespół realizujący projekt:

Kierownik projektu: dr hab inż. Maciej Gąstoł

Wykonawcy: dr hab. inż. Iwona Domagała-Świątkiewicz (UR Kraków), dr inż. Aleksander Gonkiewicz (UR Kraków), dr hab. n. farm. Mirosław Krośniak (CM UJ, Kraków), prof. dr hab. Stanisław Mazur (UR Kraków), dr inż. Ewa Muszyńska (SGGW, Warszawa), dr hab. inż. Jacek Nawrocki (UR Kraków), dr n. farm. Agnieszka Szewczyk (CM UJ, Kraków)

¹ Sprawozdanie dostępne on line: <http://www.zielen.ogr.ar.krakow.pl/Ksip/katedra.php?id=sprawozdania>



1. Wstęp i cel pracy

Polska z roczną produkcją truskawek ok. 200 000 ton należy do wiodących światowych producentów. Daje nam to 20% produkcji w UE (EUROSTAT) i 7. miejsce na świecie (FAOSTAT). Coraz większym powodzeniem cieszy się produkcja owoców deserowych truskawki, a wobec rosnącej światowej konkurencji coraz częstsze staje się szukanie nowych kierunków produkcji. Dlatego nie dziwi ogromny wzrost zainteresowania rolników uprawą ekologiczną tego gatunku, czemu sprzyjają wysokie ceny uzyskiwane w eksporcie tych owoców.

Tym niemniej uprawa ekologiczna truskawek napotyka na liczne problemy. Jednym z nich jest wysoka **pracochłonność** związana z koniecznością **odchwaszczania uprawy**. W zasadzie jedyną dopuszczalną metodą (oprócz kosztownego zwalczania mechanicznego) jest stosowanie ściółki z folii PE. Niestety, jej produkcja, a później utylizacja zupełnie nie wpisują się w założenia rolnictwa ekologicznego. Dlatego prowadzone są obecnie intensywne badania nad wykorzystaniem w uprawie warzyw **folii biodegradowalnych**, produkowanych np. ze skrobi roślinnej, która ulega rozpadowi pod wpływem czynników środowiska i drobnoustrojów (Siwek i in. 2015). Dlatego też w projekcie podjęto się oceny efektywności stosowania zmodyfikowanych polimerów biodegradowalnych PLA (na bazie polilaktydu).

Alternatywą dla ściółek syntetycznych są tzw. **żywe ściółki** polecane przede wszystkim w produkcji proekologicznej i ekologicznej. Oprócz przeciwdziałania kompaktacji gleby, zapobiegają jej erozji, a przede wszystkim stanowią silną konkurencję dla chwastów. Po zakończonej uprawie i zmulczowaniu stanowią także cenne źródło materii organicznej. Wykorzystane tu gatunki spełniają funkcję biofumigacyjną (żyto) lub wzbogacającą glebę w azot (komonica) (Faulkner i in. 1964). Wreszcie, ostatnią linię ochrony przed chwastami stanowić mogą bioherbicydy - substancje o działaniu allelopatycznym, względnie toksycznym wobec występujących chwastów. W doświadczeniu określono wpływ kwasu octowego, olejków roślinnych oraz ekstraktu z orzecha włoskiego (Shrestha 2009) na dynamikę i rozwój populacji chwastów.

W drugiej części (Zadanie B) podjęto próbę oceny wpływu różnych substancji oraz preparatów w podniesieniu odporności roślin truskawki na stresy abiotyczne i biotyczne, ze szczególnym uwzględnieniem groźnych dla uprawy chorób. Zostano m.in. preparaty na bazie krzemu. W ostatnich latach coraz większą uwagę przywiązuje się do suplementacji roślin tym pierwiastkiem; stymuluje on wiele procesów życiowych (Epstein 2008, Liang i in. 2015). W badaniach stwierdzono wpływ krzemu na wydajność fotosyntezy (Al-Aghabary i in. 2004), zmniejszoną wartość współczynnika transpiracji (Trenholm i in. 2004), mniejsze wyleganie roślin, mniejszą podatność na niektóre choroby i szkodniki oraz większe plony (Fauteux i in. 2005, Wiese 2007). Zawartość krzemu w roślinach waha się od 0,1 do 15% w



zależności od gatunku i wieku rośliny. Znaczenie krzemu dla roślin wzrasta w warunkach stresu, gdyż uczestniczy on w budowie mechanizmów odporności na stresy abiotyczne i biotyczne. U ogórka zaatakowanego przez grzyby, krzem uruchamia mechanizmy obronne poprzez aktywację chitynaz, peroksydaz i polifenyllooksydaz. U innych gatunków krzem tworzy poniżej kutikuli liścia warstwę, która stanowi mechaniczną barierę, chroniącą komórki przed kontaktem z kiełkującym zarodnikiem lub narządem ssącym u owada (Grzebisz i in. 2010). Również uważa się, że suplementacja krzemem szklarniowych upraw warzywnych i kwaciarskich poprawia wzrost i jakość roślin, zwiększa liczbę kwiatów na roślinie (Ma i Takahashi 2002, Trenholm i in. 2004, Hwang i in. 2005, Toresano-Sánchez i in. 2010, Frantz i in. 2010). Rośliny rosnące przy wysokim poziomie krzemu w podłożu mają grubsze liście, większą suchą masę liścia i mniejszą skłonność do więdnienia liści (Hwang i in. 2005). Charakteryzują się również lepszym pokrojem, są wyprostowane i sztywne, co pozwala im na maksymalne przechwytywanie światła (Pereira Carvalho i in. 2009, Reezi i in. 2009). Krzem łagodzi też skutki nadmiaru manganu, glinu, kadmu dla roślin. Wysoka zawartość krzemu w roślinie sprawia, że nie ujawniają się skutki toksycznego stężenia tych metali na roślinach.

Preparaty na bazie krzemu są jednym z elementów wyróżniających metodę biodynamiczną spośród innych metod rolnictwa ekologicznego. Działają one w małych dawkach (jak w homeopatii) i przez swoje dynamizujące działanie aktywizują mechanizmy obronne roślin oraz organizmy glebowe. Do preparatów ogólnego stosowania należą preparaty krzemowe i z krowieńca. Preparat z krzemionki (drobno sproszkowany kwarc poddany specjalnej aktywizacji według ścisłych procedur określonych w Kryteriach produkcji dla rolnictwa biodynamicznego (2009) jest proszkiem do sporządzania zawiesiny, którą opryskuje się nadziemne części roślin. Właściwe zastosowanie preparatu może zwiększać plon i polepszać jego jakość (Bacchus 2010). Jest to jeden z podstawowych preparatów biodynamicznych, szczególnie ważny w okresie przestawiania gospodarstwa na metodę biodynamiczną (Badura 2006, Tyburski i Żakowska-Biemans 2007).

Mając na uwadze korzystne oddziaływanie krzemu dla wzrost i plonowanie oraz zwiększanie odporności roślin na stresy abiotyczne i biotyczne, w projekcie określono wpływ preparatów z udziałem krzemu na zdrowotność roślin oraz ich mrozoodporność.

W uprawach ekologicznych występowanie chorób i szkodników jest jedną z najczęstszych przyczyn uzyskiwania plonów handlowych niskiej jakości. Brak wystarczająco skutecznych środków ochrony dozwolonych w tym systemie uprawy roślin aktywizuje wysiłki badaczy do określania skutecznych alternatywnych metod ochrony roślin przed chorobami i szkodnikami (Nawrocki 2007, Rodriges i in. 2011, Leśniak i in. 2014, Chamiec 2015). Często wykorzystuje się metody aktywizowania



wewnętrznych mechanizmów ochrony roślin. Właściwa agrotechnika, w tym zdrowy płodozmian, czy dobre odżywienie roślin, może być pomocna w ograniczaniu porażenia roślin przez czynniki patogeniczne (Nawrocki 2011, Lazzeri i in. 2013, Matt i in. 2015).

Do patogenów najczęściej występujących i powodujących największe straty na truskawce należą: grzyb *Botrytis cinerea* - sprawca szarej pleśni i *Colletotrichum* spp. - grzyby powodujące antraknozę oraz sprawcy zgnilizn całych roślin, wśród których najgroźniejszy jest *Verticillium dahliae*. Również mączniak prawdziwy truskawki oraz plamistości liści: biała plamistość powodowana przez *Mycosphaerella fragariae* i czerwona plamistość, której sprawcą jest *Diplocarpon earliana*, mogą powodować znaczne straty na plantacjach truskawki.

Obecnie wzrasta zainteresowanie preparatami pochodzenia roślinnego, w tym olejkami eterycznymi, które pozyskiwane są z różnych gatunków roślin. Olejki eteryczne powodują zazwyczaj zaburzenia rozwoju i rozmnażania grzybów, bakterii i owadów. Dlatego w rolnictwie wykorzystuje się ich działanie antybakteryjne oraz antygrzybiczne (Obidi i in. 2013). Znajdują one dzisiaj zastosowanie jako naturalne fungicydy, insektycydy, repelenty lub jako antyfidanty, które ograniczają rozwój patogenów i szkodników (Burgiel i in. 2008). Zaletą tych środków jest to, że są przyjazne dla środowiska, nie kumulują się w nim oraz ulegają relatywnie szybkiej biodegradacji (Górski i Piątek 2008). Górski i Kania (2010), wykazali, że olejek kolendrowy oraz z liści pomarańczy wpływa na śmiertelność mszycy ziemniaczanej występującej na tytoniu. Z kolei Górski i Tomczak (2010) udowodnili 100% śmiertelność *A. solanina* oberżynie po zastosowaniu olejków: cytronelowego, paczulowego i jałowcowego. W walce z *Myzus persicae* (Sulzer) znaczący wpływ olejku rozmarynowego wykazał Masatoshi (1998). Badania wykazały wysoką efektywność olejku pomarańczowego w zwalczaniu ponadto bawełnicy korówki oraz przędziorka chmielowca (Leśniak i in. 2014). Z kolei badania Chamiec (2014) wykazały, że olejek pomarańczowy wpływał na zmniejszenie zasiedlenia cebuli przez wciornastka tytoniowca oraz powodowanych przez niego uszkodzeń szczypioru. Wcześniejsze badania wykazały dużą skuteczność wyciągu z grapefruita w ochronie warzyw przed sprawcami zgnilizn korzeni u pietruszki, marchwi i selera (Nawrocki 2007, 2010); patogenami grochu i fasoli (Patkowska 2006), sałaty (Włodarek i Robak 2013). Podobnie olejek pomarańczowy skutecznie chronił przed ważnymi chorobami: ziemniaka (Kurzawińska i in. 2012), astra (Nawrocki 2013) i ogórka (Włodarek i Dyki 2014). Proponowany w projekcie do ochrony olejek pomarańczowy jest olejem roślinnym zaliczonym do grupy olejków eterycznych, którego głównym składnikiem jest D-Limonen (Kohlmunzer 2007). Olejek pomarańczowy skutecznie działając na szereg patogenów i szkodników roślin zarazem jest bezpieczny dla zdrowia ludzi i środowiska naturalnego (Koul i in. 2008).



Oprócz wymienionych wyżej preparatów na bazie olejków eterycznych, w doświadczeniu wykorzystano wyciągi z rdestownika japońskiego. Jest to jeden z bardziej obiecujących naturalnych biostymulantów wykorzystywanych do podniesienia odporności roślin na stresy/patogeny (Hai 2012, Walia i Koul 2009).

Cele i założenia projektu

Reasumując, celem **pierwszej części** badań jest:

- opracowanie nowych, alternatywnych metod ochrony truskawki przed chwastami. Mają one zwiększyć opłacalność uprawy,
- określenie wpływu nowych rodzajów biodegradowalnych ściółek na wzrost, plonowanie i zdrowotność roślin, a także na wartość biologiczną i gospodarczą plonu,
- opracowanie metod ograniczenia występowania chwastów z wykorzystaniem mulczowania wybranych gatunków (równoczesna funkcja biofumigacyjna, poprawa struktury i zasobności gleby),
- określenie skuteczności bioherbicydów, mogących znaleźć potencjalne zastosowanie na plantacjach truskawki (efektywność zwalczania różnych rodzajów chwastów, możliwa fitotoksyczność wobec truskawki).

W **drugiej części** eksperymentu ustalona została:

- możliwość profilaktyki i zwalczania najważniejszych gospodarczo chorób truskawki (szara pleśń, antraknoza, oraz choroby systemu korzeniowego – wercilioza) z wykorzystaniem biopreparatów podnoszących zarówno poziom odporności czynnej, jak i biernej roślin na patogeny
- wpływ krzemu na zdrowotność roślin truskawki oraz jej odporność na stresy biotyczne i abiotyczne
- ocena następczego wpływu wybranych preparatów o charakterze naturalnych biostymulantów na zdolności plonotwórcze gatunku oraz odporność na inne stresy abiotyczne (mrozooporność)



Metodyka

Badania polowe zostały wykonane w Stacji Doświadczalnej Katedry Roślin Warzywnych i Zielarskich UR w Krakowie na polu ekologicznym (pierwsza certyfikacja 2012 r.).

Dodatkowo założono poletka kontrolne, prowadzone według metodyk IPO na pobliskim polu (nie jest ono certyfikowane). Część analityczna wykonana została w laboratorium Katedry Sadownictwa i Pszczelnictwa, Zakładzie Żywnienia Roślin oraz w Katedrze Ochrony Roślin Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa UR w Krakowie, a także Zakładu Bromatologii CMUJ.

Jako materiał do badań posłużyły sadzonki truskawki *frigo* odmiany 'Honeyoe'.

Zadania badawcze:

- A. Opracowanie optymalnej metody ochrony przed chwastami w ekologicznej uprawie truskawki.
- B. Określenie wpływu innowacyjnych substancji na wzrost, plonowanie i zdrowotność roślin truskawki w uprawie ekologicznej.

Pomiary, analizy oraz obserwacje wspólne dla zadania badawczego A oraz zadania badawczego B.

Obserwacje polowe:

- wzrost wegetatywny roślin (oceniany na podstawie pomiarów biomasy całych roślin, biomasy systemu korzeniowego oraz części nadziemnej truskawek, potencjał plonotwórczy – liczba i średnica pędów bocznych w koronie, a następnie wyliczonej ich powierzchni przekroju poprzecznego, pomiary wykonano w październiku),
- plon ogólny [g],
- średnia masa owoców [g],

Obserwacje i pomiary laboratoryjne - Wpływ zastosowanych metod zwalczania chwastów na właściwości fizyczne oraz chemiczne gleby:

Próbki gleby do analiz były pobierane przed założeniem plantacji w maju 2016 r. oraz w dwóch terminach w okresie wegetacji truskawki, tj. 15 lipca i 1 września 2016 r. Glebę pobierano świdrem glebowym z warstwy orno-próchnicznej 0-20 cm, a przed założeniem doświadczenia także z warstwy podornej 20-40 cm zgodnie z Polską normą (PN-R-04031:1997). Oceniano właściwości fizyczne gleby: skład granulometryczny, wodoodporność agregatów glebowych, gęstość objętościową, pojemność wodną, zawartość materii organicznej oraz właściwości chemiczne gleby: odczyn, stężenie soli w roztworze glebowym oraz zawartość przyswajalnych form makro- i mikroelementów.



Analiza uziarnienia była wykonana metodą areometryczną Casagrande zmodyfikowaną przez Prószyńskiego (Ostrowska 1991). Gęstość objętościowa oraz pojemność wodna gleby były oznaczane według procedur Kopecký'ego (Komornicki i in. 1993). Agregaty glebowe były separowane w trakcie przesiewania na mokro według procedur opisanych przez Yodera'a (Yoder 1936). Odczyn gleby określano w zawieszynie wodnej i w roztworze wodnym przy stosunku gleby do wody/roztworu jak 1:2. Ogólne stężenie soli oznaczono konduktometrycznie (EC). Węgiel organiczny oznaczano metodą utleniania dwuchromianem potasu według procedur opisanych przez Tiurina (Lityński 1976). Oznaczenia zawartości przyswajalnych makroskładników (N, P, K, Mg, Ca i S) wykonano w 0,03 mol dm⁻³ CH₃COOH metodą uniwersalną, a mikroelementów (tylko przed założeniem eksperymentu) w 1 mol dm⁻³ HCl według metody Rinkisa (Ostrowska 1991). W ekstraktach składniki mineralne oznaczano metodą ICP OES (Teledyne Leeman Labs.).

Analiza materiału roślinnego (części wskaźnikowe):

Próbki materiału roślinnego pobierane były 15 lipca dla każdej z kombinacji. Części wskaźnikowe stanowiły w pełni wykształcone blaszki liściowe pobierane ze środkowej części rozety (100 liści z każdego poletka × 4 powtórzenia).

Materiał roślinny po dwukrotnym przepłukaniu w wodzie dejonizowanej i wysuszeniu w 70°C poddany został mineralizacji w kwasie azotowym (Paślawski i Migaszewski 2006). Zawartość makroelementów (P, K, Ca, Mg, S), mikroelementów (B, Cu, Fe, Zn, Mn, Mo), oraz pierwiastków śladowych: Al, Ba, Cd, Cr, Li, Ni, Pb, Sr, Ti i V, została oznaczona przy użyciu techniki ICP-OES (spektrometr Prodigy Teledyne, Leeman Labs.). Azot ogólny po mineralizacji z H₂SO₄ oznaczony został metodą Kjeldahla (Ostrowska i in. 1991).

Analizy owoców:

- zawartość ekstraktu (refraktometrycznie, refraktometr ATAGO PR100),
- pH oraz kwasowość miareczkowa soku (potencjometrycznie, met. wg. OIV-MA-AS313-01)
- zawartość kwasów: jabłkowego i cytrynowego (met. izotachoforezy kapilarnej, analizator EA102 Villa Labeco),
- zawartość suchej masy,
- zawartość cukrów redukujących (fruktozy i glukozy) – enzymatycznie, zestaw R-biopharm (10 139 106 035),



- składników mineralnych (Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu, a także metali ciężkich jak: Cd, Cr i Pb) po mineralizacji mikrofalowej metodą ICP-OES (spektrometr Prodigy Teledyne, Leeman Labs.), zawartość związków biologicznie czynnych i aktywność antyoksydacyjną:
- zawartość kwasu askorbinowego (met. izotachoforezy kapilarnej),
- zawartość związków fenolowych (suma) metodą fotometryczną z odczynnikiem Folin-Cicalteau),
- zawartość antocyjanów – met. chromatograficzną (HPLC),
- całkowity potencjał antyoksydacyjny (FRAP) oraz zdolność neutralizacji wolnego rodnika (RSA) metodą DPPH.

Analiza mrozoodporności

Wykonano je w oparciu o pomiary przewodnictwa (pomiaru integralności błon cytoplazmatycznych) wg. zmodyfikowanej metody przedstawionej przez Flint et al. 1967.

Ocena frekwencji mikoryzowej systemu korzeniowego

W doświadczeniu podjęto próbę określenia wpływu różnych traktowań roślin i sposobu pielęgnacji gleby na jeden z najważniejszych związków symbiotycznych roślin – mikoryzę.

Dodatkowo wykonano **ocenę fitotoksyczności stosowanych herbicydów** in vitro (test biologiczny *Lepidium*), ocenę polową skuteczności stosowania herbicydów.

Zbadano także **wpływ preparatów krzemowych na strukturę oraz ultrastrukturę liści**. Do eksperymentu posłużyły liście nietraktowane (Kontrola) oraz opryskiwane związkami krzemu (BD 501, szkło wodne, Mycosin oraz Equisetum). Skrawki preparatów obserwowano z wykorzystaniem mikroskopii świetlnej polaryzacyjnej oraz transmisyjnej elektronowej.

Opracowanie statystyczne

Uzyskane wyniki zostały zestawione i poddane analizie wariancji (1 lub 2 czynnikowej) z wykorzystaniem programu Statistica 12.5 (Statsoft Inc.). Różnice między średnimi określono w oparciu o test Newman-Keulsa, przy współczynniku istotności $\alpha=0,05$.

Schemat doświadczenia - Zadanie badawcze A.

Opracowanie optymalnej metody ochrony przed chwastami w ekologicznej uprawie truskawki.



W doświadczeniu zastosowano następujące kombinacje:

1. **Kontrola A** (odchwaszczanie mechaniczne, pole ekologiczne)
2. **IPO** - kontrola II (odchwaszczanie chemiczne, pole z integrowaną produkcją)
3. **PE** - ściółkowanie folią PE (niedegradowalna)
4. **PLA** - ściółkowanie agrowłókniną PLA (biodegradowalna)
5. **Ws. A – żyto**, żywa ściółka (mulcz)
6. **Ws. B – komonica**, żywa ściółka (mulcz)
7. **CH₃COOH** - kwas octowy – opryskiwanie chwastów
8. **Juglon** – opryskiwanie dolistne chwastów oraz powierzchni gleby

Schemat doświadczenia - Zadanie badawcze B.

Określenie wpływu innowacyjnych substancji na wzrost, plonowanie i zdrowotność roślin truskawki w uprawie ekologicznej.

W doświadczeniu zastosowane zostały następujące kombinacje:

1. **Kontrola A** – kontrola I (bez traktowania, pole ekologiczne)
2. **IPO** - kontrola II (ochrona wg. zaleceń IPO, pole niecertyfikowane),
3. **Olejek pomarańczowy** – opryskiwanie roślin olejkami pomarańczowymi, Wetcit (olejek pomarańczowy –d-limonen) – dawka 0,4%,
4. **BD 501** – opryskiwanie roślin preparatem krzemionkowym (prep. biodynamiczny BD 501)
5. **Serenade ASO - *Bacillus subtilis* (QST 713 = 1,34%)** – dawka 16 ml/1l (8 l/ha)) – traktowanie roślin,
6. **BioVAM** – grzyby mikoryzowe + *Trichoderma harzianum* – pod korzeń przed założeniem plantacji,
7. **RD** - ekstrakt z rdestowca sachalińskiego - traktowanie roślin,
8. **H₂O₂** - opryskiwanie roślin 1% H₂O₂,
9. **Intradices** – grzyby mikoryzowe gatunku *Glomus Intradices* pod korzeń przed założeniem plantacji.



10. **Serenade ASO** (*Bacillus subtilis*) szczep QST 713

W zadaniu badawczym B dodatkowo określony został:

- Wpływ zastosowanych preparatów na występowanie agrofagów w trakcie wegetacji na podstawie cotygodniowych analiz zdrowotności roślin,
- Szacowanie zdrowotności i jakości owoców w zależności od kombinacji doświadczenia (w okresie zbioru)
- Szacowanie zdrowotności i jakości owoców w zależności od kombinacji doświadczenia (w okresie symulowanego obrotu owocami – +3 dni oraz +7 dni)

Cotygodniowe **analizy zdrowotności** liści oraz dorastających owoców wykonywane były zgodnie z metodyką opracowaną przez Meszkę w przyjętej 6-stopniowej skali bonitacyjnej. Celem dalszego oznaczenia sprawców zmian chorobowych materiał roślinny posłużył do wyizolowania patogenów w warunkach laboratoryjnych na różnych zestalonych podłożach (MA, CA, PDA) zgodnie z metodyką przyjętą w fitopatologii. Dalsze oznaczenia mikroskopowe wykonywane były z wykorzystaniem kluczy mikologicznych. Obserwacje obejmowały także zdrowotność całych roślin w trakcie wegetacji oraz **izolacje mikroorganizmów** z pędów i korzeni zamierających roślin. Podczas zbioru również będzie szacowana zdrowotność owoców jak i trwałość owoców podczas krótkotrwałego przechowywania do 3 i 7 dni.

