



Wyniki badań w zakresie rolnictwa ekologicznego realizowanych w 2018 roku



Spis treści:

Wstęp.....	5
------------	---

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy Terenowa Stacja Doświadczalna w Białymstoku

1. Uprawy polowe metodami ekologicznymi: Określenie naturalnie występujących substancji o charakterze zbliżonym do substancji czynnych zawartych w syntetycznych środkach ochrony roślin (np. Ditiokarbaminiany) w produktach pochodzących z upraw ekologicznych..... **6**

Instytut Ochrony Roślin - Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

1. Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie wykorzystania substancji podstawowych w ochronie upraw polowych w uprawie ekologicznej **18**
2. Uprawy polowe metodami ekologicznymi: optymalizacja sposobów zaprawiania materiału siewnego i nasadzeniowego stosowanego w rolnictwie ekologicznym. **33**

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im prof. Wacława Dąbrowskiego

1. Określenie wpływu ograniczenia chemicznej ochrony roślin na występowanie mykotoksyn, grzybów i alkaloidów w uprawach polowych oraz opracowanie działań zapobiegawczych powstawania takich zagrożeń w ekologicznej produkcji rolniczej..... **46**
2. Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: optymalizacja technologii procesów wędzenia wędlin, serów i ryb ekologicznych..... **65**
3. Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w zakresie przetwórstwa mięsa, z ograniczeniem dodatków azotanów i azotynów, w tym wykorzystanie fermentowanego mleka różnych ras zwierząt w zakresie przetwórstwa mięsa i podrobów w celu wpływu na zdrowotność, parametry sensoryczne i trwałość wyrobów..... **79**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

1. Badania nad możliwościami ograniczenia zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w kukurydzy uprawianej w systemie ekologicznym..... **92**
2. Badania wpływu gęstości siewu owsa na obecność wybranych agrofagów (choroby grzybowe i chwasty) oraz ich wpływ na jakość ziarna w uprawie prowadzonej metodami ekologicznymi **105**
3. Badania nad źródłem zanieczyszczenia pasz przez GMO z uwzględnieniem problematyki dróg zanieczyszczeń możliwych i niemożliwych do uniknięcia..... **117**
4. Badanie możliwości redukcji agrofagów i przydatności odmian pszenżyta jarego (*Triticosecale* Wittm.) do uprawy na ziarno i na kisonkę w siewie czystym i w mieszankach z roślinami bobowatymi w gospodarstwach ekologicznych..... **130**

Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach - Zakład Ochrony Roślin przed Szkodnikami

1. Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn występowania w surowcach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom..... **141**
2. Sadownictwo metodami ekologicznymi: Badania w zakresie wykorzystania substancji podstawowych w ochronie upraw sadowniczych w uprawie ekologicznej. Wykorzystanie podstawowych substancji do ograniczania populacji pędraków w uprawach truskawki oraz do zwalczania innych szkodników na roślinach sadowniczych..... **156**
3. Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania w zakresie optymalizacji warunków ekologicznej towarowej uprawy roślin sadowniczych, a występowaniem chorób i szkodników w tych uprawach..... **171**
4. Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn 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. Określenie poziomu pozostałości pestycydów i zawartości metali ciężkich oraz innych związków chemicznych w uprawach ekologicznych..... **190**
5. Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w celu poprawy cech i parametrów sensorycznych produktów przetwórstwa owoców i warzyw ekologicznych z uwzględnieniem zachowania składników odżywczych otrzymywanych produktów. Opracowanie technologii wysokiej jakości innowacyjnych soków, nektarów i napojów na bazie ekologicznych owoców czarnej porzeczki i aronii..... **215**
6. Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie możliwości wykorzystania substancji podstawowych w ochronie warzyw i ziół w uprawie ekologicznej. Możliwości wykorzystania substancji podstawowych do ograniczania szkodliwości najgroźniejszych agrofagów w ekologicznych uprawach bobu, cebuli, fasoli szparagowej, jarmużu, rabarbaru i rukoli..... **230**

Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN

1. Ocena efektywności kwietnych pasów w ograniczaniu agrofagów na ekologicznej uprawie marchwi i w zwiększaniu różnorodności biologicznej na terenach rolniczych..... **250**

Instytut Uprawy Nawożenia I Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

1. Badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, takich jak: len, lnianka, rzepak, rośliny bobowate lub zboża (w tym gatunki dawne np. płaskurka, samopsza, orkisz), zalecanych do produkcji polowej towarowej. Określenie dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach (Badania nad doborem odmian pszenicy ozimej do uprawy w rolnictwie ekologicznym i ich przydatność dla przemysłu piekarskiego i makaronowego. Ekologiczne Doświadczalnictwo Odmianowe, założenia i wdrożenie systemu) **266**
2. Badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, takich jak: len, lnianka, rzepak, rośliny bobowate lub zboża (w tym gatunki dawne np. płaskurka, samopsza, orkisz), zalecanych do produkcji polowej towarowej. Określenie

- dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach (Badania w zakresie oceny jakości plonu współczesnych i dawnych odmian pszenicy jarej, ich przydatności dla przemysłu piekarskiego i makaronowego oraz potencjału zdrowotnego)..... **287**
3. Badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, takich jak: len, lnianka, rzepak, rośliny bobowate lub zboża (w tym gatunki dawne np. płaskurka, samopsza, orkisz), zalecanych do produkcji polowej towarowej. Określenie dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach. (Badania nad doborem odmian zbóż jarych do uprawy w rolnictwie ekologicznym. Ekologiczne doświadczalnictwo terenowe - EDO dla zbóż jarych)..... **306**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

1. Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn występowania w surowcach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom..... **325**
2. Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Badania w zakresie optymalizacji warunków ekologicznego chowu karpia, z uwzględnieniem zasad wytwarzania ekologicznych mieszanek paszowych na poziomie gospodarstwa rolnego oraz zapobiegania i zwalczania występowania chorób i pasożytów..... **343**
3. Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w celu poprawy cech i parametrów sensorycznych produktów przetwórstwa owoców i warzyw ekologicznych z uwzględnieniem zachowania składników odżywczych otrzymywanych produktów..... **360**
4. Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie możliwości wykorzystania substancji podstawowych w ochronie warzyw i ziół w uprawie ekologicznej..... **375**

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

1. Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: Badania nad wykorzystaniem niekonwencjonalnych metod obróbki fizycznej (np. ultradźwięki, światło) w ekologicznym przetwórstwie mięsa i podrobów w celu wpływu na zdrowotność, parametry sensoryczne i trwałość wyrobów..... **394**
2. Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w zakresie przetwórstwa mięsa, z ograniczeniem dodatków azotanów i azotynów, w tym wykorzystanie fermentowanego mleka różnych ras zwierząt w zakresie przetwórstwa mięsa i podrobów w celu wpływu na zdrowotność, parametry sensoryczne i trwałość wyrobów..... **405**

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

1. Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w celu poprawy cech i parametrów sensorycznych produktów przetwórstwa owoców ekologicznych z uwzględnieniem zachowania składników odżywczych otrzymywanych produktów..... **422**

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

1. Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Badania w zakresie optymalizacji warunków odchowu piskląt w rolnictwie ekologicznym, ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań nowatorskich w tym chowie..... **440**

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

1. Badania nad źródłem zanieczyszczenia pasz przez GMO z uwzględnieniem problematyki dróg zanieczyszczeń możliwych i niemożliwych do uniknięcia..... **457**
2. Określenie dobrych praktyk poprawy żywności i aktywności biologicznej gleby w gospodarstwach ekologicznych (burak cukrowy) **465**
3. Badania nad wykorzystaniem niekonwencjonalnych metod obróbki fizycznej (np. ultradźwięki, światło) w ekologicznym przetwórstwie mięsa i podrobów w celu wpływu na zdrowotność, parametry sensoryczne i trwałość wyrobów..... **484**

Szanowni Państwo,

Przekazujemy w Państwa ręce kolejną już publikację, zawierającą wyniki badań, realizowanych w 2018 roku, tj. czternastym roku wsparcia finansowanego, udzielanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi dla badań w obszarze rolnictwa ekologicznego.

Głębokie zainteresowanie jakim w roku w ostatnich latach cieszą się badania w rolnictwie ekologicznym, pozwoliło na zestawienie w kolejną publikację szerokiego zakresu tematycznego. Niniejsza publikacja stanowi zbiór wyników badań, przeprowadzonych przez podmioty prowadzące badania naukowe, obejmujące tę właśnie dziedzinę rolnictwa.

Rolnictwo ekologiczne, podobnie jak pozostałe systemy produkcji rolniczej wymaga prowadzenia wieloletnich badań naukowych, które będą wspierały jego rozwój. Tradycyjna wiedza przekazywana przez doradców, jak również w ramach stowarzyszeń rolników ekologicznych, na obecnym etapie rozwoju rolnictwa ekologicznego już nie wystarcza. Większa czasochłonność i mniejsza wydajność produkcji w gospodarstwie ekologicznym nie zachęca do przechodzenia na ten sposób produkcji, mimo wzrastającego popytu na rynku żywności ekologicznej. Producent ekologiczny mając do dyspozycji dużo mniejszą gamę środków produkcji narażony jest na większe ryzyko przy wytwarzaniu żywności ekologicznej, które może być zminimalizowane poprzez wprowadzanie nowych, popartych badaniami ekologicznymi technologii. 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 31 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 OCHRONY ROŚLIN - PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

TERENOWA STACJA DOŚWIADCZALNA w BIAŁYMSTOKU

Laboratorium Badania Bezpieczeństwa Żywności i Pasz IOR-PIB

STRESZCZENIE

z badań podstawowych prowadzonych w 2018 roku na rzecz rolnictwa ekologicznego

**OBSZAR BADAWCZY: UPRAWY POŁOWE METODAMI EKOLOGICZNYMI: OKREŚLENIE
NATURALNIE WYSTĘPUJĄCYCH SUBSTANCJI O CHARAKTERZE ZBLIŻONYM DO SUBSTANCJI
CZYNNYCH ZAWARTYCH W SYNTETYCZNYCH ŚRODKACH OCHRONY ROŚLIN
(NP. DITIOKARBAMINIANY) W PRODUKTACH POCHODZĄCYCH
Z UPRAW EKOLOGICZNYCH**

**TYTUŁ PODZADANIA: Wpływ stosowania nawozów i preparatów
zawierających związki siarki dopuszczonych bądź niedopuszczonych w
rolnictwie ekologicznym,
na oznaczenie poziomu pozostałości ditiokarbaminianów**

KIEROWNIK PROJEKTU BADAWCZEGO: Prof. dr hab. Bożena Łozowicka

WYKONAWCY PROJEKTU BADAWCZEGO:

dr hab. Piotr Kaczyński

dr Magdalena Jankowska

mgr Ewa Rutkowska

mgr Izabela Hrynko

mgr Julia Rusiłowska

mgr inż. Rafał Konecki

Cel badań

Celem realizacji projektu było określenie naturalnie występujących substancji o charakterze zbliżonym do substancji czynnych zawartych w syntetycznych środkach ochrony roślin w produktach pochodzących z upraw ekologicznych. Dlatego też, w projekcie badawczym celowym było podjęcie zadań dotyczących określenia wpływu zastosowania nawozów i preparatów zawierających substancje o charakterze zbliżonym do substancji czynnych zawartych w syntetycznych środkach ochrony roślin dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym oraz preparatów zawierających substancje czynne syntetycznych środków ochrony roślin (np. ditiokarbaminiany) niedopuszczonych w rolnictwie ekologicznym na poziom pozostałości ditiokarbaminianów.

Badania naukowe posłużyły opracowaniu bazy danych o naturalnie występujących poziomach siarki w uprawach ekologicznych celem prawidłowej interpretacji wyników. Ostatecznie projekt odegrał także istotną rolę w ostatecznym ustaleniu poziomów, poniżej których poszukiwanie ditiokarbaminianów jest bezcelowe, tzw. tło matrycy.

Materiał i metody wykonania badań

Badania polowe realizowane były w 2018 roku na poletkach tunelowych w Terenowej Stacji Doświadczalnej IOR-PIB w Białymstoku zgodnie z zasadami dobrej praktyki eksperymentalnej DPE (ang. Good Experimental Practice GEP). Układ doświadczalny zakładał stosowanie jednego czynnika badawczego na każdym poletku oraz kontrolę bezwzględną.

W celu jednoznacznego określenia źródła pochodzenia związków siarki/ditiokarbaminianów badaniami objęte zostały uprawy zróżnicowane pod względem zawartości związków siarki: bogate w naturalnie występujące związki siarki (cebula i rzodkiewka) oraz pozbawione naturalnie występujących związków siarki (sałata). Dlatego też, do badań polowych wykorzystano nawozy i preparaty oparte na związkach siarki przeznaczone do produkcji ekologicznej i konwencjonalnej.

Według aktualnego wykazu środków ochrony roślin dopuszczonych do produkcji ekologicznej zawierających związki siarki stosować można 5 preparatów, a do produkcji konwencjonalnej 62 środki ochrony roślin zawierające jako substancje czynne sole kwasu etylenobistiokarbaminowego oraz siarczek tiuramu. Wszystkie wymienione preparaty stosowane są w ochronie warzywniczej przed chorobami grzybowymi. Jako kontrolę bezwzględną założono poletko bez zabiegów ze środkami ochrony roślin. Przed przystąpieniem do doświadczenia pobrano próbkę gleby i oceniono pod kątem zawartości badanych związków.

Prace związane z realizacją projektu badawczego przebiegały w etapach przy zastosowaniu kilka czynników badawczych:

I czynnik badawczy: zabiegi ze środkiem SIARKOL 80 WG zawierającym w składzie siarkę dozwoloną w uprawach ekologicznych;

II czynnik badawczy: zabiegi nawożenia gleby nawozami siarkowymi w formie siarczanu magnezu (16%MgO, 32% SO₃);

III czynnik badawczy: zabiegi ze środkiem ochrony roślin zawierającym ditiokarbaminiany dozwolonym dla upraw konwencjonalnych. Ochronę prowadzono stosując zabiegi przy użyciu preparatu Dithane Neo Tec 75 WG zawierającego mankozeb (**czynnik IIIa**) oraz poprzez zaprawianie nasion cebuli, rzodkiewki i sałaty z wykorzystaniem Zaprawy nasiennej T 75 DS/WS zawierającej tiuram (**czynnik IIIb**).

Doświadczenie założono metodą bloków losowanych na uprawach cebuli, rzodkiewki i sałaty. W danej uprawie wydzielono po pięć poletek o powierzchni 6 m² (1,5x4m) w trzech powtórzeniach (**Tabela 1**). W obrębie powtórzenia rozmieszczono losowo po jednym poletku na każdym z czterech czynników badawczych oraz jedno poletko kontrolne bez ochrony chemicznej i nawożenia siarczanem magnezu. Zabiegi wykonano opryskiwaczem plecakowym na sprężone powietrze, z zamontowanymi 3 rozpylaczami XR Tee Jet 11003 i 11004 VP. Wszystkie zabiegi nawozami i preparatami (**czynnik I, II i IIIa**) wykonano zgodnie ze schematem zawartym w **Tabeli 2**, po osiągnięciu przez większość roślin w danej uprawie poziomu 50% typowej wielkości plonu (BBCH=45). Nasiona sałaty, rzodkiewki i cebuli zaprawiano na sucho przy pomocy zaprawiarki przez 10 minut do uzyskania jednolitego zabarwienia nasion (**czynnik IIIb**).

Tabela 1. Układ doświadczenia.

1 powtórzenie	2 powtórzenie	3 powtórzenie
K	I	IIIb
II	IIIa	I
I	K	IIIa
IIIb	II	K
IIIa	IIIb	II

Tabela 2. Schemat zabiegów.

Nr czynnika	Czynnik badawczy	Substancja czynna	Dawka (kg/ha) (wydatek cieczy roboczej l/ha)		
			Cebula	Rzodkiewka	Sałata
K	Kontrola	-	-	-	-
I	Siarkol 80 WP	siarka 800 g/kg	3 (600)	3 (600)	3 (600)
II	Siarczan magnezu	16% MgO 32% SO ₃	12 (1000)	12 (1000)	12 (1000)
IIIa	Dithane NeoTec 75 WG	mankozeb 750 g/kg	2 (1000)	2 (1000)	2 (1000)
IIIb	Zaprawa nasiennaT 75 DS/WS	tiuram 750 g/kg	3g/1kg nasion	2g/1kg nasion	2g/1kg nasion

Próbki warzyw o jednostkowej masie ok. 250 g pobierano losowo z reprezentatywnej powierzchni uprawy warzyw (z każdej kombinacji) 1 godzinę po aplikacji (początkowe stężenie), w 2 dniu, 3, 5, 7, 14, 21 i 30 (końcowe stężenie). W przypadku Zaprawy nasiennej T 75 DS/WS za początkowe stężenie przyjęto 25 dzień od momentu siewu nasion, po osiągnięciu przez większość roślin w danej uprawie poziomu 50% typowej wielkości plonu (BBCH=45).

IV czynnik badawczy: We wszystkich pobranych próbkach oceniono stężenia pozostałości ditiokarbaminianów/związków siarki po zastosowaniu wyżej wymienionych preparatów w warzywach.

Do przygotowania próbek warzyw wykorzystano zmodyfikowaną metodę kalorymetryczną. Końcowe oznaczenia wykonano przy pomocy techniki spektrofotometrycznej.

Opis akredytowanej metody analitycznej: Nierozdrobniony materiał roślinny (20g) ogrzewano przez 45 minut (80 °C) z dodatkiem 60 ml kwasu solnego z chlorkiem cyny (II). Ditiokarbaminiany ulegają rozkładowi z wydzieleniem CS₂. Disiarczek węgla w obecności metanolowego roztworu wodorotlenku potasu tworzy ksantogenian potasowy. W alkalicznym środowisku i podwyższonej temperaturze następuje hydroliza do siarczku cynku tworzącego w reakcji z N,N'-dimetylo-p-fenilo-diaminą błękit metylenowy. Absorbancję produktów reakcji mierzono przy długości fali 662 nm przy zastosowaniu spektrofotometru (Helios Delta VIS). Stężenie pozostałości ditiokarbaminianów wyrażono w mg disiarczku węgla CS₂/kg.

Część analityczna pracy badawczej wykonana została w Laboratorium posiadającym akredytację Polskiego Centrum Akredytacji (nr AB 839) zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2005. Gwarancją jakości wykonania badań analitycznych był wdrożony w Laboratorium Badania Bezpieczeństwa Żywności i Pasz IOR-PIB system zarządzania, wykwalifikowany personel analityczny oraz wysokiej klasy aparatura pomiarowa.

Wyniki badań

Poziomy związków siarki/pozostałości ditiokarbaminianów po zastosowaniu nawozów i preparatów opartych na związkach siarki przeznaczonych do produkcji ekologicznej i konwencjonalnej (Siarkol 80 WG, nawóz siarkowy w formie siarczanu magnezu, Zaprawa nasienne T 75 DS/WS i Dithane Neo Tec 75 WG) oznaczono w próbkach sałaty, rzodkiewki i cebuli oraz określono stężenia w próbkach bezwzględnej kontroli.

Kontrola bezwzględna

W pierwszej kolejności określono poziomy związków siarki występujące w kontrolnych próbkach sałaty, cebuli i rzodkiewki. W tym celu przebadano próbki sałaty, cebuli i rzodkiewki pobrane w okresie trwania doświadczenia tunelowego (30 dni). Stężenia bezwzględnej kontroli próbek sałaty, cebuli i rzodkiewki zestawiono w bazie danych (Tabela 3).

Tabela 3. Baza danych przedstawiająca poziomy stężenie naturalnie występujących związków siarki w uprawach ekologicznych.

Nr próbki	Stężenie bezwzględnej kontroli (mg/kg)			Nr próbki	Stężenie bezwzględnej kontroli (mg/kg)		
	Sałata	Cebula	Rzodkiewka		Sałata	Cebula	Rzodkiewka
1.	0,012	0,141	1,114	16.	0,021	0,302	0,998
2.	0,023	0,311	1,203	17.	0,042	0,269	1,112
3.	0,011	0,41	1,442	18.	0,017	0,377	1,064
4.	0,029	0,326	1,428	19.	0,025	0,483	1,586
5.	0,039	0,293	1,326	20.	0,032	0,401	1,032
6.	0,036	0,282	0,999	21.	0,034	0,272	1,108
7.	0,027	0,316	1,205	22.	0,021	0,223	1,263
8.	0,033	0,456	1,142	23.	0,019	0,339	1,348
9.	0,022	0,273	1,601	24.	0,039	0,364	1,302
10.	0,035	0,351	1,026	25.	0,016	0,253	1,207
11.	0,015	0,426	1,319	26.	0,024	0,474	1,369
12.	0,018	0,214	1,207	27.	0,018	0,476	1,401
13.	0,019	0,257	1,111	28.	0,026	0,314	0,998
14.	0,017	0,413	1,405	29.	0,023	0,302	1,055
15.	0,032	0,386	1,605	30.	0,02	0,349	1,023

	Sałata	Cebula	Rzodkiewka
Min	0,011	0,253	0,998
Max	0,039	0,483	1,605
Średnia	0,025	0,335	1,233

Powyższe wyniki potwierdzają, iż sałata należy do upraw ubogich w związki siarki (zakres stężeń 0,011-0,039 mg/kg). Z kolei, cebula może zawierać nieznaczne pozostałości siarki mieszczące się w zakresie stężeń 0,253-0,483 mg/kg, a rzodkiewka należy do upraw bogatych w te związki (stężenia do 1,605 mg/kg). W związku z tym, interpretacja wyników próbek cebuli i rzodkiewki może powodować fałszywie pozytywne stężenie CS₂ w próbce.

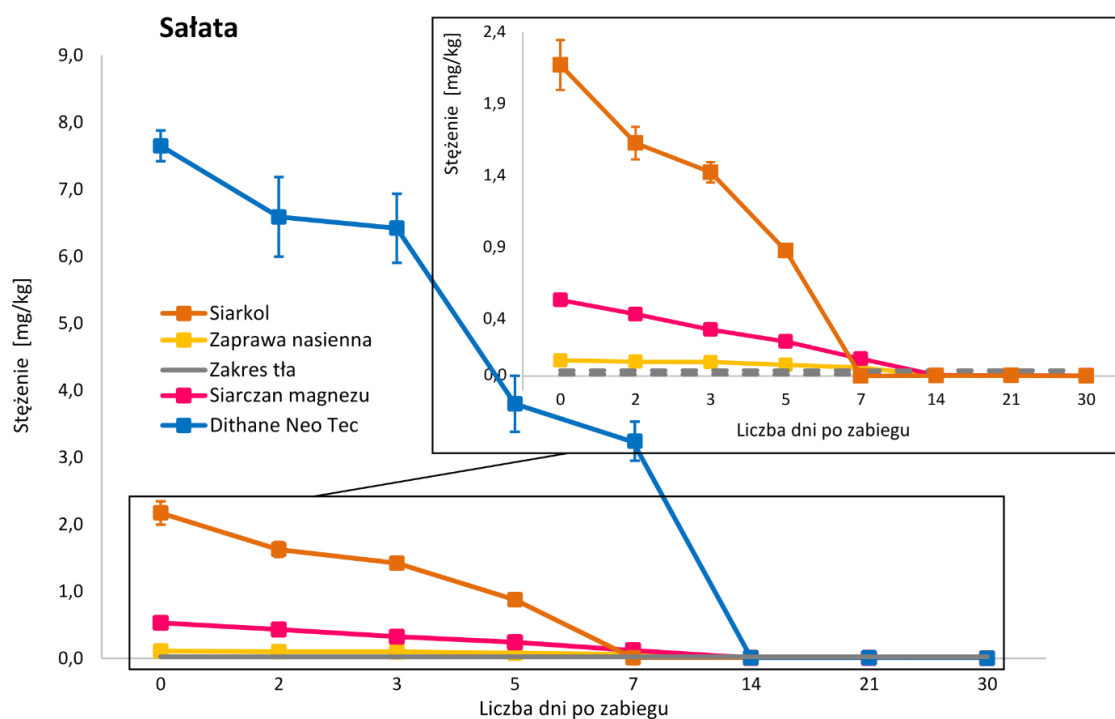
Sałata

Początkowe/końcowe poziomy związków siarki/pozostałości ditiokarbaminianów w próbkach sałaty (godzinę po aplikacji/po 30 dniach) przedstawiono w Tabeli 4.

Tabela 4. Stężenia początkowe/końcowe w sałacie.

Czynnik badawczy	Stężenie początkowe (mg/kg)	Stężenie końcowe (mg/kg)
I Siarkol 80 WG	2,170 ± 1,085	< 0,01
II Siarczan magnezu	0,530 ± 0,265	< 0,01
IIIa Dithane Neo Tec 75 WG	7,650 ± 3,825	< 0,01
IIIb Zaprawa nasienna T 75 DS/WS	0,110 ± 0,055	< 0,01

Przebieg zanikania związków siarki i ditiokarbaminianów w próbkach sałaty przedstawiono na Rysunku 3.

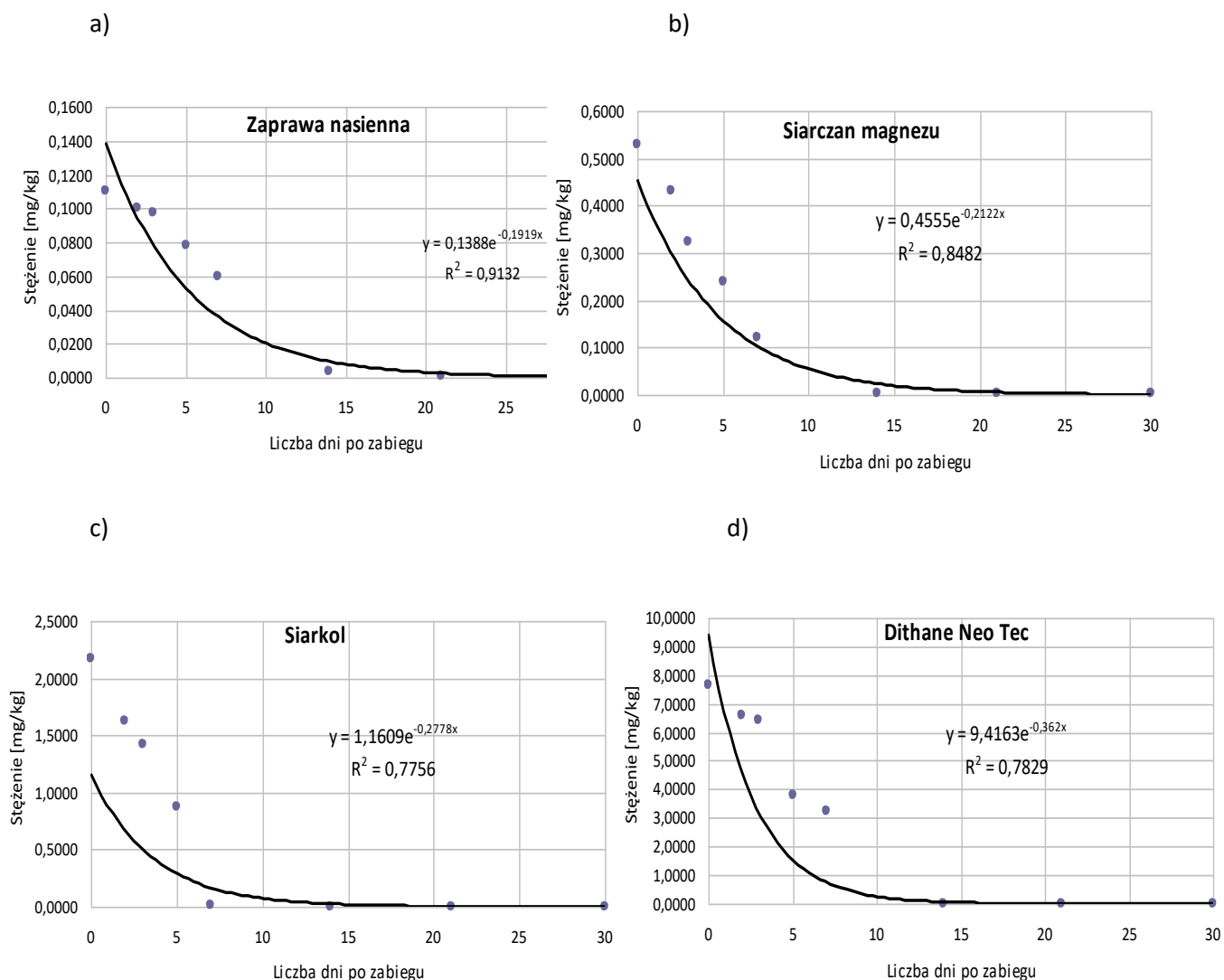


Rysunek 1. Stężenia ditiokarbaminianów/związków siarki w próbkach sałaty.

Jak można zaobserwować na **Rysunku 1** po zastosowaniu **czynnika IIIa** (Dithane Neo Tec 75 WG) uzyskano wysokie stężenia pozostałości ditiokarbaminianów w porównaniu do pozostałych czynników. Określony poziom tła dla bezwzględnej kontroli próbek sałaty (0,011-0,039 mg/kg) tego czynnika został osiągnięty w 14 dniu. W przypadku **czynnika I** (Siarkol 80 WG) określony poziom tła został osiągnięty po upływie 7 dnia, dla **czynnika II** (Siarczan magnezu) po 14 dniach, natomiast po zastosowaniu **czynnika IIIb** (Zaprawa nasienna T 75 DS/WS) po 39 dniu od momentu siewu (okres 25 dni od momentu siewu + 14 dni wzrostu rośliny).

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono stężenie powyżej którego poszukiwanie ditiokarbaminianów jest celowe w próbkach sałaty na poziomie $0,04 \pm 0,020$ mg/kg.

Trendy zanikania pozostałości w sałacie w postaci równań wykładniczych przedstawiono na **Rysunku 2a-d**. Pozostałości ditiokarbaminianów/związków siarki w sałacie zanikały zgodnie z równaniem wykładniczym $y=0,1388e^{-0,1919x}$ ($R^2=0,9132$), $y=0,4555e^{-0,2122x}$ ($R^2=0,8482$), $y=1,1609e^{-0,2778x}$ ($R^2=0,7756$) oraz $y=9,4163e^{-0,362x}$ ($R^2=0,7829$) po aplikacji Zaprawą nasienną T 75 DS/WS, nawozem siarkowym Siarkolem i Dithane Neo Tec 75 WG.



Rysunek 2. Wykładnicze zanikanie ditiokarbaminianów/związków siarki w próbkach sałaty.

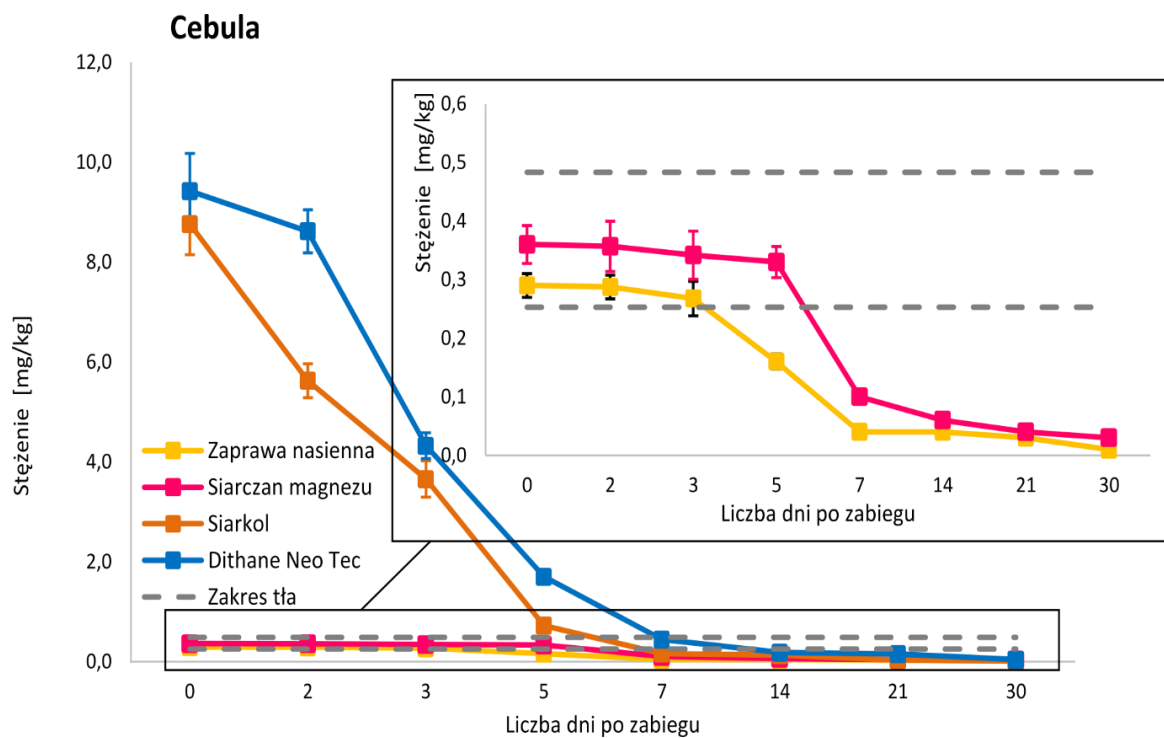
Cebula

Początkowe/końcowe poziomy związków siarki/pozostałości ditiokarbaminianów w próbkach cebuli (godzinę po aplikacji/po 30 dniach) przedstawiono w Tabeli 5.

Tabela 5. Stężenia początkowe/końcowe w próbkach cebuli.

Czynnik badawczy	Stężenie początkowe (mg/kg)	Stężenie końcowe (mg/kg)
I Siarkol 80 WG	8,760 ± 4,380	< 0,01
II Siarczan magnezu	0,360 ± 0,180	< 0,01
IIIa Dithane Neo Tec 75 WG	9,420 ± 4,710	< 0,01
IIIb Zaprawa nasienna T 75 DS/WS	0,290 ± 0,145	< 0,01

Przebieg zanikania związków siarki i ditiokarbaminianów w cebuli przedstawiono na Rysunku 3.

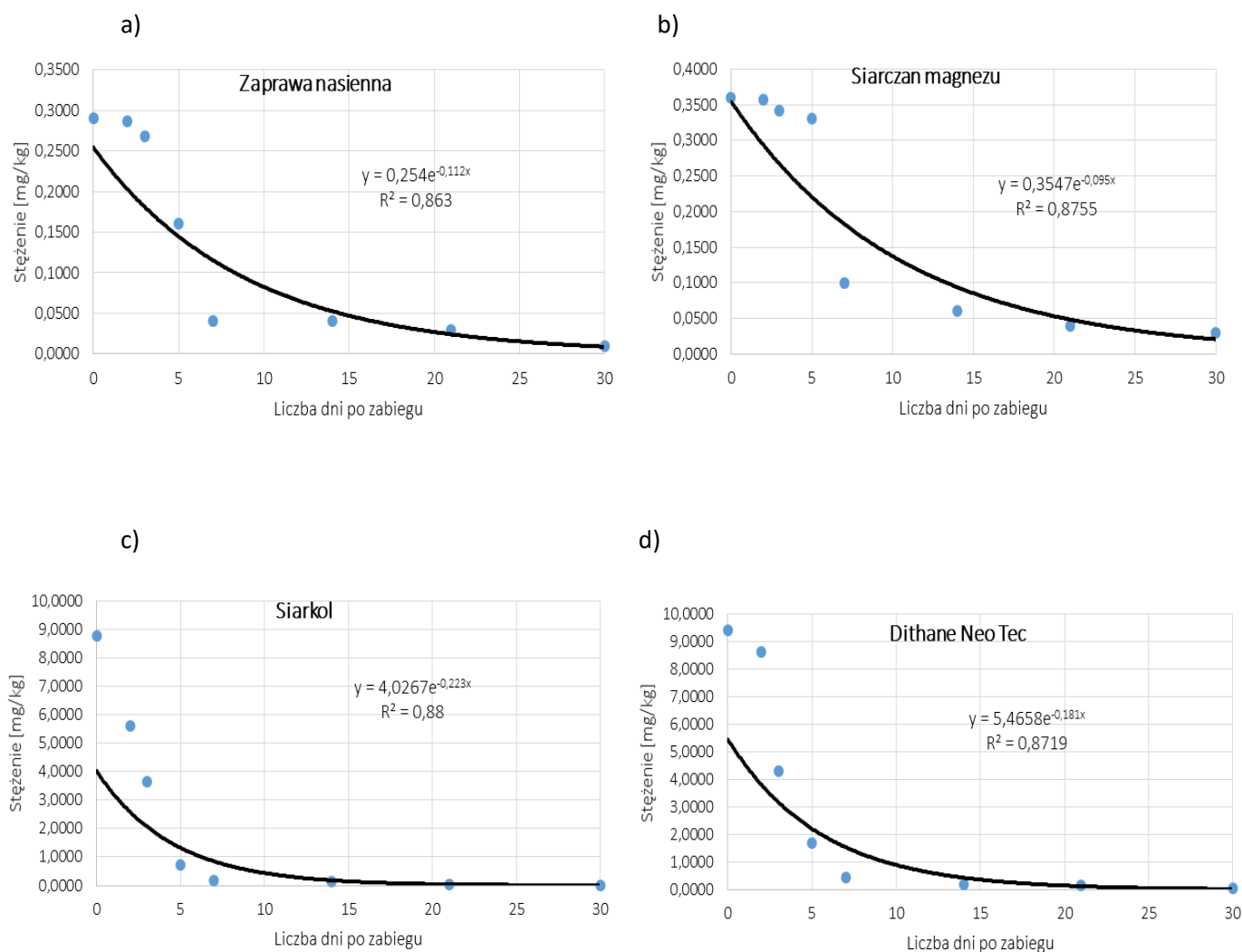


Rysunek 3. Stężenia ditiokarbaminianów/związków siarki w próbkach cebuli.

Jak można zaobserwować na **Rysunku 3** w przypadku próbek cebuli po zastosowaniu **czynnika II** (Siarczan magnezu) i **czynnika IIIb** (Zaprawa nasienna T 75 DS/WS) uzyskano stężenia związków siarki/ditiokarbaminianów mieszczące się określonym poziomie tła dla bezwzględnej kontroli próbek (0,253-0,483 mg/kg). Natomiast w przypadku **czynnika I** (Siarkol 80 WG) i **czynnika IIIa** (Dithane Neo Tec 75 WG) osiągnięto ten poziom po upływie 7 dnia.

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, iż ze względu na podwyższony poziom tła w próbkach cebuli nie ma możliwości rozróżnienia oznaczanych związków siarki od pozostałości ditiokarbaminianów.

Trendy wykładniczego zanikania ditiokarbaminianów/związków siarki w cebuli przedstawiono na **Rysunku 4a-d**. Pozostałości ditiokarbaminianów/związków siarki w cebuli po aplikacji Zaprawą nasienną T 75 DS/WS, nawozem siarkowym, Siarkolem 80 WG i Dithane Neo Tec 75 WG zanikały zgodnie z równaniami: $y=0,254e^{-0,112x}$ ($R^2=0,863$), $y=0,3547e^{-0,0956x}$ ($R^2=0,8755$), $y=4,0267e^{-0,223x}$ ($R^2=0,88$) oraz $y=5,4638e^{-0,181x}$ ($R^2=0,8719$).



Rysunek 4. Wykładnicze zanikanie ditiokarbaminianów/związków siarki w próbkach cebuli.

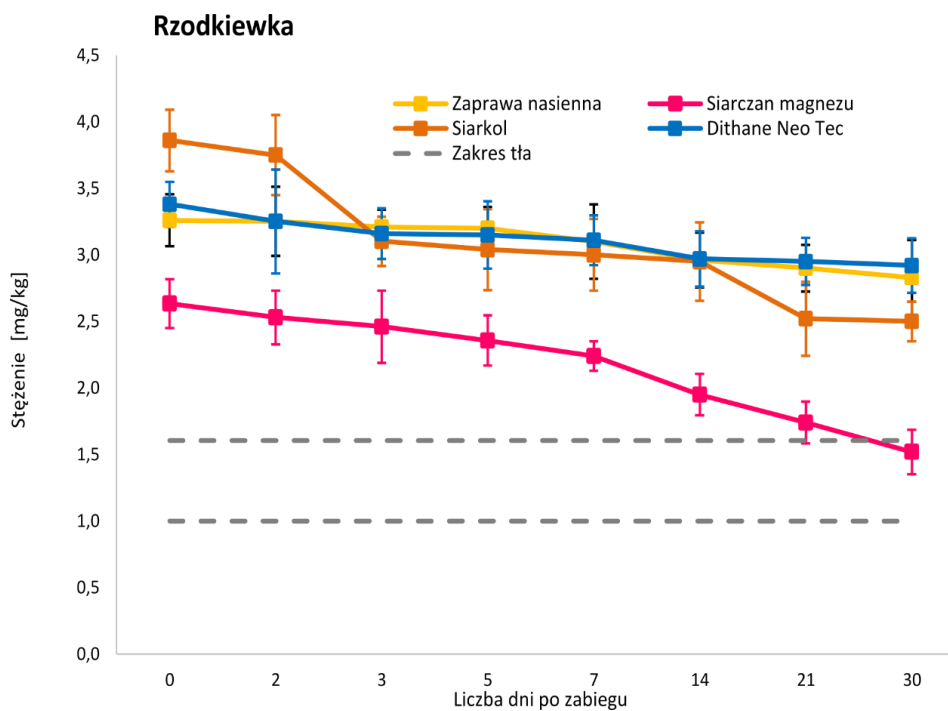
Rzodkiewka

Początkowe/końcowe poziomy związków siarki/pozostałości ditiokarbaminianów w rzodkiewce (godzinę po aplikacji/po 30 dniach) przedstawiono w **Tabeli 6**.

Tabela 6. Stężenia początkowe/końcowe związków siarki/pozostałości ditiokarbaminianów w próbkach rzodkiewki.

Czynnik badawczy	Stężenie początkowe (mg/kg)	Stężenie końcowe (mg/kg)
I Siarkol 80 WG	3,860 ± 1,930	2,500 ± 1,250
II Siarczan magnezu	2,634 ± 1,317	1,520 ± 0,760
IIIa Dithane Neo Tec 75 WG	3,380 ± 1,690	2,920 ± 1,460
IIIb Zaprawa nasienna T 75 DS/WS	3,260 ± 1,630	2,830 ± 1,415

Przebieg zanikania związków siarki i ditiokarbaminianów w próbkach rzodkiewki przedstawiono na **Rysunku 5**.

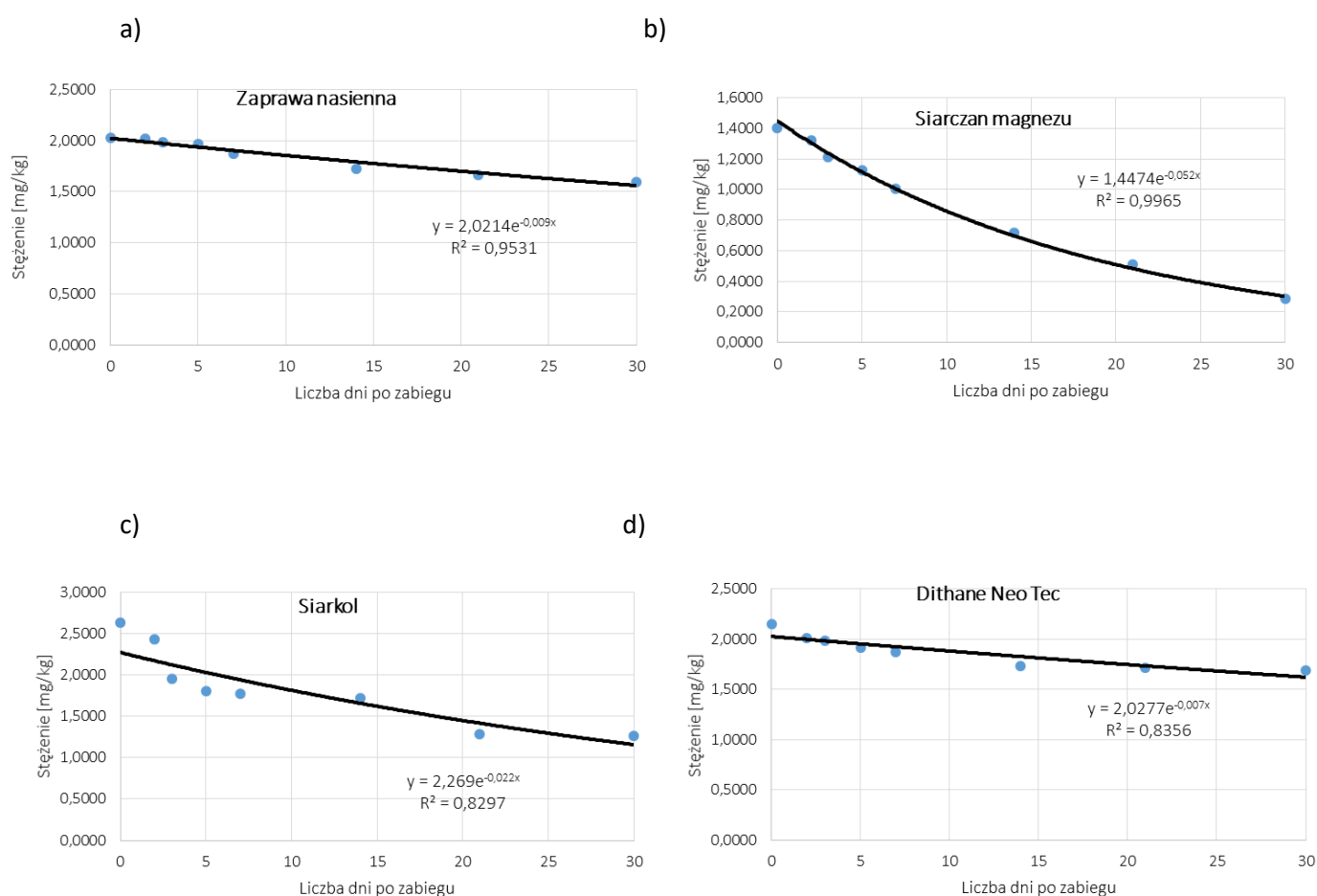


Rysunek 5. Stężenia ditiokarbaminianów/związków siarki w próbkach rzodkiewki.

W przypadku próbek rzodkiewki otrzymano zbliżone wartości stężeń dla wszystkich badanych czynników powyżej określonego poziomu tła dla bezwzględnej kontroli próbek rzodkiewki (0,998-1,605 mg/kg). Stężenia związków siarki/ditiokarbaminianów po zastosowaniu **czynników I, IIIa i IIIb** nie uzyskały określonego poziomu tła, za wyjątkiem **czynnika II** (siarczan magnezu), który ten poziom osiągnął po upływie 30 dni.

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, iż ze względu na wysoki poziom tła w próbkach rzodkiewki nie ma możliwości rozróżnienia oznaczanych związków siarki od pozostałości ditiokarbaminianów.

Trendy wykładniczego zanikania ditiokarbaminianów/związków siarki w rzodkiewce przedstawiono na **Rysunku 6a-d**. Pozostałości ditiokarbaminianów/związków siarki w rzodkiewce po aplikacji Zaprawą nasienną T 75 DS/WS, nawozem siarkowym, Siarkolem 80 WG i Dithane Neo Tec 75 WG zanikały zgodnie z równaniami: $y = 2,0214e^{-0,009x}$ ($R^2 = 0,9531$), $y = 1,4474e^{-0,052x}$ ($R^2 = 0,9965$), $y = 2,269e^{-0,022x}$ ($R^2 = 0,8297$) oraz $y = 2,0277e^{-0,007x}$ ($R^2 = 0,8356$).



Rysunek 6. Wykładnicze zanikanie ditiokarbaminianów/związków siarki w próbkach rzodkiewki.

Podsumowanie

Osiągnięte wyniki badań posłużyły pogłębieniu i usystematyzowaniu wiedzy dotyczącej naturalnie występujących substancji o charakterze zbliżonym do substancji czynnych zawartych w syntetycznych środkach ochrony roślin w produktach pochodzących z upraw ekologicznych.

Opracowana baza danych o naturalnie występujących poziomach związków siarki w uprawach warzywniczych jest unikalnym źródłem informacji dla innych Laboratoriów wykonujących analizy w celu prawidłowej interpretacji uzyskanych.

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono poziom powyżej którego poszukiwanie ditiokarbaminianów w próbkach sałaty jest celowe ($0,04 \pm 0,020$ mg/kg). Natomiast ze względu na wysoki poziom tła w próbkach cebuli i rzodkiewki (fałszywie pozytywne stężenie CS₂ w próbce) nie ma możliwości rozróżnienia oznaczanych związków siarki od pozostałości ditiokarbaminianów

Obecne metody analityczne opierają się na oznaczaniu pozostałości ditiokarbaminianów, wyrażonych jako suma disiarczku węgla, w tym mankozebu, metiramu, propinebu, tiuramu i ziramu, zgodnie z definicją Unii Europejskiej i nie ma możliwości ich rozróżnienia. W związku z tym, istnieje potrzeba opracowania metod umożliwiających analizę pojedynczych substancji z grupy ditiokarbaminianów.

Przedstawiona w projekcie badawczym baza stanowi przesłanki do podjęcia w sposób kompleksowy systematycznego uzupełniania danych dla innych upraw. Istnieje potrzeba kontynuowania badań w podobnym zakresie. W następnych latach badania powinny obejmować inne uprawy i substancje naturalnie w nich występujące o charakterze zbliżonym do substancji czynnych zawartych w syntetycznych środkach ochrony roślin.

Zakres badań oraz praktyczne wykorzystanie rezultatów projektu zostanie omówione podczas sympozjów, spotkań zorganizowanych przez zespół badawczy IOR-PIB, co umożliwi szybki transfer wiedzy do praktyki. Uzyskane wyniki zostaną także upowszechnione na krajowych i/lub międzynarodowych konferencjach naukowo-technicznych, a także w czasopiśmie naukowych, popularno-naukowych i branżowych, dzięki czemu będą mogły trafić do producentów, przetwórców i konsumentów.

Przygotowano i wydano ulotkę oraz baner informacyjny dostępny na stronie IOR-PIB w zakładce „działalność naukowa – dotacje MRiRW - sprawozdania”.

Sprawozdanie z badań dostępne jest na stronie IOR-PIB w zakładce „działalność naukowa – dotacje MRiRW - sprawozdania”.

Przedstawione wyniki zostały zaprezentowane na spotkaniu organizowanym przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Sporządziła: prof. dr hab. Bożena Łozowicka

W przypadku pytań kontakt e-mail: B.Lożowicka@iorpib.poznan.pl



Instytut Ochrony Roślin - Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

Sprawozdanie

Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie wykorzystania substancji podstawowych w ochronie upraw polowych w uprawie ekologicznej.

Tytuł podzadania – Badania nad oceną potencjału cynamonu stosowanego w kierunku ochrony upraw pomidora w uprawie polowej przed szkodnikami i chorobami

Kierownik: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. IOR-PIB

Wykonawcy: dr Marcin Grobela, mgr Joanna Krzywińska, Lidia Łopatka, dr Paweł Sienkiewicz (UP Poznań)

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR.re.027.3.2018 otrzymał dotacje na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

Wstęp i cel badań

Cynamon jest rodzajem bardzo aromatycznej przyprawy uzyskiwanej z kory cynamonowca cejlońskiego (*Cinnamomum zeylanicum*) lub cynamonowca wonnego – kasji (*Cinnamomum cassia*). Sproszkowana kora cynamonowca jest stosowana, jako przyprawa, a zarazem ze względu na swoje właściwości antyseptyczne, grzybo- i bakteriobójcze jest popularnym elementem medycyny naturalnej. Powszechnie znane są również właściwości repelentne i owadobójcze cynamonu, za które odpowiada zawarty w nim nienasycony aldehyd trans-cynamonowy (cynamal). Szczególnie duże stężenie tej substancji czynnej (około 80%) zawiera olejek cynamonowy.

Obecnie na liście środków ochrony dopuszczonych dla produkcji ekologicznej przeznaczonych do zwalczania szarej pleśni, zarazy ziemniaka i mączniaka prawdziwego w ochronie roślin pomidora są głównie środki ochrony roślin oparte na nieorganicznych związkach miedzi i siarki. Prowadzone są także badania nad wykorzystaniem mikroorganizmów i polisacharydów w uprawie pomidora, wyniki są obiecujące. Na całym świecie prowadzi się intensywne badania nad wykorzystaniem substancji naturalnych i podstawowych, które nie są substancjami potencjalnie niebezpiecznymi i nie są stosowane głównie do celów ochrony roślin, ale mimo to są przydatne w ochronie roślin, bezpośrednio lub w środku składającym się z substancji podstawowej i prostego rozpuszczalnika. Substancje podstawowe nie są wprowadzane do obrotu jako środek ochrony roślin (nie wymagają udzielenia zezwolenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi). Wykaz zatwierdzonych w Unii Europejskiej substancji podstawowych znajduje się w serwisie internetowym Komisji Europejskiej <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>

Wszystkie dotychczas zaaprobowane substancje podstawowe znajdują się także w załączniku II Rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2016/673 z dnia 29 kwietnia 2016 r. zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 889/2008 ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli. Substancje podstawowe w rozumieniu art. 23 ust. 1 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 1) są objęte definicją »środka spożywczego« zawartą w art. 2 rozporządzenia (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady 2) oraz są pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. Nie są stosowane jako środki chwastobójcze, lecz tylko do zwalczania szkodników i chorób. Spośród substancji kandydujących do objęcia ich definicją substancji podstawowej do badań w niniejszym projekcie wytypowano *Cinnamomum zeylanicum*. Obecnie cynamon nie jest zatwierdzony, lecz jest kandydatem do wprowadzenia go na listę substancji podstawowych zgodnie z „Draft list of possible candidates for basic substances” SANCO 10069/2013 Rev.3. **Niniejszy projekt koncentrował się wokół prac przeglądowych i doświadczalnych zmierzających do zatwierdzenia nowej substancji podstawowej na bazie sproszkowanej kory cynamonowca cejlońskiego.**

Cynamon jest od dawna stosowany w rolnictwie tradycyjnym krajów Azji południowo-wschodniej. Stosowanie cynamonu w formie sproszkowanej oraz przygotowanego na jego bazie wyciągu zostało skutecznie zastosowane w ograniczaniu suchej plamistości liści wywoływanej przez grzyby *Alternaria* spp., jak również chorób grzybowych wywołanych przez *Fusarium* spp. Działanie akarycydowe i insektycydowe ekstraktów z cynamonu zostało zaobserwowane i opisane dla roztoczy z grupy przędziorków (*Tetranychus urticae*), jak i wciornastków (*Thrips tabaci* Lind) oraz mączlików (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood).

W ramach realizacji celu szczegółowego w ramach przeprowadzonych doświadczeń określono potencjał sproszkowanego cynamonowca cejlońskiego (*Cinnamomum zeylanicum*) uprawianego w

systemie ekologicznym oraz strategii jego stosowania w celu ochrony roślin pomidora przed chorobami i szkodnikami w uprawach polowych i szklarniowych. Dodatkowo w badaniach uwzględniono także rośliny pszenicy w celu określenia potencjału cynamonu do ograniczania kompleksu *Fusarium* spp. Ponadto w ramach projektu wykonano przegląd dostępnej literatury naukowej i popularno-naukowej w kierunku oceny nowej substancji podstawowej opartej na cynamonie i przygotowanie stosownej dokumentacji dla zakwalifikowania jako substancji podstawowej cynamonu w postaci proszku.

Metody wykonania zadania

Zaplanowano **badania laboratoryjne i szklarniowe w warunkach kontrolowanych oraz polowe w ekologicznym gospodarstwie produkcyjnym.**

Prowadzono kontrolowaną hodowlę wybranych patogenów pomidora *Phytophthora infestans* – zaraza ziemniaka, *Botrytis cinerea* – szara pleśń oraz jednego ze sprawców fuzariozy *Fusarium culmorum*. **Testy laboratoryjne** na płytkach Petrie’go obejmowały określenie wpływu wyciągu wodnego *C. zeylanicum* na ograniczenie rozwoju grzybni *Fusarium culmorum* i *B. cinerea*. *F. culmorum* zostało wprowadzone do badań dodatkowo, aby określić potencjał cynamonu do ograniczenia rozwoju popularnego patogenu upraw zbożowych. Badania wykonano z wodnym roztworem cynamonu i jego przesączem (czyli roztworem, który zebrał się po 30 minutach na osadem cynamonu rozpuszczonego *C. zeylanicum* w wodzie). Do przygotowania wodnych roztworów cynamonu zastosowano dawki identyczne, jakie stosowano do oprysków w szklarni i w polu, tj. 5 g i 10 g/ 1 litr wody. Do agarowej pożywki PDA dodano ustaloną objętość roztworu lub przesączu. Po stężeniu agaru na płytkach Petriego w centralnym polu płytki umieszczono po jednym krążku przerośniętym grzybnią *B. cinerea* lub *F. culmorum*. Płytki były inkubowane w temp. 21°C, po upływie 2, 3, 6 i 7 dni oceniano stopień wzrostu patogenu (poprzez mierzenie dwóch średnic rozrastającej się grzybni) na zmodyfikowanej pożywce. Doświadczenie zakończono, kiedy płytki kontrolne zostały całkowicie przerośnięte grzybnią.

Testy wazonowe w szklarni wykonano z pomidorem, odm. Ożarowska. Przygotowano rozsadę, którą wysadzono, a w fazie 3-4 liści sztucznie zainokulowano ją wodnymi roztworami szarej pleśni i zarazy ziemniaka (każdy patogen osobno), *Botrytis cinerea* (zawiesina $3,1 \times 10^5$ / ml) oraz *Phytophthora infestans* (2×10^4 /ml) po 1ml zawiesiny na roślinę. Po upływie trzech dni wykonano oprysk wodnym roztworem cynamonu w dawce 10 g/ 1 l wody. Przeprowadzono ocenę stopnia porażenia roślin przez patogeny, po upływie 9. dnia od inokulacji wykonano drugi zabieg interwencyjny, a po kolejnych 5 dniach wykonano ocenę zdrowotności roślin.

Przygotowanie roztworu cynamonu opracowano na podstawie własnych doświadczeń i danych przeglądowych – dawkę 10 g należy dokładnie rozmieszać w podgrzanej lekko wodzie (1 litr), można dodać kroplę emulgatora, np. alkoholu. Mocno wytrząsnąć, a następnie przecedzić przez sito, a kolejne dwa razy przez gazę młyńską lub podwójnie złożoną gazę lekarską.

Testy szklarniowe obejmowały także pszenicę jarą, odm. Arabelle. W doniczkach umieszczono ziemię ogrodniczą, którą zakażono patogenem *F. culmorum* poprzez zmieszanie jej z przerośniętym *F. culmorum* ziarnem. W doniczkach z zakażoną ziemią wysiano po 10 ziarniaków. Jedna kombinacja testu obejmowała 3 doniczki. Do „ziemi zakażonej” dodano także cynamon w dawkach 1, 5 i 10 g/ kg ziemi. Kontrolę stanowiły doniczki z zakażoną ziemią bez dodania cynamonu oraz z ziemią czystą (kontrola bezwzględna). Ponadto oceniono wpływ cynamonu (w trzech dawkach) na rozwój pszenicy wysianej do „czystej ziemi”. Dodatkowo wprowadzono kombinacje testu, gdzie wykonano jedynie 4 oprysków co 3-4 dni, dogłębowo wodnym roztworem cynamonu w dawce 10g/ 1 litr wody. W innej kombinacji zabiegi z cynamonem połączono, tzn. wykonano dogłębową aplikację i aplikowano regularnie opryskiwanie gleby. W kontrolnej partii doniczek dokonano jedynie

opryskiwania gleby wodą. W obu testach oceniano liczbę wschodów oraz rozwój nadziemnej części roślin (długość łodygi).

W szklarni przeprowadzono również ocenę skuteczności działania insektycydowego cynamonu w odniesieniu do mączlika szklarniowego. W kwaterze ziemnej wysadzono rozsadę pomidora, odm. Sonka. Test obejmował dwie kombinacje – jedna z opryskiwaniem wodnym roztworem cynamonu (10 g/ 1 litr wody), druga z opryskiem roślin jedynie wodą. Każda kombinacja obejmowała 24 rośliny. Przed pierwszym opryskiem z cynamonem zebrano liście, aby ocenić wyjściową liczebność populacji mączlika szklarniowego. Z każdej kombinacji zebrano po 5 liści, na każdym liściu wybrano 5 miejsc o pow. 1cm² i oceniano liczebność stadiów rozwojowych L1-L4 szkodnika i liczbę złożonych jaj. Wykonano 7 oprysków wodnym roztworem w odstępie 3-4 dni. Przed każdym opryskiem zbierano liście, aby ocenić efektywność poprzedniego oprysku.

Badania polowe – wykonano w prywatnym gospodarstwie ekologicznym. W polu wysadzono trzy odmiany pomidora – Agro, Country, Hamlet przeznaczone do uprawy polowej. Wykonano 6 oprysków w odstępie 4 dni w dawce 5 g cynamonu/1 l wody. Oceniono liczbę liści oraz liczbę rozgałęzień – ten parametr pozwolił na ocenę rozwoju roślin. Rośliny kontrolne nie były traktowane cynamonem.

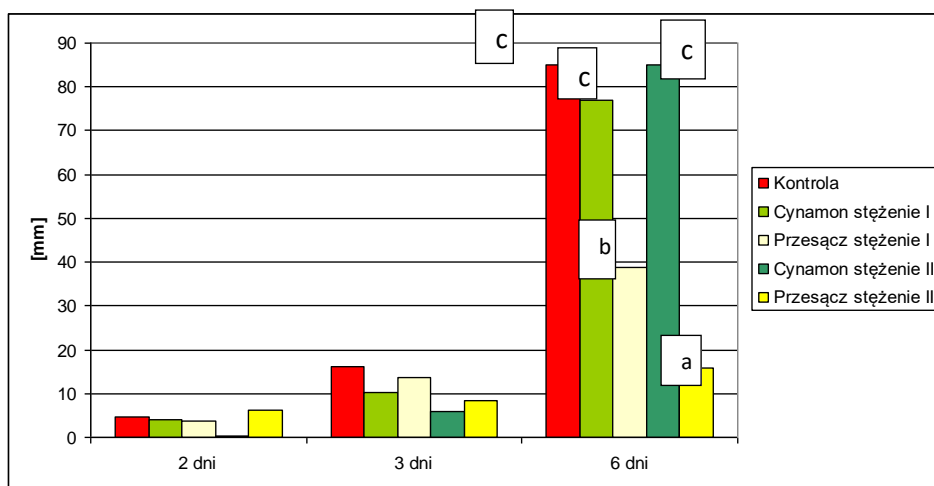
Badania nad wpływem na środowisko – wykonano badania nad wpływem oprysków z wodnym roztworem cynamonu na populacje owadów biegaczowatych. Na ekologicznej uprawie koniczyny czerwonej rozmieszczono losowo pułapki Barbera, po jednej w każdej kwaterze. Jedna kwatery wynosił 100 m². Oprysk wykonano opryskiwaczem plecakowym wodnym roztworem cynamonu 10 g/ 1 l wody. Na jedną kwatery zużywano 10 l cieczy. Wykonano 3 opryski w odstępie 7 dni, przed rozpoczęciem 1. zabiegu i przed każdym kolejnym zebrano owady i umieszczano nowe pułapki. Owady biegaczowate zebrano i zidentyfikowano. Pierwszy zabieg wykonano 18. maja.

Wykonano test jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) z testem post hoc Tukey-Kramera.

4) Wyniki

Testy laboratoryjne – płytki Petriego, wpływ na rozwój patogenów

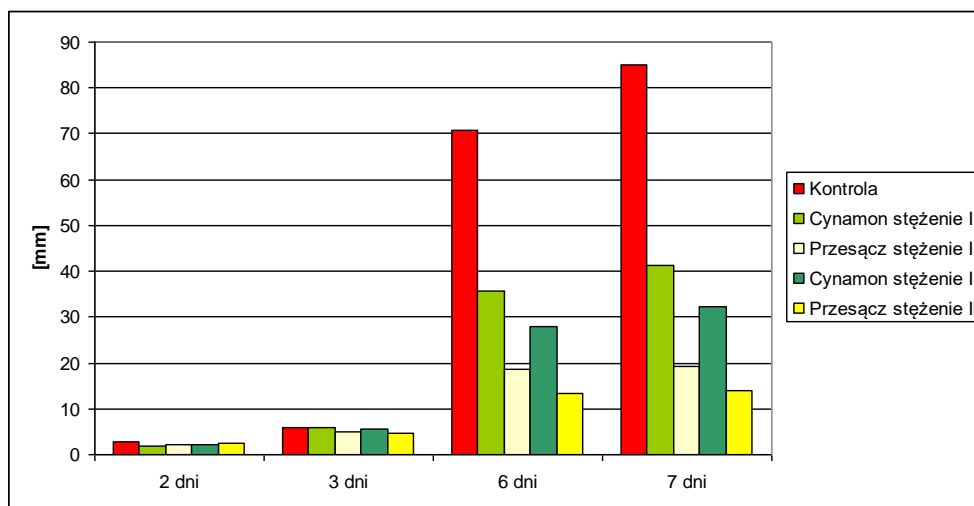
Zastosowano dwa stężenia – 5 i 10 g/ litr wody.



Wykres 1. Średni wzrost liniowy grzybni *Botrytis cinerea* w warunkach *in vitro* [mm]

Stężenie I – 5 g cynamonu w proszku/ 1 l wody, stężenie II – 10 g/ 1 l wody

Przesącz wykazał wyższą zdolność (statystycznie potwierdzoną) ograniczania wzrostu grzybnii *B. cinerea* na PDA w porównaniu do roztworu cynamonu. Przesącz z roztworu w dawce 10 g/ 1 l wody okazał się najefektywniejszym inhibitorem dla rozwoju *B. cinerea*.



Wykres 2. Średni wzrost liniowy grzybnii *Fusarium culmorum* w warunkach *in vitro* [mm]

Stężenie I – 5 g cynamonu w proszku/ 1 l wody, stężenie II – 10 g/ 1 l wody

Po upływie 3 dni stwierdzono istotne różnice we wzroście grzybnii *F. culmorum* w zależności od zastosowanego „dodatku” do pożywki i jego stężenia. Stwierdzono, że przesącz był statystycznie skuteczniejszy w porównaniu do roztworu cynamonu. W porównaniu do kontroli zarówno roztwór jak i przesącz był skuteczny, efektywność hamownia wzrostu grzybnii *F. culmorum* wyniosła ok. 50 %. Dawka 10 g cynamonu/ 1 l wody była najskuteczniejsza.

Testy wazonowe w szklarni

Tab.1 Średnie porażenie roślin pomidora [%] po sztucznej inokulacji *B. cinerea* i dwukrotnym oprysku cynamonem. Kontrolę stanowią rośliny sztucznie inokulowane *B. cinerea*.

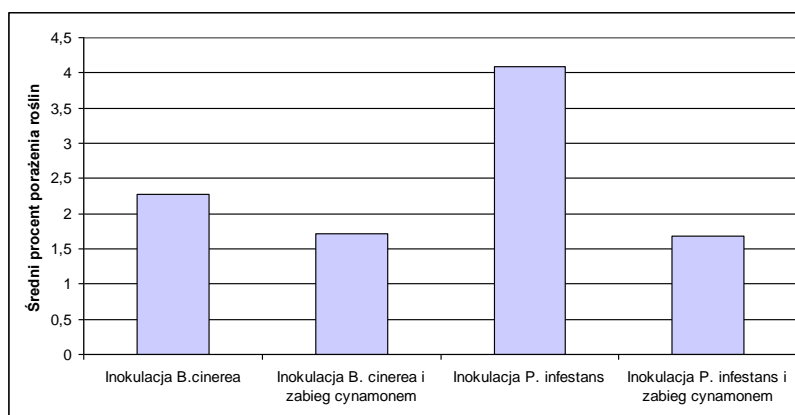
Kontrola	Cynamon
2,28a	1,72b

Dwukrotne opryski wodnym roztworem cynamonu w dawce 10 g/ 1 litr wody statystycznie ograniczyły objawy szarej pleśni na roślinach pomidora.

Tab.2. Średnie porażenie pomidora [%] po sztucznej inokulacji *P. infestans* i dwukrotnym oprysku cynamonem. Kontrolę stanowią rośliny sztucznie inokulowane *P. infestans*.

Kontrola	Cynamon
4,08a	1,68b

Dwukrotne opryski wodnym roztworem cynamonu w dawce 10 g/ 1 litr wody statystycznie ograniczyły objawy zarazy ziemniaka na roślinach pomidora.



Wykres 3. Średni procent porażenia roślin pomidora odm. Ożarowski po sztucznej inokulacji *B. cinerea* i *P. infestans* oraz po dwukrotnym zabiegu roztworem wodnym cynamonu – różnice statystyczne zamieszczono w tabeli 1 i 2.

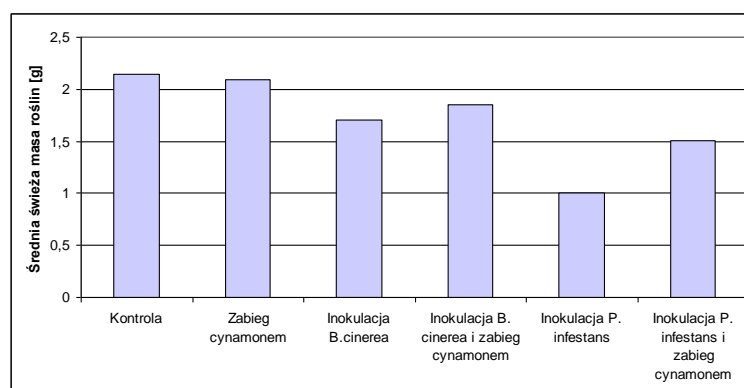
Opryski cynamonem potwierdziły przydatność cynamonu do ograniczania objawów chorób na roślinach pomidora.

Tab. 3. Średnia świeża masa roślin pomidora [g] w zależności od patogenu i aplikacji cynamonu.

Kontrola	Oprysk Cynamon	Inokulacja <i>B. cinerea</i>	Inokulacja <i>Ph. infestans</i>	Inokulacja <i>B. cinerea</i> i oprysk cynamon	Inokulacja <i>Ph. infestans</i> i oprysk cynamon
2,14a	2,09a	1,71ab	1,0c	1,85ab	1,51b

Rośliny były ważone w fazie 9 liści

Oprysk cynamonem roślin zdrowych nie wykazał efektów niekorzystnych dla rozwoju roślin. Ponadto zanotowano lepszy wzrost roślin sztucznie porażonych patogenem *P. infestans*, które były traktowane cynamonem (1,51 g) w porównaniu do roślin z objawami zarazy ziemniaka nie traktowanych cynamonem (1,0 g).



Wykres 4. Średnia świeża masa roślin pomidora [g] odm. Ożarowski po sztucznej inokulacji *B. cinerea* i *P. infestans* oraz po dwukrotnych zabiegach roztworem wodnym cynamonu- różnice statystyczne zamieszczono w tabeli 3.

Testy szklarniowe z „czystą” ziemią

Tab. 4. Średni procent zdolności kiełkowania ziarna pszenicy w ziemi niezakażonej tzw. „czystej” po wymieszaniu cynamonu z ziemią.

Dni po wysiewie/ Kombinacja	Cynamon wymieszany z czystą ziemią przed wysiewem			Cynamon wymieszany z czystą ziemią przed wysiewem i zabieg opryskiwania cynamonem na 3 dniowe siewki			Czysta ziemia, zabieg opryskiwania cynamonem na 3 dniowe siewki	Kontrola (czysta ziemia)
	10	5	1	10	5	1		
Dawka doglebowa cynamonu [g/kg ziemi]	10	5	1	10	5	1		
4*	96,7a	90,0a	96,7a	96,7a	90,0a	96,7a	96,7a	93,3a
5	96,7a	90,0a	86,7a	96,7a	96,7a	96,7a	100,0a	100,0a
8*	100,0a	90,0a	90,0a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
11*	100,0a	83,3b	93,3a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
13*	96,7a	80,0b	93,3a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
15	93,3a	76,7b	93,3a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
18	93,3a	76,7b	90,0a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
20	93,3a	76,7b	90,0a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
22	93,3a	76,7b	90,0a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a

*oprysk zawiesiną wodną cynamonu;

Cynamon w dawce 5g /kg ziemi ograniczył procent skielkowanych ziarniaków i liczbę siewek – trudne do interpretacji, tym bardziej, że w kombinacji, gdzie również zastosowano doglebowo cynamon oraz wprowadzono opryskiwanie powierzchni gleby nie zauważono efektu inhibicji kiełkowania ziarniaków pszenicy.

Tab. 5. Wpływ cynamonu na rozwój roślin pszenicy w niezakażonej ziemi

Kombinacja	Cynamon do czystej ziemi			Cynamon do czystej ziemi + oprysk			Oprysk, czysta ziemia	Kontrola
	10	5	1	10	5	1		
Dawka dogłębowa cynamonu [g/ kg ziemi]	10	5	1	10	5	1		
Część nadziemna [g]	3,07c	3,50bc	2,70c	5,47a	2,87c	3,17c	5,17ab	5,47a
Część podziemna [g]	2,27ab	2,23b	1,97b	2,57ab	2,43ab	2,67ab	2,80ab	3,1a
Długość [cm]	63,50ab	49,33b	58,00b	67,00ab	49,33ab	58,00ab	64,67ab	79,33a

Dawka sproszkowanego cynamonu 5 i 1 g/ kg ziemi statystycznie istotnie ograniczyła rozwój siewek i młodych roślin pszenicy w porównaniu do kontroli oraz do kombinacji, gdzie wykonywano jedynie opryski jednodniowych siewek.

Testy szklarniowe z „ziemią zakażoną”

Tab. 6. Średni procent zdolności kiełkowania ziarna pszenicy w ziemi sztucznie inokulowanej patogenem *F. culmorum*.

Dni po wysiewie	Cynamon wymieszany z zakażoną ziemią przed wysiewem			Kontrola (zakażona ziemia)	Kontrola (czysta ziemia)
	10	5	1		
Dawka dogłębowa cynamonu [g/ kg ziemi]	10	5	1		
4	56,7b	70,0ab	63,3b	13,3c	93,3a
5	63,3bc	86,7ab	76,7b	53,3c	100,0a
8	73,3b	86,7a	76,7b	70,0b	100,0a
11	83,3ab	90,0a	76,7ab	70,0b	100,0a
13	83,3abc	90,0ab	76,7bc	66,7c	100,0a
15	76,7bc	90,0ab	73,3bc	63,3c	100,0a
18	76,7abc	90,0ab	73,3bc	53,3c	100,0a
20	76,7abc	90,0ab	73,3bc	56,7c	100,0a
22	76,7abc	90,0ab	73,3bc	56,7c	100,0a

Wprowadzenie *F. culmorum* do gleby statystycznie istotnie silnie ograniczyło kiełkowanie pszenicy w porównaniu do kontroli. Wprowadzenie różnych dawek sproszkowanego cynamonu do zakażonej gleby przyczyniło się do zwiększenia liczby siewek pszenicy.

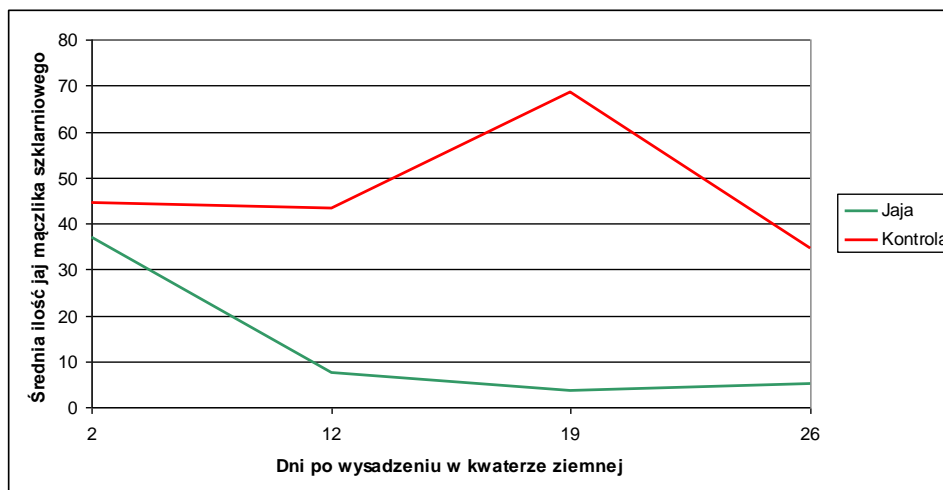
Tab. 7. Wpływ cynamonu na rozwój roślin pszenicy w ziemi sztucznie inokulowanej patogenem *F. culmorum*

Kombinacja	Cynamon do czystej ziemi			Kontrola (zakażona ziemia)	Kontrola (czysta ziemia)
	10 g/ 1 kg ziemi	5 g/ 1 kg ziemi	1 g/ 1 kg ziemi		
Część nadziemna [g]	2,97cd	4,23b	3,80bc	2,63d	5,47a
Część podziemna [g]	1,43cd	2,87b	1,33bc	1,67d	3,1a
Wysokość siewek [cm]	47,50b	56,67b	48,50b	42,50b	79,33a

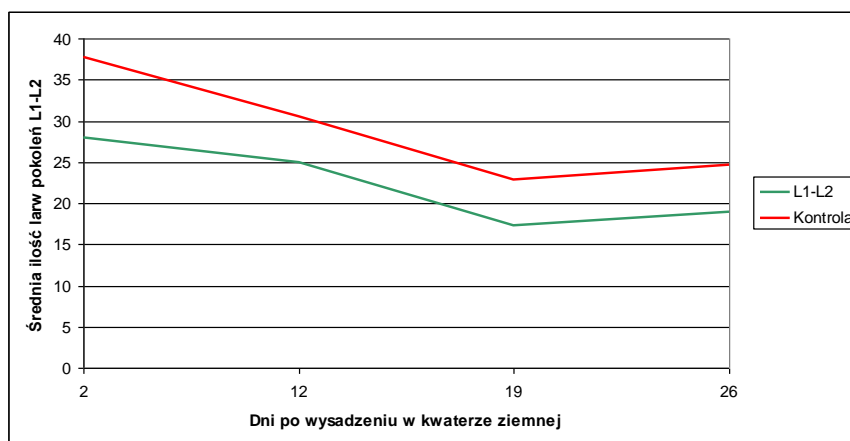
Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Przy stosowaniu cynamonu do gleby masa części nadziemnej i podziemnej roślin była istotnie niższa w porównaniu do roślin pochodzących z kontroli, ale istotnie wyższa w porównaniu do zakażonej kontroli. Natomiast wysokość roślin dla wszystkich dawek cynamonu była istotnie mniejsza w porównaniu do kontroli czystej.

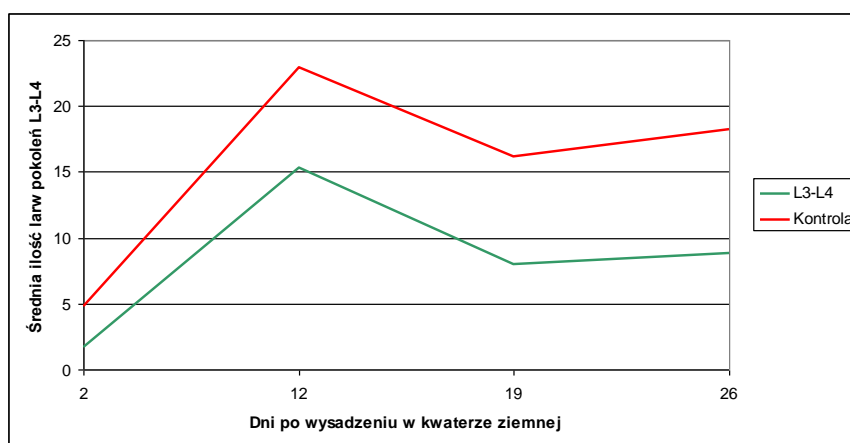
Testy szklarniowe- wpływ cynamonu na mączlika szklarniowego w uprawie pomidora



Wykres 5. Średnia ilość jaj mączlika szklarniowego na liściach pomidora odmiany Sonka po zabiegach roztworem wodnym cynamonu.



Wykres 6. Średnia ilość larw mączlika szklarniowego pokoleń L1-L2 na liściach pomidora odmiany Sonka po zabiegach roztworem wodnym cynamonu



Wykres 7. Średnia ilość larw mączlika szklarniowego pokoleń L3-L4 na liściach pomidora odmiany Sonka po zabiegach roztworem wodnym cynamonu.

Zabiegi (7 oprysków) z wodnym roztworem cynamonu (10g/ 1 l wody) skutecznie ograniczyły liczbę złożonych jaj oraz w dalszym okresie liczbę kolejnych stadiów rozwojowych mączlika szklarniowego.

Testy polowe

Tab. 8. Rozwój części wegetatywnej roślin pomidora w gruncie w zależności od oprysku z cynamonem i odmiany Wysadzenie w grunt 18. czerwca

Obserwacja	Kontrola bez oprysków z cynamonem			Rośliny opryskiwane wodnym roztworem cynamonu		
	Agro	Country	Hamlet	Agro	Country	Hamlet
10. lipca	9,6	8,3	9,0	9,8	9,1	10,0
Średnia liczba liści						

23. lipca	12,6	11,6	11,0	11,3	12,2	14,0
Średnia liczba liści						
21. września	14,3	17,8	12,7	16,5	18,0	15,2
Średnia liczba rozgałęzień						

Wszystkie rośliny pomidora gruntowego traktowane cynamonem (6 oprysków co 3-4 dni, 5 g/1 l wody) wykazywały lepsze parametry rozwoju wegetatywnego, w porównaniu do kontroli, bez względu na odmianę.

Badania nad wpływem na środowisko

Lista gatunków biegaczowatych i liczba odłowionych, bez względu na opryski cynamonem lub ich brak

<i>Amara aenea</i>	21 osobników
<i>Amara bifrons</i>	9
<i>Amara communis</i>	1
<i>Amara familiaris</i>	40
<i>Amara similata</i>	277
<i>Amara tibialis</i>	1
<i>Asaphidion flavipes</i>	1
<i>Bembidion lampros</i>	3
<i>Bembidion properans</i>	1
<i>Calathus ambiguus</i>	12
<i>Calathus erratus</i>	18
<i>Calathus fuscipes</i>	34
<i>Calathus melanocephalus</i>	7
<i>Calosoma auropunctatum</i>	2
<i>Carabus nemoralis</i>	1
<i>Clivina fossor</i>	2
<i>Dolichus halensis</i>	151
<i>Harpalus affinis</i>	38

<i>Harpalus froelichii</i>	1
<i>Harpalus griseus</i>	32
<i>Harpalus latus</i>	1
<i>Harpalus luteicornis</i>	1
<i>Harpalus psittaceus</i>	5
<i>Harpalus rufipes</i>	882
<i>Harpalus signaticornis</i>	4
<i>Harpalus smaragdinus</i>	1
<i>Harpalus tardus</i>	1
<i>Idiochroma dorsalis</i>	31
<i>Loricera pilicornis</i>	1
<i>Microlestes minutulus</i>	12
<i>Nebria brevicollis</i>	1
<i>Poecilus cupreus</i>	2
<i>Poecilus lepidus</i>	27
<i>Poecilus versicolor</i>	8
<i>Pterostichus diligens</i>	14
<i>Pterostichus melanarius</i>	1
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	405
<i>Pterostichus vernalis</i>	1
<i>Trechus quadristriatus</i>	1
<i>Zabrus tenebrioides</i>	3

Średni wskaźnik niepodobieństwa wynosi 40,43 co oznacza, że zgrupowana owadów w zależności od cynamonu lub kontroli są do siebie podobne. Wartości procentowe skumulowanego udziału gatunków w ogólnej liczbie odłowionych zawarto w tabeli.