Wnioski:

Zadanie badawcze A –

Opracowanie optymalnej metody ochrony przed chwastami w ekologicznej uprawie truskawki:

1. Zastosowane w uprawie ekologicznej truskawki wsiewki z żyta i komonicy obniżyły gęstość objętościową gleby. Równocześnie zwiększały udział w glebie wodoodpornych makroagregatów o średnicach 5,0-2,5 mm .
2. Ściółkowanie gleby folią PE podnosiło w niej zawartość węgla organicznego. Zarówno ściółka z PE jak i z PLA poprawiały ogólny wskaźnik wodoodporności agregatów glebowych.
3. Sposób utrzymania gleby na plantacji truskawki wpływał istotnie na kwasowość gleby, EC oraz zasobność gleby w makroelementy. Najwyższą średnią wartość pH uzyskano dla gleby pod



włókniną i z wsiewką z komonicy. Gleba nawożona według zasad IPO wyróżniała się najwyższym stężeniem rozpuszczalnych soli (EC), najwyższą zawartością fosforu, potasu i siarki.

4. Stosowanie preparatu z orzecha włoskiego (Juglonu) oraz CH_3COOH , a także wsiewka z żyta obniżały odczyn gleby na plantacji truskawki.
5. W relacji do kontroli - zastosowanie kwasu octowego podnosiło w liściach truskawki zawartość S, Ca oraz B. Ściółka z żyta i komonicy zwiększała zawartość Ca w liściach. Uprawa współrzędna truskawki z żytem zwiększała także stężenie K i Mn w roślinach. Istotnie więcej cynku zawierały liście roślin w obiektach ściółkowanych włókniną i folią polietylenową (PE).
6. W stosunku do kontroli - sok z owoców z kombinacji ściółkowanej folią PE wyróżniał się najwyższą zawartością K, B i Cu. Natomiast wsiewka z żyta istotnie zwiększyła zawartość w soku Na.
7. Najwyższą biomasę zarówno dla części nadziemnej, jak i korzeni truskawek odnotowano dla roślin uprawianych z użyciem włókniny oraz czarnej folii PE. Najślabszym wigorem odznaczały się rośliny rosące na poletkach z wsiewkami komonicy oraz żyta.
8. Wysokość plonu z poletek konwencjonalnych była wyższa niż z ekologicznych. Stosowanie juglonu dało ciekawy efekt uboczny – zwiększyło plonowanie truskawek
9. Owoce konwencjonalne wykazywały niższy poziom ekstraktu i wyższą kwasowość niż organiczne.
10. Stosowanie wsiewki z komonicą oraz czarnej folii PE korzystnie wpłynęło na smak owoców.
11. Opryskiwanie Juglonem zwiększyło akumulację kuromaniny w owocach, natomiast brak traktowania – pelargonidyny i cyjanidyny. Istnieje zatem możliwość ingerencja w zawartości antocyjanin za pomocą dobrania odpowiedniej agrotechniki.
12. Stosowanie folii PE zwiększyło mrozoodporność truskawek.
13. Doświadczenie in vitro wykazało najwyższą skuteczność (przy jednocześnie najniższym stężeniu) ekstraktów alkoholowych i acetonowych z liści orzecha włoskiego w stężeniu 7,5%.
14. Spośród zastosowanych herbicydów najbardziej skuteczne okazały się roztwory kwasu octowego.
15. Juglon stymulował rozwój mikoryz u truskawki.



Zadanie badawcze B -**Określenie wpływu innowacyjnych substancji na wzrost, plonowanie i zdrowotność roślin truskawki w uprawie ekologicznej.**

1. Traktowanie roślin różnymi biopreparatami istotnie różnicowało zawartość w liściach wapnia, sodu oraz wszystkich mikroelementów.
2. Opryskiwanie roślin wodą utlenioną skutkowało wzrostem zawartości w liściach Ca, B i Fe. Preparat z alg zwiększał stężenie w liściach Na, Cu i Fe. Szczepienie truskawki grzybami mikoryzowymi w formie szczepionki Intradices zmniejszało zawartość w liściach Fe.
3. Wielogatunkowa szczepionka mikoryzowa BioVam zwiększyła wigor roślin, w tym także wielkość – powierzchnię przekroju poprzecznego skróconych pędów truskawki tworzących koronę, przy jednoczesnym ograniczeniu liczby tych pędów.
4. Użycie roztworu wody utlenionej do ochrony truskawki spowodowało obniżenie zawartości chlorofilu a w liściach truskawki
5. Najwyższe i zarazem największe owoce plony uzyskano z roślin rosnących na poletkach BioVam oraz Alga.
6. Najwyższą smakowością (proporcją cukrów do kwasów) charakteryzowały się owoce traktowane H₂O₂.
7. Użycie szczepionki mikoryzowej (BioVam) zwiększyło zawartość związków polifenolowych w owocach.
8. Najniższą obfitość arbuskuli odnotowano dla roślin traktowanych algami, a najwyższą dla sztucznej inokulacji grzybami mikoryzowymi (BioVam)
9. Zmiany ultrastrukturalne spowodowane zastosowaniem preparatów krzemowych wspólnie z podwyższoną akumulacją związków polifenolowych w liściach roślin wydaje się leżeć u podstaw ich mechanizmu obronnego i zwiększonej odporności na choroby i szkodniki.
10. Podczas przeprowadzonych badań najskuteczniejszymi preparatami w ochronie liści truskawki przed najczęściej występującymi patogenami były: Serenade ASO, rdestownik i integrowana ochrona (IPO).
11. Różne sposoby utrzymania gleby zazwyczaj mniej korzystnie oddziaływały na zdrowotność liści, aniżeli większość zastosowanych preparatów, zwłaszcza w drugiej połowie okresu wegetacji. Nie dotyczy to ochrony liści przed szarą pleśnią.



12. W ochronie owoców zastosowana integrowana ochrona truskawki nieistotnie wpłynęła na ograniczenie rozwoju sprawców zgnilizn w porównaniu do kontroli.
13. Dużą skuteczność w ochronie owoców przed patogenami powodującymi zgnilizny wykazały preparaty: Serenade ASO, Biovam, Intradices, BD 501 i H₂O₂. Zastosowanie Juglonu, CH₃COOH i ściółki z żyta do utrzymania gleby również korzystnie ograniczało zgnilizny owoców podczas ich zbiorów.
14. Obok integrowanej ochrony (IPO) najskuteczniej ograniczały rozwój sprawców zgnilizn koron (skróconych pędów) truskawek: Juglon, BD 501, olejek pomarańczowy i Serenade ASO. Stan zdrowotny roślin z niektórych kombinacji niestety nie pozwala na kontynuację ich uprawy w kolejnym sezonie wegetacyjnym.
15. Podczas przeprowadzonych badań głównymi sprawcami zgnilizn koron truskawek z różnych kombinacji były grzyby rodzaju *Fusarium*.

Bibliografia

- Al-aghabary K., Zhu Z.J., Shi Q.H. 2004. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress, *J. of Plant Nutr.* 27: 1-15.
- Araki H., Shiori H., Yoichiro H., Toshiyuki H. 2009. Cover crop in tomato production in plastic high tunnel. *Hort. Environ. Biotechnol.* 50(4): 324-328.
- Bacchus, G.L. 2010. An evaluation of the influence of biodynamic practices including foliar-applied silica spray on nutrient quality of organic and conventionally fertilised lettuce (*Lactuca sativa* L.).
- Bacchus, G.L. 2010. An evaluation of the influence of biodynamic practices including foliar-applied silica spray on nutrient quality of organic and conventionally fertilised lettuce (*Lactuca sativa* L.).
- Badura L. 2006. Rozważania nad rolą mikroorganizmów w glebach. *Zeszyty naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.* 546: 13-23.
- Blancard D. 2012. *Tomato Diseases, Identification, Biology and Control.* Manson Publishing London.
- Bottoms T.G., Bolda M.P., Gaskell M.L., Hartz T.K. 2013. Determination of strawberry nutrient optimum ranges through Diagnosis and Recommendation Integrated System Analysis. *HortTech* 23(3): 312-318.
- Burgiel Z., Tomaszewicz – Potępa A., Vogt O., Burgiel M. 2008. Fungistatyczne własności ekstraktów z nasion wybranych roślin należących do rodziny Apiaceae. *Prog. in Plant Prot. / Post. w Ochr. Roślin,* 48 (2): 701 – 705.
- Campbell C.R., Miner G.S. 2000. Strawberry, annual hill culture. In: C.R. Campbell (ed.). *Reference sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of the United States.* Southern Coop. Ser. Bul. 394: 111–112.
- Chamiec A. 2014. Wpływ olejku pomarańczowego na występowanie i szkodliwość Thrips tabaci Lind. na cebuli. Praca dyplomowa inżynierska. WBiO Uniwersytet Rolniczy w Krakowie. 19 ss.
- Dabney S.M., Delgado J.A., Reeves D. W. 2001. Using winter cover crops to improve soil and water quality. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32(7-8): 1221-1250.
- Ellis, M.A. i in. 2006. *Midwest Strawberry Production Guide.* The Ohio State University, Bulletin 926. USA.
- Epstein, E. 2008. Silicon: its manifold roles in plants. *Silicon in Agriculture 4th International Conference* Port Edward, South Africa.
- Fageria N. K., Baligarb V. C., Bailey B. A. 2005. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 36 (19-20): 2733-2757.
- Faulkner, L.R., McElroy, F.D., 1964. Host range of northern root-knot nematode on irrigated crop plants and weeds in Washington. *Plant Disease Reporter* 48, 190–193.
- Fauteux, F., Remus-Borel, W., Menzies, J. G. Belanger, R. R. 2005. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. *FEMS Microbiology Letters* 249 (1): 1-6.
- Fotyma M., Mercik S. 1992. *Chemia rolna.* PWN Warszawa.



- Frantz J.M., Locke J.C., Sturtz D., Leisner S. 2010. Silicon in ornamental crops: detection, delivery, and function. Anais do V Simpósio Brasileiro Sobre Silício na Agricultura, Capítulo 6, 111–134.
- Górski R. Kania A. 2010. Wpływ olejków kolendrowego i petitgrain na śmiertelność mszycy ziemniaczanej *Aulacorthum solani* (Kalt.) występującej na tytoniu. Prog. in Plant Prot. / Post. w Ochr. Roślin, 50: 1530 – 1532.
- Górski R. Piątek H. 2008. Skuteczność działania naturalnych olejków eterycznych w zwalczaniu przędziorka chmielowca *Tetranychus urticae* (Koch.) występującego na fasoli karlowej. Prog. in Plant Prot./Post. w Ochr. Roślin, 48: 1348 – 1350.
- Górski R. Tomczak M. 2010. Przydatność naturalnych olejków eterycznych w zwalczaniu mszycy ziemniaczanej *Aulacorthum solani* (Kalt.) występującej na oberżynie. Ecological Chemistry and Engineering, 17 (3): 345 – 349.
- Grzebisz W. 2008. Nawożenie roślin uprawnych. PWRiL, Warszawa.
- Grzebisz W., Gaj R., Przygocka-Cyna K. 2010. Rola składników pokarmowych w budowaniu mechanizmów odporności roślin uprawnych na presje patogenów. Progress in Plant Protection 50 (2): 517-532.
- Guo Z.G., Liu H.X., Tian F.P., Zhang Z.H., Wang S.M. 2006. Effect of silicon on the morphology of shoots and roots of alfalfa (*Medicago sativa*). Aust. J. Exp. Agric., 46, 1161–1166.
- Hai S. 2012. Regalia® Bioprotectant in Plant Disease Management. Outlooks on Pest Management, Vol. 23(1): 30-35.
- Hartwig N. L., Ammon H.U. 2002. Cover crops and living mulches. Weed Sci., 50: 688-699.
- Hwang S.J., Park H.-M., Jeong B.R. 2005. Effects of potassium silicate on the growth of miniature rose 'Pinocchio' grown on rockwool and its cut flower quality. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 74(3), 242–247.
- Kohlmunzer S. 2007. Farmakognozja. Podręcznik dla studentów farmacji. PZWL, Warszawa, 538-539.
- Koike T. S., Gladders P., Paulus O. A. 2007. Vegetable Diseases. A Colour Handbook. Manson Publishing Ltd. London.
- Koul O., Walia S. 2009. Comparing impacts of plant extracts and pure allelochemicals and implications for pest control. CAB Reviews 4, No. 049.
- Koul O., Walia S., Dhaliwal G. S. 2008. Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. Biopestic. Int. 4: 63-84.
- Kryteria produkcji dla Demeter, rolnictwa biodynamicznego i pokrewnych chronionych znaków handlowych. 2010. Demeter International.
- Kumar V., Abdul-Baki A. A., Anderson J. D., Mattoo A. K. 2005. Cover crop residues enhance growth, improve yield, and delay leaf senescence in greenhouse-grown tomatoes. Hort. Science 40: 1307–1311.
- Kurzawińska H., Mazur S., Nadziakiewicz M. 2012. Biologiczna aktywność naturalnych substancji stosowanych do ochrony naci ziemniaka przed alternariozą (*Alternaria* spp.). Prog. in Plant Prot./Post. w Ochr. Roślin, 52: 78-81.
- Lazzeri L., Malaguti L., Cinti S., Ugolini L., De Nicola G.R., Bagatta M., Casadei N., D'Avino L., Matteo R., Patalano G. 2013. The brassicaceae biofumigation system for plant cultivation and defence. An Italian twenty-year experience of study and application. ActaHortic. 1005: 375-382.
- Leśniak M., Pobożniak M., Pniak M. 2014. Wpływ olejku pomarańczowego oraz syntetycznego pomarańczowego aromatu na *Tetranychus urticae* (Koch.), *Aphis phomi* (Deg.) i *Eriosoma lanigerum* (Hasm.) Episteme 22:101-107.
- Liang Y., Nikolic M., Bélanger R. 2015. Silicon in Agriculture: From theory to practice. Springer.
- Lityński T. Jurkowska H. Grochala E. 1976. Analiza chemiczno - rolno. PWN Warszawa.
- Ma J.F., Miyake Y., Takahashi E. 2001. Silicon as a beneficial element for crop plants. Elsevier Science, Amsterdam. 17-39.
- Masatoshi H. 1998. Repellency of rosemary oil against *Myzus persicae* in a laboratory and in a screen house. J. Chem. Ecology, 24: 1425–1432.
- Masny A., Żurawicz E. 2015. Uprawa truskawki z uwzględnieniem zasad integrowanej ochrony. Plantpress, Kraków.
- Matt A. Rudisill M. A. Bordelon B.P., Turco R.F., Lori A. 2015. Sustaining soil quality in intensively managed high tunnel vegetable production systems: A role for green manures and chicken litter Hortsci. 50:461-468.
- Nair A., Carpenter B.H., Tillman J.L., Jokela D.L. 2009. Integrating cover crops in high tunnel crop production. Iowa State Research Farm Progress Reports. Paper 2009. http://lib.iastate.edu/farms_reports/2009.
- Nawrocki J. 2007. Effectiveness of some substances in the control of carrot and parsley roots against fungal diseases. Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent University, 72/4: 819-824.
- Nawrocki J. 2010. Wpływ preparatów użytych do zaprawiania korzeni wysadkowych na zdrowotność nasiennej selera korzeniowego. Prog. in Plant Prot./Post. w Ochr. Roślin, 50(1): 240-243.
- Nawrocki J. 2011. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na zdrowotność korzeni i grzyby zasiedlające wysadki i nasiennej wybranych odmian pietruszki korzeniowej (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A.W. Hill var. *tuberosum* (Bernh.) Marth. Crov.). Zesz. Nauk. UR w Krakowie, Rozprawy 475, z. 352.
- Nawrocki J. 2013. Skuteczność nowych preparatów w ochronie astra przed mikozami. Prog. in Plant Prot./Post. w Ochr. Roślin, 53(2): 356-359.
- Nowosielski O. 1988. Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL. Warszawa.
- Obidi O.F., Adelowotan A.O., Ayoola G.A., Johnson O.O., Hassan M.O., Nwachukwu S.C. U. 2013. Antimicrobial activity on orange oil on selected pathogens. The International Journal of Biotechnology, 2(6): 113-119.
- Orlikowski L. B., Skrzypczak C., Wojdyła A., Jaworska-Marosz A., 2002. Wyciągi roślinne i mikroorganizmy w ochronie roślin przed chorobami. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 82: 19-32.
- Orlikowski L. Stębowska A. Ptaszek. M. 2015. *Pythium myriotylum* jako przyczyna zamierania papryki w Polsce. Prog. in Plant Prot. / Post. w Ochr. Roślin 55(3): 364-368.



- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z. 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Instytut Ochrony Środowiska Warszawa.
- Parr M., Grossman J.M., Reberg-Horton S.C., Crozier C., Brinton C. 2013. Nitrogen cycling under roller-crimper-terminated legume cover crops in North Carolina organic corn production. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 10.1080/00103624.2013.867061.
- Patkowska E. 2006. Effectiveness of grapefruit extract and *Pythium oligandrum* in the control of bean and peas pathogens. *J. of Plant Prot. Research*. 46, 1: 15-28.
- Pereira Carvalho M., Zanão Júnior L.A., Saraiva Grossi J.A., Barbosa J.G. 2009. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39(8), 2394–2399.
- PN-R-04031:1997. Analiza chemiczno-rolnicza gleby -- Pobieranie próbek
- PN-R-04032. 1998. Gleby i utwory mineralne. Pobieranie próbek i oznaczanie składu granulometrycznego.
- Raynaud X., Jaillard B., Paul Leadley P. 2008. Plants may alter competition by modifying nutrient bioavailability in rhizosphere: a modeling approach. *Am. Naturalist*, 171 (1): 44-58.
- Reezi S., Babalar M., Kalantari S. 2009. Silicon alleviates salt stress, decreases malondialdehyde content and affects petal color of salt stressed cut rose (*Rosa xhybrida* L.) 'Hot Lady'. *African J. Biotechnology*, 8(8), 1502–1508.
- Remer, N. 1995. Laws of life in agriculture. Trans. Castellitz K., Davies B. Bio-Dynamic Farming and Gardening Association Inc. Kimberton, PA.
- RodríguezA., SanAndrés V., Cervera M., Redondo A., Alquézar B., Shimada T., Gadea J., Rodrigo M., Zacarías L., Palou L., López M. M., Castañera P., Peña L. 2011. The monoterpene limonene in orange peels attracts pests and microorganisms. *Plant Signaling Behavior* 6, 1: 1820-1823.
- Ruffo M. L., Bollero G. A. 2003. Modeling rye and hairy vetch residue decomposition as a function of degree-days and decomposition-days. *Agron. J.* 95: 900–907.
- Sady W, Domagała I., Kowalska I., Lis-Krzyściń A., Ostrowska J. 1994. Przewodnik do ćwiczeń z uprawy roli i nawożenia roślin ogrodniczych. AR w Krakowie.
- Shrestha, A. 2009. Potential of Black Walnut (*Juglans nigra*) extract prodeuct (NatureCur) as a pre- and post-emergece bioherbicide. *Journal of sustainable agriculture*. 33(8):810-822.
- Siwek P. 2010. Warzywa pod folią i włókniną. Hortpress sp. Z o.o.: 205 ss.
- Siwek P., Domagała-Świątkiewicz I., Kalisz A. 2015. The influence of degradable polymer mulches on soil properties and cucumber yield. *Agrochimica* 59(2): 108-123.
- Siwek P., Domagała-Świątkiewicz, Kalisz A. 2014. Raport z badań Intensywne zmianowanie w ekologicznej uprawie roślin warzywnych w tunelach foliowych. Badania zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7.05. 2013r. Nr PKre-029-11-11/13 (656).
- Steenwerth K., Belina K.M. 2008. Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. *Applied Soil Ecology*, 40(2): 359-369.
- Sugihara Y., Ueno H., Hirata T., Komatsuzaki M. 2013. Uptake and distribution of nitrogen derived from hairy vetch used as a cover crop by tomato plant. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 82: 30-39.
- Toresano-Sánchez F., Díaz-Pérez M., Diáñez-Martínez F., Camacho-Ferre F., 2010. Effect of the application of monosilicic acid on the production and quality of triploid watermelon. *J. Plant Nutr.*, 33(10), 1411–1421.
- Trenholm L.E., Datnoff L.E., Nagata R.T. (2004). Influence of silicon on drought and shade tolerance of St. Augustinegrass. *HortTechnology*, 14, 487–490.
- Tyburski J., Żakowska-Biemans S. 2007. Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Ullio L. 2010. Strawberry fertiliser guide. Primefacts 941. www.industry.nsw.gov.au.
- Wells M.S., Reberg-Horton S.C., Smith A.N., Grossman J.M. 2013. The reduction of plant-available nitrogen by cover crop mulches and subsequent effects on soybean performance and seed interference. *Agronomy Journal* 105(2): 539-545.
- Wiese H., Nikolic M., Römheld V. 2007. Silicon in Plant Nutrition. In: *The apoplast of higher plants: compartment of storage, transport and reactions*. 33-47.
- Włodarek A., Dyki B. 2014. Nowe możliwości ochrony ogórka w uprawie pod osłonami przed mączniakiem prawdziwym (*Erysiphe cichoracearum*) z wykorzystaniem środków pochodzenia naturalnego. *Zesz. Nauk. Instytutu Ogrodnictwa*, 4, 22: 147-155.
- Włodarek A., Robak J. 2013. Możliwości stosowania środków pochodzenia naturalnego w ochronie sałaty w uprawie polowej i pod osłonami przed chorobami. *Zesz. Nauk. Instytutu Ogrodnictwa*, 4, 22: 147-155.
- Yoder R.E. 1936. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *J. Am. Soc. Agron.* 28, 337-351.
- Żurawicz E., Masny A. 2005. Uprawa truskawek w polu i pod osłonami. Wyd. Plantpress, Kraków.



UNIwersYTET ROLNICZY W KRAKOWIE

3

Zaprawianie nasion metodami ekologicznymi.
Wpływ preparatów biologicznych na
plonowanie, zdrowotność i jakość surowców
pozyskiwanych z roślin gryki (*Fagopyrum
esculentum* Moench)

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
HORre-msz-078-24/16 (242) z dnia 30.05.2016 r.



Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Wydział Rolniczo-Ekonomiczny



Zaprawianie nasion metodami ekologicznymi: Wpływ preparatów biologicznych na plonowanie, zdrowotność i jakość surowców pozyskiwanych z roślin gryki (*Fagopyrum esculentum* Moench)

Kierownik badania:
dr hab. inż. Robert Witkowicz¹

Zespół badawczy (alfabetycznie):
dr hab. inż. Wioletta Biel², dr n. farm. Joanna Chłopicka³, dr n. farm. Agnieszka Galanty³,
dr inż. Katarzyna Gleń-Karolczyk¹, mgr inż. Mateusz Krupa¹, dr hab. inż. Edyta Skrzypek⁴

¹ – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ² – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny,
³ – Uniwersytet Jagielloński, ⁴ – Instytut Fizjologii Roślin PAN

Podjęte tematy badawcze

- [1] Wpływ preparatów biologicznych na czystość mikrobiologiczną kiełków gryki i ich jakość.
- [2] Wpływ preparatów biologicznych na połowę zdolność wschodów gryki oraz zdrowotność siewek.
- [3] Wpływ preparatów biologicznych na dynamikę wzrostu roślin gryki oraz jakość surowców (ziela i orzeszków).

Cele szczegółowe tematów badawczych

- [1] Określenie zdolności kiełkowania i wigoru orzeszków gryki zaprawionych preparatami biologicznymi.
- [2] Określenie zdrowotności kiełków i korzeni siewek gryki wyrosłych z orzeszków zaprawionych preparatami biologicznymi.
- [3] Określenie składu chemicznego kiełków gryki wyrosłych z orzeszków zaprawionych preparatami biologicznymi.
- [4] Określenie wpływu preparatów biologicznych na połowę zdolność wschodów gryki.
- [5] Określenie wpływu preparatów biologicznych na zdrowotność młodocianych roślin gryki.
- [6] Określenie wpływu preparatów biologicznych na budowę morfologiczną młodocianych roślin gryki.
- [7] Określenie wpływu preparatów biologicznych na dynamikę wzrostu roślin gryki.
- [8] Określenie wpływu preparatów biologicznych na dynamikę procesu fotosyntezy oraz fluorescencję chlorofilu.
- [9] Określenie wpływu preparatów biologicznych na zdrowotność łanu gryki.