Taxon	Wskaźnik niepodobieństwa	Contrib . %	Kumulacja %	Średnia liczebność / cynamon	Średnia liczebność / kontrola
<i>Harpalus rufipes</i>	13,8	34,12	34,12	44,4	43,8
<i>Pterostichus melanarius</i>	7,925	19,6	53,73	20,6	19,9
<i>Amara similata</i>	4,353	10,77	64,49	15,9	11,8
<i>Dolichus halensis</i>	2,81	6,949	71,44	8,5	6,6

<i>Amara familiaris</i>	1,437	3,555	75	3,3	0,7
<i>Harpalus affinis</i>	1,386	3,428	78,42	3,1	0,7
<i>Calathus fuscipes</i>	0,9931	2,456	80,88	1,8	1,6
<i>Idiochroma dorsalis</i>	0,8897	2,2	83,08	1,4	1,7
<i>Harpalus griseus</i>	0,8509	2,104	85,19	2,2	1
<i>Poecilus cupreus</i>	0,7766	1,921	87,11	1,6	1,1
<i>Amara aenea</i>	0,7052	1,744	88,85	1,3	0,8
<i>Calathus erratus</i>	0,5453	1,349	90,2	1,1	0,7
<i>Poecilus versicolor</i>	0,4858	1,201	91,4	0,7	0,7
<i>Loricera pilicornis</i>	0,4172	1,032	92,43	0,6	0,6
<i>Calathus ambiguus</i>	0,3562	0,8809	93,31	0,7	0,5
<i>Amara bifrons</i>	0,3303	0,8168	94,13	0,6	0,3
<i>Poecilus lepidus</i>	0,3012	0,745	94,87	0,6	0,2
<i>Calathus melanocephalus</i>	0,2808	0,6944	95,57	0,3	0,4
<i>Harpalus psittaceus</i>	0,2155	0,5329	96,1	0,3	0,2
<i>Zabrus tenebrioides</i>	0,1702	0,4209	96,52	0,2	0,2
<i>Harpalus signaticornis</i>	0,1437	0,3554	96,88	0,1	0,3
<i>Trechus quadristriatus</i>	0,1427	0,353	97,23	0,1	0,2
<i>Clivina fossor</i>	0,1168	0,2888	97,52	0	0,2
<i>Bembidion lampros</i>	0,1034	0,2556	97,78	0,2	0,1
<i>Calosoma auropunctatum</i>	0,084	0,2077	97,98	0,2	0
<i>Bembidion properans</i>	0,08341	0,2063	98,19	0,1	0
<i>Nebria brevicollis</i>	0,08264	0,2044	98,39	0,1	0,1
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	0,06958	0,1721	98,57	0,1	0
<i>Carabus nemoralis</i>	0,06317	0,1562	98,72	0	0,1
<i>Leistus ferrugineus</i>	0,06102	0,1509	98,87	0,1	0
<i>Pterostichus vernalis</i>	0,06025	0,149	99,02	0	0,1
<i>Amara tibialis</i>	0,04768	0,1179	99,14	0,1	0
<i>Harpalus latus</i>	0,04768	0,1179	99,26	0,1	0
<i>Amara communis</i>	0,04736	0,1171	99,38	0	0,1
<i>Microlestes minutulus</i>	0,03659	0,0904 9	99,47	0,1	0
<i>Asaphidion flavipes</i>	0,03659	0,0904 9	99,56	0,1	0
<i>Harpalus froelichii</i>	0,03659	0,0904 9	99,65	0,1	0
<i>Harpalus tardus</i>	0,03568	0,0882 5	99,74	0	0,1
<i>Harpalus smaragdinus</i>	0,03568	0,0882 5	99,82	0	0,1
<i>Harpalus luteicornis</i>	0,03568	0,0882 5	99,91	0	0,1
<i>Pterostichus diligens</i>	0,03568	0,0882 5	100	0	0,1

Suma odłowionych biegaczowatych w zależności od kombinacji

Nr poletka kontrolnego	Suma odłowionych	Nr poletka po oprysku	Suma odłowionych
2	180	1A	176
4	114	1	37
7	142	3	122
8	65	5	184
10	113	6	78
2A	72	9	186
3A	58	10A	51
5A	34	7A	144
8A	98	6A	70
9A	75	4A	59
suma	951 osobników	suma	1107 osobników

W trakcie doświadczeń polowych z zastosowaniem wodnego roztworu cynamonu nie stwierdzono negatywnego efektu zabiegów z cynamonem na liczebność populacji biegaczowatych.

Podsumowanie

1. Wodny roztwór cynamon oraz płyn (przesącz) zebrany z nad osadu cynamonu z wodnego roztworu wykazały zdolność ograniczania wzrostu grzybnii *B. cinerea* i *P. infestans*. Przesącz z roztworu w dawce 10 g/ 1 l wody okazał się najefektywniejszym inhibitorem dla szarej pleśni i fuzarium.
2. W doświadczeniach wazonowych dwukrotne opryski wodnym roztworem cynamonu w dawce 10 g/ 1 litr wody znacznie ograniczyły objawy szarej pleśni oraz zarazy ziemniaka sztucznie wprowadzonych na roślinach pomidora.
3. Oprysk cynamonem roślin zdrowych nie wykazał efektów niekorzystnych dla rozwoju roślin. Ponadto zanotowano lepszy wzrost roślin sztucznie porażonych patogenem *P. infestans*, które były traktowane cynamonem w porównaniu do roślin z objawami zarazy ziemniaka nie traktowanych cynamonem.
4. Cynamon sproszkowany wymieszany z glebą może powodować niewielki problem z kiełkowaniem nasion, sproszkowany cynamon może przyczynić się do ograniczenia rozwoju siewek i młodych roślin pszenicy w porównaniu do kontroli. Wprowadzenie *F. culmorum* do gleby statystycznie istotnie silnie ograniczyło kiełkowanie pszenicy w porównaniu do kontroli, ale wprowadzenie sproszkowanego cynamonu do zakażonej gleby przyczyniło się do zwiększenia liczby skielkowanych ziarników, co sugeruje hamujący wpływ cynamonu na rozwój *Fusarium* spp.
5. Przy dawce cynamonu 5 i 1 g / kg ziemi masa części nadziemnej i podziemnej roślin była istotnie wyższa w porównaniu do roślin pochodzących z zakażonej kontroli, ale istotnie mniejsza w porównaniu do czystej kontroli – niezakażonej ziemi. Natomiast wysokość roślin dla wszystkich dawek cynamonu była istotnie mniejsza w porównaniu do kontroli czystej.
6. Zabiegi opryskiwania wodnym roztworem cynamonu roślin pomidora w szklarni skutecznie ograniczyły liczbę złożonych jaj, a w dalszym okresie liczbę kolejnych stadiów rozwojowych mączlika szklarniowego.

7. Wszystkie rośliny pomidora gruntowego traktowane cynamonem (3 opryski co 7 dni, 5 g/1 l wody) wykazywały lepsze parametry rozwoju wegetatywnego, w porównaniu do kontroli, bez względu na odmianę.

8. W trakcie doświadczeń polowych i celowych zabiegów z wodnym roztworem cynamonu nie stwierdzono negatywnego efektu zabiegów z cynamonem na liczebność populacji biegaczowatych.

Instrukcja wdrożeniowa skierowana do producentów ekologicznych

Zastosowanie sproszkowanego cynamonu bezpośrednio do gleby w dawce 5 i 1 g/ kg ziemi może przyczynić się do ograniczania szkodliwości patogenów glebowych oraz pozytywnie wpłynąć na liczbę zdrowych siewek pszenicy i pomidora. Rośliny rosnące w glebie, w której występują patogeny glebowe, po dodaniu do gleby cynamonu lepiej się rozwijają. Rośliny wykazujące już objawy choroby np. szarej pleśni lub zarazy ziemniaka po dwukrotnym opryskiwaniu wodnym roztworem cynamonu w dawce 10 g/ 1 litr wody lepiej się rozwijają, a objawy choroby są zminimalizowane. Ponadto w uprawach szklarniowych pomidora można rekomendować wykonywanie regularnych zabiegów, co 3-4 dni z wodnym roztworem cynamonu w dawce 10g/ 1 litr wody, co sprzyja ograniczaniu populacji mączlika szklarniowego i ogranicza liczbę składanych przez szkodnika jaj. W uprawie pomidora gruntowego rekomenduje się wykonanie 6 oprysków nalistnych, co 3-4 dni w dawce co najmniej 5 g/ 1 litr wody, co przyczynia się do lepszego rozwoju roślin i ich zdrowotności.

Przygotowanie roztworu cynamonu - dawkę 5 - 10 g należy dokładnie rozmieszać w podgrzanej lekko wodzie (1 litr), można dodać kroplę emulgatora, np. alkoholu. Mocno wytrząsnąć, a następnie przecedzić przez sito, a kolejne dwa razy przez gazę młyńską lub podwójnie złożoną gazę lekarską. Można również wykorzystać przesącz, czyli pozostawić wodny roztwór proszku cynamonu na około 30 minut, a kiedy na dnie pojemnika pojawi się osad można delikatnie zlać płyn z nad osadu.



Instytut Ochrony Roślin - Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

Sprawozdanie

**Uprawy polowe metodami ekologicznymi: optymalizacja sposobów
zaprawiania materiału siewnego i nasadzeniowego stosowanego w
rolnictwie ekologicznym.**

Tytuł podzadania - Badania nad wykorzystaniem wybranych substancji naturalnych do zaprawiania nasion w kierunku ograniczenia chorób grzybowych pszenicy i pomidora w uprawie polowej.

Kierownik: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. IOR-PIB

Wykonawcy: Mgr Joanna Krzywińska, Dr Magdalena Jakubowska, Dr hab. Romuald Gwiazdowski, Lidia Łopatka, Hanna Ratajczak

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR.re.027.3.2018otrzymał dotacje na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

Wstęp i cel badań

Jednym z ważnych problemów w rolnictwie jest brak możliwości skutecznego zaprawiania materiału siewnego. Poszukuje się nowych metod poprawy jakości nasion. Szczególnie interesujące są te, w których wykorzystywane są związki pochodzenia naturalnego. Zaprawianie nasion jest czasami jedynym sposobem zwalczania niektórych chorób przenoszonych przez nasiona. Zabieg ten może być niezwykle skuteczny w zwalczaniu wczesnosezonowych szkodników i chorób. W ostatnich latach opracowano nowe metody zaprawiania nasion, które mogą być akceptowane przez rolnictwo ekologiczne, w tym mleko w proszku, mąka z gorczycy i kwas octowy. Alternatywne metody chemicznego zaprawiania nasion (obróbka ciepłą i gorącą wodą, obróbka odtłuszczonym mlekiem w proszku, serwatką w proszku i mąką z żółtej odmiany nasion gorczycy) nasion pszenicy, jęczmienia i owsa, w celu ograniczenia patogenów grzybowych były testowane i w laboratorium i w warunkach polowych. Do grupy potencjalnych „kandydatów” wykorzystywanych do zaprawiania należą także oleje eteryczne i wyciągi pozyskane z roślin. Stwierdzono, że zaprawianie nasion sałaty w 5% alkoholowych roztworach olei eterycznych drzewa kamforowego (*Cinnamomum camphora* L.) i paczuli nie miało wpływu na kiełkowanie nasion sałaty, wzrost sadzonek oraz przyczyniło się do obniżenia zasiedlenia nasion przez *Alternaria alternata* i *Cladosporium sphaerospermum*. Z wysuszonej kory cynamonowca otrzymuje się jedną z najbardziej znanych przypraw. Sproszkowany cynamon można zastosować jako ukorzeniacz. Pojedyncza aplikacja podczas sadzenia przyczynia się do stymulowania wzrostu korzeni. Sproszkowany cynamon może sprzyjać także rozkrzewieniu młodych roślin jednocześnie pomagając w zapobieganiu występowania patogenów grzybowych w glebie. Zaprawianie cynamonem sadzonek lub nasion sprzyja hamowaniu występowaniu zgnilizn łodyg siewek. Chroni również starsze rośliny (<https://www.gardeningknowhow.com/garden-how-to/info/using-cinnamon-on-plants.htm>). Także opylenie gleby cynamonem lub sproszkowanym węglem drzewnym jest sprzyjające w hamowaniu i rozwoju patogenów grzybowych w glebie i rekomendowane do prowadzenia procesu dezynfekcji gleby (<http://deeprootsathome.com/prevent-damping-off-in-seedlingsuse-chamomile-tea/>).

Pszenica ozima jest jedną z najważniejszych roślin uprawianych roślin. Jednym z głównych jej patogenów jest *Fusarium* spp. Patogeny te są sprawcami kilku chorób: zgorzeli siewek, pleśni śniegowej, fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła oraz fuzarioz liści i kłosów. W okresie wschodów zbóż pojawia się zgorzel siewek, przyczyniająca się do zamierania siewek. Porażone korzenie i kielki brunatnieją i zamierają pod powierzchnią gleby, co skutkuje brakiem lub zmniejszeniem obsady roślin na polu. Wiosną rośliny osłabione długotrwałym zaleganiem okrywy śnieżnej mogą wykazywać objawy pleśni śniegowej. Sprawcą tej choroby jest głównie grzyb *Fusarium nivale* (syn. *Microdochium nivale*). Na roślinach pojawia się biało-różowy nalot złożony z grzybni i zarodników konidialnych patogenu. Oprócz bezpośredniego uszkodzenia kłosów fuzariozy są przyczyną produkcji mikotoksyn związanych z wysokim ryzykiem dla zdrowia ludzi i zwierząt.

Zasady prawne rolnictwa ekologicznego oraz zmieniające się trendy konsumenckie i zapotrzebowanie na badania metod ochrony bez użycia chemii przyczyniają się do poszukiwania alternatywnych metod zaprawiania nasion i ograniczenia występowania fuzarioz i mikotoksyn. Oceniono kilka olejków eterycznych przeciw *Fusarium* spp., efekt wodnego ekstraktu mięty oraz esencji miętowej i cynamonu na wzrost grzybni *Fusarium* zostały ocenione w laboratorium. Olejek z cynamonu i mięty pieprzowej skutecznie hamował wzrost grzybni. Oleje były skuteczne w warunkach małej powierzchni, choroba była hamowana głównie poprzez olej cynamonowy stosowany jako zabieg interwencyjny. Olej cynamonowy może być odpowiednim kandydatem do badań nad alternatywnym zwalczaniem tej choroby.

Również mleko w proszku może być używane do zwalczania chorób w zbożach np. do ograniczania śnieci cuchnącej powodowanej przez *Tilletia tritici*, ale w poprzednich badaniach podano, że pełen efekt może być osiągnięty tylko poprzez zastosowanie dawek które ograniczają kiełkowanie (80g/kg) i wigor nasion. Wykazano, że mechanizm działania mleka w proszku jest prawdopodobnie spowodowany mikroorganizmami saprotroficznymi wykorzystującymi mleko w

proszku jako odżywkę, które poprzez swój rozwój utrudniają dostęp do tlenu, który jest czynnikiem krytycznym dla rozwoju *T. tritici*. Mleko w proszku (w odpowiedniej dawce) jest także traktowane jako stymulator uprawy.

Oprócz mleka, w literaturze są dane dotyczące wykorzystania mąki z gorczycy, która została już zakwalifikowana jako substancja podstawowa. Wykazano, że zaprawianie nasion za pomocą mąki z gorczycy ogranicza infekcje powodowane przez *T. tritici* w pszenicy bez zmniejszenia zdolności nasion do kiełkowania. Mąka z gorczycy (wykonana z *Brassica hirta* syn. *Sinapis alba*) posiada także potencjał jako materiał do zaprawiania nasion żyta przeciwko głowni żdźbłowej żyta (*Urocystis occulta*). Wszystkie powyżej wymienione produkty (zarówno olejki jak i mąka i mleko) posiadają potencjał, aby je wykorzystać w rolnictwie ekologicznym.

Nasiona można zaprawiać na sucho lub na mokro, np. moczenie nasion w roztworze nadmanganianu potasu (3g/10l wody) przez 20 minut – przeciwko chorobom grzybowym, moczenie w 3–5 % roztworze szkła wodnego przez 20 minut – skuteczny szczególnie przeciwko septoriozie selera, moczenie w wodzie o temperaturze 30° C przez 10 godzin i przez 10 minut w wodzie o temperaturze 50° C - przeciwko chorobom bakteryjnym, moczenie w naparze z rumianku (150 g suszu 10 l wody) przez 30 minut. Po tych zabiegach nasiona należy osuszyć na bibule, gazie itp. Zaprawianie na sucho – przez wymieszanie np. z popiołem drzewnym – skuteczny jest z drzew liściastych z wyjątkiem dębu, a najlepszy z czeremchy zwyczajnej, z mączką bazaltową – dobry efekt uzyskuje się wtedy, gdy wymiesza się nasiona na kilka dni przed planowanym wysiewem.

W ramach projektu nasiona pszenicy i pomidora zostały zaprawione wybranymi, powyżej omówionymi, produktami o pochodzeniu naturalnym. **Celem projektu** była ocena przydatności, ustalenie efektywnej dawki i sposobu wykorzystania produktów naturalnych do zaprawiania nasion pszenicy i pomidora w uprawie polowej przy zachowaniu zdolności kiełkowania oraz zdrowotności roślin.

Metody wykonania zadania

Zaplanowano badania laboratoryjne, szklarniowe i polowe. We wszystkich testach wykorzystano ekologiczne odtłuszczone mleko w proszku, mąkę z gorczycy, serwatkę oraz zmielony cynamon (przyprawę).

Testy laboratoryjne

Zaprawianie nasion sztucznie zainokulowanych patogenem

Ziarno pszenicy i nasiona pomidora, odm. Ożarowski zostały sztucznie porażone patogenem *Fusarium culmorum*, a po upływie 24 godzin zaprawione dwoma metodami – na mokro i na sucho - w każdej metodzie wykorzystano 4 wymienione powyżej produkty. Wszystkie produkty wykorzystane do zaprawiania miały certyfikat ekologicznego pochodzenia. Nasiona i ziarniaki wykładano równomiernie po 10 sztuk na szalki o średnicy 90 mm zawierające po 10 ml PDA. Wykonano po 3 powtórzenia dla każdej kombinacji. Kontrolę stanowiły niezaprawione, ale sztucznie inokulowane ziarniaki i nasiona wyłożone na szalki.

Zaprawianie na sucho -dawki każdej z zapraw dla ziarna pszenicy 20, 30 i 50 g/1 kg ziarna. Dawki każdej z zapraw dla nasion pomidora 200, 300 i 500 g/1 kg nasion. Materiał siewny został lekko zwilżony wodą za pomocą atomizera ręcznego, a następnie obtoczony zaprawą w proszku poprzez energiczne wstrząśnięcie.

Zaprawianie na mokro – ustalone dawki dla zaprawiania na mokro w przeliczeniu na masę ziarna/nasion wymieszano dokładnie z 30 ml wody. Po 20 minutach moczenia ziarniaki i nasiona po wyłożeniu na ręcznik papierowy wyłożono na płytki z PDA.

Wszystkie szalki pozostawiono na 72h w temperaturze pokojowej. Wyniki odczytano po kolejnych dwóch dniach. Liczono ziarniaki porośnięte grzybnią patogenu, co stanowiło dowód o

nieskuteczności zaprawy. Wykonano test jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) z testem post hoc Tukey-Kramera.

Zdolność kiełkowania i rozwój roślin w zależności od zaprawiania.

Kolejny test laboratoryjny wykonano na dużych (140 mm średnicy) płytkach Petriego z wyłożoną bibułą, lekko zwilżoną. Nasiona pomidora zaprawiono na sucho, ziarniaki pszenicy zaprawiono na sucho i na mokro każdą z zapraw w trzech dawkach (jak w poprzednim teście lab.). Dla każdej kombinacji wykonano 4 powtórzenia, w każdym po 50 sztuk nasion/ziaren. Liczbę skiełkowanych nasion pomidora oceniono po upływie 3, 7 i 14 dniach, a dla ziarna pszenicy po upływie 4 i 8 dni na podstawie ISTA: International Rules for Seed Testing. Międzynarodowe Przepisy Oceny Nasion, Polska Wersja wydania 2012. International Seed Testing Association (ISTA) 2013. Rozdział 5 – Oznaczanie Zdolności Kiełkowania: 1-88.

Testy wazonowe w szklarni wykonano z pszenicą jarą i pomidorem. Przeprowadzono zaprawianie na sucho -dawki każdej z zapraw dla ziarna pszenicy – 20, 30 i 50 g/1 kg ziarna pszenicy i 200, 300 i 500 g/nasion pomidora. Materiał siewny został lekko zwilżony wodą za pomocą atomizera ręcznego, a następnie obtoczony zaprawą w proszku poprzez energiczne wstrząśnięcie. Zaprawianie na mokro – ustalone dawki dla zaprawiania suchego (w przeliczeniu na masę ziarna/nasion) wymieszano dokładnie z 30 ml wody. Po 20 minutach od zaprawiania ziarniaki i nasiona wysiano do doniczek wypełnionych ziemią ogrodniczą. Jedna kombinacja obejmowała 10 doniczek. Każda z 10 roślinami. Oceniano liczbę wschodów i wypadów siewek po upływie ok. 28 od wysiewu pomidora oraz 24 i 26 dni dla pszenicy. Rozwój roślin oceniono w momencie osiągnięcia przez rośliny pszenicy fazy 3-6 liści, a dla pomidora w fazie 5-7 liści (długość części nadziemnej, liczba liści) w zależności od zaprawy i dawki.

Badania polowe wykonano z pomidorem i jego odmianami: Country, Agro, Hamlet przeznaczonymi do uprawy polowej. Zaprawianie przeprowadzono w sposób suchy i mokry z dawką 500 g/kg nasion, zaprawione nasiona pomidora wysiano do rozsadnika. Liczono wschody. Następnie rozsadę wysadzono do doniczek, a po upływie 2 tyg. wysadzono do gruntu. Liczono stopień rozwoju rozsady na podstawie liczby liści lub rozkrzewienia poszczególnych roślin w zależności od dawki i zaprawy.

4) Wyniki

Testy laboratoryjne

Zdrowotność nasion sztucznie zainokulowanych patogenem w zależności od zaprawiania

Tabela 1. Średnia ilość ziarniaków pszenicy zaprawianych (g zaprawy/ 1 kg ziarna) na mokro oraz na sucho, sztucznie inokulowanych *Fusarium culmorum* porośniętych patogenem w warunkach *in vitro*, po upływie 72 godzin.

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	
Dawka zaprawy	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Zaprawa na mokro	10,0a	10,0a	10,0a	3,3 3b	2,3 3c	0, 0d	10,0a	10,0a	10,0a	10,0a	10,0a	10,0a	10,0a
Zaprawa na sucho	10,0a	10,0a	10,0a	9,6 7a	8,0 ab	5, 0b	10,0a	10,0a	10,0a	9,3 3a	10,0a	10,0a	10,0a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Zaprawianie na mokro z mąką z gorzycy we wszystkich dawkach statystycznie istotnie ograniczyło wzrost patogena na sztucznie zainokulowanych ziarniakach i wykazywała wyższą efektywność zabezpieczenia ziarna w porównaniu do zaprawiania na sucho. Jedynie 20-30 % ziarniaków zaprawionych na mokro mąka w dawce 20 i 30 g/ kg ziarna pokrytych było grzybnią *Fusarium*. W przypadku dawki 50 g mąki obserwowano całkowite zahamowanie wzrostu *Fusarium culmorum*. W przypadku zaprawiania na sucho jedynie dla dawek wyższych mąki z gorzycy stwierdzono statystycznie istotnie silne ograniczenia wzrostu *Fusarium*, stwierdzono, że jedynie 50-80% ziarniaków porośniętych było grzybnią w zależności od dawki mąki z gorzycy.

Tabela 2. Średnia ilość nasion pomidora zaprawianych (g zaprawy/ 1 kg nasion) na mokro oraz na sucho, sztucznie inokulowanych *Fusarium culmorum* porośniętych patogenem w warunkach *in vitro*, po upływie 72 godzin.

Zaprawa	Mleko		Mąka z gorzycy		Serwatka		Cynamon		Kontrola
Dawka zaprawy	200	500	200	500	200	500	200	500	Bez zaprawy
Zaprawa na mokro	10,0 a	9,0a b	4,0c	4,0c	10,0 a	9,67a b	8,0a b	5,0b c	10,0a
Zaprawa na sucho	10,0 a	10,0 a	9,33a	5,67b	10,0 a	10,0a	10,0 a	10,0 a	10,0a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Podobnie, jak w przypadku ziaren pszenicy, dla nasion pomidora stwierdzono, że zaprawianie mąką z gorzycy jest najefektywniejszą metodą zabezpieczenia nasion przed *Fusarium*. Zaprawianie na mokro było skuteczniejsze niż na sucho. W przypadku zaprawy na mokro obie dawki mąki z gorzycy efektywnie hamowały wzrost patogenu, w przypadku zaprawy na sucho jedynie dawka najwyższa mąki z gorzycy wykazywała statystycznie istotny silny efekt hamujący wzrost patogenu, również cynamon w dawce najwyższej stosowany na mokro wykazał efekt inhibicji dla *Fusarium*.

Zdolność kiełkowania w zależności od zaprawiania.

Tabela 3. Średnia zdolność kiełkowania [%] ziarniaków pszenicy po 4 i 8 dniach od wyłożenia na bibułę w zależności od zaprawy (g zaprawy/ 1 kg ziarna) przy zaprawianiu na mokro.

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorzycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
Dawka	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Po 4 dniach	98,6 a	98,0 a	96,6a	98,6a	94,0a	94,0a	92,6a	98,6a	98,0a	90,6a	90,0a	18,6b	100,0a
Po 8 dniach	100,0 a	99,34 ab	98,0 abc	98,6 abc	95,3 abc	94,6 abc	97,3 abc	99,3 ab	99,3 ab	92,6bc	92,0c	33,3d	100,0 a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Po upływie 4 dni stwierdzono, że najwyższa dawka cynamonu silnie hamuje zdolność kiełkowania ziarna pszenicy zaprawianego na mokro, jedynie 18% ziarniaków skiełkowało. Po 8 dniach dla wszystkich dawek cynamonu po zaprawianiu na mokro stwierdzono istotnie silne ograniczenia kiełkowania w porównaniu do kontroli i innych zapraw.

Tabela 4. Średnia zdolność kiełkowania [%] ziarniaków pszenicy po 4 i 8 dniach od wyłożenia na bibułę w zależności od zaprawy (g zaprawy/ 1 kg ziarna) przy zaprawianiu na sucho.

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
Dawka	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Po 4 dniach	92,6 ab	95,3 ab	95,3 ab	88,6 ab	90,0 ab	41,3 d	98,0 ab	95,3 ab	82,6 b	98,0 ab	63,3 c	36,6 d	100,0a
Po 8 dniach	93,3 a	96,0 a	96,0 a	90,0 a	92,0 a	44,6 c	100,0 a	96,0 a	86,6 ac	100,0 a	72,0 b	53,3 c	100,0a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Zaprawa na sucho silniej ogranicza kiełkowanie ziarna pszenicy w porównaniu do zaprawiania na mokro (tab.3). Cynamon w dawce 30 i 50 g/ kg ziarna już po 4 dniach silnie ograniczył kiełkowanie, podobnie jak najwyższa dawka (50 g) mąki z gorczycy, która wykazała najsilniejsze działania hamujące kiełkowanie spośród wszystkich zapraw na sucho.

Tabela 5. Średnia zdolność kiełkowania [%] nasion pomidora po 3, 7 i 14 dniach od wyłożenia na bibułę w zależności od zaprawy (g zaprawy/ 1 kg nasion) przy zaprawianiu na sucho.

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
Dawka	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	500	Bez zaprawy
Po 3 dniach	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Po 7 dniach	98,6 a	95,4 ab	94,6 ab	90,0 ab	68,0 d	71,4 d	86,0 abc	93,4 ab	80,0 bc d	92,0 ab	80,0 cd	58,6 e	88,6 ab
Po 14 dniach	98,6 a	96,0 ab	96,0 ab	90,0 ab	70,0 cd	71,4 cd	89,4 ab	93,4 ab	84,0 abc	94,0 ab	80,6 bc	60,0 d	91,4ab

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Podobnie jak w przypadku pszenicy (tab.4) zaprawianie na sucho dość silnie ograniczyło kiełkowanie nasion pomidora. Efekt hamujący zaobserwowano również dla mąki z gorczycy i cynamonu. Pierwszy efekt inhibicji kiełkowania zaobserwowano po 7 dniach, natomiast po 14 dniach stwierdzono istotnie silny efekt hamujący kiełkowania dla cynamonu w dawce najwyższej oraz dla dwóch dawek (300 i 500 g) dla mąki z gorczycy. Zjawisko hamowania kiełkowania przez cynamon i mąkę z gorczycy jest powtarzalnym efektem zarówno dla pomidora, jak i pszenicy.

Testy wazonowe w szklarni dotyczące kiełkowania i rozwoju pomidora

Tabela 6. Średnia zdolność [%] kiełkowania nasion pomidora w doniczkach w zależności od zaprawy (g zaprawy/ kg nasion) przy zaprawianiu na mokro

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola	
	Dawka/dni po wysiewie	200	300	500	200	300	500	200	300	500	200	300	500	Bez zaprawy
Dni po wysiewie	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	15b	4c	12b	19b	1,7b	1,1b	19b	23b	17b	17b	27b	19b	89a
	9	35bcd	16de	20cde	9e	26bcde	21cde	29bcde	47b	28bcde	40bc	44b	38bc	94a
	10	40bc	32cd	40cd	11d	32cd	32cd	40bc	55bc	43bc	50bc	58	47bc	93a
	12	38bcde	34bcde	37bcde	13e	28cde	27de	39bcd	54bc	37bcde	46bcd	56b	36bcde	91a
	14	41cde	40bcde	43bcd	17e	34cde	34cde	52bcd	56bc	28de	55bc	61b	52de	91a
	17	50bcd	42bcd	43bcd	17e	34de	37cde	60bc	65b	28e	62b	61bc	49bcd	90a
	21	47bcde	42bcde	38cdef	16f	34def	37def	59bc	63b	23ef	59bc	61bc	51bcd	89a
	24	40bcdef	40bcdef	33cdef	16f	29def	36cdef	54bcd	57bc	23ef	67ab	60bc	50bcde	88a
	28	40bcdf	40bcdef	33cdef	16f	29def	36cdef	54bcd	57bc	23ef	67ab	60bc	50bcde	88a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Stwierdzono, że w ziemi ogrodniczej, w doświadczeniach wazonowych w szklarni wszystkie zaprawy na mokro, bez względu na dawkę wpłynęły statystycznie istotnie na obniżenie procentu skiełkowanych nasion pomidora oraz na liczbę zdrowych siewek. Zjawisko to obserwowano już po upływie 7 dni. Ostatecznie, po upływie 28 dni zanotowano najwięcej zdrowych siewek w kombinacji z cynamonem w dawce najniższej (67 % w porównaniu do kontroli, gdzie zanotowano 88%). **Wszystkie pozostałe dawki i zaprawy stosowane na mokro okazały się silnym inhibitorem kiełkowania i wzrostu roślin, w porównaniu do kontroli.**

Tabela 7. Średnia zdolność [%] kiełkowania nasion pomidora w zależności od zaprawy przy zaprawianiu na sucho

	Dawka	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
		200	300	500	200	300	500	200	300	500	200	300	500	Bez zaprawy
Dni po wysiewie	8	12abc	4abc	3bc	11abc	0c	5abc	6abc	7abc	5abc	16ab	17a	4abc	9abc
	13	76b	79ab	80ab	95ab	87ab	76b	94ab	93ab	91ab	99a	95ab	89ab	95ab
	15	76a	79a	80a	95a	87a	76a	94a	93a	91a	99a	95a	89a	95a
	17	77a	81a	76a	93a	87a	71a	90a	91a	91a	96a	93a	90a	93a
	20	77ab	81ab	76ab	91ab	87ab	70b	90ab	91ab	90ab	96a	93ab	90ab	93ab
	24	74ab	81ab	76ab	91ab	87ab	70b	89ab	91ab	90ab	96a	93ab	90ab	91ab
	27	72ab	79ab	76ab	91ab	87ab	68b	89ab	90ab	90ab	96a	93ab	90ab	90ab

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Brak różnic w kiełkowaniu pomidora zaprawianego na sucho w porównaniu do kontroli.

Tabela 8. Długość części nadziemnej pomidora [cm] oraz ilość liści w zależności od sposobu zaprawiania oraz zaprawy i dawki po upływie 34 dni dla jednej rośliny

Sposób zaprawiania	Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Cynamon			Serwatka			Kontrola
		Dawka	200	300	500	200	300	500	200	300	500	200	300	500
Na mokro	Część nadziemna [cm]	31 bc	33,3 bc	31,2 bc	54,8 bc	40,4 bc	17,6 c	37,3 bc	84 b	48,5 bc	42,1 bc	55 bc	51,7 bc	188,4 a
	Ilość liści	9 bc	10,2 bc	9,6 bc	14 bc	10 bc	4 c	9,6 bc	22 b	14 bc	11 bc	13,8 bc	14,2 bc	49,2 a
Na sucho	Część nadziemna [cm]	13,25 ab	15,37 ab	15,79 ab	20,37 a	16,55 ab	12,04 b	18,98 ab	20,25 a	17,29 ab	20,05 a	20,12 ab	18,52 ab	19,11 ab
	Ilość liści	3,56 bc	4,20 abc	4,16 abc	5,36ab	4,64 abc	3,26 c	4,68 abc	5,54a	4,42abc	5,18ab	5,18 ab	4,40 abc	5,40 ab

Ilość liści u roślin pomidora z kombinacji gdzie zastosowano zaprawę na sucho i najwyższą dawkę mąki z gorczycy oraz najniższą dawkę mleka w proszku była statystycznie istotnie niższa w porównaniu do kontroli i pozostałych kombinacji. Zaprawianie na mokro bez względu na dawkę wpłynęło na statystycznie mniejszą liczbę liści oraz słabszy rozwój części nadziemnej.

Tabela 9. Średnia zdolność kiełkowania [%] ziarna pszenicy w zależności od rodzaju i dawki zaprawy [g/ kg ziarna) przy zaprawianiu na mokro

	Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
	Dawka	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Dni po wysiewie	4	0b	1b	0b	0b	0b	1b	7ab	7ab	7ab	4ab	0b	0b	11a
	9	95a	92a	93a	78b	65bc	63c	97a	95a	96a	95a	95a	94a	92a
	12	96a	97a	96a	87ab	80b	82b	97a	95a	98a	97a	95a	96a	81a
	14	96a	98a	96a	88ab	80c	82bc	93ab	96a	98a	95a	94ab	96a	94ab
	16	94a	93a	94a	86ab	77b	80b	91ab	98a	95a	95a	94a	96a	90ab
	19	92a	91a	91a	84ab	76b	76b	90a	95a	94a	95a	94a	96a	85ab
	21	92a	91a	91a	84ab	76b	76b	90a	92a	94a	95a	94a	96a	81b
	23	92a	91a	91a	84ab	76b	76b	90a	92a	94a	95a	94a	96a	81b
	26	92a	91a	91a	84ab	76b	76b	90a	92a	94a	95a	94a	96a	97b

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

W doświadczeniach wazonowych, z ziemią ogrodniczą i pszenicą w przypadku mokrego zaprawiania stwierdzono, wszystkie dawki mleka w proszku, serwatki i cynamonu przyczyniły się do obniżenia zdolności kiełkowania w porównaniu do kontroli.

Tabela 10. Średnia zdolność kiełkowania [%] nasion pszenicy w zależności od rodzaju i dawki zaprawy [g/ kg nasion) przy zaprawianiu na sucho

	Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
	Dawka	20	30	50	20	30	50	20	30	500	20	30	50	Bez zaprawy
Dni po wysiewie	3	19d	27abc de	21c de	33ab cd	38ab cd	40a bc	27abc de	45abc de	39ab cd	42a b	23bc de	26abc de	11e
	7	95a b	93abc	94a b	89ab c	83ab c	81c	89abc	93abc	97a	95a b	94a	98a	92abc
	10	94a	93a	95a	95a	89a	86a	93a	93a	98a	96a	95a	98a	97a
	12	95a	94a	95a	96a	90a	87a	97a	94a	93a	99a	95	95a	94a
	15	94a	93a	93a	91a	87a	85a	91a	92a	89a	98a	94a	95a	90a
	17	92a	92a	93a	91a	85a	85a	89a	92a	89a	98a	93a	95a	85a
	19	92a bc	92abc	93a bc	90bc	83ab c	85a bc	86abc	91abc	89ab c	98a	93ab c	95ab	81c
	21	92a bc	92abc	93a bc	90bc	83ab c	85a bc	86abc	91abc	89ab c	98a	93ab c	95ab	81c
	24	92a bc	92abc	93a bc	90bc	83ab c	85a bc	86abc	91abc	89ab c	98a	93ab c	95ab	81c

W doświadczeniach wazonowych, z ziemią ogrodniczą i pszenicą oraz zaprawianiem na sucho stwierdzono stymulowanie kiełkowania w kombinacji z cynamonem.

Tabela. 11. Wybrane parametry rozwoju roślin pszenicy w zależności od rodzaju i dawki [g/ kg ziaren] zaprawy przy zaprawianiu na mokro

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Cynamon			Serwatka			Kontrola
Dawka zaprawy	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Część nadziemna [g]	6,83a	6,67ab	6,07abc	4,23cdef	4,67bcde	3,43ef	4,6cde	3,9def	4,03cdef	5,17abcde	4,03cdef	2,53f	5,83abcd
Część podziemna [g]	2,4bcde	2,3bcdef	2,9abcde	2,37bcde	1,9ef	2,0cdef	3,03abcd	3,37ab	3,27abc	2,8abcde	1,27f	1,97ef	3,60a
Długość [cm]	8,53a	8,43a	7,88a	7,93a	7,32a	5,92a	8,68a	7,48a	7,8a	8,37a	7,55a	7,32a	7,68a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

W doświadczeniach wazonowych z ziemią ogrodniczą, przy zaprawianiu na mokro mąką z gorczycy i serwatką w dawkach najwyższych zanotowano najniższą masę świeżej części nadziemnych. Wszystkie zaprawy na mokro przyczyniły się słabszego rozwoju części podziemnej. Brak różnic w wysokości roślin.

Tabela 12. Wybrane parametry rozwoju roślin pszenicy w zależności od rodzaju i dawki [g/ kg ziaren] zaprawy przy zaprawianiu na sucho

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Cynamon			Serwatka			Kontrola
Dawka zaprawy	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Część nadziemna [g]	5,77ab	5,83ab	6,93b	4,70ab	4,40ab	3,70a	6,13ab	3,40a	5,13ab	5,33ab	4,60ab	3,87a	5,77ab
Część podziemna [g]	4,27a	3,60a	4,67a	3,13a	3,07a	4,03a	3,13a	3,03a	2,73a	3,60a	3,30a	4,37a	4,27a
Długość [cm]	7,52a	7,68a	8,43a	8,15a	7,33a	7,12a	9,12a	6,48a	8,72a	7,93a	6,75a	6,85a	7,52a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

W doświadczeniach wazonowych z ziemią ogrodniczą brak różnic w rozwoju roślin w zależności od dawek i zaprawiania na sucho.

Badania szklarniowe

Wschody pomidora [%] 24 maja 218				
	Country	zaprawa	Agro	Hamlet
Zaprawa 500g/kg nasion				
Cynamon/na sucho	70	Cynamon/na mokro	50	20
Mleko w proszku/na sucho	30	Mleko w proszku/na mokro	80	30
Mąka z gorczyca/ na sucho	66	Mąka z gorczyca/ na mokro	10	10
Serwatka/ na sucho	20	Serwatka/ na mokro	40	10
Kontrola/ na sucho	30	Kontrola/ na mokro	30	60
Średnia liczba liści właściwych/rozsada 24 maj				
	Country		Agro	Hamlet
Cynamon/na sucho	1,6	Cynamon/na mokro	2,6	2,0
Mleko w proszku/na sucho	2,5	Mleko w proszku/na mokro	2,0	1,6
Mąka z gorczyca/ na sucho	1,1	Mąka z gorczyca/ na mokro	2,0	2,0
Serwatka/ na sucho	2,0	Serwatka/ na mokro	1,2	3,0
Kontrola/ na sucho	1,6	Kontrola/ na mokro	2,6	1,6
Wysokość siewek [cm] rozsada 24 maj				
	Country		Agro	Hamlet
Cynamon/na sucho	5,71	Cynamon/na mokro	6,0	3,0
Mleko w proszku/na sucho	5,16	Mleko w proszku/na mokro	7,5	3,6
Mąka z gorczyca/ na sucho	3,08	Mąka z gorczyca/ na mokro	5,0	6,0
Serwatka/ na sucho	3,25	Serwatka/ na mokro	3,62	4,0
Kontrola/ na sucho	3,0	Kontrola/ na mokro	5,3	2,1

Tab.13. Rozsadnik– prywatne gospodarstwo ekologiczne w Daninowie

Obserwacja 18.06	Agro ,na mokro	Hamlet, na mokro	Country, na sucho
Cynamon	6,2	6,0	6,4
Mleko w proszku	6,1	5,0	6,5
Mąka z gorczyca	7,0	6,0	6,0
Serwatka	6,5	6,0	6,0
Kontrola	6,0	5,5	6,0

Zaobserwowano, że liczba wschodów była najwyższa w kombinacji, gdzie zastosowano zaprawę na sucho i mokro z cynamonu (70% i 50%, odpowiednio), na sucho mąki z gorczycy (66%) oraz mleka w proszku w zaprawie na mokro (80%). Ogólnie zanotowano bardzo słabe wschody wśród nasion pomidora w kombinacji kontrolnej. Średnia liczba właściwych siewek na rozsadniku nie była zdecydowanie różna w kombinacji nasion zaprawianych i kontrolnych. Wysokość siewek była najwyższa w kombinacji z odmianą Agro i Contry, gdzie zaprawiano cynamonem na sucho i na mokro.

Badania polowe – prywatne gospodarstwo

Tab. 14. Średnia liczba liści jednej rozsady wysadzonej w grunt w zależności od odmiany i zaprawy

Obserwacja 21.09	Agro, na mokro	Hamlet, na mokro	Country, na sucho
Cynamon	16,0	14,0	14,7
Mleko w proszku	13,6	12,0	19,1
Mąka z gorczyca	20,0	18,0	19,6
Serwatka	16,5	17,0	18,0
Kontrola	14,3	12,7	18,0

Ocena stopnia rozwoju roślin na podstawie liczby liści lub rozgałęzień (21.09) roślin pomidora rosnących w gruncie wykazała, że większość roślin po zaprawieniu lepiej się rozwijała w porównaniu do kontrolnych roślin. Zdecydowanie wyróżniają się rośliny (oceniane zarówno wkrótce po wysadzeniu w grunt jak i po upływie 3 miesięcy od wysadzenia) z kombinacji, gdzie zaprawiano cynamonem, mąką z gorczycy i serwatką. Cynamon okazał się efektywnym stymulatorem rozwoju młodych siewek i rozsady zarówno w zaprawianiu suchym i mokrym.

Podsumowanie

1. Zaprawianie na mokro wpłynęło na obniżenie zdolności kiełkowania nasion pomidora i rozwój siewek. Zaprawianie na sucho nasion pomidora nie wpłynęło na ich kiełkowanie.
2. Zaprawianie na mokro ziarna pszenicy większością zapraw wpłynęło na obniżenie zdolności kiełkowania ziarniaków. Zaprawianie na sucho nasion pszenicy z cynamonem w dawkach 20 i 50 g/kg ziarna stymulowało kiełkowanie.
3. Rozwój części podziemnej siewek pszenicy był słabszy przy zaprawianiu na mokro. Zaprawiane na sucho pszenicy nie wpłynęło na rozwój siewek.
4. Zaprawienie cynamonem na sucho i na mokro przyczyniło się do lepszych wschodów nasion pomidora gruntowego. Podobną tendencję zauważono dla mąki z gorczycy stosowanej w zaprawie na sucho.
5. Po wysadzeniu w grunt rozsady pomidora stwierdzono, że rozsada pochodząca z nasion zaprawianych na sucho i na mokro cynamonem lepiej się rozwijała i była lepiej rozwinięta.
6. Po trzech miesiącach obserwacji roślin pomidora w gruncie stwierdzono, że rośliny pochodzące z rozsady z nasion zaprawianych, bez względu na rodzaj zaprawy, były lepiej rozkrzewione niż kontrolne dla wszystkich odmian, tj. Agro, Country, Hamlet. Spośród wszystkich zapraw najkorzystniejszy efekt stymulujący rozwój roślin w gruncie obserwowano dla cynamonu i mąki gorczycy.
7. Działanie ochronne dla materiału siewnego i siewek poprzez inhibicję rozwoju wybranego patogenu wykazano dla pszenicy pomidora zaprawianych mokro i na sucho mąką z gorczycy, wszystkie dawki efektywnie hamowały wzrost grzybni *Fusarium culmorum*. Podobne działanie wykazał cynamon w dawce najwyższej (500g/kg) dla nasion pomidora.

Instrukcja dla producentów

Zaprawianie ziaren pszenicy oraz nasion pomidora jest efektywnym narzędziem stymulującym kiełkowanie i rozwój młodych roślin, skutecznie również chroni przed patogenami, szczególnie doglebowymi, ograniczając ich wzrost. Na podstawie wstępnych badań można rekomendować zaprawianie metodą suchą w trakcie której materiał siewny po delikatnym zwilżeniu wodą jest obtoczony proszkiem zaprawy, którą może być sproszkowany cynamon lub mąka z gorczycy, właśnie te dwa produkty okazały się najefektywniejsze w porównaniu do stosowanego także odtłuszczonego mleka w proszku i serwatki. Zarówno mąka z gorczycy jak i cynamon można stosować w dawce 20-50 g/kg ziarna oraz 200-500g/kg nasion pomidora.



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

Sprawozdanie merytoryczne

z zadania wykonanego w ramach badań na rzecz rolnictwa ekologicznego w 2018 r. pt.:

„Określenie wpływu ograniczenia chemicznej ochrony roślin na występowanie mykotoksyn, grzybów i alkaloidów w uprawach polowych oraz opracowanie działań zapobiegawczych powstawania takich zagrożeń w ekologicznej produkcji rolniczej”

Koordynator:

dr inż. Marta Kupryś-Caruk

IBRPS Zakład Technologii Fermentacji

tel.: +48 22 606 38 96

e-mail: marta.kuprys@ibprs.pl

Współwykonawcy:

dr inż. Katarzyna Piasecka-Józwiak

mgr Beata Chabłowska

dr inż. Renata Choińska

dr inż. Antoni Miecznikowski

Warszawa, grudzień 2018

1. Wstęp

Po zbiorze ziarno zbóż przed załadunkiem do magazynu powinno być oczyszczone, podsuszone (jeśli to konieczne), a następnie schłodzone. Prawidłowe wysuszenie i schłodzenie ziarna nie wystarcza jednak do zapewnienia długiego okresu jego przechowywania, bez zmian jakościowych. Po załadunku do magazynu ziarno powinno być także okresowo przewietrzane w celu ograniczenia powstawania różnicy temperatury w składowanym surowcu. Te wszystkie zabiegi mają na celu ograniczenie aktywności biologicznej i enzymatycznej składowanego ziarna [Janowicz, 2007].

Szczególnie niebezpiecznym zjawiskiem jest porażenie ziarna zbóż przez grzyby pleśniowe. Grzyby pleśniowe rozwijają się naturalnie na ziarnie podczas jego wegetacji. Duże zagrożenie stanowią grzyby z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium*, nazywane magazynowymi, które rozwijają się intensywnie w ziarnie podczas jego przechowywania w niewłaściwych warunkach. Wytwarzają one niebezpieczne produkty przemiany materii, tzw. mikotoksyny (ochratoksyna A, aflatoksyny) o różnorodnym, szkodliwym działaniu na zdrowie ludzi i zwierząt. Niebezpieczne dla zdrowia są również mikotoksyny fuzaryjne (deoksynivalenol, zearalenon, toksyna T-2/HT-2), wytwarzane przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, które porażają zboża podczas jego wegetacji. Badania przeprowadzone w 2014 roku i dotyczące zanieczyszczenia ziarna zbóż pochodzących z różnych regionów Polski wykazały, że toksyny fuzaryjne były najczęściej wykrywanymi mikotoksynami [Bryła i in. 2016].

Ważnym czynnikiem ograniczającym rozwój grzybów pleśniowych w ziarnie i tworzenie się toksyn jest odpowiednie przechowywanie ziarna, które umożliwia utrzymanie jego wilgotności na poziomie 13-13,5% przy jednoczesnej kontroli temperatury w magazynie, która nie powinna przekraczać 15°C [Podolska 2013]. Odpowiednie warunki składowania ziarna zapewniają nowoczesne magazyny np. silosy BIN, przeznaczone do użytkowania w dużych gospodarstwach [Rudziński 2011]. W małych gospodarstwach, do których należą w Polsce gospodarstwa zajmujące się uprawą zbóż w systemie ekologicznym, do przechowywania ziarna stosuje się różnorodne rozwiązania np. worki typu big-bag, które nie zapewniają możliwości aktywnej wentylacji ziarna.

W gospodarstwie nie zawsze jest możliwość podsuszenia ziarna po zbiorze, ponieważ suszenie jest procesem bardzo energochłonnym i kosztownym [Janowicz 2007]. Z tego względu w tych właśnie gospodarstwach istnieje największe ryzyko skażenia przechowywanego ziarna pleśniami i mikotoksynami.

Wobec ograniczeń stosowania chemicznych fungicydów w rolnictwie ekologicznym rozważane jest stosowanie metod biologicznych, wykorzystujących naturalne zdolności niektórych organizmów do ograniczania rozwoju pleśni, a także przekształcania mikotoksyn do związków nieszkodliwych [Piotrowska 2012]. W ten nurt wpisują się badania nad aktywnością antymikrobiologiczną drożdży – drobnoustrojów naturalnie występujących w środowisku roślinnym.

Już dość dawno opisane zostały pierwsze wyniki badań nad wykorzystaniem drożdży do kontrolowania wzrostu pleśni podczas przechowywania wilgotnego ziarna pszenicy (Peterson i Schnúr 1995). Przykładowo w badaniach Rabelo de Lima i in. (2013) określono aktywność antymikrobiologiczną drożdży wyrażającą się hamowaniem wzrostu pleśni *Colletotrichum gloeosporioides*, która powoduje znaczne straty w uprawach roślin tropikalnych m.in. kakaowca i papaji. W tym przypadku stwierdzono, że 5 spośród 580 szczepów drożdży (szczególnie z gatunku

Meyerozyma guilliermondii) charakteryzowało się zdolnością do hamowania wzrostu grzybni i zarodnikowania *C. gloeosporioides*.

Wyniki badań naukowych dają podstawę do opracowania preparatów składających się ze szczepów drożdży hamujących bądź ograniczających rozwój grzybów pleśniowych w przechowywanym ziarnie zbóż. Obecnie na polskim rynku dostępnych jest kilka preparatów biologicznych do stosowania zapobiegawczo w ochronie warzyw, drzew owocowych, rzepaku czy ziemniaka przed chorobami powodowanymi przez bakterie i grzyby (<https://www.ior.poznan.pl/19,wykaz-srodkow-ochrony-roslin-do-produkcji-ekologicznej.html>, odczyt 12.11.2018 r.). Jako substancje czynne w tych preparatach wykorzystano szczepy grzybów (np. *Aerobasidium pullulans* DSM 14940, *Trichoderma harzianum* Rifai T-22, *Gliocladium catenulatum*) i bakterii (*Bacillus subtilis* QST 713, *Pseudomonas sp.* DSMZ 13134). Brak jest natomiast biologicznych preparatów składających się ze szczepów drożdży o działaniu hamującym rozwój pleśni do stosowania w uprawie zbóż, czy też do ochrony zbóż podczas magazynowania.

Z tego powodu **celem** badań prowadzonych na rzecz rolnictwa ekologicznego było opracowanie ekologicznego sposobu biokonserwacji ziarna zbóż poprzez zastosowanie biopreparatu składającego się ze specjalnie wyselekcjonowanego szczepu drożdży o właściwościach antagonistycznych wobec grzybów pleśniowych.

1. Zakres badań

Badania prowadzono w warunkach laboratoryjnych w Zakładzie Technologii Fermentacji IBPRS oraz w warunkach produkcyjnych w dwóch certyfikowanych gospodarstwach rolnych zajmujących się uprawą zbóż w systemie ekologicznym, znajdujących się w województwie mazowieckim i lubelskim.

Zakres badań wykonywanych w ramach poszczególnych podzadań obejmował:

Podzadanie 1.

Ocenę stopnia zanieczyszczenia pleśniami i mikotoksynami ziarna zbóż z gospodarstw ekologicznych, pochodzącego ze zbiorów z roku 2017 (termin realizacji kwiecień-maj 2018)

Podzadanie 2.

Potwierdzenie zdolności wybranych szczepów drożdży do hamowania wzrostu wyizolowanych ze zbóż grzybów pleśniowych (termin realizacji: kwiecień-czerwiec 2018)

Podzadanie 3.

Identyfikację wytwarzanych przez drożdże związków lotnych hamujących wzrost pleśni (termin realizacji: czerwiec-październik 2018)

Podzadanie 4.

Opracowanie składu kultury drożdżowej oraz metody jej utrwalenia z zastosowaniem techniki liofilizacji (termin realizacji: czerwiec-lipiec 2018)

Podzadanie 5.

Ocenę zdolności kultury drożdżowej do hamowania wzrostu pleśni w ziarnie pszenicy (próby przechowalnicze w mini silosach w warunkach laboratoryjnych) (termin realizacji: lipiec-sierpień 2018)

Podzadanie 6.

Określenie skuteczności zastosowania wytypowanej kultury drożdżowej w procesie biokonserwacji przechowywanego ziarna pszenicy, przy powiększeniu skali doświadczenia w warunkach produkcyjnych (sierpień-listopad 2018)

Podzadanie 7. Opracowanie wyników badań (termin realizacji: październik-listopad 2018)

2. Metody analityczne

W badaniach wykorzystano następujące metody analityczne (Tabela 1):

Tabela 1. Metody analityczne stosowane podczas realizacji zadania badawczego.

Oznaczenie	Norma/procedura
Wilgotność ziarna zbóż	PN-EN ISO 712:2012 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe -- Oznaczenie wilgotności -- Metoda odwoławcza. Metoda polega na oznaczeniu ubytku wilgotności po 3 godzinnych suszeniu zmielonej próbki ziarna w temp. 120°C
Liczba drożdży i pleśni	PN-EN ISO 4833:2004+Ap1:2005 Mikrobiologia żywności i pasz. Ogólne zasady oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w 30°C. PN-ISO 21527-2:2009 Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drożdży i pleśni. Część 2: Metoda liczenia kolonii w produktach o aktywności wody niższej lub równej 0,95. Wykonano posiew wgłębnny próbek (odpowiednich naważek ziarna) i ich dziesiętnych rozcieńczeń w soli fizjologicznej, przygotowanych poprzez wytrząsanie ziarna przez 30 min. w temp. pokojowej w soli fizjologicznej, do posiewu zastosowano pożywkę YGC, odczytu wyników posiewów dokonano po 5 dniach inkubacji płytek w temp. 25°C
Zawartość mikotoksyn w ziarnie	Immunoenzymatyczna metoda Elisa z zastosowaniem komercyjnych zestawów testów firmy Romer Labs®, zgodnie z instrukcją producenta. Mikotoksyny oznaczano w ekstraktach metanolowych (zmieloną próbkę ziarna wytrząsano przez 20 min. w 70% metanolu, następnie przesączono i uregulowano pH do wartości 6-8)
Identyfikacja gatunkowa drożdży i pleśni	Izolację całkowitego DNA z pleśni i drożdży wykonano przy użyciu komercyjnego zestawu Bead-Beat Micro AX Gravity A&A Biotechnology, według procedury izolacji DNA dostarczonej razem z tym zestawem.

	<p>Identyfikację molekularną wyizolowanych pleśni przeprowadzono na podstawie sekwencji regionów wewnętrznej transkrypcji ITS (wewnętrznych regionów niekodujących ang. internal transcribed spacer), która występuje w obrębie genów rRNA. Porównanie sekwencji regionu ITS jest szeroko stosowane w taksonomii i filogenezy molekularnej m.in. z powodu występowania w dużej liczbie kopii.</p> <p>Do przeprowadzenia reakcji PCR wykorzystano standardowe primery ITS1 i ITS4 (Gardes i Bruns 1993, Martin i Rygiel 2005). Sekwencjonowanie produktu PCR przeprowadzono za pomocą sekwencjonatora kapilarnego w firmie Genomed.</p> <p>Zamplifikowane fragmenty rDNA wykorzystano do określenia taksonomicznego pokrewieństwa grzybów strzępkowych i drożdży z sekwencjami zdeponowanymi w bazie Blast</p>
Liofilizacja drożdży	<p>Drożdże utrwalano metodą sublimacyjną przy użyciu liofilizatora laboratoryjnego Christ Alpha 1-4, w którym możliwe jest przeprowadzenie wszystkich trzech etapów procesu suszenia sublimacyjnego: zamrażania, głównego suszenia oraz dosuszenia; na dowolnym etapie procesu można kontrolować temperaturę produktu, temperaturę kondensatora lodu oraz wartość ciśnienia. Jako dodatki ochronne stosowano glicerol oraz odtłuszczone mleko w proszku w ilości odpowiednio 25 % i 75 % w stosunku do masy wilgotnego materiału. Temperatura kondensatora lodu wahała się w granicach od -55 do -57 °C, a najniższa temperatura suszonego preparatu osiągała poziom -26 °C, wzrastając pod koniec etapu dosuszania do wartości -5 °C. Proces dehydratacji trwał około 24 h. Końcowa wilgotność preparatów wynosiła 2-3 %.</p>
Identyfikacja lotnych metabolitów wytwarzanych przez drożdże	<p>Adsorpcję związków z przestrzeni pomiędzy płytką z grzybnią pleśni a płytką z drożdżami przeprowadzono przy użyciu włókna 75 µm Carboxen-PDMS (Supelco), następnie po desorpcji związków (w temp. 220°C) w komorze nastrzykowej chromatografu gazowego (firmy Varian, model 3800) dokonano rozdzielania analitów na kolumnie kapilarnej DB-5 MS, po czym przeprowadzono ich identyfikację za pomocą spektrometru masowego model Saturn 2000 z analizatorem typu pułapka jonowa. Korzystano z bibliotek widm Varian i NIST.</p> <p>Parametry metody chromatograficznej:</p> <p>-temperatura dozownika 170°C</p> <p>- program temperaturowy: 50°C (1,8 min.), wzrost (5°C/min.) do 220°C i utrzymanie przez 1 min.</p>

3. Wyniki

4.1. Ocena stopnia zanieczyszczenia pleśniami i mikotoksynami ziarna zbóż z gospodarstw ekologicznych, pochodzącego ze zbiorów z roku 2017.

Materiał wykorzystany w tym podzadaniu stanowiło ziarno różnych zbóż pozyskane z certyfikowanych gospodarstw ekologicznych znajdujących się w różnych województwach, pochodzące ze zbiorów w roku 2017. Przechowywane było ponad 8 miesięcy w różny sposób. Wyniki analizy fizyko-chemicznej oraz mikrobiologicznej ziarna przedstawiono w Tabeli 2.

Przeanalizowano łącznie 27 próbek ziarna pięciu różnych zbóż pochodzących z jedenastu województw. Ziarno charakteryzowało się niską wilgotnością, w przedziale od 9,1 do 12,9%. Liczba drożdży i pleśni wynosiła od 3,00 do 5,38 log j.t.k. g⁻¹ (Tabela 2).

W Tabeli 2 zaprezentowano wyniki oznaczenia pięciu różnych mikotoksyn, najczęściej pojawiających się w ziarnie zbóż. Kolorem czerwonym zaznaczono wartości wyższe niż dopuszczalne limity ustalone w Rozporządzeniu Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalającym najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.

Zawartość poszczególnych mikotoksyn była zróżnicowana w zależności od ziarna. We wszystkich analizowanych próbkach ziarna stwierdzono obecność deoksyniwalenolu (DON), ale na dopuszczalnym poziomie, który wynosi 1250 µg kg⁻¹ w przypadku nieprzetworzonych zbóż, przy czym dla owsa limit zawartości DON wynosi 1750 µg kg⁻¹. Zauważono jednakże, że w próbkach owsa zawartości DON-u były najwyższe w porównaniu do pozostałych zbóż. Dopuszczalna zawartość sumy aflatoksyn (AFL) była przekroczona tylko w jednej próbce żyta i wynosiła 6,5 µg kg⁻¹ (dopuszczalna zawartość sumy aflatoksyn wynosi 4,0 µg kg⁻¹). Większą, niż dopuszczalna, zawartość ochratoksyny A (OTA) stwierdzono w czterech próbkach ziarna, w tym w dwóch próbkach jęczmienia. Stwierdzono obecność toksyny T-2 w 9 próbkach ziarna, w tym w czterech próbkach żyta. W przypadku zearalenonu (ZEA) jego zawartość była większa od dopuszczalnej w czterech próbkach ziarna, przy czym w jednej próbce żyta nawet dwukrotnie (dopuszczalny poziom zanieczyszczenia tą mikotoksyną to 100 µg kg⁻¹). Nie zaobserwowano korelacji pomiędzy wilgotnością przechowywanego ziarna, a zawartością mikotoksyn w badanych próbkach (Tabela 2).

Z analizowanych próbek ziarna udało się pozyskać 28 izolatów grzybów strzępkowych (pleśni) oraz określić ich przynależność gatunkową metodą biologii molekularnej. Wyizolowane pleśnie należały do rodzajów: *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Lichteimia* oraz *Trichoderma*. Szczegółowe wyniki identyfikacji zaprezentowano w Tabeli 3. Ponadto udało się wyizolować pleśń z gatunku *Fusarium graminearum* (Rys. 1), która wytwarza mikotoksyny z grupy pochodnych trichotecenów: deoksyniwalenol oraz toksynę T-2, a także pleśń z gatunku *Fusarium sporotrichoides* (Rys. 2), która odpowiedzialna jest za syntezę zearalenonu (Czerwiecki 2007; Jang i in. 2013; Da-Woon i in. 2016).

Na podstawie przeprowadzonego screeningu stwierdzono, że największe znaczenie w przypadku ziarna zbóż ma deoksyniwalenol należący do mikotoksyn fuzaryjnych, ponieważ jego obecność została stwierdzona we wszystkich analizowanych próbkach. We wszystkich zbożach stwierdza się naturalną obecność mikotoksyn fuzaryjnych w ilości 200-300 µg/kg. Jednak w warunkach sprzyjających rozwojowi pleśni (podwyższona temperatura, duża wilgotność), zanieczyszczenie mikotoksynami fuzaryjnymi może wzrosnąć do niebezpiecznego poziomu aż 2-4 mg/kg [Janowicz, 2007].

Tabela 2. Zawartość mikotoksyn, wilgotność oraz liczba drożdży i pleśni w ziarnie zbóż z gospodarstw ekologicznych ze zbioru z 2017 r.

Zboże	Województwo/powiat	Sposób przechowywania	Wilgotność (%)	Drożdże i pleśnie (log j.t.k. g ⁻¹)	Mikotoksyny [µg/kg]				
					OT A	AFL	DON	ZEA	T-2
pszenica jara	lubelskie/krasnostawski	big bag	12,9	4,65	n.o.	1,2	132,1	50,4	56,2
	dolnośląskie/lwówecki	big bag	11,2	4,30	n.o.	1,4	115,8	n.o.	n.o.
	lubelskie/parczewski	luzem na betonowej podłodze	11,3	4,30	n.o.	1,5	132,6	n.o.	n.o.
	mazowieckie/zwoleński	drewniana skrzynia	11,7	4,00	n.o.	1,5	124,6	n.o.	n.o.
	warmińsko-mazurskie/działdowski	silos	12,6	3,60	n.o.	1,4	136,6	n.o.	n.o.
	małopolskie/proszowicki	drewniana skrzynia	9,1	3,70	n.o.	1,7	119,7	n.o.	n.o.
	łódzkie/zduńskowolski	luzem na betonowej podłodze	10,0	3,65	2,3	1,4	114,4	n.o.	n.o.
	lubelskie/tęczyński	big bag	12,0	3,00	2,0	1,6	103,6	n.o.	n.o.
	wielkopolskie/międzychodzki	polietylenowy worek	9,6	4,70	12,7	1,3	232,2	108,3	127,7
żyto	podkarpackie/brzozowski	silos	11,6	4,54	n.o.	2,1	180,6	n.o.	48,3
	mazowieckie/zwoleński	drewniana skrzynia	11,2	4,54	n.o.	3,0	292,3	n.o.	43,1
	podlaskie/białostocki	luzem na betonowej podłodze	10,0	4,40	n.o.	3,2	170,0	43,4	n.o.

	tódzkie/zduńskowolski	luzem na betonowej podłodze	10,0	4,11	3,5	6,5	293,7	84,8	129,5
	wielkopolskie/międzychodzki	worek polietylenowy	10,8	4,48	10,9	4,1	193,9	221,2	157,1
jęczmień	wielkopolskie/międzychodzki	worek polietylenowy	11,8	4,00	11,3	1,5	294,6	134,8	n.o.
	małopolskie/dąbrowski	silos	11,3	5,04	5,8	1,6	140,0	29,6	n.o.
	małopolskie/proszowicki	drewniana skrzynia	9,4	3,30	2,4	1,8	156,6	30,7	n.o.
	lubelskie/bialski	luzem na betonowej podłodze	9,9	5,30	4,0	1,5	256,2	27,0	n.o.
orkisz	mazowieckie/zwoleński	drewniana skrzynia	11,4	4,30	n.o.	3,2	198,9	n.o.	n.o.
	kujawsko-pomorskie/mogileński	silos	10,6	3,00	n.o.	n.o.	153,3	n.o.	56,4
	dolnośląskie/lwówecki	big bag	9,4	5,04	n.o.	n.o.	209,5	n.o.	79,7
	lubelskie/tęczyński	big bag	9,0	4,90	n.o.	2,1	200,5	109,1	22,2
owies	dolnośląskie/lwówecki	big bag	12,3	4,20	n.o.	n.o.	393,4	n.o.	n.o.
	zachodniopomorskie/słowieński	luzem na betonowej podłodze	10,7	4,60	n.o.	n.o.	510,0	n.o.	72,6
	mazowieckie/zwoleński	drewniana skrzynia	9,1	5,38	n.o.	n.o.	408,0	n.o.	170,4
	wielkopolskie/międzychodzki	worek polietylenowy	9,5	4,48	n.o.	n.o.	532,6	n.o.	n.o.
	lubelskie/bialski	luzem na betonowej podłodze	9,6	4,54	n.o.	n.o.	415,4	n.o.	n.o.

n.o.- nie oznaczono (poniżej granicy oznaczalności metody, która wynosi dla OTA: 2,0; AFL: 1,0; ZEA: 25,0; T-2: 20,0 $\mu\text{g kg}^{-1}$)

Tabela 3. Gatunki grzybów strzępkowych wyizolowanych z ziaren zbóż na podstawie sekwencji ITS1-ITS4

Oznaczenie izolatu	Gatunek pleśni
M1	<i>Fusarium graminearum</i>
M3	<i>Fusarium cereals</i>
M4	<i>Fusarium cereals</i>
M5	<i>Penicillium chrysogenum</i>
M6	<i>Penicillium expansum</i>
M7	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>
M8	<i>Lichteimia corymbifera</i>
M9	<i>Pennicilium commune</i>
M10	<i>Pennicilium crustosum</i>
M11	<i>Penicillium chrysogenum</i>
M12	<i>Lichteimia corymbifera</i>
M13	<i>Alternaria forlicesensis</i>
M14	<i>Penicilium chrysogenum</i>
M15	<i>Aspergillus fumigatus</i>
M16	<i>Alternaria infectoria</i>
M17	<i>Alternaria alternata</i>
M18	<i>Aspergillus oryzae</i>
M19	<i>Alternaria slovaca</i>
M20	<i>Alternaria infectoria</i>
M22	<i>Aspergillus sp.</i>
M23	<i>Asperillus niger</i>
M24	<i>Penicilium chrysogenum</i>
M25	<i>Fusarium graminearum</i>
M26	<i>Fusarium graminearum</i>
M27	<i>Lichteimia corymbifera</i>
M28	<i>Fusarium poe</i>
M29	<i>Fusarium sporotrichoides</i>



Rys. 1. *Fusarium graminearum*



Rys. 2. *Fusarium sporotrichoides*

4.2. Potwierdzenie zdolności wybranych szczepów drożdży do hamowania wzrostu wyizolowanych ze zbóż grzybów pleśniowych.

Zbadano aktywność przeciwpleśniową dwóch szczepów drożdży wyizolowanych z ziarna zbóż w trakcie realizacji podzadania 1: *Rhodotorulla graminis* (z pszenicy) oraz *Debaromyces hansenii* (z żyta). Ich aktywność porównano z aktywnością przeciwpleśniową szczepu wzorcowego, należącego do kolekcji drobnoustrojów Zakładu Technologii Fermentacji IBPRS: *Candida tropicalis*. Szczep ten został wyizolowany w ramach innych badań prowadzonych w Zakładzie i charakteryzował się wysoką aktywnością przeciwpleśniową. Pleśnie wykorzystane w tym doświadczeniu stanowiły szczepy wyizolowane z ziarna

Na szalki Petriego wlewano podłoże YGC z agarem, w którym rozprowadzono odpowiednią ilość komórek drożdży, namnożonych uprzednio przez 24 godziny w płynnym podłożu YGC, do liczby 10^5 lub 10^6 komórek w 1 mL podłoża. Następnie na zestalone, zaszczepione drożdżami podłoże nanoszono punktowo fragmenty grzybni pleśni wyhodowanych na stałym podłożu YGC. Kontrole stanowiły płytki z podłożem zaszczepionym tylko pleśniami. Następnie próby (wykonane w dwóch powtórzeniach) inkubowano przez 10 dni w temp. pokojowej oraz w temp. 10°C .

Wyniki wyrażono w % zahamowania wzrostu pleśni liczonych według wzoru:

$$\frac{\text{średnica grzybni próby kontrolnej} - \text{średnica grzybni próby badanej}}{\text{średnica grzybni próby kontrolnej}} \times 100\%$$

średnica grzybni próby kontrolnej z bóż w podzadaniu 1

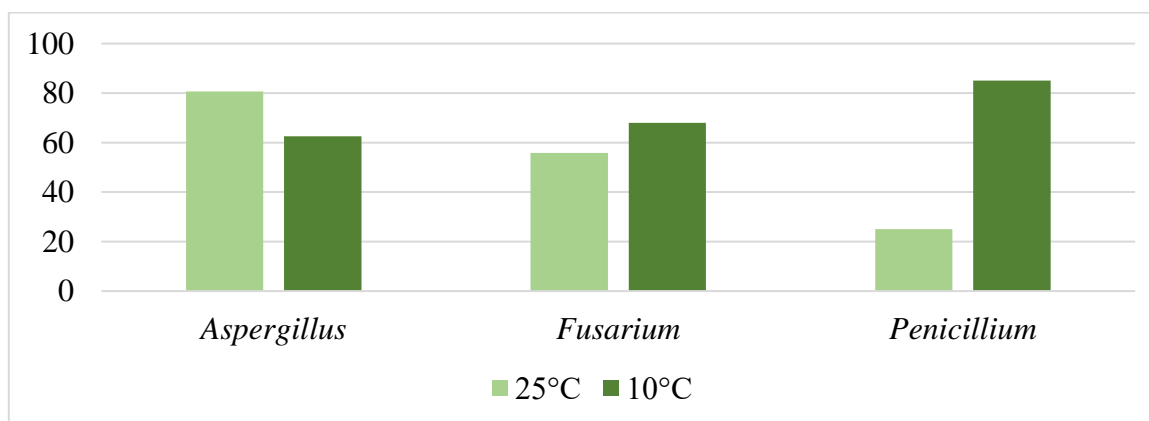
Wyniki przedstawiono w Tabeli 4. oraz na Rys. 3.

Tabela. 4. Zahamowanie wzrostu wybranych pleśni (%) przez szczepy drożdży w temp. 25°C

Liczba drożdży [j.t.k. mL ⁻¹]	<i>Aspergillus oryzae</i>		<i>Penicillium chrysogenum</i>		<i>Fusarium graminearum</i>	
	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶
<i>Candida tropicalis</i>	77,8	83,3	12,5	50,0	80,8	100
<i>Rhodotorulla graminis</i>	80,6	80,6	brak	25,0	55,8	65,4
<i>Debaromyces hanseni</i>	68,9	77,8	brak	brak	3,8	63,5

W porównaniu do szczepu wzorcowego nowo wyizolowane szczepy drożdży charakteryzowały się mniejszą aktywnością antypleśniową. Większą aktywność antagonistyczną wobec wybranych pleśni oznaczono w próbach o większej liczbie komórek drożdży w pożywce. Szczep *Rhodotorulla graminis* zahamował wzrost wybranych pleśni w większym stopniu niż *Debaromyces hanseni*. Najbardziej odporny na działanie wszystkich drożdży okazał się szczep *Penicillium chrysogenum*.

Na podstawie wyników tego doświadczenia do dalszych badań wytypowano szczep *Rhodotorulla graminis*, którego aktywność antypleśniową zbadano dodatkowo w temp. 10°C (Rys. 3).



Rys. 3. Zahamowanie wzrostu pleśni (%) przez szczep drożdży *Rhodotorulla graminis* w zależności od temperatury inkubacji

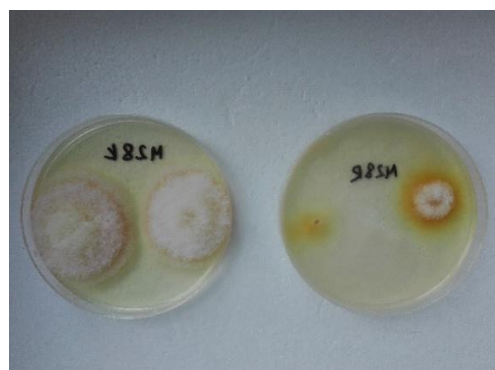
W niższej temperaturze szczep *Rh. graminis* wykazał większą zdolność hamowania wzrostu pleśni z rodzaju *Fusarium* i *Penicillium* w porównaniu do temp. 25°C. Prawdopodobnie na wynik tego doświadczenia wpłynęło również to, że niska temperatura mogła spowodować wolniejszy wzrost pleśni. Niemniej jednak tolerancja badanego szczepu drożdży na niską temperaturę oraz wykazywana w niej aktywność antypleśniowa jest wynikiem korzystnym z punktu widzenia zastosowania tego szczepu w warunkach produkcyjnych.

4.3. Identyfikacja wytwarzanych przez drożdże związków lotnych hamujących wzrost pleśni.

W kolejnym etapie badań podjęto próbę identyfikacji lotnych związków wytwarzanych przez wybrany szczep drożdży *Rhodotorulla graminis*, które mają znaczenie w hamowaniu rozwoju pleśni. W tym celu wykonano doświadczenie, w którym na denko płytki Petriego wylewano pożywkę z agarem YGC, w której rozprowadzono komórki drożdży w ilości 10^6 j.t.k./mL, a na denko drugiej płytki wylewano podłoże YGC z agarem, na które po zestaleniu nanoszono punktowo fragmenty grzybni różnych pleśni wyizolowanych ze zboża w podzadaniu 1. Następnie płytki łączono szczelnie za pomocą parafilmu tak, aby nad płytką z drożdżami znajdowała się płytka z pleśniami. Płytki inkubowano w temp. 25°C. Po 6 dniach zaobserwowano zahamowanie wzrostu pleśni w porównaniu do prób kontrolnych (Rys. 4-5).



Rys. 4. Wzrost *Alternaria infectoria*



Rys. 5. Wzrost *Fusarium poe*

(po lewej próby kontrolne, po prawej wzrost pleśni w obecności drożdży)

Po 6 dniach inkubacji pomiędzy dwie płytki wsuwano włókno Carboxen-PDMS, za pomocą którego przeprowadzano adsorbcję związków lotnych, po czym włókno wprowadzano do komory nastrzykowej chromatografu gazowego w celu desorpcji związków. Następnie prowadzono analizę chromatograficzną zdesorbowanych analitów i ich identyfikację za pomocą układu GC-MS. Próbę kontrolną stanowiły płytki z podłożem z drożdżami połączone z płytkami, na których znajdowało się samo podłoże YGC bez pleśni. Wybrane wyniki analiz przedstawiono w Tabeli 5.

Tabela 5. Lotne metabolity zidentyfikowane w próbie drożdży inkubowanych w obecności *Fusarium* sp.

Czas retencji	Związek	M _w [g/mol]	Wzór sumaryczny
6.18	Benzene, (1-nitroethyl)	151.165	C ₈ H ₉ NO ₂
6.43	3,5,7-cycloheptatriene-1,-3-dimethanol	152.190	C ₉ H ₁₂ O ₂ (alcohol)
6.81	Thiophene,2-methoxy-5-methyl-	128.192	C ₆ H ₈ OS
11.92	Phenylethyl alcohol	122.164	C ₈ H ₁₀ O
15.14	Furan,3-phenyl	144.170	C ₁₀ H ₈ O

16.55	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy (p-ethylguaiacol)	152.190	C ₉ H ₁₂ O ₂
21.20	τ-elemene (1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis-(1-methylethenyl)cyclohexane	204.351	C ₁₅ H ₂₄ seskwiterpen (Stereoisomer of β-elemene)
21.28	7-octylidenebicyclo [4,1,0] heptane	206.373	C ₁₅ H ₂₆
21.46	2,4,4-trimethyl-3(3-oxobutyl)cyclohex-2-enone	208.297	C ₁₃ H ₂₀ O ₂ (diketon)
21.54	2,5,-cyclohexadiene -1,4-dione,2,6 bis (1,1-dimethylethyl), p-benzoquinone	220.307	C ₁₄ H ₂₀ O ₂ (diketon)
22.06	Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-α-curcumene	202.335	C ₁₅ H ₂₂ (terpen)
24.57	9-octadecenoic acid, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl)methylester, cis-	444.656	C ₂₈ H ₄₄ O ₄ (ester)
28.17	(3-methyl-1,4-diphenylbicyclo [2,2,0]hex-2-yl) methanol	278.388	C ₂₀ H ₂₂ O
29.35	2-hexadecanol	242.441	C ₁₆ H ₃₄ O
30.50	1,2-benzenedicarboxylic acid, butyl octyl ester	334.449	C ₂₀ H ₃₀ O ₄
30.77	1-(4-hydroxy-3,-5-di-tert.-butylphenyl)-2-methyl-3-morpholinopropan-1-one	361.526	C ₂₂ H ₃₅ NO ₃
35.13	9,17-octadecadienal, (Z)	264.446	C ₁₈ H ₃₂ O

W przypadku inkubacji drożdży w obecności *Fusarium poe* zidentyfikowano nieobecny w próbie kontrolnej związek seskwiterpenowy, będący stereizomerem beta-elemenu, związku występującego w ziołach, przyprawach, warzywach korzeniowych, czy oleju z jałowca o potencjalnych właściwościach przeciw drobnoustrojowym [Nazzaro i in. 2017] (Tabela 5).

Wyniki uzyskane z identyfikacji związków w fazie nadpowierzchniowej, przy braku bezpośredniego kontaktu drożdży z pleśniami wskazują, że aktywność przeciw pleśniowa badanego szczepu drożdży jest związana z działaniem syntetyzowanych metabolitów lotnych.

4.4. Opracowanie składu kultury drożdżowej oraz metody jej utrwalenia z zastosowaniem techniki liofilizacji.

Do doświadczeń związanych z opracowaniem preparatu drożdżowego utrwalonego techniką liofilizacji wybrano szczep *Rhodotorulla graminis*. Biomasa drożdży otrzymano w wyniku 48-godzinnej hodowli szczepu *R. graminis* w temp. 30°C, w pożywce płynnej z ekstraktem słodowym, w warunkach stałego wytrząsania. Po tym czasie biomasa odwirowano (600 obr/min, 15 min., 4°C), uzyskując 19% suchej masy w biomacie, a następnie biomasa poddano liofilizacji.

W liofilizacji oznaczono liczbę drożdży, która kształtowała się na poziomie $1,0 \times 10^9$ j.t.k. g^{-1} . Liczba ta utrzymywała się przez okres 3 miesięcy przechowywania preparatu w warunkach chłodniczych. Preparat charakteryzował się bardzo dobrą rozpuszczalnością w wodzie.

4.5. Ocena zdolności kultury drożdżowej do hamowania wzrostu pleśni w ziarnie pszenicy (próby przechowalnicze w mini silosach w warunkach laboratoryjnych)

W celu określenia sposobu stosowania nowo opracowanego biologicznego preparatu do przechowywanego ziarna zbóż, zawierającego drożdże *Rhodotorulla graminis*, wykonano testy laboratoryjne w tzw. mini silosach. W tym celu ziarno pszenicy w ilości 200 g umieszczono w szklanych tubach osłoniętych z dwóch stron parafilmem z otworami (w celu wentylacji ziarna), co obrazuje Rys.6.



Rys. 6. Mini silosy laboratoryjne

Próby doświadczalne stanowiło ziarno w silosach, na które rozpylono preparat zawierający $1,0 \times 10^9$ j.t.k. g^{-1} , rozpuszczony w wodzie, w taki sposób, aby liczba aplikowanych komórek drożdży pozostawała na poziomie $1,0 \times 10^6$ j.t.k. na 1 g ziarna. Wykonano dwa warianty doświadczeń- z mniejszym i większym dodatkiem wody. Próby kontrolne stanowiły silosy z ziarnem bez dodatku preparatu, ale z równorzędnym dodatkiem wody. Każdy wariant doświadczenia wykonano w dwóch powtórzeniach. Próby przechowywano w temperaturze 25 i 10°C. Po 5 tygodniach oznaczono wilgotność ziarna oraz liczbę drożdży i pleśni. Początkowa zawartość wilgoci w ziarnie wynosiła 9,6%. Wyniki oznaczeń przedstawiono w Tabeli 7.

Tab. 7. Wyniki analizy ziarna pszenicy po 5 tygodniach przechowywania w mini silosach

Próba/ symbol	Temp. przechowywani a [°C]	Wilgotność [%]	Liczba drobnoustrojów [log j.t.k. g^{-1}]	
			drożdże	pleśnie
K	10	12,3	3,48	4,65
	25	10,2	3,70	4,60
P	10	12,6	5,81	4,70
	25	10,1	5,52	3,95

K/W	10	15,1	4,00	4,30
	25	12,8	4,89	4,54
P/W	10	15,0	5,60	3,66
	25	12,2	5,85	3,97

Symbole:

K – próba kontrolna, ziarno bez dodatku preparatu (dodano 2 mL wody)

P – ziarno z dodatkiem preparatu drożdżowego rozpuszczonego w 2 mL wody

K/W- próba kontrolna z dowlżaniem, ziarno bez dodatku preparatu (dodano 10 mL wody)

P/W-ziarno z dodatkiem preparatu drożdżowego rozpuszczonego w10 mL wody

Dodatek preparatu rozpuszczonego w większej ilości wody spowodował wzrost wilgotności ziarna do 15% w przypadku prób przechowywanych w temp. 10°C. W temp. 25°C zawartość wilgoci po 5 tygodniach przechowywania w próbach z większym dodatkiem wody wynosiła 12,2-12,8% i zwiększyła się w stosunku do wilgotności początkowej o 2,6-3,2 punktów procentowych. W próbach kontrolnych z większym dodatkiem wody liczba drożdży i pleśni była zbliżona w przypadku przechowywania silosów w temp. 10°C, w temp. 25°C liczba pleśni była mniejsza niż liczba drożdży (Tabela 7).

Próby z mniejszym dodatkiem wody po 5 tygodniach przechowywania charakteryzowały się znacznie mniejszą wilgotnością, niż próby opisane powyżej (10,1-12,6%). W ziarnie z silosów kontrolnych oznaczono więcej pleśni niż drożdży niezależnie od temperatury przechowywania, natomiast w próbach z dodatkiem preparatu liczba drożdży była większa niż liczba pleśni w obu wariantach temperaturowych (Tabela 7).

Wyniki tego doświadczenia wskazują na konieczność zminimalizowania dawki wody potrzebnej do rozpuszczenia preparatu tak, aby nie przekroczyć granicy 15% wilgotności, przy której może dochodzić do nadmiernego rozwoju pleśni. Zdominowanie środowiska przez drożdże daje szansę na zmniejszenie ewentualnego skażenia mikotoksynami przechowywanego ziarna.

4.5. Określenie skuteczności zastosowania wytypowanej kultury drożdżowej w procesie biokonserwacji przechowywanego ziarna pszenicy, przy powiększeniu skali doświadczenia w warunkach produkcyjnych.

W celu sprawdzenia skuteczności działania nowo opracowanego preparatu drożdżowego przeznaczonego do przechowywanego ziarna zbóż, wykonano doświadczenia w powiększonej skali w warunkach produkcyjnych w dwóch gospodarstwach rolnych zajmujących się uprawą pszenicy w systemie ekologicznym. Ziarno do doświadczeń z gospodarstwa z województwa mazowieckiego pochodziło ze zbioru z roku 2018 i charakteryzowało się następującymi parametrami (Tabela 8):

Tabela 8. Charakterystyka ziarna pszenicy wykorzystanego w doświadczeniu produkcyjnym

Wilgotność [%]	Liczba drobnoustrojów [log j.t.k. g ⁻¹]		Mikotoksyny [µg kg ⁻¹]				
	pleśń	drożdże	OTA	AFL	T-2	DON	ZEA
12,7	4,3	3,8	n.o.	n.o.	n.o.	200,8±20,4 5	n.o.

n.o. nie oznaczono (poniżej granicy oznaczalności metody)

± odchylenie standardowe

W próbie ziarna oznaczono większą liczbę pleśni niż drożdży, co świadczy o tym, że tego typu środowisko naturalnie zdominowane jest przez grzyby strzępkowe. Ziarno było wolne od zanieczyszczeń mikotoksynami typowo przechowalniczymi (OTA, AFL), oznaczono w nim natomiast deoksyniwalenol w dopuszczalnym stężeniu (Tabela 8).

W gospodarstwie rolnym wykonano próby przechowalnicze ziarna pszenicy. Ziarno umieszczono w trzech rodzajach pojemników: beczkach plastikowych (P), beczkach metalowych (M) oraz w drewnianych skrzyniach (D), w ilości 50 kg ziarna (w każdym pojemniku trzech powtórzeniach) (Rys. 7, 8, 9).



Rys. 7. Beczki plastikowe



Rys. 8. Beczki metalowe



Rys. 9. Drewniane skrzynie

Podczas załadunku do pojemników ziarno opryskiwano za pomocą ogrodowego opryskiwacza ręcznego dawką preparatu zawierającego drożdże *Rhodotorulla graminis* w ilości $1,0 \times 10^9$ j.t.k. g^{-1} , rozpuszczonego w wodzie wodociągowej. Wprowadzono w ten sposób $2,0 \times 10^5$ j.t.k. na gram ziarna. Wykonano także próby kontrolne wsypując ziarno do pojemników, ale bez dodatku preparatu. Wszystkie próby wykonano w trzech powtórzeniach. Pojemniki przechowywano pod zadaszeniem przez trzy miesiące. Po upływie jednego i trzech miesięcy ze środka pojemników pobierano reprezentatywne próby przeznaczone do analiz, których wyniki zaprezentowano w Tabeli 9.

Tab. 9. Wyniki analiz ziarna pszenicy po trzech miesiącach przechowywania w różnych pojemnikach w gospodarstwie rolnym

Próba	Wilgotność [%]	Liczba drobnoustrojów		DON
		[log j.t.k. g^{-1}]		
		drożdże	pleśnie	[μg kg^{-1}]
KP	14,8	3,3 ^a	4,6 ^b	179,3 ^B ±3,29
P	14,9	3,6 ^a	3,8 ^{ab}	145,5 ^A ±24,4
KM	14,6	5,7 ^b	4,5 ^a	180,7 ^{AB} ±24,32
M	14,4	4,5 ^b	3,0 ^a	172,2 ^A ±9,56
KD	15,0	3,9 ^a	4,4 ^b	161,1 ^A ±29,34
D	14,2	5,8 ^b	4,1 ^a	166,6 ^A ±28,34

n.o. nie oznaczono (poniżej granicy oznaczalności metody) ±odchylenie standardowe

a, b – średnie wartości liczby drożdży i pleśni oznaczone różnymi symbolami (w rzędach) różnią istotnie w obrębie tej samej próby przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ (ANOVA, test Tukey'a)

A, B – średnie wartości zawartości DON-u oznaczone różnymi symbolami (w kolumnach) różnią istotnie w obrębie prób przechowywanych w tych samych pojemnikach, przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ (ANOVA, test Tukey'a)

Symbole:

KP – próby kontrolne w beczkach plastikowych

P – próby z dodatkiem preparatu w beczkach plastikowych

KM – próby kontrolne w beczkach metalowych

M – próby z dodatkiem preparatu w beczkach metalowych

KD – próby kontrolne w drewnianych skrzyniach

D – próby z dodatkiem preparatu w drewnianych skrzyniach

Po trzech miesiącach przechowywania w próbach kontrolnych przechowywanych w plastikowych i drewnianych beczkach liczba pleśni była większa niż liczba drożdży. Natomiast w próbach z dodatkiem preparatu liczba drożdży była porównywalna do liczby pleśni (plastikowe beczki) lub liczba drożdży była znacznie większa od liczby pleśni (metalowe beczki i drewniane skrzynie). Istotnie więcej drożdży niż pleśni oznaczono w próbach (kontrolnych i z preparatem) przechowywanych z metalowych beczkach. W próbach kontrolnych w metalowych beczkach było istotnie więcej drożdży niż w próbie z preparatem, ale jednocześnie w próbie tej oznaczono też większą, niż w próbie z preparatem, liczbę pleśni (Tabela 9).

Spośród oznaczanych mikotoksyn, w ziarnie po trzech miesiącach przechowywania stwierdzono jedynie obecność deoksynivalenolu, którego istotnie więcej było w próbie kontrolnej przechowywanej w plastikowych beczkach w porównaniu do prób z dodatkiem preparatu (Tabela 9). Zawartość DON-u w ziarnie po trzech miesiącach przechowywania była niższa od wartości stwierdzonych w ziarnie tuż po zbiorze, co może być spowodowane np. addycją toksyn do struktur ściany komórkowej drożdży; występowanie tego zjawiska zostało opisane w literaturze naukowej (Shetty i in. 2007, Piotrowska 2012).

Ponadto zaobserwowano wzrost wilgotności ziarna po okresie przechowywania w stosunku do wartości wyjściowej, co może być wynikiem niedostatecznej wentylacji ziarna przechowywanego w zastosowanych pojemnikach (Tabela 9).

5. Wnioski

Na podstawie uzyskanych wyników badań sformułowano następujące wnioski:

- ✓ Ziarno zbóż uprawiane w systemie ekologicznym nie jest wolne od zanieczyszczenia mikotoksynami, z których najpowszechniej występuje deoksynivalenol.
- ✓ Wyizolowane z ziarna zbóż dwa szczepy drożdży *Rhodotorulla graminis* i *Debaromyces hansenii* wykazują aktywność antypleśniową, hamując w warunkach laboratoryjnych wzrost pleśni z rodzajów: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*. Stopień zahamowania wzrostu pleśni różni się w zależności od szczepu drożdży, liczby komórek drożdży oraz temperatury inkubacji.
- ✓ Większą aktywność antypleśniową w porównaniu do *Debaromyces hansenii* wykazuje szczep *Rhodotorulla graminis*, który zdolny jest do efektywnego hamowania wzrostu pleśni również w niskiej temperaturze oraz syntezy lotnych metabolitów o działaniu przeciw drobnoustrojowym.
- ✓ Szczepy *Rhodotorulla graminis* wykazuje przydatność do produkcji preparatu utrwalonego metodą liofilizacji.
- ✓ Zastosowanie preparatu zawierającego szczep *Rhodotorulla graminis* do ziarna pszenicy podczas jego trzy miesięcznego przechowywania skutkuje zwiększeniem liczby drożdży w stosunku do pleśni w porównaniu do ziarna tuż po zbiorze oraz prób kontrolnych (ziarno przechowywane bez dodatku preparatu drożdżowego).
- ✓ Niezbędne są dalsze badania nad wpływem preparatu z *Rhodotorulla graminis* na stopień porażenia pleśniami i mikotoksynami ziarna pszenicy po dłuższym okresie przechowywania.

6. Piśmiennictwo

- Bryła M., Waśkiewicz A., Podolska G., Szymczyk K., Jędrzejczak R., Damaziak K., Sułek A. 2016. Occurrence of 26 mycotoxins in the grain of cereals cultivated in Poland. *Toxins*, 8(160), 2-20.
- Czerwiecki L. 2007. Mikotoksyny w ziarnie zbóż I co dalej? *Przegląd zbożowo-młynarski*. Październik, 25-27.
- Da-Woon Kim, Gi-Yong Kim, Hee-Kyoung Kim, Jueun Kim, Sun Jeong Jeon, Chul Won Lee, Hyang Burm Lee, Sung-Hwan Yun: Characterization of nivalenol-producing *Fusarium culmorum* isolates obtained from the air at a rice paddy field in Korea. 2016. *Plant Pathol. J.*, 32(3), 182-189.

- Gardes M, Bruns TD. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Mol Ecol.*, 2, 113-118.
- Janowicz L. 2007. Współczesne przechowalnictwo ziarna zbóż. *Przemysł Spożywczy* 7, 24-27.
- Kadhim M., Mohammed G., Hameed I. 2016. *In vitro* antibacterial, antifungal and phytochemical analysis of methanolic extract of fruit *Cassia fistula*. *Oriental Journal of Chemistry*, 32(3), 1329-1346.
- Nazzaro F., Fratianni F., Coppola R., De Feo V. 2017. Essential oils and antifungal activity. *Pharmaceuticals*, 10, 86, 1-20.
- Petersson S., Schnurer J. 1995. Biocontrol of mold growth in high moisture wheat stored under airtight conditions by *Pichia anomala*, *Pichia guilliermondii*, and *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied and Env. Micr.* 61(3), 1027-1032.
- Piasecka-Józwiak K., Chabłowska B. 2017. Wykorzystanie antypleśniowych właściwości szczepów drożdży do biologicznej ochrony ziarna podczas przechowywania. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 62(4), 84-89.
- Piotrowska M. 2012. Wykorzystanie mikroorganizmów do usuwania mikotoksyn z żywności i pasz. *Postępy Mikrobiologii* 51(2), 109-119.
- Podolska G. 2013. Czynniki wpływające na zanieczyszczenie zbóż mikotoksynami. *Więś Jutra*, 2(75), 31-32.
- Rabelo de Lima J, Rocha Barros Gonçalves L, Rocha Brandão L., Augusto Rosa C., Marto Pinto Viana F. 2013. Isolation, identification, and activity *in vitro* of killer yeasts against *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from tropical fruits. *Journal of Basic Microbiology* 53(7), 590–599.
- Robiglio A., Sosa M., Lutz M., Lopes C., Sangorrín M. 2011. Yeast biocontrol of fungal spoilage of pears stored at low temperature. *Int. Journal of Food Microbiology* 6, 147(3), 211-6.
- Rudziński R. 2011. Zasady przechowywania i magazynowania towarów pochodzenia rolniczego. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach*, Nr 88, 113-126.
- Shetty P.H., Hald B. Jespersen L. 2007. Surface binding of aflatoxin B1 by *Saccharomyces cerevisiae* strains with potential decontaminating abilities in indigenous fermented foods. *Int J Food Microbiol.*, 113(1), 41-46.
- Yang F., Jacobsen S., Jørgensen H., Collinge D., Svensson B., Finnie C. 2013. *Fusarium graminearum* and its interactions with cereal heads: studies in the proteomics era. *Frontiers in Plant Science* 4(37), 1-8.



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

Badania na rzecz rolnictwa ekologicznego finansowane przez MRiRW w 2018 roku

**Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi:
optymalizacja technologii procesów wędzenia wędlin, serów i ryb
ekologicznych.**

Realizacja projektu:

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego

im. prof. Wacława Dąbrowskiego

Kierownik projektu – Prof. Dr hab. Zbigniew J. Dolatowski

Wykonawcy:

IBPRS - Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu; Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie - Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności; Zakład Mięsny „Jasiołka” w Dukli; Zakład Mięsny Agro-Visbek w Nakle; Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie - **Oddział w Radomiu**; Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne "FIGA" s.c. Waldemar i Tomasz Maziejuk, Mszana; „Dar-bud” -Dariusz Piętka, Garwolin ; P.U.P.H. MONROL, Mońki.

Streszczenie

Spis treści

Wprowadzenie

Cel badań

Układ prób badawczych

Metody badawcze

Wyniki badań (wybrane)

Warianty badawcze

Wyniki fizykochemiczne

Ocena sensoryczna

Podsumowanie i wnioski

Budowa wędzarni tradycyjnej

Wprowadzenie

Wędzenie należy do najstarszych metod utrwalania żywności, a obecnie jest szczególnie cenione z uwagi na nadawanie produktowi żywnościowemu swoistych cech organoleptycznych. W trakcie tego procesu do produktu wprowadzanych jest wiele substancji pirolizy drewna o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych, przeciwutleniających, kształtujących smak oraz barwę. Szczególne znaczenie odgrywają tu fenole, które oprócz działania przeciwdrobnoustrojowego wykazują wyraźne właściwości przeciwutleniające i barwiące. W dymie wędzarniczym oprócz związków odpowiedzialnych za utrwalanie oraz kształtowanie cech organoleptycznych wędzonych produktów, zawarte są również substancje niepożądane z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego tej grupy wyrobów. Ważnym problemem zdrowotnym jest obecność wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Związki te charakteryzują się właściwościami kancerogennymi i mutagennymi. Poprzez kolejne ogniwa łańcucha pokarmowego przedostają się do organizmu, stwarzając poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi. Związki te mogą się również tworzyć w samej żywności (pierwotnej) podczas procesów jej przetwarzania (prażenia kawy, suszenia kakao, zbóż), termicznej obróbki (pieczenia) lub w trakcie jej utrwalania (wędzenia). Szczególnie wysokie stężenia WWA występują w produktach przygotowywanych nad otwartym ogniem (grill, wędzenie). Natomiast ich poziom w żywności przetworzonej (gotowanie, poprawne wędzenie, smażenie) zależy głównie od warunków i metod jej przygotowywania.

Rozwój techniki i technologii wędzenia oraz coraz większa świadomość konsumentów i prozdrowotne nastawienie do diety, przyczyniły się do wprowadzenia regulacji prawnych dotyczących najwyższych dopuszczalnych stężeń wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. W 2011 roku weszło w życie rozporządzenie Komisji (UE) nr 835/2011 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 dotyczące zawartości najwyższych dopuszczalnych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych, w tym w produktach mięsnych wędzonych. Rozporządzenie Komisji UE Nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 roku zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006

odnośnie najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych (Dz. U. L 215 z 20.08.2011r.) weszło w życie od dnia 1 września 2014 roku w zakresie dotyczącym najwyższych dopuszczalnych poziomów benzo(a)piranu i sumy czterech związków: benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu i chryzenu w produktach żywnościowych, m.in. w wędzonych produktach mięsnych także i ekologicznych. Najwyższy poziom dotyczący zawartości benzo(a)pirenu w produktach mięsnych wędzonych wynosił dotychczas 5,0 µg/kg, dla sumy pozostałych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) wynosił 30,0 µg/kg. Rozporządzenie Komisji odpowiednio najwyższe poziomy obniża do 2,0 i 12,0 µg/kg dla sumy czterech WWA w wyrobach mięsnych. Pozostawia bez zmian dopuszczalny poziom WWA dla wędzonych ryb np. szproty wędzone i szproty wędzone w konserwie (*Sprattus sprattus*); 5,0(µg/kg) dla benzo(a)pirenu i 30,0(µg/kg) dla sumy czterech WWA: (benzo(a)piren, benz(a)antracen, benzo(b)fluoranten i chryzen).

Cel badań

Celem badań było opracowanie optymalnych parametrów procesu technologicznego przygotowania i ocena stosowanego drewna wędzarniczego w produkcji ekologicznych wyrobów. Produkowane były wyroby w warunkach przemysłowych (Zakład Mięсны „Jasiołka” i ODR Radom, Zakład Rybny w Garwolinie i Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne "FIGA" s.c. Waldemar i Tomasz Maziejuk – sery wędzone) i półtechniki w IBPRS. Wytworzone produkty zostały ocenione bezpośrednio po produkcji i po wybranych etapach procesu wędzenia i czasu przechowywania.

Zakres badań

Dokonana została ocena fizyczna, chemiczna, mikrobiologiczna i sensoryczna w zakresie niezbędnych cech jakościowych związanych z jakością drewna. Zostanie przygotowany proces technologiczny produkcji ekologicznych wędzonych produktów. Dokonano również oceny procesu wędzenia w zakładzie przemysłowym produktów ekologicznych, gdzie przebudowano komorę paleniskową wędzarni oraz wędzonych w przykładowej komorze wędzarnia tradycyjnego w CDR Radom.

Układ prób badawczych

Układ doświadczenia był realizowany zgodnie z załączonymi do wyników badań schematami. Badano następujące wyroby: sery, ryby i wędliny. Badania jakościowej oceny wszystkich wyrobów prowadzono w zakresie wskaźników: fizyko-chemicznych, mikrobiologicznych, sensorycznych i oceny procesu wędzenia.

Metody badawcze

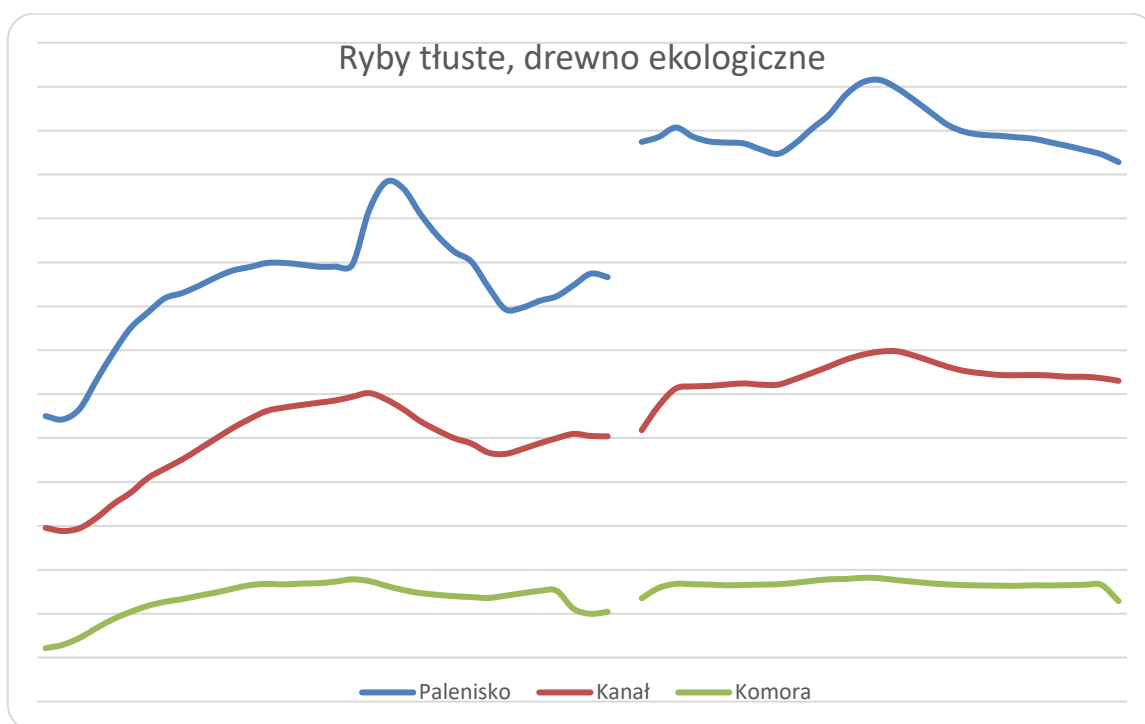
Badano następujące wyroby: mięsne, rybne i sery dojrzewające i twarogowe. Badania jakościowe oceny wszystkich wyrobów prowadzono w zakresie wskaźników: fizyko-chemicznych, mikrobiologicznych, sensorycznych i parametrów procesu technologicznego wędzenia. Dokonano również oceny procesu wędzenia w zakładzie przemysłowym produktów ekologicznych. Ze względu na dużą ilość wyników przedstawiono w streszczeniu modelowe badania procesu wędzenia ryb. Ryby wędzone tradycyjnie z zastosowaniem drewna konwencjonalnego i ekologicznego.

Wyniki badan (wybrane)

Tabela 1. Parametry wędzenia ryb tłustych na drewnie konwencjonalnym.

Proces	Karp	Łosoś
Solanka 10%, czas 60 min		
Waga [kg]	8,50	9,30
Suszenie w Atmosie 40°C - 20 min., 45°C - 25 min.		
Waga [kg]	7,95	8,80
Obróbka cieplna: 30 min., drewno BUKOWE		
Waga [kg]	7,90	8,70
Wędzenie: 30 min., drewno OLCHOWE		
Studzenie/ chłodzenie - 4°C		
Waga [kg]	7,30	7,95

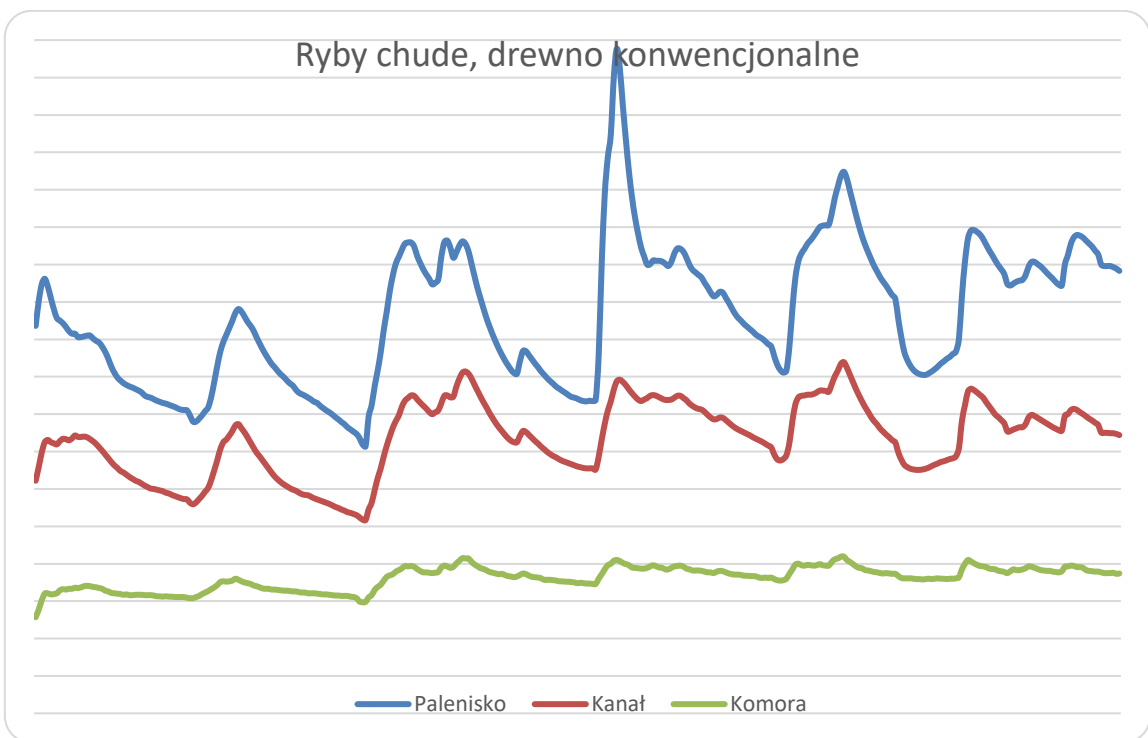
Rys. 1. Graficzny rozkład temperatur w czasie wędzenia ryb tłustych z zastosowaniem drewna konwencjonalnego.



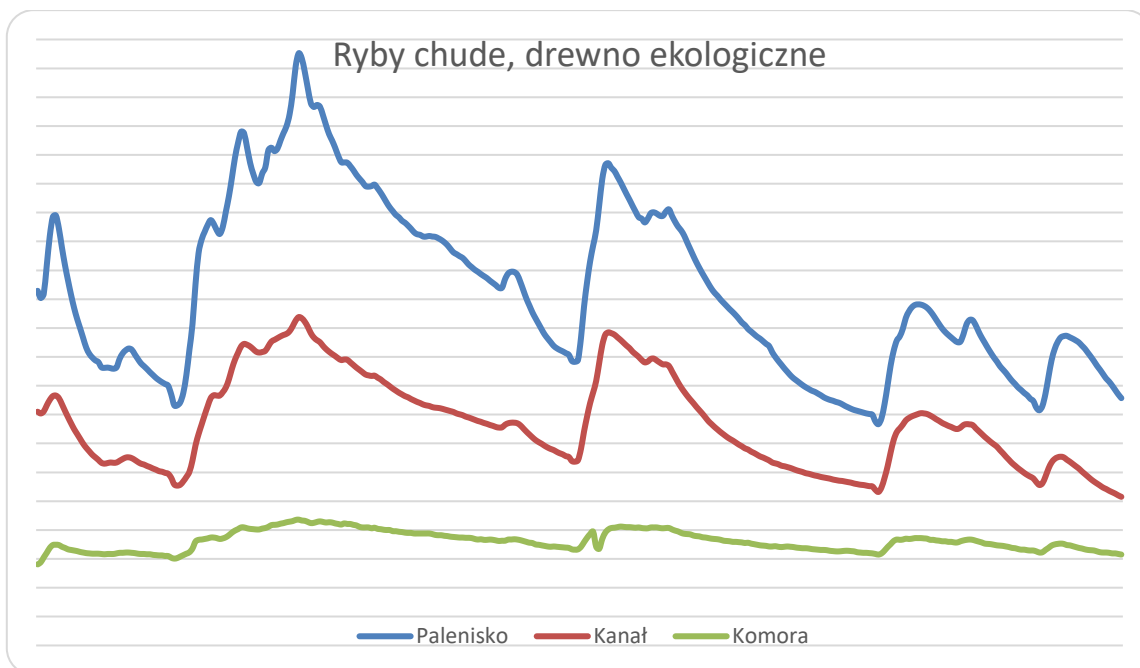
Rys. 2. Graficzny rozkład temperatur w czasie wędzenia ryb tłustych z zastosowaniem drewna ekologicznego.

Tabela 2. Parametry wędzenia ryb chudych na drewnie konwencjonalnym.

Proces	Pstrąg	Szczupak
Solanka 10%, czas:	60 min	120 min
Waga [kg]	10,90	8,39
Suszenie w Atmosie 35°C - 60 min.		
Waga [kg]	10,35	7,84
Wędzenie: 6 godz., drewno OLCHA i BUK		
Studzenie / chłodzenie - 4°C		
Waga [kg]	8,40	6,90



Rys. 3. Graficzny rozkład temperatur w czasie wędzenia ryb chudych z zastosowaniem drewna konwencjonalnego.



Rys. 4. Graficzny rozkład temperatur w czasie wędzenia ryb chudych z zastosowaniem drewna ekologicznego.

Warianty badawcze:

PT - pstrąg wędzony na drewnie konwencjonalnym

PE - pstrąg wędzony na drewnie ekologicznym

LT - łosoś wędzony na drewnie konwencjonalnym

LE - łosoś wędzony na drewnie ekologicznym

KT - karp wędzony na drewnie konwencjonalnym

KE - karp wędzony na drewnie ekologicznym

ST - szczupak wędzony drewnie konwencjonalnym

SE - szczupak wędzony na drewnie ekologicznym

Wyniki fizykochemiczne

Tabela 3. Właściwości fizykochemiczne ryb wędzonych (średnia±SD) z zastosowaniem drewna konwencjonalnego i ekologicznego bezpośrednio po produkcji.

Próba	pH	ORP [mV]
PT	6,22±0,01	369,0±1,36
PE	6,34±0,01	362,7±1,85
LT	6,50±0,03	356,9±3,59
LE	6,43±0,01	360,0±1,84
KT	6,35±0,03	389,6±2,32
KE	6,51±0,02	383,1±3,24

ST	5,82±0,02	398,4±1,25
SE	6,40±0,02	381,2±2,35

PT - pstrąg wędzony na drewnie konwencjonalnym, PE - pstrąg wędzony na drewnie ekologicznym, LT - łosoś wędzony na drewnie konwencjonalnym, LE - łosoś wędzony na drewnie ekologicznym, KT - karp wędzony na drewnie konwencjonalnym, KE - karp wędzony na drewnie ekologicznym, ST - szczupak wędzony na drewnie konwencjonalnym, SE - szczupak wędzony na drewnie ekologicznym

Tabela 4. Podstawowy skład ryb wędzonych z zastosowaniem drewna konwencjonalnego i ekologicznego.

Próba	Woda [%]	Białko [%]	Tłuszcz [%]	NaCl [%]
PT	70,9	21,4	5,4	1,7
PE	69,4	23,0	5,3	1,7
LT	58,6	23,0	16,9	1,1
LE	58,8	22,6	16,4	1,4
KT	54,1	16,4	27,8	1,8
KE	56,7	15,7	23,0	2,5
ST	73,9	20,4	0,2	3,7
SE	74,0	20,7	0,2	2,8

PT - pstrąg wędzony na drewnie konwencjonalnym, PE - pstrąg wędzony na drewnie ekologicznym, LT - łosoś wędzony na drewnie konwencjonalnym, LE - łosoś wędzony na drewnie ekologicznym, KT - karp wędzony na drewnie konwencjonalnym, KE - karp wędzony na drewnie ekologicznym, ST - szczupak wędzony na drewnie konwencjonalnym, SE - szczupak wędzony na drewnie ekologicznym

Tabela 5. Zawartość WWA (średnia±niepewność) w rybach wędzonych z zastosowaniem drewna konwencjonalnego i ekologicznego.

Próba	benzo[a]antracen [µg/kg]	chryzen [µg/kg]	benzo[b]fluoranten [µg/kg]	benzo[a]piren [µg/kg]	Suma 4 WWA [µg/kg]
PT	0,80±0,24	1,05±0,38	0,46±0,15	0,57±0,17	2,37
PE	0,76±0,23	0,85±0,31	0,36±0,12	0,42±0,13	2,39
LT	2,50±0,75	2,90±1,04	1,29±0,43	1,58±0,47	8,26
LE	0,82±0,24	1,12±0,40	<0,30	0,41±0,12	2,53
KT	2,48±0,74	2,76±0,99	1,12±0,37	1,29±0,39	7,64
KE	3,40±1,02	4,08±1,47	1,14±0,37	1,23±0,37	9,84
ST	0,67±0,20	0,75±0,27	0,33±0,11	0,39±0,12	1,80
SE	<0,50	0,21±0,08	<0,30	<0,30	n.w.

PT - pstrąg wędzony na drewnie konwencjonalnym, PE - pstrąg wędzony na drewnie ekologicznym, LT - łosoś wędzony na drewnie konwencjonalnym, LE - łosoś wędzony na drewnie ekologicznym, KT - karp wędzony na drewnie konwencjonalnym, KE - karp wędzony na drewnie ekologicznym, ST - szczupak wędzony na drewnie konwencjonalnym, SE - szczupak wędzony na drewnie ekologicznym
n.w. - nie wykryto (wynik poniżej granicy wykrywalności)

Ocena mikrobiologiczna

Jakość mikrobiologiczna wędzonych ryb była zróżnicowana pod względem ogólnej liczby drobnoustrojów (od 2,18 do 4,26 log jtk/g). Żadne z badanych prób ryb nie zawierały mikroorganizmów patogennych.

Tabela 6. Ocena jakości mikrobiologicznej ryb wędzonych z zastosowaniem drewna konwencjonalnego i ekologicznego.

Próba	Liczba komórek [log jtk/g]	Bakterie obecne/nieobecne w 25g produktu		
		OLD	List.	Salm.
PT	4,26		nb	nb
PE	2,65		nb	nb
LT	4,11		nb	nb
LE	3,13		nb	nb
KT	2,18		nb	nb
KE	3,46		nb	nb
ST	2,40		nb	nb
SE	3,95		nb	nb

PT - pstrąg wędzony na drewnie konwencjonalnym, PE - pstrąg wędzony na drewnie ekologicznym, LT - łosoś wędzony na drewnie konwencjonalnym, LE - łosoś wędzony na drewnie ekologicznym, KT - karp wędzony na drewnie konwencjonalnym, KE - karp wędzony na drewnie ekologicznym, ST - szczupak wędzony na drewnie konwencjonalnym, SE - szczupak wędzony na drewnie ekologicznym

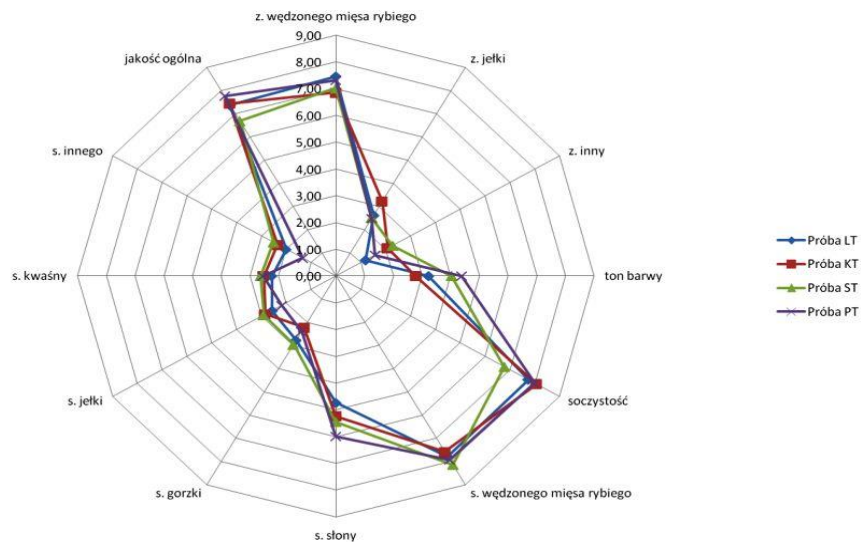
OLD – ogólna liczba drobnoustrojów, LIST – *Listeria monocytogenes*, SALM – *Salmonella* sp. nb – nieobecne

Ocena sensoryczna

Oceny sensoryczne przeprowadzono za pomocą metody Ilościowej Analizy Opisowej – QDA. Badania wykonywano zgodnie z wymaganiami normy ISO 13299:2016 przez przeszkolony zespół oceniających. Badane wyróżniki sensoryczne wybrano w dyskusji panelowej i dotyczyły one zapachu, barwy, tekstury i smaku. Analizę badanych produktów przeprowadzono po ich produkcji oraz po przechowywaniu w chłodniczym w warunkach beztlenowych.

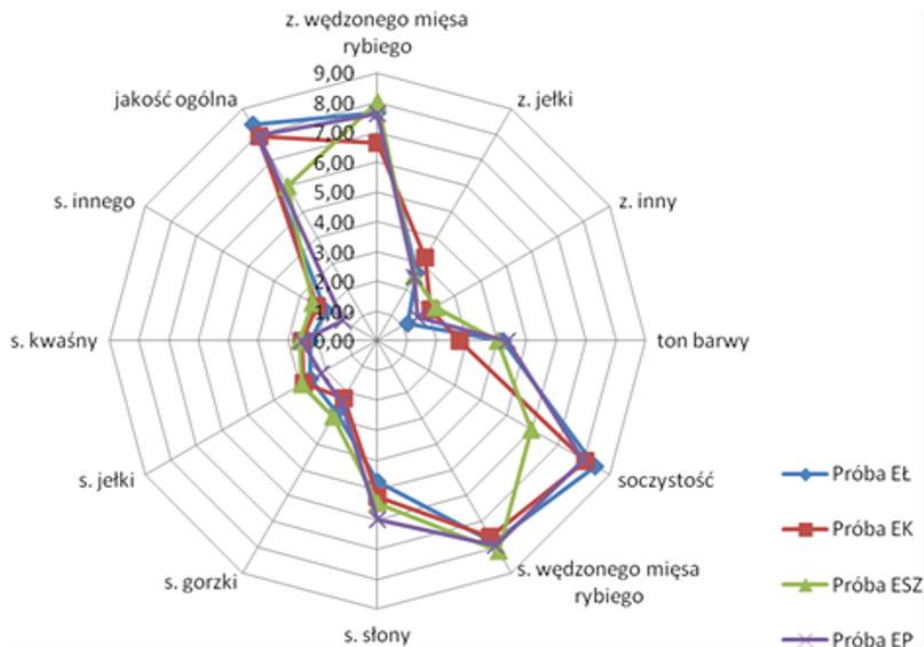
Oceny QDA zostały przeprowadzone z udziałem 10-osobowego zespołu pracowników Katedry Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności SGGW w Warszawie. Członkowie zespołu oceniającego zostali przeszkoleni w zakresie metodyki wykonywanych analiz oraz przebadani pod względem wrażliwości sensorycznej. Na podstawie dyskusji panelowej zespół oceniających wybrał 3 wyróżniki zapachu (wędzonego mięsa rybiego, jełki, inny; brzegowe określenia „niewyczuwalny – bardzo

intensywny”), 6 wyróżników smaku (wędzonego mięsa rybiego, słony, gorzki, jełki, kwaśny, inny; brzegowe określenie „niewyczuwalny – bardzo intensywny”) oraz wyróżniki dotyczące tekstury ton barwy, soczystość). Wyróżnikiem podsumowującym cały profil sensoryczny badanych produktów była jakość ogólna produktu (brzegowe określenia „zła – bardzo dobra”). Podstawą wyników średnich było 10 ocen jednostkowych. Uzyskane wyniki przedstawiono za pomocą wykresów biegunowych.



LT - łosoś wędzony na drewnie konwencjonalnym, KT - karp wędzony na drewnie konwencjonalnym, ST - szczupak wędzony na drewnie konwencjonalnym, PT - pstrąg wędzony na drewnie konwencjonalnym

Rys. 5. Wyniki analizy sensorycznej ryb tradycyjnych.



Rys. 6. Wyniki analizy sensorycznej ryb ekologicznych (EŁ – łosoś wędzony na drewnie ekologicznym, EK – karp wędzony na drewnie ekologicznym, ESZ – szczupak wędzony na drewnie ekologicznym, EP – pstrąg wędzony na drewnie ekologicznym)

Badane warianty różnych rodzajów ryb wędzonych tradycyjnych (Rys. 35), w tym szczupak, łosoś, karb i pstrąg, charakteryzowały się zbliżoną, wysoką jakością sensoryczną. Jakość ogólna wszystkich badanych produktów była oceniana średnio na poziomie 7 j.u.

W przypadku ryb ekologicznych (Rys. 36) jakość sensoryczna była porównywalna do ryb tradycyjnych. Jakość ogólna prób pstrąga, łososia i karpia była wysoka (ok. 7-8 j.u.), natomiast jakość sensoryczna ekologicznego szczupaka była niższa (ok. 6 j.u.).

Stwierdzenia

1. Jakość sensoryczna pstrąga, łososia i karpia, zarówno tradycyjnych jak i ekologicznych, była wysoka (ok. 7-8 j.u.), natomiast jakość sensoryczna ekologicznego szczupaka była niższa (ok. 6 j.u.).
2. Jakość mikrobiologiczna badanych ryb tradycyjnych i ekologicznych była dobra.

Podsumowanie i wnioski

Technologia poprawnego tradycyjnego wędzenia

Obecność WWA w produktach wędzonych jest wynikiem warunków prowadzenia procesu, posiadanych urządzeń wędzarniczych, przygotowania drewna i niezbędnej wiedzy o procesie i bezpieczeństwie zdrowotnym produktów wędzonych. Proces wędzenia powinien być odpowiednio kontrolowany. Krytycznymi parametrami są: konstrukcja wędzarni, temperatura pirolizy (spalania) drewna, gatunek i jakość drewna, kontrola parametrów termicznych w wędzarni i produkcji.

Konstrukcja wędzarni, wędzenie w sposób pośredni z paleniskiem obok komory lub bezpośredni pod produktem w komorze ma znaczny wpływ na obecność i poziom WWA w produkcji. Wędzenie bezpośrednie skutkuje zwiększonym stężeniem WWA w porównaniu do wędzenia pośredniego. Jest to wynikiem trudności ograniczania dostępu powietrza do paleniska i tym samym wzrostu temperatury w fazie utleniania (nad paleniskiem) do ponad 500°C. Zastosowanie filtrów w trakcie wędzenia pośredniego prowadzi do znacznego obniżenia stężenia WWA, których nie można zastosować przy wędzeniu bezpośrednim. Ważnym elementem jest czystość komory i kijków wędzarniczych.

Temperatura spalania drewna (piroliza) ma największy wpływ na poziom WWA. W produktach wędzonych dymem zimnym i ciepłym nie stwierdza się związków WWA w produkcie wędzonym. W większości produktów wędzonych dymem gorącym stwierdza się WWA w produkcie. Jak już opisano w poradniku związki WWA tworzą się przy spalaniu drewna w temperaturach powyżej 450 – 500°C. Zaleceniem jest nie przekraczać tych temperatur podczas spalania drewna. Powinniśmy dysponować umieszczonym piometrem nad paleniskiem w wędzarni i kontrolować temperaturę spalania poprzez ograniczenie dopływu powietrza do paleniska i tłumienie palenia trocinami lub zrębkami. Ponadto powinniśmy przestrzegać etapów procesu wędzenia, a mianowicie:

- do komory wprowadzamy suchy produkt,
- wędzenie realizujemy w niskich temperaturach (30-45°C),
- dla produktów pieczonych w komorze stopniowo podnosimy temperaturę w komorze po pierwszej fazie wędzenia do 90-100°C i kontrolujemy temperaturę w produkcie. Po uzyskaniu temperatury 68-69°C w produkcie kończymy proces pieczenia. Temperatura paleniska nie może przekroczyć 400-450°C.

Analiza rodzaju i jakości drewna wskazuje, że spośród najczęściej używanych do wędzenia

gatunków tj. olszyna, buczyna, czy dębina to właśnie te ostatnie gatunki pozwalają na obniżenie stężenia WWA w produktach wędzonych. Na podstawie badań i dostępnych danych można wywnioskować, że w kombinacji z odpowiednio dobraną temperaturą procesu i czasem jego trwania w większości przypadków zastosowanie drewna olszyny, bukowego i dębowego pozwala się uzyskać stężenie WWA w gotowym produkcie na akceptowalnym regulacjami prawnymi poziomie. Z tego wynika, że olszynę powinniśmy stosować w pierwszej fazie wędzenia niskie temperatury spalania, natomiast w drugiej fazie – pieczenie najkorzystniej jest wykorzystać drewno bukowe lub dębowe (nie przekraczamy temperatur spalania drewna powyżej 400-450°C). Ważnym elementem drewna wędzarniczego jest jego wilgotność. Drewno wędzarnicze powinno być suche. Sezonowanie takiego drewna powinno trwać długo, nawet kilkanaście miesięcy w odpowiednich warunkach. Z danych EFSA wynika, że spalanie trocin oraz spalanie zrębków to dwa najczęściej stosowane w Unii Europejskiej sposoby generowania dymu. Spalanie trocin czy drobnych zrębek pozwala uzyskać blisko dwukrotnie niższe stężenia WWA w produkcie wędzenia niż spalanie drewna lub grubych zrębków (jest to prawdopodobnie związane z temperaturą spalania, trociny mają niższą temperaturę spalania ze względu na ograniczony do nich dopływ powietrza). Związane jest to również z zastosowaniem trocin do produkcji dymu w zewnętrznych generatorach dymu, w których proces spalania jest lepiej kontrolowany niż spalanie drewna w tradycyjnych wędzarniach. Pomimo pewnych przesłanek świadczących o szczególnej przydatności drewna drzew owocowych, zbyt mało jest danych dotyczących stwierdzanych w produktach takiego wędzenia stężeniach WWA.

W wędzarniach tradycyjnych opartych o naturalny przepływ powietrza lub konwekcję, punktem krytycznym w ograniczaniu obecności WWA w gotowym produkcie jest również doświadczenie i umiejętność panowania nad warunkami spalania. Nowoczesne wędzarnie umożliwiają uzyskanie kompleksowej kontroli nad procesem spalania i nad parametrami krytycznymi. W ciągu ostatnich lat na etapie przemysłowej produkcji żywności proces tradycyjnego wędzenia został w znacznym stopniu zastąpiony stosowaniem gotowych preparatów dymu wędzarniczego produkowanych z dymu poddanego procesowi frakcjonowania i oczyszczania. Preparaty takie zapewniają niższe stężenia WWA w gotowym produkcie w porównaniu do wędzenia tradycyjnego.

Budowa wędzarni tradycyjnej

Wędzarnia z paleniskiem bezpośrednio pod komorą

Wędzarnia z paleniskiem bezpośrednim jest najprostszą, najtańszą wędzarnią, ale jednocześnie trudną w spełnieniu wymagań poziomu WWA, czyli warunków pirolizy drewna, opisanych we wcześniejszych rozdziałach. Budowę wędzarni zaczynamy od płyty betonowej, na której zbudujemy palenisko. Komora wędzarnicza – w tym typie wędzarni zajmuje taką samą powierzchnię jak palenisko. Należy określić miejsce szczelnych drzwiczek (z ruchomym, regulowanym elementem dopływu powietrza do paleniska – na środku jednej z dobrze dostępnych do operacji załadunku drewna i innych czynności wędzenia (zrębki, trociny, popiół) ścian. Budując wędzarnię, osadzamy ramę drzwiczek. Wskazane jest takie umieszczenie drzwiczek, aby można było wykonywać swobodnie wszystkie czynności (np. brak „progu”). Mając ukończone palenisko przystępujemy do budowy komory wędzarniczej. W przypadku komory drewnianej w pierwszej kolejności budujemy konstrukcję z kantówek. Wysokość komory wędzarniczej zależy od sposobu załadunku i odpowiedniej odległości produktów wędzonych od paleniska. Pomiędzy elementami konstrukcji układamy wełnę mineralną

grubości około 50 mm i od strony wewnętrznej i zewnętrznej objamy deskami z drzew liściastych. Deskowanie wnętrza komory wykonujemy z surowego drewna. Dym wędzarniczy w trakcie użytkowania zabezpieczy trwale drewno. Pomiędzy paleniskiem a wędzonymi produktami umieszczamy tzw. deflektor. Zabezpieczeniem deflektora przed skroplinami jest umieszczenie drugiego deflektora na wysokości około 100-150 mm od pierwszego. Można wysypać deflektor wysuszonym i czystym piaskiem, który absorbuje skropliny. Piasek wymieniamy w zależności od jego zabrudzenia. Pomiaru temperatury w komorze dokonujemy w środku komory. Można mieć dwa czujniki po bokach komory wysoko i nisko. Na strop wędzarni najkorzystniej jest zastosować kolejny deflektor. Otwór dymny powinien być o średnicy około 200 mm niezależnie od wielkości komory/paleniska. W otworze dymnym należy zamontować szyber, którym regulujemy ilości dymu i ciepła w komorze wędzarniczej.

Komora wędzarnicza – murowana

Mając ukończone palenisko, budujemy komorę wędzarniczą z cegły, kamienia itp. licując jej ściany ze ścianami paleniska. Wysokość komory powinna być odpowiednia do ilości produktów oraz sposobu załadunku, wózek czy półki do wieszania kijów wędzarniczych. Ściana z cegieł wydłuża ogrzewanie i osuszanie wędzarni przed wędzeniem właściwym. Dobrym sposobem wykończenia wewnątrz murowanej komory wędzarniczej jest jej otynkowanie warstwą gliny, czy bielienie wapnem. Ułatwia to nam utrzymanie czystości w komorze. Podczas wędzenia glina lub wapno przejmuje szkodliwe składniki dymu, które są usuwane trwale z komory.

Wędzarnia z paleniskiem pośrednim

Najbardziej optymalnym rozwiązaniem budowy tradycyjnej komory wędzarniczej jest wędzarnia z paleniskiem obok komory tzw. palenisko pośrednie. Paleniska powinny być zbliżone do wymiarów komory. Wędzarnia jest omówiona w dalszej części przewodnika.

W wędzarni z paleniskiem pośrednim pomiędzy paleniskiem a komorą musi znaleźć się szyber służący do regulacji ilości dymu i ciepła doprowadzanych do komory, a w komorze nad wylotem dymu także deflektor – bardziej szczegółowo opisany w części dotyczącej wędzarni z paleniskiem bezpośrednim.

Drzwi do wędzarni

Niezależnie od typu wędzarni (dotyczy to również wędzarni z kanałem dymnym) w celu ułatwienia obsługi wędzarni, należy tak zaprojektować i wykonać komorę wędzarniczą, aby kije, na których wiszą produkty do wędzenia można było swobodnie wkładać i wyjmować z komory. Najkorzystniej na wózku wędzarniczym. W celu podglądu procesu wędzenia w drzwiach komory, powinny być zamontowane małe dodatkowe drzwiczki tzw. „judasz”. Jego funkcją jest sprawdzanie zadymienia komory, bez otwierania dużych drzwi, a co się z tym wiąże wychładzaniem i przewietrzaniem komory oraz zadymianiem otoczenia.

Ujście dymu z wędzarni

Komin – najbardziej znany sposób odprowadzenia dymu. Wiązą się z nim jednak pewne niedogodności. Występuje problem ze skraplaniem się na ścianach komina pary wodnej, w których to rozpuszczają się szkodliwe substancje i spływają do komory wędzarniczej, przeważnie na sam środek komory, czyli na wędzone produkty.

Przedstawiona w sprawozdaniu komora wędzenia tradycyjnego jest nowym rozwiązaniem tradycyjnego wędzenia. Urządzenie składa się z trzech części: paleniska połączonego przewodem kominowym z komorą wędzarniczą, zbiornika nad paleniskiem do podgrzewania powietrza niezbędnego w procesie obróbki cieplnej – pieczenia i komory wędzarniczej. Wszystkie elementy są uzbrojone w odpowiednie mechanizmy regulacyjne związane z procesem technologicznym produkcji. Przeprowadzone badania poziomu WWA dotyczyły wyrobów obrabianych dymem i ciepłem w tej nowej technologicznie komorze.

Czynności przy rozpoczęciu i kontynuacji wędzenia

1. Nagrzanie wędzarni. Rozpalamy wędzarnie suchym twardym drewnem. Po uzyskaniu około 40°C w komorze przystępujemy do drugiej fazy wędzenia. Nagrzewanie wędzarni, poza uzyskaniem temperatury wewnątrz komory wędzarniczej, ma również na celu osuszenie jej wnętrza. Pozbycie się wilgoci z wnętrza komory wędzarniczej, jak i z przewodu kominowego jest bardzo istotnym i ważnym elementem prawidłowego wędzenia.
2. Surowiec przed wędzeniem osuszamy do suchej powierzchni. Można korzystać z odpowiedniego suchego chłodnego pomieszczenia. Można suszyć powierzchnię wspomagając przepływ powietrza wentylatorem.
3. Wprowadzamy surowiec do komory wędzarniczej. Ogień w palenisku zasypujemy lekko wilgotnymi zrębkami lub trocinami najlepiej z drewna olchowego. Wędzimy, w krótkim czasie do jasno brązowej barwy. Po wędzeniu, w zależności od technologii pieczemy produkty w wędzarni lub parzymy w gorącej wodzie, parze wodnej (specjalne komory).
4. Pieczenie prowadzimy poprzez stopniowy wzrost temperatury w komorze do 90–100°C. W tym celu zwiększamy temperaturę spalania poprzez dodatek suchego drewna do paleniska. W palenisku (szczególnie nad paleniskiem) nie przekraczamy temperatury 400–450°C (pożądane jest zamontowanie pirometru nad paleniskiem). Temperaturę pieczenia w komorze podnosimy stopniowo i kontrolujemy jej wzrost w batonie produktu. Przy osiągnięciu temperatury w komorze 95–100°C, utrzymujemy ją na tym poziomie i po osiągnięciu temperatury 68–69°C w batonie produktu kończymy proces pieczenia. Wyjmujemy produkt z komory i w przewiewnym suchym pomieszczeniu wstępnie wychładzamy, a następnie w chłodni dochładzamy do temperatury 6–8°C.
5. Przy obróbce cieplnej w wodzie lub parze wodnej, produkty po osiągnięciu 68°C wewnątrz batonu mięsnego, wyjmujemy i ochładzamy do temperatury około 20°C zimną wodą. Następnie osuszamy przez krótkie przetrzymanie w pomieszczeniu i wprowadzamy do chłodni, gdzie ostatecznie ochładzamy do temperatury 6–8°C nie wychładzamy w chłodni produktów wilgotnych.
- 6.

Ważne w procesie wędzenia i obróbki cieplnej

- Kontrolujemy warunki termiczne w palenisku, komorze i produkcie. Nie przekraczamy temperatury 68°C w produkcie, szczególnie przy pieczeniu.

- Podczas wychładzania stosujemy proponowane warunki termiczne. Takie warunki zapewniają odpowiednią jakość i trwałość przechowalniczą.
- Przy stosowaniu tylko procesu wędzenia – produkty surowe, czas wędzenia musi być długi, nawet do kilku dni. Nie przekraczamy zalecanych temperatur wędzenia to jest temperatura dymu i komory w granicach 30-35°C.



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

Badania na rzecz rolnictwa ekologicznego finansowane przez MRiRW w 2018 roku:

Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w zakresie przetwórstwa mięsa, z ograniczeniem dodatków azotanów i azotynów, w tym wykorzystanie fermentowanego mleka różnych ras zwierząt w zakresie przetwórstwa mięsa i podrobów w celu wpływu na zdrowotność, parametry sensoryczne i trwałość wyrobów.

Jednostka badawczo-rozwojowa

**Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
im. prof. Wacława Dąbrowskiego**

Kierownik zadania: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dolatowski

Wykonawcy:

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego; Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności; Zakład Mięсны „Jasiołka” w Dukli; Zakład Mięсны Agro-Visbek w Nakle; Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie - **Oddział w Radomiu.**

Spis treści

Wprowadzenie

Cel badań

Układ prób badawczych

Surowiec mięsny

Ogólny schemat procesu

Metody badawcze

Wybrane wyniki badan modelowych

Warianty badań

Wyniki badań modelowych

Podsumowanie i wnioski

Wprowadzenie

Wiele badań dotyczyło próby wyeliminowaniem stosowania azotynów w produktach mięsnych, ze względu na możliwość tworzenia nitrozoamin. Nie znaleziono jak dotąd rozwiązania alternatywnego pozwalającego na osiągnięcie wszystkich pozytywnych efektów stosowania azotynów. *Azotyny dodane do mięsa uczestniczą w wielu konkurencyjnych reakcjach chemicznych*, podczas których ulegają przemianom. W badaniach nad bilansem azotynu dodanego do mięsa w procesie peklowania stwierdzono, że 5-15% azotynu wiąże się z mioglobina i hemoglobina, 1-10% przekształca się w azotany, 5-20% pozostaje w postaci wolnej, 1-5% wydzielą się jako gaz, 1-15% wiąże się z grupami -SH, 1-15% z innymi białkami i 1-15% z tłuszczami wskazuje, że ilość azotynów przekształcających się w azotany podczas peklowania może być większa i wynosić 10 - 40 %. Obniżenie dawki wejściowej azotynu sodu do mięsa przy jednoczesnym ograniczeniu dostępnego azotynu, spowodowanym utlenianiem go do azotanu, podczas peklowania może mieć istotny wpływ na efektywność procesu i stabilność barwy produktów mięsnych. W przypadku redukcji ilości dodawanego do mięsa azotynu, w celu zachowania akceptowalnego efektu peklowania, istotne jest utrzymanie na najniższym możliwym poziomie ilości nieprzereagowanego azotynu i azotanu.

Cel badań

Celem prowadzonych badań podstawowych w ekologicznym przetwórstwie mięsa kontynuowanie technologii produkcji ekologicznych wyrobów mięsnych bez dodatku azotanów III i V o długim okresie przechowywania oraz ocena wędzenia w wędzarni tradycyjnej jako czynnika pogorszenia bezpieczeństwa zdrowotnego tych produktów mięsnych. W produkcji wędlin podstawowe znaczenie ma peklowanie mięsa. Do mięsnych produktów konwencjonalnych dodaje się wiele różnych składników w tym azotanów i azotynów, które wpływają na właściwości fizykochemiczne. Istotnym problemem związanym z produkcją mięsnych wyrobów ekologicznych jest naśladowanie procesów technologicznych stosowanych do produktów konwencjonalnych lub tradycyjnych, z gorszym niestety skutkiem jakościowym, ze względu na ograniczenie stosowania do tych wyrobów dodatków wydłużających trwałość przechowalniczą i kształtujących jakość wyrobu. Przetwórcy żywności ekologicznej są zobowiązani do stosowania takich technologii produkcyjnych,

które są zgodne ze zrównoważonym rozwojem. Fermentacja, wędzenie, solenie, suszenie, chłodzenie i słodzenie są znanymi od dawna formami konserwowania żywności. Przeprowadzono badania wpływu pozyskanych z serwatki kultur bakterii kwasu mlekowego jako kultur startowych w produkcji wyrobów mięsnych. W badaniach prowadzone w warunkach półtechniki (IBPRS) i przemysłowych („Jasiołka” - Zakład Mięсны, Zakład Mięсны w Nakle)., Zostały przygotowane technologie wędzonek i kiełbas zarówno obrabianych cieplnie jak i surowo dojrzewających bez dodatku azotynów III i V (próba kontrolna z azotynami III i V). Gospodarstwo ekologiczne produkcji serów - optymalizacja produkcji serwatki kwasowej.

Układ prób badawczych

Układ doświadczenia był realizowany według następującego schematu dla wszystkich produktów mięsnych :

- próba z peklosolą -dodatek 1,5% (nr 3 w wynikach)
- próba z mieszaniną soli morskiej z saletrą – dodatek 1,5% (udział saletry – 0,5% w soli) (nr 2 w wynikach)
- próba z solą - sól morska –dodatek 1,5% i serwatka -1%, dodatek do mieszalnika – kiełbasy, lub moczenie w serwatce – szynki, polędwice, boczek (nr 1 w wynikach)
- próba z solą i szczepem bakterii- sól morska dodatek 1,8% oraz szczep bakterii *Lactobacillus plantarum* S21 wyizolowanej z serwatki- dodatek 1,3%, do mieszalnika lub wmasowanie – kiełbasy, polędwice
- próba z solą i mieszaniną szczepów bakterii- sól morska dodatek 1,8% oraz mieszanina szczepów bakterii (*Lactobacillus fermentum* S7, *Lactobacillus plantarum* S17, *Lactobacillus plantarum* S21) wyizolowanych z serwatki- 1,3%, dodatek do mieszalnika lub wmasowanie – kiełbasy, polędwice

Surowiec mięсны

Surowiec do produkcji wyrobów (polędwice, szynki, kiełbasa, wołowina – udziec, mięсо i surowiec tłuszczowy do produkcji kiełbas, dzik, jeleń), stanowiło mięсо pozyskane w warunkach przemysłowych z uboju trzody, bydła z krajowych gospodarstw ekologicznych pozyskiwany przez zakład mięсны. W przeważającej ilości były to świniе rasy Wielka Biała Polska z hodowli ekologicznych o masie przyżyciowej ok. 120 -130 kg. Surowiec wołowy stanowiło mięсо z uboju bydła krajowego rasy NCB. Surowiec pozyskiwano z tusz wychłodzonych przez 48 godzin od uboju. Dziczyna z krajowego uboju.

Ogólny proces technologiczny

- Surowiec (ocena jakości),
- Wprowadzanie serwatki (moczenie lub dodatek),
- Solenie (sól morska),
- Formowanie (osłonki lub jednolity mięsień),
- Obróbka cieplna lub dojrzewanie,
- Przechowywanie,
- Badania.

Metody badawcze

Badano następujące wyroby: szynka wieprzowa i wołowa, polędwica, kiełbasa wieprzowa i wołowa, boczek. Badania jakościowe oceny wszystkich wyrobów prowadzono w zakresie wskaźników: fizyko-chemicznych, mikrobiologicznych, sensorycznych i parametrów procesu technologicznego.

Wybrane wyniki badań

Badania modelowe - wykonane w Zakładzie Technologii Mięsa i Tłuszczu IBPRS

Pierwszy etap pracy dotyczył określenia wpływu bakterii kwasu mlekowego wyizolowanych z serwatki kwasowej na wybrane cechy jakościowe modelowego niepeklowanego produktu mięsnego poddawanego obróbce cieplnej. Poszukiwano szczepów bakterii kwasu mlekowego, które mogą brać udział w procesach barwo twórczych w mięsie poprzez konwersję mioglobiny w inne pochodne formy, których skutkiem jest utworzenie czerwonego barwnika. Kolejnym istotnym aspektem, który był badany na tym etapie to wpływ szczepów bakterii kwasu mlekowego na cechy sensoryczne i pożądalność wybranych wyróżników jakości modelowego produktu mięsnego. Poszukiwano takich szczepów bakterii kwasu mlekowego, które poprzez aktywność enzymatyczną lipaz, proteaz i peptydaz w farszu mięsnym będą miały pozytywny wpływ na jakość sensoryczną produktu gotowego.

W tym celu wytworzono dziesięć modelowych farszów mięsnych. Warianty badawcze wyszczególniono poniżej. Poszczególne szczepy bakterii kwasu mlekowego wprowadzono do farszu mięsnego w liczbie 10^7 jtk/g.

Warianty badawcze:

- K1**- konserwa wieprzowa kontrolna z solą
- K2**- konserwa wieprzowa kontrolna z peklosolą
- S1**- konserwa wieprzowa ze szczepem *Lactobacillus plantarum* S1
- S2**- konserwa wieprzowa ze szczepem *Lactobacillus plantarum* S11
- S3**-konserwa wieprzowa ze szczepem *Lactobacillus plantarum* S16
- S4**- konserwa wieprzowa ze szczepem *Lactobacillus fermentum* S4
- S5**- konserwa wieprzowa ze szczepem *Lactobacillus plantarum* S17
- S6**- konserwa wieprzowa ze szczepem *Lactobacillus fermentum* S18
- S7**-konserwa wieprzowa ze szczepem *Lactobacillus fermentum* S7
- S8**-konserwa wieprzowa ze szczepem *Lactobacillus plantarum* S19
- S9**-konserwa wieprzowa ze szczepem *Lactobacillus plantarum* S21
- S10**- konserwa wieprzowa ze szczepem *Lactobacillus fermentum* S10

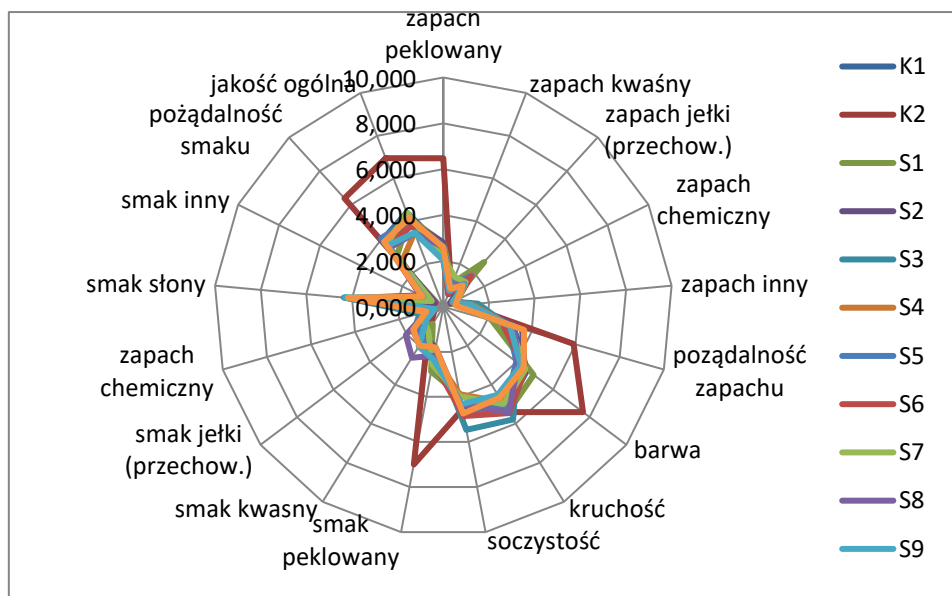
Wyniki badań modelowych

Tabela 1 Właściwości fizykochemiczne modelowych konserw.

Próba	Czas peklowania (godziny)	pH	ORP [mV]
K1	24	6,22±0,02	369,03±0,29
	48	6,35±0,02	355,33±4,30
K2	24	6,21±0,01	380,40±3,68
	48	6,33±0,01	346,80±4,26
S1	24	6,37±0,01	360,53±1,81
	48	6,12±0,01	347,27±0,68
S2	24	6,17±0,00	354,10±1,71
	48	6,13±0,01	359,20±1,15
S3	24	6,12±0,00	357,90±1,71
	48	6,15±0,01	368,47±1,65
S4	24	6,09±0,00	370,47±1,11
	48	6,11±0,00	365,90±2,30
S5	24	6,07±0,00	354,07±0,48
	48	6,12±0,01	369,83±2,54
S6	24	6,09±0,00	369,03±1,82
	48	6,10±0,00	366,13±0,12
S7	24	6,11±0,01	352,77±0,90
	48	6,12±0,00	391,77±1,62
S8	24	6,04±0,00	342,97±1,96
	48	6,10±0,00	389,90±0,67
S9	24	6,02±0,00	362,60±6,08
	48	6,11±0,00	388,60±0,36
S10	24	5,98±0,00	350,80±2,49
	48	6,10±0,01	390,30±2,13

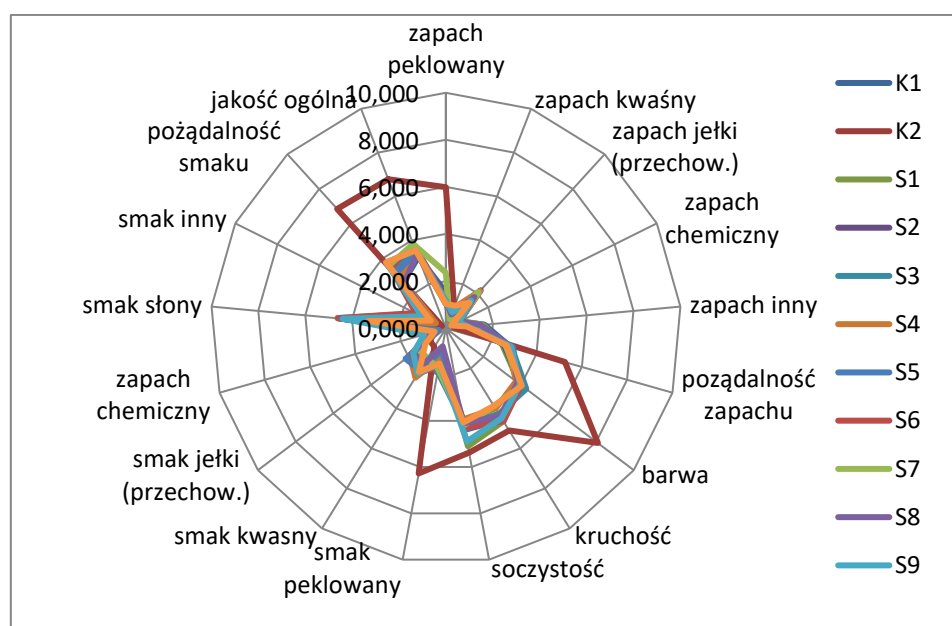
Tabela 2 Parametry barwy modelowych konserw (n=10).

Próba	Czas peklowania (godziny)	L	a	b
K1	24	68,59±0,43	8,71±0,18	3,57±0,14
	48	68,08±0,40	8,70±0,17	3,70±0,18
K2	24	67,02±0,51	12,91±0,18	1,20±0,11
	48	66,13±0,30	12,30±0,69	1,77±0,65
S1	24	68,37±0,46	8,36±0,15	3,82±0,17
	48	67,45±0,30	8,70±0,14	3,98±0,21
S2	24	68,69±0,46	8,56±0,10	3,60±0,15
	48	67,77±0,30	8,72±0,31	3,50±0,23
S3	24	68,62±0,38	8,72±0,19	3,90±0,14
	48	67,72±0,61	8,57±0,13	3,52±0,33
S4	24	68,46±0,60	8,81±0,16	3,79±0,17
	48	67,78±1,33	8,45±0,17	4,02±0,28
S5	24	67,90±0,60	9,04±0,16	3,70±0,17
	48	68,13±0,44	8,51±0,16	3,95±0,18
S6	24	68,17±0,25	8,84±0,14	3,47±0,12
	48	68,02±0,33	8,30±0,20	3,81±0,14
S7	24	68,13±0,43	8,98±0,20	3,49±0,23
	48	68,17±0,49	8,71±0,19	3,71±0,25
S8	24	68,35±0,48	8,74±0,22	3,50±0,20
	48	68,41±0,49	8,67±0,15	3,51±0,15
S9	24	68,32±0,54	9,35±0,52	3,20±0,21
	48	67,21±2,37	9,09±0,13	3,60±0,25
S10	24	69,08±0,52	8,70±0,13	3,56±0,17
	48	68,56±0,80	8,61±0,16	3,44±0,25



Rys.1 Wyniki oceny sensorycznej modelowych konserw peklowanych 24 godziny (metoda ilościowej analizy opisowej QDA) (n=8)

Objaśnienia skrótów:



Rys.2 Wyniki oceny sensorycznej modelowych konserw peklowanych 48 godzin (metoda ilościowej analizy opisowej QDA) (n=8)

Objaśnienia skrótów:

Metoda oceny sensorycznej 10 cm niestrukturowaną skalą graficzną, gdzie:

0 - zupełnie różny niż standard (K2)

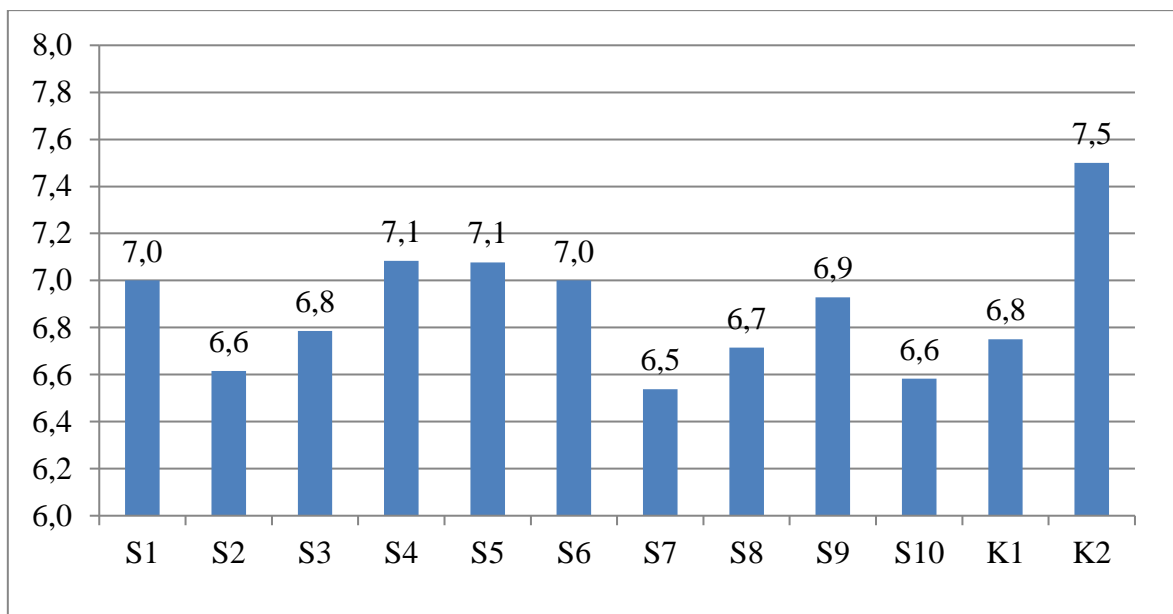
10 - identyczny jak standard (K2)

Tabela 3 Ocena sensoryczna.

Próba	wygląd	zapach	konsystencja	smak
K1	2,34±1,39	3,92±2,34	6,54±2,54	4,61±1,54
K2	8,37±0,98	7,19±2,19	7,59±1,57	7,30±1,48
S1	1,99±1,44	4,30±2,02	7,32±1,82	4,84±2,06
S2	2,64±1,59	4,31±2,05	5,91±1,66	4,61±1,94
S3	2,60±1,42	4,51±1,94	6,29±2,01	5,61±1,35
S4	3,27±2,17	3,87±1,89	6,08±2,08	4,81±2,00
S5	3,41±1,73	5,37±1,46	6,73±2,33	6,56±1,63
S6	2,39±1,45	4,12±1,64	6,91±1,88	4,75±2,09
S7	3,95±1,88	6,31±1,75	6,76±2,00	6,00±1,54
S8	2,53±1,04	4,02±1,47	4,74±2,23	4,42±1,94
S9	3,12±1,52	5,55±1,56	6,97±1,85	6,23±2,07
S10	2,46±1,11	4,54±1,36	4,94±2,53	4,53±2,25

Tabela 4 Ocena sensoryczna metodą skali hedonicznej, gdzie:

Stożek pożądalności
9. wyjątkowo pożądana
8. bardzo pożądana
7. pożądana
6. nieco pożądana
5. ani pożądana, ani nie pożądana
4. nieco nie pożądana
3. nie pożądana
2. bardzo nie pożądana
1. wyjątkowo nie pożądana



Rys. 3 Ocena sensoryczna metodą skali hedonicznej

Wstępne badania pozwoliły na wytypowanie trzech szczepów bakterii z serwatki kwasowej, które zastosowano w produkcji przemysłowej:

- szczep *Lactobacillus fermentum* S7
- szczep *Lactobacillus plantarum* S17
- szczep *Lactobacillus plantarum* S21

Wyniki badań przemysłowych zostały przedstawione w sprawozdaniu

Podsumowanie i wnioski

Proponowana technologia produkcji może być, przy jej wykorzystaniu ważnym elementem promocji i marketingu nie tylko ekologicznych wyrobów mięsnych. Prowadzone badania pozwoliły na przygotowanie technologii przemysłowych produkcji wyrobów o bardzo długim okresie trwałości (6 i więcej miesięcy trwałości przechowalniczej). Szczegółowe parametry technologiczne są przekazywane na szkoleniach, spotkaniach itp. Otrzymane wyniki wskazują na celowość kontynuacji badań modelowych dla wykazania hamującego wpływu bakterii serwatki na rozwoju patogenów i na kształtowanie barwy wyrobu. Byłoby to potwierdzenie prozdrowotnej jakości podczas okresów trwałości przechowalniczej nowych wyrobów bez związków azotowych. W produktach tych nie jest możliwe wytwarzanie tych bardzo rakotwórczych związków jakimi są nitrozoaminy i inne formy połączeń azotynów ze związkami wytwarzanymi podczas przemian dojrzewalniczych mięsa. Proponowane rozwiązanie technologiczne produkcji byłoby interesujące dla większości producentów wyrobów mięsnych, dla których, jak wynika z dostępnych badań naukowych, szczególnie w USA,

poszukuje się zastąpienia saletry i nitrytu dodatkiem innych substancji. Wyniki przeprowadzonych dotychczas badań wykazały, że jest możliwa produkcja prozdrowotnych wędlin z mięsa pochodzącego z hodowli ekologicznych, bez dodatków substancji chemicznych, szczególnie azotanów III i V i chemicznie produkowanych, jak, np. askorbiniany, których dodatek nie jest limitowany. Otrzymane właściwości wyrobów wskazują, że ich jakość sensoryczna i mikrobiologiczna spełnia wymagania rozporządzeń i aktów prawnych. Charakteryzuje je nowa prozdrowotna jakość. Na obecnym etapie badań nie możemy jednoznacznie określić mechanizmu inaktywacji drobnoustrojów patogennych, jak i mechanizmu tworzenia barwy wyrobów surowo dojrzewających. Należy również określić warunki technologiczne otrzymywania serwatki w celu ujednoczenia jej właściwości. Dużo do życzenia stwarza tradycyjne peklowanie. Z prowadzonych dyskusji na spotkaniach i szkoleniach obserwujemy bardzo niską wiedzę producentów na temat peklowania i jego wpływu na zdrowie człowieka.

Wyniki przeprowadzonych badań są bardzo obiecujące i widoczne są już korzyści jakościowe, ekonomiczne i społeczne dla rolnictwa, hodowli, przetwórstwa i dystrybucji. Dużo zakładów, szczególnie ekologicznych pragnie stosować tę technologię w swojej produkcji. 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). Wiedza ta powinna płynąć, z wyników badań naukowych. W celu intensyfikacji rozwoju przetwórstwa mięsnych surowców ekologicznych, konieczne jest wsparcie środkami publicznymi badań dotyczących przygotowania odpowiednich technologii, szkolenia, promocji produktów ekologicznych i budowy systemu zorganizowanej dystrybucji oraz reklamy. Produkcja wędlin z surowca ekologicznego bez dodatku azotanów III i V jest możliwa, ale wymaga przestrzegania bardzo ścisłego reżimu technologicznego i odpowiednich warunków higienicznych. Podstawowe znaczenie ma jakość mikrobiologiczna wszystkich surowców, głównie mięsa, rodzaj obróbki cieplnej (wędzenie, parzenie, pieczenie), czas obróbki, który decyduje o poziomie aktywności wody wyrobu. Istotną sprawą jest także jak najszybsze wychłodzenie produktów po obróbce cieplnej i przestrzeganie chłodniczych temperatur w czasie transportu i przechowywania.

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. Badania wymagają kontynuacji, ponieważ zastosowanie serwatki, czy bakterii kwasu mlekowego serwatki z Podkarpacia jak i próby powrotu do azotanów III i V w peklowaniu ale w znacznie mniejszej ilości mogą przyczynić się do pozyskania wyrobów mięsnych o zwiększonym bezpieczeństwie zdrowotnym dla konsumentów.

Wnioski z przeprowadzonych badań:

- Wydłużenie czasu marynowania mięsa w serwatce kwasowej do 24 h wpłynęło na wzrost właściwości antyoksydacyjnych izolowanych peptydów oraz obniżenie zawartości wtórnych produktów utleniania. Marynowanie mięsa w serwatce kwasowej zamiast azotynu wpłynęło na wzrost udziału barwy czerwonej w ogólnym tonie barwy. Możliwe jest przechowywanie kiełbas surowo dojrzewających przez długi okres 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 i innych pochodnych związków przemian azotanu III.
- Do podstawowych czynników utrwalających w procesie dodatku serwatki mlekowej należą: kwaśne produkty fermentacji (kwas octowy, mlekowy, propionowy, benzoesowy, 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 niekorzystnych drobnoustrojów w tym patogennych.
- Zastosowanie wyizolowanych bakterii z serwatki daje podobne wyniki badań trwałościowych i jakościowych jak wyniki technologiczne z dodatku serwatki kwasowej
- Kiełbasy surowo dojrzewające były bardzo dobrej jakości mikrobiologicznej. Szczególną uwagę zwraca bardzo wysoka liczba bakterii kwasu mlekowego, barwa i smakowość 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 przechowalnicze 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 zarówno przy dodatku serwatki jak i czystych kultur otrzymanych z serwatki.
- Obserwuje się 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, gdyż bakterie te są inaktywowane po obróbce cieplnej do 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. Jednak obserwuje się również, 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 kiełbas 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.
- Analiza zawartości peptydów i ich aktywności antyoksydacyjnej wykazała że największą zawartością i aktywnością przeciwutleniającą peptydów po procesie dojrzewania charakteryzował się wariant polędwic z solą i dodatkiem azotanu sodu, a najniższą wariant z solą i ze szczepem z serwatki *Lb. plantarum* S21.

Jak wynika z przeprowadzonych badań, technologia ta gwarantuje uzyskanie bardzo dobrych sensorycznie wyrobów o długiej trwałości i bezpiecznych zdrowotnie. Dokonano przygotowania nowej technologii produkcji /bez dodatku związków azotowych/ pod kątem jakości i doboru surowca mięsnego, procesu dojrzewania oraz oceny jakości sensorycznej i fizykochemicznej oraz poziomu namnażania i przeżywalności różnych szczepów bakterii w wyrobach bezpośrednio po dojrzewaniu, obróbce cieplnej i po określonym czasie przechowywania. W wyniku przeprowadzonych badań zaproponowano rozwiązania technologiczne i dopracowano wstępnie parametry produkcji wyrobów surowo dojrzewających, obrabianych cieplnie produktów ekologicznych, delikatesowych (z tzw. górnej półki), gwarantujący pozyskanie szerszej grupy konsumentów.

Należy nadmienić, że naszym zdaniem jest to bardzo ważny kierunek badawczy i wdrożeniowy w przetwórstwie mięsa, biorąc tylko pod uwagę bardzo wysoki stosowany obecnie poziom dodatku saletry i nitrytu w produkowanych wyrobach surowo dojrzewających. Przy szerszym wykorzystaniu proponowanej technologii produkcji byłby to prawdopodobnie ważny postęp w ograniczeniu chorób przewodu pokarmowego, szczególnie przy obecnym i wzrastającym poziomie spożycia mięsa i jego przetworów.

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
nr HORre.027.2.2018 z dnia 24 kwietnia 2018



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

Badania nad możliwościami ograniczenia zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w kukurydzy uprawianej w systemie ekologicznym.

Kierownik tematu: dr Piotr Ochodzki

Zespół badawczy:

IHAR-PIB Radzików:

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

Wstęp

Kukurydza znajduje szerokie zastosowanie w warunkach Polski. Ziarno i kiszonka z kukurydzy są podstawowymi paszami w konwencjonalnej produkcji zwierzęcej. 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 jest niewielka.