- [10] Określenie wpływu preparatów biologicznych na skład chemiczny ziela i orzeszków gryki.

Opis eksperymentów

Eksperyment laboratoryjny polegał na przeprowadzeniu procesu kiełkowania orzeszków gryki, zarówno zaprawianych jak i niezaprawianych preparatami biologicznymi. Metoda zaprawiania polegała na moczeniu nasion, przez 30 minut, w roztworach preparatów biologicznych o stężeniach zalecanych przez producenta. Do zaprawiania nasion dwóch odmian gryki (Panda, Kora) stosowano:

- biostymulatory:
 1. Kelpak SL (Kelpak) (auksyny – 11,0 mg/L i cytokininy – 0,031mg/L pozyskane z alg *Ecklonia maxima*),
 2. Asahi SL (Asahi) (nitrofenole naturalnie występujące w roślinach (orto-nitrofenol sodu, para nitrofenol sodu, 5 nitroguajakol)),
- biologiczne środki ochrony roślin:
 3. Polyversum WP (Polyversum) (10^6 oospor grzyba *Pythium oligandrum* w 1 gramie środka),
 4. Serenade ASO (Serenade) (*Bacillus subtilis* szczep QST 713 – 13,96 g/L (1,34% w/w) (minimalne stężenie $1,042 \times 10^{12}$ CFU/L).

Kiełkowanie prowadzono w kiełkownikach laboratoryjnych Easygreen MicroFarm Standard Machine przez dwadzieścia dni. W doświadczeniu uwzględniono różne warianty łącznego zaprawiania nasion biostymulatorem i środkiem biologicznej ochrony: 1. Kelpak SL, 2. Asahi SL, 3. Polyversum WP, 4. Serenade ASO, 5. Kelpak SL + Polyversum WP, 6. Asahi SL + Polyversum WP, 7. Kelpak SL + Serenade ASO, 8. Asahi SL + Serenade ASO, 9. Asahi SL + Kelpak SL i 10. kontrola (bez zaprawiania).

Ścisły eksperyment polowy zrealizowano wg planu Boxa-Behnkena 3^{4-1} w dwóch powtórzeniach i trzech blokach w Stacji Doświadczalnej Instytutu Produkcji Roślinnej Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. Wielkość poletek do zbioru wynosiła 10 m^2 , a gęstość siewu 250 szt. kiełkujących orzeszków na 1 m^2 . Przedplon stanowił rzepak ozimy. Czynniki doświadczalne wraz z ich poziomami zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Czynniki i ich poziomy zastosowane w ścisłym doświadczeniu polowym

Czynnik doświadczalny	Poziom czynnika		
	Niski [1]	Średni [2]	Wysoki [3]
Biostymulator (zaprawianie nasion)	Kelpak SL	Kontrola (bez zaprawiania biostymulatorem)	Asahi SL
Zaprawa biologiczna	Polyversum WP	Kontrola (bez zaprawiania preparatem biologicznym)	Serenade ASO
Biologiczny użyźniacz glebowy	UG Max	Kontrola (bez stosowania użyźniacza glebowego)	Revital MaxPro
Biostymulator (nalistnie)	Kelpak SL	Kontrola (bez oprysku nalistnego biostymulatorem)	Asahi SL

Wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem procedury analizy wariancji w programie Statistica 12.5. Do powołania grup jednorodnych wykorzystano test Newmana-Keulsa przy poziomie istotności $\alpha=0,05$. W opracowaniu, z powodu wymogów edycyjnych, nie zamieszczono i nie poddano merytorycznej analizie żadnej z licznie zaobserwowanych istotnych statystycznie interakcji czynników i skupiono się tylko na efektach głównych.



Wybrane wyniki

Żywotność nasion uważa się za podstawowe kryterium jakości materiału siewnego. Rolnicy i hodowcy ciągle poszukują wysokiej jakości nasion zapewniających jednolite wschody, co przekłada się najczęściej na zwiększenie poziomu produkcji. Na jakość materiału siewnego wpływa wiele czynników, ale przede wszystkim uwarunkowania genetyczne i czynniki agrotechniczne.

Wigor nasion oznaczony metodą konduktometryczną był modyfikowany głównie przez czynnik odmianowy. Stwierdzono statystycznie istotne zróżnicowanie wartości elektroprzewodnictwa wód nastoinowych porównywanych odmian gryki (Panda i Kora) (tab. 2). Woda nastoinowa odmiany Kora charakteryzowała się wyższą wartością elektroprzewodnictwa ($36,24 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) niż odmiany Panda ($21,78 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$). Należy podkreślić, że w miarę upływu czasu obserwowano tendencję wzrostową dla tego parametru, co dokumentuje zwiększenie wycieku eksudatów wraz z upływem czasu. Po 72 h od umieszczenia nasion w wodzie odnotowano największe elektroprzewodnictwo, wynosiło ono $33,09 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ i było aż o 8 jednostek większe od zmierzonego po upływie 24 h ($25,13 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$). Wyciek eksudatów z nasion zaprawionych był niższy od zaobserwowanego w warunkach kontrolnych. Fakt ten może być uwarunkowany wzmocnieniem integralności błon komórkowych w nasionach gryki. Najmniejszą wartością elektroprzewodnictwa wód nastoinowych cechowały się cztery kombinacje preparatów biologicznych tworzących grupę jednorodną. Szczególnie interesujący jest skład tej grupy jednorodnej, bowiem wchodzi do niej obiekty, w których orzeszki były zaprawione preparatami Kelpak SL, Serenade ASO, obydwoma równocześnie oraz kombinacją Serenade ASO + Asahi SL. Jednoznacznie świadczy to o protekcyjnym wpływie na stan błon komórkowych wyciągu z alg *Ecklonia maxima* oraz *Bacillus subtilis*. Pozostałe kombinacje współtworzyły kolejną grupę jednorodną, o statystycznie mniejszym wypływie eksudatów niż w obiekcie kontrolnym.

Tabela 2. Wpływ badanych czynników eksperymentalnych (czas odczytu, odmiana, kombinacje biostymulatorów i biopreparatów) na wartość elektroprzewodnictwa wód nastoinowych

Czynnik	Elektroprzewodnictwo [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$]
Czas odczytu po upływie*	
24 h	25,13 ^a
48 h	28,80 ^b
72 h	33,09 ^c
Odmiana*	
Panda	21,78 ^a
Kora	36,24 ^b
Kombinacje biostymulatorów i biopreparatów*	
Kontrola (brak zaprawiania)	44,08 ^d
Asahi + Kelpak	32,08 ^c
Kelpak + Polyversum	31,02 ^c
Asahi	29,13 ^{bc}
Asahi + Polyversum	27,95 ^{bc}
Polyversum	27,25 ^{bc}
Kelpak + Serenade	26,90 ^{abc}
Kelpak	26,47 ^{abc}
Serenade	23,88 ^{ab}
Asahi + Serenade	21,30 ^a

* – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się sposobem statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)



W opracowaniu nie przedstawiono wyników obrazujących wpływ zaprawiania nasion gryki preparatami biologicznymi na zdolność ich kiełkowania, masę kiełków, ich zdrowotność oraz analizy ilościowej i jakościowej grzybów zasiedlających kiełki gryki.

Zaprawianie nasion preparatami biologicznymi modyfikowało liczebność uzyskanych izolatów grzybów, zarówno wyosobnionych z liścieni jak i korzeni gryki. W wyniku analizy mikologicznej kiełków gryki (korzeni i liścieni) uzyskano 3031 kolonii grzybów (tab. 3). W ocenie laboratoryjnej na ogół stwierdzano większą ilość porażonych korzeni niż liścieni, co znalazło potwierdzenie w dwukrotnie większej liczbie grzybów wyizolowanych z korzeni. Ponadto obserwowano większą podatność kiełków odmiany Panda niż Kora na zgorzel. Ocena mikologiczna siewek potwierdza ten fakt, bowiem więcej grzybów izolowano z kiełków odmiany Panda. Niezależnie od zastosowanego do zaprawiania nasion preparatu biologicznego liczba wyosobnionych grzybów z liścieni odmiany Panda (618) była prawie dwukrotnie większa niż Kory (339). Podobnie bardziej liczebna okazała się populacja grzybów wyizolowanych z korzeni.

Tabela 3. Liczba wyosobnionych kolonii grzybów z kiełków testowanych odmian gryki w zależności od zastosowanych preparatów biologicznych do zaprawiania orzeszków

Kombinacje zaprawiania orzeszków	Liczba kolonii grzybów						Łącznie	Udział w %
	Panda		Kora		Ogółem			
	L*	K**	L	K	L	K		
Kelpak SL	122	154	56	140	178	294	472	15,57
Asahi SL	36	102	30	48	66	150	216	7,13
Polyversum WP	77	146	27	91	104	237	341	11,25
Serenade SC	44	84	10	49	54	133	187	6,17
Kelpak SL+Polyversum WP	29	110	48	79	77	189	266	8,78
Asahi SL+Polyversum WP	75	97	36	75	111	172	283	9,34
Klepek SL+Serenade SC	22	133	44	67	66	200	266	8,77
Asahi SL+Serenade SC	15	104	25	57	40	161	201	6,63
KelpaK SL+Asahi SL	93	142	23	79	116	221	337	11,11
Kontrola	105	167	40	150	145	317	462	15,25
Ogółem	618	1239	339	835	957	2074	3031	100,00
Udział w %	20,4	40,9	11,2	27,5	31,6	68,4	100,0	

*L – liścienie, **K – korzenie

Niezależnie od odmiany z korzeni kiełków najczęściej grzybów wyizolowano z osobników pochodzących z obiektu kontrolnego (317), chociaż równie dużą ich częstotliwość stwierdzano w korzeniach pochodzących z obiektu, w którym do zaprawiania nasion stosowano biostymulator Kelpak SL. Warto zaznaczyć, że w pozostałych kombinacjach zaprawiania nasion notowano mniejszą liczebność grzybów wyizolowanych z korzeni, przy czym najskuteczniejsze okazało się zaprawianie preparatem Serenade ASO, zmniejszające ilość grzybów ponad dwukrotnie. Biostymulator Kelpak SL przyczyniał się do zwiększenia ilości wyosobnień z liścieni gryki. Z kolei jego łączne zastosowanie z biopreparatem Serenade ASO, aż trzykrotnie zmniejszało liczebność wyizolowanych grzybów. Identyczny efekt uzyskano w przypadku zaprawienia nasion biostymulatorem Asahi SL. Jednak najlepsze rezultaty w ograniczaniu liczebności grzybów porażających liścienie kiełków osiągnięto po łącznym zastosowaniu preparatów Asahi SL i Serenade ASO oraz zastosowaniu tylko biopreparatu Serenade ASO. W opracowaniu nie zamieszczono analizy gatunkowej grzybów zasiedlających kiełki, ale znajduje się ona w sprawozdaniu merytorycznym z przeprowadzonych badań.



Skład chemiczny kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) podlegał znaczącym modyfikacjom w wyniku zaprawiania nasion preparatami biologicznymi lub ich kombinacjami (tab. 4). Koncentrację suchej masy, popiołu, białka, tłuszczu, węglowodanów ogółem, włókna pokarmowego i jego frakcji modyfikowała zarówno odmiana, jak i metoda zaprawiania. Istotnie największą zawartością suchej masy, składników mineralnych wyrażonych w postaci popiołu i węglowodanów ogółem charakteryzowały się kiełki odmiany Kora. Natomiast kiełki odmiany Panda zawierały istotnie więcej białka, tłuszczu, włókna surowego oraz wszystkich ocenianych frakcji włókna pokarmowego. Zawartość białka w kiełkach mieściła się w przedziale od 21,74 do 23,19% w zależności od metody zaprawiania. Czynniki genetyczny miał również istotny wpływ na zawartość lipidów w kiełkach gryki. Kiełki odmiany Panda gromadziły istotnie więcej tłuszczu surowego niż kiełki odmiany Kora. Zawartość tego składnika mieściła się w przedziale od 3,61 do 3,86% w zależności od sposobu zaprawiania nasion. Głównym składnikiem suchej masy były węglowodany ogółem, których zawartość w badanych kiełkach mieściła się w zakresie od 38,19 do 40,44%, w zależności od metody zaprawiania nasion. Najwięcej węglowodanów ogółem stwierdzono w kiełkach orzeszków zaprawianych biostymulatorem Asahi SL i zaprawą biologiczną Serenade ASO. W opracowaniu nie przedstawiono kształtowania się zawartości frakcji włókna pokarmowego i zawartości składników mineralnych w kiełkach pod wpływem zaprawiania orzeszków preparatami biologicznymi.

Tabela 4. Skład chemiczny kiełków gryki w zależności od genotypu i zastosowanych kombinacji zapraw biologicznych z biostymulatorami

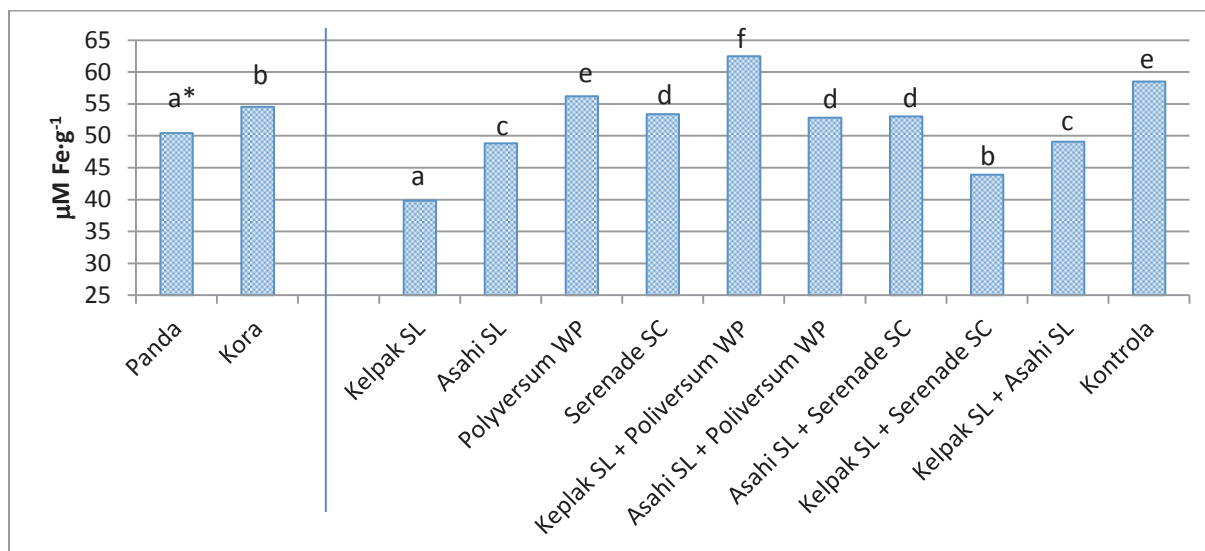
Czynnik	Składnik [%]						
	Sucha masa	Popiół surowy	Białko	Tłuszcz surowy	Węglowodany ogółem	Włókno surowe	
Odmiana**							
Panda	90,98a	5,35a	22,59b	3,91b	39,0a	20,0b	
Kora	91,19b	5,51b	22,08a	3,59a	39,6b	19,7a	
Kombinacje biostymulatorów i biopreparatów**							
Kelpak	–	91,48 ^e	5,55 ^{bc}	22,57 ^b	3,72 ^{abc}	38,64 ^a	20,52 ^{ef}
Asahi	–	90,96 ^{bc}	5,46 ^{bc}	22,52 ^{ab}	3,75 ^{abc}	38,19 ^a	19,95 ^c
–	Polyversum	90,99 ^{bc}	5,13 ^a	22,22 ^a	3,82 ^{abc}	38,86 ^a	20,30 ^{de}
–	Serenade	90,85 ^{ab}	5,40 ^b	22,41 ^{ab}	3,75 ^{abc}	40,33 ^b	18,65 ^a
Kelpak	Poliversum	91,05 ^{bc}	5,50 ^{bc}	22,27 ^{ab}	3,86 ^c	38,81 ^a	20,45 ^{ef}
Asahi	Poliversum	91,15 ^{cd}	5,68 ^c	23,19 ^c	3,74 ^{abc}	38,36 ^a	20,08 ^{cd}
Keplak	Serenade	91,33 ^{de}	5,50 ^{bc}	22,50 ^{ab}	3,61 ^a	40,40 ^b	18,6 ^a
Asahi	Serenade	90,76 ^a	5,29 ^{ab}	21,74 ^a	3,83 ^{bc}	40,44 ^b	19,14 ^b
Kelpak +Asahi	–	91,27 ^d	5,41 ^b	21,99 ^a	3,80 ^{abc}	39,29 ^a	20,31 ^{de}
Kontrola	–	91,03 ^{bc}	2,39 ^b	21,92 ^a	3,63 ^{ab}	39,36 ^a	20,69 ^f

* – patrz materiał i metody badań. ** – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)

Aktywność antyoksydacyjna (aa) kiełków gryki (rys. 1) mierzona metodą FRAP, została wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Kora i Panda). Kiełki gryki odmiany Kora charakteryzowały się większą aktywnością antyoksydacyjną niż kiełki gryki odmiany Panda. Największy wzrost aa zaobserwowano po zaprawieniu orzeszków biostymulatorem Kelpak SL wraz z zaprawą biologiczną Poliversum WP. W odniesieniu do wartości zaobserwowanych na obiekcie kontrolnym różnica była statystycznie istotna. Znaczący wpływ na aa kiełków gryki miało również zastosowanie zaprawy biologicznej Polyversum WP. Najmniejszy wpływ, a wręcz wyraźne obniżenie właściwości



antyoksydacyjnych kiełków gryki wywołało zastosowanie, jako zaprawy, biostymulatora Kelpak SL. W opracowaniu nie zamieszczono wyników pomiarów aa wykonanych metodą DPPH, aktywności antyoksydacyjnej frakcji ACW i ACL oraz zawartości rutozydu w kiełkach dwóch odmian gryki wyrosłych z nasion zaprawianych preparatami biologicznymi.



Rysunek 1. Aktywność antyoksydacyjna zbadana metodą FRAP 4 (po czterech minutach) wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak SL, Asahi SL) i zapraw biologicznych (Polyversum WP, Serenade ASO). * – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)

W efekcie przeprowadzonych badań nie stwierdzono statystycznego wpływu badanych czynników na połowę zdolność wschodów, ale zaobserwowano wystąpienie wyraźnych tendencji, warty omówienia. Moczenie nasion w roztworach biostymulatorów Kelpak SL i Asahi SL nie wpłynęło na obsadę roślin, co oznacza, że równomierność wschodów nie została naruszona przez ten czynnik. Ubytek roślin w stosunku do ilości nasion wysianych ($250 \text{ szt.} \cdot \text{ha}^{-1}$) wynosił od 66 do 69 $\text{szt.} \cdot \text{m}^{-2}$ (tab. 5). Kolejnym czynnikiem w prezentowanych badaniach było zaprawianie nasion zaprawami biologicznymi Polyversum WP i Serenade ASO. Zaobserwowano w przypadku tego czynnika tendencję do obniżania połowej zdolności wschodów przez w/w zaprawy biologiczne (istotność statystyczna efektu kwadratowego wynosiła $\alpha=0,090$). Oznacza to, że średni spadek obsady roślin powodowany zaprawianiem wyniósł $74 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$, a dla kontroli, czyli obiektu, na którym nasiona nie były zaprawiane, wyniósł $62 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$. Ostatnim z analizowanych działań agrotechnicznych, które na tym etapie badań mogło mieć wpływ na obsadę roślin było stosowanie użyźniaczy glebowych. Nie dowiedziono tego statystycznie, ale zaobserwowano tendencję do nieco większej połowej zdolności wschodów (o 6 $\text{szt.} \cdot \text{m}^{-2}$) po zastosowaniu preparatów UG Max i Revital Max Pro.

Tabela 5. Obsada powschodowa roślin gryki [$\text{szt.} \cdot \text{m}^{-2}$] w zależności od badanych czynników

Czynnik	Poziomy czynnika			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Biostymulator (zaprawa)	181	183	184	0,662	0,956
Zaprawa biologiczna	174	188	178	0,663	0,090
Użyźniacz glebowy	186	180	186	0,928	0,329



W opracowaniu nie zamieszczono wpływu badanych czynników eksperymentalnych na cechy morfologiczne młodych roślin gryki.

Pierwszą obserwowaną chorobą, po wschodach roślin gryki, była zgorzel siewek. Choroba ta jest efektem porażenia młodych roślin przez kompleks glebowych grzybów chorobotwórczych: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phyrium*, *Sclerotinia* i innych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono istotne różnice w efekcie ochronnym zastosowanych wariantów zaprawiania nasion i stosowania użyźniaczy glebowych. Spośród 18 kombinacji, 9 ograniczało występowanie zgorzeli siewek. Zauważono, że były to warianty pojedynczo zastosowanych zapraw biologicznych: Polyversum WP i Serenade ASO, biostymulatorów Kelopak SL i Asahi SL oraz łącznego wykorzystania bakterii *Bacillus subtilis* zarówno z biostymulatorem Asahi SL jak i Kelopak SL. Poza tym istotne polepszenie zdrowotności siewek notowano po zastosowaniu użyźniacza glebowego UG Max oraz w przypadku uprzedniego zaprawiania nasion zaprawą biologiczną Polyversum WP i późniejszą aplikacją preparatu UG Max (tab. 6).

Tabela 6. Nasilenie występowania zgorzeli siewek gryki [%] w zależności od zastosowanych kombinacji zapraw biologicznych z biostymulatorami

Kombinacja	Zgorzel podstawy łodyg i korzeni*
Kelopak SL + Polyversum WP	31,0 ^g
Asahi SL + Polyversum WP	26,6 ^f
Kelopak SL + Serenade SC	20,0 ^b
Asahi SL + Serenade SC	13,3 ^a
Revital MaxPro	26,6 ^f
UG Max	20,0 ^b
Kontrola (bez zaprawiania)	26,0 ^f
Kelopak SL	13,3 ^a
Asahi SL	20,0 ^b
Polyversum WP + UG Max	23,3 ^d
Serenade SC + UG Max	26,0 ^{ef}
Polyversum WP + Revital MaxPro	26,6 ^f
Serenade SC + Revital MaxPro	31,3 ^g
Kelopak SL + UG Max	23,3 ^d
Asahi SL + UG Max	26,6 ^f
Kelopak SL + Revital MaxPro	33,3 ^g
Asahi SL + Revital MaxPro	20,0 ^b
Polyversum WP	25,0 ^e
Serenade SC	26,0 ^{ef}

* – średnie oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)

Oceniając wielkość plonu orzeszków gryki, osiągniętego w warunkach eksperymentu ekologicznego, należy uznać go za bardzo duży. Podlegał on statystycznemu wpływowi zasadniczo dwóch badanych czynników, a mianowicie stosowaniu zapraw biologicznych i użyźniaczy glebowych. Zastosowanie biostymulatorów, bez względu na sposób ich aplikacji, nie wpłynęło statystycznie istotnie na plonowanie gryki. Zaprawianie orzeszków gryki szczepem bakterii *Bacillus subtilis*, jak i osporami grzyba *Pythium oligandrum* wpłynęło korzystnie na plonowanie gryki, co potwierdza istotny efekt kwadratowy dla tego czynnika ($\alpha<0,000$). Oznacza to, że zastosowanie zaprawiania w/w mikroorganizmami zwiększa plon orzeszków odpowiednio od 138 do 189 kg·ha⁻¹. Równie interesujący wydaje się wpływ użyźniaczy glebowych zastosowanych w warunkach prowadzenia badań tzn. na bardzo dobrej glebie (czarnoziemie typowym). Ten pozytywny efekt można przypuszczalnie tłumaczyć wzrostem aktywności mikroorganizmów po wniesieniu użyźniaczy glebowych i w efekcie



wzrostem dostępnych form mineralnych azotu w glebie. Pozytywny wpływ użyźniacza glebowego UG Max wywołał wzrost plonu orzeszków gryki w porównaniu do preparatu Revital Max Pro o $202 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Istotny statystycznie efekt kwadratowy dla źródła zmienności, jakim było zaprawianie przed wysiewem orzeszków gryki biostymulatorami (Kelpak SL i Asahi SL), dowodzi wzrostu liczby nasion na roślinie w porównaniu do kontroli odpowiednio o 10,25 i 7,71 szt. Warto również zaznaczyć istotny statystycznie efekt liniowy czynnika zaprawa biologiczna. Zaprawianie orzeszków gryki oosporami grzyba *Pythium oligandrum* zwiększyło średnią liczbę orzeszków na roślinie w porównaniu do zaprawiania szczepem bakterii *Bacillus subtilis* o 5,43 szt. (tab. 7).