Materiał siewny stanowią głównie nasiona współczesnych odmian mieszańcowych (F_1) tolerujące mniej korzystne warunki uprawy, ale można też stosować nasiona odmian populacyjnych i lokalnych, które były uprawiane w warunkach rolnictwa ekstensywnego. Niezbędnym warunkiem jest jednak ich sprawdzenie i wybór odmian o zadawalającej zdolności plonotwórczej, jakości i zdrowotności.

Ze względu na ograniczenia w stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin w uprawie ekologicznej, istotna jest zwiększona odporność uprawianych odmian na choroby i szkodniki, oraz niska akumulacja szkodliwych mikotoksyn. Podatność na choroby grzybowe, a zwłaszcza na fuzariozę kolb, jest czynnikiem w decydującym stopniu wpływającym na jakość uzyskanego surowca roślinnego. Odnosi się to zarówno do ziarna jak i do kiszonki z całych roślin. Skutkiem porażenia roślin przez grzyby z rodzaju *Fusarium* jest akumulacja toksycznych związków określanych wspólnym mianem „mikotoksyn“, o bardzo szerokim spektrum szkodliwego oddziaływania zarówno na zwierzęta jak i ludzi. Mikotoksyny stanowią problem zarówno w żywieniu zwierząt jak i dla rolników sprzedających kukurydzę. W roku 2014 ze względu na przekroczone normy zawartości mikotoksyn w ziarnie kukurydzy ponad 25% transportów ziarna kukurydzy nie było odebranych przez kupujących, powodując poważne straty ekonomiczne.

Nowoczesne odmiany, przystosowane do intensywnych warunków uprawy, mogą wykazywać mniejszą odporność na choroby grzybowe w warunkach uprawy mniej korzystnych niż optymalne. Z tego względu w warunkach uprawy ekologicznej należałoby badać głównie odmiany znośjące słabsze warunki glebowe i bardziej odporne na choroby grzybowe i szkodniki. Mając to na względzie, w I HAR-PIB prowadzono w latach 2012-16 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 produkcji kiszonki jak też ziarna. Ocena żywieniowa kiszonki uzyskanej z badanych odmian wypadła pozytywnie.

Najgroźniejszym szkodnikiem w uprawie kukurydzy jest omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis*). Niewielki owad, który żeruje na liściach, łodygach i kolbach, powoduje straty w wielkości plonu i zwiększa porażenie grzybami w miejscach uszkodzenia roślin i kolb. Wzrasta przez to znacznie zawartość mikotoksyn a zakaz stosowania środków chemicznych ogranicza możliwości ochrony.

Kukurydza jest rośliną późno dojrzewającą w warunkach Polski. Dlatego też zagrożenie obecności mikotoksyn w ziarnie jest poważne, i wzrasta wraz z wydłużeniem czasu wegetacji roślin na polu. Taka sytuacja miała to miejsce w sezonie 2017. Ważne jest więc określenie wpływu opóźnienia zbioru na wartość ziarna pod kątem bezpieczeństwa żywności i pasz.

Wstępne badania skuteczności ochrony biologicznej w postaci preparatów zawierających jaja i larwy kruszynka - błonkówki z rodzaju *Trichogramma* rozpoczęto w roku 2016. Stwierdzono wówczas zmniejszenie zarówno procentowego udziału uszkodzonych kolb w plonie jak też zmniejszenie zawartości mikotoksyn fuzaryjnych. Badania przeprowadzone w roku 2017 ze względu na bardzo niekorzystny przebieg warunków pogodowych nie dały wyraźnego potwierdzenia, ze względu na niskie porażenie kolb przez omacnicę prosowiankę w lokalizacjach.

Cel badań

Projekt jest kontynuacją badań rozpoczętych w roku 2016, i uwzględnia nowo zarejestrowane odmiany z polskich hodowli kukurydzy. Celem badań przeprowadzonych w roku 2018 było określenie odporności na fuzariozę kolb polskich odmian kukurydzy i poziom akumulacji mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie zarówno w warunkach porażenia naturalnego jak i po sztucznym zakażeniu (inokulacji) kolb zarodnikami grzybów *Fusarium*.

Oceniono też skuteczność ochrony przed omacnicą prosowianką za pomocą preparatu biologicznego.

Materiał i metody.

W 2018 roku materiał do badań stanowiło 15 polskich odmian kukurydzy, z czego 12 było odmianami mieszańcowymi, a 3 były dawnymi odmianami populacyjnymi.

Badania prowadzono w 4 lokalizacjach (Rys. 1):

- na polu ekologicznym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin- PIB w Radzikowie.
- w ekologicznym gospodarstwie rolnym w Łączynie (Mazowsze).
- w gospodarstwie ekologicznym w Piotrkowie Borowskim (Dolnośląskie),
- gospodarstwie ekologicznym w Burkartach (Warmia)



Rysunek 1. Lokalizacja doświadczeń z kukurydzą w roku 2018

Kolby zakażano sztucznie poprzez nakłuwanie kolb za pomocą bolca zanurzanego w roztworze zawierającym zarodniki grzybów rodzaju *Fusarium* o stężeniu 2 mln.*ml⁻¹, imitując uszkodzenia kolb przez larwy omacnicy prosowianki. Stopień porażenia kolb określano wizualnie w skali 6-stopniowej (0- brak porażenia, 5- porażone powyżej 50% powierzchni kolby). Analizy zawartości mikotoksyn fuzaryjnych wykonano metodami testów ELISA, wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC-FLD/UV) i chromatografii gazowej (GC-ECD).

Do ochrony przed omacnicą prosowianką zastosowano zawieszki z preparatami biologicznymi zawierającym różne stadia rozwojowe kruszynka (*Trichosafe*) rozkładane na poletkach

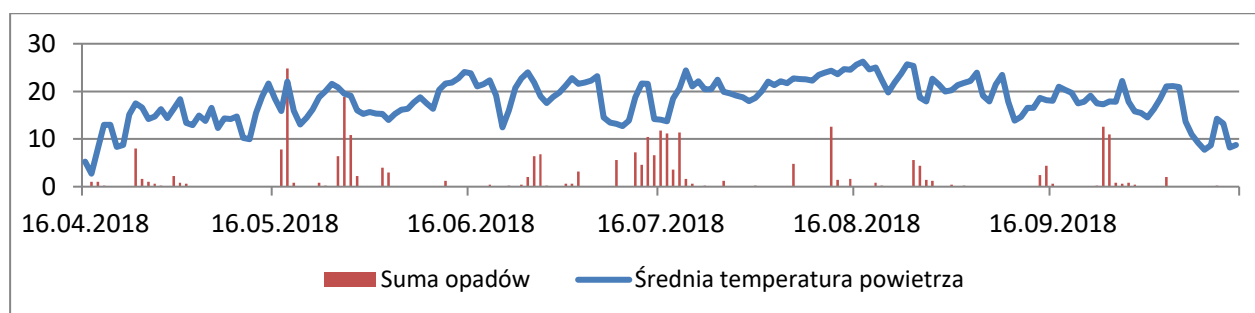
doświadczalnych i doświadczeniach łanowych zgodnie z zaleceniami producentów. Zawieszki z preparatem rozkładano jedno- lub dwukrotnie.

Wyniki badań

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

W lokalizacjach o zróżnicowanych warunkach klimatyczno-glebowych w doświadczeniach poletkowych (Radzików) i łanowych (Piotrków Borowski, Łątczyn) oceniono stopień porażenia kolb oraz zawartość wybranych najważniejszych mikotoksyn fuzaryjnych.

Sezon 2018 był w Polsce wyjątkowo ciepły i suchy. Małe ilości opadów od okresu kwitnienia w połączeniu z wysokimi temperaturami do ponad 30 °C były niesprzyjające dla rozwoju chorób grzybowych, co powinno cieszyć producentów rolnych (Rys. 2). W znacznej części kraju stwierdzano suszę rolniczą. Z drugiej strony powodowały trudności z oceną podatności odmian na fuzariozę kolb ze względu na małe zróżnicowanie objawów chorobowych na inokulowanych kolbach.



Rysunek 2. Przebieg warunków pogodowych w Radzikowie w sezonie 2018

Zawartość deoksyniwalenolu w największym stopniu uzależniona była od lokalizacji (Tab. 2). Najmniejsze średnie zawartości DON wykryto w Burkartach i Łątczynie (odpowiednio 250 i 310 ppb), najwyższe zaś w Radzikowie i Piotrkowie Borowskim (odpowiednio 580 i 540 ppb). Wartości średnie dla miejscowości nie przekroczyły dopuszczalnego progu 1750 ppm dla ziarna kukurydzy, i tylko jedna odmiana – Bydgoska Wczesna zawierała nieco więcej DON od pozostałych. Najmniej toksyn kumulowały odmiany: SM Jubilat (290 ppb), Kosynier (350 ppb), SM Polonez (510 ppb) i SM Pokusa (540 ppb). W Łątczynie uprawiano kukurydzę kiszonkową, i zbierano ją ok. 2 tygodnie wcześniej niż odmiany ziarnowe. Mogło to istotnie wpłynąć na zawartość mikotoksyn, które są kumulowane w czasie wegetacji, zwłaszcza w późniejszej fazie rozwoju, natomiast Burkarty są miejscowością wysuniętą najbardziej na północ, i wegetacja kukurydzy była opóźniona w stosunku do pozostałych lokalizacji, a tym samym czas na kumulację mikotoksyn był najkrótszy.

Odmiana Bydgoska Wczesna jest odmianą najwcześniejszą, lecz była zbierana jednocześnie z odmianami znacznie późniejszymi, co może tłumaczyć znacznie wyższe stężenia mikotoksyn w ziarnie.

Tabela 2. Zawartość deoksyniwalenolu (DON) i zearalenonu (ZEA) w ziarnie odmian kukurydzy w 4 lokalizacjach w roku 2018 [ppb]

L.p.	Odmiana	Radzików		Piotrków Bor.		Łątczyn		Burkarty	
		DON	ZEA	DON	ZEA	DON	ZEA	DON	ZEA
1	SM Jubilat	290	Nd	--	--	--	--	Tr.	Nd
2	Kosynier	350	Nd	--	--	--	--	Nd	Nd
3	SM Polonez	300	Nd	690	27,8	--	--	--	--
4	SM Pokusa	390	Nd	530	31,1	320	Nd	250	27,0
5	Fortop	390	Nd	480	26,9	--	--	Tr.	Nd
6	Konkurent	490	Nd	570	41,1	--	--	Tr.	Tr.
7	Kanonier	600	Nd	--	--	--	--	--	--
8	SM Prezent	420	Nd	--	--	--	--	--	--
9	Rosomak	430	Nd	520	28,2	330	Nd	--	--
10	SM Furman	770	Nd	580	Nd	280	Nd	--	--
11	Podlasiak	590	Nd	610	32,2	Nd	Tr.	--	--
12	SM Popis	600	Nd	--	--	Tr.	35,9	--	--
13	Wielkopolanka	580	Nd	--	--	--	--	--	--
14	Małopolanka	440	Nd	--	--	--	--	--	--
15	Bydgoska Wczesna	2120	36	--	--	--	--	--	--
	Średnio	580	36,0	580	31,2	310	35,9	250	
	Min	290		350	26,9	280			
	Max	2120		690	41,1	330			

W roku 2018 nie odnotowano problemu podwyższonej zawartości zearalenonu. Mikotoksynę tą wykryto jedynie w 7 próbach (Tab. 2). W pozostałych próbach poziom ZEA był poniżej progu wykrywalności. Największe stężenia ZEA stwierdzono w odmianie Konkurent (Piotrków Borowski, 41,1 ppb), odmianie populacyjnej Bydgoska Wczesna (Radzików, 36 ppb), SM Popis (Łątczyn, 35,9 ppb) i Podlasiak (Piotrków, 32,2 ppb). Nigdzie nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego poziomu zanieczyszczenia ziarna, który dla kukurydzy nieprzetworzonej wynosi 350 ppb.

Zawartość fumonizyn była niska (Tab.3.). Wykryto je w 5 odmianach w Radzikowie, przy czym dopuszczalny poziom zanieczyszczeń (4 ppm) został przekroczony jedynie w dwóch: Małopolance (5,97 ppm) i SM Furman(4,6 ppm).

Tabela 3. Zawartość fumonizyn (FUM) i Aflatoksyn (AFLA) w ziarnie odmian kukurydzy w 4 lokalizacjach w roku 2018 [ppb]

L.p.	Odmiana	Radzików		Piotrków Bor.		Łątczyn		Burkarty	
		FUM	AFLA	FUM	AFLA	FUM	AFLA	FUM	AFLA
1	SM Jubilat	Nd	Nd	--	--	--	--	Nd	Nd
2	Kosynier	Nd	Nd	--	--	--	--	Nd	Nd
3	SM Polonez	Nd	Nd	--	--	Nd	Nd	--	--
4	SM Pokusa	Nd	Nd	Nd	1,0	Nd	Nd	Nd	Nd
5	Fortop	Nd	Nd	--	--	Nd	1,0	Nd	Nd

6	Konkurent	Nd	Nd	--	--	Nd	Nd	Nd	Nd
7	Kanonier	980	Nd	--	--	--	--	--	--
8	SM Prezent	Nd	1,0	--	--	--	--	--	--
9	Rosomak	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	--	--
10	SM Furman	4600	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	--	--
11	Podlasiak	Nd	1,0	Nd	1,0	Nd	Nd	--	--
12	SM Popis	Nd	1,0	Nd	Nd	--	--	--	--
13	Wielkopolanka	1110	Nd	--	--	--	--	--	--
14	Małopolanka	5970	Nd	--	--	--	--	--	--
15	Bydgoska Wczesna	250	Nd	--	--	--	--	--	--
	Średnio	2580	1,0	--	1,0	--	1,0	--	--
	Min	250							
	Max	5970							

Zawartość aflatoksyn- najgroźniejszych mikotoksyn spotykanych w kukurydzy była bardzo niska (Tab.3.). Znalaziono je na najniższym możliwym do oznaczeń ilościowych poziomie 1 ppb, przy dopuszczalnej zawartości w ziarnie kukurydzy 20 ppb.

Podatność na infekcję grzybami fuzaryjnymi badano w warunkach sztucznie wywołanej silnej presji zarodników grzybów na uszkodzone kolby. W doświadczeniach poletkowych przeprowadzono ocenę odporności 15 odmian kukurydzy na fuzariozę kolb w warunkach sztucznego zakażenia (inokulacji kolb) przy użyciu 4 gatunków *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. verticillioides* i *F. temperatum*). Kolby wszystkich odmian sztucznie zakażano 7-10 dni po osiągnięciu pełni kwitnienia metodą imitującą zakażenia naturalne poprzez uszkodzenia mechaniczne, imitujące żerowanie omacnicy prosowianki, która jest najważniejszym agrofagem atakującym kukurydzę w Polsce. Określono stopień porażenia kolb w skali 6-stopniowej, gdzie 0 oznacza brak porażenia, a 5- porażenie ponad 50% powierzchni kolby. Ocena porażenia kolb została wykonana przed zbiorem ziarna (Tab.6.). W zebranym ziarnie przeprowadzono analizy zawartości mikotoksyn fuzaryjnych.



A) *F.graminearum*,

B) *F.culmorum*

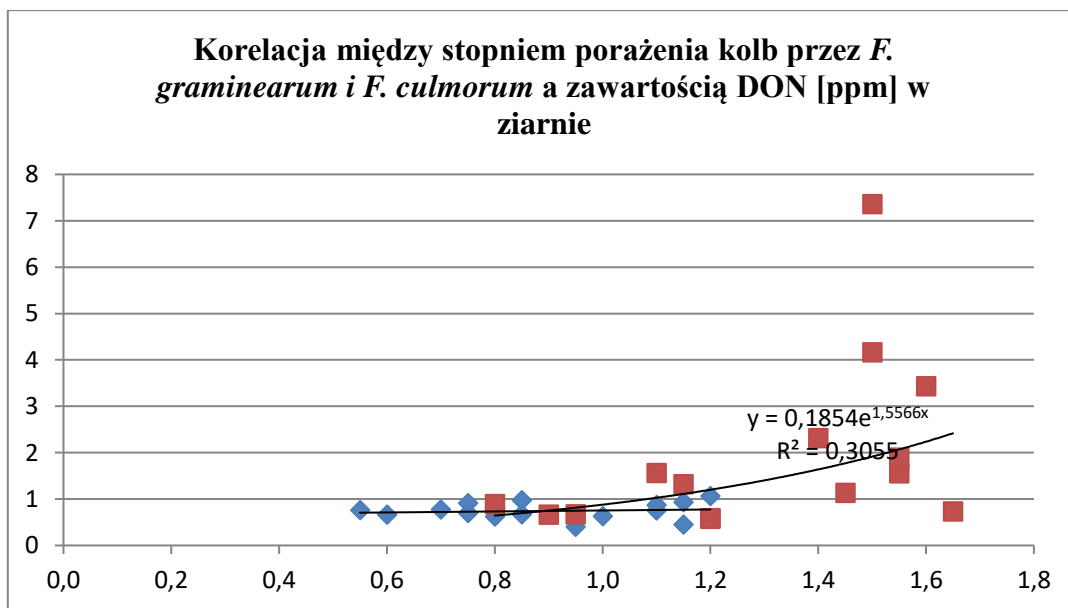
Rysunek 2. Przykłady porażenia kolb odmiany SM Pokusa sztucznie zakażanych izolatami *F.graminearum* (A) i *F.culmorum* (B).

Tabela 4. Stopień porażenia kolb sztucznie zakażanych grzybami z rodzaju *Fusarium*

L.p.	Odmiana	<i>F. graminearum</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>F. verticillioides</i>	<i>F. temperatum</i>	Śr.
1	SM Jubilat	1,1	0,9	0,9	1,0	1,0
2	Kosynier	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8
3	SM Polonez	0,8	1,5	0,6	0,8	0,9
4	SM Pokusa	0,7	1,7	0,6	1,0	1,0
5	Fortop	0,8	1,6	0,4	0,6	0,8
6	Konkurent	0,6	1,5	0,6	0,5	0,8
7	Kanonier	0,9	1,4	0,6	0,7	0,9
8	SM Prezent	0,6	1,6	0,5	0,7	0,8
9	Rosomak	0,8	1,5	0,6	0,7	0,9
10	SM Furman	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
11	Podlasiak	1,2	1,2	0,7	1,3	1,1
12	SM Popis	1,2	1,2	0,9	1,2	1,1
	Średnio	0,9	1,3	0,6	0,8	
13	Małopolanka	1,2	1,1	0,6	0,9	0,9
14	Bydgoska Wczesna	1,1	1,6	0,8	0,6	1,0
15	Wielkopolanka	1,0	1,2	0,8	0,7	0,9
	Średnio	1,1	1,3	0,7	0,7	

Widoczne jest nieduże zróżnicowanie między stopniem porażenia kolb wywoływanym przez różne izolaty *Fusarium*. Wynikała to z przebiegu warunków pogodowych, które nie pozwoliły na rozwinięcie się objawów chorobowych. Najbardziej patogennymi okazały się izolaty *F. culmorum* i *F. graminearum*, dla których średnie porażenie kolb określono na poziomie odpowiednio 1,3 i 1,1. Najmniejsze porażenie odnotowano w przypadku izolatów *F. verticillioides* i *F. temperatum* (0,7 i 0,7).

Odmiany reagowały w sposób zróżnicowany na sztuczne zakażenie kolb. Najmniejsze objawy porażenia zaobserwowano na kolbach odmian Kosynier, Konkurent, Fortop i SM Prezent. Bardziej podatne na sztuczne zakażenie były odmiany Podlasiak, SM Popis, SM Jubilat, Bydgoska Wczesna i SM Pokusa (1,0-1,1).

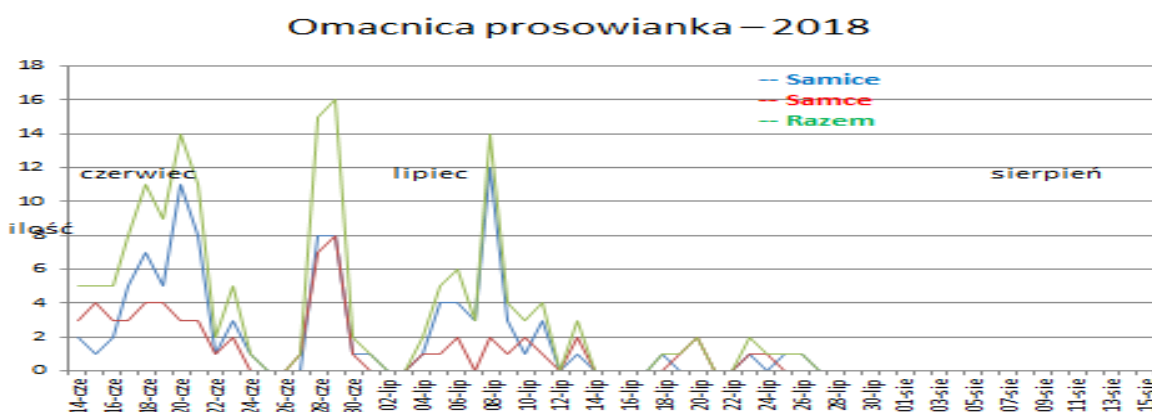


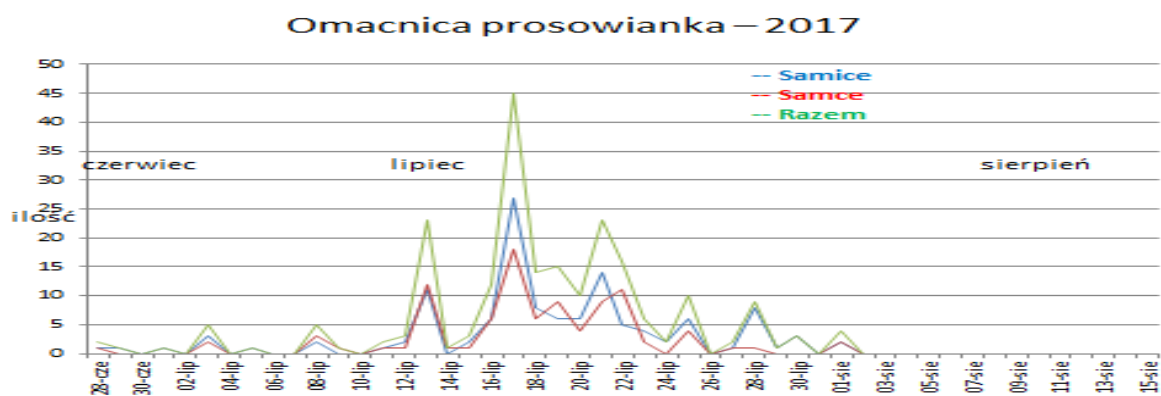
Rysunek 3. Zależność między stopniem porażenia kolb kukurydzy przez *F. graminearum* i *F.culmorum* a zawartością DON

Stwierdzono zależność między stopniem porażenia kolb przez izolaty grzybów *F. culmorum* a zawartością mikotoksyn przez nie wytwarzanych (Rys. 3) i praktyczny brak takiej zależności dla *F.graminearum*, co może wynikać z bardzo małego stopnia zasiedlenia kolb przez grzyby. Izolaty *F. graminearum* i *F. culmorum* wytwarzały w roku 2018 jedynie do 7,4 ppm, podczas gdy w roku 2017 w skrajnych przypadkach do ponad 400 ppm DON.

2. Badania skuteczności zmniejszenia zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie poprzez zwalczanie omacnicy prosowianki w kukurydzy uprawianej ekologicznie.

W roku 2018 obserwowano wcześniejsze o ok. 2 tygodnie i mniej liczne wyloty omacnicy w porównaniu z latami 2017 i 2016. W szczycie wylotów w roku 2018 naliczono 45 owadów, a w roku 2018 16 owadów. Ogólnie średnia ilość uszkodzonych roślin i kolb nie była wysoka, i nie przekraczała 15%



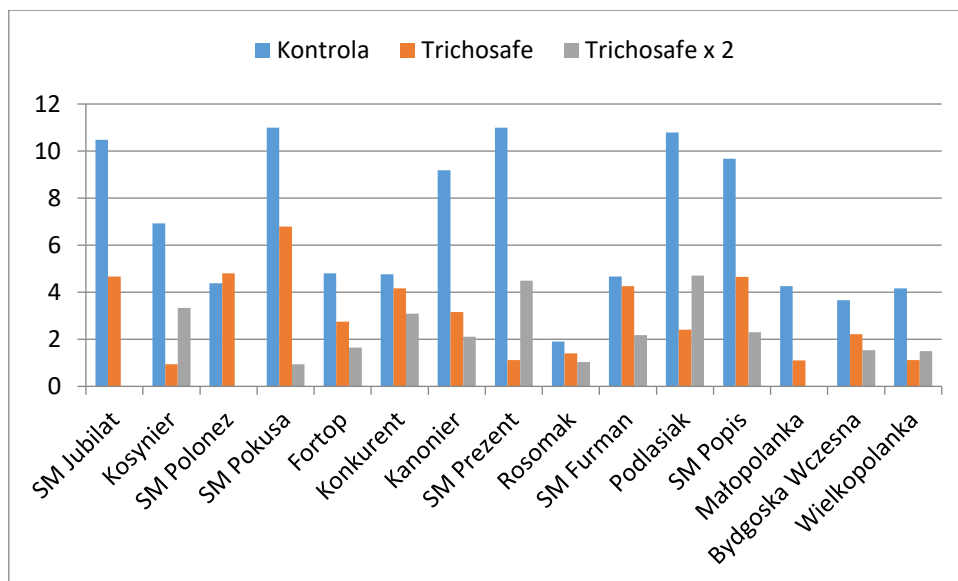


Rysunek 4. Wykres ilości odłowionych owadów omacnicy prosowianki w roku 2017 i 2018 w pobliżu Radzikowa (źródło: T. Szymańczak).

W doświadczeniu polowym w gospodarstwach indywidualnych i na poletkach IHAR-PIB w Radzikowie zastosowano preparat zawierający kruszynka (Trichosafe). Preparat ten zawiera larwy i jaja kruszynka w różnych fazach rozwojowych, co pozwala na wydłużenie czasu działania preparatu. Termin zastosowania preparatu określono na podstawie obserwacji pojawienia się pierwszych owadów na polach i pierwszych złóż jaj (Rys. 4.). Określono skuteczność preparatu-porównano liczbę uszkodzeń kolb, porażenie kolb fuzariozą i zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie odmian chronionych i bez ochrony.

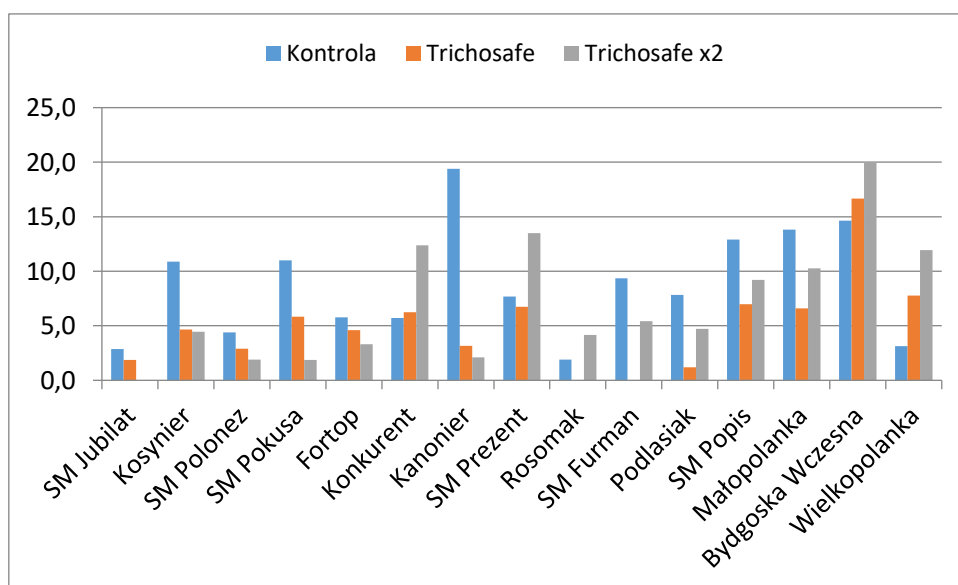


Rysunek 4. Zawieszka zawierająca kruszynka i kolba porażona przez *Fusarium* na skutek żerowania omacnicy prosowianki



Rysunek 5. Uszkodzenia kolb [%] przez omacnicę prosowiankę w Radzikowie w roku 2018 po wyłożeniu preparatu zawierającego kruszynka (Trichosafe) jedno- i dwukrotnie.

Po zastosowaniu zawieszek Trichosafe zmniejszyła się ilość kolb uszkodzonych przez omacnicę średnio z 6,8% do 3,0% przy jednokrotnym wyłożeniu zawieszek i 1,9% przy wyłożeniu 2-krotnym.



Rysunek 6. Udział kolb porażonych przez fuzariozę w Radzikowie w roku 2018 po wyłożeniu preparatu zawierającego kruszynka (Trichosafe) jedno- i dwukrotnie.

Również ilość kolb zainfekowanych przez fuzariozę w Radzikowie zmniejszyła się z 8,8% do 5,0% przy zastosowaniu jednej dawki Trichosafe, i 7,0% przy dwukrotnym wyłożeniu preparatu.

Zastosowanie preparatu w Piotrkowie Borowskim i Łątczynie przyniosło bardzo podobne efekty. Nastąpiło zmniejszenie porażenia kolb odpowiednio z 12,5% do 7,4% w Piotrkowie Borowskim i z 5,3% do 3,0% w Łątczynie.

Zawartość mikotoksyn fuzaryjnych była niewielka, jak opisano to wcześniej. W Łątczynie w niewielkim stopniu wzrosła z 200 do 300 ppb a w Piotrkowie uległa dalszemu zmniejszeniu (Tab.5) z 600 do 400 ppb.

Tabela 5. Zawartość DON [ppb] w ziarnie odmian chronionych przed omacnicą prosowianką preparatem Trichosafe. Zbiór Radzików 2018

L.p.	Odmiana	Radzików - kontrola	Radzików - Trichosafe	Radzików - Trichosafe x2	Średnio
1	SM Jubilat	290	460	630	460
2	Kosynier	350	380	580	440
3	SM Polonez	300	250	530	360
4	SM Pokusa	390	Nd	440	280
5	Fortop	390	550	260	400
6	Konkurent	490	580	480	520
7	Kanonier	600	530	560	560
8	SM Prezent	420	500	610	510
9	Rosomak	430	530	530	500
10	SM Furman	770	420	540	580
11	Podlasiak	590	390	490	490
12	SM Popis	600	Tr	450	420
13	Wielkopolanka	580	510	770	620
14	Małopolanka	440	570	540	520
15	Bydgoska Wczesna	2120	990	890	1330
		580	460	550	

Wśród odmian najmniejsze średnie zawartości DON stwierdzono u SM Pokusa i SM Polonez (280 i 360 ppb), największe u Bydgoskiej Wczesnej (1300 ppb). Oprócz obiektu kontrolnego odmiany Bydgoska Wczesna, w żadnej z badanych odmian nie wykryto przekroczenia dopuszczalnego poziomu zanieczyszczenia DON (1750 ppb). Warunki tegoroczne nie sprzyjały naturalnemu zakażeniu przez uszkodzenia powodowane przez żerowanie omacnicy prosowianki. Objawy fuzariozy widoczne były w większości przypadków poza miejscami uszkodzonymi przez omacnicę prosowianką. Naturalne porażenia – zakażenia drogą poprzez znamiona słupków w trakcie kwitnienia są również częste. Zearalenonu (ZEA) praktycznie nie wykryto – jedynie w niewielkiej ilości (36 ppb) w nie chronionej odmianie Bydgoska Wczesna.

W roku 2018, w przeciwieństwie do 2017, stwierdzono pozytywny wpływ środka zwalczającego omacnicę na redukcję zarówno uszkodzeń kolb, jak też na zmniejszenie zawartości mikotoksyn w ziarnie, ale jedynie w jednej lokalizacji (Piotrków Borowski, Dolny Śląsk). Wynika to z faktu niskiego stopnia uszkodzenia badanych kolb przez omacnicę w pozostałych lokalizacjach. Udział kolb z objawami fuzariozy wahał się od 5 do 13%, przy czym nasilenie objawów było różne, z reguły niewielkie.

W roku 2018 objawy fuzariozy obserwowane na kolbach występowały częściej niż uszkodzenia wywołane przez omacnicę, jednak w większości przypadków przy ich niedużym nasileniu. Przebieg warunków pogodowych, zwłaszcza brak opadów w okresie nalewania skrobi i dojrzewania kolb w znaczącym stopniu wpływał na zahamowanie rozwoju grzybni i akumulacji

mikotoksyn. Kolby zbierane zarówno w fazie kisonki jak też pełnej dojrzałości zawierały jedynie nieduże stężenia mikotoksyn.

3. Wpływ terminu zbioru na zawartość mikotoksyn

Doświadczenie pokazujące wpływ opóźnionego terminu zbioru na zawartość mikotoksyn w ziarnie przeprowadzono w Radzikowie. Zbiory wykonano w Radzikowie w 3 terminach w odstępach 1-2-tygodniowych, od 14.10.2018, z poletek o powierzchni 12 m². Nie zaobserwowano znaczących różnic w zawartości DON i ZEA (Tab. 6), co wynikało podobnie jak w pozostałych badaniach, z bardzo małego nasilenia objawów fuzariozy kolb na skutek warunków pogodowych: małej ilości opadów w okresie od kwitnienia do dojrzałości całkowitej ziarna, oraz wysokich temperatur, które przyspieszyły dojrzewania i wpłynęły na szybkie oddawanie wody przez ziarno. Są to warunki niekorzystne dla rozwoju grzybów. Podobne warunki panowały w ciągu miesiąca od chwili rozpoczęcia zbiorów, co przełożyło się na brak zmian w zawartości mikotoksyn w ziarnie.

Tabela 6. Wpływ terminu zbioru kukurydzy na zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie.

L.p.	Odmiana	DON [ppm]			ZEA [ppb]			FUM [ppm]		
		I termin	II termin	III termin	I termin	II termin	III termin	I termin	II termin	III termin
1	SM Jubilat	290	260	290	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2	Kosynier	350	Tr	320	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3	SM Polonez	300	Nd	320	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	SM Pokusa	390	Nd	340	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	Fortop	390	260	360	nd	nd	nd	nd	nd	nd
6	Konkurent	490	Tr	450	nd	nd	nd	nd	nd	tr
7	Kanonier	600	280	480	nd	nd	nd	98	nd	tr
8	SM Prezent	420	Tr	370	nd	nd	nd	nd	nd	4
9	Rosomak	430	420	500	nd	nd	nd	nd	nd	tr
10	SM Furman	770	Tr	410	nd	nd	nd	4,6	nd	nd
11	Podlasiak	590	Nd	260	nd	nd	nd	nd	nd	nd
12	SM Popis	600	Tr	310	nd	nd	nd	nd	nd	tr
13	Wielkopolanka	580	300	810	nd	nd	tr	1,11	nd	nd
14	Małopolanka	440	300	460	nd	nd	66,5	5,97	tr	2,27
15	Bydgoska Wczesna	2120	550	530	36	68,4	nd	25	47	27
	Średnio	580	340	410						

Przy niewielkim porażeniu kolb przez grzyby fuzaryjne oraz niskiej zawartości mikotoksyn, opóźnienie zbioru o miesiąc nie wpłynęło niekorzystnie na zdrowotność ziarna. Jednak doświadczenie z roku 2017 pokazuje, że przy niekorzystnym przebiegu pogody następuje szybki wzrost zawartości mikotoksyn w ziarnie. Ziarno zbierane w okresie koniec listopada-grudzień 2017 zawierało ponad 5-krotnie więcej DON niż zebrane w październiku i na początku listopada.

Wnioski (wstępne zalecenia dla rolników)

1. Wszystkie badane odmiany mieszańcowe (F1) kukurydzy wykazywały niewielkie porażenie fuzariozą kolb w warunkach naturalnych.
2. Sztuczne zakażenia nie różnicowały znacząco badanych odmian. Nieco bardziej odporne były Kosynier, Konkurent, Fortop i Kanonier, a nieco bardziej podatne Bydgoska wczesna, Popis i Podlasiak
3. W żadnej z badanych odmian mieszańcowych nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego progu zawartości DON (1750 ppb). Średnia zawartość DON w badanych odmianach wyniosła ok 550 ppb. Odmiany o najmniejszej zawartości mikotoksyn w ziarnie to SM Polonez (330 ppb) Fortop (400ppb) i SM Pokusa (420 ppb).
4. W roku 2018 skuteczność stosowania środków ochrony przeciwko omacnicy prosowiance i jego wpływ na zmniejszenie zawartości mikotoksyn fuzaryjnych potwierdzono w jednej z 3 lokalizacji (Dolny Śląsk).



Badania wpływu gęstości siewu owsa na obecność wybranych agrofagów (choroby grzybowe i chwasty) oraz ich wpływ na jakość ziarna w uprawie prowadzonej metodami ekologicznymi.

Wiesław Podyma*, Damian Gołębiewski**

*Samodzielne stanowisko d/s rolnictwa ekologicznego

**Samodzielna Pracownia Oceny Jakości Produktów Roślinnych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – IHAR-PIB w Radzikowie, 05-870 Błonie

WPROWADZENIE I CEL BADAŃ

Według danych GUS, powierzchnia uprawy owsa stanowi obecnie około 7% (około 500 tys. ha) ogólnych zasiewów zbóż w Polsce. Zainteresowanie produkcją jest wciąż zbyt niskie w stosunku do korzyści, jakie wynikają ze specyficznych właściwości i zalet tego gatunku. Owies jest mało wymagający pod względem warunków uprawy i tańszy w produkcji niż inne zboża. Doskonale wykorzystuje składniki pokarmowe znajdujące się w glebie, jest tolerancyjny na zakwaszenie podłoża i wykazuje dużą konkurencyjność w stosunku do chwastów. Jako jedyna roślina zbożowa nie jest porażany przez choroby podstawy źdźbła i nie uczestniczy w łańcuchu żywicielskim patogenów. Przy dużym udziale zbóż, powyżej 70%, w strukturze zasiewów w naszym kraju, włączenie owsa w płodozmian jest doskonałym rozwiązaniem, zwłaszcza w rolnictwie ekologicznym. W 2018 roku Krajowy Rejestr Odmian obejmuje 30 odmian owsa, w tym 5 nagoziarnistych. Owies i produkty owsiane są ważnym źródłem wielu cennych składników o znaczeniu odżywczym i biologicznym. Uprawiany w warunkach ekologicznych może być cennym surowcem do produkcji ekologicznej żywności. Nie w pełni nadal wykorzystanym gatunkiem jest owies szorstki. **Owies szorstki należy traktować jako poszerzenie oferty odmian owsa do uprawy, które dostarczą nowych form uprawnych o podwyższonej odporności na choroby; o podwyższonych właściwościach odżywczych, do uprawy na glebach wadliwych np. słabe piaski.**

Rolnictwo ekologiczne przyczyniło się do ponownego wprowadzenia do uprawy szeregu zapomnianych gatunków. Wśród zbóż przykładem może być powszechnie znana i wykorzystywana pszenica orkisz, czy obecnie zyskująca popularność pszenica płaskurka. Szereg gatunków roślin uprawnych czeka na ich ponowne odkrycie. Do takich gatunków należy owies szorstki o unikalnej charakterystyce składu ziarna. Gatunek ten znalazł się w wykazie gatunków, które wpisuje się do Krajowego Rejestru. Zgodnie z ustawą o nasiennictwie wprowadzenie do uprawy owsa szorstkiego wymaga rejestracji jego odmian. Ustawa przewiduje możliwość rejestracji odmian regionalnych ważnych dla zachowania różnorodności biologicznej. W tym celu mogą zostać wykorzystane odmiany miejscowe, zgromadzone w banku genów.

Owies w istotny sposób różni się swoim składem chemicznym od pozostałych zbóż. W jego ziarnie występuje korzystna kombinacja składników odżywczych, co stanowi o jego dużej przydatności w żywieniu człowieka. Białko owsa jest cenniejsze i bogatsze w aminokwasy egzogenne w porównaniu z innymi zbożami. Wyniki podstawowych analiz chemicznych ziarniaków owsa szorstkiego wykazały wyższą niż w ziarniakach owsa zwyczajnego zawartość białka, tłuszczu i włókna. Średnio owies szorstki zawiera 27–52% więcej białka, 14–27% więcej tłuszczu and 38–72% więcej cukrów niż owies zwyczajny (Kuszevska, Korniak 2009). Może być wykorzystywany do konsumpcji jako płatki, mąką lub gotowane ziarno.

Gęstość siewu zmieniając zasadniczo rozkrzewienie, wysokość i ulistnienie łanu, zmienia również warunki rozwoju chorób, przez co wpływa na tempo namnażania i rozprzestrzeniania się patogenów oraz wielkość strat. Ponadto rośliny rosnące w warunkach dobrego oświetlenia przy optymalnej obsadzie są bardziej odporne na wyleganie i porażenie przez choroby.

Owies, w porównaniu z innymi zbożami krzewi się najślabiej, dlatego pożądaną liczbę wiech na jednostce powierzchni uzyskuje się przede wszystkim przez stosowanie odpowiedniej gęstości siewu. Zagęszczenie siewu zwiększa obsadę wiech na jednostce powierzchni, lecz z reguły prowadzi do zmniejszenia liczby i masy ziarna z wiechy oraz liczby kłosek w wieszce, a więc obniża potencjał plonowania. U owsa elementami decydującymi o plonie ziarna jest liczba wiech z jednostki powierzchni, liczba kłosek i ziaren w wieszce oraz masa 1000 ziarniaków, na które wpływ ma gęstość siewu. Tobiasz-Salach i Bobrecka-Jamro (2001) obserwowali zmniejszanie się liczby i masy ziarna z

wiechy już przy wzroście ilości wysiewu owsa z 400 do 500 szt/m². Kozłowska-Ptaszyńska (2000) podzieliła nowe odmiany owsa na trzy grupy pod względem zagęszczenia. Odmiany nagoziarniste znalazły się w grupie, która wymaga gęstego siewu (800 szt/m²). Owies reaguje na duże zagęszczenie roślin redukcją liczby ziaren w wieszce. Dla uzyskania optymalnej obsady wiech zaleca się wysiew w ilości 500-600 szt/m². Przy rzadkiej obsadzie roślin mamy do czynienia z pojawieniem się szkodliwej liczby chwastów.

Celem badań przeprowadzonych w warunkach ekologicznego gospodarstwa rolnego było określenie wpływu gęstości siewu odmian owsa zwyczajnego i owsa szorstkiego, na agrofagi (choroby, chwasty), plonowanie oraz parametry jakościowe ziarniaków.

Wzrost zainteresowania uprawą owsa szorstkiego wymaga opracowania odpowiedniej agrotechniki dla tego gatunku. Z uwagi na odmienny genotyp owies szorstki może wykazywać inne wymagania co do niektórych czynników agrotechnicznych w stosunku do owsa zwyczajnego. W dostępnej literaturze brak jest informacji dotyczących współdziałania odmian z gęstością siewu na plonowanie.

Do najbardziej popularnych patogenów atakujących owies zaliczyć można rdzę wieńcową, która stanowi duże zagrożenie. W latach sprzyjających rozwojowi choroby może ona znacznie ograniczyć plonowanie (w doświadczeniach COBORU obserwowana jest w 74% doświadczeń). Dość powszechną chorobą jest także helmintosporioza (występuje w 63% doświadczeń). Choroby o mniejszym znaczeniu gospodarczym to mączniak prawdziwy i rdza źdźbłowa (obecne w około 20% doświadczeń).

MATERIAŁY

Doświadczenie z owsem na ziarno zostało założone w Radzikowie na certyfikowanym ekologicznym polu doświadczalnych. Przeprowadzono dwuczynnikowe doświadczenie polowe z odmianami owsa zwyczajnego i owsa szorstkiego. Pierwszym czynnikiem doświadczenia były gęstość siewu: 300, 400 i 500 ziarniaków/m², a drugim odmiany (5 odmian owsa zwyczajnego i 5 odmian owsa szorstkiego). Były to odmiany *Avena sativa* – oplewiony (Krezus, Komfort, Bingo), nagoziarnisty (Maczo i Polar); populacje *Avena strigosa* (51597, 51582, 51583, 51499, 51520).

Analizę zachwaszczenia łąny wykonano tydzień przed zbiorem owsa, z powierzchni 1 m² metodą wagowo-ramkową, w trzech powtórzeniach. Badania obejmowały ocenę składu gatunkowego i liczebności poszczególnych gatunków oraz oznaczenie biomasy chwastów.

Planowano ocenę porażenia przez choroby, jednak ze względu na warunki pogodowe nie stwierdzono porażenia patogenami. Określona została liczba wiech na m² (tab.2). Po zbiorze określono plon ziarna i komponenty plonu - liczbę ziaren w wieszce, masę 1000 ziaren. Produktem użytkowym z doświadczenia były ziarniaki dojrzałych roślin. Wykonano ocenę zawartości suchej masy, białka, tłuszczu, błonnika, skrobi i popiołu (tab.3).

Do związków bioaktywnych korzystnie oddziałujących na organizm człowieka, naturalnie występujących w ziarnie zbóż należą błonnik pokarmowy oraz związki polifenolowe.

Owies i jego produkty są ważnym źródłem rozpuszczalnego błonnika, o udowodnionym w badaniach klinicznych działaniu prozdrowotnym. Frakcja ta zwiększając lepkość treści pokarmowej, a

także tworząc błonę na powierzchni jelit ogranicza wchłanianie cholesterolu z pożywienia, jak również zmniejsza popoślukowy wzrost stężenia glukozy we krwi. Ponadto udowodniono jej działanie antibakteryjne, w kontekście badań z *E. coli* i *B. subtilis*. Co więcej, polimery wchodzące w skład tej frakcji wykazują działanie chemoprotekcyjne w przypadku metylosiarczanu metanu (MMS), będącego czynnikiem mutagennym. Coraz częściej wskazuje się również na możliwość działania przeciwnowotworowego rozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego.

Błonnik pokarmowy nierozpuszczalny w wodzie, poprzez mechaniczne drażnienie ścian jelita, wpływa na zwiększenie perystaltyki, chroni przed uchyłkowatością jelit, żylakami odbytu, a nawet chorobą nowotworową. Ponadto ma zdolność do wiązania nadmiaru kwasu solnego w żołądku. Znaczący jest również fakt, iż dieta bogata w błonnik owsiany działa leczniczo na uzębienie hamując rozwój próchnicy.

Do związków polifenolowych owsa o właściwościach przeciutleniających zaliczane są: kwasy fenolowe, ich estry i amidy, alkilfenole, flawonoidy i awentramidy występujące jedynie w owsie. Te ostatnie wyróżniają opisywany gatunek na tle innych zbóż, ze względu na swoją stabilność temperaturową i nawet trzykrotnie większą aktywność w porównaniu do kwasu kawowego. Związki fenolowe pełnią w organizmie rolę tzw. zmiataczy wolnych rodników, m.in. zapobiegając degradacji DNA, mającej związek ze starzeniem organizmu. Odnaczają się również działaniem spowalniającym rozwój bakterii i farmakologicznym, poprawiając funkcjonowanie układu krwionośnego.

Materiałem badawczym było ziarno 10 genotypów owsa szorstkiego i zwyczajnego. Ziarno poddano obłuszczeniu, a następnie analizie chemicznej pod kątem składników bioaktywnych.

W ziarnie obłuszczonej oznaczono: frakcję rozpuszczalną nieskrobiowych polisacharydów (S-NSP), frakcję nierozpuszczalną nieskrobiowych polisacharydów (I-NSP), całkowitą zawartość nieskrobiowych polisacharydów (T-NSP), frakcję rozpuszczalną arabinoksylianów (S-AX), frakcję nierozpuszczalną arabinoksylianów (I-AX), całkowitą zawartość arabinoksylianów (T-AX), ligninę Klasona, polifenole ogółem z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu.

WYNIKI

Uprawa roślin w systemie ekologicznym związana jest ze zwiększonym zachwaszczeniem w porównaniu do integrowanego i konwencjonalnego systemu produkcji. W trakcie sezonu przeprowadzono pielenie mechaniczne ścieżek. Ocenę zachwaszczenia łąny wykonano tydzień przed zbiorem owsa, z powierzchni 1 m², metodą wagowo-ramkową, w trzech powtórzeniach. Zachwaszczenie jest wypadkową wielu elementów z których ważnym czynnikiem jest kultura roli, zdolność konkurencyjna rośliny uprawnej wobec chwastów, przebieg warunków pogodowych oraz sposób pielęgnacji zasiewów. Sezon wegetacyjny w 2018 roku charakteryzował się bardzo nietypowym układem warunków pogodowych. Charakteryzował się rekordowo wysokimi temperaturami powietrza oraz niedoborem opadów atmosferycznych. Wysokiej temperaturze powietrza w maju (+3,7°C w stosunku do średniej) oraz dużemu nasłonecznieniu towarzyszyły jednak niskie opady atmosferyczne (76% normy z wielolecia), co przyczyniło się do zmniejszenia uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby oraz rozwoju suszy rolniczej. Podobne warunki panowały przez dwie pierwsze dekady czerwca (temperatura wyższa od średniej z wielolecia o 2,4°C, opady na poziomie 63% normy), co spowodowało dalsze zmniejszenie zapasów wody w glebie. Występujące w trzeciej dekadzie czerwca i na początku lipca opady deszczu poprawiły stan uwilgotnienia gleby, ale ich rozkład nie był równomierny.

Utrzymujące się wysokie temperatury powietrza w lipcu i sierpniu (średnio +2,8°C w stosunku do średniej z wielolecia) oraz niższe niż zazwyczaj opady dla tego okresu (86% normy) spowodowały

obniżenie poziomu wód gruntowych na obszarze prawie całego kraju i zwiększenie poziomu stresu dla roślin.

Przebieg warunków pogodowych w sposób znaczący wpływał na wzrost i rozwój roślin owsa jak również i chwastów. Liczba chwastów na m² mieściła się w przedziale od 50 szt. do 150 szt. reprezentowanych przez 3 do 8 gatunków na poszczególnych poletkach w doświadczeniu. Liczba stwierdzonych gatunków wynosiła 17.

Strukturę zbiorowisk chwastów w badanych uprawach opisano za pomocą dwóch wskaźników ekologicznych: indeksu różnorodności Shannona H' oraz indeksu dominacji Simpsona SI. Indeks Simpsona SI jest wskaźnikiem stosowanym do szacowania różnorodności biologicznej siedlisk. Wskaźnik ten przyjmuje wartości z zakresu od 0 do 1, przy czym wartości zbliżone do 1 wskazują na wyraźną dominację jednego lub kilku gatunków i małą różnorodność zbiorowiska. Drugi wskaźnik analizujący tę cechę – Shannona-Wienera wzrasta wraz z liczbą gatunków w zbiorowisku i stopniem wyrównania ich liczebności.

Tabela 1. Wartości indeksu różnorodności Shannona H' oraz indeksu dominacji Simpsona SI dla poszczególnych gatunków

Gatunek	Indeks Simpsona SI	Indeks Shannon-Wienera H'
<i>Avena sativa</i>	0,25	1,6
<i>Avena strigosa</i>	0,35	1,5

Większą różnorodność flory segetalnej, wyrażoną indeksem różnorodności Shannona, zanotowano na poletkach obsianych owsem zwyczajnym. Wyższą wartość indeksu dominacji Simpsona, świadczącą o konkurencyjności gatunku uzyskano w łanie owsa szorstkiego (tab.1). O konkurencyjności lub o większej odporności na warunki stresowe świadczy większa obsada wiech owsa szorstkiego przy malejącej gęstości siewu w porównaniu do owsa zwyczajnego (tab.2).

Tabela 2. Obsada wiech w zależności od gęstości siewu

Gatunek/odmiana botaniczna	Gęstość siewu m ²		
	300	400	500
<i>Avena sativa</i>	278	299	367
<i>Avena sativa</i> - nagoziarnisty	241	274	325
<i>Avena strigosa</i>	292	331	352

Tab.3 Skład fizykochemiczny ziarniaków nieobłuszczonych owsa szorstkiego i owsa zwyczajnego. Oznaczanie składu fizykochemicznego wykonano na aparacie Infracact oraz wyliczenia energii pasz wg. PB 19-02 2014.04.03 wyd. 5- met. Nieakredytowana

	Białko	Popiół	Skrobia	Tłuszcz	Wilgotność	Włókno
Nazwa	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
<i>A.sativa</i>	10,53	3,48	48,04	6,04	9,96	6,47
<i>A.sativa</i> nagoziarnisty	11,88	2,80	53,35	8,29	9,87	2,79
<i>A.strigosa</i>	15,99	2,87	46,78	4,33	10,38	4,27
300	13,02	3,24	47,77	5,13	10,15	5,49
400	13,55	3,16	47,16	5,25	10,12	5,09
500	13,20	3,12	47,31	5,18	10,23	5,54
Średnia	13,26	3,17	47,41	5,19	10,17	5,37

Nie wykazano istotnej korelacji pomiędzy gęstością siewu, liczebnością owsa a liczebnością chwastów, w tym gatunków z nim współdominujących. Straty plonów zbóż związane z liczebnością gatunków chwastów najbardziej wobec nich konkurencyjnych są kwestią powszechnie znaną. Spodziewać by się można, że chwasty wykorzystają wolną przestrzeń nie zajęta przez roślinę uprawną.

W konkurencyjności owsa szorstkiego w stosunku do pozostałych komponentów fitocenozy pomaga jego wysokość. Rośliny owsa szorstkiego są wyższe (147 cm) od owsa zwyczajnego (112 cm). Plon (waga ziarniaków po oczyszczeniu) owsa szorstkiego (0,6) był, w roku 2018, porównywalny do plonu owsa zwyczajnego (0,7) a nawet przewyższał plon owsa nagoziarnistego (0,55). Dla owsa szorstkiego nie zaobserwowano spadku plonu przy zmniejszającej się gęstości siewu. Zarówno u owsa zwyczajnego jak i owsa szorstkiego obniżenie gęstości siewu jest kompensowane poprzez wzrastającą wagę ziarniaków z wiechy.

Najwyższą zawartością białka charakteryzowały się populacje owsa szorstkiego (15,99%). Owies zwyczajny zawierał 10,53% (tab.3). Zawartość cukru i skrobi najwyższa była w owsie nagoziarnistym, kolejno 8,29 i 53,35%. Nie stwierdzono różnic w zawartości podstawowych składników żywieniowych w zależności od gęstości siewu (tab.3).

Badania nad *Avena strigosa*, w kontekście właściwości funkcjonalnych owsa, mają duże znaczenie. Gatunek ten charakteryzuje się większą zawartością okrywy owocowo-nasiennej, w porównaniu do innych zbóż, w tym również owsa zwyczajnego. Ta frakcja ziarna jest bogatym źródłem substancji o charakterze bioaktywnym, a jej świadome spożycie ma kluczowe znaczenie w profilaktyce chorób nowotworowych, układu krążenia i szeregu innych schorzeń cywilizacyjnych. Celem badań było określenie zmian zawartości składników prozdrowotnych (frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej błonnika pokarmowego oraz składników antyoksydacyjnych) w ziarnie odmian owsa zwyczajnego i populacji owsa szorstkiego.

Zawartość poszczególnych składników bioaktywnych charakteryzowała się zmiennością w zakresie 8,01-17,26%. Największe zróżnicowanie zaobserwowano w przypadku zawartości frakcji nierozpuszczalnej arabinoksylianów (I-AX), zaś najniższe w przypadku całkowitej zawartości błonnika pokarmowego (TDF) (tab.4). Zawartość frakcji nierozpuszczalnej nieskrobiowych polisacharydów (I-NSP) wyniosła średnio 3,36%, w zakresie 2,66-5,10%. Najniższą zawartość I-NSP oznaczono dla próbek 51597(400), 51520(500), 51520(300) i 51499(300), zaś najwyższą zawartość tego składnika w przypadku próbki Krezus(500) i Bingo(300). Zawartość frakcji rozpuszczalnej NSP (S-NSP) w badanych próbkach oznaczono na poziomie 5,70%, w zakresie 4,29-6,79%. Najniższą zawartością tego składnika charakteryzowały się próbki Krezus(400), Krezus(500), Maczo(400), Krezus(300), Polar(500), Maczo(300), zaś najwyższą 51520(500), Komfort(300), 51583(400). Całkowita zawartość NSP (T-NSP) kształtowała się na poziomie 9,05%, w zakresie 7,89-11,43%. Największą zawartość nieskrobiowych polisacharydów oznaczono w przypadku próbek 51583(400) i Bingo(300). Średnia zawartość ligniny w ziarnie owsa obtuszczonego wynosiła 5,22%, w zakresie 3,66-6,67%. Najmniejszą jej ilość oznaczono dla próbek Maczo(300), Bingo(500), Bingo(400), i Krezus(500), a najwyższą dla próbek 51597(400) i 51597(500). Zawartość całkowitego błonnika pokarmowego (TDF) w przypadku badanego materiału kształtowała się na poziomie 14,27%, w zakresie 11,55-16,52%. Najniższą zawartość TDF oznaczono w przypadku próbek Maczo(300), Bingo(400) i Bingo(500), zaś najwyższą w przypadku próbek 51582(400), Polar(300), Bingo(300), 51597(500) i 51583(400). Zawartość β -glukanu w badanym ziarnie owsa wynosiła średnio 4,97%, w zakresie 3,63-6,06%. Najniższą jego zawartość oznaczono w przypadku próbek Krezus(400), Krezus(500), Krezus(300), Polar(500), Maczo(400), Maczo(300) i 51520(300), zaś najwyższą dla próbek 51582(300), Komfort(400), Bingo(300), 51499(500), 51583(300), 51583(500), 51520(500), Komfort(400), 51597(500) i 51583(400) (tab.10). Zawartość średnia nierozpuszczalnej frakcji arabinoksylianów (I-AX) wynosiła 1,56%, w zakresie 1,17-2,33%. Najniższą zawartość tego składnika oznaczono w przypadku próbek 51520(500), 51520(300), 51582(300) i 51597(400), zaś najwyższą zawartością charakteryzowały się genotypy Krezus(500) i Bingo(300). Rozpuszczalna frakcja arabinoksylianów (S-AX) charakteryzowała się średnią zawartością 0,31%, w zakresie 0,23-0,38%. Najmniejszą ilość tego składnika oznaczono w przypadku próbek 51583(500), 51499(300), 51597(400), 51499(500) i 51583(400), zaś najwyższą w

Tab.4. Zawartość składników bioaktywnych w ziarnie obtuszczonego.

Nazwa	I-NSP [DM %]	S-NSP [DM %]	T-NSP [DM %]	Lignin		β -glukan [DM %]	I-AX [DM %]	S-AX [DM %]	T-AX [DM %]	Polifenole [mg/g]
				Klasona	TDF					
Krezus (300)	3,54	4,82	8,37	5,39	13,76	4,06	1,60	0,36	1,96	0,67
Krezus (400)	4,13	4,29	8,42	6,03	14,44	3,63	1,94	0,28	2,22	0,66

Krezu s (500)	4,73	4,62	9,35	4,14	13,49	3,8 7	2,25	0,34	2,59	0,69
Komf ort (300)	3,23	6,65	9,88	4,82	14,70	5,8 3	1,52	0,38	1,89	0,72
Komf ort (400)	3,38	6,27	9,65	5,11	14,76	5,4 2	1,61	0,34	1,94	0,70
Komf ort(50 0)	3,11	5,58	8,68	4,52	13,21	4,9 0	1,52	0,28	1,80	0,74
Bingo (300)	5,10	6,33	11,4 3	4,73	16,16	5,5 1	2,33	0,33	2,66	0,71
Bingo (400)	2,97	5,34	8,32	3,98	12,29	4,6 1	1,38	0,29	1,68	0,81
Bingo (500)	3,27	5,37	8,64	3,98	12,62	4,6 7	1,37	0,29	1,66	0,82
Macz o (300)	2,94	4,96	7,89	3,66	11,55	4,2 2	1,42	0,33	1,74	0,90
Macz o (400)	3,30	4,70	8,00	5,26	13,26	4,1 7	1,57	0,34	1,91	0,95
Macz o (500)	3,36	5,42	8,78	4,93	13,71	4,6 4	1,59	0,38	1,97	0,80
Polar (300)	4,08	5,62	9,70	5,81	15,51	4,8 6	1,91	0,32	2,23	0,62
Polar (400)	3,23	5,44	8,68	4,53	13,21	4,6 5	1,52	0,34	1,87	0,69
Polar (500)	3,46	4,91	8,37	5,50	13,87	4,1 5	1,67	0,32	1,99	0,79
51597 (300)	2,80	5,64	8,44	5,63	14,07	4,9 5	1,32	0,29	1,61	0,85
51597 (400)	2,66	5,66	8,32	6,58	14,90	4,9 7	1,25	0,25	1,50	0,80

51597 (500)	3,29	6,35	9,64	6,67	16,31	5,9 3	1,56	0,29	1,84	0,78
51582 (300)	2,86	6,18	9,05	5,45	14,49	5,4 1	1,25	0,30	1,54	0,85
51582 (400)	3,37	5,90	9,27	6,18	15,45	5,2 2	1,51	0,33	1,84	0,91
51582 (500)	3,21	5,46	8,67	5,68	14,35	4,7 1	1,45	0,32	1,77	0,89
51583 (300)	3,54	6,37	9,91	5,23	15,13	5,6 4	1,67	0,30	1,98	0,89
51583 (400)	3,75	6,79	10,5 3	5,99	16,52	6,0 6	1,71	0,26	1,97	0,81
51583 (500)	3,45	6,12	9,57	5,08	14,65	5,6 6	1,57	0,23	1,80	0,85
51499 (300)	2,74	5,91	8,65	5,65	14,31	5,2 1	1,33	0,25	1,58	0,72
51499 (400)	3,39	6,03	9,42	5,78	15,20	5,3 4	1,61	0,29	1,90	0,81
51499 (500)	3,14	6,25	9,39	5,22	14,61	5,5 4	1,42	0,26	1,68	0,87
51520 (300)	2,70	5,37	8,07	5,44	13,52	4,2 9	1,22	0,30	1,52	0,86
51520 (400)	3,27	5,93	9,21	4,72	13,92	5,2 4	1,51	0,31	1,82	0,85
51520 (500)	2,67	6,59	9,26	4,90	14,16	5,7 4	1,17	0,32	1,48	0,84
Średni a	3,36	5,70	9,05	5,22	14,27	4,9 7	1,56	0,31	1,87	0,80
CV	0,56	0,65	0,79	0,74	1,14	0,6 5	0,27	0,04	0,28	0,08

przypadku Krezus(500), Maczo(400), Komfort(400), Polar(400), Krezus(300), Komfort(400) i Maczo(500). Całkowita zawartość arabinoksylianów (T-AX) wyniosła średnio 1,87%, w zakresie 1,48-2,66%. Najniższą zawartość arabinoksylianów oznaczono w przypadku próbek 51520(500), 51597(400), 51520(300), 51582(300), 51499(300) i 51597(300), zaś najwyższą w przypadku Krezus(500) i Bingo(300). Zawartość polifenoli, składników o działaniu antyoksydacyjnym, wynosiła średnio 0,80%, w zakresie 0,62-0,95%. Najwyższą zawartością tej grupy składników charakteryzowały się genotypy Bingo(500), 51520(500), 51583(500), 51520(400), 51597(300), 51582(300), 51520(300), 51499(500),

51583(300), 51582(500), Maczo(300), 51582(400) i Maczo(400), co stanowi 43% całkowitej liczby badanych prób.

Pod kątem zawartości frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego, czyli składników o najkorzystniejszym działaniu zdrowotnym na organizm ludzki należy wyróżnić genotypy Komfort(400), Bingo(300) i Komfort(400) (tab.4).

Tab. 5. Średnia zawartość składników bioaktywnych w ziarnie zależności od odmiany

Nazwa	I-NSP [DM %]	S-NSP [DM %]	T-NSP [DM %]	Lignina Klasona [DM %]	TDF [DM %]	β- glukan [DM %]	I-AX [DM %]	S-AX [DM %]	T-AX [DM %]	Polifenole [mg/g]
Haker	4,13	4,58	8,71	5,19	13,90	3,85	1,93	0,33	2,26	0,67
Komfort	3,24	6,17	9,40	4,82	14,22	5,38	1,55	0,33	1,88	0,72
Bingo	3,78	5,68	9,46	4,23	13,69	4,93	1,69	0,30	2,00	0,78
Maczo	3,20	5,03	8,22	4,62	12,84	4,34	1,53	0,35	1,87	0,88
Polar	3,59	5,32	8,92	5,28	14,20	4,55	1,70	0,33	2,03	0,70
51597	2,92	5,88	8,80	6,29	15,09	5,28	1,38	0,28	1,65	0,81
51582	3,15	5,85	9,00	5,77	14,76	5,11	1,40	0,32	1,72	0,88
51583	3,58	6,43	10,00	5,43	15,43	5,79	1,65	0,26	1,92	0,85
51499	3,09	6,06	9,15	5,55	14,71	5,36	1,45	0,27	1,72	0,80
51520	2,88	5,96	8,85	5,02	13,87	5,09	1,30	0,31	1,61	0,85

Najwyższą zawartością beta-glukanu charakteryzowała się populacja 51583 (5,79%) a najwyższą zawartością polifenoli odmiana Maczo i populacja 51582 (0,88 mg/g) (tab.5).

Tab. 6. Średnia zawartość składników bioaktywnych w ziarnie zależności od gatunku lub gęstości siewu.

Gatunek	Inne inf.	I-NSP [DM %]	S-NSP [DM %]	T-NSP [DM %]	Lignina Klasona [DM %]	TDF [DM %]	β- glukan [DM %]	I-AX [DM %]	S-AX [DM %]	T-AX [DM %]	Polifenole [mg/g]
<i>A.sativa</i>		3,59	5,35	8,94	4,83	13,77	4,61	1,68	0,33	2,01	0,75

<i>A.sativa</i>	nag ozia rnis ty	3,40	5,18	8,57	4,95	13,5 2	4,45	1,61	0,34	1,95	0,79
<i>A.strigosa</i>		3,12	6,04	9,16	5,61	14,7 7	5,33	1,44	0,29	1,72	0,84
<i>Avena</i>	300	3,35	5,79	9,14	5,18	14,3 2	5,00	1,56	0,32	1,87	0,78
<i>Avena</i>	400	3,35	5,64	8,98	5,42	14,4 0	4,93	1,56	0,30	1,87	0,80
<i>Avena</i>	500	3,37	5,67	9,04	5,06	14,1 0	4,98	1,56	0,30	1,86	0,81

Dla poszczególnych gatunków stwierdzono wyższą zawartość beta-glukanu i polifenoli w obłuszczonych ziarniakach owsa szorstkiego w porównaniu do owsa zwyczajnego. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości składników bioaktywnych w owsie w zależności od gęstości siewu (tab.6).

WNIOSKI

1. Owies szorstki lepiej niż owies zwyczajny znosi niekorzystne warunki uprawy, zachwaszczenie oraz zaniedbania agrotechniczne
2. Nie stwierdzono wpływu gęstości siewu na parametry jakościowe ziarniaków.
3. W przypadku owsa zwyczajnego obniżenie gęstości siewu wpływa na jego plonowanie. Dla owsa szorstkiego nie zaobserwowano spadku plonu przy zmniejszającej się gęstości siewu. Zarówno u owsa zwyczajnego jak i owsa szorstkiego obniżenie gęstości siewu jest kompensowane poprzez wzrastającą wagę ziarniaków z wiechy.
4. W produkcji na ziarno owies szorstki wyraźnie ustępuje plonem odmianom owsa zwyczajnego. Na dobrych glebach jego potencjał plonotwórczy na ziarno jest dwukrotnie mniejszy. Natomiast konkurencyjność tego gatunku może wzrastać na glebach słabszych.
5. Owies szorstki może być ważną uzupełniającą uprawą zbożową na ziarno, ponieważ charakteryzuje się wyższą zawartością białka (16,0% powietrznie suchej masy) niż owies zwyczajny (10,5%).
6. Owies szorstki jest gatunkiem odpornym na choroby grzybowe. Charakteryzuje się wysoką odpornością na mączniaka prawdziwego i rdzę koronową. Jest szczególnie przydatny w regionach o warunkach klimatycznych sprzyjających rozwojowi tych patogenów. Nie wymaga ochrony co jest szczególnie ważne w warunkach rolnictwa ekologicznego.
7. Zawartość i beta-glukanów w ziarnie owsa szorstkiego jest znacznie wyższa niż w owsie zwyczajnym. Świadczy to o dużej wartości prozdrowotnej produktu

Wyniki badań zostały udostępnione na stronie:

http://www.ihar.edu.pl/badania_w_zakresie_rolnictwa_ekologicznego_2018.php

z przeprowadzonych w 2018 r. badań:

Badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, takich jak: len, Inianka, rzepak, rośliny bobowate lub zboża (w tym gatunki dawne np. płaskurka, samopsza i orkisz), zalecanych do produkcji polowej towarowej. Określenie dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach.

Badania wpływu gęstości siewu owsa na obecność wybranych agrofagów (choroby grzybowe i chwasty) oraz ich wpływ na jakość ziarna w uprawie prowadzonej metodami ekologicznymi.

na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR.re.027.2.2018 z dnia 24.04.2018 r., wydanej 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. poz. 1170 i z 2016 r. poz. 1614).

Kierownik zadania: dr Wiesław Podyma

Samodzielne stanowisko d/s rolnictwa ekologicznego

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – IHAR-PIB w Radzikowie, 05-870 Błonie

tel: (22) 733-46-86

e-mail: w.podyma@ihar.edu.pl



SPRAWOZDANIE

Z przeprowadzonych w 2018 r badań o których jest mowa w § 8 ust. 1 pkt 2 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.

Pkt 4. Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi: „badania nad źródłem zanieczyszczenia pasz przez GMO z uwzględnieniem problematyki dróg zanieczyszczeń możliwych i niemożliwych do uniknięcia”.

„Badania nad źródłem zanieczyszczenia pasz przez GMO z uwzględnieniem problematyki dróg zanieczyszczeń możliwych i niemożliwych do uniknięcia”

Badania były realizowane w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin-Państwowym Instytucie Badawczym, w Radzikowie, Zakładzie Biotechnologii i Cytogenetyki Roślin, Laboratorium Kontroli GMO.

Kierownik tematu: dr Sławomir Sowa

IHAR-PIB w Radzikowie, 05-870 Błonie

tel.: (22) 7334517, fax: (22) 7334681, e-mail: s.sowa@ihar.edu.pl

Wykonawcy:

dr Sławomir Sowa, prof. dr hab. Janusz Zimny, dr Anna Linkiewicz, mgr Magdalena Żurawska-Zajfert, mgr Katarzyna Grelewska-Nowotko, mgr Jarosław Nowosielski, mgr Natalia Wasiuk-Michalska, mgr inż. Barbara Janik-Janiec, dr Ewelina Żmijewska, dr Joanna Chojak-Koźniewska, mgr Krzysztof Michalski

dr Tomasz Zimny, Instytut Nauk Prawnych PAN - *opracowanie pt. „Prawne uwarunkowania obecności GMO w produkcji ekologicznej.*

Wprowadzenie

Zgodnie z Rozporządzeniem (WE) NR 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylającym rozporządzenie (EWG) nr 2092/91 (Dz.U. L 189 z 20.7.2007, str. 1) stosowanie w rolnictwie ekologicznym genetycznie zmodyfikowanych roślin jest zabronione. W przypadku produkcji pasz ekologicznych bardzo trudne okazuje się jednak wyeliminowanie śladowych domieszek GMO szczególnie jeśli w danej mieszalni pasz produkuje się również pasze z komponentów zawierających GMO. Niezamierzonym źródłem śladowych domieszek GMO w paszy mogą być również oznakowane jako ekologiczne komponenty do pasz. Zgodnie z Rozporządzeniem 1829/2003 w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności i pasz pasze i komponenty do pasz ekologicznych zawierające GMO w ilości nie większej niż 0,9% w przeliczeniu na składnik mogą być oznakowane jako ekologiczne jeśli zawartość ta jest przypadkowa lub nieunikniona technicznie. Dlatego kluczowym elementem w produkcji pasz ekologicznych jest zapewnienie czystości produkcji materiału siewnego ponieważ w UE nawet śladowe domieszki nasion genetycznie zmodyfikowanych roślin nie są dopuszczone w ekologicznym materiale siewnym. Zgodnie z wytycznymi Rozporządzeniem (WE) NR 834/2007 należy również dążyć do zachowania czystości samej produkcji polowej. Dlatego trzeba dołożyć wszelkich starań aby ograniczyć występowanie w produktach ekologicznych organizmów genetycznie zmodyfikowanych. **Podmioty gospodarcze** powinny unikać niezamierzonego występowania GMO w pozostałych produktach co powinno być potwierdzone w systemie kontroli produkcji ekologicznej prowadzonej przez upoważnione do tego jednostki certyfikujące.

Cel – uzasadnienie podjęcia badań

Podstawowym celem projektu była próba rozwiązania problemu zanieczyszczenia pasz ekologicznych przez GMO. Dlatego zaplanowano badanie, którego miało określić źródła zanieczyszczenia pasz przez GMO oraz, które drogi takich zanieczyszczeń mogą być uznane za możliwe, a które za niemożliwe do uniknięcia. Takie podejście pozwoliło na określenie śladowych domieszek (<0,9%) GMO autoryzowanych jako pasze w UE, które mogą być akceptowane w paszach ekologicznych jako zawartość niemożliwa do uniknięcia.

Metody badań

W celu realizacji zadania zaplanowano:

- I. Przeprowadzenie analizy rynku ekologicznych komponentów do pasz i pasz z uwzględnieniem źródeł ich pochodzenia. Badanie to obejmowało: a) analizę produkcji ekologicznej w Polsce z uwzględnieniem wytwarzania i wykorzystania pasz ekologicznych w produkcji ekologicznej, b) badanie ankietowe, dotyczące wykorzystania i produkcji pasz ekologicznych wśród gospodarstw ekologicznych.
- II. Przeanalizowanie przypadków potencjalnych zanieczyszczeń pasz przez GMO, z uwzględnieniem różnych interesariuszy (producentów pasz i komponentów do pasz, producentów żywności ekologicznej, importerów pasz i komponentów ekologicznych). Badanie to obejmowało a) analizę wyników urzędowych kontroli materiału siewnego, pasz i żywności, b) analizę danych z systemu wczesnego ostrzegania (RASf) w zakresie występowania nieautoryzowanych GMO w UE, c) analizy molekularne zebranych prób paszy pod kątem wykrywania, identyfikacji i ilościowego oznaczenia GMO.

- III. Przeprowadzenie analizy obowiązujących przepisów prawa w Polsce i UE, dotyczących obecności GMO w produkcji ekologicznej. Badanie to obejmowało wykonanie przeglądu aktów prawnych UE regulujących produkcję ekologiczną oraz wykorzystanie GMO w produkcji żywności i pasz.
- IV. Zaproponowanie procedury analizy przypadku stwierdzenia zanieczyszczenia pasz przez GMO. badanie to obejmowało: a) przeanalizowanie potencjalnych źródeł zanieczyszczeń pasz przez GMO oraz ocenę ryzyka wystąpienia domieszki GMO, b) zaproponowanie rozwiązań, które pozwolą na określenie kiedy stwierdzona domieszka GMO może być uznana za zanieczyszczeń możliwe a kiedy za niemożliwe do uniknięcia.

Wyniki badań

I. **Analiza rynku ekologicznych komponentów do pasz i pasz z uwzględnieniem źródeł ich pochodzenia**

I.1 Produkcja ekologiczna w Polsce

Zgodnie z rozporządzeniem Rady (WE) nr 834/2007 pkt. 1: Produkcja ekologiczna jest ogólnym systemem zarządzania gospodarstwem i produkcji żywności łączącym najkorzystniejsze dla środowiska praktyki, wysoki stopień różnorodności biologicznej, ochronę zasobów naturalnych, stosowanie wysokich standardów dotyczących dobrostanu zwierząt i metodę produkcji odpowiadającą wymaganiom niektórych konsumentów preferujących wyroby wytwarzane przy użyciu substancji naturalnych i naturalnych procesów. Przepisy rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 stosuje się na wszystkich etapach produkcji, przygotowania i dystrybucji produktów oraz ich kontroli a także stosowania oznaczeń odnoszących się do produkcji ekologicznej do następujących produktów pochodzenia rolnego (w tym pochodzących z akwakultury):

- a) żywe lub nieprzetworzone produkty rolne,
- b) przetworzone produkty rolne przeznaczone do spożycia,
- c) pasze,
- d) wegetatywny materiał rozmnożeniowy i nasiona do celów uprawy, oraz drożdże przeznaczone do spożycia lub używane jako pasze.

W zakres przepisów dotyczących rolnictwa ekologicznego nie wchodzi produkty myślistwa i rybołówstwa pochodzące od dzikich zwierząt oraz żywienie zbiorowe.

Prowadzenie działalności w zakresie rolnictwa ekologicznego związane jest ze ścisłym przestrzeganiem przepisów w tym zakresie, stałej kontroli przez jednostki certyfikujące w zakresie rolnictwa ekologicznego potwierdzonej certyfikatem.

Analiza rynku pasz ekologicznych – najważniejsze wnioski

1. W Polsce pasze ekologiczne do żywienia zwierząt wytwarzane są głównie na potrzeby własne w gospodarstwach ekologicznych.
2. Produkcja gotowej paszy ekologicznej jest prowadzona głównie poza granicami Polski.
3. Obserwowana jest duża segmentacja rynku pasz.

Ponieważ w Polsce uprawy roślin genetycznie zmodyfikowanych nie są prowadzone a paszę produkowaną na własne potrzeby w gospodarstwach ekologicznych są wytwarzane z roślin, które nie są modyfikowane genetycznie (np. trawy) ryzyko zanieczyszczenia przez GMO w tym wypadku jest znikome.

I.2 Badanie ankietowe, dotyczące wykorzystania i produkcji pasz ekologicznych wśród gospodarstw ekologicznych

W ramach badania potencjalnych przypadków zanieczyszczeń pasz przez GMO, przygotowano ankietę skierowaną głównie do producentów ekologicznych. Ankieta była anonimowa i została udostępniona na stronie internetowej IHAR-PIB w zakładce projekty ekologiczne.. Informację o ankiecie z prośbą o jej wypełnienie przekazano producentom ekologicznym poprzez jednostki certyfikujące.

Analiza ankiet – najważniejsze wnioski

1. Dokumenty księgowe dotyczące zakupu pasz nie są przechowywane przez 36% ankietowanych.
2. Większość respondentów (67%) nie ma opracowanych instrukcji czyszczenia urządzeń do mieszania pasz a czyszczenie maszyn odbywa się tylko doraźnie w przypadku stwierdzenia zanieczyszczenia (44%).
3. W wielu gospodarstwach nie ma instrukcji do czyszczenia maszyn (67%) oraz nie rejestruje się procesu czyszczenia maszyn (82%).
4. Certyfikowany materiał siewny jest kupowany przez 43% rolników.
5. W ponad 50% gospodarstwach stosuje się pasze importowane.
6. Głównym składnikiem pasz jest kukurydza oraz soja.

Na podstawie analizy wyników ankiety udało się nam zdefiniować potencjalne sytuacje, które mogłyby świadczyć, że stwierdzona domieszka GMO w paszy jeśli nie jest większa niż 0,9% zgodnie z rozporządzeniem 1829/2003 i nie jest większa niż 0,1% zgodnie z rozporządzeniem 619/2011 może być uznana za niemożliwą do uniknięcia.

W gospodarstwie:

- a) stosuje się certyfikowany materiał siewny,
- b) stosuje się ekologiczne komponenty do pasz i pasze,
- c) przechowuje się dokumentację dotyczącą zakupionych i wykorzystywanych komponentów do pasz i pasz,
- d) opracowano system okresowego czyszczenia maszyn wykorzystywanych do produkcji pasz i prowadzi się jego rejestr,

II. Analiza przypadków potencjalnych zanieczyszczeń pasz przez GMO, z uwzględnieniem różnych interesariuszy (producentów pasz i komponentów do pasz, producentów żywności ekologicznej, importerów pasz i komponentów ekologicznych).

II.1 Organizacja systemu kontroli w rolnictwie ekologicznym w Polsce.

Funkcjonowanie systemu kontroli i certyfikacji w rolnictwie ekologicznym jest podstawowym gwarantem dla konsumenta, że środki spożywcze znajdujące się na rynku wyprodukowane zostały zgodnie z obowiązującymi przepisami dotyczącymi rolnictwa ekologicznego i są wolne od zanieczyszczeń, takich jak: pozostałości środków ochrony roślin i hormonów, a podczas ich produkcji nie stosowano nawozów sztucznych i organizmów zmodyfikowanych genetycznie. Stosowanie w produkcji ekologicznej organizmów zmodyfikowanych genetycznie (GMO) jest zabronione. Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi odpowiedzialny jest za upoważnianie jednostek certyfikujących do przeprowadzania kontroli oraz wydawania lub cofania certyfikatów w rolnictwie ekologicznym. Inspekcja Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych odpowiedzialna jest za sprawowanie nadzoru nad jednostkami certyfikującymi oraz nad produkcją ekologiczną. W ramach nadzoru nad jednostkami certyfikującymi i nadzoru nad produkcją ekologiczną Inspekcja Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych współpracuje z:

- Państwową Inspekcją Ochrony Roślin i Nasiennictwa – w zakresie wegetatywnego materiału rozmnożeniowego i nasion do celów uprawy,
- Inspekcją Weterynaryjną – w zakresie pasz,
- Inspekcją Handlową w zakresie wprowadzania do obrotu detalicznego produktów wymienionych w art. 1 ust. 2 lit. a lub b rozporządzenia nr 834/2007,
- Polskim Centrum Akredytacji – jako organem akredytującym jednostki certyfikujące.

Jednostki Certyfikujące w rolnictwie ekologicznym, których jest w Polsce aktualnie 12, są upoważnione do przeprowadzania kontroli oraz wydawania i cofania certyfikatów w zakresie rolnictwa ekologicznego. Przepisy rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych stosuje się na wszystkich etapach produkcji, przygotowania i dystrybucji produktów oraz ich kontroli, jak też stosowania oznaczeń odnoszących się do produkcji ekologicznej do następujących produktów pochodzenia rolnego (w tym pochodzących z akwakultury):

- a) żywe lub nieprzetworzone produkty rolne,
- b) przetworzone produkty rolne przeznaczone do spożycia,
- c) pasze,
- d) wegetatywny materiał rozmnożeniowy i nasiona do celów uprawy, drożdże przeznaczone do spożycia lub używane jako pasze.

Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi z mocy rozporządzenia sporządziło wykaz krajowych laboratoriów urzędowych i referencyjnych na potrzeby rolnictwa ekologicznego (Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26 maja 2015 r. w sprawie laboratoriów urzędowych i referencyjnych oraz zakresu analiz wykonywanych przez te laboratoria Dz.U. 2015 poz. 795). Laboratorium takie musi spełniać wymogi określone w art. 12 rozporządzenia nr 882/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie kontroli urzędowych przeprowadzanych w celu sprawdzenia zgodności z prawem paszowym i żywnościowym oraz regułami dotyczącymi

zdrowia zwierząt i dobrostanu zwierząt (Dz. Urz. UE L 165 z 30.04.2004, str. 1, z późn. zm.; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 3, t. 45, str. 200).