Tabela 7. Plonowanie i elementy składowe plonu gryki w zależności od badanych czynników

Czynnik	Poziomy czynnika			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowego	Kwadratowego
Plon orzeszków [kg]					
Biostymulator (zaprawa)	3071	3058	3057	0,822	0,250
Zaprawa biologiczna	3177	2988	3126	0,411	0,000
Użyźniacz glebowy	3186	3041	2984	0,003	0,074
Biostymulator (nalistnie)	3034	3104	2977	0,366	0,476
Obsada przed zbiorem [szt·m ²]					
Biostymulator (zaprawa)	152	169	158	0,675	0,064
Zaprawa biologiczna	148	167	167	0,191	0,116
Użyźniacz glebowy	168	164	155	0,355	0,310
Biostymulator (nalistnie)	157	161	173	0,259	0,562
Liczba nasion na roślinie [szt.]					
Biostymulator (zaprawa)	60,79	50,54	58,25	0,666	0,007
Zaprawa biologiczna	60,66	51,80	55,23	0,360	0,025
Użyźniacz glebowy	54,51	54,67	54,18	0,956	0,263
Biostymulator (nalistnie)	56,55	55,49	50,10	0,278	0,435
MTZ [g]					
Biostymulator (zaprawa)	22,72	22,55	22,64	0,884	0,925
Zaprawa biologiczna	22,31	22,71	22,63	0,531	0,478
Użyźniacz glebowy	22,59	22,53	22,80	0,677	0,873
Biostymulator (nalistnie)	22,52	22,71	22,43	0,853	0,477

Na wartość wskaźnika pokrycia liściowego wpłynął termin wykonania pomiaru ($\alpha < 0,000$) (tab. 8). Wartości wskaźnika pokrycia liściowego rosły w czasie co wskazuje na intensywny rozwój łąnu gryki w okresie objętym pomiarami. Zaobserwowane wartości wskaźnika pokrycia liściowego łąnu gryki powyżej $7,178 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ stwierdzone 15 lipca należy uznać za wyjątkowo duże. Efekt liniowy, bliski statystycznej istotności, podkreśla wpływ zaprawiania, przed siewem, orzeszków gryki biostymulatorami (Kelpak SL, Asahi SL) na wielkość indeksu liściowego. Zaprawianie nasion gryki przed wysiewem nitrofenolami (Asahi SL) zwiększyło średnią wartość wskaźnika pokrycia liściowego w porównaniu do zaprawiania nasion gryki auksynami oraz cytokininami (Kelpak SL) o $0,187 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$. Istotny statystycznie efekt liniowy potwierdza wpływ zaprawy biologicznej zawierającej szczep bakterii *Bacillus subtilis* (Serenade ASO), użytej do zaprawiania orzeszków gryki przed siewem, na średni wskaźnik pokrycia liściowego. W porównaniu do łąnu ukształtowanego przez rośliny wyrosłe z orzeszków zaprawionych oosporami grzyba *Pythium oligandrum* (Polyversum WP) wartość LAI była większa o $0,291 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$. Analiza statystyczna pozwoliła również stwierdzić istotny wpływ czynnika użyźniacz glebowy na wielkość indeksu liściowego gryki ($\alpha = 0,008$). Wartość wskaźnika pokrycia liściowego w efekcie zastosowania użyźniacza glebowego zmniejszyła się w porównaniu do kontroli średnio o $0,196 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$.



Tabela 8. Powierzchnię asymilacyjną łanu gryki w zależności od badanych czynników (synteza z trzech terminów – 15 czerwca, 5 i 15 lipca)

Czynnik	Poziomy czynnika			Poziom istotności efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowego	Kwadratowego
Termin pomiaru	2,936	6,272	7,170	0,000	0,000
Biostymulator (zaprawa)	5,334	5,485	5,521	0,119	0,173
Zaprawa biologiczna	5,348	5,433	5,639	0,015	0,789
Użyźniacz glebowy	5,279	5,547	5,423	0,229	0,008
Biostymulator (nalistnie)	5,505	5,454	5,429	0,527	0,475

W opracowaniu nie zamieszczono wyników analiz zawartości chlorofilu, wybranych parametrów fluorescencji chlorofilu, wartości spektralnych wskaźników łanu czy też parametrów wymiany gazowej roślin gryki.

Tabela 9. Udział roślin z objawami chorób liści [%] w zależności od badanych czynników

Czynnik	Poziomy czynnika			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowego	Kwadratowego
Mączniak rzekomy gryki					
Biostymulator (zaprawa)	30,3	19,5	20,5	0,117	0,681
Zaprawa biologiczna	13,8	26,2	20,2	0,284	0,031
Użyźniacz glebowy	21,8	22,2	22,0	0,968	0,448
Biostymulator (nalistnie)	20,6	23,8	19,4	0,829	0,174
Szara pleśń					
Biostymulator (zaprawa)	21,6	16,8	27,5	0,349	0,280
Zaprawa biologiczna	25,7	19,0	17,8	0,218	0,839
Użyźniacz glebowy	20,8	22,0	15,3	0,380	0,318
Biostymulator (nalistnie)	17,4	24,6	12,1	0,401	0,058
Plamistości liści					
Biostymulator (zaprawa)	52,3	41,2	49,5	0,649	0,728
Zaprawa biologiczna	43,9	45,5	47,3	0,588	0,201
Użyźniacz glebowy	41,2	47,3	45,5	0,496	0,060
Biostymulator (nalistnie)	37,3	55,0	30,1	0,262	0,000

Zastosowane preparaty biologiczne wpływały na ilość roślin porażonych przez poszczególnych sprawców chorób (tab. 9). Na ogół większość zaproponowanych wariantów ochrony była skuteczna w ograniczaniu porażenia liści przez grzyby takie jak: *Peronospora ducometi*, liczne gatunki wywołujące plamistości liści oraz *Botrytis cinerea*. Niemniej jednak zaprawienie nasion gryki biostymulatorem Kelpak SL spowodowało wzrost liczby roślin z objawami mączniaka rzekomego na liściach, bowiem 30% roślin z tego obiektu wykazywało objawy, wobec niespełna 20% roślin pochodzących z obiektu kontrolnego. Blisko dwukrotne zmniejszenie liczebności roślin z objawami tej choroby w odniesieniu do obiektu kontrolnego zaobserwowano po zaprawieniu orzeszków zaprawą biologiczną Polyversum WP. Zmniejszenie nasilenia mączniaka rzekomego uwidoczniło się również po nalistnym zastosowaniu biostymulatorów. Oceniając wpływ poszczególnych preparatów biologicznych na udział roślin z objawami szarej pleśni należy potwierdzić pozytywny wpływ biostymulatora Asahi SL oraz zaprawy biologicznej Poliversum WP. Natomiast ograniczenie nasilenia objawów chorobowych zaobserwowano po zastosowaniu użyźniacza Revital MaxPro oraz po nalistnym zastosowaniu biostymulatorów. Zmniejszenie nasilenia występowania plamistości liści zaobserwowano po zastosowaniu zarówno użyźniaczy glebowych jak i biostymulatorów nalistnie. Z kolei biostymulatory zastosowane jako zaprawy



oddziaływały odmiennie, zwiększając liczebność roślin z objawami plamistości. Uzyskane jednoroczne wyniki nie pozwalają na jednoznaczne określenie wpływu zastosowanych kombinacji na rozwój wymienionych grzybów na liściach gryki.

W opracowaniu nie zamieszczono analizy zdrowotności korzeni, podstawy łodygi i orzeszków gryki oraz analizy ilościowej i jakościowej grzybów zasiedlających poszczególne organy.

Postrzegając liście gryki jako potencjalny surowiec dla przemysłu spożywczego tylko skład chemiczny tej części roślin gryki został omówiony w tym opracowaniu. Przeprowadzona analiza zawartości suchej masy w ziele gryki nie pozwala na wskazanie istotnego wpływu któregośkolwiek z badanych czynników na jej zawartość w liściach gryki (tab. 10). Średnia zawartość suchej masy wynosiła 93,43%, przy rozstępie 93,28-93,64%. Stwierdzono również brak istotnego wpływu większości badanych czynników na zawartość pozostałych badanych składników pokarmowych. Jedynym czynnikiem, który istotnie wpływał na zawartość popiołu surowego był biostymulator stosowany jako zaprawa. Oznacza to, że zaprawienie orzeszków biostymulatorem Kelpak SL spowodowało zwiększenie zawartości popiołu w liściach gryki w porównaniu do zawartości obserwowanej w liściach pozyskanych z orzeszków zaprawionych biostymulatorem Asahi SL o 1,24%.

Tabela 10. Skład podstawowy liści gryki w zależności od badanych czynników

Czynnik	Poziomy czynnika			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Sucha masa					
Biostymulator (zaprawa)	93,32	93,43	93,50	0,218	0,925
Zaprawa biologiczna	93,41	93,47	93,33	0,577	0,499
Użyźniacz glebowy	93,64	93,36	93,37	0,081	0,231
Biostymulator (nalistnie)	93,28	93,43	93,56	0,062	0,994
Popiół					
Biostymulator (zaprawa)	17,41	16,73	16,17	0,050	0,921
Zaprawa biologiczna	16,42	16,98	16,54	0,847	0,272
Użyźniacz glebowy	17,22	16,57	16,78	0,478	0,564
Biostymulator (nalistnie)	16,99	16,85	16,28	0,256	0,552
Białko					
Biostymulator (zaprawa)	23,52	23,46	23,92	0,589	0,655
Zaprawa biologiczna	23,59	23,37	24,07	0,521	0,458
Użyźniacz glebowy	23,08	23,82	23,45	0,619	0,446
Biostymulator (nalistnie)	23,60	23,60	23,47	0,859	0,972
Tłuszcz					
Biostymulator (zaprawa)	5,444	5,688	5,806	0,162	0,787
Zaprawa biologiczna	5,685	5,665	5,623	0,807	0,969
Użyźniacz glebowy	5,680	5,614	5,755	0,766	0,646
Biostymulator (nalistnie)	5,399	5,672	5,892	0,061	0,912
Włókno surowe					
Biostymulator (zaprawa)	9,060	9,033	8,578	0,133	0,8001
Zaprawa biologiczna	9,045	8,925	8,865	0,568	0,543
Użyźniacz glebowy	8,959	8,832	9,180	0,481	0,186
Biostymulator (nalistnie)	9,006	8,835	9,128	0,699	0,192
Bezazotowe wyciągowe					
Biostymulator (zaprawa)	37,87	38,52	39,03	0,063	0,811
Zaprawa biologiczna	38,67	38,52	38,23	0,473	0,806
Użyźniacz glebowy	38,70	38,52	38,21	0,420	0,809
Biostymulator (nalistnie)	38,26	38,46	38,78	0,396	0,993



Wpływ zastosowania biostymulatorów wzrostu, zaprawy biologicznej, użyźniaczy glebowych i ich kombinacji na aa i całkowitą zawartość polifenoli przedstawiono w tabeli 11. W przypadku zastosowania biostymulatora Asahi SL (jako zaprawy) stwierdzono znaczący wzrost aa liści gryki mierzonej metodą FRAP w 4 minucie od zapoczątkowania reakcji, a zastosowanie zaprawy biologicznej Serenade ASO obniżyło potencjał antyoksydacyjny liści gryki mierzonej tą metodą. Zaobserwowano również tendencję wzrostową dla wartości aa pod wpływem zastosowanych użyźniaczy glebowych (poziom istotności efektu kwadratowego 0,098). Zaobserwowano także odmienny wpływ biostymulatorów stosowanych nalistnie na aa liści gryki. Pod wpływem preparatu Kelpak SL wartość aa liści gryki zmniejszała się w odniesieniu do aa obiektu kontrolnego, a po zastosowaniu preparatu Asahi SL wartość aa zwiększała się w porównaniu do aa obiektu kontrolnego.

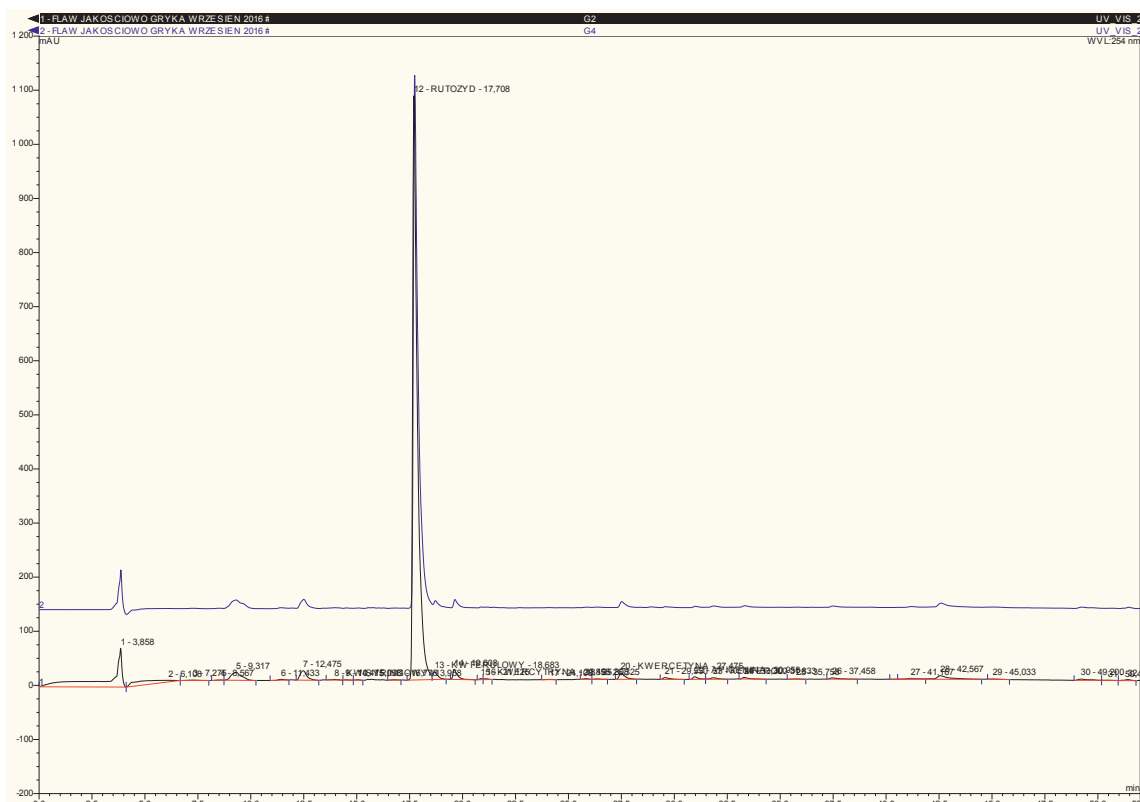
Analizując aa dwóch frakcji związków zawartych w liściach gryki, mianowicie frakcji hydro- i lipofilnej stwierdzono, że badane czynniki na ogół nie wpływały w sposób statystycznie istotny na ich wartości. Jedynym odstępstwem jest wyraźny wpływ zastosowania któregośkolwiek z użyźniaczy glebowych na wartość aa frakcji hydrofilowej (poziom istotności efektu kwadratowego 0,029).

Wśród biostymulatorów stosowanych jako zaprawy wpływ na zwiększenie zawartości związków polifenolowych w liściach gryki miało zastosowanie tylko biostymulatora Asahi SL w przeciwieństwie do biostymulatora Kelpak SL, który jako zaprawa zmniejszał zawartość tej grupy związków w liściach. Kolejne dwa badane czynniki, czyli stosowanie zapraw biologicznych oraz użyźniaczy glebowych, nie różnicowały statystycznie całkowitej zawartości związków polifenolowych w liściach gryki. Biostymulatory stosowane nalistnie, podobnie jak stosowane jako zaprawy, odmiennie kształtowały całkowitą zawartość związków polifenolowych w liściach gryki. W odniesieniu do zawartości związków polifenolowych zawartych w liściach pochodzących z obiektu kontrolnego biostymulator Kelpak SL obniżał (do $68,62 \mu\text{M GAE}\cdot\text{g}^{-1}$), a biostymulator Asahi zwiększał (do $82,87 \mu\text{M GAE}\cdot\text{g}^{-1}$) zawartość tych związków w liściach gryki.

Na zawartość rutozydu w liściach gryki największy wpływ miało zastosowanie w uprawie biostymulatora Asahi SL (zarówno jako zaprawy, jak i nalistnie) oraz zaprawy biologicznej Polyversum WP. Zastosowanie tych preparatów biologicznych spowodowało wzrost zawartości rutozydu w liściach gryki w odniesieniu do zawartości tego związku w liściach pochodzących z obiektów kontrolnych (tab. 12). Można również zauważyć tendencję wzrostową zawartości rutozydu w liściach po zastosowaniu użyźniaczy glebowych, zarówno UG Max jak i Revital MaxPro, ale nie udokumentowaną statystycznie.

Jak wynika z złożonych dwóch chromatogramów (jeden dla wyciągu z liści roślin wyrosłych z nasion zaprawianych zaprawą biologiczną Serenade ASO, a drugi dla zaprawianych zaprawą biologiczną Polyversum WP) (rys. 2) w liściach gryki absolutnie dominującym związkiem polifenolowym jest rutyna. Ilość innych związków z tej dużej grupy była minimalna.





Rysunek 2. Porównawcza analiza jakościowa chromatogramów HPLC wyciągów z liści gryki, której orzeszki zaprawiano preparatami Polyversum (czarny) i Serenade (niebieski)

W opracowaniu nie przedstawiono analizy jakościowej fenolokwasów i flawonoidów zawartych w liściach gryki. Nie przedstawiono również analizy składu chemicznego orzeszków, obejmującej ten sam zakres analiz.

Tabela 11. Potencjał antyoksydacyjny (mierzony metodą FRAP po 4, metodą ACW i ACL) oraz całkowita zawartość związków polifenolowych w liściach gryki w zależności od badanych czynników

Czynnik	Poziomy czynnika			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowego	Kwadratowego
FRAP 4 [$\mu\text{M Fe} \cdot \text{g}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	60,02	68,26	73,93	0,079	0,897
Zaprawa biologiczna	71,80	67,68	63,59	0,290	0,751
Użyźniacz glebowy	67,94	63,44	78,03	0,195	0,098
Biostymulator (nalistnie)	58,80	69,43	72,21	0,089	0,800
TP [$\mu\text{M GAE} \cdot \text{g}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	68,83	78,15	80,36	0,099	0,646
Zaprawa biologiczna	79,35	76,92	72,93	0,350	0,995
Użyźniacz glebowy	76,77	73,33	84,48	0,263	0,197
Biostymulator (nalistnie)	68,62	77,23	82,87	0,044	0,902
ACW [$\mu\text{M v.C} \cdot \text{g}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	450,1	486,4	486,0	0,452	0,997
Zaprawa biologiczna	485,0	477,3	473,8	0,812	0,635
Użyźniacz glebowy	493,1	439,6	560,0	0,176	0,029
Biostymulator (nalistnie)	445,2	493,5	473,0	0,557	0,701
ACL ($\mu\text{M TRX} \cdot \text{g}^{-1}$)					
Biostymulator (zaprawa)	3,313	3,450	3,465	0,555	0,750



Zaprawa biologiczna	3,303	3,430	3,525	0,393	0,902
Użyźniacz glebowy	3,482	3,419	3,373	0,672	0,986
Biostymulator (nalistnie)	3,288	3,103	3,607	0,229	0,889

Tabela 12. Zawartość rutozydu [$\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$] w liściach gryki w zależności od badanych czynników

Czynnik	Poziomy czynnika			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowego	Kwadratowego
Biostymulator (zaprawa)	1313,0	1466,9	1592,9	0,046	0,976
Zaprawa biologiczna	1586,2	1479,3	1288,6	0,034	0,799
Użyźniacz glebowy	1518,9	1395,7	1565,0	0,739	0,210
Biostymulator (nalistnie)	1282,9	1491,8	1560,8	0,047	0,631

Podsumowanie

W każdym sezonie wegetacyjnym warunki atmosferyczne, charakteryzujące się dużą zmiennością, modyfikują oddziaływanie czynników agrotechnicznych. Między innymi z tego względu wyniki jednorocznych doświadczeń polowych nie dają podstawy do formułowania wniosków, a tym bardziej zaleceń technologicznych. Z kolei pozostała część badań zrealizowana w oparciu o eksperyment laboratoryjny pozwala na wnioskowanie i formalizowanie zaleceń.

Przeprowadzone badanie elektroprzewodnictwa wód nastoinowych pozwoliło na wskazanie preparatów do zaprawiania nasion w oparciu o ich korzystny wpływ na wigor, polową zdolność wschodów, plon oraz jakość kiełków, ziela i orzeszków. Wskazano również odmianę, której nasiona w szybszym tempie uwalniały eksudaty. Biopreparaty Serenade ASO oraz Kelpak SL wyraźnie zmniejszają wpływ eksudatów. Z kolei odmiana Kora odznaczała się znacznie mniejszym wigorem z powodu większego wysięku eksudatów z orzeszków.

Wykonana analiza mykologiczna, zarówno ilościowa jak i jakościowa, kiełków gryki wskazała na większą przydatność do uprawy, z przeznaczeniem na kiełki, odmiany Kora. Grzyby pleśniowe w tym szczególnie toksynotwórcze gatunki (*Penicillium commune*, *P. digitatum*, *P. expansum*, *P. italicum*, *Aspergillus fumigatus*, *A. terreus*, *Alternaria alternata*) z dwukrotnie większą częstotliwością zasiedlały kiełki odmiany Panda. W warunkach *in vitro* wszystkie zaproponowane warianty zaprawiania z wykorzystaniem biostymulatorów i biopreparatów poprawiały czystość mikrobiologiczną kiełków badanych odmian gryki. Jednakże niezależnie od odmiany najlepszą czystość kiełków (korzenie, liścienie) gwarantuje zaprawienie orzeszków biopreparatem na bazie *Bacillus subtilis* (Serenade ASO) lub jego łączne zastosowanie z biostymulatorem Asahi SL, który również można rekomendować do samodzielnego zaprawiania orzeszków gryki.