Analizy obecności i zawartości modyfikacji genetycznych w rolnictwie ekologicznym prowadzone są przez 3 laboratoria urzędowe w Polsce:

1. Laboratorium J.S. Hamilton Poland S.A. , ul. Chwaszczyńska 180, 81-571 Gdynia
2. Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Centralne Laboratorium, Pracownia Badania GMO, ul. Żwirki i Wigury 73, 87-100 Toruń
3. Laboratorium w Zakładzie Higieny Pasz Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego , al. Partyzantów 57 24-100 Puławy

Prócz wyżej wymienionych funkcjonują na mocy w/w rozporządzenia 2 laboratoria referencyjne:

1. Laboratorium Kontroli Genetycznie Modyfikowanych Organizmów, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Radzików 05-870 Błonie, w zakresie: produkty żywnościowe, pasze i komponenty do pasz, rośliny uprawne, nasiona;
2. Laboratorium w Zakładzie Higieny Pasz Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego, al. Partyzantów 57 24-100 Puławy, w zakresie: pasze.

II.2. Analiza urzędowej kontroli produkcji ekologicznej – najważniejsze wnioski

- Kontrola ekologicznego materiału siewnego jest prowadzona w małym zakresie.
- Kontrola paszy ekologicznej jest prowadzona w zakresie ok. 30 prób rocznie.
- Kontrola produkcji paszy na własny użytek jest prowadzona (ok. 200 prób).
- Z analizy systemu wczesnego ostrzegania (RASf) wynika, że nieautoryzowane GMO nie są znajdowane w paszy ekologicznej (znajdowane są w żywności ekologicznej i paszy konwencjonalnej).
- Zastosowanie metod analiz GMO wymaga harmonizacji – problem z zakresem metod przesiewowych i dalszymi badaniami.
- Analizowanie próbek takich jak jaja kurze, mleko, nie ma sensu z analitycznego punktu widzenia.

II.3 Analizy molekularne zebranych prób paszy pod kątem wykrywania, identyfikacji i ilościowego oznaczenia GMO.

Stały wzrost liczby stosowanych modyfikacji genetycznych, wiele odmian GMO autoryzowanych w Unii Europejskiej, rosnąca popularność *stacked events* oraz przypadki nieautoryzowanych GMO, generują nie tylko wzrost kosztów i trudności w identyfikacji modyfikacji GMO, ale powodują również że dotychczasowe schematy badań przesiewowych na obecność często spotykanych GMO stają się coraz mniej użyteczne. Istnieje zapotrzebowanie na metody przesiewowe (skriningowe), dzięki którym będzie można szybko i w ekonomicznie uzasadniony sposób oznaczyć wiele zdarzeń transformacyjnych podczas jednej analizy. Badania przesiewowe GMO są konieczne w celu szybkiej i wiarygodnej identyfikacji próbek zawierających materiał zmodyfikowany genetycznie i wykluczenia z dalszych analiz próbek niezawierających GMO. Potrzebne są metody przesiewowe pozwalające na wykrycie szerokiego

spektrum autoryzowanych i nieautoryzowanych GMO. Pamiętać jednak że zastosowane wyłącznie, nie pozwalają na identyfikację konkretnego zdarzenia transformacyjnego (konkretnej modyfikacji, np. MON810).

II.3.1 Analizy przesiewowe (wykrywanie GMO)

W rutynowych analizach wykonywanych przez laboratoria, do badań trafiają często próby o nieznanym składzie i obecności elementów transgenicznych. Przeprowadzenie analizy przesiewowej dostarcza informacji na temat składu gatunkowego próbki, obecności elementów genetycznych najczęściej stosowanych w konstrukcjach do transformacji, a w konsekwencji prowadzić może do zastosowania właściwej metody, specyficznej dla zdarzenia transformacyjnego, umożliwiającej określenie procentowego udziału GMO w próbce. Badania przesiewowe w Unii Europejskiej wykonywane są techniką PCR, która jest właściwa do analiz GMO w całym łańcuchu żywnościowym. W efekcie możliwa jest ocena zgodności z prawem występowania danego GMO na terenie UE i podjęcie decyzji co do znakowania produktu GM zgodne z prawem UE.

Podczas badania przesiewowego próbka analizowana jest na obecność elementów najczęściej występujących w konstrukcjach używanych do transformacji. Są to elementy regulatorowe jak promotory czy terminatory oraz geny markerowe, lub geny warunkujące popularne cechy agronomiczne np. *epsps*, *pat/bar* czy geny z rodziny *cry*. W analizach transgenicznych roślin, materiału siewnego czy pasz pochodzenia roślinnego, najczęściej oznaczanymi elementami są promotor CaMV35S wirusa mozaiki kalafiora (ang. *cauliflower mosaic virus*- CaMV), który wprowadzany był do wielu odmian transgenicznej kukurydzy czy soi, terminator syntazy nopalinowej *Agrobacterium tumefaciens* (*t-nos*), czy promotor FMV z wirusa mozaiki trędownika (z ang. *Figworth mosaic virus*). Ze względu na wzrost różnorodności wprowadzanych do roślin elementów genetycznych, stosowane dotychczas proste metody przesiewowe oparte na wykrywaniu tylko kilku elementów nie są już wystarczające muszą być uzupełnione o nowe sekwencje regulatorowe jak promotor aktywny, ubikwityny, terminator T35S, czy geny warunkujące popularne cechy obecne w GMO jak geny *nptII*, *bla*, *cry1Ab* czy *cp4-epsps*. Jeśli próbka okaże się pozytywna podczas testów przesiewowych, konieczne może być przeprowadzenie dalszych analiz stwierdzających czy mamy do czynienia z autoryzowanym czy nieautoryzowanym GMO. W przypadku wykrycia nieautoryzowanego GMO dalsze analizy nie są konieczne, ponieważ w UE obowiązuje zerowa tolerancja na takie przypadki i materiał taki nie może się znaleźć na wspólnotowym rynku. Możliwe jest także wykonanie oznaczenia zawartości GMO metodą ilościowego PCR, w przypadku wykrycia autoryzowanej modyfikacji, lub gdy dotyczy to pasz z GMO dla którego autoryzacja wygasła.

II.3.2 Analizy specyficzne dla modyfikacji genetycznych (identyfikacja GM)

W przypadku wykrycia elementów DNA charakterystycznych dla GMO należy wykonać analizy specyficzne dla danej modyfikacji genetycznej. Takie analizy pozwalają na stwierdzenie autoryzowanych lub nieautoryzowanych GMO w badanej próbce. W przypadku stwierdzenia obecności nieautoryzowanych GMO taki produkt nie może znajdować się w obrocie w UE.

II.3.3 Analizy ilościowe

Rozporządzenie 1829/2003 ustanawia dopuszczalne progi autoryzowanych GMO w paszy. Pasze zawierające GMO, wytworzone z GMO lub zawierające GMO nie muszą być oznakowane tylko jeśli domieszka ta jest nie większa niż 0,9% w przeliczeniu na składnik pod warunkiem, że obecność jest przypadkowa lub nieunikniona technicznie. Dlatego aby ocenić zgodność danej paszy z wymaganiami powyższego rozporządzenia należy wykonać analizy ilościowe i zsumować ilość modyfikacji genetycznych dla konkretnego gatunku.

W laboratorium przeanalizowano 42 próbki z czego 16 zostało dostarczonych przez jednostki certyfikujące w produkcji ekologicznej. Pozostałe 26 próbek otrzymano lub zakupiono od dystrybutorów pasz i karm ekologicznych.

Pełne spektrum analiz wykonano dla 27 z 42 próbek. W 4 próbkach wykryto elementy skringowe, w 3 próbkach 5 elementów w 1 próbce 4 elementy. Zidentyfikowano 3 modyfikacje genetyczne soi: GTS 40-3-2, 89788, 87701. Ilościowo oszacowano zawartości soi GTS 40-3-2, 89788. W jednym przypadku zawartość soi GTS 40-3-2 przekraczała poziom 0,9%. W pozostałych przypadkach zawartość GMO była poniżej granicy wykrywalności (LOQ)

Wyniki analiz laboratoryjnych- najważniejsze wnioski

- analizy screeningowe powinny być dopasowane do składu gatunkowego próby,
- izolacja DNA z niektórych próbek, może być utrudniona,
- czasem obecne DNA gatunku, którego nie ma w składzie
- identyfikacja nieautoryzowanych GMO utrudniona ze względu na brak CRM
- analizy ilościowe najczęściej poniżej 0,9% w odniesieniu do składnika

Na wstępnym etapie analiz GMO można przeprowadzić reakcję PCR (łańcuchowej reakcji polimerazy), która pozwala na zbadanie składu paszy pod kątem obecności roślin uprawnych, których modyfikacje genetyczne znajdują się w obrocie. W obrocie znajdują się najczęściej modyfikacje genetyczne kukurydzy, soi i rzepaku. Ponadto w UE jako pasza zostały również dopuszczone modyfikacje bawełny i buraków cukrowych. Taka działanie jest szczególnie polecane kiedy nie mamy informacji o składzie gatunkowym badanej próby lub istnieje uzasadnione podejrzenie, że skład paszy może być różny od składu deklarowanego. Zastosowanie analizy skringowej pozwala na wykrycie najczęściej występujących elementów DNA w różnych modyfikacjach genetycznych. Te same elementy DNA są wprowadzane do różnych GMO. W przeprowadzonych analizach zastosowano skring 7 elementowy. Na podstawie analizy wyników badań skringowych możemy wytypować GMO, które zawierają wykryte elementy. Dla tych GMO należy następnie przeprowadzić analizy pozwalające na ich identyfikację. Każde autoryzowane w UE może być zidentyfikowane poprzez unikatową sekwencję DNA obejmującą fragment DNA genomowego i DNA charakterystyczne dla wprowadzonego konstruktów genetycznego

IV. Analiza obowiązujących przepisów prawa w Polsce i UE, dotyczących obecności GMO w produkcji ekologicznej. Badanie to obejmowało wykonanie przeglądu aktów prawnych UE regulujących produkcję ekologiczną oraz wykorzystanie GMO w produkcji żywności i pasz.

IV.1 Wprowadzenie

Przepisy regulujące prowadzenie produkcji ekologicznej w Unii Europejskiej wyraźnie zakazują stosowania w tej produkcji organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO). Jednocześnie jednak zarówno systemy produkcji wykorzystujące GMO jak i inne, powinny ze sobą współwystępować. Ułatwieniu współistnienia takich systemów na rynku służą przepisy określające warunki prowadzenia oraz znakowania produktów ekologicznych oraz produktów zawierających bądź wyprodukowanych z GMO. W praktyce dochodzi jednak niekiedy do wykrycia obecności GMO w produktach ekologicznych czy innych. Pojawia się wówczas pytanie od właściwą reakcję inspekcji i organów certyfikujących na takie zdarzenia, a także potencjalnych konsekwencji dla producenta takiego materiału. Niniejsze opracowanie służy wskazaniu konsekwencji wystąpienia GMO w produktach, w różnego rodzaju sytuacjach.

IV.3.2 Występowanie GMO w produktach oznaczonych jako ekologiczne

Postanowienia art. 24 ust. 2 rozporządzenia 1829/2003/WE w zw. z art. 9 ust. 2 rozporządzenia 834/2007/WE wskazują, że produkt, w którym nawet znajduje się nieznaczna domieszka GMO, nieprzekraczająca progu 0,9%, może być oznaczony jako ekologiczny, o ile owa domieszka jest efektem przypadku bądź jej występowanie było technicznie nieuniknione. Wystąpienie takiej domieszki może być efektem zmieszania na różnych etapach produkcji – jeszcze w elewatorze, w młynie czy np. w magazynie sprzedawcy¹.

W przypadku wystąpienia takiej domieszki pojawia się problem tego jaka powinna być odpowiednia reakcja organów bądź instytucji certyfikującej. W pierwszym rzędzie należy zauważyć, że zgodnie z art. 59 rozporządzenia 889/2008/WE, znaki towarowe i opisy handlowe noszące oznaczenia takie jak „bio” czy „eko”² mogą być stosowane tylko wtedy, gdy zawartość materiału paszowego z ekologicznej metody produkcji wynosi co najmniej 95 % suchej masy produktu. Należy jednak pamiętać, że produkt objęty wyjątkiem z art. 24 ust. 2 nadal może być produktem ekologicznym, co oznacza, że jego wykorzystanie nie ma wpływu na możliwość stosowania ww. oznaczeń.

Zasadniczo można wyróżnić cztery sytuacje, w których w produkcie oznaczonym jako ekologiczny dochodzi do wykrycia GMO:

1. zostaje stwierdzona obecność GMO niedopuszczonego do obrotu na terenie Unii,
2. zostaje stwierdzona obecność GMO dopuszczonego do obrotu, ale wprowadzonego tam celowo,

¹ Zob. szerzej E. Castellari et al., *Food processor and retailer non-GMO standards in the US and EU and the driving role of regulations*, „Food Policy”, 2018, t.78, s. 30 i nast.

² Zob. szerzej art. 23 ust. 1 rozporządzenia nr 834/2007/WE.

3. zostaje stwierdzona obecność GMO dopuszczonego do obrotu, wprowadzonego przypadkiem, ale przekraczająca dopuszczalne prawnie progi,
4. zostaje stwierdzona obecność GMO w ilości do 0,9% włącznie, obliczanej dla każdego składnika osobno, przy czym obecność ta jest efektem przypadku bądź technicznie nieunikniona.

Wymagania dotyczące produkcji ekologicznej dotyczą w głównej mierze samego procesu produkcji, nie zaś właściwości produktu będącego jej efektem. Oznacza to, że spożywcze produkty ekologiczne mają spełniać zasadniczo te same kryteria co produkty wytworzone innymi metodami z zastrzeżeniem, że w procesie ich wytwarzania przestrzegano zasad produkcji ekologicznej. Dotyczy to również obecności GMO w tych produktach. Reakcja na wykrycie przypadkowej domieszki GMO w produkcji ekologicznej nie powinna zatem różnić od reakcji na wykrycie go w innej produkcji, który nie jest oznaczony jako produkt zawierający bądź wytworzony z GMO. W każdym z wyżej wymienionych scenariuszy reakcja powinna być różna.

Analiza prawna – najważniejsze wnioski

- Pasze ekologiczne mogą zawierać autoryzowane w UE GMO w ilości nie większej niż 0,9% w przeliczeniu na składnik, jeśli zawartość ta jest przypadkowa lub nieunikniona technicznie
- Pasze ekologiczne mogą zawierać nieautoryzowane w UE GMO w ilości nie większej niż 0,1% w przeliczeniu na składnik zgodnie z wymaganiami rozporządzenia 619/2011.
- Certyfikacja produkcji ekologicznej jest sposobem zapewnienia zgodności z rozporządzeniem (WE) NR 834/2007

Propozycja postępowania w przypadku stwierdzenia zanieczyszczenia pasz przez GMO

Producenci paszy powinni dołożyć wszelkich starań aby uniknąć domieszki GMO w produkcji paszy ekologicznej. Należy również zaznaczyć, że w paszy oznakowanej jako ekologiczna mogą znajdować się jedynie przypadkowe lub nieuniknione technicznie domieszki GMO autoryzowanych do stosowania jako pasze zgodnie z rozporządzeniem 1829/2003.

Na podstawie analizy zebranych danych, wyników ankiety oraz przeprowadzonych analiz udało się nam zdefiniować potencjalne sytuacje, które mógłby świadczyć, że stwierdzona domieszka GMO w paszy może być uznana za niemożliwą do uniknięcia.

a) W gospodarstwie stosuje się certyfikowany materiał siewny.

Ponieważ w UE nie określono progów domieszek GMO dla materiału siewnego, należy zakładać, że materiał siewny oznakowany jako konwencjonalny lub ekologiczny nie zawiera nasion GM. Polityka „zero tolerancji” dla GMO w materiale siewnym jest realizowana przez tzw „techniczne zero” czyli wykrywanie GMO w zakresie wyznaczonej dla kontroli w laboratorium granicy wykrywalności. Dlatego jeśli producent ekologiczny kupuje certyfikowany materiał siewny należy uznać, że dołożył wszelkich starań aby uniknąć domieszki GMO. Gdyby w zakupionym materiale siewnym znajdowały się śladowe domieszki (poniżej granicy wykrywalności) autoryzowanych do uprawy w UE GMO, które zostałyby później wykryte w plonie należałoby uznać taką sytuację za niemożliwą do uniknięcia ponieważ producent dołożył wszelkich starań aby nie stosować GMO w swoim gospodarstwie.

b) W gospodarstwie monitoruje się pole w trakcie konwersji gospodarstwa z upraw GMO.

Prowadzenie produkcji ekologicznej w odpowiednim środowisku jest jednym z wymagań stawianym gospodarstwom, które chcą rozpocząć taką działalność. Potencjalnym problemem może być wcześniejsza uprawa roślin genetycznie zmodyfikowanych. Szczególną uwagę należałoby zwrócić na tzw „bank nasion” czyli ukryte w glebie nasiona będące w stanie spoczynku. Problem ten jest szczególnie ważny w przypadku długo zachowujących zdolność kiełkowania nasion np. rzepaku, które są zdolne do przetrwania w glebie nawet kilkanaście lat. Dlatego w takim wypadku należałoby monitorować pole w trakcie konwersji oraz podczas produkcji ekologicznej. Należy jednak zauważyć, że w Polsce ani w pozostałych krajach UE problem ten nie występuje ponieważ żadna modyfikacja genetyczna rzepaku nie została autoryzowana do uprawy. W przypadku upraw kukurydzy GM, której odmiany znajdują się we wspólnym katalogu roślin uprawnych ryzyko związane z bankiem nasion jest znikome. Ponadto biorąc pod uwagę fakt, że w Polsce od 2012 roku nie prowadzi się upraw kukurydzy GM można uznać, że takie ryzyko praktycznie nie występuje.

c) Domieszka jest obecna mimo przestrzegania zasad koegzystencji.

W UE dopuszczona jest produkcja ekologiczna konwencjonalna i wykorzystująca autoryzowane do uprawy rośliny GM. Zasady współistnienia mają na celu rozdzielenie tych typów produkcji rolniczej aby uniknąć domieszki GMO w produktach konwencjonalnych i ekologicznych. Podejmowane środki powinny być jednak proporcjonalne do założonych celów. W przypadku kiedy separacja produkcji ekologicznej od produkcji GMO spełniałaby wymagania dla zasad koegzystencji to obecność GMO w plonie zebranym z pól ekologicznych powinna być uznana za niemożliwą do uniknięcia. W takim przypadku należałoby uznać, że producent ekologiczny dołożył wszelkich starań aby ograniczyć domieszkę GMO w swojej produkcji. Ponieważ w Polsce nie prowadzi się aktualnie upraw GMO ryzyko wystąpienia takiej sytuacji nie występuje. Ponadto zapisane wymagania w znowelizowanej ustawie o GMM i GMO w zakresie uzyskania zgody wszystkich rolników w odległości 30 km od uprawy GM w praktyce eliminuje domieszkę GMO na ekologicznych plantacjach kukurydzy, wynikającą z przepływu genów (przekrzyżowanie).

d) W gospodarstwie stosuje się ekologiczne komponenty do pasz i pasze.

System certyfikacji produkcji ekologicznej zapewnia zgodność produkcji z wymaganiami Rozporządzeniem (WE) NR 834/2007. Jeśli ktoś kupuje produkty oznakowane jako ekologiczne nie ma podstaw aby podważać system certyfikacji, jeśli produkty spełniają wymagania wyżej wymienionego rozporządzenia, które obowiązuje na terenie całej UE. Dlatego przypadek kiedy zakupione na rynku pasze lub komponenty do pasz, zawierają nie więcej niż 0,9% GMO w przeliczeniu na składnik, należy uznać za zgodny z Rozporządzeniem (WE) NR 834/2007. Zgodność ta jest potwierdzona poprzez oznakowanie produkcji ekologicznej, która kontrolowana jest przez wyznaczone jednostki certyfikujące. W tym przypadku obecność GMO w paszy powinno się uznać za niemożliwą do uniknięcia ponieważ producent dołożył wszelkich starań aby nie stosować GMO w swoim gospodarstwie.

e) W gospodarstwie przechowuje się dokumentację dotyczącą zakupionych i wykorzystywanych komponentów do pasz i pasz.

Przechowywanie dokumentacji potwierdzającej stosowanie komponentów i pasz bez GMO jest dowodem potwierdzającym, że producent nie stosuje GMO w swoim gospodarstwie. Dokumentacja taka powinna być uznana podczas kontroli prowadzonej przez jednostkę certyfikującą za

potwierdzenie, że producent dołożył wszelkich starań aby nie stosować GMO w swoim gospodarstwie a stwierdzona obecność GMO w paszy była niemożliwa do uniknięcia.

f) W gospodarstwie opracowano system okresowego czyszczenia maszyn wykorzystywanych do produkcji pasz i prowadzi się jego rejestr.

Opracowanie systemu okresowego czyszczenia maszyn wykorzystywanych do produkcji pasz jest warunkiem koniecznym w przypadku kiedy prowadzona jest produkcja pasz z wykorzystaniem komponentów GMO i nie GMO. W niektórych przypadkach może okazać się, że pozostałości po produkcji pasz GMO są większe niż wymagany próg 0,9% w przeliczeniu na składnik. Dotyczy to sytuacji kiedy pasza GMO składa się z soi GM a produkowana w drugim cyklu pasza nie GMO nie zawiera w swoim składzie soi. W takim wypadku nawet śladowe pozostałości soi, będą skutkować przekroczeniem ustawowego progu ponieważ w paszy będzie znajdować się tylko soja GM. Dlatego okresowe czyszczenie maszyn do produkcji pasz oraz prowadzenie zapisów w postaci rejestru jest warunkiem koniecznym aby uznać, że obecność GMO w produkcji ekologicznej była niemożliwa do uniknięcia. Prowadzenie rejestru czyszczenia maszyn pozwala również zidentyfikować partie paszy, które nie powinny być oznakowane jako ekologiczne w przypadku stwierdzenia przekroczenia ustalonego progu 0,9%.

g) Producent paszy wprowadził zasady ograniczania występowania GMO w paszy ekologicznej (przechowywania, transportu, przetwarzania, kontroli dostaw etc)

Producent paszy ekologicznej powinien zdawać sobie sprawę z ryzyka wystąpienia domieszek GMO, dlatego powinien dołożyć wszelkich starań aby GMO w produkcji ekologicznej nie występowało. Starania te powinny być udokumentowane aby jednostka certyfikująca mogła podczas kontroli uznać, że domieszka GMO jest przypadkowa lub nieunikniona technicznie. Działania te powinny obejmować wszystkie potencjalne elementy produkcji ekologicznej, w których istnieje ryzyko pojawienia się domieszki GMO (przechowywanie, transport, przetwarzanie, kontrola dostaw etc). Podejmowane działania powinny być w zgodzie z obowiązującą zasadą proporcjonalności czyli nie wykraczać poza to co jest konieczne do osiągnięcia założonych celów. Dlatego jeśli producent opracował i stosuje zasady ograniczenia występowania GMO podczas przechowywania, transportu, przetwarzania czy kontroli dostaw należy uznać, że dopełnił odpowiednich starań aby w produkcji ekologicznej nie unikać GMO. W takim wypadku obecność dopuszczonych GMO nie większa niż 0,9% powinna być uznana przez jednostkę certyfikującą za niemożliwą do uniknięcia.

Podsumowanie

Produkcja pasz ekologicznych w UE może być prowadzona w mieszalniach, które wytwarzają również pasze konwencjonalne i pasze oznakowane jako GMO. Jednak nawet wytwarzanie pasz wyłącznie z komponentów ekologicznych nie eliminuje ryzyka, że pasza będzie zupełnie wolna od GMO. Zgodnie z Rozporządzeniem 1829/2003 w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności i pasz komponenty do pasz i pasze ekologicznych zawierające GMO w ilości nie większej niż 0,9% mogą być oznakowane jako ekologiczne jeśli zawartość ta jest przypadkowa lub technicznie nie do uniknięcia. Rozporządzenie (WE) nr 834/2007 nakazuje stosowanie tego zapisu również w produkcji ekologicznej. W takim przypadku wykorzystanie do produkcji paszy komponentów oznakowanych jako ekologiczne, w których zawartość GMO nie jest większa niż 0,9% w przeliczeniu na składnik, może być źródłem śladowych domieszek GMO w paszy ekologicznej. Ponadto zgodnie z Rozporządzeniem 619/2011 w

ustanawiające metody pobierania próbek i dokonywania analiz do celów urzędowej kontroli paszy pod kątem występowania materiału genetycznie zmodyfikowanego, dla którego procedura wydawania zezwolenia jest w toku lub dla którego zezwolenie wygasło śladowe domieszki (nie więcej niż 0,1%) GMO, które spełniają wymagania tego rozporządzenia mogą być obecne w produktach ekologicznych.

Z analiz rynku wynika, że pasze oznakowane jako ekologiczne nie zawierają GMO lub zawierają GMO w bardzo małych ilościach tzn. poniżej progu znakowania. Oznacza to, że system certyfikacji ekologicznej produkcji paszy jest efektywny.

Uznanie czy obecność GMO w ilości nie większej niż 0,9% w przeliczeniu na składnik w paszy oznakowanej jako ekologiczna jest niemożliwa do uniknięcia wymaga przeprowadzenia indywidualnej analizy każdego przypadku. Jednostki certyfikujące powinny ocenić działania danego producenta mające na celu nie stosowanie GMO w produkcji ekologicznej. W przypadku zakupu produktów znajdujących się w obrocie odpowiednie oznakowanie powinno być uznane za wystarczający dowód na zgodność z wymaganiami produkcji ekologicznej.

Ze względu na różnice czasowe dotyczące autoryzacji genetycznie zmodyfikowanych roślin do uprawy oraz jako żywności i paszy w UE i krajach trzecich czyli asynchroniczną autoryzacją, należy oczekiwać, że problem zanieczyszczeń pasz przez GMO jak i importu do UE składników zawierających nieautoryzowane GMO będzie rósł. Problem ten dotyczy zarówno produkcji ekologicznej prowadzonej w Polsce jak i kontroli importowanych produktów ekologicznych. Aby zapewnić odpowiedni poziom kontroli należy opracować i wdrożyć w laboratoriach kontrolnych efektywny system analiz skringowych, analiz specyficznych dla konkretnych modyfikacji genetycznych oraz analiz ilościowych. Harmonizacja analiz kontroli GMO w produkcji ekologicznej jest kluczowym elementem zapewnienia zgodności produkcji ekologicznej z wymaganiami Rozporządzeniem (WE) NR 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylającym rozporządzenie.



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

Badanie możliwości redukcji agrofagów i przydatności odmian pszenżyta jarego (*Triticosecale* Wittm.) do uprawy na ziarno i na kiszonkę w siewie czystym i w mieszankach z roślinami bobowatymi w gospodarstwach ekologicznych

Pkt. 3. Uprawy polowe metodami ekologicznymi: (pszenżyto)

- 1) określenie innowacyjnych rozwiązań w ochronie przed agrofagami w ekologicznej uprawie.**
- 2) badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, „Określenie dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach;**

Kierownik badania: dr inż. Roman Warzecha

Zespół badawczy:

dr inż. Roman Warzecha (kierownik Pracowni Kukurydzy i Pszenżyta),
dr Piotr Ochodzki (kierownik Pracowni Chorób Roślin),
dr Elżbieta Małuszyńska (kierownik Pracowni Wartości Siewnej i Nasionoznawstwa),
mgr inż. Monika Żurek (Pracownia Kukurydzy i Pszenżyta).

Założenia i cel projektu

Pszenżyto odgrywa bardzo dużą rolę w polskim rolnictwie. 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. Największym producentem, pod względem powierzchni oraz poziomu produkcji, pszenżyta na świecie jest Polska. 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. Zaletą pszenżyta, w stosunku do innych zbóż, jest wyższy niż w innych zbożach udział białka o korzystnym składzie aminokwasowym, co przekłada się na jego wysoką wartość żywieniową. Ziarno pszenżyta jarego zawiera mniej włókna surowego 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 ekstensywnym, 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. 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 przeprowadzonych badań potwierdzają wysokie walory pszenżyta ozimego i jarego, jako zboża do uprawy na ziarno i na kiszonkę z całych roślin w warunkach produkcji ekologicznej.

Celem badań w 2018 roku było:

1. Określenie możliwości ograniczenia presji agrofagów, zwłaszcza chwastów i chorób grzybowych, oraz wytwarzanych przez grzyby szkodliwych mikotoksyn w uprawach metodami ekologicznymi.
2. Określenie przydatności odmian pszenżyta do uprawy na ziarno i biomasę w siewie czystym i w mieszankach z roślinami bobowatymi jako komponentami wysokobiałkowymi do produkcji pasz ekologicznych.

Materiał i metody

Badania realizowano w 2 lokalizacjach:

1. W IHAR-PIB Radzików, na certyfikowanym polu ekologicznym, zostały założone dwa ściśle doświadczenia poletkowe metodą bloków losowanych w 3 powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 20 m². W badaniach zostało wykorzystanych 7 wybranych polskich odmian pszenżyta jarego z Krajowego Rejestru (tab. 1).
2. Doświadczenie łanowe na kiszonkę z odmianą pszenżyta Puzon w siewie czystym i w siewie mieszanym zostało również założone w warunkach produkcyjnych, w certyfikowanym gospodarstwie rolnym w Łątczynie (nr certyfikatu PLEKO 01961 Mazowsze).

Tab. 1 Lista odmian pszenżyta jarego wykorzystanych w doświadczeniu w 2018 roku.

L.p.	Odmiana	Data wpisu do Krajowego Rejestru (KR)	Rok wygaśnięcia	Hodowca
1	Sopot	2015	2025	Danko HR Sp. z o.o.
2	Dublet	2006	2026	Danko HR Sp. z o.o.
3	Mazur	2014	2024	Danko HR Sp. z o.o.

4	Mamut	2016	2026	Danko HR Sp. z o.o.
5	Hugo	2018	2028	Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR
6	Andrus	2007	2019	Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR
7	Puzon	2015	2025	Danko HR Sp. z o.o.

Wyniki badań

I doświadczenie: redukcja zachwaszczenia wierzchniej warstwy gleby przed siewem

Na poletku o powierzchni 100m² zastosowano przed siewem dwukrotny oprysk gorącą wodą, w odstępie 5 dniowym. Na poletku kontrolnym nie stosowano oprysku gorącą wodą. Zastosowanie gorącej wody przyniosło bardzo dobre efekty w redukcji zachwaszczenia (foto. 1).



Foto. 1 Redukcja zachwaszczenia przy wykorzystaniu technologii gorącej wody. Z lewej: poletko kontrolne, z prawej: po oprysku gorącą wodą. (foto: R. Warzecha)

II doświadczenie: określenie wpływu gęstości siewu na agrofagi (choroby roślin i zachwaszczenie)

Zastosowane zostały 3 gęstości siewu: 400, 500 i 600 kiełkujących ziarniaków/m². Ponadto oceniony został wigor odmian po ruszeniu wegetacji. W trakcie wegetacji zostało określone porażenie przez główne choroby zbóż: mączniaka prawdziwego, rdzę brunatną, rdzę żółtą, septoriozy liści i plew oraz fuzariozę kłosów. Zostały również określone najważniejsze cechy agrotechniczne: termin kłoszenia, odporność na wyleganie, wysokość roślin. Po zbiorach zostały określone następujące parametry: plon zielonej i suchej masy, plon ziarna, wilgotność ziarna. Została również przeprowadzona analiza składu chemicznego ziarna oraz biomasy.

Analiza cech agrotechnicznych

W przypadku najważniejszych cech agrotechnicznych zaobserwowano zróżnicowanie wysokości roślin związane z zastosowaną gęstością siewu. Najwyższe były rośliny rosnące w warunkach gęstości 500 i 600n/m², natomiast najniższe- przy gęstości siewu 400 n/m². Zjawisko to ma związek ze zwiększoną konkurencją roślin o światło w gęstszym siewie. **W trakcie sezonu wegetacyjnego zaobserwowano jedynie porażenie przez rdzę brunatną. Pozostałe choroby (mączniak prawdziwy, rdza żółta, septorioza liści i plew oraz fuzarioza kłosów) nie występowały.**

Szczegółowe wyniki dotyczące najważniejszych cech agrotechnicznych oraz porażenia przez rdzę brunatną przedstawiono w tab. 2a i 2b

Tab. 2 a Zróżnicowanie wysokości roślin oraz porażenia przez rdzę brunatną badanych odmian pszenżyta jarego w warunkach różnych gęstości siewu.

Lp	Odmiana	Wysokość roślin [cm]			Porażenie przez rdzę brunatną*		
		400 n/m ²	500 n/m ²	600 n/m ²	400 n/m ²	500 n/m ²	600 n/m ²
1	Sopot	93	98	98	8,0	8,0	7,0
2	Dublet	85	98	98	6,0	5,0	4,0
3	Mazur	84	81	86	8,0	8,0	7,0
4	Mamut	82	92	95	8,0	8,0	8,0
5	Hugo	91	86	88	6,0	5,0	5,0
6	Andrus	93	95	100	8,0	8,0	7,0
7	Puzon	90	101	100	7,0	7,0	6,0
Średnia		88	93	95	7,3	7,0	6,3
Minimum		82	81	86	6,0	5,0	4,0
Maksimum		93	101	100	8,0	8,0	8,0

(*skala 1-9 gdzie 1- największe porażenie; 9-brak porażenia)

Tab. 2 b Zróżnicowanie terminu kłoszenia oraz wylegania badanych odmian pszenżyta jarego w warunkach różnych gęstości siewu

Lp	Odmiana	Termin kłoszenia			Wyleganie		
		400 n/m ²	500 n/m ²	600 n/m ²	400 n/m ²	500 n/m ²	600 n/m ²
1	Sopot	24.05	25.05	26.05	9	7	9
2	Dublet	24.05	24.05	25.05	7	8	9
3	Mazur	25.05	25.05	26.05	8	8	7
4	Mamut	25.05	24.05	25.05	9	9	8
5	Hugo	25.05	24.05	26.05	8	9	8
6	Andrus	24.05	24.05	25.05	7	9	9
7	Puzon	26.05	25.05	26.05	8	8	7

Wpływ gęstości siewu na plon ziarna pszenżyta jarego

Średnie plony ziarna przy gęstości siewu 400 nasion na 1m²wyniosły 4,04 t/ha (3,20-4,90 t/ha). Najwyższy plon uzyskano dla odmiany Mamut 4,90 t/ha. Plon powyżej 4,0 t/ha uzyskano dla odmian Sopot 4,30 t/ha, Hugo 4,28 t/ha, oraz Andrus 4,25 t/ha.

Średnie plony ziarna przy gęstości siewu 500 kiełkujących nasion na 1 m² wyniosły 4,43 t/ha. Najwyższy plon uzyskano dla odmiany Mamut 5,25 t/ha. Plon powyżej 4,0 t/ha uzyskano dla odmian Dublet 4,80, Sopot 4,65 t/ha, Mazur 4,53 t/ha, Puzon 4,20 t/ha.

Średnie plony ziarna przy gęstości siewu 600 kiełkujących nasion na 1m² wyniosły 5,06 t/ha. Najwyższy plon uzyskano dla odmiany Mamut 5,70 t/ha. Plony powyżej 5,0 t/ha uzyskano dla odmian Sopot 5,58 t/ha, Andrus 5,08 t/ha, Puzon 5,03 t/ha, Dublet 5,0 t/ha.

Szczegółowe wyniki dotyczące plonowania ziarna badanych odmian pszenżyta jarego w różnych gęstościach siewu przedstawiono w tab. 3.

Tab 3. Plon ziarna badanych odmian pszenżyta jarego w warunkach różnej gęstości siewu

Lp.	Odmiana	Plon ziarna [t/ha]		
		Gęstość 400n/m ²	Gęstość 500n/m ²	Gęstość 600n/m ²
1	Sopot	4,30	4,65	5,58
2	Dublet	3,90	4,80	5,00
3	Mazur	3,43	4,53	4,73
4	Mamut	4,90	5,25	5,70
5	Hugo	4,28	3,63	4,33
6	Andrus	4,25	3,98	5,08
7	Puzon	3,20	4,20	5,03
Średnio		4,04	4,43	5,06
Minimum		3,20	3,63	4,33
Maksimum		4,90	5,25	5,70

Wpływ gęstości siewu na skład chemiczny ziarna

Ziarno zebrane ze wszystkich wariantów gęstości siewu zostało poddane analizie pod kątem zawartości białka, skrobi oraz wilgotności (Tab. 4). Nie zaobserwowano istotnych różnic wynikających z różnej gęstości siewu. Średnia zawartość białka kształtowała się na poziomie 12 %, a skrobi na poziomie 55%. Zawartość białka wykazywała zróżnicowanie odmianowe. Najwięcej białka zawierało ziarno odmian Mamut (średnio 12,79 %) oraz Sopot (średnio 12,61 %). Najmniej białka zawierało ziarno odmian Hugo (średnio 11,33 %) i Dublet (11,93 %).

Tab. 4 Wyniki analizy składu chemicznego ziarna badanych odmian

Lp	Odmiana	Gęstość 400n/m ²			Gęstość 500n/m ²			Gęstość 600n/m ²		
		Białko [%]	Wilg [%]	Skrobia [%]	Białko [%]	Wilg [%]	Skrobia [%]	Białko [%]	Wilg [%]	Skrobia [%]
1	Sopot	12,97	12,38	54,8	12,27	11,68	55,1	12,58	11,96	55,5
2	Dublet	12,59	11,77	55,2	12,07	11,87	56,2	11,13	11,29	55,3
3	Mazur	12,16	11,58	55,3	12,02	11,68	55,2	12,52	11,07	55,2
4	Mamut	13,24	11,11	55,6	13,28	11,61	55,1	11,86	12,31	55,6
5	Hugo	11,76	13,26	55,8	10,68	12,77	55,6	11,56	12,6	55,2
6	Andrus	12,07	12,67	54,7	11,5	12,22	54,9	12,25	12,04	55,3
7	Puzon	12,25	12,33	55,7	12,13	12,42	55,6	12,53	12,39	55,9
Średnia		12,4	12,2	55,3	12,0	12,0	55,4	12,1	12,0	55,4
Minimum		11,8	11,1	54,7	10,7	11,6	54,9	11,1	11,1	55,2
Maksimum		13,2	13,3	55,8	13,3	12,8	56,2	12,6	12,6	55,9

Wpływ gęstości siewu na plon biomasy pszenżyta jarego

Przy gęstości 400 kiełkujących nasion na 1m² średni plon zielonej masy wyniósł 14,7 t/ha, a suchej masy 6,8 t/ha. Najwyższe plony uzyskano dla odmiany Andrus – zielonej masy 14,7 t/ha i suchej masy 8,8 t/ha. Ta odmiana wykazała zawartość suchej masy przy zbiorze 60,0%, przy średniej zawartości wszystkich odmian 62,3% (58,8 – 65,5%).

Przy gęstości 500 kiełkujących nasion na m² średni plon zielonej masy wyniósł 13,1 t/ha, a średni plon suchej masy 8.4 t/ha. Najwyższe plony zielonej masy uzyskano dla odmian Mazur 14,6 t/ha, Mamut 14,3 t/ha, Andrus 14,0 t/ha oraz Puzon 13,9 t/ha. Najwyższe plony suchej masy uzyskano dla odmian

Dublet 9,1 t/ha, Puzon 9,0 t/ha, Mamut 8,8 t/ha, Mazur 8,5 t/ha oraz Andrus 8,4 t/ha. Średnia zawartość suchej masy przy zbiorze wyniosła 64,7% (58,0 – 75,5%).

Przy gęstości 600n/m² średni plon zielonej masy wyniósł 15,3 t/ha, a średni plon suchej masy 9,0 t/ha. Najwyższe plony zielonej masy uzyskano dla odmian Mazur 17,6 t/ha, Mamut 17,3 t/ha oraz Andrus 16,8 t/ha. Najwyższe plony suchej masy uzyskano dla odmian Mazur 9,8 t/ha, Mamut 9,7 t/ha oraz Andrus 9,4 t/ha. Średnia zawartość suchej masy przy zbiorze wyniosła 59,9% (55,7 – 69,3%).

Szczegółowe wyniki dotyczące plonowania biomasy badanych odmian pszenżyta jarego w warunkach różnych gęstości siewu przedstawiono w tab. 5.

Tab. 5 Plon biomasy całych roślin pszenżyta jarego w warunkach różnych gęstości siewu

Lp	Odmiana	Gęstość 400n/m ²			Gęstość 500n/m ²			Gęstość 600n/m ²		
		Plon zielonej masy [t/ha]	Zawartość suchej masy [%]	Plon suchej masy [t/ha]	Plon zielonej masy [t/ha]	Zawartość suchej masy [%]	Plon suchej masy [t/ha]	Plon zielonej masy [t/ha]	Zawartość suchej masy [%]	Plon suchej masy [t/ha]
1	Sopot	10,6	64,0	6,7	11,2	66,2	7,4	16,0	56,3	9,0
2	Dublet	8,6	65,5	5,6	12,1	75,5	9,1	12,6	69,3	8,7
3	Mazur	11,2	58,8	6,6	14,6	58,0	8,5	17,6	55,7	9,8
4	Mamut	9,8	62,0	6,1	14,3	61,8	8,8	17,3	55,8	9,7
5	Hugo	11,0	61,4	6,7	12,0	66,5	7,9	11,6	66,2	7,7
6	Andrus	14,7	60,0	8,8	14,0	59,8	8,4	16,8	55,7	9,4
7	Puzon	10,8	64,7	7,0	13,9	65,0	9,0	14,8	60,3	8,9
	Średnia	10,9	62,3	6,8	13,1	64,7	8,4	15,3	59,9	9,0
	Minimum	8,6	58,8	5,6	11,2	58,0	7,4	11,6	55,7	7,7
	Maksimum	14,7	65,5	8,8	14,6	75,5	9,1	17,6	69,3	9,8

Wpływ gęstości siewu na skład chemiczny ziarna

Zebraną zieloną masę poddano analizie fizykochemicznej na aparacie *Infaxact* w celu określenia parametrów jakościowych. Oznaczono zawartość białka, BNW (bezażotowych związków wyciągowych – cukrów zapasowych), tłuszczu, włókna detergentowego kwaśnego (ADF) neutralnego (NDF) i włókna surowego. Wyniki analizy składu chemicznego biomasy przedstawiono w tab. 6

Tab. 6 Wyniki analizy składu chemicznego biomasy (*- wynik poza kalibracją)

Lp	Odmiana	Gęstość siewu	ADF	Białko	BNW	MO	NDF	Popiół	Sucha masa	Tłuszcz	Włókno
			w [%] w kg brutto								
1	Sopot	400	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		500	40,28	-	59,32	86,09	65,08	4,46	90,95	1	35,49
		600	37,36	1,48	54,62	85,15	62,71	4,22	90,93	1,1	33,62
2	Dublet	400	40,25	-	63,22	86,13	70,3	3,6	90,53	0,5	36,17
		500	38,94	2,22	56,73	86,05	67,56	4,39	91,15	1	34,96
		600	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	Mazur	400	*	*	*	*	*	*	*	*	*

		500	38,16	-	61,23	85,1	64,87	4,48	90,05	0,89	32,76
		600	35,27	-	61,23	85,19	61,82	4,26	90,57	0,86	30,13
4	Mamut	400	42,23	1,05	54,75	85,13	69,19	4,42	89,59	0,62	36,11
		500	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		600	39,41	1,32	53,54	84,46	66,16	4,38	90	0,85	33,61
5	Hugo	400	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		500	34,99	-	60,97	84,3	63,82	4,63	90,89	1,35	34,09
		600	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	Andrus	400	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		500	43,34	-	57,21	85,35	72,08	3,85	90,06	0,57	39,76
		600	40,76	1,58	53,6	86,9	67,46	4,46	92,15	1,06	38,55
7	Puzon	400	43,52	-	57,18	86,71	73,41	3,37	91,52	0,48	39,03
		500	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		600	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Podzadanie 2

Porównanie cech użytkowych pszenżyta jarego w siewie czystym i w mieszankach z roślinami bobowatymi w uprawie na ziarno i na kisonkę z całych roślin.

Zostały przeprowadzone 2 doświadczenia poletkowe z 2 odmianami pszenżyta jarego (Mazur, Hugo) na ziarno i kisonkę w siewie czystym i w siewie mieszanym z łubinem wąskolistnym, łubinem żółtym i grochem pastewnym. Został określony plon zielonej i suchej masy we wszystkich wariantach wysiewu. Plon biomasy badanych odmian pszenżyta w siewie czystym oraz mieszankach został przedstawiony w tab. 7. W doświadczeniu na ziarno określony został plon oraz udział komponentu zbożowego i nasion bobowatych.

Plon ziarna badanych odmian pszenżyta jarego w siewie czystym oraz w mieszankach przedstawiono w tab.

Tab. 7 Plon świeżej oraz suchej masy badanych odmian pszenżyta jarego w siewie czystym oraz w mieszankach

Wariant	Plon zielonej masy [t/ha]	Sucha masa [%]	Plon suchej masy [t/ha]	Wariant	Plon zielonej masy [t/ha]	Sucha masa [%]	Plon suchej masy [t/ha]
M+ł1	30,0	27,5	8,3	H+ł1	31,2	28,5	8,9
M+ł2	25,8	26,7	6,9	H+ł2	24,6	27,5	6,8
M+G	31,8	30,5	9,7	H+G	29,4	29,5	8,7
M	29,4	30,1	8,8	H	28,8	29,5	8,5

Ł1	18,6	29,5	5,5	Ł1	19,8	31,5	6,2
Ł2	15,0	28,5	4,3	Ł2	16,8	26,5	4,5
G	21,6	30,5	6,6	G	23,4	29,5	6,9

Tab. 8 Plon ziarna badanych odmian pszenżyta jarego w siewie czystym oraz w mieszankach

Wariant	Plon [t/ha]	Udział komponentu zbożowego [%]	Wariant	Plon [t/ha]	Udział komponentu zbożowego [%]
M+Ł1	6,5	35	H+Ł1	5,6	37
M+Ł2	5,8	30	H+Ł2	5,5	32
M+G	5,5	34	H+G	5,6	36
M	4,9	-	H	4,8	-
Ł1	3,1	-	Ł1	3,3	-
Ł2	2,5	-	Ł2	2,8	-
G	3,6	-	G	3,9	-

M- pszenżyto jare odmiana Mazur; H- pszenżyto jare odmiana Hugo; Ł1- łubin wąskolistny odmiana Wars; Ł2- łubin żółty; G- groch pastewny Lasso

Doświadczenie łanowe na kiszonce z odmianą pszenżyta Puzon w siewie czystym i w siewie mieszanym zostało również założone w warunkach produkcyjnych, w certyfikowanym gospodarstwie rolnym w Łątczynie (nr certyfikatu PLEKO 01961) (Mazowsze). Został określony plon suchej masy oraz plon ziarna brutto w badanych wariantach wysiewu. Najwyższy plon suchej masy uzyskano w wariacie siewu mieszanki pszenżyta z grochem Mentor. Najniższy plon suchej masy uzyskano w wariacie siewu mieszanki pszenżyta z łubinem Wars. W przypadku użytkowania na ziarno, najwyższy plon uzyskano w siewie czystym oraz w mieszance z grochem Lasso. Wyniki przedstawiono w tab. 9.

Tab. 9. Plonowanie pszenżyta jarego, odmiana Puzon, w siewie czystym oraz w mieszankach z grochem i łubinem

Wariant	Plon suchej masy [t/ha]	Plon ziarna brutto [t/ha]
Puzon	6,0	3,7
Puzon + groch Lasso	6,7	3,1
Puzon + groch Mentor	7,0	2,9
Puzon + łubin Wars	4,5	1,5

Podzadanie 3

Badanie odporności pszenżyta jarego na choroby grzybowe oraz określenie akumulacji mikotoksyn

Ważnym elementem przeprowadzonych badań jest ocena odporności na fuzariozę kłosów i badanie czynników ograniczających zawartość mikotoksyn w ziarnie. Określona została zdrowotność ziarna: obecność zarodników sporyszu, porażenie ziarna przez grzyby fuzaryjne, zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie (DON – deoksyniwalenol, ZEA – zearalenon) w ziarnie porażonym naturalnie.

Założone zostało doświadczenie infekcyjne. Kłosa badanych odmian zostały sztucznie inokulowane (porażone) *Fusarium culmorum* poprzez dwukrotny oprysk zawiesiną zarodników grzybów w okresie kwitnienia. Oceniony został stopień porażenia kłosów, a zebrane ziarno zostało poddane analizie zawartości mikotoksyn fuzaryjnych.

Ziarno zebrane z badanych odmian pszenżyta jarego, w warunkach naturalnego porażenia, wykazywało wysoki poziom zdrowotności, oraz niski poziom zawartości toksyn fuzaryjnych (poniżej wartości granicznych: DON- 1250 ppb; ZEA- 100ppb). Deoksyniwalenol (DON) obecny był jedynie w ziarnie odmiany Andrus. Zearalenon był obecny w ziarnie wszystkich badanych odmian. Szczegółowe wyniki dotyczące zawartości mikotoksyn zawarto w tab. 10.

Tab. 10 Zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie pszenżyta jarego

Lp.	Odmiana	Infekcja naturalna		DON [ppb] Sztuczna inokulacja	
		DON [ppb]	ZEA[ppb]	Mieszanina izolatów <i>Fusarium</i>	<i>F.culmorum</i> ZFR 112
1	Sopot	nd	52,5	1000	450
2	Dublet	nd	45,5	280	630
3	Mazur	nd	37,8	640	220
4	Mamut	nd	40,0	śl.	śl.
5	Hugo	nd	58,0	980	śl.
6	Andrus	270	49,1	330	sl
7	Puzon	nd	37,6	330	śl.

W warunkach sztucznej inokulacji zarodnikami *Fusarium culmorum*, ziarno wszystkich odmian wykazało porażenie (od 7,7-15,7%) (tab.11). Najwyższe porażenie w warunkach infekcji sztucznej stwierdzono w przypadku ziarna odmiany Hugo, natomiast najniższe- w przypadku odmiany Mamut. Zawartość deoksyniwalenolu [DON] w ziarnie pszenżyta jarego sztucznie inokulowanego, wykryta w ziarnie była niska, i nie przekraczała 1000 ppb, przy dopuszczalnej zawartości 1250 ppb dla ziarna zbóż. Wynikało to z powodu warunków pogodowych wyjątkowo niekorzystnych dla rozwoju grzybów fuzaryjnych. Najmniej podatne na akumulację tej mikotoksyny były odmiany: Mamut, Andrus, Puzon, a najwięcej DON wykryto w ziarnie odmiany Sopot.

Ze względu na warunki panujące w czasie kwitnienia zbóż i w okresie późniejszym, należałoby to doświadczenie powtórzyć w kolejnym sezonie wegetacyjnym w celu potwierdzenia badań..

Tab. 11 Stopień porażenia ziarniaków (FDK %) przez *Fusarium culmorum* w pszenicye jarym sztucznie infekowanym zarodnikami grzybów.

Lp.	Odmiana	FDK [%]
1	Sopot	13,6
2	Dublet	10,8
3	Mazur	15,1
4	Mamut	7,7
5	Hugo	15,7
6	Andrus	12,4
7	Puzon	12,1

Podzadanie. 4

Badania jakości materiału siewnego uzyskanego z doświadczeń na ziarno z pszenżytem jarym

Ziarno uzyskane z doświadczeń, po wstępnym oczyszczeniu na sicie 2 mm, zostało ocenione pod kątem przydatności jako materiału siewnego. Oceniono szereg cech laboratoryjnych: czystość, liczba nasion innych gatunków uprawnych i chwastów, MTZ, zdolność kiełkowania, szybkość kiełkowania. Wszystkie badane próby ziarna pszenżyta jarego uzyskane z doświadczeń polowych charakteryzowały się wysoką czystością (ponad 99%) oraz śladową ilością zanieczyszczeń i znikomą obecnością nasion innych gatunków. Zwiększona gęstość siewu ujemnie wpłynęła na masę tysiąca ziaren (MTZ). Najwyższą średnią masę tysiąca ziaren (39,33 g) uzyskano w przypadku wysiewu 400n/m². W przypadku gęstości siewu na poziomie 500 i 600 n/m² uzyskano wyniki odpowiednio: 37,78 g i 36,5 g. Zwiększona gęstość siewu wpłynęła również negatywnie na zdolność kiełkowania uzyskanych nasion. Najniższą zdolnością kiełkowania charakteryzowały się nasiona zebrane z poletek o gęstości wysiewu 600n/m². Analiza szybkości kiełkowania nie wykazała istotnych różnic pomiędzy badanymi wariantami. Parametr ten osiągnął średni poziom 2,8.

Wnioski - rekomendacje dla rolników prowadzących gospodarstwa ekologiczne

1. W użytkowaniu na ziarno oraz na kiszonkę z całych roślin, ze względu na poziom plonowania, najkorzystniejsza gęstość siewu to 600 kiełkujących ziarniaków na m². Zwiększenie gęstości wysiewu powoduje redukcję zachwaszczenia.

W użytkowaniu na ziarno wytypowano najlepiej plonujące odmiany:

- przy gęstości siewu 400 nasion/m²: Mamut (4,90 t/ha); Plon powyżej 4,0 t/ha uzyskano dla odmian Sopot (4,30 t/ha), Hugo (4,28 t/ha), oraz Andrus (4,25 t/ha).

- przy gęstości siewu 500 nasion/m²: Mamut (5,25 t/ha); Plon powyżej 4,0 t/ha uzyskano dla odmian Dublet (4,80 t/ha), Sopot (4,65 t/ha), Mazur (4,53 t/ha), Puzon (4,20 t/ha).

- przy gęstości siewu 600 nasion/m²: Mamut (5,70 t/ha); Plony powyżej 5,0 t/ha uzyskano dla odmian Sopot (5,58 t/ha), Andrus (5,08 t/ha), Puzon (5,03 t/ha), Dublet (5,0 t/ha).

2. W użytkowaniu na kiszonkę z całych roślin wytypowano najlepiej plonujące odmiany:

- przy gęstości siewu 400 nasion/m²: Andrus – plon zielonej masy 14,7 t/ha i suchej masy 8,8 t/ha. Ta odmiana wykazała zawartość suchej masy przy zbiorze 60,0%, przy średniej zawartości wszystkich odmian 62,3% (58,8 – 65,5%).

- przy gęstości siewu 500 nasion/m²: Pod względem plonu zielonej masy wyróżniały się odmiany Mazur (14,6 t/ha), Mamut (14,3 t/ha), Andrus (14,0 t/ha) oraz (Puzon 13,9 t/ha). Również dla tych odmian

uzyskano najwyższe plony suchej masy- Dublet (9,1 t/ha), Puzon (9,0 t/ha), Mamut (8,8 t/ha), Mazur (8,5 t/ha) oraz (Andrus 8,4 t/ha). Średnia zawartość suchej masy przy zbiorze wyniosła 64,7% (58,0 – 75,5%).

- przy gęstości siewu 600 nasion/m²: Pod względem plonu zielonej masy wyróżniały się odmiany: Mazur (17,6 t/ha), Mamut (17,3 t/ha) oraz Andrus (16,8 t/ha). Również dla tych odmian uzyskano najwyższe plony suchej masy- Mazur (9,8 t/ha), Mamut (9,7 t/ha) oraz Andrus (9,4 t/ha). Średnia zawartość suchej masy przy zbiorze wyniosła 59,9% (55,7 – 69,3%).

3. Wstępne wyniki badań przeprowadzonych nad mieszankami pszenżyta jarego z roślinami bobowatymi wskazują na szczególną przydatność mieszanek z grochem.

4. Wszystkie z badanych odmian pszenżyta jarego mogą być reprodukowane w warunkach rolnictwa ekologicznego, gdyż osiągają one parametry wymagane dla materiału siewnego.

5. Wykorzystywanie w celu ograniczania zachwaszczenia, technologii opartej na oprysku gorącą wodą jest obiecującym rozwiązaniem, wymagającym szczegółowych badań.

**Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
Zakład Ochrony Roślin przed Szkodnikami**

Streszczenie sprawozdania z realizacji zadania w 2018 roku

Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn występowania w surowcach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom.

DYREKTOR INSTYTUTU OGRODNICTWA

prof. dr hab. Małgorzata Korbin

Kierownik Projektu: dr hab. Eligio Malusa prof. IO

Koordynator Projektu: dr Małgorzata Tartanus

Subkontraktor: prof. A.M. Persiani, Uniwersytet La Sapienza w Rzymie

Wykonawcy:

dr hab. Eligio Malusa prof. IO, dr Małgorzata Tartanus, dr Artur Miszczak, Pracownicy Zakładu Ochrony Roślin przed Szkodnikami, Zakład Badania Bezpieczeństwa Żywności, Pracownia Przetwórstwa i Oceny Jakości Owoców i Warzyw, Laboratorium Badania Jakości Produktów Ogrodniczych, pracownicy sezonowi (Tadeusz Mańkowski, Grzegorz Skorupiński) i inni

1. Wstęp i cel badań

Skażenie gleb trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi (TZO) jest bardzo powszechne w środowisku naturalnym, a ich usunięcie z gleby stało się poważnym problemem. Gleba i niektóre produkty roślinne nadal mogą być zanieczyszczone pozostałościami lub metabolitami DDT po upływie 30 lat od całkowitego zakazu jego stosowania. Stanowi to duże zagrożenie dla środowiska szczególnie, że gleba wykazuje duże skłonności do bioakumulacji tych substancji. Zwiększona czułość analityczna metod i narzędzi wykorzystywanych do analizy pozostałości pestycydów spowodowała, że w ostatnich latach w Polsce coraz częściej wykrywane są pozostałości DDT w niektórych partiach produktów, także ekologicznych.

Celem nadrzędnym podjętych badań była próba rozwiązania problemów, z jakimi borykają się producenci produktów ekologicznych. Badania miały na celu poszerzenie wiedzy oraz opracowanie metod i zaleceń zawierających informacje na temat jak można zmniejszyć ryzyko przypadkowej obecności pozostałości DDT w glebie i w produktach roślinnych używając strategii rizo-bio-remediacji, która ma wspomagać pobieranie i akumulację przez rośliny pozostałości DDT z gleby inokulowanej mikroorganizmami.

2. Ogólna metodyka badań i przeprowadzania analiz

Przygotowanie gleby do wazonów

Do niektórych doświadczeń gleba była pobrana z kilku plantacji ekologicznych, na których analitycznie zostało wykryte DDT lub jego metabolity, następnie w większości przypadków w celu uzyskania wyższych poziomów DDT gleba rozkładana była na foli w 2 cm grubości warstwie i była równomiernie opryskiwana DDT-p,p w dawce 2,5 mg lub 5,0 mg na 20 l gleby rozpuszczonym w acetonie i rozcieńczonym w wodzie, do której wcześniej dodano 30 ml acetonu na każdy litr wody. Aby zminimalizować niejednorodną absorpcję DDT przez glebę glebę przygotowano oddzielnie dla każdej kombinacji (odmiany) i każdego powtórzenia w doświadczeniu.

Pobieranie prób gleby i materiału roślinnego 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 do analizy obecności DDT pobierano za pomocą laski Egnera, do głębokości 25 cm z 20-25 punktów rozmieszczonych losowo na powierzchni pola (gleba pozyskana do doświadczeń), lub z każdej doniczki z 10 miejsc (doświadczenia wazonowe) każdej kombinacji. Różne organy roślinne w próbie minimum 300g pobierano po okresie wzrostu roślin.

Analiza gleby pod względem właściwości fizykochemicznych

Makroskładniki były określone na podstawie wyciągu 0,03 N kwasie octowym metodą uniwersalną wg Nowosielskiego (1974, 1978), a mikroskładniki w wyciągu Lindsaya opartym na roztworze EDTA metodą spektrometrii plazmowej.

Ocena stanu wzrostu posadzonych roślin

Oceniano ogólną kondycję roślin, między innymi wzrost części nadziemnej i wagę oraz wygląd systemu korzeniowego, który oceniany był wg 3-stopniowej skali: 1 – gleba w doniczce cała przerośnięta korzeniami, system korzeniowy dobrze rozwinięty; 2 - gleba w doniczce średnio przerośnięta korzeniami, system korzeniowy średnio rozwinięty; 3 - gleba w doniczce słabo przerośnięta korzeniami, system korzeniowy słabo rozwinięty.

Charakterystyka grzybów do remediacji

Analiza profilu metabolicznego grzybów w obecności DDT

Wszystkie fenotypy izolowanych szczepów *Trichoderma harzianum* i *Rhizopus stolonifer* oraz wpływ DDT na ich metabolizm węglowy zostały określone przy użyciu systemu Phenotype MicroArray™. Inokulację zawiesiny szczepów grzybów rozpuszczone 1 mg/l DDT rozpuszonym w acetonie przeprowadzono w FF MicroPlates (Biolog™, Inc.). Gęstość optyczną studzienek Biolog w 490 nm (OD490) i 750 nm (OD750) do oceny aktywności oddechowej i biomasy grzybowej wzrostu grzybni, mierzono przy użyciu czytnika mikroplitek. Płytki odczytano w określonych odstępach czasu (0, 24, 48, 72, 96, 144, 168, 192, 216 i 240 godzin). Uzyskane pomiary optyczne zastosowano do oceny ogólnych różnic w metabolizmie przez badanie wykorzystania różnych substratów obecności DDT lub przy jego braku.

Ocena stresu oksydacyjnego

Dwa izolaty należące do gatunku *Rhizopus stolonifer* i *Trichoderma harzianum* z 24 ocenianych grzybów pod względem tolerancji DDT zostały wybrane do monitorowania zmian w produkcji reaktywnych form tlenu (ROS) przy aktywności następujących enzymów antyoksydacyjnych w obecności DDT: dysmutaza ponadtlenkowa (SOD), katalaza (CAT), s-transferaza glutationowa (GST) i peroksydaza (POX).

Wybrane szczepy hodowano przez 7 dni w pożywce MEA w 25°C. Grzybnię zebrano po 24 godzinach przez odwirowanie i ponownie zawieszono ją w świeżej pożywce Czapek-Dox z dodatkiem lub bez dodatku czynnika stresu oksydacyjnego (izomeryczna mieszanina DDT o końcowym stężeniu 1 mg/l). Wytwarzanie ROS określono stosując barwnik diacetanu 2', 7'-dichlorodihydrofluoresceiny, permeantu z naprężeniami oksydacyjnymi (H₂DCFDA), który utleniało do 2,7-dichlorofluoresceiny (DCF) w barwniku fluorescencyjnym z długościami fal wzbudzenia / emisji 350 nm / 600 nm. Aktywność enzymów CAT, SOD, GST i POX określono przy użyciu dostępnych w handlu zestawów do oznaczeń zgodnie z protokołami producenta.

Charakterystyka bakterii do remediacji

Identyfikacja bakterii na podstawie profilu biochemicznego

Z uwagi na to, że szczepy SKA-B, R2-B2 i SKA-A3 zawierały więcej niż jeden morfotyp kolonii bakteryjnych, kolonie wyrosłe na pożywkach agarowych podzielono na morfotypy i przeszczepiono na pożywkę Biolog Universal Growth Agar oraz R2A (inkubacja – temp. 33°C, 24-48 godzin) lub pożywkę Biolog Universal Growth Agar (inkubacja – temp. 33°C, 24 godziny).

Do identyfikacji wybrano najczęściej występujące morfotypy. Bakterie poddano wstępnemu różnicowaniu na podstawie budowy ściany komórkowej przy pomocy 3% wodorotlenku potasu. Przygotowaną zawiesiną zainokulowano płytki typu GENIII (Biolog Inc) i inkubowano przez 48 godzin w temperaturze 33°C. Wyniki odczytywano codziennie przy użyciu czytnika płytek tritacyjnych ELx 808 (Biotek).

Opracowanie inokulum mikroorganizmów

Z 24 gatunków grzybów wyizolowanych z próbek zanieczyszczonej DDT gleby wybrano 3 szczepy (*Trichoderma harzianum*, *Mortierella humulis* i *Rhizopus stolonifer*), które wykazywały najwyższą tolerancję na obecność izomerów DDT oraz 4 szczepy bakterii (R2-C3, SKA-B, R2-B2, SKA-A3) również wyizolowane z tych samych próbek zanieczyszczonej gleby w celu zbadania ich wpływu na redukcję DDT w glebie. Wybrane mikroorganizmy zostały namnożone i przygotowano z nich formułacje płynne gotowe do stosowania.

Analiza pozostałości DDT w materiale roślinnym i glebowym

Metoda analityczna

Próbki roślin zostały zamrożone i po zamrożeniu zostały zmielone w suchym lodzie.

Do analizy pozostałości DDT zastosowano metodę QuEChERS, która została opisana w normie PN-EN 15662:2008. Metoda badawcza polega 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 5g porcji analitycznej, w zależności od rodzaju matrycy, do teflonowej probówki wirówkowej. Próbki do badania odzysku traktowano roztworem o odpowiednim stężeniu standardu analitycznego DDT. Zawartość DDT w próbkach analizowano przy użyciu chromatografu gazowego Agilent Technologies 6890N wyposażonego w detektor masowy 5975B Inert XL MSD. Pozostałości DDT mierzono zgodnie z definicją pozostałości podaną w rozporządzeniu (WE) nr 396/2005 (suma izomerów DDT i jego metabolitów).

Do oznaczenia suchej masy, glebę lub roślin suszono w temperaturze 80°C przez ok 24 h. Po wyjęciu z suszarki próby trzymano w temperaturze pokojowej przez ok. 2h dla wyrównania wilgotności próbki z wilgotnością powietrza i ważono.

3. Wyniki

3.1 PODZADANIE 1

Ocena podatności odmian dyniowatych (*C. pepo*), mikroorganizmów stosowanych w uprawach ekologicznych oraz mikroorganizmów, które wykazują właściwości metabolizujące związki DDT na akumulację DDT i jego metabolitów pobranych z gleby.

Celem badań w tym podzadaniu była ocena zdolności akumulacji pozostałości DDT różnych odmian dyniowatych (*C. pepo*) w różnych warunkach glebowych, samodzielnie lub w połączeniu z dwoma rodzajami mikroorganizmów, które wspomagają wzrost rośliny lub wykazują właściwości do degradacji DDT. Były one testowane osobno lub w konsorcjum, a stosowane do gleby zanieczyszczonej DDT. Kolejnym celem było określenia zdolności mikroorganizmów do ekspresji genów związanych z metabolizmem DDT, w celu polepszenia możliwości ich zastosowania w terenie.

Działanie 1. Ocena przydatności kilku odmian dyniowatych (*C. pepo*) do akumulowania pozostałości DDT i jego metabolitów

Potwierdzenie przydatności odmiany *C. pepo*

W doświadczeniu użyto 17 odmian roślin dyniowatych z materiału pozyskanego z USDA Germplasm Repository w 2017 roku. Rośliny wysiano 29.05.18r. w doniczki o pojemności 20 l (po 2 rośliny/doniczkę) w specjalnie przygotowaną glebę: glebę z pól (z pozostałościami „starego” DDT) oraz dodatkowo zastosowano analityczne DDT-p,p w dawce 2.5 mg na każde 20 l gleby. Próby do analiz pobrano przed założeniem doświadczenia (gleba) 11.09.2018 roku po około 13 tygodniach od wysiania roślin (gleba i rośliny).

Analiza poziomu DDT w glebie przed uprawą wykazała zróżnicowanie poziomu DDT w glebie już po aplikacji „nowego” DDT (analitycznego). Wyniki podkreślą znaczenie pobierania próbek, ale także charakter zanieczyszczenia gleby przez DDT. W dużej mierze jest on zależy od zawartości gliny i materii organicznej w glebie, co powoduje niejednorodne jego występowanie. Na taki wynik miał również wpływ zastosowanie zanieczyszczonej "starym" DDT gleby (gleba pobrana z pól, gdzie wcześniej analitycznie stwierdzono obecność DDT i jego metabolitów), dlatego też, mimo że metoda pobierania próbek była poprawna stała się czynnikiem zmienności.

Zawartość DDT w glebie po uprawie dyni wynosiła od 0,098 mg/kg do 0,355 mg/kg. Średni poziom wykrywanego DDT był niższy po uprawie dyni (0,174 mg/kg - mediana 0,177 mg/kg). Nawet jeśli w niektórych przypadkach pobrana gleba wykazała wyższą zawartość DDT po uprawie roślin, biorąc pod uwagę odsetek niepewności (50%) ustalony dla tych wartości - wciąż wartości te znajdowały się w dozwolonym zakresie.

W korzeniach wszystkich odmian stwierdzono obecność DDT (średnio 0,110 mg/kg, mediana 0,117 mg/kg), ale w częściach nadziemnych wykryto tylko w przypadku dwóch odmian i to śladowe ilości, w zasadzie poniżej najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości (NDP).

Ocena przydatności odmian *C. pepo* do akumulacji DDT w zależności od jego poziomu w glebie

Rośliny w tym doświadczeniu posadzono 29.05.18r. w doniczki o pojemności 20 l (po 2 rośliny/doniczkę) w specjalnie przygotowaną glebę: glebę z pól + analityczne DDT-p,p w dawce 2.5 mg (niski poziom) lub 5 mg (wysoki poziom) na każde 20 l gleby. Przed założeniem doświadczenia, gleba została zbadana na zawartość DDT i jego metabolitów. W doświadczeniu testowano 5 odmian dyniowatych z różnych rejonów świata. Próby do analiz pobrano 11.09.2018 roku po około 13 tygodniach od wysiania roślin.

Analiza poziomu DDT w glebie przed uprawą wykazała zróżnicowanie poziomu DDT w glebie już po aplikacji „nowego” DDT. Jednak zakres wartości zawsze mieścił się w przedziale niepewności (50%), zarówno dla niskiego jak i wysokiego poziomu DDT. Niemniej jednak, warto zauważyć, że chociaż wysoka dawka (5 mg) analitycznego DDT wprowadzonego do gleby była dwukrotnie wyższa niż niska dawka (2.5 mg), to średni poziom DDT w glebie uzyskany po dodaniu wysokiej dawki był tylko o około 50% wyższy niż w przypadku poziomu uzyskanego po dodaniu niskiej dawki (2.5 mg), a nie jak można by się spodziewać 100%. Potwierdza to wiązanie się cząsteczek DDT z cząsteczkami gleby (zarówno materią organiczną, jak i gliną).

W przypadku wyższego poziomu zawartość DDT w glebie po uprawie dyni wynosiła od 0,087 mg/kg do 0,366 mg/kg, co wskazuje na zmniejszenie średniej zawartości DDT w glebie o około 40%. Średni poziom DDT określony w częściach nadziemnych był dość wysoki (0,366 mg/kg, mediana 0,354 mg/kg) we wszystkich trzech odmianach, które były w stanie zakończyć cykl wzrostu. W jednym przypadku (AMES 26 607) poziom pozostałości określony w korzeniach był jeszcze wyższy niż początkowy poziom ustalony w glebie przed zasianiem roślin. Rozważając wyniki z zastosowaniem niższego poziomu DDT, widoczna była również redukcja w glebie, ale ograniczona do około 25%.

Działanie 2. Zastosowanie i ocena roślin akumulujących zanieczyszczenia powodowane przez DDT w glebie łącznie z mikroorganizmami.

Wpływ mikroorganizmów (bakterii i grzybów) na akumulację DDT i jego metabolitów w roślinach dyniowatych

W tym doświadczeniu do gleby pobranej z pól o stwierdzonej obecności DDT dodatno analityczne DDT-p,p stosując 2.5 mg na każde 20 l gleby. W dniu 29.05.18r. wysiano nasiona 3 odmian roślin dyniowatych: PI 614 699, PI 614 700, PI 614 701. Następnie w tym samym dniu zastosowano przewidziane mikroorganizmy: *Trichoderma harzianum*, *Mortierella humulis*, *Rhizopus stolonifer* (grzyby), R2-C3 - *B. pumilus* lub *B. safensis*, R2-B2 - *B. subtilis* ss. *Subtilis*, SKA-B2 - *Paenibacillus* spp., SKA-A3 - *B. subtilis* ss. *subtilis* + *B. pumilus/safensis* (bakterie) oraz mixy: *Mortierella humulis* + 4 szczepy bakterii, *Rhizopus stolonifer* + 4 szczepy bakterii, *Trichoderma spp* + 4 szczepy bakterii.

Mikroorganizmy zastosowane do gleby wspierały kiełkowanie i wzrost roślin. Rzeczywiście, rośliny, które nie otrzymały inokulum, mimo że doniczki traktowano w ten sam sposób, nie kiełkowały. Jednakże odmiana PI 614 699 rosła tylko w obecności *Rhizopus* i *Trichoderma* (z bakteriami lub bez), podczas gdy rośliny z gatunku PI 614 701 nie rosły po zastosowaniu do gleby inokulum grzybów

Mortierella i Rhizopus oraz konsorcjum samych bakterii. Odmiana PI 614 700 nie rosta po traktowaniu grzybami z rodzaju Rhizopus i mieszaniną Trichoderma + bakterie. Chociaż możliwe jest, że brak kiełkowania roślin był spowodowany słabą siłą kiełkowania nasion, prawdopodobnie ze względu na ich wiek (otrzymaliśmy je z repozytorium USDA), ale warto zauważyć możliwy pozytywny wpływ mikroorganizmów polegający na prawdopodobnym wspomaganie mechanizmów wzrostu roślin, które jest typowe dla rizosferowych mikroorganizmów. Wszystkie gatunki bakterii i co najmniej jeden gatunek grzybów (Trichoderma spp.) są ogólnie uważane za korzystne dla roślin, ponieważ kilka szczepów wyizolowanych z różnych gleb i różnych gatunków roślin wykazywało pozytywne działanie zarówno w odżywianiu, jak i w mechanizmach ochrony roślin.

Najważniejszym wynikiem badania jest to, że wszystkie mikroorganizmy sprzyjały pobieraniu DDT przez rośliny. W 11 z 13 przypadków (tj. 85%) wykryto pobieranie i translokację do korzeni, części nadziemnych, a w 2 przypadkach tylko do korzeni. Mortierella i Trichoderma wydają się sprzyjać akumulacji większej ilości DDT niż Rhizopus. Ponadto połączenie Mortierella z bakteriami spowodowało najwyższy poziom DDT w korzeniach, ale bez translokacji do części nadziemnej.

Wpływ pożytecznych mikroorganizmów (grzyby mikoryzowe i bakterie rizosferowe) na akumulację DDT i jego metabolitów przez rośliny dyniowate

Do tego doświadczenia glebę pobraną z pól wzbogacono analitycznym DDT-p,p stosując 2.5 mg na każde 20 l gleby. W dniu 29.05.18r. wysiano nasiona 6 odmian roślin dyniowatych: PI 531 323, PI 532 355, PI 614 692, PI 614 699, PI 614 701 i AMES 26 607, po 2 do jednej doniczki. Produkt Micosat stosowano w 01.06.2018 w dawce 1g/doniczkę. Produkt zawiera 10^6 jfk grzybów mikoryzowych i 10^7 jfk różnych bakterie pożytecznych w 1 g środka.

Podobnie jak w poprzednim badaniu, także w tej próbie dodanie inokulum korzystnych mikroorganizmów wspomagało kiełkowanie, wzrost i lepszą kondycję roślin w porównaniu z roślinami kontrolnymi. Z roślin, które zostały wysiane i nie zastosowano inokulum wykiełkowała i rosta tylko jedna odmiana - AMES 26 607. Inokulum sprzyjało pobieraniu DDT przez system korzeniowy roślin w 4 z 6 odmian, ale w żadnej nie stwierdzono translokacji do części nadziemnych.

Zdolność rizoremediacji roślin dyniowatych

Celem doświadczenia była ocena akumulacji DDT i jego metabolitów pochodzących ze „starego” (gleba pobrana z pól o stwierdzonym statusie obecności w niej DDT) lub „nowego” (stosowanie analitycznego DDT) przez wytypowaną odmianę roślin dyniowatych. Gleba użyta w tym doświadczeniu to gleba pobrana z pól o określonym statusie zawartości DDT i jego metabolitów oraz gleba uznana za wolą od pozostałości DDT, którą wzbogacono analitycznym DDT-p,p stosując 2.5 mg na każde 20 l gleby. Glebę z zanieczyszczonych pól analizowano oddzielnie i po połączeniu próbek. W dniu 29.05.18r. wysiano nasiona roślin dyniowatych odmiany AMES 26 607, po 2 do jednej doniczki.

Można zauważyć, że trzy gleby, które mają podobne właściwości fizykochemiczne, wykazały zupełnie inną zawartość DDT. Po zmieszaniu zawartość DDT w otrzymanym podłożu glebowym była prawie uśredniona dla tych trzech lokalizacji (0,030 mg/kg). Uprawa roślin tej odmiany spowodowała

zmniejszenie zawartości DDT zarówno w glebie i absorpcję tego związku przez system korzeniowy. Jednak tylko rośliny rosnące na glebie zawierającej "stare" DDT spowodowały przeniesienie pewnej jej ilości do górnej części rośliny (nadziemnej).

Wpływ zawartości DDT w glebie i zabiegów remediacji z użyciem różnych odmian roślin dyniowatych na pobieranie składników odżywczych przez te rośliny

Celem doświadczenia była ocena wpływu różnych zabiegów remediacyjnych z użyciem różnych odmian roślin dyniowatych na pobieranie składników odżywczych przez rośliny. Próby roślinne zebrane z roślin użytych we wszystkich doświadczeniach wymienionych w działaniach 1 i 2 analizowano pod względem zawartości makro- i mikrośladników.

Analiza zawartości składników odżywczych w roślinach (część nadziemna) wykazała kilka cech związanych z obecnością DDT w glebie i traktowaniem mikroorganizmami. Zasięg zawartości azotu (N) w różnych odmianach wahał się dość szeroko od 1,36 do 4,34%. Wpływ na to miała zawartość DDT w glebie oraz obecność stosowanych do niej mikroorganizmów. Porównanie różnych metod remediacyjnych było możliwe dla odmian (AMES 26 607, PI 614 699, PI 614 700 i PI 614 701), które były stosowane oraz weszły w różnych doświadczeniach. W przypadku odmiany AMES 26 607 stwierdzono, że im wyższa zawartość DDT w glebie, tym niższy pobór azotu. Zawartość N wzrosła, gdy wraz z roślinami zastosowano grzyby mikoryzowe, o których wiadomo, że poprawiają pobieranie N. Ale wzrost zawartości azotu był niższy w przypadku roślin rosnących w obecności „nowo” dodanego DDT niż w przypadku "starej" zanieczyszczonej gleby. Biorąc pod uwagę zawartość P w roślinach, uderzającym rezultatem było to, że DDT obecne w glebie indukowało zmniejszone pobieranie P u roślin odmiany AMES 26 607. Było to wyraźniejsze w obecności nowo dodanego DDT, a mniej oczywiste przy "starym" zanieczyszczeniu. Nawet inokulacja do gleby produktu opartego na grzybach mikoryzowych (Micosat), poprawiającym pobieranie P, nie było wystarczające do zwiększenia pobierania P w obecności pozostałości DDT. W przypadku pozostałych trzech odmian, ogólnie zawartość P zwiększała się, gdy gleba, na której rosły rośliny inokulowana była, w szczególności trzema gatunkami grzybów posiadających zdolność degradacji DDT.

Działanie 3. Ocena mikroorganizmów, które wykazują właściwości metabolizujące pozostałości DDT Charakterystyka grzybów

Celem doświadczenia była charakterystyka szczepów grzybów izolowanych z polskich gleb zanieczyszczonych DDT, w celu lepszego zdefiniowania ich zachowania w degradacji DDT i poprawy możliwości przygotowania formułacji do praktycznego zastosowania. Doświadczenie laboratoryjne wykonano w laboratorium Uniwersytetu La Sapienza w Rzymie. Wszystkie badane grzyby wykazywały dużą tolerancję na DDT. W szczególności cztery gatunki wykazały dużą zdolność do wzrostu w obecności DDT. Były to: *Trichoderma harzianum*, *Rhizopus stolonifera*, *Mortierella humilis* i *Penicillium decumbens*. Trzy z nich zostały wybrane do oceny i stosowania w doświadczeniach wazonowych. Dwa z nich (*T. harzianum* i *R. stolonifera*) zostały scharakteryzowane w celu zrozumienia ich mechanizmu degradacji DDT.

Wpływ DDT na profil metaboliczny grzybów

Dwa szczepy (*T. harzianum* i *R. stolonifer*) poddane analizie w celu oceny wpływu DDT na zachowanie metaboliczne z różnymi źródłami węgla (Biolog) wykazywały bardzo zróżnicowaną reakcję. Zaobserwowano różnice między gatunkami grzybów w całkowitej liczbie użytych substratów oraz w maksimach gęstości optycznej. Całkowita liczba substratów, które *R. stolonifer* był w stanie metabolizować, była niższa niż substratów metabolizowanych przez *T. harzianum* (odpowiednio 41 i 67 substratów). Z drugiej strony, maksymalna OD dla substratów metabolizowanych przez *R. stolonifer* była ogólnie powyżej 1,5, leżąca u podstaw wyższego metabolizmu (wzrost grzybów i oddychanie) w porównaniu z *T. harzianum*. Podczas szczegółowej analizy wyników okazało się, że *T. harzianum* był w stanie efektywnie wykorzystać 32 z 96 substratów węglowych, gdy wzrastał bez dodatku DDT; słaby wzrost zaobserwowano dla 35 substratów oraz nie był w stanie wykorzystać 29 substratów. *R. stolonifer* był zdolny do wzrostu na 22 substratach, słabo metabolizował 19 substratów i nie był w stanie wykorzystać 57 substratów. Siedemnaście substratów było powszechnie używanych przez oba szczepy, chociaż *R. stolonifer* wykazał we wszystkich szybszy i wyższy wzrost. Z drugiej strony, żaden ze szczepów nie był w stanie metabolizować 28 substratów. Ponadto zaobserwowano pewne substraty specyficzne dla gatunku. Na przykład *T. harzianum* może metabolizować L-fukozę, α-D-laktozę, D-melezitozę, D-melibiozę i turanozę, które nie były metabolizowane przez *R. stolonifer*. Z drugiej strony ten ostatni może metabolizować L-prolinę, która nie była używana przez *T. harzianum*. W szczególności negatywny wpływ na oddychanie i wzrost grzybów był znaczący ($P < 0,05$) w obecności DDT dla mannozy u *R. stolonifer*, natomiast pozytywny wpływ był znaczący dla adonitolu u *T. harzianum*.

Analiza stresu oksydacyjnego

Dodanie DDT do pożywki wzrostowej sprzyjało, jak oczekiwano, znacznemu wzrostowi produkcji ROS przez dwa badane szczepy: około 34% więcej w *T. harzianum* i 52% więcej w *R. stolonifer* w porównaniu do kontroli -DDT. Stres oksydacyjny zwiększył aktywności badanych enzymów GST, ROS, SOD i CAT pokazując zachowanie zależne od szczepu. SOD zwiększył aktywność w *T. harzianum*, ale nie w *R. stolonifer*, w porównaniu do kontroli. Z drugiej strony aktywność CAT wzrosła tylko w *R. stolonifer* w porównaniu do kontroli. Zarówno aktywność GST, jak i POX wzrosły w porównaniu do kontroli u obu gatunków.