Spośród badanych odmian gryki kiełki odmiany Panda odznaczały się większą zawartością białka, tłuszczu, włókna surowego i wszystkich ocenianych frakcji włókna pokarmowego. Natomiast kiełki odmiany Kora cechowały się korzystniejszym składem mineralnym. W największym stopniu zawartość poszczególnych frakcji włókna pokarmowego w kiełkach modyfikowało łączne zaprawianie orzeszków biostymulatorem Asahi SL i biopreparatem Polyversum WP. Najkorzystniejszy wpływ na zwiększenie ilości badanych pierwiastków w kiełkach gryki miały biostymulatory: Asahi SL, Kelpak SL oraz preparat biologiczny Polyversum WP stosowane do indywidualnego zaprawiania orzeszków. Ponadto indywidualne zastosowanie do zaprawiania zarówno biopreparatów jak i biostymulatorów sprzyja zwiększeniu koncentracji makro- i mikroskładników, z wyjątkiem fosforu i molibdenu. Niezależnie od kombinacji zaprawiania, kiełki odmiany Kora zawierały



więcej sodu, cynku, żelaza, miedzi i manganu. Jednocześnie dla odmiany Kora zaznaczyła się tendencja do zwiększania koncentracji składników odżywczych w kielkach pochodzących z obiektów gdzie do zaprawiania oddzielnie stosowano biostymulatory i biopreparaty. Z kolei efekt odwrotny obserwowano dla odmiany Panda.

Kielki gryki wykazują bardzo silną aktywność antyoksydacyjną, która może być wzmagana przez odpowiednią stymulację i ochronę kielków. Kielki gryki są niskokaloryczne, a zarazem bogate w składniki odżywcze. Stosowanie zapraw biologicznych skutkuje zwiększeniem zawartości w nich rutozydu i niektórych kwasów organicznych. Kombinacja Asahi SL + Polyversum WP oraz Kelpak SL i Asahi SL wydają się mieć największy wpływ na zróżnicowanie ilości rutozydu i kwasów organicznych w kielkach. Zaprawienie orzeszków preparatem Serenade ASO wpłynęło na znaczne zwiększenie stężenia kwasu szczawiowego w kielkach.

Analizując polową zdolność wschodów stwierdzono brak wpływu biostymulatorów (Kelpak SL, Asahi SL) i niekorzystny wpływ zapraw biologicznych (Polyversum WP, Serenade ASO) na ten fragment ontogenezy. Jednakże dane o masie młodocianych roślin gryki wyraźnie wskazują, że ich większym masom towarzyszy mniejsza obsada, co uznać należy za zjawisko wyjątkowo pozytywne, z punktu widzenia kształtowania architektury łanu gryki. Wnioski te nie rozciągają się na obsadę przed zbiorem, bowiem o ile nadal utrzymuje się lekko negatywny wpływ biostymulatorów (Kelpak SL, Asahi SL), o tyle korzystny wpływ zapraw biologicznych nasila się. Pozytywnym oddziaływaniem cechuje się zaprawa Serenade ASO, a negatywnym zaprawa Polyversum WP.

Analizując wpływ badanych biostymulatorów i biopreparatów na cechy morfologiczne młodocianych roślin gryki należy stwierdzić, że był on jednoznacznie pozytywny. Uogólniając, wśród biostymulatorów nieco korzystniej na morfologię roślin oddziaływał preparat Asahi SL, a wśród zapraw biologicznych zaprawa Polyversum WP. Sformułowanie to znajduje potwierdzenie w stwierdzonych wpływach tych preparatów na masę rośliny, jej wysokość oraz ulistnienie (postrzegane nie tylko jako powierzchnia asymilacyjna, ale również liczebność liści).

Polowa ocena zdrowotności siewek gryki dowiodła, że najlepszy efekt ochrony przed zgorzelą uzyskuje się po zastosowaniu do zaprawiania nasion biostymulatora zawierającego cytokininy i auksyny (Kelpak SL) lub zaprawy biologicznej Serenade ASO wraz z biostymulatorem Asahi SL. Ponadto do istotnego ograniczenia rozwoju zgorzeli siewek mogą przyczyniać się, w takim samym stopniu, następujące warianty zaprawiania nasion: indywidualnie preparaty Asahi SL, Revital Max Pro, UG Max, a także łączne zaprawianie biostymulatorem Kelpak SL i zaprawą biologiczną Serenade ASO. Spośród występujących w sezonie wegetacyjnym chorób infekcyjnych na liściach gryki w największym nasileniu pojawiła się plamistość (46%), a mączniaka rzekomego i szarą pleśń stwierdzono średnio na 20% roślin. Stopień opanowania liści przez sprawców wymienionych chorób był modyfikowany przez rodzaj i sposób stosowania biopreparatów, biostymulatorów i użyźniaczy glebowych. Testowane warianty ochrony różnie oddziaływały na poszczególne jednostki chorobowe, dlatego nie można jednoznacznie wskazać, z którego obiektu rośliny były najzdrowsze. Poza tym należy pamiętać, że bazujemy na wynikach jednorocznych, a aktywność preparatów w dużej mierze zależy od warunków hydrotermicznych, które w każdym sezonie mają inny przebieg. Na ogół większość kombinacji sprzyjała lepszej zdrowotności liści gryki. Najmniejsze nasilenie porażenia liści gryki przez *Botrytis cinerea*, *Peronospora ducometi* i kompleks grzybów wywołujących plamistość liści, stwierdzono dla 4 kombinacji obejmujących zaprawianie nasion preparatami biologicznymi: Polyversum WP, Serenade ASO oraz późniejsza nalistna aplikacja biostymulatorów Asahi SL i Kelpak SL. Generalnie zabiegi opryskiwania biostymulatorami w szczególności zaś preparatem Asahi SL ograniczały rozwój grzybów patogenicznych na gryce. Potwierdza to również obszerna



analiza mykologiczna porażonych organów gryki (liście, korzenie, nasiona). Średnio zbiorowiska grzybów wyizolowane z liści tych kombinacji były o połowę mniej liczne w porównaniu z kontrolą. We wszystkich kombinacjach zgorzel podstawy i korzeni wystąpiła z mniejszą częstotliwością niż w kontroli. Reasumując, zaproponowane biopreparaty, biostymulatory i użyźniacze glebowe oraz sposoby ich aplikacji poprawiają zdrowotność liści, podstawy łodygi i korzeni, a przede wszystkim ograniczają liczebność populacji grzybów zasiedlających liście i nasiona, co ma istotne znaczenie przy wykorzystaniu tych surowców na cele konsumpcyjne.

Podjętą ocenę wpływu badanych czynników agrotechnicznych na wielkość i jakość surowca w oparciu o jednoroczny eksperyment polowy uogólnienia należy wyprowadzać bardzo uważnie. Podsumowując należy potwierdzić korzystny wpływ stosowanych zapraw biologicznych (szczególnie Polyversum WP) oraz użyźniacza glebowego UG Max na poprawę stanu fizjologicznego roślin. Korzystnie oddziaływały również biostymulatory (Kelpak SL, Asahi SL). Zaobserwowane zmiany w plonie orzeszków są pochodną logicznych zmian wśród elementów składowych plonu oraz parametrów fizjologicznych łanu i cech morfologicznych roślin. Uzyskane wyniki wskazują zarówno na zróżnicowany poziom aktywności fotosyntetycznej (parametry fluorescencji chlorofilu a i wymiany gazowej) gryki w fazie pąkowania i w fazie kwitnienia, jak i na odmienną reakcję aparatu fotosyntetycznego na zastosowane biopreparaty.

Analiza statystyczna potwierdziła wpływ biostymulatorów i biopreparatów na skład mineralny liści i orzeszków gryki. Wpływy te były zmienne w odniesieniu do badanych pierwiastków, ale najczęściej wzrostowi ich koncentracji sprzyjało stosowanie nalistnie biostymulatora Kelpak SL i zapraw biologicznych, ze wskazaniem na zaprawę Polyversum WP.

W świetle dokonanych analiz merytorycznych zebranego materiału badawczego można sformułować zalecenie stosowania zapraw biologicznych (Polyversum WP, Serenade ASO) do moczenia (zaprawiania) przez 30 min. orzeszków gryki w roztworach zapraw o stężeniach zalecanych przez producenta. Dalsze badania z tego zakresu mogą pozwolić na zweryfikowanie przydatności do łącznego zaprawiania orzeszków gryki biopreparatami i biostymulatorami w obecności użyźniaczy glebowych.

Osoba odpowiedzialna za projekt badawczy:
dr hab. inż. Robert Witkowicz

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Instytut Produkcji Roślinnej, Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin
Kontakt: e-mail r.witkowicz@ur.krakow.pl, tel. 12 662 43 85

Sprawozdanie z badań zrealizowanych w 2016 roku znajduje się na stronie internetowej:
<http://wre.ur.krakow.pl/projekty-zrealizowane.html>

Nr decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:
HORre-msz-078-24/16 (242) z dnia 30.05.2016 r.



UNIwersYTET EKONOMICZNY W POZNANIU

1

Postawy etnocentryczne konsumentów
(w ujęciu lokalnym), a szanse i bariery rozwoju
rynku żywności ekologicznej



UNIwersytet
EKONOMICZNY
W POZNANIU

**Postawy etnocentryczne konsumentów (w ujęciu lokalnym)
a szanse i bariery rozwoju rynku żywności ekologicznej”
- streszczenie raportu z badań**

Autorzy:

dr Renata Nestorowicz

prof. dr hab. Bogna Pilarczyk

dr hab. Ewa Jerzyk, prof. UEP

dr Anna Rogala

mgr Aneta Disterheft

Poznań, listopad 2016

al. Niepodległości 10,

61-875 Poznań

tel. + 48 61 856 90 00

NIP: 777-00-05-497

REGON 00000-1525



Metodyka badań

W ramach przeprowadzonych badań sprawdzono, jak etnocentryzm konsumencki w ujęciu lokalnym wpływa na postawy i zachowania zakupowe konsumentów żywności ekologicznej oraz jak przekłada się na szanse i bariery rozwoju rynku żywności ekologicznej w Polsce. Dla realizacji celu głównego postawiono 4 szczegółowe cele badawcze:

- określenie, w jaki sposób postawy etnocentryczne konsumentów wpływają na decyzje zakupowe w odniesieniu do żywności ekologicznej;
- określenie preferencji konsumentów żywności ekologicznej w odniesieniu do miejsca pochodzenia (lokalne, krajowe, globalne) kupowanych produktów;
- określenie percepcji oraz wpływu elementów opakowania sugerujących ekologiczne i lokalne, regionalne pochodzenie produktów żywnościowych na preferencje zakupu konsumentów;
- określenie szans i barier rozwoju rynku żywności ekologicznej w Polsce.

W procesie zbierania danych (wrzesień-październik 2016r.) wykorzystano zróżnicowane metody badawcze:

- ilościowe, w których respondentami były osoby odpowiedzialne za zakupy żywności w gospodarstwie domowym:
 - bezpośredni wywiad ustrukturyzowany (CAPI), przeprowadzony wśród reprezentatywnej grupy 577 respondentów mieszkających w miastach o liczbie ludności powyżej 50 tys. mieszkańców;
 - ankietę internetową (skierowaną do konsumentów zainteresowanych żywnością ekologiczną), którą wypełniło 187 osób, z czego w analizie uwzględniono 146 kompletnie wypełnionych kwestionariuszy.
- jakościowe: wywiady pogłębione z konsumentami żywności ekologicznej (30 osób), producentami (18 podmiotów) i dystrybutorami ekożywności (6 podmiotów),
- neuromarketingowe: okulografia (eyetracking) i GSR (reakcja skórno-galwaniczna). W badaniu okulograficznym wzięło udział 87 osób, a badaniu GSR poddano 56 respondentów.

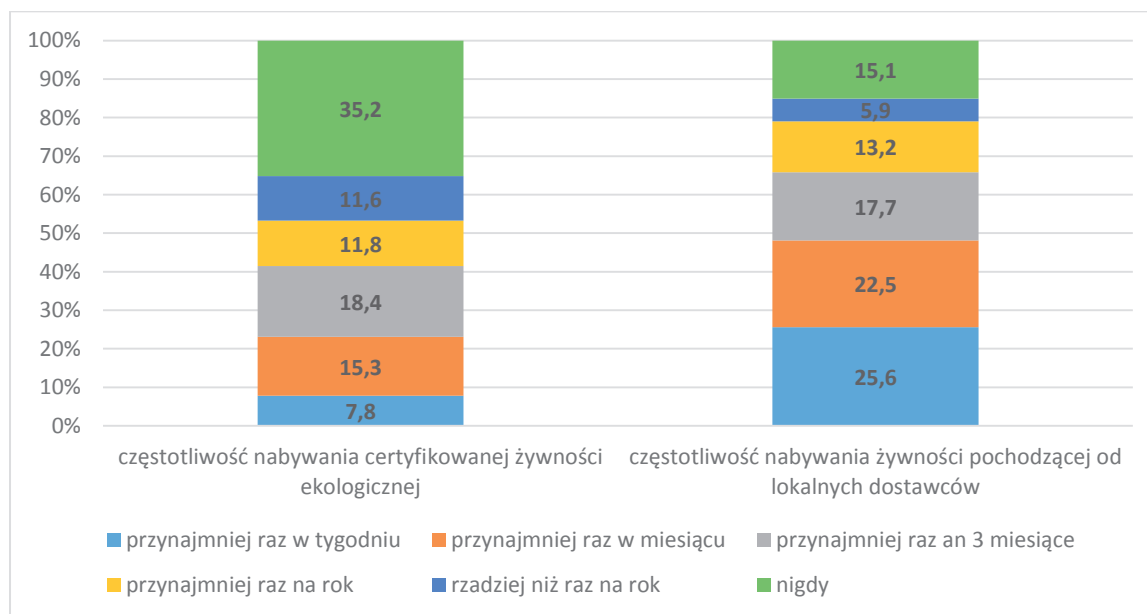
Triangulacja metod badawczych pozwoliła na bardziej dogłębne spojrzenie na problem badawczy.

Wyniki badań ilościowych



Jednym z głównych obszarów zainteresowań było stwierdzenie, jak często respondenci mieszkający w dużych miastach kupują żywność ekologiczną i lokalną. Jak widać na wykresie 1, zdecydowanie więcej respondentów deklarowało regularne zakupy żywności pochodzącej od lokalnych dostawców, niż żywności z ekologicznymi certyfikatami.

Wykres 1. Częstotliwość kupowania certyfikowanej żywności ekologicznej oraz żywności pochodzącej od lokalnych dostawców/ z regionu, w którym mieszka respondent



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ogólnopolskich N = 577.

W przypadku badań internetowych, w których z założenia brały udział osoby bardziej zainteresowane żywnością ekologiczną, częstotliwość zakupu zarówno żywności ekologicznej jak i lokalnej wyglądała odmiennie. Prawie 60% badanych kupowała żywność ekologiczną przynajmniej raz w tygodniu, a kolejne 26% - przynajmniej raz w miesiącu. Nigdy takiej żywności nie kupowało 1,4% badanych. Podobnie wyglądała struktura odpowiedzi w odniesieniu do zakupu żywności pochodzącej od lokalnych dostawców.

Zapytano respondentów o to, jakie informacje są dla nich istotne przy wyborze artykułów żywnościowych. Średnie ocen zostały zaprezentowane w tabeli 1.

Tabela 1. Waga informacji przy wyborze produktów żywnościowych.

Informacja	Mieszkańcy dużych miast (wywiady bezpośrednie)	Konsumenci zainteresowani żywnością ekologiczną (badanie internetowe)
Żywność wyprodukowana w Polsce	4,00	4,21
Żywność wytworzona w sposób tradycyjny	3,94	4,16
Żywność pochodząca z regionu, w którym mieszka respondent	3,58	3,55
Odległość, jaką żywność pokonuje od producenta do miejsca sprzedaży	3,42	3,58



Certyfikat ekologiczny	3,44	4,02
------------------------	------	------

Skala: od 1 (w ogóle nieważna) do 5 (bardzo ważna).

Źródło: badania ankietowe bezpośrednie i internetowe.

W obydwu badaniach, respondenci wykazali się dość wysokim poziomem etnocentryzmu lokalnego. W największym stopniu ten etnocentryzm był kształtowany przez postawy wspierające rozwój lokalnej gospodarki i lokalnych miejsc pracy. Natomiast badane osoby były mniej skłonne do płacenia więcej za żywność pochodzącą z ich regionu. Na podstawie uzyskanych odpowiedzi, nie można wskazać, co jest istotniejsze: pochodzenie produktu od lokalnego dostawcy czy certyfikat żywności ekologicznej. Obydwe cechy produktu wzajemnie się przenikają i można przypuszczać, że dodają wartości produktom, które mogą wykazać się obiema tymi cechami jednocześnie.

Badania ogólnopolskie (wywiady ustruktrowane bezpośrednie) wskazały, że istnieje związek między częstotliwością nabywania żywności ekologicznej, a postawą etnocentryczną w ujęciu lokalnym. Kupujący żywność ekologiczną regularnie (co najmniej raz w tygodniu) przejawiali bardziej natężone postawy etnocentryczne niż osoby kupujące taką żywność okazjonalnie lub nie kupujące jej w ogóle (tabela 2). Biorąc pod uwagę nasilające się w polskim społeczeństwie postawy etnocentryczne, szczególnie w odniesieniu do żywności [Nestorowicz i Kaniewska-Sęba 2014] można przypuszczać, że będą one miały pozytywny wpływ na zainteresowanie żywnością ekologiczną. Aby ten trend wykorzystać należy w miarę możliwości podkreślać w komunikacji marketingowej polskie i lokalne pochodzenie danego produktu ekologicznego.

Tabela 2. Konsumenci żywności ekologicznej a postawy etnocentryczne

Stwierdzenie	Średnia	Częstotliwość kupowania żywności ekologicznej					
		A	B	C	D	E	F
Wolę kupować żywność z mojego regionu niż z innych regionów Polski.	3,65	4,33	3,67	3,61	3,69	3,57	3,52
Kupując produkty żywnościowe od lokalnych producentów, wspieram lokalne miejsca pracy.	3,97	4,36	4,14	3,90	3,87	4,06	3,86
Kupując żywność od lokalnych producentów, wspieram rozwój lokalnej gospodarki	3,96	4,36	4,18	3,91	3,94	3,97	3,80
Jestem skłonny zapłacić więcej za żywność wyprodukowaną w regionie, w którym mieszkam	3,31	3,89	3,34	3,49	3,46	3,34	3,01
Żywność od lokalnych dostawców jest wyższej jakości niż ta pochodząca z innych regionów Polski	3,47	3,78	3,37	3,57	3,59	3,45	3,36
Certyfikat ekologiczny budzi większe zaufanie niż informacja, że żywność pochodzi od lokalnego dostawcy	3,52	3,93	3,66	3,62	3,49	3,58	3,30



Wolę kupić żywność od lokalnego dostawcy, nawet gdy nie ma ona certyfikatu ekologicznego	3,66	4,00	3,73	3,57	3,71	3,61	3,60
Stwierdzenie	Średnia	Częstotliwość kupowania żywności ekologicznej					
		A	B	C	D	E	F
Jeżeli żywność ma certyfikat ekologiczny, to nie jest ważne z jakiego rejonu Polski pochodzi	3,65	3,96	3,80	3,69	3,69	3,66	3,49
W sklepie, w którym najczęściej robię zakupy, trudno znaleźć produkty pochodzące od lokalnych dostawców	3,42	3,60	3,41	3,37	3,53	3,58	3,32
W sklepie, w którym najczęściej robię zakupy, trudno znaleźć produkty ekologiczne	3,53	3,60	3,40	3,50	3,69	3,85	3,44
Brakuje mi informacji na temat żywności ekologicznej	3,37	3,78	3,50	3,50	3,57	3,37	3,08

Legenda: Częstotliwość kupowania żywności ekologicznej: A – przynajmniej raz w tygodniu, B – przynajmniej raz w miesiącu, C – przynajmniej raz na 3 miesiące, D – przynajmniej raz na rok, E – rzadziej niż raz na rok, F – nigdy. Skala odpowiedzi: 1-5, gdzie 1- zdecydowanie nie, a 5 – zdecydowanie tak.

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ogólnopolskich N = 577.

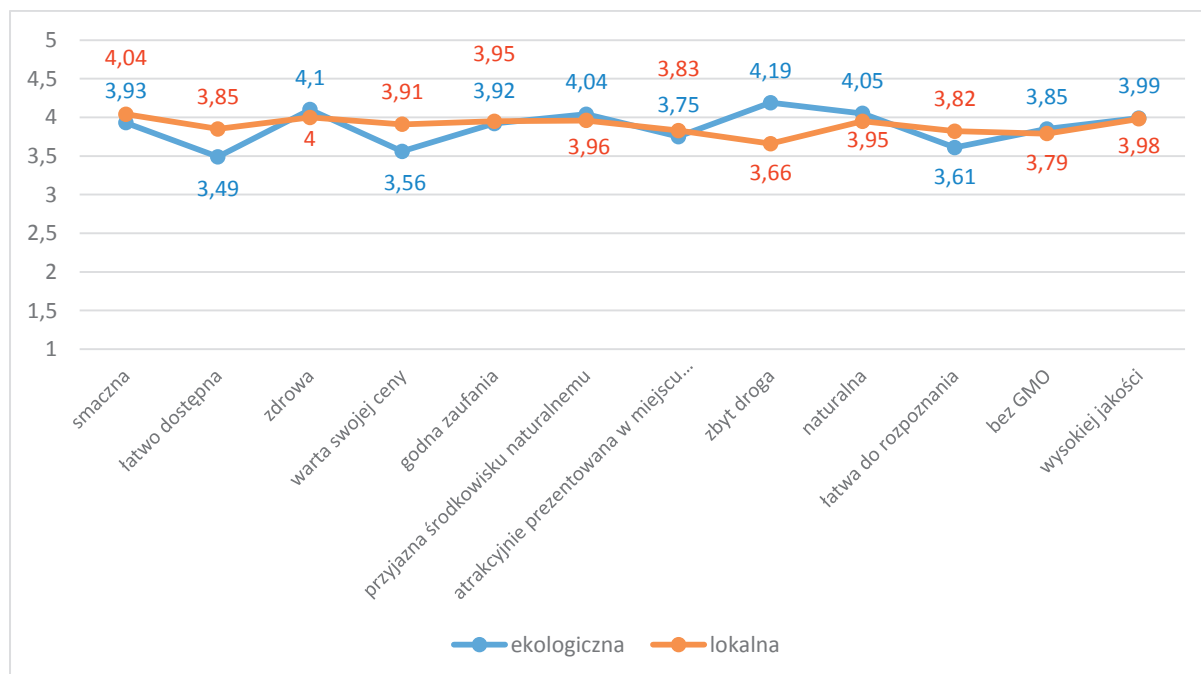
Również w badaniach internetowych, w których wzięły udział osoby szczególnie zainteresowane żywnością ekologiczną, które częściej niż ogół społeczeństwa nabywają taką żywność, zauważono wysoką skłonność do etnocentryzmu w ujęciu lokalnym. Widoczne było również to, że w tej grupie nie tylko więcej osób kupowało żywność ekologiczną, ale również żywność pochodzącą od lokalnych dostawców. Oznacza to, że wspieranie sprzedaży produktów ekologicznych można osiągnąć poprzez podkreślanie lokalnego pochodzenia żywności łącznie z przekazywaniem informacji o posiadanych certyfikatach ekologicznych.

Niepokojąca dla producentów żywności ekologicznej może być obserwacja, że żywność ekologiczna i lokalna są postrzegane bardzo podobnie. Respondenci nie dostrzegają wyróżniających żywność ekologiczną cech. Jedyne różnice dotyczą wysokich cen i trudniejszego dostępu do tej żywności (wykres 2). Oznacza to, że konsumenci, którzy nie widzą istotnych różnic między żywnością ekologiczną a lokalną, będą chętniej sięgali po tę tańszą i łatwiej dostępną. Konieczne jest zatem prowadzenie kampanii edukacyjnych, które wskazywałyby na wyróżniki żywności ekologicznej, które uzasadniałyby płacenie za nią wyższej ceny. Na pewne braki w wiedzy na temat żywności ekologicznej wskazują również odpowiedzi respondentów dotyczące zawartości GMO w żywności ekologicznej (nie wszyscy respondenci byli w stanie odpowiedzieć, czy żywność ekologiczna to żywność bez zawartości składników modyfikowanych genetycznie). Temat GMO jest obecnie bardzo popularny i można go wykorzystać w kampanii informacyjnej. Kampania informacyjno-edukacyjna na temat żywności ekologicznej mogłaby wpisać się w problematykę interesującą wielu



konsumentów, nagłaśnianą przez media i jednocześnie wykorzystać dyskusję na temat żywności z GMO dla celów promujących żywność z certyfikatem ekologicznym.

Wykres 2. Postrzeganie żywności ekologicznej i pochodzącej od lokalnych producentów.



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ogólnopolskich N = 577.

Ponadto należy zauważyć, że respondenci niezbyt pozytywnie ocenili poziom cen produktów ekologicznych, ich dostępność oraz dostęp do informacji na ich temat. O ile respondenci regularnie kupujący żywność ekologiczną bardziej krytycznie odnosili się do poziomu cen w ogóle, to lepiej, w porównaniu do pozostałych grup oceniali stosunek jakości do ceny. Oznacza to, że konsumenci są przekonani do jakości kupowanych przez siebie produktów ekologicznych, takiej pewności natomiast brakuje nabywcom okazjonalnym i osobom, które takiej żywności nie kupują w ogóle. Wysoka cena żywności ekologicznej może być rozpatrywana w dwojaki sposób. Z jednej strony jako sygnał wysokiej jakości produktów, ale z drugiej, aby mogła być zaakceptowana przez szerokie grono konsumentów, powinna być wsparta dostarczaniem konsumentom wartościami dodanymi. Z przeprowadzonych badań wynika jednak, że zdecydowana większość konsumentów nie widzi tych wartości dodanych w porównaniu do żywności pozyskiwanej od lokalnych dostawców. I tutaj pojawia się kwestia komunikowania wartości, dostarczania wiarygodnych informacji. Co ciekawe, to osoby systematycznie kupujące żywność ekologiczną w największym stopniu zwracały uwagę na niedostatki w tym zakresie. Znaczącą barierą rozwoju rynku żywności ekologicznej



w Polsce jest nadal, zdaniem respondentów, dostępność tego typu produktów. Szczególną uwagę zwróciły na ten fakt osoby biorące udział w badaniach jakościowych.

W badaniu internetowym, w którym brały udział osoby szczególnie zainteresowane żywnością ekologiczną zapytano respondentów o preferencje dotyczące pochodzenia produktów żywnościowych. Ponad 58% z ankietowanych woli kupować żywność krajową. Z kolei 41,1% badanych przyznaje, że w przypadku niektórych produktów preferuje te pochodzące z zagranicy, a w odniesieniu do innych – krajowe. Tylko 0,7% respondentów uznało, iż pochodzenie żywności nie ma dla nich znaczenia. Nikt z badanych nie preferuje produktów zagranicznych. Takie wyniki świadczą o dobrym wizerunku polskich produktów żywnościowych wśród krajowych konsumentów. Badanych poproszono także o wyrażenie opinii na temat żywności ekologicznej zagranicznych marek, w porównaniu do marek polskich. Zestawienie udzielonych odpowiedzi przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Opinie respondentów na temat żywności ekologicznej zagranicznych marek w stosunku do marek polskich

Żywność ekologiczna zagranicznych marek jest:	średnia	% respondentów				
		1	2	3	4	5
łatwiej dostępna, niż żywność produkowana lokalnie	3,49	6,8	13,7	28,8	24,7	26,0
smaczniejsza, niż żywność produkowana lokalnie	2,05	32,2	36,3	26,0	4,8	0,7
zdrowsza, niż żywność produkowana lokalnie	2,03	36,3	30,8	28,1	3,4	1,4
atrakcyjniej prezentowana w miejscu zakupu, niż żywność produkowana lokalnie	3,24	9,6	21,2	22,6	28,8	17,8
tańsza, niż żywność produkowana lokalnie	2,52	22,6	24,0	36,3	13,0	4,1
łatwiejsza do rozpoznania w punkcie sprzedaży, niż żywność produkowana lokalnie	3,11	9,6	20,5	31,5	26,0	12,3
wyższej jakości, niż żywność produkowana lokalnie	2,21	30,1	30,8	28,8	8,2	2,1

Skala: 1 – zdecydowanie się nie zgadzam, 2 – raczej się nie zgadzam, 3 – ani się zgadzam ani się nie zgadzam, 4 – raczej się zgadzam, 5 – zdecydowanie się zgadzam.

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań internetowych N=146

Zdaniem większości respondentów żywność ekologiczna zagranicznych marek jest łatwiej dostępna od tej produkowanej w Polsce. Jest ona również atrakcyjniej prezentowana w miejscu zakupu. Należy podkreślić, iż większość ankietowanych uważa, że zagraniczne, ekologiczne produkty żywnościowe nie są zdrowsze, smaczniejsze czy wyższej jakości niż żywność produkowana lokalnie. Oznacza to, że percepcja krajowych, ekologicznych produktów żywnościowych jest lepsza od tych produkowanych zagranicą. Stwarza to duże możliwości konkurencji z ofertą zagraniczną. Konieczne jest natomiast wdrożenie działań



zwiększających dostępność oraz atrakcyjność prezentacji wspomnianych produktów. Biorąc pod uwagę, iż dla zdecydowanej większości konsumentów, bardzo ważny jest kraj pochodzenia żywności, lokalni producenci, mimo niewspółmiernie mniejszych budżetów, mają możliwość konkurowania z zagranicznymi wytwórcami produktów ekologicznych. Muszą jednak uważać na zagrożenie ze strony niecertyfikowanych produktów lokalnych, gdyż zbliżona percepcja obu kategorii wśród konsumentów sprawia, iż mogą być one traktowane jak substytuty.

Wśród kwestii, którymi należałoby zająć się jak najszybciej, znalazły się m.in.:

- zwiększenie dostępności żywności ekologicznej w różnych punktach sprzedaży, nie tylko w sklepach z ekologiczną żywnością;
- podniesienie atrakcyjności prezentacji produktów ekologicznych w punktach sprzedaży;
- zwiększenie rozpoznawalności ekologicznych produktów żywnościowych na półkach sklepowych.
- zwrócenie większej uwagi na podkreślanie wyjątkowych cech żywności ekologicznej w działaniach komunikacyjnych producentów tejże żywności;
- działania na rzecz obniżenia poziomu cen produktów u detalistów.

Należy podkreślić, iż badania internetowe przeprowadzono w grupie osób, które kupują już żywność ekologiczną, zazwyczaj w sklepach specjalizujących się w tej sprzedaży.

Jak wynika z powyższych rozważań, producenci krajowych, ekologicznych produktów żywnościowych mają duże szanse na konkurowanie z wytwórcami zagranicznymi. Pomimo braku odpowiednich funduszy na działania promocyjne, mogą prowadzić kampanie o niskich budżetach, bazujące na wykorzystaniu narzędzi marketingu partyzanckiego czy wirusowego. Ponadto dzięki rosnącemu znaczeniu portali społecznościowych w codziennej komunikacji konsumentów, powinni oni wykorzystywać oferowane przez nie możliwości promowania produktów, budowania bazy klientów oraz utrzymywania z nimi relacji.

Wyniki badań jakościowych – wywiady pogłębione z producentami, dystrybutorami i konsumentami żywności ekologicznej

Interesujący wydaje się pogląd, badanych producentów żywności ekologicznej na „lokalny” charakter żywności ekologicznej i jego wpływ na popyt i rozwój regionu. Część wypowiedziających się nie dostrzegła związku szczególnie z rozwojem regionu, ale zdecydowana większość podkreślała duże znaczenie „lokalności” żywności w procesie jej wyboru przez konsumentów. Pojawiały się opinie, że fakt, iż produkt pochodzi z Polski



(„dobre bo polskie”), lub z konkretnego regionu (np. z Podlasia) ma większe znaczenie w wyborach konsumenckich niż posiadane certyfikaty. Wiąże się to też z zakresem dystrybucji, która ma w wielu przypadkach lokalny zasięg, co oznacza, że wytwórca nie jest anonimowy, jest znany i to gwarantuje jakość kupowanej żywności. Rozpatrując wpływ rozwoju ekoprodukcji w regionie na poziom zatrudnienia podkreślano, że są to na ogół małe firmy dające „samozatrudnienie”, a jeżeli już korzystają z rynku pracy to albo sezonowo, albo zmuszone są do zatrudniania obcokrajowców (na lokalnych rynkach brak rąk do pracy).

Przedstawiciele producentów, poproszeni o wskazanie szans i barier rozwoju dla prowadzonej przez nich działalności, najczęściej za główną barierę rozwoju produkcji ekologicznej żywności uznawali brak dostatecznych środków finansowych i nadmierną formalizację (biurokrację) w prowadzeniu tej działalności oraz brak wsparcia ze strony państwa i ułatwień pozwalających na jej rozwój. Bariera w postaci obowiązujących przepisów prawnych i skomplikowana procedura pozyskiwania certyfikatów, zdaniem wypowiedziających się, często zniechęcają do podjęcia takiej produkcji. Przetwórcy ekologicznej żywności wskazywali ponadto na ograniczoność potrzebnego surowca (brak dostatecznej ilości) oraz zbyt wysoką cenę. Co ciekawe, za szansę, jak i za barierę uznano zwiększenie (lub brak) świadomości nabywców o właściwościach biożywności, o miejscach gdzie można ją bezpiecznie nabyć itd. W niektórych wywiadach wskazywano takie pojedyncze bariery jak: brak promocji, traktowanie ekologii jako tematu tabu, czy brak rąk do pracy. Wśród szans na zwiększenie oferty ekożywności na rynku wskazywano edukację społeczeństwa (zwiększenie świadomości dotyczącej tej żywności) rozwój eksportu, zwiększenie liczby sklepów detalicznych sprzedających żywność eko. Zwrócono też uwagę na pojawiający się efekt naśladownictwa (modę) krajów wyżej rozwiniętych (Europa Zachodnia), powrót do smaków dzieciństwa czy wzrost liczby zachorowań (alergii pokarmowych).

Z przeprowadzonych wywiadów ze sprzedawcami (detalistami) ekologicznej żywności wynikają ogólne wnioski będące zarazem rekomendacją dla producentów na tym rynku:

- sprzedawcy zainteresowani są zgromadzeniem na powierzchni sprzedażowej szerokiego i zróżnicowanego asortymentu oferowanej żywności – oznacza to, że preferowane byłyby dostawy z gospodarstw o szerokim profilu produkcji (łączących np. produkcję roślinną i zwierzęcą, produkujących wyroby świeże i przetworzone), lub rozwój hurtu ekożywności, na poziomie którego odbywałoby się kompletowanie dostaw do detalu (zróżnicowany, pogłębiony asortyment),



- z punktu widzenia detalisty, cena detaliczna ekożywności mogłaby być nieco niższa, gdyby producentom udało się obniżyć koszty produkcji lub uzyskiwaną przez nich cenę. Porównując jednak marże pośredników handlowych na rynku żywności, widać dużą dysproporcję między marżami osiąganymi na poszczególnych szczeblach kanału dystrybucji; wszyscy oferenci na rynku żywności ekologicznej powinni zdawać sobie sprawę z ryzyka błędnego koła cenowego, opisanego przez Spillera [2001]. Opisuje on, jak wysoka cena żywności ekologicznej powoduje ograniczenie popytu, a w konsekwencji spadek marży, co zmusza oferenta do kolejnej podwyżki cen i kolejnego zmniejszenia się popytu;
- w rozwoju kanałów dystrybucji należy dostrzegać wyraźny trend sprzedaży przez Internet, nie tylko przy wykorzystaniu sprzedaży w sklepach internetowych ale również sprzedaży internetowej prowadzonej bezpośrednio przez rolników. Nie należy pomijać sprzedaży żywności w sklepach wielkopowierzchniowych (super i hipermarkety, sklepy dyskontowe), które gwarantują dotarcie do szerokiego grona odbiorców. Warto kontynuować sprzedaż bezpośrednią: targi, bazy, dostawy bezpośrednio do ostatecznych nabywców. Łatwy dostęp do żywności ekologicznej jest szczególnie ważny dla klientów określonych mianem „na pokaz”, klientów okazjonalnych;
- nadal należy podtrzymywać bardzo dobre relacje z odbiorcami (hurtowniami, sklepami) i wspierać sprzedaż możliwymi do zastosowania narzędziami intensyfikującymi sprzedaż: degustacje, ulotki, portale społecznościowe;
- warto odnotować rosnącą świadomość nabywców biożywności i ich postawy zakupowe (kupują, bo zdrowo chcą się odżywiać, ekożywność jako „lekarstwo” w chorobie, akceptacja wyższej ceny za wysoką jakość) i pełne zaufanie do produktów oznaczonych unijnym certyfikatem (zielony listek). Oznacza to, że producenci powinni zabiegać o uzyskanie takich certyfikatów potwierdzających ekologiczny charakter oferowanej przez nich żywności;
- zintensyfikować należy działania promocyjne prowadzone na szczeblu detalu; niekoniecznie muszą być one finansowane tylko przez państwo, ale warto może stworzyć wspólne strategie promocyjne producentów, hurtowników i detalistów. Wykorzystać należy w nich mobilne i elektroniczne kanały komunikacji, na ich rosnące znaczenie wskazywali badani sprzedawcy, ich wykorzystanie nie jest bardzo kosztowne, jednak wymaga systematyczności, gdyż jest to komunikacja bezpośrednia z klientami; współpraca między producentami a detalistami może również dotyczyć akcji promocji



sprzedaży, której zasięg może nie będzie spektakularny, ale pozwoli pozyskać nowych klientów, wzbudzić ich zaufanie i podnieść lojalność klientów już pozyskanych. Do takich specjalnych akcji promocyjnych zaliczyć można kiermasze w centrach handlowych, czy Targowisko organizowane przez sieć Piotr i Paweł;

- rozwój rynku ekożywności może dokonywać się także poprzez rozwój eksportu. Należy wykorzystać możliwości w tym zakresie zarówno na obszarze UE, jak i poza nią;
- szansą na rozwój rynku jest wzrost popytu, zagrożeniem brak promocji dostarczającej wiedzy o ekożywności, nadmierna biurokracja w zakresie certyfikacji i uzyskiwania pozwoleń na prowadzenie działalności na tym rynku.

Z przeprowadzonych wywiadów pogłębionych z konsumentami żywności ekologicznej wynikają pewne ogólne wnioski, które mogą okazać się przydatne dla podmiotów działających na rynku żywności ekologicznej:

- zasadniczą przesłanką kupowania biożywności jest troska o zdrowie (własne i rodziny) – oznacza to konieczność eksponowania w przekazywanych na rynek informacjach tego właśnie aspektu. Rozwijający się trend dbałości o kondycję fizyczną i zapobieganie chorobom stanowi ważną szansę dla rozwoju rynku;
- rośnie (wolno, ale wyraźnie) stopień świadomości nabywców i ich zaufanie do certyfikatów. Należy w związku z tym pozyskiwać certyfikaty (mimo biurokracji i związanych z tym kosztów) i odpowiednio pozycjonować tę żywność na rynku;
- w ofercie należy utrzymywać szeroki asortyment, o którego pogłębienie (wiele odmian tego samego rodzaju produktów np. miody: podstawowe smaki, ale także wrzosowe, malinowe czy z szyszek, które mają szczególne właściwości lecznicze). Warto oferować zarówno żywność świeżą, jak i przetworzoną;
- najczęściej wybieranym miejscem zakupu jest specjalistyczny sklep z żywnością ekologiczną. Nie bez znaczenia byłoby też umieszczanie ekożywności w innych formatach handlu (super, hipermarkety, dyskonty), a także intensyfikacja sprzedaży przez Internet;
- istnieją jeszcze pewne możliwości w zakresie regulowania ceny, przy dość restrykcyjnym egzekwowaniu wysokiej jakości;
- intensyfikacji powinny ulec działania promocyjne, głównie te, które dostarczają wiedzy, ale także i te które zmierzają do nagradzania lojalności i obniżania ceny;
- wybierana jest często lokalna żywność z uwagi na jej „autentyczność”, bliskość dostawcy i wpływ na rozwój regionu;



- za barierę rozwoju rynku uznano przede wszystkim wysoką cenę, poziom wiedzy społeczeństwa i trudności w dostępie do oferty – są to kwestie, z którymi respondenci (regularni konsumenci żywności ekologicznej) już się „uporali” wcześniej, ale może to być ograniczeniem dla konsumentów okazjonalnych i nie-konsumentów.

Wyniki badań neuromarketingowych (GSR i eyetracking)

W ramach badań neuromarketingowych respondenci zostali poproszeni o dokonanie oceny filmów reklamowych dotyczących żywności ekologicznej oraz zbadano ich reakcję emocjonalną na przekaz reklamowy zawierający oznakowanie żywności ekologicznej i bez tego oznakowania. W tym celu zastosowano dwie metody badań: ankietową (deklaratywną) i GSR. Badani zostali losowo podzieleni na dwie grupy liczące po 28 respondentów: jedna z nich oglądała trzy filmy bez oznakowania żywności ekologicznej, druga natomiast – trzy takie same filmy, w których pojawiało się to oznakowanie. W trakcie oglądania badani byli poddawani pomiarowi GSR, a następnie proszono ich o ocenę wszystkich obejrzanych filmów. Do badań wybrano trzy filmy reklamowe. Pierwszy film zatytułowano dla potrzeb badań „W kuchni”, pochodzi on z materiałów Komisji Europejskiej promujących żywność ekologiczną

[http://ec.europa.eu/agriculture/organic/sites/orgfarming/files/dgagri_of_logo_image_film_en.mp4]. Film zawierał jedynie ścieżkę dźwiękową, bez prezentacji werbalnej. Drugim materiałem filmowym („Mleko”) wykorzystanym w badaniu była komercyjna reklama mleka marki Łaciate (SM Mleko), która była elementem szerszej kampanii prowadzonej przez markę we wrześniu i październiku 2016r. [<https://www.youtube.com/watch?v=KsgbBhELWnw>]. Materiał zawierał oprócz muzyki również slogan reklamujący – „białe po matce, zdrowe po byku”. Trzeci materiał wideo („Aktorka”) prezentowany podczas badań stanowiła reklama żywności ekologicznej, zrealizowana przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, w której występowała znana aktorka Magdalena Kumorek [<https://www.youtube.com/watch?v=Y2q5qVjn-Xk>]. W tym wypadku treści wideo towarzyszyła muzyka oraz głos lektora. Najwyższe oceny zdobył komercyjny film reklamowy (tabela 4).

Tabela 4. Średnia ocena filmów

Wyszczególnienie	Kryteria oceny						
	1	2	3	4	5	6	7



Film 1 (W kuchni)	3,16	2,98	3,30	2,73	2,77	2,27	3,16
Film 2 (Mleko)	4,14	3,63	4,13	4,57	3,25	3,95	4,58
Film 3 (Aktorka)	3,71	3,66	3,71	3,29	3,30	3,04	3,48

Kryteria oceny: 1. Czy film zachęcał do kupowania produktów żywnościowych?

2. Czy film przekazywał informacje o produktach?

3. Czy film wzbudzał zaufanie?

4. Czy film był interesujący, przykuwał uwagę?

5. Czy film edukował konsumentów?

6. Czy chciałby/ałaby Pan/i go jeszcze raz obejrzeć?

7. Czy wzbudzał pozytywne emocje?

Skala ocen: od 1 (zdecydowanie nie) do 5 (zdecydowanie tak).




Źródło: badania własne.

Na podstawie przeprowadzonych badań GSR, można stwierdzić, że obecność znaku żywności ekologicznej nie wywołuje istotnych pozytywnych lub negatywnych reakcji emocjonalnych. Oznacza to, że najprawdopodobniej nie jest on czynnikiem mającym istotny wpływ na decyzje zakupowe. Osoby badane zdają się kojarzyć ów znak jako bodziec neutralny. Podobne wnioski osiągnięto po przeprowadzeniu analiz opinii deklaracyjnych – obecność znaku euro-liścia nie różnicuje ocen filmów reklamowych.

W drugiej części badania (badanie eytrackingowe) sprawdzano, jak zmienia się sposób percepcji opakowań masła w zależności od umieszczonych na nich oznaczeń. Jak się okazało, oznaczenie “GMO free” było zauważane najprędzej w stosunku do braku jakiegokolwiek oznaczenia, następnie “produkt nadaje się do recyklingu”, “dobre, bo wielkopolskie” i na końcu znak żywności ekologicznej. Liczba rewizyt okazała się największa dla znaku żywności ekologicznej, później znaku “GMO free”, następnie “dobre, bo wielkopolskie” i “zielony punkt”. Największą średnią długość fiksacji zanotowano dla znaku “GMO free”, następnie dla “dobre, bo wielkopolskie”, żywności ekologicznej i znaku „zielony punkt”. Całkowity czas spędzony na oglądaniu oznaczenia przybierał wartości analogiczne do średniego czasu fiksacji. Mapy ciepłe dla masel zawierających poszczególne oznaczenia znajdują się w tabeli 5.

Tabela 5. Mapy ciepłe dla masel zawierających poszczególne oznaczenia.

Bez znaku	Znak żywności ekologicznej
	

Znak GMO free	Znak Dobre, bo wielkopolskie
	
Znak Zielony Punkt	
	

Zródło: przeprowadzone badania.

Znak “GMO free” przyciągał stosunkowo największą uwagę. Konsumenty zauważali go dość szybko i spędzali jednocześnie sporo czasu na jego oglądaniu. Może to wynikać z zainteresowania tematyką GMO, świadomości konsumentów co do znaczenia modyfikacji genetycznej produktów żywnościowych, a także efektu nowości (konsumenty mogli po raz pierwszy spotkać się z oznaczeniem w takiej formie). Uzasadnieniem większej uwagi koncentrowanej na tym znaku może być też jego specyfika – ten znak był zaprezentowany w formie werbalnej i dlatego przypuszcza się, że respondenci mogli więcej czasu spędzić na jego odczytanie. Jednocześnie masła prezentowane z tym oznaczeniem były oceniane najwyżej pod względem naturalności i ekologiczności produktu. Percepcja pozostałych oznaczeń nie różni się znacząco między sobą, a konsumenci zwracali na nie stosunkowo niewielką uwagę.

Rekomendacje



Na podstawie badań deklaratywnych oraz neuromarketingowych można sformułować następujące wnioski i rekomendacje dla podmiotów działających na rynku żywności ekologicznej:

- 1) Podkreślanie w komunikacji z konsumentem polskiego i lokalnego pochodzenia produktów.
- 2) Podjęcie działań edukacyjnych w przedszkolach i szkołach podstawowych i średnich, które będą miały na celu upowszechnienie wiedzy na temat oznakowania żywności ekologicznej i budowania świadomości żywności pochodzenia regionalnego.
- 3) Przygotowanie kampanii promującej oznakowania żywności ekologicznej, podkreślające sposób jej produkcji i proces kontroli, który jest gwarantem jakości. Brak szerszej kampanii informacyjnej poświęconej tym oznaczeniom powoduje, że nie spełniają one swojej naturalnej informacyjnej roli na opakowaniu.
- 4) Rozważenie możliwości wprowadzenia dodatkowej (słownej) informacji na opakowaniach (obok eko-liścia), aby konsumenci jednoznacznie mogli utożsamiać to oznaczenie z żywnością ekologiczną. System certyfikacji żywności ekologicznej nie jest przez polskich konsumentów specjalnie znany, ale samo pojawienie się słowa „certyfikat” powoduje często wzrost zainteresowania taką żywnością. Mimo deklaracji respondentów, że nie mają oni dużego zaufania do certyfikatów, wiele badań wykazuje, że chętniej wybierają oni produkty z oznaczeniami sugerującymi posiadanie przez produkt różnego rodzaju certyfikatów [Nestorowicz 2017].
- 5) Kampanie reklamowe służące promocji i edukacji znaku żywności ekologicznej powinny być tworzone na wzór komercyjnych. Dla odbiorców liczy się kreatywna forma komunikatu reklamowego, pobudzanie pozytywnych emocji oraz jakość przekazu, która nie powinna nawiązywać do zaściankowości i schematyzmu. Sztampowe wykorzystywanie symboliki prymitywnego rolnictwa, oporu wobec nowoczesności nie jest atrakcyjnym komunikatem dla współczesnego konsumenta.
- 6) W reklamach można umieszczać znak żywności ekologicznej, ale powinien być on objaśniony. Konsumenci nie mają dostatecznej wiedzy na temat znaków i dlatego ich zamieszczanie nie wywołuje pożądanych reakcji. Komunikacja marketingowa będzie bardziej skuteczna kiedy zostanie zintegrowana. Producenci powinni być bardziej zainteresowani współpracą z organami administracyjnymi kraju, a także współpracą między sobą. Wspólne i spójne wysiłki przyniosą większe korzyści całej branży.
- 7) Zamieszczanie oznaczeń na opakowaniach będzie skuteczniej kształtować postawy i wiedzę nabywców o produktach żywnościowych, o ile wzbogacone zostanie o treść



werbalną – krótką informację wyjaśniającą istotę znaku. Wyjaśnienie werbalne znaku przedstawionego w formie piktogramu wpłynie na większą jego zauważalność i wzmocni rolę w procesie podejmowania decyzji zakupu.