Charakterystyka bakterii

Celem doświadczenia była charakterystyka szczepów bakteryjnych izolowanych z polskich gleb skażonych DDT w celu weryfikacji możliwości przygotowania preparatu do praktycznego zastosowania. Najczęstszymi gatunkami występującymi wśród dziewięciu różnych morfotypów pochodzących z czterech szczepów był *Bacillus subtilis* (4 morfotypy). Wszystkie trzy morfotypy pochodzące z R2B2 zidentyfikowano jako *B. subtilis* ss *subtilis*. Dwa z trzech morfotypów pochodzących z SKA-A3 zidentyfikowano jako *B. pumilus* lub *B. safensis*, a jeden jako *B. subtilis* ss *subtilis*. R2-C3 zidentyfikowano również, jako *B. pumilus* lub *B. safensis*. Szczep nazwany SKA-B2 został utworzony z dwóch morfotypów, zidentyfikowanych jako *Paenibacillus* (najprawdopodobnym gatunkiem jest *P. amylolyticus* lub *P. pabuli*) i jeden jako *Bacillus megaterium*.

4. Podsumowanie otrzymanych wyników

Wydaje się, że sama gleba różnie absorbuje DDT, o czym może świadczyć analiza gleby przed wysianiem roślin, gdzie dla każdej odmiany (kombinacji) przygotowywano oddzielnie glebę a stosowano taką samą dawkę analitycznego DDT. Uzyskane wyniki potwierdzają, że rośliny dyniowate pobierają DDT z gleby, ale może to być zależne od odmiany. W korzeniach niektórych odmian poziom DDT był podobny do poziomu DDT wykrywanego w glebie, w której uprawiano daną odmianę.

Interesujące wyniki uzyskano w doświadczeniach z różnymi odmianami roślin dyniowatych (w sumie 17 odmian dyniowatych - dynia i cukinia). Były to odmiany wybrane spośród 32 odmian, które zostały przetestowane w poprzednim roku, wykazując wyższą zdolność pobierania i akumulacji DDT z gleby. Piętnaście z nich potwierdziło zdolność pobierania DDT, a cztery translokację tych związków do części nadziemnych roślin. Należy wziąć pod uwagę, że pobrana ilość, nawet jeśli jest ograniczona z uwagi na wartość bezwzględną, może wynosić około 0,01 mg DDT na roślinę, biorąc pod uwagę całkowitą świeżą masę roślin.

Zastosowanie różnych mikroorganizmów (np. izolatów *Mortierella* lub *Trichoderma* lub grzybów mikoryzowych) do gleby zanieczyszczonej DDT wraz z uprawą roślin dyniowatych wykazało, że ta praktyka może znacznie zwiększyć zdolność roślin do pobierania DDT. Ogólnie około 100% więcej DDT było w systemie korzeniowym roślin, które rosły w glebie z mikroorganizmami niż w tych, które rosły bez tych mikroorganizmów.

Bardzo ciekawym rezultatem było to, że wszystkie mikroorganizmy wyizolowane i wybrane z zanieczyszczonych gruntów DDT pozwoliły roślinie na przeniesienie DDT do części nadziemnej. Również w tym przypadku przeniesiona ilość DDT była dwukrotnie wyższa u roślin rosnących w glebie z mikroorganizmami w stosunku do roślin kontrolnych, co zwiększyło skuteczność remediacji. Taki wynik jest jeszcze bardziej interesujący, biorąc pod uwagę, że wybrane odmiany były w stanie pobrać, a w kilku przypadkach przemieścić DDT w większych ilościach, gdy poziom zanieczyszczenia gleby był wyższy. Ta sama odmiana (AMES 26 707), w obecności dwukrotnie wyższego poziomu zanieczyszczenia DDT w glebie, była w stanie pobrać do korzeni, co najmniej 10-krotność ilości DDT pobranej z gleby o niskim poziomie skażenia.

Na pobieranie i zawartość składników pokarmowych (makro- i mikroelementów) przez rośliny może mieć wpływ obecności DDT w glebie, ale z pewnością ma stosowanie do gleby mikroorganizmów. Jednak wielkość pobrania tego składnika jest również zależna od odmiany.

Charakterystyka wybranych gatunków grzybów i bakterii wykazujących zdolność do biodegradacji DDT, które zostały wyizolowane z gleby zanieczyszczonej DDT, pozwoliła nam lepiej zrozumieć ich potencjał, a także możliwe mechanizmy, które mogą one wykorzystywać w celu wsparcia rekultywacji gleby. Szybka kolonizacja gleby i zdolność życia w powiązaniu z systemem korzeniowym to cechy, które mogą silnie pozytywnie wpływać na strategię bioremediacji i bio-rizoremediacji.

Interesujące było stwierdzenie, że cztery szczepy bakterii zdolne do wykorzystania DDT, jako substratu wzrostu należą do grupy *Bacillus*. Ta grupa składa się z kilku pożytecznych gatunków i szczepów, wykorzystywanych zarówno w procesie odżywiania, jak i w ochronie roślin. Ich zdolność do degradacji DDT otwiera nowe możliwości ich wykorzystania.

5. Działalność upowszechnieniowa

- E. Malusà, M. Tartanus, A. Miszczak, W. Kowalczyk. Rizo-bioremediacja jako narzędzia zmniejszania ryzyka zanieczyszczenia produktów ekologicznych pozostałościami glebowymi DDT. MRiRW, PANEL I – szkolenia dla upoważnionych jednostek certyfikujących, 6.11.2018 Prezentacja
- E. Malusà, M. Tartanus, A. Miszczak (2018). DDT – nadal obecne w glebie i środowisku – jak można je zredukować? Warzywa, w druku
- A. Ceci, F. Russo, E. Malusà, O. Maggi, M. Tartanus, B. H. Łabanowska, A. M. Persiani (2018). Stress response and tolerance to DDT: soil fungal species isolated from polluted agricultural areas of Poland and their potential in fungal bioremediation. Proceedings of 112° Congresso della Società Botanica Italiana - IV international Plant Science Conference (IPSC). Parma, 20–22 September 2017. ISBN: 978-88-85915-21-3
- F. Russo, A. Ceci, F. Pinzari, O. Maggi, E. Malusà, M. Tartanus, A. Miszczak, A.M. Persiani Soil fungi isolated from DDT-polluted soils: assessment of tolerance, interspecific metabolic diversity and efficacy of rhizo-bioremediation. 3rd conference on the Ecology of Soil Microorganisms, Abstract book, 17–21 June 2018, Helsinki, Finland ISBN:978-952-326-583-7 (Print) / 978-952-326-584-4 (Online)
- F. Russo, A. Siciliano, A. Ceci, O. Maggi, M. Guida, E. Malusà, M. Tartanus, A. M. Persiani (2018). Exploiting saprotrophic soil microfungi in bioremediation of DDT: stress tolerance, oxidative stress and antioxidants. Proceedings 113° Congresso della Società Botanica Italiana - V international Plant Science Conference (IPSC), Fisciano (SA), 12–15 September 2018. ISBN: 978-88-85915-22-0
- F. Russo, A. Ceci, E. Malusà, F. Pinzari, O. Maggi, M. Tartanus, A.M. Persiani. Characterization of autochthonous saprotrophic fungal strains for the bioremediation of DDT from agricultural soils. Submitted to Applied Environmental Microbiology

Przewodnik z zaleceniami dla sadownictwa ekologicznego

(Wytyczne w zakresie przeciwdziałania skażeniom

produktów roślinnych związkami DDT)

Zanieczyszczenie środowiska jest problemem, który wpływa nie tylko na naturalne zasoby w środowisku, ale także w agroekosystemie. W tym systemie skażenie gleb i pozostałości pestycydów są jednym z głównych źródeł zanieczyszczeń, których ryzyko wystąpienia jest szeroko analizowane i oceniane podczas procesu zatwierdzania nowych lub już zatwierdzonych do użytku substancji czynnych. W przypadku substancji takich jak tzw. trwałe zanieczyszczenia organiczne, a wśród nich również DDT, które były stosowane w przeszłości - stwierdzono, że mają one bardzo długą trwałość w glebie i wciąż istnieje możliwość znajdowania ich pozostałości w produktach spożywczych z powodu przypadkowych zanieczyszczeń. Jednakże, oprócz ryzyka zanieczyszczenia, fakt stwierdzenia pozostałości w ekologicznych kwalifikowanych uprawach może również wskazywać na zastosowanie niedozwolonej substancji.

W obecnym czasie, kiedy istnieje zakaz stosowania środków opartych na DDT, obok ilości, które mogą wynikać z wcześniejszych zastosowań, zanieczyszczenie roślin lub gleby, które wykazują duże skłonności do bioakumulacji jest możliwe przez pozostałości tej substancji pochodzące z atmosfery. Na przykład z powodu przenoszenia ich przez wiatr nawet z dużych odległości, z powodu erozji gleby lub spływanie z zanieczyszczonych gleb na sąsiednie tereny. Poziom potencjalnego zanieczyszczenia z innych źródeł lub pozostałości z wcześniejszych zastosowań można ocenić, biorąc pod uwagę wyniki monitoringu i badań przeprowadzonych w różnych krajach. Pozostałości DDT w próbkach liści roślin drzewiastych i porostów pobrane z Europejskich naturalnych siedlisk w latach 1983-84 były na poziomie od 3.5 do 1400 ng/g s.m (tj. 1.4 mg/kg, a trzeba pamiętać, że najwyższy dopuszczalny poziom pozostałości - NDP - dla żywności pochodzenia roślinnego wynosi 0.05 mg/kg!). W 2002 roku, w rejonie delty rzeki Yangtze (Chiny), w powietrzu odnotowano nawet około 1000 pg/m³ DDT. Ten bardzo wysoki poziom zanieczyszczenia powietrza był związany ze zastosowaniem dikofolu (akarycydu), który był i nadal jest syntetyzowany z DDT, zaś jego formułacje zawierały wysokie stężenia technicznego DDT. W raporcie UE dotyczącym pozostałości pestycydów w żywności w 2016 r. opublikowanym przez EFSA najczęściej wymienianymi pestycydami w produktach zwierzęcych były trwałe zanieczyszczenia organiczne, przy czym DDT stwierdzono w około 2,8% próbek. Ten sam dokument informuje o wynikach analiz 5495 próbek produktów ekologicznych. Około 4% próbek z wykrytymi pozostałościami również pochodzących z krajów Azji Wschodniej, zawierało pozostałości DDT, ale były niższe od NDP. Problem pozostałości DDT w agroekosystemie jest więc nadal rzeczywistością.

W Polsce, podobnie jak w innych krajach UE, pomimo, że od prawie 30 lat istnieje zakaz stosowania środków zawierających DDT, nadal w niektórych produktach żywnościowych można zidentyfikować zanieczyszczenia pozostałościami tej substancji lub jej metabolitami (DDE, DDD i ich izomerami – o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDD, itp.). Zwiększona czułość analityczna metod i narzędzi wykorzystywanych do analizy pozostałości pestycydów i innych związków spowodowała, że coraz częściej mogą być wykrywane pozostałości DDT, w niektórych partiach produktów, także ekologicznych. Na przykład, w kilku próbkach ziół pobranych w 2007 roku w południowej części Polski stwierdzono przekroczenie NDP. Wyniki monitoringu poziomu zanieczyszczenia prowadzonego przez nas w ramach projektu finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi pokazują, że około 80% próbek gleby ze 100 pobranych w różnych województwach, zawierało pozostałości tego związku. Dlatego ważne jest znalezienie metody redukcji lub eliminacji tego zanieczyszczenia bezpośrednio w glebie. Chemiczne i fizyczne traktowanie gleby jest szybsze niż zabiegi biologiczne, ale generalnie bardziej niszczące i inwazyjne dla gleby, bardziej energochłonne i często droższe niż remediacja.

Remediacja skupia się na 3 metodach, charakteryzujących się łatwością stosowania, niskim kosztem oraz ogólną akceptacją środowiskową:

- a) **Bioremediacja**, zastosowanie mikroorganizmów wspomagających rozkład DDT do związków niezalegających w glebie i nieszkodliwych,
- b) **Fitoremediacja**, uprawa roślin akumulujących pozostałości DDT, które będą umożliwiać ich „ekstrakcję” z gleby,
- c) **Ryzo-bioremediacja**, wykorzystanie konsorcjów mikroorganizmów wspomagających rozkład DDT do związków niezalegających lub/oraz wspomagające wzrost korzeni roślinnych w celu ułatwienia pobierania związków DDT przez rośliny akumulujące.

W celu zmniejszenia ryzyka zanieczyszczenia pozostałościami DDT i rozpoczęcia procesu rekultywacji gleby na podstawie badań własnych prowadzonych w latach 2016-2018 oraz wyników wcześniejszych badań zaleca się podejmować działania mające na celu:

- zmniejszenie ryzyka związanego z wprowadzaniem do obrotu produktów zawierających pozostałości DDT oraz
- zmniejszenie ilości pozostałości DDT obecnych w glebie.

1. Rolnicy muszą mieć świadomość, że DDT jest silnie związany z materią organiczną, co powoduje, że jego naturalna degradacja jest bardzo powolna. Ponadto obecność w terenie jest zwykle bardzo niejednorodna, dlatego należy pobierać próbki do analizy gleby w celu sprawdzenia ewentualnego zanieczyszczenia, faworyzując możliwe miejsca skażenia. Próbki z miejsc zagrożonych zanieczyszczeniem należy gromadzić oddzielnie od prób z miejsc o nieznanym statusie lub o mniejszym ryzyku wcześniejszego zanieczyszczenia. Taka strategia pozwoliłaby rolnikom na zidentyfikowanie pól lub obszarów w obrębie pola, w których ryzyko pozostałości w roślinach jest wyższe.
2. Ważne jest, aby wybrać laboratorium do analizy pozostałości DDT, które ma wcześniejsze doświadczenia z tym związkiem. Analiza wymaga specyficznej metody, która umożliwi wykrycie nie tylko DDT, ale także wszystkich metabolitów i izomerów (p,p'-DDT, o,p'-DDT, o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDD i p,p'-DDD, DDMU-p,pi DDM-p,p). W rzeczywistości, wszystkie z nich są sumowane, aby stwierdzić ostateczną zawartość wyrażoną jako DDT, która jest następnie raportowana w sprawozdaniu z badań. Prawidłowe wykonane badania powinny również zawierać informacje o poziomie niepewności pomiaru analitycznego, co jest bardzo ważne w celu sprawdzenia zgodności próbki z prawnymi ograniczeniami.
3. W glebach zanieczyszczonych DDT zaleca się, aby nie uprawiać roślin, w przypadku, których sprzedany produkt jest częścią rosnącą w glebie (tj. części spichrzowe marchwi, buraków, bulwy selera, itp.) lub może wejść w kontakt z glebą (np. truskawka, jeśli nie jest ściółkowana). Chociaż różne gatunki roślin mają różną zdolność wychwytywania DDT, a korzenie są często myte przed wprowadzeniem na rynek, wciąż istnieje ryzyko znalezienia pozostałości z powodu bardzo wysokiej czułości metody analitycznej (nawet pojedynczą cząsteczkę DDT można wykryć, gdy jest obecna w 1 miliardzie innych cząsteczek). W naszych doświadczeniach stwierdzono obecność związków DDT (niekiedy zależnie od poziomu DDT i jego metabolitów w glebie) w korzeniach roślin takich jak: kukurydza, jęczmień, lucerna, dynia, cukinia, pomidor, truskawka, malina, koleus, aksamitka, ogórek i por.
4. Podczas zbiorów, w szczególności owoców i części roślin niezwiązanych bezpośrednio z glebą, ważne jest, aby unikać zabrudzenia produktu ziemią lub cząstkami gleby (np. pozostającymi na ściankach skrzynek). Stwierdzono, że w większości gatunków jest małe prawdopodobieństwo przeniesienia DDT do wyższych części rośliny, nawet jeśli substancja ta jest obecna w glebie i została pobrana przez korzenie. Może się to zdarzyć w przypadku niektórych upraw (patrz poniżej), które są wykorzystywane do rekultywacji gleby. Dlatego w takich przypadkach obecność pozostałości w analizie może wynikać z kontaktu z glebą lub z nieuprawnionego użycia substancji.

5. Rośliny gatunków należących do dyniowatych (Cucurbitaceae) mają dobrą zdolność pobierania DDT, a także przenoszenia tych związków do organów nadziemnych, w tym owoców. Dlatego w przypadku gatunków takich jak cukinia, ogórek, dynia, melon i arbuz istnieje zagrożenie wykrycia w ich owocach pozostałości związków DDT, jeżeli są uprawiane w zanieczyszczonych lub potencjalnie zanieczyszczonych glebach (nie została wykonana analiza potwierdzająca brak związków DDT) i nie powinny być uprawiane na takich glebach.
6. Wykazano, że niektóre gatunki roślin nie gromadzą DDT w organach roślin wykorzystywanych do spożycia (np. sałata), nawet w obecności niektórych związków DDT w glebie. Jednakże ilość pozostałości DDT w innych glebach (gleby z pól uprawnych), a także ich właściwości fizykochemiczne mogą być różne od tych testowanych, co powoduje możliwość pobierania związków DDT przez te same gatunki roślin. Głównymi właściwościami, które należy uwzględnić w glebie przy ocenie ryzyka, są jej tekstura i zawartość materii organicznej (im większa ilość gliny lub materii organicznej, tym większe ryzyko pozostałości DDT). Poza tym, główną drogą zanieczyszczenia roślin jest absorpcja przez woski pokrywające włoski liściowe związków DDT z zanieczyszczonej atmosfery w procesie suchej lub mokrej jej depozycji.
7. Należy zwracać szczególnie uwagę na substancji naturalnych, jakie stosowane są obecnie w uprawach. Pod szczególnym nadzorem powinny być przygotowywane samodzielnie np. gnojówki z różnych rodzajów roślin (szczególnie pokrzywa). Zdarza się, że produkty pochodzenia naturalnego (roślinnego) mogą zawierać pozostałości DDT i jego metabolitów, i mogą być źródłem skażenia, jeśli są pozyskiwane ze skażonych pól i zakumulowały szkodliwe związki.
8. Różne praktyki agrotechniczne mogą pomagać w zmniejszeniu ilości pozostałości DDT obecnych w glebie (tzw. remediacja). Biorąc pod uwagę dobrą zdolność wychwytywania DDT i translokację do organów nadziemnych gatunków należących do dyniowatych (Cucurbitaceae), można je wykorzystać do "oczyszczenia" zanieczyszczonej gleby. Należy podkreślić, że istnieją różnice w zdolnościach fitoremediacji między gatunkami, ale także wśród odmian tego samego gatunku. Badania przeprowadzone w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach po wybraniu i przetestowaniu około 30 różnych odmian roślin dyniowatych pochodzących z ponad 10 krajów wykazały, że niektóre z nich mają dobre właściwości remediacyjne, w tym również kilka odmian powszechnie uprawianych w Polsce (n.p. Junova i Miranda). Oczekuje się, że wyniki te będą potwierdzone również w różnych warunkach glebowych w terenie, ponieważ okazało się, że ich zdolność do pobierania różni się w zależności od poziomu DDT obecnego w glebie. Aspekt ten nie był wcześniej rozważany w tego rodzaju badaniach, również w innych krajach, dlatego wymaga dodatkowych badań.
9. Zastosowanie bionawozów, tj. nawozów opartych na mikroorganizmach, takich jak grzyby mikoryzowe, może prowadzić do zwiększonego wychwytywania DDT przez rośliny dyniowate. Mechanizm leżący u podstawy takiego wyniku nie jest w pełni jasny, ale przypuszcza się, że strzępki grzyba przerastają większą warstwę gleby niż system korzeniowy rośliny i mogą dotrzeć do miejsc w glebie zawierającej związek, który nie jest dostępny dla rośliny. Dlatego zaleca się stosowanie roślin (np. ogórka) z tym rodzajem grzybów w celu zwiększenia efektywności z którą DDT może potencjalnie zostać pobrane przez roślinę i w ten sposób usunąć tą substancję z zanieczyszczonej gleby.
10. Wykorzystanie mikroorganizmów biodegradowalnych jest metodą wymagającą szczególnej wiedzy fachowej w zakresie postępowania z produktami zawierającymi te drobnoustroje oraz dostępności szczepów wysoce skutecznych w wykorzystaniu DDT, jako źródła pożywienia i zdolnych do jego metabolizmu. Obecnie istnieją produkty komercyjne, które wydają się odpowiednie do degradacji pestycydów, ale nie są specyficzne dla DDT. Zostały one jednak przetestowane na glebie zanieczyszczonej przemysłowo, gdzie stężenie związków chemicznych jest kilkakrotnie wyższe niż w glebach rolniczych. Dlatego nie wiadomo, czy mogą one być skuteczne w warunkach polowych. Jak donoszą najnowsze dane literaturowe przeprowadzono badania z wykorzystaniem grzybów brunatnych, kompostu z bydlęcego obornika oraz zużytego

podłoża po produkcji grzybów do bioremediacji DDT. Grzyby brunatne, w tym *Gloeophyllum trabeum*, *Fomitopsis pinicola* i *Daedalea dickinsii*, wykazały dobrą zdolność degradowania DDT. Grzyby z gatunków *Mucor circinelloides* i *Galactomyces geotrichum* wyizolowane z kompostu bydłęcego obornika oraz *Pleurotus ostreatus* z odpadów przy produkcji boczniaka wykazały degradację DDT w sztucznie zanieczyszczonej glebie i są uznawane jako obiecujące źródło bioremediacji tego związku.

11. Niektóre szczepy grzybów (*Mortierella*, *Trichoderma* i *Rhizopus*) i bakterii (różne gatunki *Bacillus* i *Paenibacillus*) wyizolowane z zanieczyszczonych polskich gleb uprawnych zostały opisane i scharakteryzowane we współpracy z Zakładem Biologii Środowiskowej, Uniwersytetu La Sapienza w Rzymie i przetestowane w doświadczeniach przeprowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa. Wstępne wyniki zachęcają do kontynuowania tych testów również w celu przygotowania preparatu (formulatu) do praktycznego zastosowania.

**Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
Zakład Ochrony Roślin przed Szkodnikami**

Streszczenie sprawozdania z realizacji zadania w 2018 roku

Sadownictwo metodami ekologicznymi: Badania w zakresie wykorzystania substancji podstawowych w ochronie upraw sadowniczych w uprawie ekologicznej.

Wykorzystanie podstawowych substancji do ograniczania populacji pędraków w uprawach truskawki oraz do zwalczania innych szkodników na roślinach sadowniczych.

**DYREKTOR INSTYTUTU OGRODNICTWA
prof. dr hab. Małgorzata Korbin**

Kierownik Projektu: dr Małgorzata Tartanus

Koordynator projektu: dr hab. Eligio Malusá prof. IO

Wykonawcy: dr Małgorzata Tartanus, dr hab. Eligio Malusá prof. IO, dr Waldemar Kowalczyk, mgr Witold Danelski, Pracownicy Zakładu Ochrony Roślin przed Szkodnikami, Pracowni Analiz Chemicznych, pracownicy sezonowi (Tadeusz Mańkowski, Grzegorz Skorupiński), członkowie grupy BrzostEko z siedzibą w Brzostówce i inni

Subkontraktor: dr Danuta Solecka UW w Warszawie, dr hab. Anna Szakiel UW, dr hab. Cezary Tkaczuk prof. UPH Siedlce

1. Wstęp i cel badań

Larwy owadów żyjące w glebie, między innymi larwy chrząszczy, wyrządzają duże szkody w produkcji roślinnej. Pomimo, iż przez lata opracowywano i stosowano już wiele metod walki ze szkodnikami żyjącymi w glebie to nadal ich populacja jest liczna i powodują one liczne szkody zarówno w uprawach ogrodniczych, jak w leśnictwie. Szkody wyrządzone w naszym kraju przez pędraki, głównie larwy chrabąszcza majowego i pokrewnego gatunku – chrabąszcza kasztanowca notowane są w większości rejonów, w różnych uprawach, ale szczególnie niebezpieczne są w uprawach truskawki. Problem ograniczania liczebności, zarówno chrząszczy chrabąszcza majowego, jak i jego larw (pędraków) należy do najtrudniejszych zagadnień ochrony roślin w uprawach sadowniczych, szczególnie w produkcji ekologicznej.

Mimo, że są metody pozwalające redukować liczebność populacji pędraków w glebie, to niestety trzeba poszukiwać ciągle nowych. W czasie, kiedy szczególny nacisk kładzie się na ograniczanie stosowania środków chemicznych, a w systemie ekologicznej produkcji owoców nie ma możliwości stosowania takich środków jest konieczność badania różnych naturalnych substancji przydatnych do zwalczania szkodników. W 2018 roku poszerzono badania nad składem ekstraktów z gryki, aksamitki i mniszka lekarskiego, co przyczyni się do ustalenia związków, które mają wpływ na działanie allelopatyczne takich ekstraktów. W oparciu o wyniki uzyskane w naszych doświadczeniach w poprzednich latach, w uprawach ekologicznych (ale nie tylko) do ograniczania szkodników żyjących w glebie, a szczególnie pędraków, zaleca się kompleksowe stosowanie różnych metod i dlatego podjęto próbę zastosowania ich jednocześnie na możliwie dużym terenie i przez dużą rolę uprawiającą swoje rośliny na tym terenie.

Wychodząc naprzeciw potrzebom i problemom ze szkodnikami uszkadzającymi owoce (nasionnice) lub liście (np. mszyce) producentów roślin sadowniczych i prozdrowotnych: czereśnia, róża pomarszczona (*Rosa rugosa*) i rokitnik zwyczajny (*Hippophae rhamnoides*) w systemie ekologicznym, prowadzono badania nad wykorzystaniem substancji podstawowych, na przykład mleko albo zawartych w gotowych produktach np. krzem organiczny. Wykorzystano również cukier, jako substancję zwiększającą skuteczność stosowanych środków. Znalezienie odpowiednich substancji, które oddziaływałyby niekorzystnie szczególnie na szkodniki uszkadzające owoce przyniosłoby wyraźną poprawę i zwiększyło opłacalność produkcji niektórych owoców.

Nadrzędnym celem badań prowadzonych w ramach projektu było zaproponowanie producentom owoców w ekologicznym systemie metod zwalczania wybranych szkodników: pędraki na truskawce, nasionnic uszkadzających owoce róży pomarszczonej i rokitnika oraz mszyc występujących na czereśni w celu uzyskiwania wyższych i lepszej jakości plonów.

Zaplanowane w projekcie doświadczenia prowadzono na plantacjach i przy współpracy producentów truskawki z **Grupy producentów produktów ekologicznych BrzostEko z Brzostówki** oraz z producentami owoców róży pomarszczonej, między innymi w **gospodarstwie ekologicznym Bożeny i Ryszarda Jaszczowskich, którzy należą do Polskiej Izby Produktu Regionalnego i Lokalnego oraz Stowarzyszenia Producentów Żywności Metodami Ekologicznymi EKOLAND**, co umożliwiło również bezpośrednie przekazywanie wyników badań i wprowadzanie ich bezpośrednio do produkcji w zainteresowanych jednostkach.

2. Metodyka i wyniki

2.1 PODZADANIE 1

Wykorzystanie substancji podstawowych pozyskanych z roślin wykazujących allelopatyczne lub szkodliwe działanie w stosunku do larw (pędraków) chrabąszcza majowego i innych larw chrząszczy

Celem zadania była ocena wpływu na rozwój pędraków i ich przeżywalność w glebie naturalnych substancji podstawowych pozyskanych z roślin (między innymi gryka, aksamitka, mniszek lekarski) oraz gotowych produktów dostępnych w handlu wykazujących właściwości allelopatyczne. Dodatkowo, określenie możliwości wykorzystania tych substancji w rolnictwie ekologicznym, jako potencjalnego źródła mikro- i makroelementów. Ustalenie składu fenolowego i triterpenoidowego dla poszczególnych wyciągów oraz wytypowanie tych grup związków, które mogą mieć niekorzystny wpływ na rozwój pędraków. W zadaniu podjęta również została próba ustalenia koncentracji wyciągów oraz optymalnych dawek i sposobów do stosowania w praktyce.

Metoda przygotowania wyciągów alkoholowych z badanych roślin

W maju 2018 roku w szklarni zostały wysiane następujące rośliny: gryka (*Fagopyrum esculentum*), aksamitka (*Tagetes sp.*), gorczyca (*Sinapis sp.*). W dniu 1 czerwca 2018 roku przygotowano roztwory alkoholowe z tych roślin oraz z mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*) i nostrzyka (*Melilotus sp.*) pozyskanych z naturalnych miejsc ich występowania. Rośliny wraz z korzeniami zalano alkoholem 95% w stosunku 1:2 (0,5 kg roślin : 1 l alkoholu). Po około 13 dniach z wyciągów usunięto rośliny, a roztwory zostały przekazane do dalszych badań lub zostały zastosowane w doświadczeniach.

Ocena właściwości fizyko-chemicznych (zawartość mikro- i makroelementów) przygotowanych wyciągów

Roztwory mineralizowano w stężonym kwasie azotowym (65%) w stosunku próba: kwas- 1:10. Azot ogólny w badanych próbach oznaczano metodą miareczkową (wg metody Kjeldahla), po mineralizacji w stężonym kwasie siarkowym i destylacji. Makro (P, K, Ca, Mg, S, Na) i mikroskładniki (Fe, Mn, Cu, Zn, B) oznaczano w zmineralizowanych roztworach, za pomocą spektrometru plazmowego – ICP, przy odpowiednich długościach fali, charakterystycznych dla danego pierwiastka.

Spośród badanych wyciągów najwyższą zawartością fosforu (P) i magnezu (Mg) oraz manganu (Mn) charakteryzował się wyciąg z gryki. Natomiast wyciąg z mniszka lekarskiego zawierał największą zawartością potasu (K), a wyciąg z aksamitki - wapnia (Ca). Ten ostatni wyciąg charakteryzował się również największą zawartością mikroskładników takich jak: miedź (Cu), cynk (Zn) i bor (B). Najwięcej żelaza (Fe) zawierał wyciąg z gorczycy.

Ocena zawartości oraz ilości grup fenoli i triterpenoidów oraz ustalenie tych grup związków, które wpływają niekorzystnie na pędraki

W otrzymanych ekstraktach etanolowych, pochodzących z: 1) roślin gryki (*Fagopyrum esculentum*), 2) roślin mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*), 3) roślin aksamitki (*Tagetes sp.*),

oznaczono zawartość i skład związków fenolowych oraz triterpenoidów, zarówno frakcji tetracyklicznych steroidów, jak i związków pentacyklicznych.

Oznaczanie składu i zawartości triterpenoidów

Analizę związków triterpenoidowych w ekstraktach z ziela aksamitki, gryki i mniszka lekarskiego przeprowadzono metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią masową. Wszystkie ekstrakty zawierały dwie grupy związków triterpenoidowych: tetracyklicznych steroidów, które są uważane za metabolity pierwotne roślin, oraz triterpenoidowych związków pentacyklicznych, uważanych za związki bioaktywne biorące udział w różnych reakcjach obrony chemicznej roślin. Wśród steroidów zidentyfikowano trzy typowe sterole roślinne (fitosterole): kampesterol, stigmasterol i sitosterol. Najbogatszy skład związków pentacyklicznych zidentyfikowano w ekstrakcie z mniszka, obejmuje on mono- i dihydroksylowe alkohole triterpenowe, a bardzo niewielkie ilości kwasów oleanolowego i ursolowego. Zawartość triterpenoidów w tym ekstrakcie także była najwyższa, wynosiła blisko 190 µg/ml, czyli 3-krotnie więcej niż w ekstrakcie z aksamitki i prawie 4-krotnie więcej niż w ekstrakcie z gryki. Co istotne, w ekstrakcie z mniszka wykazano najwyższą zawartość triterpenoidów pentacyklicznych o potencjalnych aktywnościach biobójczych i odstraszających (amyryny, lupeol, taraksasterol).

Oznaczanie i identyfikacja zawartości związków fenolowych

Całkowitą zawartość związków fenolowych oznaczono metodą Folina i Ciocalteu'a.

Ogólnie najwięcej związków fenolowych stwierdzono w ekstrakcie z roślin aksamitki (*Tagetes*), natomiast w antocyjaniny najbogatszy był ekstrakt z roślin gryki (*Fagopyrum*).

W ekstraktach stwierdzono obecność co najmniej 20 różnych związków fenolowych, zarówno kwasów fenylopropanoidowych, jak i flawonoidów oraz ich pochodnych (w tym kwercetynę, kempferol i katechiny). W ekstrakcie z aksamitki głównym składnikiem były flawonoidy (kempferol i kwercetyna) oraz kwas wanilinowy i elagowy. U gryki podstawowymi składnikami były: kwercetyna, kempferol i katechiny, kwas wanilinowy, chlorogenowy i kawowy, oraz antocyjaniny. Ekstrakt z mniszka zawierał bardzo dużą ilość katechin, kempferolu, kwercetyny (flawonoidy i ich pochodne) oraz kwas wanilinowy, elagowy i galusowy.

Podsumowanie otrzymanych wyników

Wykorzystanie substancji podstawowych pozyskanych z roślin (gryka, aksamitka, mniszek lekarski) i wykorzystanie ich działania allelopatycznego wydaje się dobrym sposobem na ograniczanie populacji pędraków chrabąszcza majowego. Prowadzone badania wykazały, że substancje te mogą mieć dodatkowe zastosowanie w uprawie roślin, jako źródło makro- i mikroelementów potrzebnych do prawidłowego wzrostu roślin.

Największą ilością tych związków charakteryzował się wyciąg z mniszka lekarskiego i ten wyciąg wydaje, że może być repelentny dla pędraków. Jednak z praktyki producentów i naszej wiemy, że dość

często pędraki znajdujące się w korzeniach mniszka, dlatego wydawać by się mogło, że działa on, jako atraktant dla tej grupy szkodników. Wyciąg użyty w doświadczeniach i w badaniu składu triterpenoidów został przygotowany z całej rośliny. Jednak w celu określenia dokładnego działania tej rośliny na pędraki należałoby wykonać wyciągi z poszczególnych organów rośliny i wykonać podobne analizy. Dlatego też ważnym byłoby kontynuować te badania.

Szczegółowe ustalenie składu fenolowego badanych ekstraktów wymaga dalszych badań. Zagadnienie to jest bardzo ważne, ze względu na możliwe działanie allelopatyczne, antyoksydacyjne czy przeciwbakteryjne. Bardzo wysoka zawartość katechin, kempferolu i kwercetyny oraz kwasów fenylopropanoidowych może być odpowiedzialna za działanie przeciw patogenom i roślinożercom.

2.2 PODZADANIE 2

Wykorzystanie substancji podstawowych i biologicznych w sposób zintegrowany do zwalczania pędraków chrabąszcza majowego – doświadczenie wdrożeniowe

Celem tego podzadania było zastosowanie substancji podstawowych i biologicznych do integrowanego zwalczania pędraków i osobników dorosłych chrabąszcza majowego na w miarę dużym obszarze (ok. 20 ha). Metody, które opracowane zostały w ostatnich trzech latach były wdrażane na dużym obszarze, aby potwierdzić otrzymane rezultaty (w skali makro), ale również zademonstrować producentom efekt takich działań.

Metody zostały zastosowane, jako nowatorski sposób dystrybucji Czynnika Biologicznego Zwalczania (CBZ - grzybów entomopatogenicznych). Do zwalczania pędraków w glebie zastosowane zostały substancje podstawowe na przykład preparaty spożywcze zawierające m.in. otręby pszenne wraz z CBZ. Natomiast do zwalczania osobników dorosłych chrabąszcza majowego użyto substancji podstawowych, wykazujących działanie wabiące, a także lampy świetlne lub feromony (w celu zwiększenia liczby odłowionych osobników) w specjalnie do tego celu przygotowanych pułapkach, w których były umieszczone również CBZ (grzyby owadobójcze). Zwabione w ten sposób chrząszcze miały kontakt z grzybami owadobójczymi, które następnie mogły przenieść na inne osobniki (np. podczas kopulacji).

W celu precyzyjnego wyznaczenia terminu lotu osobników dorosłych chrabąszcza majowego podjęto próbę wykorzystania modelu predykcyjnego opracowanego w Niemczech. Wyznaczenie takiego terminu może być kluczowe dla optymalnego zastosowania pułapek do masowych odłowów chrabąszczy.

Wykorzystanie modelu predykcyjnego

W celu wyznaczenia terminu rozpoczęcia lotu osobników dorosłych, co pozwoliłoby na terminowe wywieszanie i stosowanie pułapek, a tym samym podniesienie skuteczności tej metody podjęto próbę wykorzystania modelu predykcyjnego opracowanego w Niemczech, a opartego na sumie temperatur efektywnych. W celu adaptacji modelu od 1 marca do 3 maja śledzono warunki atmosferyczne oraz ustawiono pułapki naziemne w celu określenia wylotu z gleby chrząszczy. Po analizie danych meteorologicznych z rejonu centralnej Polski (Nowy Dwór k/Skierniewic), gdzie również ustawiono pułapki naziemne i porównaniu ich z niemieckim modelem predykcyjnym

opracowanym przez Wagenhoffa można wnioskować, że w 2018 roku lot chrząszczy chrabąszcza majowego na tym terenie powinien rozpocząć się 29-30.04.2018 roku. W pułapkach naziemnych odłowiono chrząszcze 30.04.2018 roku. Zatem model ten po dostosowaniu do polskich warunków może być przydatny do prognozowania terminu wylotu chrabąszczy, ale wymaga potwierdzenia w następnych latach.

Ograniczanie populacji chrząszczy

W 2018 roku zastosowano również różne metody odławiania chrząszczy: pułapki świetlne, pułapki feromonowe, pułapki świetlne z grzybami, strząsanie chrząszczy z drzew w miejscach ich żerowania. Pułapki stosowane były bądź w pobliżu plantacji truskawek, bądź też lasów lub wśród polnych zadrzewień, w których przebywały chrząszcze chrabąszcza majowego. Wszystkie rodzaje pułapek stosowano od 1.05. – 1.06.2018.

W bieżącym sezonie populacja osobników dorosłych chrabąszcza majowego w okolicach Lubartowa wydawała się niezbyt liczna ze względu na to, że w poprzedni rok był okresem wzmożonych wylotów (uważa się, że co ok. 4 lata jest wysoka populacja – rójka). Wszystkie zastosowane rodzaje pułapek odławiały chrząszcze chrabąszcza majowego, chociaż niestety pułapki były wywieszane lub ustawione, kiedy już trwał lot chrząszczy (brak wcześniejszej decyzji o finansowaniu projektu). Dlatego też nie można wypełni ocenić skuteczności wszystkich pułapek. Również, aby obiektywnie ocenić działanie tej metody należy stosować ją na danym obszarze systematycznie przynajmniej przez 4 lata, aby okres stosowania metody objął również sezon, w którym odbywa się intensywny lot chrząszczy, a coroczne zmniejszanie populacji chrząszczy powinno pozytywnie wpłynąć na liczbę pędraków w glebie. Efektywną metodą ograniczania populacji chrząszczy chrabąszcza majowego, okazała się również metoda strząsania ich z drzew gdzie prowadzą dzienny żer uzupełniający i ich utylizacja.

Ograniczanie populacji pędraków w glebie

Doświadczenie przeprowadzono w 10 gospodarstwach wyznaczając w każdym powierzchnię ok. 1 ha. Inokulum grzybów entomopatogenicznych *B.bassiana*, zastosowano przed założeniem plantacji truskawki lub na istniejących już plantacjach. We wszystkich przypadkach zastosowano metodę rozsiewania siewnikiem ciągnikowym. Przed założeniem plantacji inokulum rozsiewano na całym polu a na istniejących plantacjach w rzędach lub w pobliżu rzędów roślin. Dawka inokulum wynosiła 80 kg/ha. W niektórych przypadkach z inokulum zastosowano otręby pszenne w dawce 120 kg/ha.

Kluczową oceną w tym doświadczeniu będzie ocena wykonana wiosną 2019 roku, w której dokonana będzie ocena kondycji posadzonych roślin i ocena jednostek infekcyjnych grzybów entomopatogenicznych, szczególnie *B. bassiana*. Jednak jesienią we wrześniu 2018 roku na niektórych polach doświadczalnych pobrano próby gleby w celu wstępnej oceny liczby jednostek infekcyjnych grzyba *B.bassiana* po zastosowaniu inokulum. Na ogół zanotowano wzrost jednostek infekcyjnych po stosowaniu inokulum, ale nie był to zbyt duży wzrost. Wydaje się, że przyczyną takiego stanu są warunki atmosferyczne, jakie panowały w czerwcu i lipcu 2018 roku (brak opadów), co uniemożliwiło

zastosowanie w tym czasie inokulum. Zostało ono zastosowane dopiero w sierpniu, a próby gleby pobrano we wrześniu, być może był to za krótki okres do namnożenia się grzybów.

Podsumowanie otrzymanych wyników

Zastosowanie w sposób zintegrowany substancji podstawowych i biologicznych do zwalczania pędraków i osobników dorosłych chrabąszcza majowego na dużym obszarze (np. ok. 20 ha) wydaje się dobrym i możliwym sposobem ograniczania tego szkodnika. Zostało to również potwierdzone w wynikach przeprowadzonej ankiety.

Dopracowanie i zastosowanie modelu predykcyjnego do przewidywania początku lotu chrabąszczy może skutecznie przyczynić się do zwiększenia efektywności metod polegających na wyłapywaniu/odławianiu (pułapki świetlne, feromonowe, itp.) osobników dorosłych. Zastosowane pułapki świetlne zawierające grzyby entomopatogeniczne również efektywnie odławiały chrząszcze (zostało to stwierdzone w pułapce kontrolnej. Jednak aby obiektywnie ocenić skuteczność tej metody wymagany jest dłuższy okres czasu.

Po zastosowaniu czynników biologicznego zwalczania – inokulum zawierającego *B. bassiana* w glebie zanotowano niewielki wzrost jednostek infekcyjnych tego grzyba. Do intensywnego namnażania się tego rodzaju grzybów potrzebne są odpowiednie warunki glebowe przede wszystkim wilgotność, ten rok charakteryzował się na ogół niską wilgotnością gleby, dlatego też zanotowano tak niewielki wzrost jednostek infekcyjnych. Potrzebny jest również dłuższy okres czasu, aby strzępki grzybni „penetrujące” glebę napotkały swojego żywiciela – pędraka i mogły go zainfekować. Z tych powodów podjęto decyzję, że zostanie wykonana dodatkowa ocena wiosną 2019 roku.

Niestety, chrabąszcz majowy jest bardzo specyficznym szkodnikiem. Osobniki dorosłe – chrząszcze zaczynają dość wcześnie swój lot, w niektóre lata już w kwietniu. Dlatego też bardzo dużym problemem w realizacji projektu, w którym przewidziane do stosowania są metody ograniczające populację chrząszczy jest termin przyznania finansowania. W tym konkretnym przypadku otrzymanie takiej decyzji w maju, praktycznie uniemożliwia wcześniejszy zakup pułapek i ich terminowe zastosowanie. Również ograniczanie populacji larw (pędraków) w glebie nie jest łatwym zagadnieniem. Przebywają one w glebie przez cały swój cykl rozwojowy (3-4 lata). **Skutecznym sposobem na ich ograniczanie jest stosowanie grzybów entomopatogenicznych, jednak problemem jest tu brak polskich producentów takich środków.** Sprowadzanie takich środków z innych krajów wiąże się z tym, że znajdują się w nich formy przetrwalnikowe grzybów, a to z kolei wpływa na czas infekcji pędraków.

2.3 PODZADANIE 3

Wykorzystanie substancji podstawowych do zwalczania szkodliwych owadów (nasionnice, mszyce) na roślinach prozdrowotnych

Celem podzadania było określenie przydatności gotowych produktów zawierających substancje podstawowe, na przykład produkty spożywcze zawierające krzem organiczny do ograniczania populacji organizmów szkodliwych występujących na czereśni, róży pomarszczonej i rokitniku oraz poszukiwanie nowatorskich rozwiązań i innych substancji podstawowych do stosowania w tych uprawach. W celu zwiększenia skuteczności działania substancji podstawowych podjęta została próba równoczesnego zastosowania innych niechemicznych metod. Na przykład wykorzystanie pułapek z substancją wabiącą, które mogłyby być wykorzystane do masowych odłowów muchówek.

Zwalczanie mszyc na czereśni

W celu określenia skuteczności zwalczania wytypowanych substancji podstawowych takich jak: mleko, cynamon, olejek z anyżu, produkty zawierające krzem wykonano 3 doświadczenia: dwa laboratoryjne i jedno polowe. W doświadczeniach laboratoryjnych zastosowano: AdeSil (produkt zawierający krzem organiczny w postaci amorficznej ziemi okrzemkowej) w stężeniu 1,5% i 3%; mleko niepasteryzowane 3,2% z dodatkiem wody (1:1); Wyciąg wodny nierozcieńczony z mniszka lekarskiego (przygotowany samodzielnie – 400 g świeżych części zielnych mniszka na 10 l wody); NeemAzal (wyciąg z nasion miodli indyjskiej (*Azadirachta indica*)) w stężeniu 0,5%; Cynamon z dodatkiem szarego mydła (1:2 - rozpuszczony 1 l wody); Olejek anyżowy w stężeniu 0,1%. W doświadczeniu polowym zastosowano dwa produkty zawierające organiczny krzem: AdeSil w postaci amorficznej ziemi okrzemkowej oraz ZumSil – płynna krzemionka.

Produkty zastosowane w doświadczeniach laboratoryjnych wykazały wysoką skuteczność po 7 dniach od zabiegu, chociaż różniły się między doświadczeniami. W doświadczeniu polowym obydwie produkty zawierające krzem (w formie stałej i płynnej) użyte do zwalczania mszycy czereśniowej *Myzus cerasi* na czereśni w tych warunkach ograniczały występowanie tej mszycy, a ich skuteczność wynosiła 51-59%. Jednak po zastosowaniu obu produktów na drzewach czereśni obserwowano bardzo dużą liczbę drapieżców mszyc (larwy biedronek, drapieżnych przyszczarków, bzygowatych).

Monitoring występowania nasionnic i owocówki różóweczki

Z rodziny Nasionnicowatych w naszym kraju najbardziej powszechna i najbardziej znana jest nasionnica trześniówka (*Rhagoletis cerasi*) porażająca owoce przede wszystkim czereśni, ale także coraz częściej i owoce wiśni. Kilka lat temu, tym uprawom zaczęła również zagrażać nasionnica wschodnia (*Rhagoletis cingulata*), a wraz z popularyzacją takich upraw jak róża pomarszczona (*Rosa rugosa*) czy też rokitnik zwyczajny (*Hippophae rhamnoides*) pojawiły się także inne gatunki nasionnic: nasionnica różówka (*Rhagoletis alternata*) czy nasionnica (mucha) rokitnikowa (*Rhagoletis batava*).

Owocówka różóweczka (*Cydia tenebrosana*) to specyficzny szkodnik dla róży pomarszczonej. Uszkadza jej owoce podobnie jak nasionnica różówka. Ponieważ okresy występowania larw obu tych gatunków są bardzo zbliżone do siebie, a uszkodzenia niewiele się od siebie różnią – larwy obu gatunków żerują w miąższu owoców, może to prowadzić do błędnego określenia szkodnika, jaki występuje na plantacji, a co za tym idzie również dostosowania nieodpowiednich metod zwalczania

Do monitoringu występowania nasionnic zastosowano sprawdzone już wcześniej żółte pułapki lepowe oraz po raz pierwszy zastosowano pułapki zapachowe dedykowane do odłowu *Ceratitis capitata* i 2 nowe atraktanty zapachowe dedykowane *R. cerasi* (prototyp p1 i p2) pozyskane z Hiszpanii. Natomiast do monitoringu owocówki różóweczki użyto pułapki z feromonem dedykowanym do odłowu samców owocówki śliwkóweczki. Pułapki na przełomie maja i czerwca zostały umieszczone w sadach czereśniowych, wiśniowych lub na plantacjach róży pomarszczonej i rokitnika i w miarę możliwości systematycznie kontrolowane.

Wszystkie zastosowane do monitoringu pułapki niezależnie, dla jakiego gatunku były dedykowane odławiały muchówki z rodzaju *Rhagoletis*. Niezależnie od rodzaju pułapki nasionnice w nich odławiały się w tym samym czasie, to znaczy, że wszystkie rodzaje pułapek jednakowo wyznaczały początek ich lotu. Zazwyczaj w pułapkach z atraktantem stwierdzano nieco mniej nasionnic niż na

pułapkach lepowych, ale może to być związane z tym, że atraktant nie był wymieniany przez cały sezon, a pułapki na plantacjach wisały ponad 3 miesiące (lepowe w tym czasie były wymieniane ze względu na zabrudzenia innymi owadami).

Na róży pomarszczonej odławiana była nasionnica różówka we wszystkich trzech lokalizacjach. Jednak w miejscowości Ostrów wystąpiła bardzo niska populacja (praktycznie odłowiono tylko 1 nasionnicę) na pułapce lepowej, natomiast pozostałe nie były rozwieszane. Być może powodem tak niskiej populacji na tej plantacji była odmiana róży (Karpatia), która może być mniej chętnie zasiedlana przez tego szkodnika. Podobnie było w Dąbrowicach, gdzie też na tej odmianie praktycznie nasionnica nie wystąpiła. W pozostałych lokalizacjach (Dolice I i Dolice II – *rosa rugosa*) nasionnica różówka odławiała się we wszystkie pułapki.

Na wiśni i czereśni w pułapki odławiały się dwa gatunki nasionnic nasionnica trześniówka (*R. cerasi*) i nasionnica wschodnia (*R. cingulata*), które są typowymi gatunkami dla tych upraw. W tym przypadku w miejscowości Józefatów w sadzie wiśniowym we wszystkie pułapki odławiano dużą liczbę nasionnic. W sadzie tym pułapka z atraktantem dedykowanym dla *R. cerasi* p1 odłowiła więcej much nasionnicy wschodniej niż pułapka lepowa i pozostałe pułapki. W sadzie czereśniowym w Skierniewicach II pułapki z atraktantem odłowiły więcej *R. cerasi* niż pułapka lepowa.

Również wszystkie rodzaje pułapek odławiały nasionnicę rokitnikową (*R. batava*) na rokitniku w wyznaczonych lokalizacjach. W miejscowości Ostrów wystąpiła niska populacja tego szkodnika, dlatego też monitorowano ją tylko przy pomocy pułapki lepowej. W pozostałych dwóch lokalizacjach również tak jak na poprzednich uprawach pułapki z atraktantem odławiały nieco mniejszą liczbę nasionnicy rokitnikowej niż pułapki lepowe.

Terminy rozpoczęcia lotu poszczególnych gatunków nasionnic różniły się między sobą. W Polsce centralnej, jako pierwsza lot rozpoczęła *R. cerasi* na czereśni i na wiśni. Rozpoczął się on ok. 25 maja i trwał do ok. 9 lipca 2018 roku. Następnie ok. 11 czerwca swój lot rozpoczęła *R. batava* na rokitniku i trwał on do 25.07.2018 roku. Najpóźniej rozpoczął się lot *R. cingulata* na wiśni ok. 15 czerwca i trwał do 1 sierpnia 2018 roku. W doświadczeniu zaobserwowano również różnice w początku lotu nasionnic, w zależności od regionu kraju.

Pułapki z feromonem do odłowu samców owocówki śliwkóweczki zawieszane na plantacji róży pomarszczonej wykazały dobrą skuteczność w odławianiu samców owocówki różóweczki. Pierwsze motyle tego gatunku pojawiły się już pod koniec maja. Prawdopodobnie wyznaczony termin rozpoczęcia lotu motyli pomógł w ustaleniu terminów zwalczania gąsienic tego szkodnika.

Wykorzystanie pułapek do masowego odłowu nasionnic

Do masowego odłowu nasionnic: *R. alternata* na róży pomarszczonej, *R. cerasi* i *R. cingulata* na czereśni i *R. batava* na rokitniku użyto hiszpańskich pułapek firmy Probodelt z atraktantem dedykowanym dla *C. capitata* oraz dwóch nowo przygotowanych prototypowych atraktantów dedykowanych dla *R. cerasi*. Pułapki zastosowano zgodnie z zaleceniami producenta w ilości ok. 80 pułapek na 1 ha sadu lub plantacji. Pułapki zostały zawieszane tuż przed początkiem lotu poszczególnych gatunków nasionnic. Następnie w ciągu sezonu kilkakrotnie pułapki były opróżniane i liczone złowione w ten sposób muchy nasionnic.

Wszystkie pułapki zastosowane do masowego odłowu muchówek nasionnic odławiały osobniki dorosłe tych szkodników ograniczając uszkodzenia owoców. Pułapki z atraktantem zastosowane na drzewach czereśni w Skierniewicach ograniczyły obecność much *R. cerasi*, co spowodowało mniejszą

ilość złożonych jaj. Tam, gdzie były zastosowane pułapki, notowano dwu i trzykrotnie mniej uszkodzonych owoców niż tam, gdzie ich nie było. W Przemarku na plantacji rokitnika dwukrotnie mniej uszkodzonych owoców notowano na części z pułapkami niż na części bez pułapek, a sumarycznie we wszystkie pułapki odłowiono 11438 much *R.batava*. Również na plantacji róży pomarszczonej w zastosowane pułapki odłowiono 2463 muchy *R.alternata*, co spowodowało ograniczenie uszkodzeń owoców – na poletku, gdzie zastosowano pułapki odnotowano 20,7% uszkodzonych owoców.

Podsumowanie otrzymanych wyników

Substancje podstawowe takie jak mleko, cynamon z mydłem szarym, wodny wyciąg z mniszka lekarskiego, olejek anyżowy oraz gotowe produkty zawierające organiczny krzem w dwóch formach (stałej i płynnej) czy wyciąg z miodli indyjskiej były dość skuteczne w zwalczaniu mszycy czereśniowej *Myzus cerasi* w testach laboratoryjnych. Ciekawej obserwacji dokonano po zastosowaniu wyciągu wodnego z mniszka lekarskiego oraz mleka z wodą, okazało się bowiem, że roztwory te sprzyjały rozwojowi grzybów na ciele mszyc. Jednak zagadnienie to wymaga dalszych badań w celu określenia, jakie to gatunki i jaką rolę mogą spełniać w ograniczaniu mszyc.

Preparaty zawierające krzem zarówno w postaci stałej – amorficzna ziemia okrzemkowa, jak i płynnej – płynna krzemionka zastosowane w doświadczeniu polowym wykazały nieco niższą skuteczność niż w testach laboratoryjnych. Jednak na tych poletkach zaobserwowano dużą liczbę organizmów pożytecznych takich jak: larwy biedronek, drapieżnych przyszcarków czy też owadów z rodziny bzygowatych, które uznawane są za faunę ograniczającą występowanie mszyc. Przy stosowaniu wyżej wymienionych substancji ważny jest termin wykonania zabiegów - pierwszy powinien być wykonywany zaraz na początku pojawu mszyc w sadzie.

Na podstawie wyników wykonanego monitoringu występowania nasionnicy na roślinach prozdrowotnych, można stwierdzić, że zagrożeniem dla czereśni i wiśni jest nasionnica trześniówka i wschodnia (*R. cerasi* i *cingulata*), dla róży pomarszczonej - nasionnica różówka (*R. alternata*) oraz dla upraw rokitnika nasionnica rokitnikowa (*R. batava*).

Wszystkie pułapki zastosowanie w doświadczeniach zarówno do monitoringu jak i masowych odłowów much były skuteczne. Niektóre z nich odławiały również i inne gatunki nasionnic niezwiązane bezpośrednio z tymi uprawami np. nasionnicę głógówkę (*A. prumunda*). Jednak być może w pułapkach do masowego odławiania w naszych warunkach, w celu zwiększenia ich skuteczności, będzie istniała konieczność wymiany atraktantów ze względu na wydłużony okres lotu nasionnic.

3. Działalność upowszechnieniowa w 2018

Malusá E., Tartanus M., Canfora L., Pinzari F., Tkaczuk C. and Łabanowska B.H., 2018. Integrated approach to control soil-borne pests in organic strawberry plantations. Biological and integrated control of plant pathogens. Proceedings of the XV Meeting "Biocontrol products: From lab testing to product development" at Lleida (Catalonia, Spain) April 23-26, 2018 IOBC-WPRS Bulletin Vol. 133 p. 211.

Malusá E., Tartanus M., Tkaczuk C., Canfora L., Pinzari F., 2018. Protection of organic strawberry plantations from *Melolontha* spp. through an integrated approach: results from four-year trials in Poland. Abstract Book 9th International IOBC/WPRS Workshop on Integrated Plant Protection of soft fruits, 5–7 September 2018, Rīga, Latvia

- Tartanus M., Malusá E., Danelski W., 2018. Monitoring of fruit pests in organic soft fruits plantations and testing of biocontrol agents. Abstract Book 9th International IOBC/WPRS Workshop on Integrated Plant Protection of soft fruits, 5–7 September 2018, Rīga, Latvia
- Tartanus M., Malusá E., Łabanowska B.H., Łabanowski G.S., 2018. Survey of pests and beneficial fauna in organic small fruits plantations. 18th International Conference on Organic Fruit Growing. University of Hohenheim (Germany), February 19-21 2018.
- Tartanus M., Malusá E., Łabanowska B.H., Tkaczuk C., Canfora L. and Pinzari F., 2018. Effective control of *Melolontha* spp. in organic strawberry plantations by means of holistic approach. 18th International Conference on Organic Fruit Growing. University of Hohenheim (Germany), February 19-21 2018
- Malusa E., Tartanus M., 2018. Możliwości zwalczania szkodników glebowych w uprawach sadowniczych. Materiały z 60. Ogólnopolskiej Konferencji Ochrony Roślin Sadowniczych.
- Tartanus M., Malusa E., Danelski W., 2018. Nasionnica rokitnikowa – duże zagrożenie rokitnika. Truskawka, malina, jagody 10-11: 44-45
- Łabanowska B.H., Tartanus M., Piotrowski W., 2018. Czereśnie atrakcyjne dla muchówek. Sad Nowoczesny, 5: 44-45.
- Łabanowska B.H., Tartanus M., Malusa E., 2018. Sposoby na pędraki. Truskawka Malina Jagody. 5: 33-36.
- Danelski W., Tartanus M., Malusá E., 2018. Możliwość wykorzystania produktów krzemowych do zwalczania mszycy czereśniowej (*Myzus cerasi* F.) w ekologicznym sadzie. XX Konferencja Naukowa „Rolnictwo ekologiczne – stan obecny i perspektywy rozwoju „Techniki, technologie, produkcja żywności”: Puszczykowo, 3-5.10.2018.
- Tartanus M., Danelski W., 2018. Szkodniki sadów i jagodników oraz możliwości ich zwalczania w uprawach ekologicznych. Warsztaty Ekologiczne Nowy Dwór Parcela, 20 czerwca 2018 r.
- Tartanus M., Malusa E., 2018. Metody ograniczania populacji pędraków na plantacjach truskawek w systemie ekologicznej uprawy. MRiRW, PANEL II – szkolenie dla producentów, 6.11.2018

Przewodnik z zaleceniami dla sadownictwa ekologicznego

(Wytyczne w zakresie ograniczania populacji larw chrabąszcza majowego na truskawce oraz innych wybranych szkodników na czereśni, rokitniku i róży pomarszczonej)

Wyniki 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. Z roku na rok przybywa upraw, na których występują pędraki. Przyczyn wzrostu zagrożenia należy upatrywać również w bardzo ograniczonych możliwościach zwalczania chrząszczy i pędraków chrabąszcza majowego - *Melolontha melolontha*, także w lasach oraz w innych uprawach sadowniczych czy rolnych. Brak zarejestrowanych środków chemicznych do zwalczania tych szkodników zarówno w konwencjonalnym jak i w integrowanym systemie uprawy roślin, zdecydowanie zwiększa zagrożenie dla upraw prowadzonych w systemie ekologicznym. Ponadto prowadzone badania i obserwacje wskazują, że szkodniki żyjące w glebie bardzo łatwo aklimatyzują się na tych uprawach. Z badań i doświadczeń wykonanych w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach wynika, że walka z chrabąszczem majowym i jego larwami, powszechnie zwanymi pędrakami, powinna być prowadzona kompleksowo, z wykorzystaniem wszystkich dostępnych metod i sposobów. Ochrona powinna być prowadzona we wszystkich rejonach występowania szkodnika i na wszystkich uprawach, na których występuje, na dużych powierzchniowo obszarach. Tylko kompleksowe i systematyczne zwalczanie szkodników żyjących w glebie może przynieść oczekiwane rezultaty w ograniczeniu ich liczebności i uszkodzeń przez nie powodowanych.

Taki sposób rozwiązania lub przynajmniej zmniejszenia problemu, podyktowany jest przebiegiem cyklu rozwojowego chrabąszcza majowego. Przez 3-4 lata larwy żyją i rozwijają się w glebie i dopiero po osiągnięciu ostatniego stadium rozwojowego (czerwiec- lipiec) schodzą do głębszych warstw gleby, przepoczwarzają się. Wkrótce wychodzą owady dorosłe czyli chrząszcze, ale pozostają one w glebie do wiosny następnego roku. Pod koniec kwietnia i w maju wychodzą z gleby, następuje kopulacja i zapłodnione samice składają jaja do wierzchniej warstwy gleby, w grupach (złożach) po kilka-kilkanaście sztuk dając początek nowemu pokoleniu. Ponadto, trzeba mieć świadomość, że chrabąszcz majowy jest gatunkiem polifagicznym, czyli jego larwy (pędraki) żerują i rozwijają się na korzeniach wielu różnych roślin. Prawidłowe podejście do walki z tym szkodnikiem wymaga od rolnika, np. producenta owoców truskawki czy innych roślin, znajomości biologii szkodnika oraz wiedzy teoretycznej i technicznej o możliwości stosowania metod ich ograniczania. Podkreślenia wymaga również fakt, że kompleksowe stosowanie różnych metod zwalczania chrabąszczy i pędraków wymaga dużych nakładów zarówno finansowych jak i pracy ludzkiej.

W celu efektywnego ograniczenia szkód wyrządzanych przez pędraki chrabąszczy na podstawie badań prowadzonych w 2018 roku oraz wyników wcześniejszych doświadczeń zaleca się podejmować następujące działania:

- w zagrożonych rejonach do ograniczenia populacji chrabąszczy i pędraków powinno się wprowadzić do praktyki stosowanie na szeroką skalę (obejmować większe rejony) **zintegrowanych metod zwalczania**, które obejmują metody ukierunkowane zarówno na ograniczanie populacji owadów dorosłych (chrabąszczy), jak i larw (pędraków) obecnych w danej uprawie/plantacji i ich sąsiedztwie (jeśli to możliwe). Tylko przy takim podejściu jest szansa na skuteczne zmniejszenie szkód. Jednak podstawowym wymogiem jest prowadzenie tej walki systematycznie przez kilka kolejnych lat, co wynika z cyklu rozwojowego szkodnika. Stosując

metody zwalczania szkodników żyjących w glebie w sposób zintegrowany, zwiększa się efektywność ich redukcji.

- w rejonach występowania pędraków, które stanowią duże lub bardzo duże zagrożenie dla prowadzonych upraw, należy wstępnie kontrolować glebę w celu określenia obecności i zagęszczenia szkodników na polu przed założeniem plantacji. Ocenę liczebności pędraków w glebie należy prowadzić stosując metodę pobierania prób gleby z minimum 32 dołków o wymiarach 25cmx25cm, głębokości 30 cm, co stanowi 2 m² z 1ha powierzchni pola). Dla upraw ogrodniczych jako próg zagrożenia przyjęto zagęszczenie na poziomie **1 pędrak na 2m²** powierzchni pola.
- bardzo ważne jest, by prowadzić kompleksową walkę z pędrakami chrabąszcza majowego podczas przygotowania gleby pod plantację stosując metodę mechaniczną (użycie do uprawy gleby maszyn z ostrymi elementami np. glebogryzarka, kultywator). Taka uprawa powinna być wykonana w okresie, kiedy larwy (pędraki) obecne są w górnej warstwie gleby, a użycie maszyn z wirującymi elementami zwiększa liczbę uszkodzonych larw. Warto też zwracać uwagę na warunki glebowo-klimatyczne (tj. temperatura i wilgotność gleby), które sprzyjają przebywaniu larw w górnej warstwie gleby i niszczeniu ich w sposób mechaniczny.
- dodatkową praktyką, którą należy wprowadzić i stosować w połączeniu z uprawkami mechanicznymi, jest zbieranie pędraków podczas orki, bezpośrednio po przejściu pługa, co istotnie redukuje (w doświadczeniach było to około 50%) liczebność pędraków chrabąszczy w glebie. Wiadomo jednak, że niektóre z nich pozostają nieuszkodzone i nadal żerują na korzeniach. Metoda ta jest jednak pracochłonna, a znacznie lepsze efekty uzyskuje się na mniejszych powierzchniach, gdzie orkę przeprowadza się przy pomocy pługów jedno- i dwuosobowych a nie stosuje się pługów wielosobowych.
- należy stosować także metodę fitosanitarną, a głównie właściwy przedplon, czyli uprawiać rośliny działające niekorzystnie na rozwój populacji pędraków w glebie. W badaniach potwierdzono największy wpływ gryki (zawarte w niej taniny hamują rozwój pędraków). Wyniki wstępnych doświadczeń wskazują także na korzystny wpływ gorczycy, ale wymaga to dalszych badań i obserwacji. Ważne jest, aby ta roślina zakwitła, a wówczas jej części nadziemne należy rozdrobnić i przyorać.
- Bardzo ważne jest by stosować także metodę fizyczną polegającą na wabieniu i odławianiu chrabąszczy, a następnie utylizacji odłowionych osobników. Do odławiania lub wabienia chrząszczy można stosować:
 - Pułapki feromonowe do odłowu samców chrabąszcza majowego – produkt dostępny w handlu
 - Pułapki świetlne (ekrany) do odłowu chrząszczy, wykorzystujące światło lampy do wabienia chrząszczy, dodatkowo ekrany mogą być pokryte odpowiednim klejem, co nie pozwoli chrząszczom odlatywać z ekranu.
 - Strząsanie chrząszczy z drzew, na których odbywają dzienny żer uzupełniający.

W ten sposób skutecznie ogranicza się populację chrabąszcza majowego, ale najlepiej metodę tę stosować od początku lotu chrabąszczy, bezpośrednio po ich wylocie, by zniszczyć je zanim samice złożą jaja do gleby. Na przykład w jedną pułapkę świetlną można odłowić do 400 osobników dorosłych w ciągu zaledwie 2 godzin wieczornych lub jednego godzinnego strząsania chrząszczy z drzew, na których prowadzą dzienny żer uzupełniający można zebrać ok. 1000 chrząszczy. Redukcja chrząszczy, to mniej złożonych jaj przez samice, a tym samym mniejsze zagęszczenie pędraków na polach uprawnych. By uzyskać jak najlepszy efekt, metodę tę wskazane byłoby stosować również:

- na sąsiadujących plantacjach, by objąć nią większą powierzchnię;
- odławiać je od początku lotu chrząszczy chrabąszcza majowego, który to wylot zaczyna się zależnie od warunków atmosferycznych, pod koniec kwietnia lub na początku maja i trwa do

pierwszych dni czerwca (termin stosowania pułapek odławiających musi być ustalany indywidualnie dla danego sezonu);

- rozstawianie pułapek w pobliżu lasów lub nawet pojedynczych drzew dębów, ponieważ chrząszcze (osobniki dorosłe) bardzo często przebywają na tych drzewach, prowadząc żer uzupełniający i jest duże prawdopodobieństwo odłowienia ich w pułapki.

- stosować metodę fizyczną polegającą na rozkładaniu agrowłókniny na powierzchni pola, obejmując rośliny i glebę na początku sezonu (koniec kwietnia- maj), przed spodziewanym wylotem chrząszczy. Metoda jest dość kosztowna, ale bywa coraz częściej stosowana, do przyśpieszenia wzrostu i owocowania roślin. W takim przypadku zmniejsza się liczba złożonych jaj przez samice (nie mogą przedostać się pod agrowłókninę), a tym samym mniejsze jest zagęszczenie pędraków na polach uprawnych.
- stosować metodę biologiczną, wykorzystując czynniki biologicznego zwalczania (CBZ), które mogą z dobrym skutkiem ograniczyć populację pędraków w glebie. Obecnie są dwie grupy CBZ: nicienie entomopatogeniczne i grzyby entomopatogeniczne:
 - A) Nicienie entomopatogeniczne są już dostępne na rynku na przykład *Steinernema kraussei* oraz *Heterorhabditis bacteriophora*, i mogą być stosowane przez plantatorów. Należy je wprowadzać do gleby zgodnie z instrukcją podaną na opakowaniu, przestrzegając proponowanych dawek, sposobów stosowania oraz terminów zalecanych przez producentów. Jednak skuteczność CBZ w dużym stopniu zależy od warunków fizyko-chemicznych gleby: jej struktury, temperatury i wilgotności względnej (zawartości wody). Nicienie mogą być podatne na wysokie temperatury i ograniczoną zawartość wody w glebie, co może niekorzystnie wpływać na liczebność populacji (może być notowane jej zmniejszanie). Struktura gleby może być przyczyną zwiększenia śmiertelności nicieni: w glebach piaszczystych, które są bardziej wrażliwe na brak wody, następuje większa śmiertelność nicieni, ze względu na szybkość i stopień wysuszenia. Dlatego też rolnicy muszą utrzymywać wystarczający poziom wilgotności gleby, która odgrywa bardzo ważną rolę w przemieszczaniu się nicieni w kierunku larw i kolonizowania ich, co bezpośrednio wpływa na skuteczność biologicznego zwalczania szkodników żyjących w glebie.
 - B) grzyby entomopatogeniczne, by mogły być polecane do stosowania w praktyce, muszą uzyskać rejestrację. Jednak działanie tego rodzaju CBZ wymaga dłuższego okresu czasu (czas na zwiększenie zagęszczenia przez namnożenie się grzybów w glebie, oraz czasu na znalezienie i skolonizowanie żywiciela, czyli pędraka i jego zniszczenie. Również i w tym przypadku podobnie jak u pierwszej grupy CBZ (nicienie) dużą rolę odgrywają warunki fizyko-chemiczne gleby.
- w celu zwiększenia skuteczności działania stosowanych metod zwalczania (szczególnie metody biologicznej) należy wykorzystywać wszelkie dostępne sposoby np. przykrywanie gleby z pominięciem roślin, na czas lotu chrząszczy (co uniemożliwia składanie jaj przez samice), a pozostawienie okrywy dłużej, może również zwiększać wilgotność gleby potrzebną do namnażania się nicieni entomopatogenicznych i grzybów owadobójczych.
- zwracać baczniejszą uwagę na jakość i strukturę gleby oraz zawartość składników pokarmowych dla roślin, co może pomóc w doborze zastosowanej metody oraz pozwolić na lepszą regenerację częściowo uszkodzonych roślin (w małym stopniu dotyczy to truskawki, w większym krzewów i drzew, gdzie nie cały system korzeniowy jest zniszczony przez pędraki w krótkim czasie).
- stosowanie metody allelopatycznej może również przyczyniać się do ochrony plantacji przed pędrakami, ale wymaga dalszych badań, w celu wytypowania najbardziej skutecznych substancji. Allelopatia odnosi się głównie do substancji chemicznych wydzielanych przez rośliny do podłoża, które wpływają na wzrost innych organizmów w bezpośrednim otoczeniu. Na podstawie wykonanych w bieżącym roku badań zawartości związków fenolowych i antocyjanin w wyciągach alkoholowych z mniszka lekarskiego, gryki i aksamitki można stwierdzić, że wyciągi te mogą również niekorzystnie wpływać na rozwój pędraków. Jednak,

aby można było to wykorzystywać w dalszej praktyce, należy dokładnie określić jakie związki mają wpływ na rozwój pędraków i jaki jest mechanizm tego działania, a następnie przygotować odpowiednie produkty.

- Roślinom prozdrowotnym takim jak czereśnia, róża pomarszczona i rokitnik mogą zagrażać różne szkodliwe owady:
 - Praktycznie corocznie na drzewach czereśni występuje mszyca czereśniowa *Myzus cerasi* szczególnie w sadach prowadzonych systemem ekologicznym. Jednak, jak na razie nie ma dozwolonych w tym systemie środków do zwalczania tej grupy szkodników. W doświadczeniach dobre działanie w ograniczaniu mszyc wykazały gotowe produkty zawierające organiczny krzem oraz produkt zawierający wyciąg z nasion miodli indyjskiej. Z zastosowanych substancji podstawowych w warunkach laboratoryjnych dobre działanie wykazały mleko + woda i wodny wyciąg z mniszka lekarskiego. Jednak trudno na podstawie jednorocznych badań polecać je do szerokiej praktyki. Dla potwierdzenia skuteczności potrzebne są badania w kolejnych latach i to szczególnie w warunkach polowych.
 - Do najgroźniejszych szkodników, bo uszkadzających owoce na czereśni, wiśni, róży pomarszczonej i rokitnika należy grupa nasionnic. W naszym kraju na czereśni i wiśni występuje nasionnica trześniówka (*Rhagoletis cerasi*) i nasionnica wschodnia (*Rhagoletis cingulata*), na róży pomarszczonej nasionnica różówka (*Rhagoletis alternata*) oraz na rokitniku nasionnica (mucha) rokitnikowa (*Rhagoletis batava*). Producenci tych owoców muszą prowadzić coroczny monitoring występowania tych szkodników na swoich plantacjach i w sadach. W monitoringu wszystkich gatunków nasionnicy bardzo pomocne są żółte pułapki lepowe. Natomiast do ograniczenia populacji tych szkodników dobre działanie wykazują pułapki z atraktantem do masowego odłowu owocanki południówki *Ceratitis capitata* oraz po wprowadzeniu do handlu również z atraktantem dla nasionnicy trześniówki *Rhagoletis cerasi*. Jednak według zaleceń producenta na 1 ha sadu należy wywiesić ok. 75-80 szt. pułapek.
 - Na mniejszych arealach plantacji lub sadu (szczególnie róży pomarszczonej i czereśni) ważne jest zbieranie porażonych owoców, szczególnie wtedy, kiedy żerują w nich jeszcze larwy, aby uniemożliwić im schodzenie na zimowanie i rozwój następnego pokolenia.
 - W przypadku bardzo wysokiej populacji nasionnicy rokitnikowej na rokitniku, pewnym rozwiązaniem może być silne przycięcie drzew, aby sprzyjać dynamicznemu wzrostowi roślin, ale bez owocowania, przez co najmniej 1 rok, a nawet lepiej dwa, ponieważ zimująca forma owada (poczwarka) może przetrwać w glebie nawet kilka lat. W okresie, kiedy krzewy nie będą owocować należy również bacznie monitorować występowanie nasionnicy, ze względu na ewentualne ryzyko, poszukiwania przez nią zastępczych roślin, jako żywicieli, w celu przetrwania, które mogłaby znaleźć w dzikorosnących zadrzewieniach w pobliżu plantacji. Równoległe w okresie lotu muchówek należałoby prowadzić zwalczanie lub wyłapywanie ich w pułapki.
- W monitoringu i w prawidłowym określaniu terminu pojawu niektórych owadów na przykład chrząszczy chrabąszcza majowego, czy też nasionnic mogą być przydatne modele predyktoryjne (matematyczne), które na podstawie parametrów wpływających na rozwój owadów (zazwyczaj jest to temperatura powietrza lub gleby) mogą prognozować pojawianie się pierwszych osobników danego gatunku. W Polsce takie modele są nadal nieliczne i mało wykorzystywane, natomiast w innych krajach istnieje wiele takich modeli dla różnych gatunków szkodników. Po dostosowaniu i potwierdzeniu w naszych warunkach będą mogły podnieść efektywność niektórych metod. Dlatego zaleca się producentom również obserwacje warunków atmosferycznych w danym sezonie wegetacyjnym, aby w przyszłości można było wykorzystać te dane w modelu i lepszym doprecyzowaniu określania terminu pojawu szkodników w ich sadach lub na plantacjach.

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
z dnia 24.04.2018r., nr HOR.re.027.4.2018



Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania w zakresie optymalizacji warunków ekologicznej towarowej uprawy roślin sadowniczych, a występowaniem chorób i szkodników w tych uprawach.

Kierownik zadania: dr Paweł Bielicki

Wykonawcy: dr inż. Paweł Bielicki, dr hab. Lidia Sas-Paszt prof. IO, mgr Marcin Pąsko, mgr Paweł Trzciniński, mgr inż. Krzysztof Weszczak, dr Małgorzata Sekrecka, mgr Michał Koniarski, mgr Wioletta Popińska-Gil, tech. Izabella Bełc, tech. Zbigniew Jaroń, tech. Piotr Zasowski oraz pracownicy techniczni Laboratorium Badania Jakości Produktów Ogrodniczych.

Wstęp

W 2018 roku kontynuowano badania rozpoczęte w 2016 roku. Ich celem 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.

W intensywnej produkcji sadowniczej spotyka się 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 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 2018 roku tak jak w poprzednich dwóch latach 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 13- letnich drzewach dwóch odmian 'Pinova' i 'Topaz'. Drzewa obu odmian rosły w dwóch kwaterach różniących się między sobą rozstawą sadzenia i podkładką. Pierwsza kwaterna 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 uchylnej. Drzewa jabłoni były nawadniane kropłowo, po dwa kroplozniki 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. W celu zwalczania chorób grzybowych stosowane były opryskiwania drzew preparatami miedziowymi i siarkowymi. 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.

Wykaz i terminy ważniejszych zabiegów ochroniarskich na kwaterze jabłoni w 2018:

Data	Preparat	Dawka
26 marca	Miedzian Extra 350 SC	1,5l/ha
12 kwietnia	Miedzian Extra 350 SC	1,5l/ha
19 kwietnia	Treol 770 EC	1,5%
20 kwietnia	Miedzian Extra 350 SC	1,5l/ha
21 maja	Miedzian Extra 350 SC	1,5l/ha
25 maja	Siarkol Extra 80 WP	8kg/ha
29 maja	Madex Max	100ml/ha
05 czerwca	Madex Max	100ml/ha
13 czerwca	Madex Max	100ml/ha

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, o pojemności zbiornika 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	Corg.
mg/kg				% świeżej masy	
18,0	6247	349	28,2	0,32	1,31

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 nawożenia 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, każdorazowo 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 20 kwietnia. W tym dniu wykonano nawożenie doglebowe w kombinacjach: 1, 2, 3 i 4. Drugie nawożenie, aplikację dolistną (w kombinacjach 4 i 5) rozpoczęto 1 czerwca. Następnie siedmiokrotnie nawożono dolistnie drzewa, w ostępach 3-4 dniowych, licząc od daty rozpoczęcia (1.06).

Wiosną 2018 r. na obu kwaterach jabłoni przeprowadzono ocenę stanu zdrowotnego drzew po zimie. Nie wykazała ona widocznych uszkodzeń drewna i pąków kwiatowych obu odmian. Zima była dość łagodna, a temperatura w czasie kwitnienia drzew obu odmian, które zaczęło się 23 kwietnia i trwało około 10 dni nie spowodowała uszkodzeń kwiatów, jak to było w 2017 roku. Kwitnienie zostało ocenione dobrze, na 6 - 7 stopni, w 9-stopniowej skali bonitacyjnej. Wiosną 2018 r. na obu kwaterach wykonano zasadnicze cięcie drzew. 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.

Wyniki

Metody oraz zbieranie wyników odbywało się zgodnie z przyjętą metodyką badań. Pomiar, pobieranie próbek gleby i liści wykonywano w podobnych terminach co w dwóch poprzednich latach. 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 podobnie jak w latach ubiegłych miały liście z drzew, w których rozlano gnojówkę bydlęcą niezależnie od

rozstawy sadzenia i odmiany. W większości kombinacji „nawożeniowych” drzewa w luźnej rozstawie charakteryzowały się większą intensywnością barwy zielonej liścia w porównaniu do drzew w gęstej rozstawie. W przypadku drzew kontrolnych intensywność barwy zielonej liścia była do siebie zbliżona. Jednak była ona nieco większa dla drzew odmiany ‘Pinova’ bez względu na zastosowaną rozstaw sadzenia.

W połowie sierpnia z drzew obu odmian we wszystkich kombinacjach badawczych zebrano liście do analizy laboratoryjnej, której wyniki przedstawiają tabele 2 i 3. 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.

Wyniki zawartości składników pokarmowych w liściach odmiany ‘Pinova’ (tab. 2) wskazują, że największą zawartość azotu miały liście z drzew rosnących w kombinacji nawożonej gnojówką w obu rozstawach sadzenia (tab. 3). W przypadku drzew rosnących w gęstej rozstawie w pozostałych kombinacjach zawartość N była niska, poniżej zawartości optymalnej. Odpowiednią zawartość tego składnika mineralnego miały liście z drzew rosnących w umiarkowanym zagęszczeniu (4x3 m) w kombinacjach 1, 3, 4, 5 i 6. Tylko w kombinacji z nawozem KALISOP® (2) liście nie miały optymalnej zawartości N. Zawartość pozostałych składników, za wyjątkiem potasu, była w większości kombinacji optymalna. Zastosowane w badaniach nawożenie miało wpływ na większą niż optymalna zawartość potasu w liściach we wszystkich kombinacjach nawozowych niezależnie od rozstawy sadzenia drzew.

Tabela 2. Wpływ rozstawy sadzenia oraz zróżnicowanego nawożenia na zawartość składników pokarmowych w liściach odmiany ‘Pinova’ (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)
	% s.m.			
1. ‘Pinova’/M.9 .3x1 m	2,32	0,18	1,58	0,30
2. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	1,97	0,38	2,43	0,26
3. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	1,89	0,23	2,14	0,28
4. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	1,91	0,23	1,82	0,30
5. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	1,86	0,21	1,96	0,23
6. ‘Pinova’/M.9 3x1 m	2,03	0,20	1,81	0,27
1. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,19	0,22	1,81	0,26
2. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,02	0,26	1,74	0,24
3. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,14	0,26	1,78	0,21
4. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,19	0,19	1,38	0,29
5. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,12	0,25	1,99	0,27
6. ‘Pinova’/M.26 4x3 m	2,15	0,24	1,81	0,28

Wyniki analizy zawartości składników pokarmowych w liściach odmiany ‘Topaz’ (tab. 3) wykazały, że największą zawartość azotu miały liście zebrane z drzew nawożonych gnojówką w obu rozstawach sadzenia. W obu przypadkach zawartość była optymalna. W pozostałych kombinacjach nawozowych liście miały deficytową zawartość N na obu kwaterach doświadczalnych. Zawartość fosforu była optymalna w liściach z drzew rosnących w luźnej rozstawie we wszystkich kombinacjach. W rozstawie gęstej tylko liście z drzew z kombinacji 1 i 5 miały odpowiednią zawartość fosforu. W pozostałych kombinacjach zawartość ta była zdecydowanie wyższa od optymalnej. Zawartość potasu była wysoka,

powyżej optymalnej, we wszystkich kombinacjach bez względu na rozstaw sadzenia. Natomiast zawartość magnezu w liściach była optymalna dla wszystkich kombinacji w luźnej i gęstej rozstawie.