- 8) Znakiem, który przykuwa uwagę nabywców jest „GMO free” – jego obecność na opakowaniu może powodować wzrost zaufania konsumenta do produktu i w efekcie prowadzić do decyzji zakupu.

Podsumowując, ogólne zalecenia można sprowadzić do trzech aspektów: ceny (zmiany lub komunikowania wartości dostarczanych przez żywność ekologiczną, uzasadniających jej wysoki poziom), dalsze dążenie do zwiększenia dostępności ekożywności oraz komunikacji, której celem jest informowanie i edukowanie, ale w nowoczesnej formie.



INSTYTUT ZOOTECHNIKI
PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY

1

Ochrona zdrowia krów mlecznych w chowie ekologicznym – wykorzystanie innowacyjnych preparatów ziołowych dla profilaktyki i leczenia schorzeń wymienia

ZREALIZOWANO NA PODSTAWIE DECYZJI MINISTRA ROLNICTWA I ROZWOJU WSI nr .
HORre-msz—078-6/16 (222)



INSTYTUT ZOOTECHNIKI
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W KRAKOWIE

Dział Genetyki i Hodowli Zwierząt

**OCHRONA ZDROWIA KRÓW MLECZNYCH W CHOWIE
EKOLOGICZNYM – WYKORZYSTANIE
INNOWACYJNYCH PREPARATÓW ZIOŁOWYCH DLA
PROFILAKTYKI I LECZENIA SCHORZEŃ WYMIENIA**

KIEROWNIK ZADANIA: DR HAB. PIOTR WÓJCIK, PROFESOR IZ PIB

Wykonawcy:

dr hab. Jacek Walczak, dr inż. Przemysław Dudko, dr inż. Jerzy Fijał

WSTĘP I CEL BADAŃ

Według Research Market Transparency, światowy rynek mleka i ekologicznych przetworów mleczarskich wart był w 2011 r. 9 357.4 miliona USD . USA i UE reprezentują łącznie 93.1 % globalnego popytu na te produkty. Organic Valley z USA jest największym na świecie ekologicznym przetwórcem mleka, operującym surowcem w wysokości 650 mln litrów rocznie. W Europie liderem pozostaje Arla przetwarzająca blisko 500 mln l. Światowa populacja ekologicznych krów mlecznych wynosi, według różnych szacunków, 805 500 sztuk. W Unii Europejskiej pogłowie to sięga 550 000 sztuk, z całości 2,4 mln szt. ekologicznego bydła. Udział pogłowie certyfikowanych krów mlecznych w całości chowu



bydła mlecznego UE, zawiera się jedynie w 2,7%. I tak największy udział odnotowuje się w Austrii (15,6%), Danii (9,6%), Włoszech (2,6%). Dla największych europejskich producentów mleka Niemiec i Francji, udział stad ekologicznych, kształtuje się na poziomie odpowiednio 2,5% (600 000 t mleka) i 1,6% całości populacji. Najwięcej ekologicznych producentów posiada Austria z liczbą 6846 gospodarstw, pozostając niezaprzeczalnym unijnym liderem. Jednak, najwięcej certyfikowanego mleka w przeliczeniu na gospodarstwo produkują Duńczycy (1 132 t).

Chowem bydła mlecznego zajmuje się w Polsce 3 087 gospodarstw utrzymujących łącznie 19 149 krów. Posiadanie tak licznej populacji zaowocowało więc, w 2015 r. wprowadzeniem do krajowej sieci handlowej, masowej sprzedaży mleka ekologicznego. Ustanowione dla ekologicznego chowu bydła mlecznego wymagania środowiskowe, jak wielkość obsady, dostęp do wybiegów, możliwość ruchu, czy w końcu samo żywienie, gwarantują niższą niż w klasycznym chowie presję środowiskową, a zatem wyższy poziom dobrostanu i zdrowotności. Jednak, aby wykorzystać ten potencjał zdrowia, należy przestrzegać elementarnych zasad chowu o czym mówią odpowiednie regulacje prawne. Pomieszczenia, kojce, sprzęt i wyposażenie należy prawidłowo czyścić i dezynfekować, aby zapobiec przenoszeniu infekcji i rozwojowi organizmów chorobotwórczych. Jeżeli pomimo tego bydło zachoruje lub ulegnie zranieniu, należy bezzwłocznie przystąpić do jego leczenia. Leki roślinne, produkty homeopatyczne, mają tu pierwszeństwo przed syntetycznymi alopacyjnymi weterynaryjnymi produktami leczniczymi lub antybiotykami, przy założeniu, że ich działanie terapeutyczne jest skuteczne dla danego gatunku zwierząt oraz w warunkach w jakich mają być one zastosowane. W przypadku, gdy użycie wcześniej wymienionych środków jest nieskuteczne w celu zapobieżenia cierpieniu lub stresowi zwierząt, dopuszcza się zastosowanie klasycznych środków weterynaryjnych. Okres karencji między podaniem zwierzęciu ostatniej dawki takiego środka, pozyskiwaniem produktów pochodzących od tego zwierzęcia, musi być dwukrotnie dłuższy niż prawnie obowiązujący okres karencji, a w przypadku, gdy taki okres nie został określony należy odczekać 48 godzin. Dużą bolączką w konwencjonalnym i ekologicznym chowie bydła mlecznego, jest jego zapadalność na zapalenie wymienia. Oczywiście w chowie ekologicznym zagrożenie tą jednostką chorobową jest niższe niż w chowie klasycznym, co wynika to nie tylko z większej odporności, ale także niższej wydajności mlecznej zwierząt.

Celem badań było wypracowanie praktycznych metod i zaleceń dla gospodarstw ekologicznych utrzymujących bydło mleczne, dotyczących profilaktyki i leczenia schorzeń



gruczołu mlekowego, a głównie stanu zapalnego (mastitis) w fazie subklinicznej oraz klinicznej w oparciu o preparaty ziołowe.

PRZEBIEG BADAŃ

Metodyka zakładała realizację trzech podzadań podzielonych na poszczególne etapy /cele/ w gospodarstwach ekologicznych, utrzymujących bydło rasy hf, zb, zr, pc.

Podzadanie I.

Analiza wpływu czynników genetycznych i środowiskowych na zdrowotność wymienia w chowie ekologicznym bydła mlecznego.

W doświadczeniu wykorzystano krowy mleczne rasy: polskiej czarno-białej (zb) objętej programem ochrony ras rodzimych / 20 szt./, polskiej holsztyno-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (hf) /20 szt./ oraz polskiej czerwonej (pc) i polskiej czerwono-białej (zr) w 6 gospodarstwach indywidualnych /łącznie 60 szt/. Krowy utrzymywane były w systemach: wolnostanowiskowym /gospodarstwo I, II/ z dojem w hali udojowej oraz uwięziowym z dojem bańkowym /gospodarstwo III-VII/. W gospodarstwie I system utrzymania był na głębokiej ściółce, natomiast w pozostałych gospodarstwach na stanowiskach średnich ścielonych słomą. Częstotliwość sprzątania w gospodarstwach III-VII odbywał się raz dziennie przed dojem porannym. W gospodarstwie I usuwano obornik co 2 miesiące. Warunki utrzymania i dobrostanu określono na bardzo dobre. Wszystkie zwierzęta były pastwiskowane w sezonie wegetacyjnym roślin tj od 15 kwietnia, od godziny 7:00 do godziny 17:00. W badanych obiektach dój ranny odbywał się o 5-6:00 oraz wieczorny o 18-19:00. Po doju wieczornym zwierzęta przebywały w oborze. Zwierzęta żywione były według tych samych norm (IZ INRA) z uwzględnieniem wydajności mlecznej i zasad obowiązujących w ekologicznych metodach chowu. Z analiz geograficznych, gospodarstwo I usytuowane było na granicy Kotliny Sandomierskiej, gospodarstwo II w Beskidzie Wyspowym, gospodarstwo III i IV w Beskidzie Wysokim, V i VI w Beskidzie Sądecki oraz gospodarstwo VII na Pogórzu Karpackim. Określono aktywności krów w odniesieniu do temperatury otoczenia, siły wiatru, opadów atmosferycznych jak i wskaźnik niepokoju oraz czas spoczynku w cyklach pomiędzy dojami. Na podstawie przeprowadzonych co miesięcznych próbnich udojów, określono nie tylko wydajność mleczną krów, ale także zawartość poszczególnych składników mleka oraz wskaźniki stanu zapalnego (LKS) wymienia.



Do analiz stanu zdrowotnego wymion i jakości mleka posiłkowano się metodą TOK /terenowy odczyn komórkowy/ przy użyciu preparatu mastirapid, przyjmując kryteria dla jakości mleka:

1. mleko zdrowe do 200 000 LKS
2. stan podkliniczny SCM od 200 000 do 400 000 LKS
3. stan kliniczny CM pow. 400 000 LKS

W trakcie realizacji badań wykonano następujące pomiary w poszczególnych grupach badawczych:

- a/ wydajności mleczne /kg mleka, tłuszczu, białka, procent tłuszczu, białka, LKS, mocznik/,
- b/ zawartości w mleku kwasów tłuszczowych,
- c/ aktywności dobowe / liczba kroków w danym cyklu dobowym/,
- d/ temperatura, wilgotność, ruch powietrza, opady – w sposób ciągły,
- e/ liczba i rodzaj mikroflory wymienia /analizy laboratoryjne mleka/.

Podzadanie II

Zwalczanie stanów chorobowych wymienia poprzez zastosowanie preparatów ziołowych.

W doświadczeniu wykorzystano zwierzęta wyselekcjonowane w podzadaniu I, posiadające wysoki poziom LKS lub inne objawy mastitis. Krowy te poddano badaniom na skuteczność stosowania naturalnych leczniczych i profilaktycznych preparatów. Na podstawie pomiarów LKS oraz badań mikrobiologicznych wymazów komórkowych nabłonka strzyków, określono skuteczność działania preparatów. Wykorzystano dwie formy leczenia z zastosowaniem dodatków ziół i ich ekstraktów w postaci: maści oraz kombinacji maści wraz z dodatkiem ziołowym. Podstawą preparatów ziołowych były wyciągi ziołowe.

Zastosowana maść miała hamować cyklooksygenazę prostaglandynową i lipooksygenazę, uwalnianie się histamin, tym samym działać przeciwbólowo, przeciwzapalnie i przeciwwysiękowo. Skład maści stanowiły wyciągi z ziół w postaci nalewki z szalwii, nalewki z krwawnika, nalewki z arniki, nalewki z nagietka, olejek mięty pieprzowej, olej kamforowy oraz creagel.

Zastosowany dodatek ziołowy w drugim układzie doświadczenia wraz z maścią zawierał kompozycje ziół i ekstraktów z roślin pastwiskowych oraz olejków eterycznych o działaniu przeciwzapalnym, hamujących rozwój bakterii, grzybów i drożdżaków. Składniki aktywne preparatu to fitosterole, flawonoidy, juglon, escyna, witaminy A₁, D₃, E, K, C, beta-karoten, biotyna, kwas pantotenowy, rutyna, kwas alfa-liponowy, kwas linolowy,



kwasy γ -linolowy, estry kwasu oleinowego. Podawano 200g/szt/dzień przy rannym żywieniu bydła, bezpośrednio do paszy. Zastosowana maść oraz dodatek zielony były przygotowane przez zakład produkujący preparaty zielone, zgodnie z przyjętymi normami dla tego typu produktów. Produkty były dopuszczone do obrotu w obrębie kraju.

Podzadanie III

Profilaktyka zapalenia wymienia i stabilizacji niskiego poziomu komórek somatycznych w mleku na drodze żywieniowej z udziałem mieszanek zielonych

W podzadaniu wykorzystano mieszanki paszowe zielone w zwalczaniu mastitis u bydła mlecznego. Podjęto także wstępne badania nad własną mieszanką zieloną dla krów mlecznych opartą o dodatki ekstraktów z ziół. Zwierzęta znajdujące się w stadach opisanych w podzadaniu I, podzielone zostały na dwie grupy, kontrolną o klasycznej dawce pokarmowej oraz doświadczalną, żywioną z udziałem mieszanek zielonych. Na podstawie analizy literaturowej i właściwości leczniczych wybranych ziół zdecydowano się na zastosowanie jednej mieszanki zielonej „A”, produkowanej przez podmiot zajmujący się produktami zielonymi w żywieniu bydła oraz własnej mieszanki „B”, opracowanej w Instytucie Zootechniki a przygotowanej na zlecenie w zakładzie produkującym dodatki zielone. Procedura wykonania dodatku oparta była o wysokoskoncentrowane ekstrakty zielone, nanoszone pod ciśnieniem na suchy nośnik (maltodekstryna) w mieszalniku natryskowym. Otrzymane w ten sposób suche ekstrakty mieszane były w odpowiednich proporcjach w mieszalniku.

Pierwsza mieszanka „A” zawierała kompozycje ziół i ekstraktów z roślin pastwiskowych oraz olejków eterycznych o działaniu przeciwzapalnym, hamujących rozwój bakterii, grzybów i drożdżaków. Mieszanka podawana była w ilości 200g/szt /dzień do rannego żywienia bydła. Skład jej stanowiło m. in.: mączka z lucerny, wyciąg z alg, kmin, traganek, kozieradka, berberys, kasztanowiec, rzepik, wiązówka, rumianek, kłącze ostryżu, kora cynamonowca, goździki, imbir, skrzyp, lebiotka, nagietek.

Druga mieszanka „B”/ zawierała kompozycje ziół i ekstraktów roślinnych rozmarynu-25%, oregano-20%, mięty-20%, tymianku-20% , szalwii - 10% i kminku-5%. Podawana była do paszy w ilości 10g/szt dziennie przez okres 20 dni przy rannym żywieniu bydła, bezpośrednio do paszy.

W ramach realizacji zadania wykonano także analizę profili kwasów tłuszczowych badanych próbek mleka, zarówno przed jak i po zastosowaniu dodatków zielonych „A” i „B”.



UZYSKANE WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Podzadanie I.

W sezonie pastwiskowym przeanalizowano we wszystkich gospodarstwach poziom zdrowotności stada, mówiący o stosowanej profilaktyce, leczeniu i monitoringu. Na sześć gospodarstw tylko I i II były w systemie wolnostanowiskowym, pozostałe były w systemie uwięziowym. Stwierdzono, że w wolnostanowiskowym systemie udział krów oddających mleko poza normą 400 tys. komórek somatycznych kształtował się na poziomie 22,5-45,1% w gospodarstwie I i 24,3-32,4% w gospodarstwie II w zależności od miesiąca badań. Najwyższe wskaźniki zaistniały w miesiącu sierpniu. Jeżeli weźmiemy pod uwagę liczbę prób mleka jakie zostały pobrane w danym miesiącu, udział prób o wysokim wskaźniku LKS nie był wysoki i wahał się od 2,67% do 9,15% w gospodarstwie I i od 3,75% do 4,58% w II. W gospodarstwach o uwięziowym systemie utrzymania bydła, udział krów o ponadnormatywnym poziomie LKS w dwóch gospodarstwach był zdecydowanie wyższy od systemu wolnostanowiskowego. Jedno gospodarstwo /VI/ uzyskało najlepsze wartości wskaźników przez cały okres badawczy /od 0,00 do 2,27%/, natomiast najgorsze gospodarstwo V /5,76 -13,46%/. Biorąc pod uwagę udział prób mleka o wysokim wskaźniku LKS względem całości pobranych prób w danych miesiącach badawczych stwierdzono, że ogólny wskaźnik jest dość niski, jednak w wybranych miesiącach obserwujemy nasilanie się stanów zapalnych wymion. W systemie uwięziowym wskaźnik zasadniczo nie odbiegał od systemu wolnostanowiskowego. Najniższy udział prób mleka o poziomie przekraczającym 400 tys komórek odnotowano w gospodarstwie VI /od 6,6 do 13,6%/. Tym samym pomimo, że w obrębie badanych gospodarstw warunki dobrostanu były takie same, to jednak profilaktyka, identyfikacja i leczenie zdecydowanie lepsze efekty przynosiły w gospodarstwach VI, IV i II. Najgorsze wskaźniki uzyskały gospodarstwa V i I.

W ramach prowadzonych badań krowy biorące udział w doświadczeniach w poszczególnych gospodarstwach zostały ocenione pod względem budowy, ze szczególnym uwzględnieniem budowy wymion /tabela 1/. Ocena wykonana była zgodnie z krajowym systemem oceny typu i budowy bydła mlecznego w skali 1-9 pkt. Stwierdzono, że stada były bardzo wyrównane a średnie ocen za poszczególne cechy wymienia bardzo zbliżone do siebie. Rasa bydła ocenianego nie odgrywała tutaj zasadniczej roli.

W ramach realizacji zadania w całym okresie badawczym analizowano średnie parametry pogodowe obejmujące nie tylko temperaturę, ale także prędkość wiatru, zachmurzenie i wilgotność. Średnia temperatura w chwili rozpoczęcia sezonu pastwiskowego kształtowała się od 10 do 19 stopni przy sile wiatru 4-7 km/h. W sezonach największego wzrostu poziomu



komórek somatycznych w badanych gospodarstwach tj. w lipcu i sierpniu temperatura kształtowała się od 13,61 do 23,41 stopnia i była niższa niż w okresie czerwca, gdy wynosiła 15-23 stopnie, co nie przekładało się na wzrost poziomu komórek w w/w gospodarstwach. W okresie letniego wypasu stwierdzono większą średnią prędkość wiatru oraz wilgotność, co mogło wpływać na zdrowotność wymion wypasach zwierząt i wpływać pośrednio na średni poziom komórek somatycznych w mleku. W większości zaobserwowany wyższy poziom komórek somatycznych w styczniu, można powiązać z występowaniem ujemnych temperatur oraz wysokiej wilgotności powietrza, co mogło niekorzystnie wpływać na wymiona krów.

Tabela 1
Ocena pokroju krów biorących udział w doświadczeniach.

Gospodarstwo	Rasa	zawieszenie przednie wymienia	zawieszenie tylne wymienia	więzadło środkowe wymienia	położenie wymienia	szerokość wymienia	ustawienie strzyków tylnych	ustawienie strzyków przednich	długość strzyków
IV	pc	4,35	4,94	5,35	5,24	4,88	4,59	5,29	5,47
		1,00	0,90	0,79	1,20	1,05	1,28	1,49	1,59
III	zr	5,14	5,00	6,14	5,50	5,29	4,14	4,71	5,50
		1,29	0,68	0,86	1,09	0,73	1,03	0,91	0,94
II	pc	5,05	4,85	5,40	5,15	5,55	4,85	5,00	5,85
		1,39	0,88	0,99	1,35	0,69	1,14	1,30	1,04
I	zb	4,75	4,93	5,18	5,00	5,57	4,21	4,07	5,25
		1,67	1,15	1,72	1,47	0,96	1,37	1,09	1,35

Jak wykazały badania wraz ze wzrostem siły wiatru w godzinach rannych i popołudniowych maleje aktywność godzinowa zwierząt /tabela 2/. Wraz z rosnącą siłą wiatru maleje także średni czas spoczynku zwierząt, w konsekwencji czego, następuje ograniczenie łącznego czasu spoczynku. Krowy obniżają czas przeznaczony na przeżuwanie, co prowadzi do spadku ich mleczności. Wzrost temperatury otoczenia skutkuje większą aktywnością zwierząt na pastwisku /tabela 3/. W konsekwencji wyraźnie maleje częstotliwość odpoczynku oraz średni czas spoczynku, z 79 minut do 69 minut. Takie zachowania zwierząt powodują, że maleje łączny czas spoczynku.

Tabela 2
Parametry aktywności krów w zależności od siły wiatru - gospodarstwo I

Cechy	Prędkość wiatru / km/h/		
	0-10	11-20	21-30
	x/sd	x/sd	x/sd
Aktywność /kroki/godz/	84,33	68,43	76,57
	40,01	34,65	52,34
Częstotliwość odpoczynku /n/	8,99	10,69	8,00
	13,44	16,07	3,18
Średni czas spoczynku /min/	74,32	72,56	72,14
	29,22	28,10	35,54
Łączny czas odpoczynku /min/	484,16	505,27	488,71
	104,96	127,72	98,75



Tabela 3

Parametry aktywności krów w zależności od temperatury – gospodarstwo I

Cecha	System I / zakres temperatur (C)			
	1-5 x/sd	6-10 x/sd	11-15 x/sd	16-20 x/sd
Aktywność /kroki/	69,95 35,44	70,82 28,61	84,01 44,64	95,85 32,49
Częstotliwość odpoczynku /n/	7,48 2,57	11,28 18,60	9,01 13,51	7,55 2,30
Średni czas spoczynku /min/	79,5 31,3	72,71 38,01	75,90 30,08	69,60 26,70
Łączny czas odpoczynku /min/	529,9 75,0	490,85 124,87	490,29 99,62	459,60 124,00

W gospodarstwie I, po zamocowaniu na przednich nogach pedometrów u krów analizowano ich aktywność dobową w okresie szczytu sezonu pastwiskowego /tabela 4/. W godzinach 6-19:00, krowy przebywały na pastwisku, natomiast w godzinach nocnych miały dostęp do okólników. W badanym okresie, godziny wieczorne to zmniejszona aktywność krów do poziomu 60-94 kroków/godz oraz zwiększona częstotliwości odpoczynku /7-10 razy/ przy dłuższym niż w ciągu dnia średnim czasem spoczynku /72-76 min/. Tym samym w godzinach nocnych łączny czas przeznaczony na odpoczynek był dłuższy niż za dnia i wynosił 482-616 minut. W godzinach wypasu bydła średnia aktywność wahała się od 128 do 235 kroków/godz przy średnim czasie spoczynku od 36 do 49 minut. Krowy zdecydowanie mniej odpoczywały, były aktywniejsze, co bezpośrednio przełożyło się na łączny czas spoczynku /135-223 min/ i wskaźnik niepokoju, który był wysoki / do 31/. W okresie wyższych temperatur /sierpień/ krowy przejawiały wyższy wskaźnik niepokoju, który przekładał się na zwiększoną aktywność zarówno w dzień jak i w nocy oraz niższy łączny czas spoczynku. Wraz ze spadkiem temperatury rósł średni i łączny czas spoczynku /październik/.

Badania behawioru zwierząt prowadzono także w trakcie realizacji podzadania II w gospodarstwie I. Badania wykazały, że wraz ze wzrostem temperatury ranej mierzonej o 6:00 wrasta aktywność zwierząt. W zakresie 8-10 stopni aktywność była na poziomie 85 kroków na godzinę, gdy temperatura przekroczyła 15 stopni aktywność wynosiła już 100 kroków na godzinę. Następuje także zmiana średniego czasu spoczynku, w konsekwencji łączny czas spoczynku krów maleje wraz ze wzrostem temperatury otoczenia. Większa aktywność, krótszy czas spoczynku w konsekwencji powoduje wzrost wskaźnika niepokoju krów. Opisane zachowania behawioralne bezpośrednio przekładają się także na poziom komórek somatycznych w mleku. W niższych temperaturach LKS nie przekracza 200 tys. komórek, natomiast w temperaturach wyższych zbliża się już do poziomu 400 tys. Badania



TOK wykonywane w tym okresie stają się pomocnym narzędziem przy określaniu i sygnalizowaniu zmian jakie zachodzą w zdrowotności wymienia.

Tabela 4

Średnia aktywność krów w okresie sezonu pastwiskowego – Gospodarstwo I.

Cecha	Godzina	Miesiąc		
		sierpień x/sd	wrzesień x/sd	październik x/sd
Aktywność /kroki/godz/	19:00- 6:00	94,12 30,64	78,27 41,98	60,08 36,08
	6:00- 19:00	235,02 84,84	181,51 64,81	128,46 51,96
Częstotliwość odpoczynku /n/	19:00- 6:00	7,07 2,31	10,71 17,54	7,37 2,43
	6:00- 19:00	4,25 2,79	5,17 3,03	5,05 2,09
Średni czas spoczynku /min/	19:00- 6:00	75,17 32,28	72,84 28,24	76,58 24,75
	6:00- 19:00	36,35 21,80	37,79 19,11	49,14 26,08
Łączny czas odpoczynku /min/	19:00- 6:00	482,56 96,67	486,67 119,60	516,51 79,24
	6:00- 19:00	135,64 89,12	177,81 111,03	223,50 83,84
Wskaźnik niepokoju	19:00- 6:00	1,69 31,82	1,29 1,05	0,97 1,03
	6:00- 19:00	31,82 71,08	11,48 23,47	4,90 3,92

Podzadanie II.

W podzadaniu drugim zastosowano preparat ziołowy w postaci maści grupie krów w czterech ekologicznych gospodarstwach. Każda grupa liczyła co najmniej 10 sztuk. Po wstępnym wyborze krów, określono stopień zakażenia poszczególnych ćwiartek wymienia każdej krowy /LKS/ w oparciu o TOK wykonany płynem mastirapid. Określono ogólną liczbę komórek somatycznych oraz zawartość, w tym limfocytów, granulocytów, makrofagów oraz komórek nabłonkowych. Maść stosowano przez osiem dni a następnie dokonano ponownego pobrania mleka i jego analizy tak jak w dniu rozpoczęcia doświadczenia. Maść na chorą ćwiartkę podawano /wcierano/ codziennie podczas wieczornego doju, jednocześnie dokonując stałej /8 dni/ analizy jakości mleka przy pomocy mastirapidu /TOK/ oceniając je w skali 0-5 pkt / 0- mleko zdrowe do 200 tys. LKS, 5- mleko chore pow. 5 mln LKS/. Po zakończeniu stosowania maści jeszcze przez okres 20 dni prowadzona była kontrola jakości mleka. Analiza poziomu komórek somatycznych w mleku krów wykazała, że największe miano charakteryzowało krowy z gospodarstwa III, gdzie stwierdzono ponad 2 mln komórek w chorych ćwiartkach



wymienia. Najniższe miano stwierdzono w gospodarstwie IV na poziomie 624 tys. W okresie podawania maści na wytypowane ćwiartki wymion u krów stwierdzono systematyczny wzrost poziomu komórek somatycznych w 3 na 4 badane gospodarstwa. Wzrost ten był od 300 tys. do 800 tys. komórek w okresie badanych ośmiu dni. Tylko w jednym gospodarstwie stwierdzono spadek o ponad 1 mln komórek somatycznych. Analiza poziomu limfocytów, granulocytów, makrofagów i komórek nabłonkowych wykazała także wzrost w okresie stosowania maści, co zaprezentowano w tabeli 5.

Analizując stan zdrowotny wytypowanych ćwiartek wymienia z uwzględnieniem rasy zwierząt, stwierdzono w rasie hf oraz zr po zastosowaniu maści, wyraźny spadek poziomu komórek somatycznych oraz limfocytów, granulocytów, makrofagów oraz komórek nabłonkowych /tabela 6/. W rasie pc, zb odnotowano dwukrotnie wyższy poziom komórek somatycznych w okresie ośmiodniowego stosowania maści. Pomimo, że w okresie podawania maści nie następowały zmiany zdrowotne chorych ćwiartek wymienia, to jednak wraz z czasem upływu od ostatniego podania odnotowano wyraźną poprawę stanu zdrowotnego zwierząt. Na podstawie codziennego TOK stwierdzono, że w gospodarstwie II w dniu rozpoczęcia stosowania maści 29,4% badanych ćwiartek miało podkliniczne stany zapalne wymienia oraz 23,6% z objawami klinicznymi. W chwili zakończenia podawania maści ilość stanów podklinicznych zmalała do 5,9%, natomiast nieznacznie wzrosła ilość klinicznych. Po 20 dniach od zakończenia podawania maści stwierdzono wysoki odsetek zdrowych ćwiartek /88%/, duży spadek form podklinicznych i całkowity zanik form klinicznego zapalenia wymienia. Tym samym w okresie 28 dni stwierdzono dwukrotny spadek zapleń ćwiartek wymienia. W gospodarstwie III w chwili rozpoczęcia doświadczenia stwierdzono 21% stanów podklinicznych i 14% stanów klinicznych. Po okresie stosowania maści proporcje te odwróciły się podobnie jak w gospodarstwie II, lecz po okresie 20 dni odnotowano także odpowiednio dwu i trzy krotny spadek chorych ćwiartek wymienia. Analiza wyników w gospodarstwie IV wykazała że ilość stanów chorobowych ostrych i podklinicznych była podobna u badanych krów. Po okresie stosowania maści podobnie spadła ilość stanów podklinicznych a wzrosła klinicznych, jednak po zasadniczym okresie obserwacji 20 dni stwierdzono czterokrotny spadek ilości ostrych zapaleń, które przeszły w stan podkliniczny łatwiejszy do dalszego leczenia. Tylko w gospodarstwie I, gdzie w chwili rozpoczęcia doświadczenia stwierdzono 42% stanów podklinicznych i 14% stanów klinicznych w badanych ćwiartkach, po zastosowaniu maści /8 dni/ i w okresie kolejnych 20 dni obserwacji nie nastąpiła poprawa stanu zdrowotnego. Utrzymała się ilość ćwiartek zdrowych /42%/, spadła ilość form podklinicznych a wzrosła ilość klinicznych.



Tabela 5
Efekty zastosowania maści w gospodarstwach- średnie wartości w 1 ml. mleka.

Zadanie	Gospodarstwo	Liczba komórek somatycznych	Limfocyty	Granulocyty	Makrofagi	Komórki nabłonkowe
Przed podaniem maści	I	773 269,23 1165943,76	84 331,48 111009,66	201 535,44 223996,19	81 066,68 94418,66	332 947,20 419009,65
Po podaniu maści		1 010 230,76 1528793,31	120 308,79 163234,24	334 624,16 494 967,87	126 882,87 184329,57	501 350,83 738852,18
Przed podaniem maści	II	665 529,41 822068,36	79 800,41 108507,01	192 300,65 223210,09	77 078,18 93243,00	316 350,18 407945,70
Po podaniu maści		1 406 000,00 3199490,24	172 992,24 412313,97	422 447,59 893582,39	169 439,82 367510,30	727 061,53 1617786,39
Przed podaniem maści	III	2 042 687,50 5097194,95	271 648,00 685528,21	584 185,60 1361757,09	242 028,66 577278,80	1 069 537,73 2628408,86
Po podaniu maści		1 045 437,50 2123624,19	78 954,92 129024,51	169 198,28 259783,89	68 592,21 107669,09	332 897,42 479784,85
Przed podaniem maści	IV	624 571,50 86077,39	74 410,69 115271,64	213 394,30 235427,80	82 452,84 97742,55	297 742,23 443066,88
Po podaniu maści		1 724 333,33 3479403,64	213 911,17 455525,76	474 695,16 904325,67	192 536,58 381940,46	843 190,41 1741912,30

Tabela 6
Efekty zastosowania maści w gospodarstwach w zależności od rasy

Zadanie	Rasa	Liczba komórek somatycznych	Limfocyty	Granulocyty	Makrofagi	Komórki nabłonkowe
Przed podaniem maści	hf n=6	1 688 333,33 1 903 532,79	156 241,33 140561,00	349 695,50 259189,71	144 214,33 111280,98	611 517,16 526015,10
Po podaniu maści		970 000,00 562141,26	117 685,50 78692,91	267 091,66 172681,31	99 910,33 65957,84	452 812,50 301068,83
Przed podaniem maści	pc n=26	699 280,00 905138,08	83 192,20 119006,72	199 639,44 241864,89	80 638,08 101292,18	335 810,32 451189,01
Po podaniu maści		1 124 496,15 2684457,20	202 960,35 469197,64	471 645,73 977239,13	191 504,82 407199,14	832 541,26 1819457,15
Przed podaniem maści	zb n=20	498 750,00 701020,52	61 623,10 93138,06	154 748,05 196495,11	61 125,31 81839,49	244 977,73 350995,20
Po podaniu maści		1 022 300,00 1729581,42	121 183,22 185000,26	357 135,00 566166,88	135 873,72 210588,48	517 530,27 843092,99
Przed podaniem maści	zr n=22	1 602 681,82 4372615,01	215 943,05 596864,16	490 751,75 1182019,88	199 834,70 501567,317	844 820,50 2291528,45
Po podaniu maści		1 077 863,63 1909574,05	97 254,15 142217,98	219 943,75 298587,08	87 329,80 119492,32	399 522,30 530697,54

Tabela 7
Stan zdrowia badanej ćwiartki wymienia w doświadczeniu z maścią w oparciu o testy TOK

Gospodarstwo	W dniu rozpoczęcia stosowania maści			W dniu zakończenia stosowania maści			20 dni po zakończeniu podawania maści		
	zdrowe	podkliniczne	chore	zdrowe	podkliniczne	chore	zdrowe	podkliniczne	chore
I	42,8	42,8	14,4	35,7	35,7	28,6	43,0	28,5	28,5
II	47,0	29,4	23,6	64,7	5,9	29,4	88,2	11,8	0,0
III	64,2	21,4	14,4	64,2	14,4	21,4	85,8	7,1	7,1
IV	23,2	38,4	38,4	53,8	15,5	30,7	23,0	69,2	7,8



Rozpatrując efekty stosowania maści ziołowych jako środka leczniczego i profilaktycznego uwzględniono także fakt utrzymywania różnych ras bydła. W rasie zb stwierdzono, że stany kliniczne zapalenia ćwiartki wymienia po zastosowaniu maści wraz z czasem zmniejszają się, jednak wyraźna poprawa następuje dopiero po 12 dniu od zakończenia leczenia. W przypadku stanów podklinicznych, po spadku już w 4 dniu utrzymuje się on w dalszych dniach na stałym poziomie. W rasie pc stwierdzone stany kliniczne zapalenia już od 6 dnia po zakończeniu stosowania maści zmniejszyły swój udział i w dalszych dniach systematycznie malały. Stany podkliniczne po zastosowaniu maści przeszły w formy nie wymagający leczenia i utrzymywały się na stałym poziomie. W rasie zr /gospodarstwo III/ w 6 dniu po zakończeniu leczenia zarówno stany kliniczne jak i podkliniczne zapalenia przeszły w formy nie wymagające już dalszego leczenia. Tym samym 8 dniowa kuracja oraz 6 dni odpowiedzi organizmu /14 dni/ pozwala na całkowite zaleczenie stanów chorobowych wymion. Odnosząc do badań prezentowanych w gospodarstwie II, wyniki dla rasy pc w gospodarstwie IV były mniej obiecujące po zastosowaniu maści. Stwierdzono stabilizację poziomu stanów podklinicznych, przy jednocześnie niepokojącym wzroście klinicznych.

W badaniach nad poprawą zdrowotności krów i obniżeniem poziomu komórek somatycznych w mleku zastosowano także kompilację badanej maści, opisaną powyżej i dodatku ziołowego A, który w dalszych etapach badań także był analizowany. W wybranym gospodarstwie zastosowano przez 10 dni oba preparaty, razem na grupie 10 krów. Podawano każdorazowo po rannym doju dodatek paszowy w ilości 200 gr/szt, oraz maść ziołową na wymię /zasady podawania oraz stosowania maści opisano powyżej/. Badania wykazały, że zastosowanie obu preparatów razem może skutecznie obniżyć poziom komórek somatycznych w chorych wymionach krów. W badanych grupach skuteczność określono na poziomie 75%.

W ramach realizacji tematu badawczego i kolejnego doświadczenia w podzadaniu, wprowadzono do wytypowanych 4 gospodarstw rolnych sam dodatek ziołowy A do żywienia bydła. Zgodnie z założeniami metodycznymi przez okres 20 dni podawany był do porannego żywienia bydła w ilości 200g/dzień. W okresie przed podawaniem oraz zaraz po zakończeniu podawania dodatku, pobrano po 50 ml mleka od każdej krowy w rannym doju, w celu określenia poziomu komórek somatycznych oraz składowych, w tym limfocytów, granulocytów, makrofagów i komórek nabłonkowych. Na podstawie analiz stwierdzono, że w trzech gospodarstwach przed rozpoczęciem doświadczenia poziom komórek somatycznych w badanym mleku przekraczał 1 mln LKS, w tym w jednym ponad 3,5 mln /tabela 8/. Jedno gospodarstwo odznaczało się mlekiem spełniającym normy tj. 400 tys. Po zastosowaniu dodatków ziołowych we wszystkich gospodarstwach odnotowano wyraźny spadek poziomu



LKS. W trzech gospodarstwach do poziomu poniżej 400 tys. LKS. W jednym pomimo obniżenia się poziomu o 2 mln. mleko nadal nie spełniało norm. Analizując poziom komórek somatycznych /LKS/ należy stwierdzić, że na ogólną liczbę w większości wpływał poziom komórek nabłonkowych oraz granulocytów. Po podaniu dodatku, oba te składniki wyraźnie zmniejszyły swój udział w ogólnym poziomie LKS. W pierwszym okresie podawania dodatku uzyskano więc, pozytywny efekt zmniejszenia poziomu komórek somatycznych w mleku.

Tabela 8

Efekty zastosowania dodatku zielonego A w gospodarstwie- średnie wartości

Zadanie	Gospodartwo	Liczba komórek somatycznych	Limfocyty	Granulocyty	Makrofagi	Komórki nabłonkowe
Przed podaniem ziół	I	1 460 142,86 1846516,31	187 793,14 241785,23	396 869,14 501736,68	157 957,28 205427,79	717 523,30 900039,30
Po podaniu ziół		160 142,85 142883,90	13 994,71 15402,56	50 102,00 63883,11	23 394,00 29342,93	72 652,14 50854,15
Przed podaniem ziół	V	1 821 666,67 2995761,12	220 308,66 396507,02	553 007,66 807928,85	233 120,33 319020,21	815 230,00 1478280,00
Po podaniu ziół		395 000,00 333125,20	34 780,16 37494,54	141 992,83 139460,36	61 885,33 68256,94	156 341,70 96179,86
Przed podaniem ziół	VI	415 833,33 447390,84	44 933,83 57448,20	137 860,00 162067,98	57 205,16 65316,88	175 834,30 175385,70
Po podaniu ziół		114 666,66 114838,43	9 830,66 11328,23	36 925,00 46650,55	15 280,16 22263,11	52 630,83 46823,20
Przed podaniem ziół	VII	3 678 000,00 2884756,06	478 146,20 375012,92	1 013 368,00 773214,13	404 582,00 317321,78	1 781 904,00 1420615,00
Po podaniu ziół		1 094 400,00 1120662,88	128 213,80 152581,94	400 082,00 301745,90	154 042,80 108618,89	412 061,40 587790,50

Zastosowanie dodatku zielonego bezpośrednio oddziaływało na zwierzęta danej rasy.

Największe zmiany na korzyść biorąc pod uwagę poziom komórek odnotowano w rasie hf, gdzie z poziomu ponad 2 mln komórek uzyskało mleko o parametrach bardzo dobrego mleka /190 tys./ Bardzo dobrze na ziola zareagowała rasa pc, u której spadek LKS był na poziomie 1,3 mln. Rasa zb charakteryzowała się najniższym poziomem LKS przed zadawaniem dodatku jak i po. Na ogólną liczbę komórek somatycznych największy wpływ miał stan ilościowy komórek nabłonkowych i granulocyty, przy czym te pierwsze występowały najliczniej. Charakterystyczne jest, że rasa hf odznaczała się najwyższym mianem komórek somatycznych w mleku z pośród badanych ras.

Należy stwierdzić, że podawany dodatek zielony wpłynął pozytywnie na stan zdrowotny wymion /tabela 9/. W gospodarstwie I w chwili rozpoczęcia podawania 58% krów miało stan kliniczny zapalenia wymienia. Po zakończeniu przez 20 dni nie stwierdzono stanów klinicznych. W dalszym okresie bez dodatku zielonego, odnotowano powtórny wzrost stanów klinicznych zapalenia wymienia. Tym samym, przerwanie podawania dodatku



spowodowało nawrót choroby. W gospodarstwie V zaobserwowano podobną tendencję zaniku stanów klinicznych w okresie podawania ziół /spadek z 17% do 0/, jednak w dłuższym okresie po zaprzestaniu podawania następuje nawrót zapalenia. Jednocześnie obserwujemy spadek stanów podklinicznego zapalenia wymienia. Odmienne wyniki otrzymano w gospodarstwie VI oraz VII, gdzie po podaniu ziół zaobserwowano poprawę zdrowotną wymion /spadek stanów klinicznych/, który utrzymał się po okresie podawania przez następne 10 dni.

Tabela 9

Stan zdrowia badanej ćwiartki wymienia w doświadczeniu z dodatkiem ziołowym A –czas podawania 20 dni

Gospodarstwo	W dniu rozpoczęcia stosowania ziół %			W dniu zakończenia stosowania ziół %			10 dni po zakończeniu podawania ziół %		
	zdrowe	podkliniczne	chore	zdrowe	podkliniczne	chore	zdrowe	podkliniczne	chore
I	42	0	58	57	43	0	42	16	42
V	17	66	17	50	50	0	66	17	17
VI	50	33	17	66	34	0	80	20	0
VII	0	0	100	0	80	20	75	0	25

Podzadanie III.

W podzadaniu III wprowadzono jeszcze jeden dodatek ziołowy „B” jako kompozycję ziół i ekstraktów roślinnych rozmarynu, oregano, kminku, mięty oraz tymianku i szałwii /procentowy udział podano w metodyce badań/ w dwóch gospodarstwach eko. Badania prowadzono w grupach po 5 sztuk. Mieszanka podawana było do paszy w ilości 10g/szt dziennie przez okres 20 dni przy rannym żywieniu bydła bezpośrednio do paszy. Analizy efektów zastosowania dodatku ziołowego B wykazały, że u krów o wysokim poziomie LKS w chwili rozpoczęcia żywienia dodatkiem ziołowym po okresie 20 dni, zdecydowanie zmniejszyła się ilość komórek w badanym mleku /tabela 10/. Największe pozytywne zmiany odnotowano w gospodarstwie VII, gdzie z ponad 1,3 mln komórek uzyskano po leczeniu mleko na poziomie 200 tys.. Na uwagę zasługuje zmiana statusu wymion chorych, które uległy wyleczeniu. W gospodarstwie III jest to ponad dwu-krotna poprawa zdrowotności badanych krów. Podanie dodatku ziołowego B wykazało, że w dłuższym okresie podawania / 20 dni/, jak również przez łączny okres 30 dni można oczekiwać wyraźnych zmian zdrowotnych wymion i zmniejszenie ilości przypadków klinicznego mastitis /tabela 11/. W gospodarstwie II / rasa pc/ zmniejszono udział chorych ćwiartek wymienia z 33% do poziomu 12%. W okresie stosowania dodatku wzrosła grupa krów o stanie podklinicznym, która w następnym okresie czasu uległa dalszemu wyleczeniu. W przypadku gospodarstwa VII / rasa



zr/ także zmniejszyła się wyraźnie grupa krów o stanie klinicznego zapalenia wymienia, na rzecz podklinicznych form chorobowych. Część badanych krów uległa całkowitemu wyleczeniu.

Tabela 10
Efekty zastosowania dodatku zielowego B w gospodarstwie- średnie wartości

Zadanie	Gospodarstwo/rasa	Liczba komórek somatycznych x/sd	Limfocyty x/sd	Granulocyty x/sd	Makrofagi x/sd	Komórki nabłonkowe x/sd
Przed podaniem ziół	III	1 050 333,33 1567531,58	133 028,33 205111,07	297 319,89 405388,27	137 108,78 198719,43	482 876,33 761611,62
Po podaniu ziół	pc	803 333,33 1338087,63	96 938,11 173860,15	254 576,44 378486,89	110 727,00 148365,00	341 094,00 646074,77
Przed podaniem ziół	VII	1 788 200,00 2 272 845,95	223 567,00 301 666,04	533 333,00 614 385,59	217 480,20 236 200,01	813 819,80 1 122 091,92
Po podaniu ziół	zr	602 800,00 433 666,58	67 912,60 58 670,29	207 141,00 119 698,61	90 716,80 48 342,23	237 029,60 220 712,25

Tabela 11
Stan zdrowia badanej ćwiartki wymienia w doświadczeniu z dodatkiem zielowym B –czas podawania 20 dni

Gospodarstwo	W dniu rozpoczęcia stosowania ziół %			W dniu zakończenia stosowania ziół %			10 dni po zakończeniu podawania ziół %		
	zdrowe	podkliniczne	chore	zdrowe	podkliniczne	chore	zdrowe	podkliniczne	chore
III	33	33	33	45	45	10	66	22	12
VII	0	60	40	0	80	20	10	70	10

W trakcie realizacji zadań analizowano także profil kwasów tłuszczowych w badanych próbkach mleka. Analizy pozwoliły na określenie nie zamierzonego wpływu dodatków „A” i „B” na profile kwasów tłuszczowych mleka. Analiza wykazała brak różnic w obrębie kwasów nasyconych. Zróznicowanie pomiędzy gospodarstwami nastąpiło w zakresie nienasyconych kwasów tłuszczowych. Najwyższy poziom jednonienasyconych kwasów tłuszczowych stwierdzono w gospodarstwie II, natomiast dwunienasyconych oraz sumy jednonienasyconych kwasów MUFA w gospodarstwie I. Suma kwasów omega- 6 oraz omega- 9 charakteryzowała krowy z gospodarstwa I. Analizując nienasycone kwasy tłuszczowe stwierdzono, że podanie dodatku „A” lub „B” wpłynęło na kwasy z grupy C18:1 oraz C18:2 w grupie z dodatkiem zielowym B. Także w grupie z dodatkiem zielowym „B” zmianie uległa suma kwasów omega-6 i omega -9. W pozostałych przypadkach podanie dodatku zielowego „A” lub „B” nie wpłynęło na zmianę profilu badanych kwasów tłuszczowych w mleku.

Kontakt: dr hab. Piotr Wójcik, email: piotr.wojcik@izoo.krakow.pl

Sprawozdanie z badań realizowanych w 2016 roku wraz z zaleceniami dla rolników znajduje się na stronie internetowej:

http://ekostrona.izoo.krakow.pl/sprawozdania/2016_bydlo.pdf?ver.4