Tabela 3. Wpływ rozstawy sadzenia oraz nawożenia na zawartość składników pokarmowych 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)
	% s.m.			
1. 'Topaz'/M.9 3x1 m	2,26	0,19	1,87	0,21
2. 'Topaz'/M.9 3x1 m	1,76	0,44	1,99	0,26
3. 'Topaz'/M.9 3x1 m	1,82	0,47	2,06	0,22
4. 'Topaz'/M.9 3x1 m	1,54	0,33	2,01	0,24
5. 'Topaz'/M.9 3x1 m	1,98	0,26	2,10	0,27
6. 'Topaz'/M.9 3x1 m	1,97	0,31	2,07	0,25
1. 'Topaz'/M.26 4x3 m	2,10	0,23	1,95	0,32
2. 'Topaz'/M.26 4x3 m	1,78	0,25	1,83	0,32
3. 'Topaz'/M.26 4x3 m	1,83	0,24	1,89	0,28
4. 'Topaz'/M.26 4x3 m	2,01	0,21	1,93	0,31
5. 'Topaz'/M.26 4x3 m	1,89	0,26	1,82	0,25
6. 'Topaz'/M.26 4x3 m	1,66	0,20	1,75	0,27

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 karłowatych 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.

Pomiary intercepcji i dystrybucji światła słonecznego wykazały podobnie jak w poprzednich latach stosunkowo niską intercepcję światła, szczególnie na kwaterze sadzonej w rozstawie 4 x 3 m (tab. 5). Na kwaterze z drzewami karłowatymi obu odmian sadzonymi w rozstawie 3 x 1 m intercepcja była wyższa. Jednak i to nasłonecznienie nie jest wystarczające aby uzyskać większy plon o lepszej jakości. Wyniki te wskazują, że nawet kwatery jabłoni sadzonych gęsto (3 x 1 m), po 13 latach nie osiągnęły wymaganej zawartości i nie wytworzyła specyficznego mikroklimatu. Nasłonecznienie w obu kwaterach osiągnęło wartości krytyczne co może przekładać się na słabsze plonowanie drzew.

Na wzrost i plonowanie drzew bardzo ważny wpływ ma żyzność gleby, dlatego w 2018 roku glebę do badań pobrano dwa razy. Pierwszą próbę do badań pobrano 20 kwietnia z obu kwater i wszystkich kombinacji przed aplikacją nawozów. Drugą zaś pobrano 10 września z pod tych samych drzew z których zebrano próbki przed nawożeniem. Próbkę pobierano z dwóch warstw 0-20 cm i 20-40 cm. W laboratorium oznaczono pH w KCl metodą potencjometryczną. 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 pobranej przed nawożeniem dla drzew jabłoni odmiany 'Pinova' rosnących w gęstej rozstawie wykazała, że dla większości próbek jest on optymalny. Tylko w kombinacji z FERTILEM (3) odczyn był niższy od optymalnego. Próbkę gleby z drzew rosnących w luźnej rozstawie miały odczyn

niższy od optymalnego praktycznie ze wszystkich kombinacji. Jedynie próbka gleby z warstwy ornej w kombinacji gdzie zastosowano gnojówkę bydlęcą (1) miała optymalny odczyn (tab. 6.). Przyjmuje się, że poziom optymalny dla sadu jabłoniowego to pH 6,2-6,7. Niestety analiza gleby którą wykonano we wrześniu wykazała, że odczyn gleby był poniżej poziomu optymalnego dla większości próbek z badanych kombinacji w obu rozstawach sadzenia. Jedynie gleba pobrana z kombinacji kontrolnych (6) miała pH optymalne przy czym należy zwrócić uwagę, że w obu kwaterach doświadczalnych ten odczyn gleby wzrósł. W przypadku gleby pobranej przed nawożeniem z rzędów drzew odmiany 'Topaz' rosnących w gęstej i luźnej rozstawie można stwierdzić, że odczyn dla większości próbek był optymalny (tab. 8). Druga analiza gleby (wrzesień) wykazała, że tylko optymalny odczyn gleby uzyskano dla większości próbek z rzędów drzew rosnących w rozstawie 3 x 1 m, nie uległ on większym zmianą w porównaniu do analizy wykonanej w kwietniu. W przypadku analizy gleby z drzew rosnących w luźnej rozstawie (4 x 3 m) stwierdzono, że pH wszystkich badanych próbek jest poniżej optymalnego.

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 przed i po nawożeniu z warstwy ornej, jak i podornej w rzędach drzew odmiany 'Pinova' i 'Topaz' w gęstej i luźnej rozstawie była wysoka (tab. 6, 7, 8 i 9).

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 wysoki lub bardzo wysoki, zarówno dla gęstej, jak i luźnej rozstawy drzew obu odmian. Podobne wyniki uzyskano w 2016 i 2017 roku dla obu odmian w obu rozstawach drzew.

Zbiory owoców z kwater doświadczalnych przeprowadzono w dniach 18 - 19 września 2018 roku. Owoce odmiany 'Topaz' zebrano 18.09., a odmiany 'Pinova' 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 wykonany pomiar obwodów pni. Wielkość ta została następnie przeliczona na pole poprzecznego przekroju pnia (PPPP), wyrażona w cm². Uzyskane wyniki zostały przedstawione w tabelach 4 i 5.

Najwyższe plony jabłek odm. 'Pinova' uzyskano z drzew szczepionych na M.26 w kombinacji, gdzie stosowano nawożenie dolistne preparatem NaturalCropSL (5). Średnio z drzewa zebrano 17,7 kg owoców. (tab. 4). Jednak w przeliczeniu plonów na 1 ha, najbardziej plenne okazały się drzewa rosnące na M.9, w kombinacji, w której drzewa były nawożone gnojówką bydlęcą (1). W przeliczeniu na 1 ha plonowanie było na poziomie 35,5 tony. Drzewa te charakteryzowały się również największym wskaźnikiem plenności (Wp), wyrażonym ilorazem średniego plonu z drzewa w kg i pola poprzecznego przekroju pnia (PPPP) w cm². Taką samą wielkość wskaźnika (Wp) uzyskano dla drzew rosnących w dużym zagęszczeniu, nawożonych zarówno dogłębowo preparatem Fertil i dolistnie preparatem NaturalCropSL (komb. 5).

Tabela 4. Wielkość i plonowanie drzew odmiany 'Pinova' rosnących 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		Wskaźnik plenności [kg/cm ²]
			kg/drz.	t/ha	
1. Gnojówka bydlęca	A	57,2	10,7	35,5	0,19
	B	114,9	15,5	12,8	0,13
2. Siarczan potasu	A	46,1	7,1	23,6	0,15
	B	114,2	16,4	13,6	0,14
3. Fertil	A	62,2	8,9	29,7	0,14
	B	117,4	16,7	13,9	0,14
4. Fertil+NaturalCropSL	A	45,9	8,8	29,1	0,19
	B	89,7	15,6	12,9	0,17
5. NaturalCropSL	A	50,1	7,2	23,9	0,14
	B	101,3	17,7	14,6	0,17
6. Kontrola	A	55,9	7,7	25,8	0,14
	B	95,3	13,0	10,8	0,14

Średni ciężar jabłka odmiany 'Pinova' wahał się od 109 do 164 g, co oznacza 6 – 9 jabłek na kilogram. 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 doglebowo i dolistnie (FERTIL + NaturalCropSL). Większe jabłka odm. 'Pinova' uzyskano bez względu na kombinację dla drzew rosnących w luźnej rozstawie (4x3 m). Wybarwienie owoców odmiany 'Pinova' było bardzo dobre. Ponad 96 % owoców tej odmiany miało atrakcyjny, czerwony rumieniec obejmujący ½ powierzchni owocu. Nie stwierdzono wpływu rozstawy sadzenia drzew na wybarwienie owoców.

Drzewa odmiany 'Topaz' okazały się mniej plenne niż 'Pinova'. Wyniki uzyskane w poprzednich latach potwierdzają, że odmiana 'Topaz' jest mniej plenna od 'Pinovy'. Najwyższe plony zebrano z drzew szczepionych na M.26, w kombinacjach, w których stosowano nawożenie gnojówką bydlęcą (11,2 kg z drzewa). Jednak, w przeliczeniu plonów na 1 ha, najlepiej plonowały drzewa rosnące w gęstej rozstawie z nawożeniem doglebowym i dolistnym (FERTIL + NaturalCropSL), około 20,3 ton/ha. Również wysokim plonowaniem charakteryzowały się drzewa na M.9 rosnące w kombinacji kontrolnej. Najniższe plonowanie uzyskano z drzew w kombinacji z Fertilem (3).

Tabela 5. Wielkość i plonowanie drzew odmiany 'Topaz' rosnących na 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		Wskaźnik plenności [kg/cm ²]
			kg/drz.	t/ha	
1. Gnojówka bydlęca	A	62,8	5,3	17,7	0,08
	B	122,7	11,2	9,3	0,09
2. Siarczan potasu	A	48,0	5,5	18,3	0,11
	B	150,3	5,7	4,7	0,04
3. Fertil	A	61,4	2,9	9,6	0,05
	B	124,2	3,3	2,7	0,03
4. Fertil+NaturalCropSL	A	48,7	6,1	20,3	0,13
	B	167,1	5,8	4,8	0,03
5. NaturalCropSL	A	58,6	3,4	11,3	0,06
	B	155,6	5,6	4,7	0,04
6. Kontrola	A	60,4	5,7	19,0	0,09
	B	169,0	9,6	8,0	0,06

Analizując wpływ nawożenia drzew odmiany 'Topaz' na wielkość wskaźnika plenności drzew stwierdzono, że najwyższą jego wartość uzyskano w kombinacji 5, w której drzewa rosły w dużym zagęszczeniu i nawożono je doglebowo i dolistnie, nawozami zawierającymi azot organiczny (tab. 5). Jakość owoców odmiany 'Topaz' była wyraźnie lepsza niż odm. 'Pinova'. Średnia masa jabłek odm. 'Topaz' wahała się, w zależności od rozstawy i rodzaju nawożenia od 134 g do 206 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.

W 2018 roku zebrany plon z obu odmian jabłoni był dobry. Jakość owoców obu odmian należy ocenić jaką dobrą szczególnie jeśli są to owoce z sadu ekologicznego, w którym ciężko jest uzyskać zadawalającą jakość owoców. Rok 2018 był wyjątkowy bardzo małe porażenie przez parcha jabłoni oraz mniejsze niż w poprzednich latach uszkodzenia owoców przez szkodniki spowodowała, że 60 % jabłek była dobrej jakości. Bardzo duży wpływ na jakość zebranych owoców miał przebieg pogody, który nie sprzyjał w tym roku rozwojowi chorób oraz szkodników. Uszkodzenia jabłek przez parcha jabłoni oraz szkodniki zawarto w tab. 6.

Ocena uszkodzeń przez szkodniki

Szczegółowa analiza wykazała, że udział uszkodzonych jabłek wahał się w granicach od 30,7 do 42,3 % wszystkich owoców. Porównując to z poprzednimi latami jest to bardzo dobry wynik. Stwierdzono, że rozstawa sadzenia drzew nie miała większego wpływu na zdrowotność owoców. W plonie uzyskanym z drzew odmiany 'Topaz' rosnących w gęstej i luźnej rozstawie udział owoców uszkodzonych był zdecydowanie mniejszy, niż dla odm. 'Pinova' w obu rozstawach sadzenia. Było to odpowiednio 30,7 % w gęstej rozstawie, oraz 38,3 % w luźnej rozstawie.

Tabela 6. Procent uszkodzonych owoców jabłoni odmian 'Pinova' i 'Topaz' w zależności od rozstawy sadzenia i nawożenia drzew.

Liczba owoców w	Dobre owoce	Zwójki	Owocnica jabłkowa	Owocówka jabłkóweczka	Pluskwiaki	Tutkarze	Mszycy	Parch	Inne	% uszkodzonych owoców
'Topaz'/M.9, rozstawa 3,0 x 1,0 m										
300	208	27	12	1	4	6	17	4	42	30,7
'Topaz'/M.26, rozstawa 4,0 x 3,0 m										
300	185	44	14	4	0	6	29	11	28	38,3
'Pinova'/M.9, rozstawa 3,0 x 1,0 m										
300	176	46	8	2	5	3	4	0	71	41,3
'Pinova'/M.26, rozstawa 4,0 x 3,0 m										
300	173	57	11	3	11	2	4	1	55	42,3

Ocena porażenia parchem jabłoni

Warunki atmosferyczne w sezonie 2018, w Sadzie Ekologicznym w Nowym Dworze, umiarkowanie sprzyjały rozwojowi parcha jabłoni. W czasie infekcji pierwotnych (od końca pierwszej dekady kwietnia do połowy czerwca) zarejestrowano 9 okresów krytycznych parcha jabłoni, w których doszło do wysiewu zarodników workowych grzyba *Venturia inaequalis* i do infekcji jabłoni. W tym czasie

zarejestrowano częste zwilżenie liści i opady (łącznie spadło 78,8 mm deszczu). Największe ryzyko infekcji jabłoni wystąpiło w drugiej dekadzie kwietnia (ze względu na masowe wysiewy zarodników workowych *V. inaequalis*) oraz w drugiej dekadzie maja (ze względu na długotrwałe zwilżenie liści i intensywne opady deszczu). Po zakończeniu wysiewów zarodników workowych *V. inaequalis*, okresie infekcji wtórnych, do zbioru owoców zarejestrowano jeszcze dodatkowo 16 okresów krytycznych parcha jabłoni. Ocenę porażenia drzew odmian 'Pinova' i 'Topaz' rosnących na obu kwaterach doświadczalnych przez grzyb *Venturia inaequalis* sprawcę parcha jabłoni wykonano w drugiej połowie lata - 21.08.2018 r. Na drzewach obu odmian w kombinacji kontrolnej, jak i w kombinacjach „nawożeniowych” nie obserwowano objawów parcha jabłoni. Zastosowany program ochrony drzew z parokrotnym wykorzystaniem preparatu Miedzian Extra 350 SC w dawce 1,5 l/ha skutecznie zabezpieczył drzewa przed porażeniem parchem.

Podzadanie 2. Badania mikrobiocenozy gleby w ekologicznym sadzie jabłoniowym w zależności od obsady oraz nawożenia drzew.

Celem badań wykonanych w tym podzadaniu było określenie zmiany składu mikroflory gleby pod wpływem stosowania w sadzie jabłoniowym nawożenia organicznego i naturalnego. Badania wykonano w Pracowni Rizosfery Zakładu Mikrobiologii IO. Dotyczyły one oszacowania wybranych grup mikroorganizmów w próbkach gleby pobranych w 2018 r. z dwóch kwater doświadczalnych jabłoni odmian 'Pinova' i 'Topaz' rosnących na podkładkach M.9 i M.26, w dwóch rozstawach sadzenia i sześciu kombinacjach nawożeniowych.

Materiał przekazany do badań

Do badań dostarczono opakowanie pojemniki plastikowe typu: 'falcon' (czerwiec 2018) o pojemności 50 ml zawierające glebę oraz typu 'moczówka' o pojemności ok. 150 ml (wrzesień 2018) zawierające glebę. Opakowania dostarczone w czerwcu były oznaczone: 'Topaz'/M.9 Kontrola, 'Topaz'/M.26 kontrola, 'Pinova'/M.9 Kontrola, 'Pinova'/M.26 Kontrola, 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) i 'Pinova'/M.26 (od 1 do 6).

Metodyka

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}).

Oszacowanie liczebności populacji bakterii:

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).

Zainkubowane 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 temperaturze 26°C (RBC agar z chloramfenikolem). Do obliczeń brano pod uwagę szalki na których liczba kolonii znajdowała się w przedziale 30-300.

Oszacowanie aktywności i bioróżnorodności bakterii:

W celu oszacowania różnorodności mikroorganizmów zasiedlających badane podłoża użyto płytek Ecoplate (Biolog Inc.). 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**). Współczynniki były obliczany wg wzoru: $AWCD = \sum OD_i / 31$, gdzie OD_i to gęstość optyczna poszczególnych studzienek.

Różnorodność mikrobiologiczna została oszacowana przez współł. 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 $OD = OD_i - OD$.

Tabela 7. Aktywność i bioróżnorodność bakterii oraz wielkość populacji wybranych grup mikroorganizmów w próbkach gleby pobranych spod drzew jabłoni odmian Pinova i Topaz rosnących na podkładkach M.9 i M.26 (kwiecień 2018).

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Pinova/M.9	676.22 ± 35.7 b	2.55 ± 0.14 a	0.74 ± 0.19 a	0.67 ± 0.11 a	0.9 ± 0.05 a	3.02 ± 0.06 a
Pinova/M.26	352.83 ± 23.1 a	9.58 ± 1.07 c	0.59 ± 0.05 a	0.72 ± 0.05 a	1.13 ± 0 bc	3.09 ± 0.02 ab
Topaz/M.26	740.52 ± 51.01 c	6.14 ± 0.66 b	2.23 ± 3.02 ab	2.03 ± 0.42 b	1.06 ± 0.06 b	3.14 ± 0.04 b
Topaz /M.9	1246.41 ± 122.92 d	10.46 ± 1.25 c	4.76 ± 0.48 b	1.86 ± 0.37 b	1.25 ± 0.06 c	3.19 ± 0.04 b

Tabela 8. Wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających glebę spod drzew jabłoni odm. Pinova na podkładce M.9.

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Nawożenie doglebowe - gnojówka bydłęca	567.07 ± 35.6 c	2.64 ± 0.13 ab	1.83 ± 0.27 a	0.42 ± 0.04 a	0.58 ± 0.04 a	2.82 ± 0.17 a
Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (siarczan potasu)	391.44 ± 22.37 b	1.71 ± 0.23 a	0.86 ± 0.28 a	2.83 ± 0.62 bc	0.85 ± 0.03 b	2.89 ± 0.01 ab

Nawożenie doglebowe nawóz organiczny (zawierający azot organiczny)	268.42 ± 24.65 a	15.67 ± 3.09 d	4.74 ± 1.18 b	4.42 ± 0.45 d	0.87 ± 0.09 b	3.04 ± 0.02 b
Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (nawozy organiczne z Norg.)	846.51 ± 37.66 d	6.16 ± 0.62 bc	1.6 ± 0.12 a	4.07 ± 0.54 cd	1.39 ± 0.07 c	3.27 ± 0.01 c
Nawożenie dolistne – nawóz organiczny, z N org.	374.81 ± 30.05 b	7.65 ± 0.57 c	1.89 ± 0.4 a	2.5 ± 0.63 b	1.61 ± 0.17 c	3.27 ± 0.02 c
Kontrola – drzewa nienawożone	264.55 ± 12.91 a	2.94 ± 0.32 ab	1.19 ± 0.26 a	2.2 ± 0.62 b	0.95 ± 0.05 b	3.04 ± 0.07 b

Tabela 9. Wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających glebę spod drzew jabłoni odm. Pinova na podkładce M.26.

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Nawożenie doglebowe - gnojówka bydłęca	317.41 ± 44.02 bc	9.36 ± 0.07 c	1.55 ± 0.31 ab	3.3 ± 0.21 c	1.08 ± 0.03 a	3.14 ± 0.04 a
Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (siarczan potasu)	241.15 ± 18.99 a	5.33 ± 0.73 b	1.9 ± 0.28 b	2.78 ± 0.82 bc	1.08 ± 0.1 a	3.11 ± 0.04 a
Nawożenie doglebowe nawóz organiczny (zawierający azot organiczny)	362.69 ± 25.91 c	4.79 ± 1.15 ab	1.12 ± 0.27 ab	2.37 ± 0.07 a-c	1.02 ± 0.05 a	3.04 ± 0.06 a

Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (nawozy organiczne z N org.)	266.54 ± 13.78 ab	2.9 ± 0.5 a	0.76 ± 0.54 a	1.59 ± 0.18 a	0.95 ± 0.17 a	3.13 ± 0.1 a
Nawożenie dolistne – nawóz organiczny, z N org.	346.88 ± 32.78 c	4.38 ± 0.38 ab	1.16 ± 0.14 ab	2.56 ± 0.5 a-c	1.03 ± 0.06 a	3.08 ± 0 a
Kontrola – drzewa nienawożone	310.64 ± 12.94 a-c	5.52 ± 1.09 b	1.25 ± 0.52 ab	1.77 ± 0.15 ab	1.06 ± 0.09 a	3.02 ± 0.06 a

Tabela 10. Wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających glebę spod drzew jabłoni odm. Topaz na podkładce M.9.

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Nawożenie doglebowe - gnojówka bydłęca	583.19 ± 68.61 c	1.65 ± 0.37 a	0.97 ± 0.36 a	1.97 ± 0.3 a	0.68 ± 0.01 a	2.8 ± 0.02 a
Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (siarczan potasu)	297.81 ± 13.06 a	2.53 ± 0.07 ab	0.98 ± 0.17 a	2.19 ± 0.46 a	1.05 ± 0.13 bc	3.13 ± 0.07 b
Nawożenie doglebowe nawóz organiczny (zawierający azot organiczny)	495.08 ± 18.15 c	4.52 ± 1.06 bc	1.9 ± 0.31 a	3.29 ± 0.48 b	0.73 ± 0.04 ab	3 ± 0.08 ab
Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (nawozy organiczne z Norg.)	336.16 ± 31.33 ab	6.92 ± 0.99 cd	1.1 ± 0.46 a	1.46 ± 0.23 a	1.01 ± 0.13 a-c	3.09 ± 0.1 b

Nawożenie dolistne – nawóz organiczny, z N org.	848.63 ± 20.15 d	7.83 ± 0.99 d	1.85 ± 0.57 a	3.78 ± 0.42 b	1.16 ± 0.11 c	3.18 ± 0.11 b
Kontrola – drzewa nienawożone	394.47 ± 27.99 b	14.88 ± 1.48 e	1.11 ± 0.1 a	2.02 ± 0.4 a	1.18 ± 0.23 c	3.08 ± 0.11 b

Tabela 11. Wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających glebę spod drzew jabłoni odm. Topaz na podkładce M.26.

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Nawożenie doglebowe - gnojówka bydlęca	405.02 ± 13.07 cd	2.44 ± 0.3 a	1.35 ± 0.59 a	0.55 ± 0.09 a	0.6 ± 0.05 a	2.8 ± 0.02 a
Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (siarczan potasu)	360.97 ± 15.07 bc	3.91 ± 0.65 ab	1.17 ± 0.13 a	4.52 ± 0.49 d	1.05 ± 0.1 bc	3.13 ± 0.02 c
Nawożenie doglebowe nawóz organiczny (zawierający azot organiczny)	475.38 ± 45.53 d	6.87 ± 0.13 bc	1.82 ± 0.13 a	7.04 ± 0.33 e	0.92 ± 0.02 b	2.95 ± 0.02 ab
Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (nawozy organiczne z N org.)	301.61 ± 18.68 b	19.56 ± 2.12 d	15.49 ± 4.63 b	1.43 ± 0.19 b	0.93 ± 0.09 b	3.08 ± 0.11 bc
Nawożenie dolistne – nawóz organiczny, z N org.	423.9 ± 38.83 cd	5.78 ± 0.82 b	1.47 ± 0.06 a	4.14 ± 0.21 d	1.04 ± 0.05 bc	3.08 ± 0.03 bc
Kontrola – drzewa nienawożone	182.55 ± 27.64 a	9.69 ± 1.6 c	2.17 ± 0.77 a	2.55 ± 0.4 c	1.32 ± 0.22 c	3.16 ± 0.11 c

Tabela 12. Ogólny wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających glebę spod drzew jabłoni odm. Topaz i Pinova na podkładce M.9 i M.26.

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 ⁵ w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Nawożenie doglebowe - gnojówka bydłęca	468.17 ± 122.6 ab	4.02 ± 3.25 ab	1.42 ± 0.47 ab	1.56 ± 1.23 a	0.73 ± 0.21 a	2.89 ± 0.17 a
Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (siarczan potasu)	322.84 ± 62.45 ab	3.37 ± 1.5 a	1.23 ± 0.46 a	3.08 ± 1.05 bc	1.01 ± 0.13 bc	3.07 ± 0.11 a
Nawożenie doglebowe nawóz organiczny (zawierający azot organiczny)	400.39 ± 98.93 ab	7.96 ± 4.97 ab	2.39 ± 1.54 ab	4.28 ± 1.86 c	0.89 ± 0.12 ab	2.84 ± 0.59 a
Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (nawozy organiczne z N org.)	437.7 ± 248.93 ab	8.89 ± 6.71 b	4.74 ± 6.79 b	2.14 ± 1.2 b	1.07 ± 0.22 bc	3.14 ± 0.11 a
Nawożenie dolistne – nawóz organiczny, z N org.	498.55 ± 214.71 b	6.41 ± 1.61 ab	1.59 ± 0.44 ab	3.24 ± 0.86 bc	1.21 ± 0.26 c	3.15 ± 0.1 a
Kontrola – drzewa nienawożone	288.05 ± 82.2 a	8.26 ± 4.83 ab	1.43 ± 0.61 ab	2.13 ± 0.47 ab	1.13 ± 0.2 c	3.07 ± 0.1 a

Wyniki analiz mikrobiologicznych zweryfikowano jednoczynnikową analizą wariancji przy użyciu programu Statistica 13.1. Grupy jednorodne wyznaczano testem HSD dla $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Jabłoń odm. 'Pinova' na podkładce M.9 (Tabela 7)

Analizowane próbki, pobrane w kwietniu 2018 roku, różniły się pomiędzy sobą pod względem wielkości populacji badanych grup mikroorganizmów oraz ich aktywnością i bioróżnorodnością. Największą liczebnością, aktywnością i bioróżnorodnością bakterii charakteryzowała się gleba spod jabłoni odmiany Topaz rosnących na podkładce 'M.9. Najmniejszą ogólną populację badanych grup drobnoustrojów zaobserwowano w próbkach gleby spod jabłoni Pinova rosnących na podkładkach 'M.9 oraz M.26.

Jabłoń odm. 'Pinova na podkładce M.9 (Tabela 8)

W porównaniu z glebą spod roślin nienawożonych (kontrolnych), w glebie spod drzew nawożonych gnojówką bydlęcą, siarczanem potasu oraz nawozem organicznym aplikowanym dolistnie oraz łącznie doglebowo i dolistnie zaobserwowano większą ogólną populację bakterii.

W porównaniu z glebą kontrolną odnotowano istotne zwiększenie populacji bakterii *Pseudomonas* w glebie spod drzew nawożonych dolistnie i doglebowo nawozem organicznym oraz większą liczebność fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* w glebie nawożonej doglebowo nawozem organicznym.

W próbkach spod drzew nawożonych doglebowo oraz łącznie doglebowo i dolistnie nawozem organicznym zaobserwowano istotnie większą populację grzybów mikroskopowych w porównaniu z glebą spod roślin nienawożonych. Z przypadku gleby spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą odnotowano istotnie mniejszą liczebność w/w mikroorganizmów.

W glebach spod roślin, w których aplikowano nawóz organiczny dolistnie oraz łącznie dolistnie i doglebowo zanotowano większą aktywność i bioróżnorodność mikroorganizmów w odniesieniu do gleby kontrolnej. Ponadto, zaobserwowano istotnie mniejszą aktywność i bioróżnorodność mikroflory w glebie spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą.

Jabłoń odm. 'Topaz' na podkładce M.9 (Tabela 9)

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych, w próbkach spod drzew nawożonych gnojówką bydlęcą, nawozem organicznym aplikowanym dolistnie oraz doglebowo zaobserwowano istotnie większą ogólną populację bakterii. W przypadku gleby spod roślin nawożonych siarczanem potasu odnotowano zmniejszenie w/w grupy drobnoustrojów.

W próbkach gleby spod roślin nawożonych odnotowano istotnie mniejszą populację bakterii z rodzaju *Pseudomonas*. Ponadto, w przypadku fluorescencyjnych bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, nie zaobserwowano istotnego wpływu nawożenia na ich liczebność w glebie.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych zanotowano większą ogólną populację grzybów mikroskopowych w próbkach gleby spod drzew nawożonych dolistnie oraz doglebowo nawozem organicznym.

W porównaniu do próbek spod roślin kontrolnych, gleba spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz doglebowo nawozem organicznym charakteryzowała się mniejszą aktywnością mikroorganizmów. Ponadto, w glebie nawożonej gnojówką bydlęcą odnotowano istotnie mniejszą bioróżnorodność.

Jabłoń odm. 'Pinova' na podkładce M.26. (Tabela 10)

Nie odnotowano istotnego wpływu nawożenia na aktywność i bioróżnorodność mikroorganizmów oraz na ogólną populację bakterii zasiedlających glebę. Ponadto nie odnotowano wpływu nawożenia na liczebność fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas*.

W porównaniu z glebą spod drzew kontrolnych, zaobserwowano istotnie większą populację bakterii *Pseudomonas* spp oraz grzybów mikroskopowych w próbce spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą. W przypadku gleby spod roślin nawożonych łącznie doglebowo i dolistnie nawozem organicznym odnotowano mniejszą populację bakterii z rodzaju *Pseudomonas*.

Jabłoń odm. 'Topaz' na podkładce M.26 (Tabela 11)

Odnotowano zwiększenie ogólnej populacji bakterii zasiedlających gleby spod roślin nawożonych w porównaniu do gleby kontrolnej.

W porównaniu do próbek spod drzew kontrolnych, w glebie spod roślin nawożonych łącznie dolistnie i doglebowo nawozem organicznym zaobserwowano istotnie większą populację bakterii *Pseudomonas* spp. oraz fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas*. Ponadto, zanotowano mniejszą populację bakterii

Pseudomonas spp zasiedlających glebę spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą, siarczanem potasu oraz dolistnie nawozem organicznym.

W próbkach gleby spod drzew nawożonych siarczanem potasu oraz aplikowanym osobno dolistnie i doglebowo nawozem organicznym zaobserwowano istotnie większą populację grzybów mikroskopowych. W przypadku gleby spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz stosowanym łącznie doglebowo i dolistnie nawozem organicznym odnotowano spadek liczebności w/w mikroorganizmów.

W porównaniu do próbek kontrolnych, gleby spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą i aplikowanym doglebowo oraz łącznie doglebowo i dolistnie nawozem organicznym charakteryzowały się mniejszą aktywnością drobnoustrojów. Ponadto, odnotowano mniejszą bioróżnorodność mikroorganizmów zasiedlających glebę w próbkach spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz nawozem organicznym aplikowanym doglebowo.

Ogólny wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii. (Tabela 12)

Odnotowano istotnie większą ogólną populację bakterii zasiedlających glebę spod roślin nawożonych dolistnie nawozem organicznym, w porównaniu do próbek spod drzew kontrolnych.

Nie zaobserwowano istotnego wpływu nawożenia na bioróżnorodność mikroorganizmów oraz populację bakterii *Pseudomonas* spp i fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas*.

Gleby spod roślin nawożonych nawozem organicznym aplikowanym doglebowo charakteryzowały się większą populacją grzybów mikroskopowych, w porównaniu do gleby spod drzew kontrolnych.

Zaobserwowano statystycznie mniejszą aktywność drobnoustrojów w glebach spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz nawozem organicznym aplikowanym doglebowo.

WNIOSKI

Jabłoń odm. 'Pinova' na podkładce M.9

Nawożenie roślin wpłynęło na zmiany w populacji badanych grup mikroorganizmów zasiedlających glebę. Nawożenie doglebowe oraz dolistne nawozem organicznym spowodowało między innymi: zwiększenie ogólnej populacji grzybów mikroskopowych bakterii, w tym bakterii z rodzaju *Pseudomonas* i fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas*. Ponadto, w przypadku nawożenia dolistnego oraz łącznego doglebowego i dolistnego nawozem organicznym, uległa zwiększeniu aktywność i bioróżnorodność mikroorganizmów. Zmiany te mogą wpływać korzystnie na rośliny przez zwiększenie uwalniania składników pokarmowych z rozkładanej przez mikroorganizmy martwej materii organicznej obecnej w glebie oraz zmniejszenie podatności gleby na rozprzestrzenianie się patogenów przez zwiększenie presji środowiskowej ze strony mikroflory autochtonicznej. Ponadto, większa populacja fluorescencyjnych bakterii z rodzaju *Pseudomonas* może przełożyć się na większą dostępność żelaza dla roślin, pochodzącego z chelatowanych soli.

Aplikacja gnojówki bydlęcej spowodowała zwiększenie populacji bakterii zasiedlających glebę. Zmiany te mogą okazać się niekorzystne z uwagi na jednoczesne zmniejszenie bioróżnorodności mikroorganizmów w glebie, przez co staje się ona podatna na zmiany np. rozprzestrzenienie się chorób.

Jabłoń odm. 'Topaz' na podkładce M.9

Nawożenie drzew nawozem organicznym aplikowanym dolistnie oraz doglebowo spowodowało zwiększenie ogólnej populacji grzybów mikroskopowych oraz bakterii. Zmiany te mogą z jednej strony zwiększyć uwalnianie pierwiastków biogenych z rozkładanej przez mikroorganizmy martwej materii organicznej a z drugiej zwiększyć możliwość rozprzestrzeniania się grzybów (w tym patogenów) w glebie.

Aplikacja gnojówki bydlęcej spowodowała zwiększenie populacji bakterii zasiedlających glebę przy jednoczesnym zmniejszeniu bioróżnorodności i aktywności mikroflory. Zmiany te w długim okresie czasu mogą okazać się niekorzystne z uwagi na podatność gleby o małej różnorodności mikroorganizmów na zmiany np. rozprzestrzenienie się chorób.

Jabłoń odm. 'Pinova' na podkładce M.26

W glebie nawożonej gnojówką bydlęcą zaobserwowano korzystne zmiany tj zwiększenie ogólnej populacji bakterii *Pseudomonas* które poprzez kolonizację korzeni roślin mogą chronić je przed porażeniem przez patogeny odglebowe. Z kolei obserwowane zwiększenie populacji grzybów mikroskopowych może oznaczać zwiększoną obecność fakultatywnych patogenów mogących atakować osłabione rośliny.

Jabłoń odm. 'Topaz' na podkładce M.26

Aplikacja doglebowa i dolistna nawozu organicznego spowodowała korzystne zmiany w glebie drzew jabłoni, między innymi przez zwiększenie ogólnej populacji bakterii, bakterii *Pseudomonas* spp oraz fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas*, przy jednoczesnym zmniejszeniu populacji grzybów mikroskopowych. Zmiany te mogą spowodować lepsze odżywienie roślin przez degradację martwej materii organicznej lub erozję minerałów obecnych w glebie oraz zmniejszenie podatności gleby na rozprzestrzenianie się patogenów odglebowych.

Zwiększenie ogólnej populacji bakterii i grzybów mikroskopowych przy jednoczesnym zmniejszeniu bioróżnorodności obserwowanym w glebie spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą, siarczanem potasu oraz nawozem organicznym aplikowanego doglebowo lub dolistnie z jednej strony może skutkować zwiększeniem obiegu pierwiastków biogennych, a z drugiej spowodować większe tempo rozprzestrzeniania się grzybów, w tym patogenów.

Ogólny wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności 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. Jednocześnie zaobserwowane zmniejszenie bioróżnorodności może zwiększyć podatność gleby na zmniejszenie presji środowiskowej i łatwiejsze rozprzestrzenianie się patogenów doglebowych.

Osoba odpowiedzialna za projekt badawczy:

Dr inż. Paweł Bielicki

Kontakt: Pawel.Bielicki@inhort.pl, tel. 509 435 069

Sprawozdanie z badań realizowanych w 2018 r. znajduje się na stronie internetowej IO:

http://www.inhort.pl/files/projekty_MRiRW/2018/rolnictwo_ekologiczne/Sprawozdanie_Ekologia_2018_MRiRW_Bielicki.pdf

Nr decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi: HOR.re.027.4.2018 z dnia 24.04.2018 r.

SPRAWOZDANIE

z badań podstawowych prowadzonych w 2018 roku
na rzecz rolnictwa ekologicznego

„Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn 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. Określenie poziomu pozostałości pestycydów i zawartości metali ciężkich oraz innych związków chemicznych w uprawach ekologicznych.”

decyzja Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24.04.2018 r., nr HOR.re.027.4.2018

Kierownik projektu: mgr inż. Witold Danelski

Główni wykonawcy zadania:

mgr inż. Witold Danelski, dr Artur Miszczak, dr inż. Jolanta Szymczak, dr inż. Jakub Macierzyński, mgr Joanna Kicińska, mgr inż. Teresa Stępień, mgr inż. Wioletta Popińska-Gil, dr hab. Elżbieta Rozpara prof. IO, mgr Agnieszka Głowacka, dr Małgorzata Tartanus, dr hab. inż. Jarosław Markowski oraz specjaliści i pracownicy techniczni Zakładu Badania Bezpieczeństwa Żywności, Laboratorium Badania Jakości Produktów Ogrodniczych, Zakładu Odmianoznawstwa oraz Zakładu Ochrony Roślin przed Szkodnikami.

1. Wstęp

Ekologiczny system produkcji żywności jest bardzo wymagającym i jednocześnie najbardziej restrykcyjnym systemem. W przypadku ekologicznych upraw sadowniczych duże wymagania środowiskowe i proceduralne oraz ograniczona liczba środków produkcji dostępnych na terenie naszego kraju poważnie utrudniają działanie w tym systemie produkcji. Pomimo tych trudności na terenie Polski obserwowane jest od kilku lat zwiększone zainteresowanie tworzeniem nowych upraw lub konwertowaniem istniejących na system ekologiczny. Trend ten to prosty rachunek ekonomiczny wynikający z większych możliwości zbytu produktów ekologicznych na rynku rodzimym jak i unijnym, często po wyższej w porównaniu z produktami konwencjonalnymi cenie. Tereny przeznaczone pod ekologiczne uprawy sadownicze powinny być położone z daleka od dużych aglomeracji miejskich, ośrodków przemysłowych i wydobywczych oraz charakteryzować się najwyższą jakością pod względem klasy bonitacyjnej gleby. Grunty, takie powinny dodatkowo spełniać wymóg niewielkiego stopnia degradacji przez przemysł czy rolnictwo konwencjonalne. Kolejnym bardzo ważnym aspektem dotyczącym ekologicznych upraw sadowniczych jest odpowiedni dobór gatunków. Powinien być on oparty o właściwości roślin dotyczących ich odporności na choroby i tolerancji na zasiedlanie przez szkodniki. Użycie poszczególnych gatunków sadowniczych na danym terenie powinno być oparte o badania zasobności gruntów rolnych w składniki mineralne pod kątem ich wymagań. Aby przeciwdziałać ewentualnym skażeniom owoców badania powinny być także rozszerzone o analizę obecności pestycydów, metali ciężkich lub innymi potencjalnie szkodliwych związków. Rok 2018 był trzecim etapem rocznym realizacji projektu, w którym kontynuowano badania mające na celu określenie przyczyn występowania substancji niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym i metali ciężkich stanowiących potencjalne zagrożenie dla konsumentów. W trakcie realizacji tego etapu rocznego badaniami objęto kilkanaście upraw ekologicznych zlokalizowanych w różnych rejonach Polski nie uwzględnionych w badaniach wykonanych w latach 2016-2017. Uprawy przeanalizowano pod kątem zawartości pozostałości pestycydów, obecności metali ciężkich oraz innych składników mineralnych.

2. Materiał i zastosowane metody badawcze

2.1. Uprawy ekologiczne

W roku 2018 badaniami objęto łącznie 17 upraw sadowniczych posiadających certyfikat zgodności oraz 2 uprawy będące w okresie konwersji. W skład ogólnej liczby upraw wchodziły 3 plantacje truskawki (T1-T3), 4 plantacje maliny (M1 ÷ M4), 8 upraw jabłoni (J1 ÷ J8), 1 plantacja róży (R) i 1 plantacja porzeczki (P) dla których wykonano pełne analizy oraz 1 uprawa jabłoni (J-D) i 1 plantacja rokitnika (Ro), dla których wykonano jedynie badania pozostałości pestycydów. Dla każdej uprawy sporządzono schematyczny plan sytuacyjny z wyszczególnieniem upraw sąsiadujących i sposobu ich prowadzenia, przeprowadzono wywiad z właścicielem lub zarządzającym uprawą na temat użytkowania danego terenu uprawy, stosowanych metod produkcji i zagospodarowania plonu. W każdym przypadku pobrano reprezentacyjne próby roślinne i gleby. W jednym przypadku pobrano dodatkowo próbę ściółki po uzyskaniu informacji, że materiał wykorzystywany do ściółkowania pochodzi ze źródła ekologicznego. Dla wszystkich badanych upraw sporządzono szczegółowe raporty (załącznik 3). Powierzchnia badanych gospodarstw ekologicznych była zróżnicowana. Wśród nich znajdowały się zarówno przydomowe uprawy o niewielkiej powierzchni jak też wielkoobszarowe uprawy towarowe. Rozróżniono dwa podstawowe typy strukturalne gospodarstw. Pierwszy z nich to zwarta struktura powierzchniowa, gdzie wszystkie uprawy stanowiły jedną całość oraz struktura rozproszona, gdzie uprawy znajdowały się w kilku oddalonych od siebie lokalizacjach. Badane uprawy były także zróżnicowane pod względem owocowania. Pomimo tego, że warunki wegetacyjne w roku 2018 były bardzo sprzyjające dla rozwoju, kwitnienia i owocowania roślin, w kilku badanych uprawach plony były stosunkowo bardzo niskie. Było to najczęściej spowodowane błędami w agrotechnice oraz dużej presji szkodników i chorób a w jednym przypadku także zwierząt leśnych, które dość poważnie uszkodziły rośliny w okresie zimowym i wiosennym.

2.2. Materiał badawczy

Dla wszystkich upraw przyjęto ujednoczony schemat pobierania materiału badawczego. W badanych uprawach, które nie sąsiadowały z innymi uprawami integrowanymi lub konwencjonalnymi pobierano reprezentatywne próby losowe. W przypadku, w którym uprawy ekologiczne sąsiadowały z innymi uprawami konwencjonalnymi lub integrowanymi przyjęto dwa ujednoczone schematy pobierania prób. Dla upraw o dużej powierzchni próby pobierano losowo ze środka badanej uprawy oraz z terenu sąsiadującego z innymi uprawami a dla bardzo małych upraw – próbę losową. W uzasadnionych przypadkach pobierano próby materiału roślinnego z upraw sąsiednich nie będących przedmiotem badań. W przypadku upraw zlokalizowanych w znacznej odległości od siebie a należących do jednego podmiotu gospodarczego, próby pobierano w każdej spełniającej założenia części gospodarstwa i traktowano jako oddzielne uprawy. Próby liści pobierano losowo z zachowaniem przyjętego ogólnego schematu poboru prób, a glebę pobierano losowo w sposób reprezentacyjny z kilkudziesięciu miejsc obejmując warstwę 0-30cm. W trakcie analizy otrzymanych wyników zawartości pestycydów przyjęto, że w produktach (owocach) oraz materiale roślinnym i glebowym pochodzącym z danej uprawy generalnie nie powinno wykrywać się pozostałości żadnych pestycydów. Wszystkie dozwolone do stosowania w rolnictwie ekologicznym środki są pochodzenia naturalnego i w przypadku ich stosowania nie powinny być wykrywane pozostałości. Wyjątkiem może być jedynie wykrywanie pozostałości spinosadu, który jest dozwolony w zastosowaniach małoobszarowych w ekologicznych uprawach truskawki i maliny. Odnośnikiem dla analizy pozostałości była aktualna lista środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym <https://www.ior.poznan.pl/19,wykaz-srodkow-ochrony-roslin-do-produkcji-ekologicznej.html> a w trakcie analiz pozostałości pestycydów w badanych próbach oparto się o listę substancji, których obecność można wykryć w biorącym udział w realizacji zadania laboratorium (łącznie 462 substancje). W trakcie analiz zawartości składników mineralnych, w materiale badawczym, główny nacisk położono na analizę prób gleby oraz owoców a próby liści traktowano jako uzupełnienie materiału badawczego. W trakcie badań podstawowych wykonano analizę zawartości w glebie metali ciężkich takich jak arsen (As), kadm (Cd), miedź (Cu), ołów (Pb) czy rtęć (Hg). Analizując skład mineralny gleby i owoców świeżych przyjęto ogólnie dostępne normy zawartości metali ciężkich (tabele 1-3), na podstawie których określono stopień zanieczyszczenia gleby i owoców oraz przydatność rolniczą badanych gleb. Próby poddano także analizie na zawartość podstawowych składników mineralnych. Miało to na celu wykrycie ewentualnych zbyt wysokich zawartości niektórych pierwiastków mogących świadczyć o stosowaniu niedozwolonych nawozów mineralnych. Jednym z kryteriów oceny był odczyn gleby. W badanych uprawach określono odczyn pH gleby wg przyjętych ogólnie kryteriów (tabela 4) i dodatkowo określono czy dany odczyn gleby znajduje się w korzystnym dla danej uprawy przedziale (tabela 5). Podczas wykonywania analiz określono także zawartość materii organicznej wg czterostopniowej skali (tabela 6), a oceniając zawartość poszczególnych składników mineralnych oparto się o ogólnie przyjęte klasy zasobności gruntów rolniczych w fosfor, potas i magnez (tabela 7). Do pełnej oceny danej uprawy przeanalizowano zawartość podstawowych składników mineralnych w liściach a przy ocenie stosowano ogólnie przyjęte wartości graniczne (tabele 8-9).

Tabela 1. Najwyższa dopuszczalna zawartość metali w glebie dla gleb użytkowanych rolniczo.

Pierwiastek	Zawartość [mg/kg s. m.]
Arsen As	20
Kadm Cd	4
Miedź Cu	150
Ołów Pb	100
Rtęć Hg	2

Tabela 2. Liczby graniczne dla zawartości metali ciężkich w glebie (warstwa 0-20cm) o różnym stopniu zanieczyszczenia [mg/kg s. m.] – dla gleb lekkich o pH<6,5 i o pH >6,5

Metal	Stopień zanieczyszczenia					
	0	I	II	III	IV	V
Cd	0,3/0,5	1,0/1,5	2/3	3/5	5/10	>5/>10
Cu	15/25	30/50	50/80	80/100	300/500	>300/>500
Pb	30/50	70/100	100/250	500/1000	2500/5000	>2500/>5000

0 – zawartość naturalna **I** – zawartość podwyższona **II** – słabe zanieczyszczenie **III** – średnie zanieczyszczenie **IV** – silne zanieczyszczenie **V** – bardzo silne zanieczyszczenie

Tabela 3. Najwyższe dopuszczalne poziomy zawartości metali w owocach dla owoców świeżych.

Pierwiastek	Zawartość [mg/kg ś. m.]		
	Maliny	Jabłka	Inne
Arsen As	0,1	0,1	0,1
Kadm Cd	0,05	0,05	0,05
Ołów Pb	0,2	0,1	0,1
Rtęć Hg	0,01	0,01	0,01
Miedź Cu	4,0	4,0	4,0

Tabela 4. Zakresy odczynu gleby.

Wysokość pH	Odczyn
<4,5	bardzo kwaśny
4,6-5,5	kwaśny
5,6-6,5	lekko kwaśny
6,6-7,2	obojętny
>7,2	zasadowy

Tabela 5. Optymalny zakres wartości pH dla upraw truskawki, maliny, jabłoni i porzeczki.

Poziom	Uprawa – wartość pH	
	Truskawka	Malina, jabłoń, porzeczka
za niska	<5,5	<6,2
optymalna	5,5 – 6,5	6,2 – 6,7
za wysoka	>6,5	>6,7

Tabela 6. Zawartość materii organicznej w glebie.

Ilość	Zawartość
<1%	niska
1-2%	średnia
2-3,5%	wysoka
>3,5%	bardzo wysoka

Tabela 7. Liczby graniczne dla zawartości składników mineralnych w glebie dla upraw truskawki, maliny, jabłoni i porzeczki.

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. splotalnych)	<5	5-8	>8
gleby średnie (20-35% cz. splotalnych)	<8	8-13	>13
gleby ciężkie (>35% cz. splotalnych)	<13	8-21	>21
warstwa podorna 20-40cm			
gleby lekkie (<20% cz. splotalnych)	<3	3-5	>5
gleby średnie (20-35% cz. splotalnych)	<5	5-8	>8
gleby ciężkie (>35% cz. splotalnych)	<8	8-13	>13
<i>zawartość [Mg mg/100g gleby]</i>			
dla obu warstw gleby			
gleby lekkie (<20% cz. splotalnych)	<2,5	2,5-4	>4,0
gleby ciężkie (>20% cz. splotalnych)	<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 8. Liczby graniczne dla zawartości składników mineralnych w liściach truskawki/maliny.

Składnik	Zawartość składnika			
	deficytowa	niska	optimalna	wysoka
Azot N [% s. m.]	<1,8/2,0	1,8-2,29/2,0-2,49	2,3-2,6/2,5-3,3	>2,6/>3,3
Fosfor P [% s. m.]	-/-	<0,24/<0,15	0,25-0,3/0,15-0,3	>0,3/>0,3
Potas K [% s. m.]	<1,0/<0,98	1,0-1,49/0,98-1,47	1,5-1,8/1,47-1,89	>1,8/>1,89

Magnez Mg [% s. m.]	<0,1/<0,15	0,1-0,2/0,15-0,29	0,21-0,27/0,3-0,45	>0,27/>0,45
---------------------	------------	-------------------	--------------------	-------------

Tabela 9. Liczby graniczne dla zawartości składników mineralnych w liściach jabłoni/porzeczki.

Składnik	Zawartość składnika			
	<i>deficytowa</i>	<i>niska</i>	<i>optymalna</i>	<i>wysoka</i>
Azot N [% s. m.]	<1,8/<2,0	1,8-2,1/2,0-2,69	2,1-2,4/2,7-3,20	>2,4/>3,2
Fosfor P [% s. m.]	-/-	<0,15/<0,24	0,15-0,26/0,24-0,3	>0,26/>0,3
Potas K [% s. m.]	<0,7/<0,8	0,7-1,0/0,8-1,24	1,0-1,5/1,25-1,7	>1,5/>1,7
Magnez Mg [% s. m.]	<0,18/<0,24	0,18-0,21/0,24-0,3	0,21-0,32/0,31-0,45	>0,32/>0,45

2.3. Analiza materiału badawczego pod kątem występowania pozostałości pestycydów.

Podczas wykonywania analiz prób materiału roślinnego i gleby zastosowano metody chromatografii gazowej z detekcją tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS) oraz wysokosprawną chromatografię ciekłą z detekcją tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS). Próby gleby, owoców i liści analizowano pod kątem występowania pozostałości łącznie 462 pestycydów oraz glifosat w przypadkach wykrycia pozostałości tego związku w próbach gleby.

2.4. Analiza materiału badawczego pod kątem składu mineralnego.

W trakcie badań laboratoryjnych użyto następujących metod analitycznych do oznaczania składników mineralnych i związków chemicznych:

A. Gleba:

Zawartość: rtęci oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA), arsenu, kadmu i ołowiu oznaczono metodą atomowej spektrometrii mas ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS), miedzi i glinu oznaczono po ekstrakcji w wyciągu 1N kwasu solnego, metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), azotu ogólnego i węgla całkowitego oznaczono wg Dumas'a, z wykorzystaniem analizatora TruSpec, magnezu oznaczono wg Schachtschabela, metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), fosforu i potasu oznaczono wg Egnera-Rhiema, metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), siarczanów oznaczono w wyciągu glebowym po ekstrakcji w roztworze 0,25 mol/l kwasu octowego i octanu amonu, metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), azotanów i azotanów oznaczono po ekstrakcji w 0,03N kwasie octowym, metodą potencjometryczną, zasolenie i pH w KCl oznaczono metodą potencjometryczną.

B. Owoce:

Zawartość: rtęci oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA), arsenu, kadmu i ołowiu oznaczono metodą atomowej spektrometrii mas ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS), miedzi i siarki oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), azotu oznaczono zmodyfikowaną metodą Kjeldahla, fosforu, potasu, magnezu, wapnia oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), azotanów i azotanów oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii jonowej (IC), suchą masę oznaczono metodą wagową.

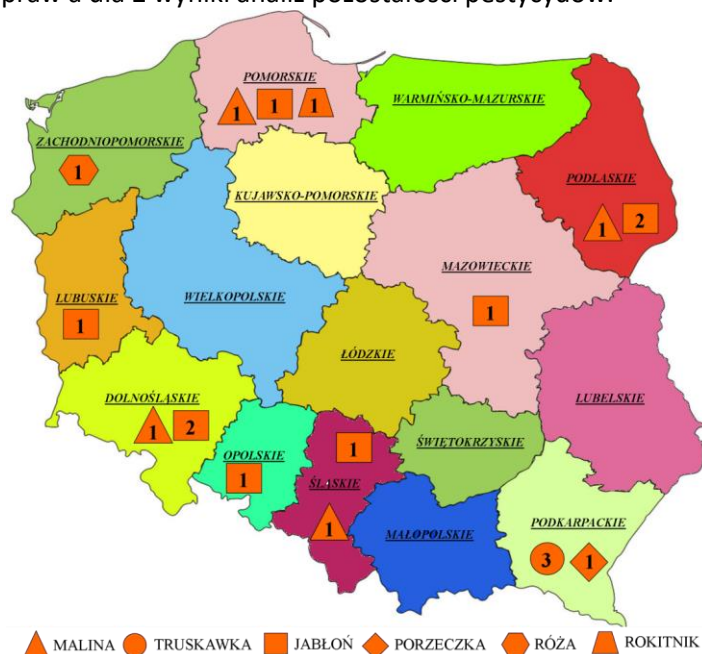
C. Liście:

Zawartość: azotu oznaczono wg Dumas'a, fosforu, potasu, magnezu, wapnia oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), siarki, glinu i miedzi oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), azotanów i azotynów oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii jonowej (IC), arsenu, kadmu, ołowiu oznaczono metodą atomowej spektrometrii mas ze wzbudzeniem w indukcyjnie sprzężonej plazmie ICP-MS, rtęci oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej ASA, suchą masę (absolutną) oznaczona metodą wagową.

3. Wyniki i ich omówienie

3.1. Lokalizacja upraw

W roku 2018 badaniami objęto uprawy ekologiczne certyfikowane (17) i w okresie konwersji (2) na terenie 9 województw: zachodniopomorskiego, pomorskiego, podlaskiego, mazowieckiego, lubuskiego, dolnośląskiego, opolskiego, śląskiego i podkarpackiego (rys. 1). W sprawozdaniu merytorycznym uwzględniono wyniki analiz pozostałości pestycydów i zawartości składników mineralnych dla 17 upraw a dla 2 wyniki analiz pozostałości pestycydów.



Rys. 1. Lokalizacja badanych upraw ekologicznych w roku 2018.

3.2. Oznaczanie pozostałości pestycydów w próbach owoców, liści i gleby.

W trakcie badań przeanalizowano łącznie 149 próbek owoców, liści i gleby oraz materiału ściółkującego pobranych na terenie gospodarstw ekologicznych i w uzasadnionych przypadkach sąsiadujących z nimi gospodarstw konwencjonalnych pod kątem pozostałości pestycydów i zawartości składników mineralnych. Podczas prowadzonych badań opracowano i przyjęto do stosowania ogólną metodykę poboru prób, której stosowanie umożliwiało w jednoznaczny sposób określić źródło pochodzenia ewentualnie wykrytych pozostałości w próbach. Jedną z kluczowych zasad przyjętej metodyki poboru prób stosowanych w celu jednoznacznego określenia źródła pochodzenia ewentualnych pozostałości był pobór materiału badawczego z brzegów plantacji oraz z części środkowej. Zastosowanie takiej metody pozwala uwidocznic ewentualne różnice w ilości oznaczonych pozostałości pestycydów. Stwierdzenie, że wykryta pozostałość jest wynikiem dryfu lub celowego zastosowania wynika z generalnej zasady, że stężenie pestycydów jest wyższe w części środkowej lub stałe na całej powierzchni plantacji w przypadku zastosowania natomiast,

w przypadku dryfu stężenie pestycydów maleje wraz ze wzrostem odległości od granic terenu badanej uprawy. Ta zasada ma jednak zastosowanie tylko w przypadku upraw o odpowiedniej wielkości. Plantacje o małej szerokości, na których dodatkowo nie stosuje się żadnych metod separacji upraw, najczęściej w całości pokrywane są przez dryfujące środki ochrony roślin. W takich przypadkach jedyną metodą umożliwiającą stwierdzenie czy wykryte pozostałości pestycydów pochodzą z dryfu czy z celowego zastosowania jest pobranie porównawczego materiału badawczego z sąsiednich upraw. Wizja lokalna podczas, której można dokładnie przeanalizować sąsiedztwo, zastosowane metody separacji oraz wywiad z właścicielem plantacji może dostarczyć dodatkowych i ważnych podczas interpretacji wyników danych.

W przebadanych łącznie 83 próbach roślinnych i gleby, z których 80 pobrano z upraw ekologicznych lub w okresie konwersji, w tym jedną próbę materiału ściółkującego, a 3 pobrano z upraw sąsiadujących wykryto w 27 przypadkach pozostałości pestycydów, w tym w 14 próbach gleby, 11 próbach liści oraz w 1 próbie owoców. W trakcie analiz materiału roślinnego, pochodzącego bezpośrednio z upraw ekologicznych, wykryto obecność łącznie 25 pestycydów, w tym 12 fungicydów (1 wycofany z użytku i 2 dopuszczone do użytku wyłącznie w uprawach rolniczych), 10 insektycydów (3 wycofane z użytku, 1 dopuszczony do użytku wyłącznie w uprawach leśnych i 1 w uprawach rolniczych), 2 herbicydów (1 dopuszczony do użytku wyłącznie w uprawach warzywnych, 1 dopuszczony do użytku wyłącznie w uprawach rolniczych) (tabela 10).

Tabela 10. Wykryte pozostałości pestycydów w próbach badawczych pobranych z upraw ekologicznych.

Gleba	Ozn.*	Liście	Ozn.*	Owoce	Ozn.*
Antrachinon	F/R x	Bifentryna	IN x	Dimetoat	F r
Chloropiryfos	IN s	Boskalid	F s		
DDT	IN x	Chlorantraniliprol	IN s		
Karbendazym	F x	Chloropiryfos	IN s		
Metoksychlor	IN x	Cyflufenamid	F s		
Oksyfluorofen	H w	Cyprodynil	F s		
		Difenokonazol	F s		
		Diflubenzuron	IN l		
		Dimetoat	IN r		
		Fenpropimorf	F r		
		Fluopyram	F s		
		Folpet	F r		
		Indoksakarb	IN s		
		Kaptan	F s		
		Metazachlor	H r		

Spinosad	IN s
Spirotetramat	IN s
Tebukonazol	F s
Tetrakonazol	F s
Trifloksystrobina	F s

* F – fungicyd, IN – insektycyd, H – herbicyd,
s – uprawy sadownicze, r – uprawy rolnicze, w – warzywne, l – uprawy leśne, x – wycofany z użytku

Wykryte w próbach pozostałości pestycydów można podzielić na kilka grup. Związki wycofane z użytku wiele lat temu (DDT, metoksychlor), związki wycofane z użytku w okresie od kilku do kilkunastu lat (antrachinon, bifentryna, karbendazym, ometoat), związki dozwolone do stosowania w ogrodnictwie integrowanym (boskalid, chloropiryfos, chlorantraniliprol, cyflufenamid, cyprodynil, difenokonazol, fluopyram, indoksakarb, kaptan, spinosad, spirotetramat, tebukonazol, tetrakonazol, trifloksystrobina) i w jednym przypadku w rolnictwie ekologicznym (spinosad), grupę substancji wchodzących w skład środków dopuszczonych do stosowania w innych niż sadownicze uprawach (dimetoat, fenpropimorf, folpet, metazachlor, oksyfluorofen) oraz związków mogący mieć pochodzenie naturalne (antrachinon). Pośród wymienionych pozostałości pestycydów w analizowanych próbkach stwierdzono obecność antrachinonu, który nastęrcza dużych problemów z prawidłową interpretacją źródła pochodzenia. Może on występować jako naturalny barwnik niektórych roślin, grzybów, porostów lub owadów ale jest wykorzystywany także, jako związek syntetyczny, w środkach ochrony roślin (np. repelenty) czy przy produkcji celulozy. Przy występowaniu tak dużej liczby źródeł nie ma możliwości precyzyjnego źródła pochodzenia tego związku w danej próbie badawczej. W przypadkach wykrycia antrachinonu w glebie z uwzględnieniem jego zawartości w próbie można stwierdzić, że związek ten może być pozostałością po uprawach konwencjonalnych z lat poprzedzających uprawę ekologiczną. Niestety nie jest to wniosek wysnuty ze stu procentową pewnością. Na uwagę zasługuje ciągle wykrywany w próbach badawczych a wycofany z użytku w latach 70-tych DDT (dichlorodifenylotrichloroetan). Pozostałości tego związku w postaci izomerów (np. DDEpp, DDTpp i DDDpp) zostały oznaczone w dość znacznej liczbie prób gleby. W tegorocznych badaniach nie wykryto tej substancji w nadziemnych częściach roślin co nie wyklucza całkowicie możliwości migracji tego związku lub jego izomerów do owoców. W doniesieniach literaturowych znane są przypadki wtórnej obecności tego związku w owocach i warzywach (dynia). Rozpatrując całościowo uzyskane wyniki analiz tylko w pięciu przypadkach mamy do czynienia z brakiem wykrycia pozostałości jakichkolwiek pestycydów – plantacje maliny: M1, M2, jabłoni: J1, J6 i porzeczki: P. 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. W pozostałych przypadkach wykrycia pozostałości pestycydów mamy do czynienia z kilkoma rodzajami przyczyn ich wystąpienia. Jedną z powszechniejszych jest dziedziczenie pozostałości w glebie z poprzednich systemów uprawy. Taka sytuacja dotyczy 10 plantacji ekologicznych (T3, M3, J2, J3, J4, J5, J7, J8, R, Ro) gdzie w próbach gleby wykryto obecność antrachinonu i DDT oraz w jednym przypadku herbicydu używanego w uprawach warzywnych. Wykrycie pozostałości tego związku na plantacji maliny (M3) ma bezpośredni związek z prowadzonymi na tym terenie konwencjonalnymi uprawami warzywnymi, które poprzedzały uprawy w systemie ekologicznym. Należy nadmienić, że związek ten (oksyfluorofen) został wykryty po około 8-9 latach od jego użycia. Następną przyczyną występowania pozostałości pestycydów na badanych plantacjach ekologicznych jest dryf środków ochrony roślin z upraw sąsiadujących. Z taką przyczyną

wystąpienia pozostałości mamy do czynienia w przypadku trzech plantacji. W uprawie jabłoni (J5) wykryto w liściach pozostałości dwóch pestycydów, fungicydu (fenpropimorf) i herbicydu (metazachlor), które dopuszczone są do stosowania tylko na uprawach rolniczych. W bliskim sąsiedztwie tej uprawy znajdują się konwencjonalna uprawa zbóż. Pomimo wydawałoby się dość dobrego zabezpieczenia uprawy poprzez jej separację licznym drzewostanem rosnącym na granicy uprawy oraz dość dużej odległości od uprawy konwencjonalnej nie zdołało to przeciwdziałać zniowski pestycydów.

W przypadku uprawy jabłoni (J8) mamy do czynienia z dryfem insektycydu (diflubenzuron) dopuszczonego do stosowania w uprawach leśnych. Uprawa ta zlokalizowana jest w bezpośrednim sąsiedztwie dużego kompleksu leśnego. W tym przypadku jedyną możliwością przeciwdziałania występowania na uprawie ekologicznej pestycydów pochodzących z zabiegów ochrony wykonywanych na terenach leśnych byłoby zaprzestanie ich wykonywania przez zarządcę tego terenu lub nie wykonywanie ich na drzewach w bezpośrednim sąsiedztwie tej uprawy. W uprawie róży (R) wykryto w liściach pozostałości fungicydu (folpet), który był do niedawna dopuszczony do stosowania w uprawach rolniczych. Badana uprawa jest zlokalizowana w bezpośrednim sąsiedztwie dużej uprawy zbożowej. W obecnym kształcie tej uprawy i bez zastosowania separacji nie jest możliwe osiągnięcie w przyszłości stanu braku ewentualnych wykryć pozostałości pestycydów pochodzących z sąsiedniej uprawy konwencjonalnej. Kolejną przyczyną wykrywania pozostałości pestycydów w uprawach ekologicznych jest celowe używanie niedozwolonych środków ochrony roślin. W roku bieżącym w trakcie badań wykryto pięć przypadków celowości użycia pestycydów. W dwóch z nich ustalenia poczynione w trakcie realizacji nie wskazują w 100% na taką możliwość. Dotyczy to plantacji maliny M4 oraz uprawy jabłoni J7. W przypadku plantacji M4 okolicznością, która mogłaby świadczyć na korzyść jej właściciela możliwość zastosowania poza etykietowego insektycydu (chloropiryfos) w sąsiadującej z plantacją uprawie kukurydzy. Jednakże przy dość dużej liczbie insektycydów dostępnych w integrowanych lub konwencjonalnych uprawach kukurydzy jest to mało prawdopodobne. Z tego względu przypadek ten został zakwalifikowany jako celowe użycie nieopuszczonego pestycydu w uprawie ekologicznej. Z podobną sprawą mamy do czynienia w uprawie jabłoni J7, która bezpośrednio sąsiaduje z sadem ekstensywnym.

W przypadku tak prowadzonych nasadzeń jest bardzo mało prawdopodobne stosowanie zabiegów ochrony roślin. Z tego względu także i ten przypadek zakwalifikowany został jako celowe użycie nieopuszczonego pestycydu. W przypadku pozostałych trzech upraw ekologicznych, w których wykryto pozostałości niedopuszczonych środków ochrony roślin mamy pewność o celowości użycia pestycydów. Jeden z wykrytych przypadków jest ewidentnym złamaniem zasad ekologicznej produkcji owoców. Rozpatrując wykrycia pestycydów na plantacjach T1 i T2 (tabela 11 i 12) możemy z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że właściciel mógł zastosować niedopuszczone środki ochrony roślin.

Tabela 11. Wykrycia pozostałości pestycydów w próbach badawczych pobranych z uprawy T1.

Próba	Miejsce pobrania	Wykrycie	Rodzaj	Uprawa	Wycofanie
Owoce 1	Środek cz 1 uprawy	Brak wykryć	-	-	N
Owoce 2	Brzeg uprawy	Brak wykryć	-	-	N
Owoce 3	Środek cz 2 uprawy	Brak wykryć	-	-	N
Owoce 4	Brzeg uprawy	Dimetoat (0,002)	IN	R	N

Liście 1	Środek cz 1 uprawy	Chloropiryfos (0,042), Tetrakonazol (0,025), Spinosad (0,01)	IN	S, R	N
			F	S, R	N
			IN	S, R	N
Liście 2	Brzeg uprawy	Chloropiryfos (0,12), Tetrakonazol (0,072), Spinosad (0,01)	IN	S, R	N
			F	S, R	N
			IN	S, R	N
Liście 3	Środek cz 2 uprawy	Chloropiryfos (0,12), Tetrakonazol (0,072)	IN	S, R	N
			F	S, R	N
Liście 4	Brzeg uprawy	Chloropiryfos (0,12), Tetrakonazol (0,072), Dimetoat (0,013)	IN	S, R	N
			F	S, R	N
			IN	R	N
Gleba 1	Środek cz 1 uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Gleba 2	Brzeg uprawy	Metoksychlor (0,008)	H	-	T
Gleba 3	Środek cz 2 uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Gleba 4	Brzeg uprawy	Brak wykryć	-	-	-

Rozpatrując osobno plantację T1 mamy do czynienia w przypadku części wykrytych pestycydów z dryfem pestycydów z sąsiednich konwencjonalnych upraw zbożowych. W jednej próbie liści i owoców wykryto pozostałości insektycydu (dimetoat), dopuszczonego do stosowania w uprawach rolniczych. O dryfie tego środka z sąsiedniej uprawy świadczy wykrycie go tylko w jednej części plantacji, sąsiadującej z uprawą, w której dopuszczone jest stosowanie tej substancji. W przypadku wykrycia pozostałości fungicydu (tetrakonazol) i insektycydu (chloropiryfos) we wszystkich analizowanych próbach sytuacja jest już mniej klarowna. Pestycydy te dopuszczone są do stosowania w konwencjonalnych uprawach truskawki i zbóż. Poziomy ich wykrycia mogą świadczyć o dryfie tych środków z sąsiednich upraw. W próbie pobranej z najdalej odsuniętego od upraw konwencjonalnych miejsca, wykryto te związki w około 3 krotnie mniejszej ilości niż w pozostałych próbach. Może to świadczyć o dryfie ale rozpatrując wszystkie dostępne informacje można wnioskować inaczej. W dalszej analizie tego przypadku może nam pomóc informacja, że druga plantacja truskawki (T2), na której de facto także wykryto pozostałości pestycydów (insektycydy) należy do tego samego właściciela. W przypadku tej drugiej plantacji, która także sąsiaduje z konwencjonalną uprawą zbóż, pozostałości pestycydów (chloropiryfos, spinosad) wykryto jedynie w środkowej części plantacji (tabela 12).

Tabela 12. Wykrycia pozostałości pestycydów w próbach badawczych pobranych z uprawy T2.

Próba	Miejsce pobrania	Wykrycie	Rodzaj	Uprawa	Wycofanie
Owoce 1	Brzeg uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Owoce 2	Środek uprawy	Brak wykryć	-	-	-

Owoce 3	Brzeg uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Owoce 4	Koniec uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Liście 1	Brzeg uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Liście 2	Środek uprawy	Chloropiryfos (0,005), Spinosad (0,018)	IN IN	S, R S, R	N N
Liście 3	Brzeg uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Liście 4	Koniec uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Gleba 1	Brzeg uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Gleba 2	Środek uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Gleba 3	Brzeg uprawy	Brak wykryć	-	-	-
Gleba 4	Koniec uprawy	Brak wykryć	-	-	-

Może to świadczyć o celowości użycia, w ograniczonej ilości niedozwolonej substancji. Z uwagi na dość często występujące na plantacjach truskawek problemy ze szkodnikami, taki celowy zabieg niedopuszczony do stosowania środkami ochrony roślin zawierającymi chloropiryfos mógł mieć miejsce na początku okresu wegetacji. Dysponując wynikami analiz z obu badanych plantacji, oraz posiadając informację, że obie analizowane plantacje należą do tego samego właściciela, możemy domniemywać, że na plantacji T1 także użyto niedozwolone środki ochrony roślin. Osobnym przypadkiem a zarazem najbardziej skrajnym jest uprawa jabłoni J-D. W liściach pobranych z tej plantacji wykryto pozostałości 9 fungicydów, w tym 1 przeznaczonego wyłącznie do użytku w uprawach rolniczych oraz 5 insektycydów, w tym 1 wycofanego z użytku (tabela 13).

Tabela 13. Wykrycia pozostałości pestycydów w próbach badawczych pobranych z uprawy J-D.

Próba	Miejsce pobrania	Wykrycie	Rodzaj	Uprawa	Wycofanie
Owoce 1 E	Próba losowa (badana uprawa)	Brak wykryć	-	-	-
Owoce 2 K	Próba losowa (uprawa sąsiadująca)	Kaptan (1,06)	F	S	N
Liście 1 E	Próba losowa (badana uprawa)	Tebukonazol 0,011	F	S	N
		Chloropiryfos 0,018	IN	S	N
		Kaptan 0,68	F	S	N
		Folpet 0,018	F	R	N
		Cyprodynil 0,034	F	S	N
		Trifloksystrobina 0,014	F	S	N
		Difenokonazol 0,015	F	S	N

		<i>Bifentryna 0,011</i>	IN	-	T
		Chlorantraniliprol 0,014	IN	S	N
		Spirotetramat 0,0065	IN	S	N
		<i>Boskalid 0,016</i>	F	S	N
		Fluopyram 0,012	F	S	N
		Indoksakarb 0,013	IN	S	N
		<i>Cyflufenamid 0,0105</i>	F	S	N
Liście 2 K	Próba losowa (uprawa sąsiadująca)	Kaptan 385	F	S	N
		Folpet 1,2	F	R	N
		Cyprodynil 0,056	F	S	N
		Difenokonazol 0,071	F	S	N
		<i>Bifentryna 0,009</i>	IN	-	T
		Chlorantraniliprol 0,68	IN	S	N
		Spirotetramat 0,118	IN	S	N
		<i>Boskalid 0,0066</i>	F	S	N
		Indoksakarb 0,013	IN	S	N
		<i>Cyflufenamid 0,0075</i>	F	S	N
		Acetamipryd 0,0019	IN	S	N
		Diflubenzuron 0,014	IN	L/SZ	N
		Metoksyfenozyd 0,0054	IN	S	N
Gleba 1 E	Próba losowa (badana uprawa)	DDT 0,2	IN	-	T
		Karbendazym 0,0084	F	-	T
Gleba 2 K	Próba losowa (uprawa sąsiadująca)	MCPA 0,141	H	S	N
		Boskalid 0,0087	F	S	N
		DDT 1,2	IN	-	T
		Chlorantraniliprol 0,0069	IN	S	N

W celu pozyskania dodatkowych danych do interpretacji uzyskanych wyników pobrano próbę kontrolną z sąsiadującej konwencjonalnej uprawy sadowniczej, położonej w bezpośrednim sąsiedztwie badanej uprawy ekologicznej. W próbie liści pochodzących z sąsiedniej uprawy sadowniczej wykryto pozostałości 6 fungicydów, w tym 1 przeznaczonego wyłącznie do użytku w uprawach rolniczych oraz 7 insektycydów, w tym 1 wycofanego z użytku i 1 przeznaczonego wyłącznie do użytku w uprawach leśnych i szkółkarskich. Porównując uzyskane wyniki z obu prób stwierdzono obecność 3 fungicydów (tebukonazol, trifloksystrobina, fluopyram) oraz 1 insektycydu

(chloropiryfos), które nie występują w próbie pochodzącej z uprawy konwencjonalnej. Dodatkowo w przypadku wykrycia 1 insektycydu (indoksakarb) wykryto takie same stężenie tego środka w obu próbach (E i K) a w przypadku 2 fungicydów (boskalid, cyflufenamid) oraz 1 insektycydu (bifentryna) w próbie z uprawy ekologicznej wykryto od 1,2 – 2,5 razy wyższe stężenie tych pestycydów niż w próbie pochodzącej z uprawy konwencjonalnej. Pozyskane dane wprost świadczą o celowym użyciu całej palety niedopuszczonych do stosowania w systemie ekologicznym środków ochrony roślin. Jest to najbardziej skrajny przypadek złamania zasad ekologicznego rolnictwa.

3.3. Zawartość makro- i mikroelementów w glebie, liściach, owocach i wodzie.

W szczegółowych badaniach materiału pobranego z badanych upraw określono zawartość metali ciężkich i składników mineralnych. Główny nacisk położono na określenie zawartości wybranych metali ciężkich i ocenę czy ich ewentualna obecność w uprawie stanowi zagrożenie dla konsumentów. W trakcie interpretacji wyników posłużono się ogólnie stosowanymi normami. W regulacjach prawnych, dotyczących zanieczyszczeń produktów rolnych, brak jest ustalonego dla owoców świeżych najwyższego dopuszczalnego poziomu azotanów (NO_3^-). Do oceny uzyskanych wyników zastosowano najsurowszą normę wynoszącą 2000 mg/kg przyjętą dla sałaty lodowej uprawianej w gruncie. W trakcie analiz określono również poziom obecności azotynów (NO_2^-), które są związkiem wysoce szkodliwym dla zdrowia. W obowiązujących normach nie ma określonych górnych granic występowania tego związku w produktach rolnych i w ocenie wyników założono, że owoce świeże nie powinny zawierać w ogóle tego związku azotu. W próbach gleby pobranych z badanych upraw ekologicznych określono m. in. obecność miedzi, arsenu, kadmu, ołowiu i rtęci. W analizowanych próbach pochodzących ze wszystkich upraw oznaczono śladowe ilości tych pierwiastków, które nie przekraczały najwyższej dopuszczalnej wartości dla gleb użytkowanych rolniczo (tabela 14). W przypadku próby gleby pochodzącej z uprawy róży stężenie arsenu, ołowiu i rtęci było poniżej dolnej granicy oznaczalności tych związków w laboratorium wykonującym analizy. Na podstawie wyników oceniono także stopień zanieczyszczenia gleb miedzią, kadmem i ołowiem, który dla wszystkich upraw określono na poziomie zawartości naturalnej (tabela 15). W badanych próbach liści i owoców, oznaczano stężenie azotanów, azotynów, miedzi, arsenu, kadmu, ołowiu i rtęci. We wszystkich badanych próbach owoców zawartość azotanów była na poziomie bardzo niskim w odniesieniu do najwyższej dopuszczalnej wartości, natomiast w przypadku azotynów uzyskany wynik analiz był poniżej dolnej granicy oznaczalności tego związku. W przypadku metali ciężkich ich obecność w owocach kształtowała się na różnym poziomie. We wszystkich badanych próbach wykryto obecność bardzo niewielkiej ilości miedzi, nie przekraczającej najwyższej dopuszczalnej zawartości. W przypadku arsenu, kadmu, ołowiu i rtęci wyniki właściwie wszystkich analiz były poniżej dolnej granicy oznaczalności (DGO) tych związków. Zawartość kadmu i ołowiu odpowiednio w czterech i trzech przypadkach były nieznacznie wyższe niż DGO. W jednej próbie owoców pochodzących z plantacji maliny oznaczono w porównaniu z innymi próbkami znaczną ilość ołowiu. Wynik analizy był niewiele mniejszy niż najwyższa dopuszczalna zawartość tego metalu w owocach maliny (tabela 16). W próbach liści pochodzących z badanych upraw w przypadku dwóch plantacji zanotowano bardzo wysokie ilości azotanów. W pobranych w terminie dojrzałości zbiorczej owoców próbach liści z plantacji T1 ilość oznaczonych azotanów zawierała się w granicach od 2622 do 3907 mg/kg s. m., a w próbach z plantacji T2 w granicach od 1890 do 2459 mg/kg s. m. W kolejnych dwóch przypadkach wykryto w porównaniu z innymi badanymi plantacjami podwyższony poziom azotanów, który wyniósł dla plantacji T3 1755 mg/kg s. m. a dla uprawy P 1221 mg/kg s. m. Rozpatrując całość otrzymanych wyników analiz w przypadku plantacji T1, T2 i T3 możemy stwierdzić z dość dużym prawdopodobieństwem, że zastosowano na nich nawożenie oparte o nawozy sztuczne. W przypadku uprawy P możemy domniemywać o zastosowaniu bardzo intensywnego nawożenia naturalnego. Osobnym przypadkiem jest plantacja M3, gdzie w próbie liści oznaczono aż 28,9 mg ołowiu w przeliczeniu na kg s. m. Wynik ten jest ponad 8 razy wyższy niż najwyższa akredytowana oznaczana wartość tego związku w próbach (tabela 17). Obecność tak dużej ilości ołowiu w liściach jest skorelowana z wynikiem analizy zawartości tego

w owocach pochodzących z tej uprawy, gdzie wynik był nieznacznie niższy niż najwyższej dopuszczalnej zawartości tego pierwiastka. Nie najwyższy w porównaniu do innych badanych upraw poziom zawartości ołowiu w glebie pochodzącej z tej uprawy może świadczyć np. o zastosowaniu nawożenia dolistnego środkiem o dużej zawartości ołowiu. W chwili obecnej nie jest możliwe ustalenie przyczyny tak dużego stężenia ołowiu w próbach pochodzących z tej plantacji.

Tabela 14. Zawartość metali ciężkich w glebie z badanych upraw ekologicznych [mg/kg suchej masy].

Uprawa	Cu	Ocena ¹	As	Ocena ¹	Cd	Ocena ¹	Pb	Ocena ¹	Hg	Ocena ¹
T1-1	5,00	0	4,06	0	0,13	0	8,34	0	0,03	0
T1-2	4,98	0	3,75	0	0,14	0	9,16	0	0,05	0
T1-3	5,13	0	4,35	0	0,11	0	7,96	0	0,02	0
T1-4	5,00	0	4,28	0	0,11	0	7,97	0	0,03	0
T2-1	7,70	0	6,48	0	0,15	0	9,59	0	0,03	0
T2-2	8,13	0	7,39	0	0,16	0	10,0	0	0,04	0
T2-3	8,42	0	7,08	0	0,16	0	9,02	0	0,03	0
T2-4	7,83	0	6,76	0	0,20	0	9,81	0	0,03	0
T3	4,25	0	2,46	0	0,09	0	7,20	0	0,02	0
M1	6,79	0	3,01	0	0,03	0	9,84	0	0,04	0
M2	10,80	0	5,38	0	0,05	0	14,60	0	0,09	0
M3	9,92	0	4,25	0	0,48	0	21,60	0	0,06	0
M4	3,04	0	1,94	0	0,08	0	5,84	0	0,02	0
J1	3,29	0	3,08	0	0,03	0	8,57	0	0,04	0
J2	11,90	0	4,83	0	0,04	0	14,00	0	0,09	0
J3	5,55	0	3,35	0	0,07	0	13,10	0	0,06	0
J4	2,66	0	3,36	0	0,15	0	12,10	0	0,02	0
J5	7,21	0	2,15	0	0,07	0	7,06	0	0,01	0
J6	15,70	0	5,32	0	0,36	0	11,80	0	0,05	0
J7	2,33	0	1,81	0	0,13	0	6,93	0	0,02	0
J8	4,47	0	2,84	0	0,11	0	15,30	0	0,03	0
P	15,70	0	5,32	0	0,36	0	11,80	0	0,05	0
R	0,68	0	<0,05	0	0,02	0	<0,02	0	<0,005	0

¹ 0 – poniżej najwyższego dopuszczalnego stężenia; 1 – powyżej najwyższego dopuszczalnego stężenia

Tabela 15. Stopień zanieczyszczenia badanych gleb miedzią, kadmem i ołowiem [mg/kg suchej masy].

Uprawa	Cu	Ocena ¹	Cd	Ocena ¹	Pb	Ocena ¹
T1-1	5,00	0	0,13	0	8,34	0
T1-2	4,98	0	0,14	0	9,16	0
T1-3	5,13	0	0,11	0	7,96	0
T1-4	5,00	0	0,11	0	7,97	0
T2-1	7,70	0	0,15	0	9,59	0
T2-2	8,13	0	0,16	0	10,0	0
T2-3	8,42	0	0,16	0	9,02	0
T2-4	7,83	0	0,20	0	9,81	0
T3	4,25	0	0,09	0	7,20	0
M1	6,79	0	0,03	0	9,84	0
M2	10,80	0	0,05	0	14,60	0
M3	9,92	0	0,48	0	21,60	0
M4	3,04	0	0,08	0	5,84	0
J1	3,29	0	0,03	0	8,57	0
J2	11,90	0	0,04	0	14,00	0
J3	5,55	0	0,07	0	13,10	0
J4	2,66	0	0,15	0	12,10	0
J5	7,21	0	0,07	0	7,06	0
J6	15,70	0	0,36	0	11,80	0
J7	2,33	0	0,13	0	6,93	0
J8	4,47	0	0,11	0	15,30	0
P	15,70	0	0,36	0	11,80	0
R	0,68	0	0,02	0	<0,02	0

¹ 0 – zawartość naturalna; I – zawartość podwyższona; II – słabe zanieczyszczenie; III – średnie zanieczyszczenie; IV – silne zanieczyszczenie; V – bardzo silne zanieczyszczenie

Tabela 16. Zawartość wybranych metali oraz związków azotu w owocach pochodzących z ekologicznych upraw truskawki, maliny, jabłoni i róży [mg/kg].

Uprawa	NO ₃ ⁻	Ocena ¹	NO ₂ ⁻	Cu	Ocena ¹	As	Ocena ¹	Cd	Ocena ¹	Pb	Ocena ¹	Hg	Ocena ¹
T1-1	49,0	0	<0,50	0,30	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
T1-2	50,9	0	<0,50	0,33	0	<0,05	0	0,006	0	<0,02	0	<0,005	0
T1-3	49,1	0	<0,50	0,27	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
T1-4	52,3	0	<0,50	0,26	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
T2-1	38,6	0	<0,50	0,34	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
T2-2	63,5	0	<0,50	0,22	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
T2-3	100	0	<0,50	0,25	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
T3	135	0	<0,50	0,45	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
M1	<0,50	0	<0,50	0,31	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
M2	5,07	0	<0,50	0,63	0	<0,05	0	0,016	0	<0,02	0	<0,005	0
M3	26,0	0	<0,50	0,80	0	<0,05	0	0,008	0	0,125	0	<0,005	0
M4	2,32	0	<0,50	0,49	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
J1	2,90	0	<0,50	0,76	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
J2	16,9	0	<0,50	0,37	0	<0,05	0	<0,005	0	0,01	0	<0,005	0
J3	22,2	0	<0,50	0,24	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
J4	8,42	0	<0,50	0,17	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
J5	20,0	0	<0,50	0,71	0	<0,05	0	<0,005	0	0,022	0	<0,005	0
J6	11,6	0	<0,50	0,36	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,020	0	<0,005	0
J7	2,32	0	<0,50	0,49	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
J8	1,82	0	<0,50	0,41	0	<0,05	0	<0,005	0	<0,02	0	<0,005	0
P	3,09	0	<0,50	0,66	0	<0,05	0	<0,005	0	0,025	0	<0,005	0
R	3,54	0	<0,50	0,68	0	<0,05	0	0,016	0	<0,02	0	<0,005	0

¹ 0 – poniżej najwyższej dopuszczalnej normy, 1 – powyżej najwyższej dopuszczalnej normy

Tabela 17. Zawartość wybranych metali oraz związków azotu w liściach pochodzących z ekologicznych upraw truskawki, maliny, jabłoni i róży [mg/kg].

Uprawa	Cu	As	Cd	Pb	Hg	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
T1-1	4,29	0,307	0,154	0,149	0,007	2798	<0,50
T1-2	4,26	0,303	0,187	0,156	0,006	2622	<0,50
T1-3	3,42	0,351	0,032	0,173	0,006	3178	<0,50
T1-4	3,65	0,338	0,029	0,203	0,007	3907	<0,50
T2-1	3,20	0,26	0,03	0,09	0,006	1890	<0,50
T2-2	2,81	0,33	0,01	0,18	0,007	2459	<0,50
T2-3	3,26	0,35	0,01	0,18	0,006	2293	<0,50

T2-4	2,73	0,32	0,01	0,27	0,005	2423	<0,50
T3	7,53	0,25	0,10	0,28	0,007	1755	<0,50
M1	4,89	<0,05	0,036	0,28	0,020	9,01	<0,50
M2	5,34	0,08	0,29	0,69	0,026	185	<0,50
M3	4,88	<0,05	0,19	28,9	0,027	27,1	<0,50
M4	4,99	<0,05	0,16	0,28	0,02	349,2	<0,50
J1	5,26	<0,05	0,011	0,33	0,020	24,3	<0,50
J2	6,24	0,07	0,05	0,65	0,03	53,0	<0,50
J3	11,6	<0,02	0,028	1,28	0,027	36,3	<0,50
J4	9,79	0,079	0,058	1,03	0,036	27,8	<0,50
J5	17,9	0,090	0,023	0,79	0,032	23,2	<0,50
J6	18,0	<0,05	0,017	0,77	0,029	29,4	<0,50
J7	15,3	0,16	0,02	1,26	0,03	101	<0,50
J8	17,3	0,13	0,03	2,01	0,03	52,3	<0,50
P	5,68	0,093	0,020	0,448	0,027	1221	<0,50
R	3,89	<0,05	0,035	0,49	0,015	31,1	<0,50

W pobranych próbach z terenu badanych upraw ekologicznych określono także podstawowe składniki mineralne oraz poziom zasolenia i pH. W przypadku czterech upraw odczyn gleby był za wysoki pod względem uprawy, w przypadku siedmiu za niski i tylko w sześciu kształtował się na optymalnym poziomie (tabela 18). Ilość podstawowych składników mineralnych zawartych w glebie była tak samo jak w przypadku pH dość zróżnicowana. Zawartość fosforu w 12 przypadkach kształtowała się na poziomie wysokim, w 1 na poziomie średnim a w 4 na niskim. W przypadku zawartości potasu w 14 przypadkach była ona wysoka, w 2 średnia a w jednym niska. Podobnie było z zawartością magnezu, gdzie w 14 przypadkach kształtowała się ona na poziomie wysokim a 3 na średnim. Obliczono także dość ważny z punktu widzenia przyswajalności przez rośliny składników mineralnych parametr, czyli stosunek potasu do magnezu, który we wszystkich przypadkach był poprawny. Zawartość siarczanów w badanych próbach była także zróżnicowana i została określona dla 11 upraw jako bardzo wysoka, dla 3 jako średnia i dla 1 jako niska (tabela 19). Następnym ważnym parametrem świadczącym o żyzności gleb jest zawartość substancji organicznych. W przypadku badanych upraw procentowa obecność substancji organicznych była zróżnicowana i zawierała się od 1,1 do 4,2%. Uśredniając otrzymane wyniki dla części upraw w 3 przypadkach zawartość materii organicznej kształtowała się na poziomie średnim, w 10 na poziomie wysokim i w 4 na poziomie bardzo wysokim (tabela 20).

Tabela 18. Odczyn gleby w badanych uprawach.

Uprawa-próba	pH	Ocena odczyn gleb ¹	Ocena dla uprawy ²
T1-1	5,82	2	1
T1-2	4,80	1	0
T1-3	6,35	2	1
T1-4	6,19	2	1
T2-1	5,95	2	1
T2-2	7,30	4	2
T2-3	6,96	3	2
T2-4	7,36	4	2
T3	6,90	3	2
M1	5,87	2	1
M2	4,67	1	0
M3	5,51	1	1
M4	5,21	1	0
J1	7,23	4	2
J2	5,1	1	0
J3	4,17	0	0
J4	5,02	1	0
J5	7,36	4	2
J6	6,47	2	1
J7	6,36	2	1
J8	4,16	0	0
P	6,47	2	1
R	5,22	1	0

¹ 0–bardzo kwaśny; 1–kwaśny; 2–lekko kwaśny; 3–obojętny; 4–zasadowy ² 0–za niskie, 1–optymalne, 2–za wysokie

Tabela 19. Zawartość [mg/kg] fosforu, potasu, magnezu, siarczanów oraz stosunek potasu do magnezu w glebie z upraw truskawki, maliny, jabłoni oraz porzeczki i róży.

Uprawa-próba	P	Ocena ¹	K	Ocena ¹	Mg	Ocena ¹	K/Mg	Ocena ²	SO ₄	Ocena ³
T1-1	5,47	2	15,4	2	9,92	2	1,55	0	124	4
T1-2	4,56	2	13,3	2	9,41	2	1,41	0	100	4
T1-3	9,53	2	19,9	2	12,5	2	1,59	0	144	4
T1-4	16,1	2	26,7	2	14,4	2	1,86	0	170	4
T2-1	7,61	2	13,4	2	13,5	2	0,99	0	133	4
T2-2	10,5	2	10,7	2	16,0	2	0,67	0	229	4
T2-3	15,2	2	11,4	2	14,4	2	0,79	0	272	4
T2-4	12,2	2	14,1	2	13,9	2	1,02	0	256	4
T3	18,2	2	21,1	2	4,81	2	4,37	0	104	4
M1	4,51	2	15	2	3,88	1	3,87	0	brak	-
M2	1,58	0	8,39	2	25	2	0,34	0	58,6	4
M3	29,4	2	27,6	2	8,48	2	3,25	0	20,5	4
M4	18,1	2	9,76	2	5,46	2	1,79	0	12,4	2
J1	6,17	2	16,6	2	5,03	2	3,30	0	brak	-
J2	3,65	0	11	2	24,8	2	0,44	0	37,5	4
J3	1,2	0	12,6	2	5,24	2	2,40	0	23,1	4
J4	3,06	1	13,8	2	6,27	2	2,20	0	13,1	2
J5	10,3	2	38,8	2	11	2	3,53	0	27,4	4
J6	6,75	2	23,5	2	24,2	2	0,97	0	52,9	4
J7	14	2	2,39	0	15,7	2	0,15	0	11,6	2
J8	1,92	0	6,57	1	3,16	1	2,08	0	41,1	4
P	6,75	2	23,5	2	24,2	2	0,97	0	52,9	4
R	4,26	2	7,29	1	3,65	1	2,00	0	7,95	1

¹ 0–niska, 1–średnia, 2–wysoka; ² 0–poprawny, 1–wysoki, 2–b. wysoki; ³ 0–b. niska, 1–niska, 2–średnia, 3–wysoka, 4–b. wysoka

Tabela 20. Zasobność w substancje organiczne [%] gleby pochodzącej z upraw truskawki, maliny, jabłoni oraz porzeczki i róży.

Uprawa-próba	Substancja organiczna	Ocena ¹	Uprawa-próba	Substancja organiczna	Ocena ¹
T1-1	1,95	1	M4	2,02	2
T1-2	1,98	1	J1	2,92	2
T1-3	2,03	3	J2	4,46	3
T1-4	2,21	2	J3	2,53	2
T2-1	3,38	2	J4	2,02	2
T2-2	4,02	3	J5	2,75	2
T2-3	4,20	3	J6	2,84	2
T2-4	3,71	3	J7	3,37	2
T3	1,59	1	J8	1,68	1
M1	2,10	2	P	2,84	2
M2	4,23	3	R	1,10	1
M3	3,54	3			

¹ 0–niska, 1–średnia, 2–wysoka, 3–b. wysoka

Przeanalizowano także zawartość składników mineralnych w owocach. Oznaczono podstawowe składniki mineralne bez ich interpretacji pod względem optymalnego poziomu z powodu małej dostępności danych literaturowych na ten temat. Jedynie dla jabłoni opracowano dość dokładne wartości optymalne składników mineralnych. Zawartość poszczególnych składników wyrażona w mg/kg ś. m. była bardzo zróżnicowana w badanych owocach. Ilość azotu kształtowała się w granicach od 160 do 1330, fosforu od 72,6 do 575, potasu od 1006 do 4775, magnezu od 45,3 do 309, wapnia od 44 do 1351 oraz siarki od 21,7 do 121. Bardzo ciekawym przypadkiem w analizowanych próbach jest róża pomarszczona, dla której oznaczono najwyższe ze wszystkich badanych owoców zawartości fosforu, potasu, magnezu, wapnia i siarki (tabela 21). Świadczyć to może, że owoc ten jest doskonałym źródłem tych pierwiastków. Oprócz przeanalizowania składu mineralnego owoców wykonano, w celu pozyskania dodatkowych danych, analizy zawartości podstawowych pierwiastków liści pochodzących z badanych upraw. Analiza zawartości azotu wykazała w większości przypadków, że jego ilość jest na poziomie deficytowym i niskim oraz w 1 przypadku na wysokim. Zawartość fosforu wykazała, że w 4 przypadkach jego zawartość kształtuje się na poziomie niskim, w 7 na optymalnym a w 3 na wysokim, w przypadku potasu w 1 na poziomie deficytowym, w 6 na niskim, w 6 na optymalnym a w 4 na wysokim. Podobnie kształtowała się zawartość magnezu gdzie także w 1 przypadku jego zawartość była na poziomie deficytowym, w 5 niskim, w 6 optymalnym i w 5 wysokim (tabela 22).

Tabela 21. Zawartość składników mineralnych w owocach pochodzących z ekologicznych upraw truskawki, maliny, jabłoni, porzeczki i róży [mg/kg].

Uprawa	N	P	K	Mg	Ca	S
T1-1	770	212	1491	108	184	62,6
T1-2	540	212	1564	113	172	63,4
T1-3	610	254	1615	123	192	68,1
T1-4	900	251	1639	125	190	67,7
T2-1	1110	258	1441	126	172	75,5
T2-2	530	198	1123	114	185	67,6
T2-3	790	205	1036	106	212	66,9
T3	1170	350	2181	189	277	117
M1	300	119	1423	53,9	90,9	28,3
M2	1160	286	1588	218	220	113
M3	1000	336	1698	179	214	107
M4	1330	229	1686	182	181	84,6
J1	1870	368	2020	269	283	143
J2	330	118	1006	56,1	44,0	38,6
J3	160	116	1419	47,6	46,5	21,7
J4	380	86,6	1383	56,6	40,5	28,1
J5	250	76,2	1243	45,3	64,6	26,6
J6	280	130,1	1430	58,1	56,6	31,4
J7	270	229	1686	182	181	84,6
J8	330	114	1442	67	82	31,1
P	-	187	1968	122	317	110
R	510	575	4775	309	1351	121

Tabela 22. Zawartość podstawowych składników mineralnych w liściach truskawki, maliny, jabłoni, porzeczki i róży.

Uprawa	N	Ocena ¹	P	Ocena ¹	K	Ocena ¹	Mg	Ocena ¹
T1-1	2,07	1	0,26	2	1,66	2	0,26	2
T1-2	2,13	1	0,24	2	1,52	2	0,27	2
T1-3	2,12	1	0,24	2	1,47	1	0,30	3
T1-4	2,16	1	0,27	2	1,54	2	0,30	3
T2-1	1,84	1	0,23	1	1,23	1	0,31	3
T2-2	1,89	1	0,19	1	1,12	2	0,42	3
T2-3	2,11	1	0,18	1	0,96	0	0,33	3
T2-4	2,03	1	0,23	1	1,45	2	0,35	3
T3	1,98	1	0,20	1	1,66	2	0,19	1
M1	2,26	1	0,48	3	1,13	1	0,41	2
M2	2,06	1	0,29	2	0,79	0	0,53	3
M3	1,98	0	0,62	3	1,34	1	0,28	1
M4	2,27	1	0,23	2	1,37	1	0,33	2
J1	1,62	0	0,56	3	1,90	3	0,16	0
J2	1,87	1	0,25	2	1,04	2	0,55	3
J3	1,60	0	0,41	3	2,03	3	0,09	1
J4	1,86	1	0,14	1	1,10	2	0,20	1
J5	1,95	1	0,19	2	1,08	2	0,26	2
J6	1,59	0	0,50	3	1,69	3	0,32	3
J7	1,99	1	0,23	2	1,57	3	0,29	2
J8	1,57	0	0,11	1	0,85	1	0,29	2
P	2,65	3	0,23	2	0,89	1	0,66	3
R	1,40	0	0,61	3	1,25	2	0,20	1

¹ 0 – deficytowa, 1 – niska, 2 – optymalna, 3 – wysoka

4. Podsumowanie

Po zakończeniu realizacji trzyletnich badań oraz na podstawie dotychczasowej pracy naukowej wykonawców można już wysnuć wnioski na temat niedoskonałości systemu rolnictwa ekologicznego w Polsce. Podczas realizacji trzech rocznych projektów, które objęły teren wszystkich województw, przebadano łącznie kilkadziesiąt plantacji i upraw ekologicznych, głównie maliny, jabłoni i truskawki. Pod względem ogólnej liczby sadowniczych upraw ekologicznych zlokalizowanych na terenie kraju przebadana ogólna liczba gospodarstw stanowi znikomy procent. Jednakże na podstawie otrzymanych

wyników można stwierdzić, że zostały obnażone jeśli nie wszystkie to przynajmniej większość problemów dotyczących polskie sadownictwo ekologiczne. Nadal wśród występujących problemów producentów owoców ekologicznych, i jednym z głównych, jest brak dostatecznej liczby dopuszczonych w tym systemie uprawy środków ochrony roślin przeznaczonych do zwalczania chorób i szkodników. Niestety w dalszym ciągu w bardzo wielu przypadkach nawet pomimo stosowania środków dostępnych na naszym rynku jakość wyprodukowanych owoców pozostawia wiele do życzenia. Można z dużą dozą prawdopodobieństwa stwierdzić, że w kilku stwierdzonych w trakcie realizacji badań przypadkach, producenci zostali zmuszeni do zastosowania środków ochrony roślin niezgodnych z wymogami systemu ekologicznego w celu ratowania upraw przed nadmiernie rozprzestrzeniającymi się chorobami czy szkodnikami. Jednym z głównych powodów tego stanu rzeczy, bardziej dotyczącego chorób grzybowych występujących na uprawach, jest w dalszym ciągu nie do końca przemyślany dobór odmian zastosowanych w uprawach lub nieprzemyślana decyzja o konwersji upraw integrowanych. Bardzo często uprawy będące w okresie konwersji albo tuż po i oparte na odmianach wymagających dużego nakładu środków ochrony roślin są poddane bardzo dużej presji patogenów. Rodzi to dość duże problemy w tych uprawach i prowadzi do użycia niedopuszczonych do stosowania środków ochrony roślin. Kolejnym przykładem wynikającym z niefrasobliwości, nieprzygotowania merytorycznego producentów a w niektórych przypadkach nawet wyrachowania jest zakładanie nowych upraw lub konwersja istniejących upraw w bliskim sąsiedztwie upraw nieekologicznych. Bardzo często w takich przypadkach producenci nie dbają o odpowiednią separację upraw lub nie mają możliwości prawidłowego odseparowania uprawy ekologicznej od konwencjonalnej. Taka sytuacja rodzi bardzo dużo problemów z prawidłowym prowadzeniem upraw zgodnie z wymogami systemu ekologicznego. Następnym dość powszechnym problemem jest brak jakiegokolwiek rozpoznania stanu gruntów rolniczych przed założeniem plantacji. W bardzo wielu przypadkach producenci rozwijający swoje gospodarstwa i zwiększający swój areał upraw poprzez dzierżawę lub zakup gruntów nie wykonują podstawowych badań składu mineralnego gleby nie wspominając już o bardziej zaawansowanych badaniach pozostałości pestycydów czy obecności metali ciężkich mogących pojawić się w wyprodukowanych owocach.

5. Zalecenia dla praktyki

I. Zmiana wymogów i zaleceń dotyczących terenu przeznaczonego pod uprawy ekologiczne. Dokładna analiza pod kątem obecności pozostałości i możliwości separacji od upraw nieekologicznych.

W przypadku zakładania nowych upraw ekologicznych należy obowiązkowo wykonać kompleksowe badania gleby pod kątem obecności pozostałości pestycydów, zawartości składników mineralnych ze szczególnym uwzględnieniem metali ciężkich i innych potencjalnie szkodliwych związków. Szczególną uwagę należy zwrócić w przypadku kiedy do systemu ekologicznego zgłaszane są uprawy integrowane lub konwencjonalne.

W przypadku bliskiego sąsiedztwa upraw nieekologicznych teren przeznaczony pod uprawę ekologiczną należy przeanalizować pod kątem możliwości prawidłowego odseparowania uprawy.

Dokładna analiza składu gatunkowego przyszłej uprawy ekologicznej, szczególnie w przypadku upraw nieekologicznych przestawianych na ekologiczny system produkcji, gdzie oparcie danej uprawy się o gatunki i odmiany roślin wieloletnich, które są podatne na występowanie np. chorób grzybowych mogą być problematyczne w uprawie z ograniczoną liczbą środków ochrony roślin.

Wynikiem dokładnej analizy terenu przeznaczonego pod uprawę ekologiczną powinno być stwierdzenie przez daną jednostkę certyfikującą w rolnictwie ekologicznym zasadności założenia uprawy ekologicznej na danym terenie a także możliwości spełnienia przez plantatora wymogów ekologicznego systemu produkcji. Realizację tego zalecenia można wdrożyć do systemu poprzez kształtowanie świadomości producentów a przede wszystkim przez stworzenie odpowiednich zapisów legislacyjnych regulujących działalność w rolnictwie ekologicznym, które by uniemożliwiały wejście do ekologicznego systemu produkcji żywności upraw o wysokim stopniu ryzyka.

II. Materiały informacyjne dla rolników.

Opracowanie materiałów dla rolników ekologicznych w postaci broszury lub innej formy popularyzacji informacji zawierającej zalecenia dotyczące prawidłowego wyboru lokalizacji, z uwzględnieniem zasobności gleby w niezbędne składniki pokarmowe, obecności pestycydów, metali ciężkich i innych potencjalnie szkodliwych związków i sąsiedztwa innych, przede wszystkim konwencjonalnych, upraw oraz metod skutecznej separacji upraw ekologicznych.

III. Wprowadzenie zasady kompleksowej analizy upraw ekologicznych i w trakcie konwersji podczas kontroli.

Uprawy ekologiczne oraz w trakcie konwersji powinny być objęte kompleksowym programem kontroli polegającym na analizie materiału roślinnego (liście, pędy, owoce) jak i gleby. Kontrole gospodarstw realizowane m. in. poprzez analitykę badawczą produktu finalnego pod kątem zawartości pestycydów nie odzwierciedlają w pełni całego procesu produkcji. Podczas trzyletnich badań wykazano brak korelacji pomiędzy owocami bez pozostałości pestycydów a prawidłowym prowadzeniem upraw ekologicznych. *W przypadkach wykrycia ewidentnych przypadków naruszenia zasad ekologicznego systemu produkcji stałe wyłączenie danej uprawy lub jej właściciela z możliwości funkcjonowania w rolnictwie ekologicznym.*

IV. Zwiększenie liczby dostępnych środków produkcji dla rolnictwa ekologicznego.

Przez szereg lat w polskim rolnictwie ekologicznym jest ciągły deficyt skutecznych środków ochrony roślin. Instytucje rządowe odpowiedzialne za regulacje prawne dotyczące stosowania na terenie Polski pestycydów powinny tak dostosować prawo aby umożliwiała ono łatwiejszy dostęp do środków produkcji przeznaczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Dodatkowo wszelkiego typu organizacje i instytucje działające w obrębie rolnictwa ekologicznego powinny wzmocnić wysiłki na rzecz poszerzenia gamy środków ochrony roślin przeznaczonych do ochrony poszczególnych rodzajów upraw w rolnictwie ekologicznym. Poszerzenie gamy dostępnych środków produkcji znacznie ułatwiłoby proces produkcji owoców i warzyw oraz przyczyniłoby się do wyeliminowania przypadków celowego użycia niedopuszczonych do rolnictwa ekologicznego pestycydów. Skuteczniejsza ochrona prowadzona za pomocą ekologicznych środków ochrony roślin przyniosłaby także pozytywny skutek w zwiększeniu jakości produktów ekologicznych. Doskonałym przykładem mogą być środki powszechnie stosowane w ekologicznym systemie produkcji w Unii Europejskiej wykorzystywane do zwalczania chorób grzybowych.

SPRAWOZDANIE

z badań podstawowych prowadzonych w 2018 roku na rzecz rolnictwa ekologicznego

**Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi:
Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w celu poprawy cech i parametrów sensorycznych produktów przetwórstwa owoców i warzyw ekologicznych z uwzględnieniem zachowania składników odżywczych otrzymywanych produktów. Opracowanie technologii wysokiej jakości innowacyjnych soków, nektarów i napojów na bazie ekologicznych owoców czarnej porzeczki i aronii.**

DYREKTOR INSTYTUTU OGRODNICTWA
prof. dr hab. Małgorzata Korbin

Kierownik Projektu: dr hab. Jarosław Markowski, prof. IO

Wykonawcy:

dr hab. inż. Jarosław Markowski, prof. IO, dr Monika Mieszczakowska-Frąć, dr Anna Wrzodak, dr Justyna Szwejda-Grzybowska, dr Jakub Macierzyński, mgr Karolina Celejewska, mgr Jan Piecko, mgr Wioletta Popińska-Gil, mgr Teresa Stępień, mgr Alina Majka, mgr Emilia Kowalczyk, Hanna Jaroń, Monika Kroc, Grażyna Kwapiszewska, Elżbieta Rybka, Magdalena Stokowska, Danuta Perzanowska, Elżbieta Gędek, Anna Pęzik, Bartłomiej Lorenc.

Skierniewice, 2018

Wstęp

Przetwórstwo żywności ekologicznej uzupełnia ofertę rynkową produktów ekologicznych i w warunkach wzrostu produkcji pierwotnej tej kategorii owoców i warzyw stanowi coraz ważniejszy czynnik optymalizujący efektywność ekonomiczną produkcji. Badania prowadzone w ostatnich latach z udziałem konsumentów wykazały, że wśród produktów ekologicznych najwyżej ocenili oni rozwój asortymentu na rynku warzyw, owoców oraz przetworów zbożowych. Konsumpcja soków ekologicznych staje się dla konsumentów formą naturalnej suplementacji, na przykład jako metoda wspomagająca zapobieganie przeziębieniom, dlatego też szczególnie perspektywiczne są surowce tradycyjnie kojarzone z bogactwem substancji prozdrowotnych jak porzeczka, aronia czy malina. Soki owocowe i warzywne uznawane są za produkty o wysokiej gęstości odżywczej i w całym świecie są zalecane w ramach promocji spożycia owoców i warzyw (jedna z pięciu porcji). Jednak soki i nektary z surowców o najwyższych właściwościach prozdrowotnych, do jakich należy zaliczyć czarną porzeczkę i aronię, są często odrzucane przez konsumentów ze względu na zbyt kwaśny lub zbyt cierpki smak. Opracowanie innowacyjnych receptur i produktów opartych na wspomnianych surowcach, lecz skomponowanych w taki sposób, aby pozostając produktem ekologicznym o wysokiej wartości prozdrowotnej mogły być łatwo akceptowane pod względem sensorycznym, może stanowić bardzo atrakcyjną ofertę dla małych przedsiębiorstw, które chciałyby wejść na rynek soków i nektarów ekologicznych. Oferując certyfikowane produkty o wysokiej wartości prozdrowotnej i jednocześnie wysokiej jakości handlowej, polskie przetwórnice ekologiczne mogłyby również podjąć działania eksportowe, w tym dla bardzo chłonnego rynku niemieckiego. Mając na względzie powyższe uwarunkowania oraz prognozy dalszego dynamicznego rozwoju rynku soków wysokiej jakości, w tym soków ekologicznych, po konsultacjach z przedstawicielami producentów zrzeszonych w Ogólnopolskim Stowarzyszeniu Przetwórców i Producentów Produktów Ekologicznych "Polska Ekologia" podjęto badania, których celem było opracowanie technologii, optymalizacja jakości sensorycznej i badanie stabilności nektarów i napojów ekologicznych z wykorzystaniem owoców czarnej porzeczki i aronii.

Tematyka badawcza, realizowana w ramach niniejszego projektu w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach, obejmowała 3 zadania:

- 1) Ocena jakości soków NFC produkowanych przez producentów soków ekologicznych,
- 2) Opracowanie technologii produkcji atrakcyjnych soków i nektarów na bazie ekologicznych owoców kolorowych,
- 3) Ocena możliwości technologicznego wykorzystania innowacyjnych surowców ekologicznych do produkcji przetworów ekologicznych takich jak przeciery z ekologicznych jabłek, ekstrakty z wyłtoków z jabłek i owoców kolorowych, serwatka ekologiczna,

Jako cel przyjęto opracowanie instrukcji wdrożeniowej, która mogłaby być wykorzystana przez producentów w udoskonalaniu produktów wytwarzanych w skali przemysłowej. Badania przeprowadzono wykorzystując zasoby Pracowni Przetwórstwa Owoców i Warzyw, wykonując analizy jakości soków i nektarów ekologicznych znajdujących się w obrocie towarowym. Dane te wykorzystano jako dane odniesienia dla innowacyjnych produktów, które opracowano i wytworzono w skali laboratoryjnej w Instytucie Ogrodnictwa.

ZADANIE 1: Ocena jakości soków NFC produkowanych przez producentów soków ekologicznych.

W celu realizacji zadania 1 zakupiono kilkadziesiąt soków NFC oraz nektarów z aronii i czarnej porzeczki dostępnych na półkach polskich sieci sklepowych. Wśród nich znalazły się produkty deklarowane jako produkty BIO lub Ekologiczne.

Metodyka

Wykonane zostały następujące analizy fizykochemiczne: **gęstość względna** wg metody IFU 1; **ekstrakt refraktometryczny** z wykorzystaniem refraktometru Mettler Toledo; **kwasowość miareczkowa** przy pH=8.1 wyrażona jako kwas cytrynowy; **zawartość kwasów organicznych**: cytrynowy, L-jabłkowy, L-askorbinowy, szikimowy metodą HPLC, **zawartość cukrów**: sacharoza, glukoza, fruktoza, sorbitol metodą HPLC wg EN12630, **liczba formolowa** metodą miareczkową IFU 30; **zmętnienie ogólne i stabilne** metodą nefelometryczną; **polifenole i antocyjany** metodą spektrofotometryczną VIS; **metale ciężkie** metodą ICP-MS; **mikro- i makroskładniki** metodą ICP-OES.

Tabela 1. Lista soków objętych badaniem w zadaniu 1

SOKI CZARNA PORZECZKA			SOKI ARONIA		
Lp.	Kod	Opis próbki	Lp.	Kod	Opis próbki
1	R 083	Sok Czarna porzeczka	1	R 084	Sok Aronia BIO
2	R 171	Nektar Czarna porzeczka + granat + daktyl	2	R 130	Sok Aronia BIO
3	R 172	Nektar Czarna porzeczka	3	R 157	Sok Aronia BIO
4	R 173	Sok Czarna porzeczka BIO	4	R 158	Sok Aronia BIO
5	R 174	Sok Czarna porzeczka + Jabłko BIO	5	R 159	Ekologiczny sok Aronia
6	R 175	Sok Czarna porzeczka + Jabłko	6	R 178	Sok Aronia BIO
7	R 176	Sok Czarna porzeczka	7	R 180	Sok Aronia BIO
8	R 177	Ekologiczny sok Czarna porzeczka	8	R 182	Sok Aronia + Len BIO
9	R 179	Sok Czarna porzeczka	9	R 185	Sok Aronia + Jabłko
10	R 181	Przecierowy sok Czarna porzeczka	10	R 187	Sok Aronia BIO
11	R 183	Sok Czarna porzeczka BIO	11	R 188	Ekologiczny sok Aronia BIO
12	R 184	Sok Czarna porzeczka + Jabłko	12	R 189	Sok Aronia BIO
13	R 186	Sok Czarna porzeczka	13	R 190	Sok Aronia + Jabłko
14	R191	Nektar Czarna porzeczka	14	R 193	Sok Aronia
15	R192	Nektar Czarna porzeczka	15	R 195	Ekologiczny sok Aronia
			16	R 196	Sok Aronia

UZYSKANE WYNIKI

Soki i nektary na bazie czarnej porzeczki

1. Zawartość podstawowych parametrów fizykochemicznych

Zgodnie z metodyką soki zostały poddane analizie podstawowych parametrów fizykochemicznych, a uzyskane wyniki porównano z wymaganiami Kodeksu Praktyki AIJN (AIJN, 2017). Wyniki przedstawione w Tabeli 2. pokazują, że spośród badanych soków i nektarów tylko jeden sok (R181) posiada minimalnie niższe wartości gęstości, ekstraktu i kwasowości od wymaganych poziomów dla tych cech fizykochemicznych soku. Kwasowość soków otrzymanych tylko z czarnej porzeczki kształtuje się na poziomie 22,7-31,5 g/l, zaś dodatek soku innego owocu jak jabłko czy granat powoduje obniżenie kwasowości gotowego produktu. Wysoka kwasowość soków z czarnej porzeczki wynika z bardzo wysokiej zawartości kwasu cytrynowego w owocach tego gatunku. Soki z czarnej porzeczki są doskonałym źródłem kwasu askorbinowego (witamina C), co potwierdzają przeprowadzone badania, które wskazują na to, że 100 ml analizowanych soków pokrywa od 56 do 279% dziennego zapotrzebowania na kwas askorbinowy. Nektary z czarnej porzeczki również są dobrym źródłem tego cennego składnika i 100 ml tego produktu dostarcza od 27 do 70% potrzebnej ilości kwasu askorbinowego na dzień.

Żaden z badanych soków z czarnej porzeczki nie zawiera ani sacharozy ani sorbitolu, co świadczy o czystości gatunkowej soków. Sacharoza obecna jest tylko w nektarach co jest całkowicie dopuszczalne jeśli chodzi o tą kategorię produktu. Natomiast sorbitol, którego owoce czarnej porzeczki nie posiadają jest obecny tylko w produktach, w skład których oprócz czarnej porzeczki wchodzi również inne owoce jak: jabłko, daktyl i granat.

Badane soki z czarnej porzeczki charakteryzują się wysokim zmętnieniem ogólnym od 395 NTU (R184 SCzPJ) do 13905 NTU (R181 SCzP przecierowy). Jednak jest to zmętnienie o bardzo niskiej stabilności, poniżej 18%.

Na wykresie 1 przedstawiona została zawartość polifenoli w badanych produktach, która jest na poziomie od 596 mg/l do 3498 mg/l, co świadczy tylko o tym, że soki i nektary z czarnej porzeczki są doskonałym źródłem prozdrowotnych składników bioaktywnych. Najwyższy poziom polifenoli zanotowano dla soków oznaczonych jako produkt „BIO” (R083, R173) lub „Ekologiczny” (R177). Bardzo duże zróżnicowanie w badanych produktach stwierdzono w przypadku zawartości antocyjanów. Najniższą zawartość barwników posiadały nektary z czarnej porzeczki oraz soki mieszane z innymi owocami (8 – 151 mg/l), ale również niską zawartość antocyjanów posiadały dwa soki z czarnej porzeczki (R176 i R179) nienależące do kategorii produktów BIO czy Ekologicznych.

Badana cecha	Jednostka	Wymagania wg CoP AIJN*	SCzP	SCzPGD	NCzP	SCzP	SCzPJ	SCzPJ	SCzP	SCzP	SCzP	SCzP	SCzP	SCzPJ	NCzP	NCzP	NCzP
			R083	R171	R172	R173	R174	R175	R176	R177	R179	R181	R183	R184	R186	R191	R192
Gęstość względna 20/20	d2020	min. 1,042	1,063	1,071	1,049	1,054	1,051	1,052	1,049	1,066	1,061	1,040	1,063	1,055	1,056	1,050	1,048
Ekstrakt ogółem	g/l	-	163	185	128	140	131	134	126	171	159	103	163	142	147	130	124
Odpowiadający ekstrakt	%	min. 10,5	15,5	17,5	12,2	13,4	12,5	12,8	12,0	16,2	15,1	10,0	15,4	13,6	14,0	12,4	11,9
Ekstrakt refraktometryczny	%		14,7	16,8	12,0	12,8	12,2	12,6	12,3	15,4	14,8	9,8	14,7	13,0	34,8	12,2	11,7
Kwasowość miar. wyrażona jako kwas cytryn. (pH 8,1)	g/l	26,7-40,1	31,7	9,7	6,4	27,9	6,5	11,8	30,5	31,5	30,0	22,7	26,3	21,2	18,8	6,6	5,6
Kwas cytrynowy	g/l	26-42	33	8	6	26	26	3	27	30	29	21	24	17	20	6	5
Kwas L-jabłkowy	g/l	1-4	2,5	1,2	0,6	2,5	2,9	4,8	3,1	3,5	3,6	1,7	3,7	5,8	1,7	0,5	0,4
Kwas askorbinowy	mg/l	min. 750	452	52	194	723	720	18	2153	1278	1353	737	2231	556	580	426	226
Kwas D-izocytrynowy	mg/l	160-500	291	75	39	299	35	81	287	337	300	209	256	141	93	60	54
Stosunek kwasu cytrynowego do kwasu D-izocytrynowego		80-200	115	110	150	87	743	37	94	88	98	100	92	120	215	102	96
Liczba formolowa	ml/100ml	7-30	20	16	3	20	15	7	12	20	16	10	6	15	10	4	3
Glukoza	g/l	23-50	37	56	49	30	30	28	21	40	39	22	45	33	18	31	33

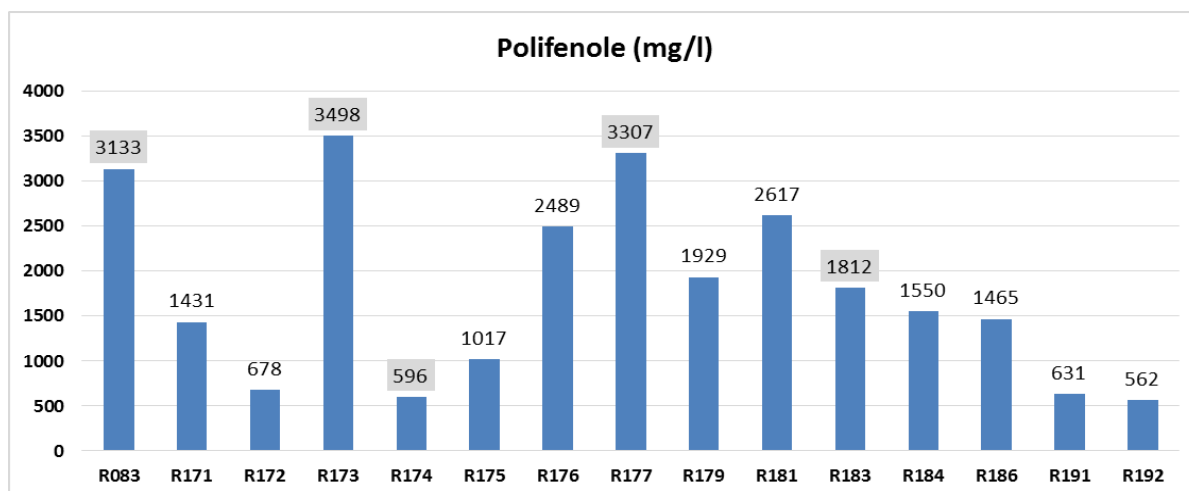
Fruktoza	g/l	30-65	48	77	50	49	76	70	42	52	56	30	56	58	18	33	34
Sacharoza	g/l	maks.5	0,0	4,1	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,9	5,2	48,3	39,7
Sorbitol	mg/l	maks.150	0	1730	0	0	3446	3605	0	0	0	0	0	1987	0	0	0
Cukry ogółem	g/l	-	85,3	136,6	113,1	79,0	105,7	98,2	62,9	91,9	95,1	52,5	101,5	92,8	40,7	112,4	106,7
Ekstrakt bezcukrowy	g/l	55-80	78,2	48,7	15,0	61,4	25,6	35,8	63,1	78,8	63,6	50,9	61,2	49,6	106,0	17,7	17,2
Stosunek glukozy do fruktozy	-	0,6-0,9	0,8	0,7	1,0	0,6	0,4	0,4	0,5	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	1,0	1,0	1,0
Zmętnienie ogólne	NTU		7475	1138	n.d.	4735	2337	2013	2526	5375	526	13905	476	395	767	n.d.	n.d.
Zmętnienie stabilne	NTU		58	66	n.d.	180	151	208	296	102	9	1042	84	33	15	n.d.	n.d.
Stabilność zmętnienia	%		0,8	5,8	n.d.	3,8	6,5	10,3	11,7	1,9	1,7	7,5	17,6	8,4	1,9	n.d.	n.d.

Tabela 2. Podstawowe parametry fizykochemiczne handlowych soków i nektarów z czarnej porzeczki

Objaśnienia: *-wymagania dla 100% soków; S-sok, N-nektar, CzP-czarna porzeczka, G-granat, D-daktyl, J-jabłko. Kody podświetlone na szaro to produkty kategorii BIO/Ekologia. Wartości oznaczone **czerveną czcionką** są powyżej wymagań kodeksowych AIJN, zaś wartości oznaczone **czcionką niebieską** poniżej wymagań AIJN

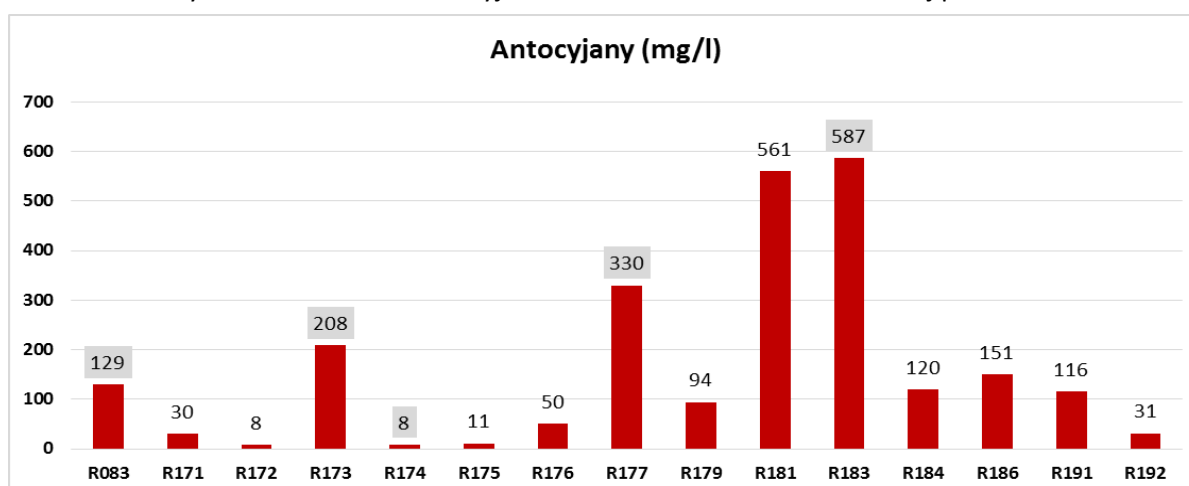
2. Zawartość składników bioaktywnych

Wykres 1. Zawartość polifenoli w sokach i nektarach z czarnej porzeczki



Uwagi: Wartości na szarym tle odnoszą się do produktów BIO/Ekologiczne

Wykres 2. Zawartość antocyjanów w sokach i nektarach z czarnej porzeczki



Uwagi: patrz wyk. 1

3. Zawartość metali ciężkich i składników mineralnych

Analiza metali ciężkich metodą atomowej spektrometrii mas ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej ICP-MS pokazała, że dostępne na polskim rynku soki i nektary z czarnej porzeczki są bezpieczne i nie stwierdzono w tych produktach przekroczenia maksymalnego i jednocześnie bezpiecznego dla zdrowia poziomu zawartości metali ciężkich (arsen, ołów, rtęć i kadm). Produkty z czarnej porzeczki zawierają następujące makroskładniki: sód, potas, magnez, wapń, fosfor. W przypadku potasu, jego zawartość w sokach z czarnej porzeczki jest na tyle wysoka, że pokrywa ponad 7,5 do 15% dziennego zapotrzebowania na ten makroskładnik.

Produkty z czarnej porzeczki zawierają liczne mikrośkładniki tj. bor, miedź, żelazo, mangan, cynk, jednak wśród tych mikrośkładników na szczególną uwagę zasługuje mangan, którego zawartość w produktach z czarnej porzeczki jest na tyle wysoka, że produkty te mogą być określone jako źródło manganu, który utrzymuje zdrowe kości i chroni komórki przed stresem oksydacyjnym

Soki z aronii

1. *Zawartość podstawowych parametrów fizykochemicznych*

Kolejną grupą produktów poddaną szczegółowej analizie fizykochemicznej w ramach przeprowadzonych badań w zadaniu 1 były soki z aronii - 16 produktów, większości z kategorii BIO lub Ekologia. Soki aroniowe należą do produktu niszowego, który jest wyzwaniem dla producentów, ponieważ aronia ze względu na kwaśny i cierpki smak może nie wzbudzić zainteresowania szerszego grona konsumentów. Dlatego owoc ten, który jest bogactwem składników bioaktywnych powinien być podany konsumentowi tak, aby był smaczny a zarazem zachował swoje wartości prozdrowotne. Większość parametrów podstawowych (Tab. 3) tak jak gęstość, ekstrakt, kwasowość w badanych sokach spełnia wymagania kodeksu AIJN. Dominującym kwasem w aronii jest kwas jabłkowy, którego poziom w sokach wynosi od 4,3 do 12,2 g/l. Profil cukrowy wskazuje na brak stosowania substancji słodzących w celu poprawy smaku. Cechą charakterystyczną owoców aronii jest brak sacharozy i wysoka zawartość sorbitolu. Podobnie jak w przypadku badanych soków i nektarów NFC z czarnej porzeczki, większość soków aroniowych charakteryzowała się wysokim zmętnieniem, ale o bardzo niskiej stabilności (stabilność zmętnienia poniżej 8%). Wyjątek stanowił jeden sok aroniowy z dodatkiem jabłka (R190), którego zmętnienie ogólne było jednym z niższych wartości, ale o wysokiej stabilności tj. na poziomie 63%.

Wykres 3 pokazuje jak dużą wartość prozdrowotną posiadają owoce aronii, gdyż zawierają bardzo wysokie stężenie polifenoli. W badanych sokach aroniowych zawartość polifenoli kształtowała się na poziomie 3029-6533 mg/l. W przypadku soków z czarnej porzeczki tylko 3 badane soki zawierały polifenoli powyżej 3000 mg/l. Wśród badanych produktów aroniowych dwa (R185 i R190) miały zdecydowanie niższą zawartość polifenoli (około 1400 mg/l) co wynika z faktu połączenia soku aroniowego z sokiem jabłkowym.

Antocyjany stanowią jeden ze składników polifenolowych aronii (Wykres 4), których najmniej zawierały oczywiście soki aroniowo-jabłkowe (R185, R190). Zaskakująco niskie poziomy barwników stwierdzono w czterech sokach aroniowych (R084, R178, R195 i R196), podczas gdy pozostałe soki zawierały antocyjanów od 234 mg/l do 749 mg/l.

Analiza soków aroniowych pod kątem bezpieczeństwa wykazała, że zawartość metali ciężkich: arsen, ołów i rtęć jest poniżej maksymalnej dozwolonej ilości zapewniającej bezpieczeństwo produktu spożywczego. Trzy badane soki: R084, R157, R178 (należące do kategorii produktów BIO) przekroczyły maksymalny dozwolony poziom zawartości kadmu. Aronia podobnie jak czarna porzeczka zawiera makroskładniki, a jednym z najważniejszych występujących w ilości pokrywającej od 6% do 19% dziennego zapotrzebowania (w porcji 100 ml soku) jest potas. Soki aroniowe mają wysoką zawartość manganu (od 6 do 34% RWS w 100 ml), a oprócz tego mikroskładnika zawierają również bor, miedź, żelazo i cynk.

Przeprowadzone badania potwierdzają wysoką jakość oferowanych soków i nektarów z owoców czarnej porzeczki i aronii oraz ich wysoki potencjał prozdrowotny wynikający z zawartości składników bioaktywnych oraz mikro- i makroskładników.

Tabela 6. Podstawowe parametry fizykochemiczne handlowych soków z aronii

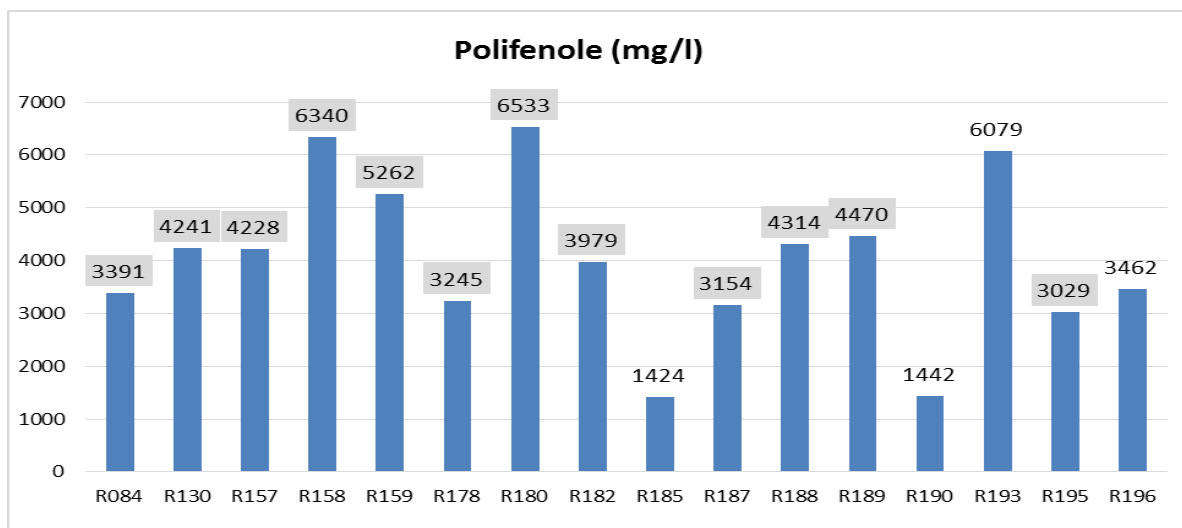
Badana cecha	Jednostka	Wymagania wg CoP AIJN*	SAr	SAr	SAr	SAr	SAr	SAr	SAr	SAr L	SAr J	SAr	SAr	SAr	SAr J	SAr	SAr	SAr
			R084	R130	R157	R158	R159	R178	R180	R182	R185	R187	R188	R189	R190	R193	R195	R196
Gęstość względna 20/20	d2020	min. 1,057	1,086	1,075	1,085	1,063	1,068	1,086	1,066	1,074	1,050	1,063	1,056	1,075	1,052	1,067	1,066	1,061
Ekstrakt ogółem	g/l	-	222	195	221	163	176	223	170	192	130	163	144	195	135	174	170	157
Odpowiadający ekstrakt	%	min. 14,1	20,9	18,4	20,8	15,5	16,7	21,0	16,1	18,1	12,4	15,5	13,8	18,4	12,9	16,5	16,1	14,9
Ekstrakt refraktometryczny	%		21,3	18,9	21,0	16,1	17,0	21,1	20,3	18,4	12,5	15,7	14,2	18,9	12,9	17,1	16,4	15,2
Kwasowość miar. wyrażona jako kwas cytryn. (pH 8,1)	g/l	8-14	7,4	6,1	9,3	10,7	12,0	7,4	7,9	7,0	8,6	8,3	6,8	8,9	4,1	9,0	9,0	7,9
Kwas cytrynowy	mg/l	200-700	622	506	437	320	1063	760	486	499	154	292	261	437	104	369	249	248
Kwas L-jabłkowy	g/l	6 – 15	8,0	6,3	11,1	11,5	12,2	6,7	9,2	7,6	7,7	9,6	6,8	9,0	4,3	9,4	9,5	8,6
Kwas D-izocytrynowy	mg/l	10-50	49,0	18,7	52,5	10,8	19,6	26,5	13,1	20,0	11,2	9,3	4,4	23,1	8,1	10,7	17,0	11,9
Kwas szikimowy	mg/l	maks. 150	231	101	112	107	117	223	107	111	54	90	56	122	25	112	91	66
Stosunek kwasu cytrynowego do D-izocytrynowego		5-15	13	27	8	30	54	29	37	25	14	31	59	19	13	35	15	21
Liczba formolowa	ml/100 ml	4-11	14	13	2	15	16	18	10	20	5	11	5	7	10	11	15	11
Glukoza	g/l	30 – 40	39,8	39,3	51,7	36,9	38,9	43,4	46,4	40,2	29,4	37,9	30,0	41,0	27,2	36,5	39,4	35,4

Fruktoza	g/l	25 – 38	38,5	41,8	49,0	35,9	38,0	41,5	44,7	40,1	44,6	35,8	31,3	39,5	63,4	36,6	40,2	35,6
Sacharoza	g/l	<1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0
Sorbitol	g/l	40-80	76,4	80,2	89,1	54,2	56,9	85,9	86,4	73,1	28,3	61,5	56,6	72,9	16,8	57,0	58,6	44,4
Cukry ogółem	g/l	-	78,3	81,1	100,7	72,9	76,9	84,9	91,0	80,3	75,2	73,7	61,2	80,4	90,6	73,1	79,6	71,0
Ekstrakt bezcukrowy	g/l	-	144	114	120	91	99	138	79	111	55	89	83	114	44	101	91	86
Stosunek glukozy do fruktozy	-	1 – 1,2	1,0	0,9	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	1,1	1,0	1,0	0,4	1,0	1,0	1,0
Zmętnienie ogólne	NTU		2400	3990	140	98	6320	2300	235	3775	1047	640	1329	362	311	445	409	2045
Zmętnienie stabilne	NTU		39	224	10	3	13	35	4	306	47	34	9	10	196	11	27	140
Stabilność zmętnienia	%		1,6	5,6	7,0	3,0	0,2	1,5	1,8	8,1	4,5	5,3	0,7	2,7	63,1	2,4	6,6	6,8

Objaśnienia: *-wymagania dla 100% soków; S-sok, N-nektar, CzP-czarna porzeczka, G-granat, D-daktyl, J-jabłko. Kody podświetlone na szaro to produkty kategorii BIO/Ekologia. Wartości oznaczone **czerveną czcionką** są powyżej wymagań kodeksowych AIJN, zaś wartości oznaczone **czcionką niebieską** poniżej wymagań AIJN

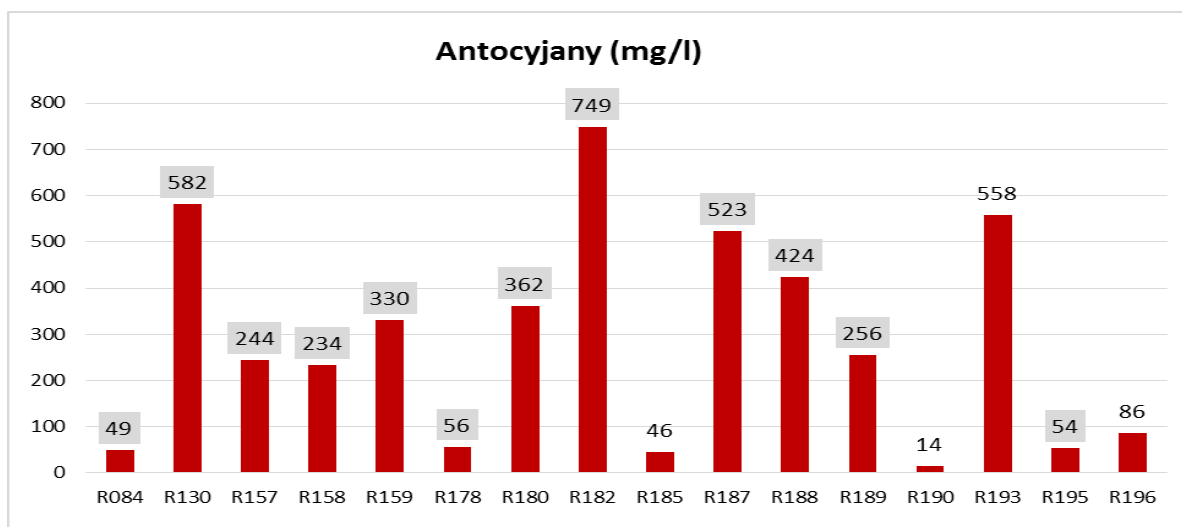
2. Zawartość składników bioaktywnych

Wykres 3. Zawartość polifenoli ogółem w sokach z aronii



Uwagi: patrz wyk. 1

Wykres 4. Zawartość antocyjanów w sokach z aronii



Uwagi: patrz wyk. 1

ZADANIE 2: Opracowanie technologii produkcji atrakcyjnych soków i nektarów na bazie ekologicznych owoców kolorowych.

Celem zadania 2 było opracowanie receptur i technologii innowacyjnych soków, nektarów i napojów na bazie owoców kolorowych, wykorzystując istniejącą bazę surowcową: jabłka, czarna porzeczka, aronia, malina i rokitnik z plantacji ekologicznych Czarna porzeczka należy do najbogatszych surowców w antyoksydanty i polifenole, jednak na równi z aronią stanowi surowiec niszowy, nisko opłacany, co po części wynika z tego, że przemysł nie potrafi zaproponować produktów o wysokiej smakowości wykorzystujących walory posiadanej bazy surowcowej. Komponowanie produktów tak, aby mogły być opatrywane certyfikatem ekologicznym oraz oświadczeniami żywieniowymi i jednocześnie wykorzystywały istniejącą bazę surowcową przyczyni się do poprawy konkurencyjności polskich producentów porzeczki i aronii.

Otrzymane w wyniku doświadczeń soki ekologiczne na bazie owoców kolorowych i jabłek oraz innych surowców ekologicznych jak syrop daktylowy, syrop z agawy itp. będą wyróżniać się możliwością stosowania oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych zgodnie z wymogami określonymi w rozporządzeniu 1169/2011³ oraz 432/2012⁴, jak również innych stosownych rozporządzeń UE i krajowych.

W tym celu przeprowadzono szereg formułacji w trzech obszarach:

I. Opracowanie 100% soków mieszanych z czarnej porzeczki z sokiem jabłkowym, borówkowym i daktylowym

100% soki z czarnej porzeczki ze względu na swoją bardzo wysoką kwasowość nie nadają się do bezpośredniej konsumpcji, dlatego też w projekcie podjęto próbę opracowania receptury bazującej na soku z czarnej porzeczki z dodatkiem innych soków, które są nośnikiem naturalnej słodkości. W pierwszym etapie projektowania smacznego soku z czarnej porzeczki mieszano go z sokiem z daktyla, jabłka czy borówki amerykańskiej. W tabeli 4 podano przykładowe udziały procentowe soków owocowych, które były testowane w ramach zadania 2.

Tabela 4. Receptury 100% soków na bazie soku z czarnej porzeczki

Rodzaj soku	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
Sok NFC czarna porzeczka	25%	25%	25%	25%	50%	25%
Odtworzony sok z daktyla	75%	65%	50%	25%	20%	-
Sok NFC jabłko	-	-	25%	50%	30%	-
Sok NFC borówka amerykańska	-	10%	-	-	-	-
Odtworzony sok gruszkowy	-	-	-	-	-	75%

Ocena sensoryczna potwierdziła, że połączenie soku z czarnej porzeczki z sokiem daktylowym i sokiem jabłkowym skutkuje otrzymaniem smacznego 100% soku owocowego, który jest atrakcyjny

³ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności.

⁴ Rozporządzenie Komisji (UE) nr 432/2012 z dnia 16 maja 2012 r. ustanawiające wykaz dopuszczonych oświadczeń zdrowotnych dotyczących żywności, innych niż oświadczenia odnoszące się do zmniejszenia ryzyka choroby oraz rozwoju i zdrowia dzieci.

zarówno pod względem smaku i wyglądu. Natomiast dodatek soku z borówki amerykańskiej lub odtworzonego soku gruszkowego nie przyniósł oczekiwanych rezultatów.

II. Opracowanie soków, nektarów i napojów z wykorzystaniem owoców rokitnika

Rokitnik jest bardzo aromatycznym owocem obfitującym w kwasy tłuszczowe, karoteny i tokoferole. Jednak przede wszystkim, rokitnik jest istną bombą witaminową, zawierającą przede wszystkim witaminę C, E i A, dzięki czemu sprawdza się doskonale w zwalczaniu przeziębienia, wzmacniając odporność. Ponadto, wykazano, że rokitnik działa łagodząco na zaburzenia żołądkowo-jelitowe, regeneruje skórę, łagodzi dolegliwości reumatologiczne.

Ze względu na dość intensywny i bardzo charakterystyczny smak i zapach soku z rokitnika bardzo istotne było, aby w pierwszej kolejności ustalić progowy udział procentowy soku z rokitnika w nektarze. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że optymalny udział 100%-go soku z rokitnika w nektarze to 30%. Większy dodatek tego soku powoduje, że nektar jest zbyt intensywny w smaku i przestaje być akceptowalny sensorycznie.

Kolejnym etapem badań zmierzającym do otrzymania smacznego nektaru na bazie owoców rokitnika, było kształtowanie smaku przez dodatek substancji słodzących takich jak cukier, syrop daktylowy oraz syrop z agawy. Testowano nektary z udziałem soku z rokitnika na trzech poziomach: 15%, 20% i 25% do których dodawana była substancja słodząca w takiej ilości aby otrzymać końcowy ekstrakt nektaru 11°Bx. Dodatek cukru umożliwił otrzymanie nektaru o ładnej barwie oraz przyjemnym i akceptowalnym smaku nawet przy najwyższym udziale (25%) soku z rokitnika. Również ciekawy produkt otrzymano gdy nektar był wzbogacany w syrop z agawy. Tylko w tym przypadku udział procentowy soku z rokitnika powinien wynosić nie mniej niż 30%, aby smak produktu był wyrazisty. Natomiast zastosowanie syropu z daktyla przyniósł negatywny efekt powodując niekorzystną zmianę zabarwienia nektaru na bazie soku z rokitnika.

Testowano również recepturę składającą się z soku z rokitnika i soku z gruszki. W wyniku tych prac otrzymano 100% ekologiczny sok gruszkowy z dodatkiem rokitnika na poziomie 20% lub 30% dodatku rokitnika.

Doskonałą ideą okazała się receptura składająca się z soku z rokitnika, soku z jabłek oraz przecieru z banana, ponieważ okazało się podczas przeprowadzania badań, że przecier bananowy pozwala na zachowanie wysokiej stabilności otrzymanego produktu. Testowano udział przecieru na poziomie 10 – 30 % oraz przeprowadzono test możliwości zastąpienia przecieru bananowego przecierem jabłkowym. Przeprowadzone badania pokazały że przecier bananowy zdecydowanie lepiej kształtował konsystencję soku, nawet przy najniższym udziale procentowym, niż przecier jabłkowy.

III. Opracowanie soków aroniowych o wyższych walorach sensorycznych

Aronia podobnie jak rokitnik czy czarna porzeczka jest owocem, z którego 100% sok jest raczej akceptowalny tylko przez nielicznych konsumentów ze względu na bardzo cierpki smak. A owa 'nieakceptowalna' cierpkość świadczy tylko o bardzo wysokiej zawartości związków bioaktywnych, przede wszystkim procyjanidyn i antocyjanów, które z drugiej strony są tak bardzo poszukiwane i pożądane przez współczesnego konsumenta, który chce się odżywiać zdrowo i naturalnie.

Naszym celem było skomponowanie takiej receptury bazującej na soku aroniowym, aby stał się on smaczny nie tracąc przy tym swoich bardzo wysokich wartości prozdrowotnych. Podobnie jak w przypadku dwóch wcześniej opisanych soków (z czarnej porzeczki i rokitnika) przetestowano szereg receptur łączących sok aroniowy z sokiem jabłkowym, gruszkowym, malinowym. Okazało się, że cierpki smak soku aroniowego najlepiej łagodzi dodatek soku jabłkowego.

Po czasach „zachłyśnięcia się” żywnością kolorową, aromatyzowaną, o długich terminach przydatności do spożycia zaczynamy szczególnie doceniać to, co zostało bezpośrednio wytworzone przez naturę, bez stosowania środków ochrony roślin i antybiotyków czy dodatku „polepszaczy”. W dobie przemysłowej produkcji żywności wzrasta zainteresowanie konsumentów produktami naturalnymi, ekologicznymi, wyprodukowanymi w tradycyjny sposób, co wskazuje na zmieniające się potrzeby współczesnego człowieka. Dlatego też opracowane w ramach projektu receptury 100% ekologicznych soków owocowych wpisują się idealnie w dzisiejszy trend żywieniowy.

Zadanie 3: Ocena możliwości wykorzystania innowacyjnych surowców ekologicznych do produkcji przetworów takich jak przeciery z ekologicznych jabłek, ekstrakty z wyłoków z jabłek i owoców kolorowych, serwatki koziej

Celem tego zadania było określenie możliwości wykorzystania na potrzeby przetwórstwa ekologicznego surowców nie stosowanych wcześniej w praktyce przetwórczej owoców, a które mogłyby sprzyjać nie tylko poprawie właściwości fizyko-chemicznych soków, nektarów i napojów ekologicznych z prozdrowotnych gatunków, ale także podwyższyć wartości żywieniowe.

Zastosowanie przecierów owocowych do stabilizacji soków z rokitnika

Rokitnik został zaadoptowany do uprawy w warunkach klimatycznych Polski w latach osiemdziesiątych. Trudność zbioru oraz specyficzny aromat sprawiły, że produkcja towarowa nie upowszechniła się. Dopiero w ostatniej dekadzie, w której świadomy konsument poszukuje super owoców, zwrócono uwagę na potencjał tego gatunku. Niestety jego unikalny skład chemiczny powoduje, że w czasie dezintegracji tkanki, faza wodna i faza tłuszczowa pulpy gwałtownie utleniają się i dodatkowo ulegają rozwarstwieniu. Niezwykle cenny skład owoców skłania przetwórców do poszukiwania nowych metod na podniesienie jakości sensorycznej soku z rokitnika. Jednym z wyzwań jest skomponowanie składu produktów z udziałem rokitnika w taki sposób, aby po zastosowaniu niezbędnych operacji technologicznych oraz w niezbędnym czasie składowania produkt utrzymywał jednakową konsystencję. W przypadku produktów o statusie ekologicznych jest to szczególnie trudne. W zadaniu podjęto się przeprowadzenia prób technologicznych, gdzie funkcje stabilizatora miałyby pełnić przeciery owocowe z gatunków o naturalnie wysokiej zawartości pektyn rozpuszczalnych, do których zalicza się jabłka i banany.

W ramach prowadzonych doświadczeń badano wpływ dodatku przecieru z bananów w ilości od 10 do 30 % na produkty płynne, w których udział rokitnika wahał się od 10 do 25%, przy czym testowano skuteczność osłaniającego działania pektyn z banana na produkty typu sok, nektar i napój owocowy. Równocześnie prowadzono próby, w których zamiast przecieru z bananów stosowano przecier z jabłek w ilościach skorygowanych ze względu na zawartość ekstraktu.

Po zmieszaniu odpowiednich składników recepturowych produkt homogenizowano, a następnie odpowietrzano i rozlewano do opakowań. Przeprowadzono pasteryzację metodą przepionową klasyczną utrzymując temperaturę 90 °C przez 10 min.

Badania przeprowadzone pokazały że zastosowanie przecieru bananowego umożliwia uzyskanie stabilnego produktu, natomiast zastosowanie przecieru jabłkowego nie dało pozytywnych efektów.

Badanie możliwości wykorzystania serwatki ekologicznej do produkcji napojów serwatkowo-aroniowych i serwatkowo-porzeczkowych

Wzrastające zainteresowanie białkami serwatkowymi jako dodatkiem dla wzbogacania produktów mleczarskich wiąże się z ich właściwościami. Preparaty białek serwatkowych mają właściwości emulgujące, co sprzyja odpowiedniemu wymieszaniu tłuszczów z resztą składników. Wykazują one również zdolność wiązania wody, co wpływa na właściwości reologiczne produktów, np. lepkość. Zwiększenie zawartości wody w produkcie polepsza jego właściwości sensoryczne (smak, zapach). Preparaty serwatkowe poprawiają też wygląd produktu, gdyż zmniejszają przezroczystość gotowych produktów (mleczny wygląd) oraz powodują ich bardziej kremową strukturę. Białka serwatkowe są bogatym źródłem aminokwasów egzogennych o rozgałęzionych łańcuchach, takich jak izoleucyny, leucyny i waliny. Ponadto frakcje białka serwatki zawierają również laktoferyny – białka wiążące żelazo. Są one naturalnie wolne od fenyloalaniny i alfa-laktoalbuminy, która jest białkiem wiążącym wapń. W ten sposób, ze względu na obecność laktoferyny napoje z dodatkiem serwatki mogą być stosowane jako żywność funkcjonalna przeznaczona do poprawy absorpcji żelaza z żywnością. Napoje te zatem mogą zwiększać wchłanianie wapnia, co jest bardzo ważne dla osób starszych, które często cierpią na osteoporozę. Wymienione cechy charakteryzujące białka serwatkowe mogłyby być przydatne dla stabilizacji cech jakościowych soków i nektarów owocowych, gdyż zarówno zwiększenie lepkości jak i naturalna zdolność do hamowania sedymentacji byłaby bardzo korzystna w tego typu produktach. Mając na uwadze specyfikę preferencji odbiorcy końcowego jakim jest konsument żywności ekologicznej wskazano łatwo dostępną serwatkę kozią jako potencjalny surowiec dla innowacyjnego produktu, jakim mogłyby się stać napoje serwatkowo-owocowe. Ten naturalny produkt, oprócz modyfikacji właściwości fizyko-chemicznych produktu może być wartościowym źródłem wapnia, soli mineralnych i witamin rozpuszczalnych w wodzie.

Podsumowanie:

Realizacja projektu pozwoliła na przeprowadzenie oceny jakości soków z owoców kolorowych takich jak czarna porzeczka i aronia oraz porównanie jakości ekologicznych soków NFC z sokami z owoców pochodzących z produkcji integrowanej. Opracowane technologie i produkty zostały przygotowane w stopniu umożliwiającym jej potencjalne wdrożenia przez MŚP działające w sektorze produkcji i przetwórstwa ekologicznego. Zakres prezentowanych prac i technologii był konsultowany z przedstawicielami małych i średnich producentów przetworów i soków ekologicznych, w tym producentów zrzeszonych w Ogólnopolskim Stowarzyszeniu Przetwórców i Producentów Produktów Ekologicznych "Polska Ekologia".

Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

STRESZCZENIE WYNIKÓW BADAŃ PRZEPROWADZONYCH W 2018 r

Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie możliwości wykorzystania substancji podstawowych w ochronie warzyw i ziół w uprawie ekologicznej.

Możliwości wykorzystania substancji podstawowych do ograniczania szkodliwości najgroźniejszych agrofagów w ekologicznych uprawach bobu, cebuli, fasoli szparagowej, jarmużu, rabarbaru i rukoli

DYREKTOR INSTYTUTU OGRODNICTWA

prof. dr hab. Małgorzata Korbin

Wykonawcy: dr hab. Grażyna Soika, prof. IO, mgr. Agnieszka Czajka, dr Anna Jarecka-Boncela, dr Magdalena Ptaszek, dr Beata Komorowska, mgr Edyta Kowalska, mgr Michał Hołdaj, mgr Damian Gorzka, mgr Dariusz Rybczyński, dr Robert Wrzodak, techn. Bartosz Maciejewski, techn. Dorota Masica, techn. Anna Wesołowska, techn. Anna Wieprzkowicz, techn. Lidia Bil, techn. Barbara Pawłowska, Urszula Łazęcka-Żałoba

WSTĘP

W uprawach wielu gatunków warzyw brakuje jakichkolwiek środków ochrony zabezpieczających rośliny zarówno przed groźnymi patogenami, jak i szkodnikami. W literaturze światowej są liczne doniesienia o korzystnym wpływie wyciągów roślinnych na ograniczanie porażenia roślin przez patogeny pochodzenia grzybowego i bakteryjnego oraz szkodników.

Ze względu na to, że w Polsce od wielu lat notuje się znaczne straty spowodowane przez choroby i szkodniki w uprawach warzyw prowadzonych ekologicznie, uznano za uzasadnione podjęcie badań nad opracowaniem programu ochrony przed patogenami i szkodnikami z wykorzystaniem substancji podstawowych w uprawach ekologicznych.

CEI BADAŃ:

Ocena wykorzystania substancji podstawowych do ograniczania szkodliwości najgroźniejszych agrofagów w ekologicznych uprawach bobu, cebuli, fasoli szparagowej, jarmużu, rabarbaru i rukoli.

Tematyka badawcza realizowanego projektu w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach obejmowała cztery podzadania:

PODZADANIE 1.

Wpływ wybranych substancji podstawowych na ograniczanie najważniejszych chorób (grzybowych i grzybopodobnych) bobu, fasoli szparagowej, cebuli, rabarbaru i rukoli w uprawie ekologicznej.

CEL: ocena przydatności wybranych substancji podstawowych do zwalczania chorób w uprawie ekologicznej roślin warzywnych: bób, cebula, fasola szparagowa, rabarbar i rukola.

METODY

Przedmiotem badań były następujące rośliny warzywne rosnące na certyfikowanym Polu Ekologicznym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach: bób, cebula, fasola szparagowa, rabarbar i rukola. Doświadczenia założono w układzie bloków losowanych. Jedno poletko rabarbaru stanowiło 10 roślin (metodyka EPPO - PP 1/121(2)) zaś w przypadku pozostałych gatunków tj. fasola szparagowa, cebula, bób i rukola, liczba roślin na poletku wynosiła 40 (metodyka EPPO - PP 1/54 (3)). Pole pod wymienione uprawy było nawożone standardowo zgodnie z założeniami upraw ekologicznych. Nie stosowano żadnych dodatkowych nawozów nalistnych i doglebowych. Wymienione uprawy ze względu na długotrwałą suszę były nawadniane za pomocą systemu kropelkowego. Zabiegi pielęgnacyjne (pielnie) wykonywano ręcznie dwukrotnie przed wyłożeniem poletek doświadczalnych matami. Doświadczenie z rabarbarem założono na roślinach odmiany 'Lider', które posadzono w maju 2018.

W okresie wegetacji monitoring chorób wywoływanych przez patogeny grzybowe i grzybopodobne prowadzony był od momentu spodziewanego okresu zagrożenia chorobami, to jest od początku czerwca, w odstępach 2-tygodniowych. Rośliny wykazujące objawy chorobowe przewożone były do laboratorium Zakładu Fitopatologii w celu określenia sprawcy choroby. Identyfikacja patogenów prowadzona była w oparciu o ich cechy morfologiczne oraz z zastosowaniem technik biologii molekularnej.

Oceny stopnia porażenia roślin prowadzone były według 6 – stopniowej skali porażenia:

- 0 – brak objawów choroby;
- 1 – porażenie 1% (pierwsze objawy chorobowe na roślinie);
- 2 – porażenie od 2% do 6%,
- 3 – porażenie od 7% do 20% ,
- 4 – porażenie od 21% do 50%,
- 5 – porażenie powyżej 50%

Badanymi substancjami podstawowymi były: skrzyp polny (*Equisetum arvens*), pokrzywa (*Urtica* spp.), wierzba biała *Salix cortex*, chlorowodurek chitozanu (tabela 1), które dotychczas nie były badane w uprawach ekologicznych bobu, cebuli, fasoli szparagowej, rabarbaru i rukoli. Preparatami

porównawczymi były Serenade ASO i Miedzian Extra 350 SC. Kontrolę stanowiły rośliny niechronione. Zabiegi opryskiwania roślin badanymi wyciągami i środkami wykonywane były opryskiwaczem plecakowym, ciśnieniowym wyposażonym w lancę z końcówką o strumieniu stożkowym, 3-krotnie co 7 dni.

Tabela 1. Wykaz wyciągów roślinnych i preparatów użytych w doświadczeniach

Nazwa	Stężenie %	Liczba zabiegów
Chlorek chitozanu	0,1%	3
Miedzian Extra 350 SC	0,3%	3
Pokrzywa	2,0%	3
Serenade ASO	1,6%	3
Skrzyp polny	2,0%	3
Wierzba biała	2,0%	3

Materiał roślinny testowano także na obecność wirusów. Próby do badań stanowiły liście roślin. Analiza liści na obecność wirusów była wykonywana dwukrotnie w okresie wegetacyjnym. Wybrane rośliny były przetestowane przy użyciu metody RT-PCR, z zastosowaniem starterów specyficznych dla badanych wirusów.

1. Wpływ badanych substancji podstawowych do zwalczania chorób w uprawie ekologicznej bobu, cebuli, fasoli szparagowej i rukoli.

METODY

Nasiona fasoli szparagowej odmiany 'Sonesta' wysiano 23.05.2018 w trzech rzędach co 40 cm z międzyrzędziem szerokości 80 cm, umieszczając po dwa nasiona w jednym rzędzie, co 20 cm. Powierzchnia całego pola doświadczalnego stanowiła 200 m². W tym samym terminie i w taki sam sposób wysiano nasiona bobu odmiany 'Bachus'. Nasiona cebuli odmiany 'Sochaczewska' i rukoli odmiana 'Sylwetta' wysiano 22.05.2018 w trzech rzędach co 40 cm z międzyrzędziem szerokości 80 cm za pomocą siewnika precyzyjnego. Powierzchnia całego pola doświadczalnego stanowiła 200 m². Następnie w terminie 10. 06. 2018, rozlosowano bloki – 7 kombinacji, każda w 4 powtórzeniach. Pierwszy zabieg wykonano po wystąpieniu pierwszych objawów chorobowych. W przeprowadzonych doświadczeniach infekcja roślin wystąpiła w sposób naturalny. Zabiegi wykonywano co 7 dni. Przed każdym zabiegiem oceniano zdrowotność roślin. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, a istotność różnic między średnimi oceniono testem Duncana przy poziomie istotności $\alpha=0,05$. Obliczono również procentową skuteczność danej substancji podstawowej na podstawie porażonej powierzchni liści w stosunku do roślin kontrolnych nie traktowanych, posługując się uproszczonym wzorem Abbotta (Abbot 1925).

WYNIKI

Pierwsze symptomy chorobowe **czekoladowej plamistości** wywołanej przez (*Botrytis fabae*) na bobie obserwowano w drugiej połowie czerwca. W tym terminie wykonano pierwsze opryskiwanie badanymi wyciągami i preparatami porównawczymi. Wykazano, że wszystkie badane substancje hamowały rozwój czekoladowej plamistości na bobie. Należy jednak dodać, że wykazały one zróżnicowaną skuteczność w ograniczeniu rozwoju infekcji. Największą skuteczność po trzech zabiegach ochrony wykazywał wyciąg z pokrzywy i skrzypu polnego. Wyciągi te ograniczały rozwój choroby w około 70% w stosunku do roślin kontrolnych (nie traktowanych). Miedzian Extra 350 SC i Serenade ASO wykazały nieznacznie słabsze działanie ograniczające rozwój symptomów chorobowych na bobie. Badane preparaty porównawcze hamowały rozwój infekcji odpowiednio w 65% i 56%, natomiast wyciąg z wierzby białej i chlorek chitozanu nie ograniczały rozwoju czekoladowej plamistości na bobie (tabela 2). W trakcie trwania doświadczenia w drugiej połowie lipca zaobserwowano na

górnjej i dolnej stronie liści bobu rdzawo, brunatne plamy czyli – skupienia urednii. Plamy te wywołuje grzyb *Uromyces pisi*, który jest sprawcą **rdzy**. Zastosowane w doświadczeniu wyciągi i preparaty okazały się nieskuteczne w ochronie bobu przed rdzą.

Tabela 2. Wpływ badanych substancji podstawowych i preparatów porównawczych na rozwój *Botrytis fabae* na bobie, obserwacja po trzecim zabiegu ochrony

Kombinacje	Średni % porażenia	Średni % skuteczności
Kontrola	5,7 a	0,0
Chlorek chitozanu	5,3 a	7,0
Miedzian Extra 350 SC	2,0 b	65%
Pokrzywa	1,7 c	71%
Serenade ASO	2,5 b	56%
Skrzyp polny	1,8 c	69%
Wierzba biała	5,4 a	5,3%

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy (5%); wielokrotny test Duncana.

Na fasoli szparagowej pierwsze objawy **szarej pleśni** (*Botrytis cinerea*) obserwowano w drugiej połowie czerwca. W tym terminie wykonano pierwszy zabieg ochrony. Badane substancje podstawowe wykazały zadawalającą skuteczność w ochronie fasoli przed szarą pleśnią. Spośród zastosowanych substancji podstawowych najlepsze działanie w zwalczaniu szarej pleśni, powyżej 70% wykazał wyciąg z pokrzywy w stężeniu 2,0% aplikowany trzykrotnie w odstępach 7-dniowych. Niższą skutecznością, na poziomie 50% w tym terminie charakteryzował się wyciąg ze skrzypu polnego, natomiast najniższą efektywność poniżej 40% odnotowano po trzykrotnym zastosowaniu środków Miedzian Extra 350 SC i Serenade ASO. Wyciąg z białej wierzby i chlorowodorek chitozanu nie ograniczały szarej pleśni na fasoli szparagowej (tabela 3).

Tabela 3. Wpływ badanych substancji podstawowych i preparatów porównawczych na rozwój *Botrytis cinerea* na fasoli szparagowej, obserwacja po trzecim zabiegu ochrony

Kombinacje	Średni % porażenia	Średni % skuteczności
Kontrola	5,2 a	0,0
Chlorek chitozanu	5,0 a	4,0
Miedzian Extra 350 SC	3,2 b	39%
Pokrzywa	1,5 c	75%
Serenade ASO	3,1 b	38%
Skrzyp polny	2,6 c	50%
Wierzba biała	5,1 a	2,0%

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy (5%); wielokrotny test Duncana.

Najwyższą skutecznością w ograniczaniu alternariozy na cebuli charakteryzowały się wyciągi z pokrzywy i ze skrzypu polnego (tabela 4). Nieco niższą skuteczność wykazały preparaty porównawcze Miedzian Extra 350 SC i Serenade ASO. Istotnie niższą skuteczność poniżej 30% w ograniczaniu alternariozy stwierdzono w przypadku chlorowodorku chitozanu i wyciągu z wierzby.

Tabela 4. Wpływ badanych substancji podstawowych i preparatów porównawczych na rozwój *Alternaria* sp. na cebuli, obserwacja po trzecim zabiegu ochrony.

Kombinacje	Średni % porażenia	Średni % skuteczności
Kontrola	5,9 a	0,0
Chlorek chitozanu	4,9 a	17%
Miedzian Extra 350 SC	3,2 b	46%
Pokrzywa	2,8 c	53%
Serenade ASO	3,3 b	44%
Skrzyp polny	2,9 c	51%
Wierzba biała	5,0 a	15%

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy (5%); wielokrotny test Duncan.

Wykonane badania nad przydatnością wybranych wyciągów roślinnych i preparatów porównawczych w ograniczeniu plamistości liści (*Alternaria japonica*) w uprawie ekologicznej rukoli pozwoliły stwierdzić, iż najwyższą skuteczność w zwalczaniu tej choroby wykazały wyciągi z pokrzywy i skrzypu polnego, która wynosiła około 55%. Niższą skutecznością wykazały preparaty porównawcze Miedzian Extra 350 SC i Serenade ASO, ich skuteczność wynosiła ok. 35%, natomiast nieskuteczne w ograniczeniu plamistości rukoli okazały się, wyciąg z wierzby białej i chlorek chitozanu (tabela 5).

Tabela 5. Wpływ badanych substancji podstawowych i preparatów porównawczych na rozwój plamistości (*Alternaria japonica*) na rukoli, obserwacja po trzecim zabiegu ochrony

Kombinacje	Średni % porażenia	Średni % skuteczności
Kontrola	4,6 a	0,0
Chlorek chitozanu	4,2 a	9%
Miedzian Extra 350 SC	3,0 b	35%
Pokrzywa	2,1 c	55%
Serenade ASO	3,1 c	33%
Skrzyp polny	2,2 c	53%
Wierzba biała	4,3 a	7%

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy (5%); wielokrotny test Duncan.

METODY

2. Wpływ badanych substancji podstawowych i preparatów porównawczych do zwalczania chorób w uprawie ekologicznej rabarbaru.

Badania nad przydatnością substancji podstawowych i preparatów porównawczych w uprawie rabarbaru wykonano w Skierniewicach na rabarbarze odm. Lider posadzonym 25.05.2018 na polu ekologicznym posiadającym certyfikat zgodności ze standardami ekologicznymi wydany przez AgroBioTest nr 050 od 2012 roku. Rabarbar został posadzony w 10 rzędach co 1 m z międzyrzędziami 1,5 m szerokości. Następnie w terminie 23.07.2018, rozlosowano bloki. Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych – 7 kombinacji, każda w 4 powtórzeniach. Jedno powtórzenie stanowiło poletko rabarbaru z 10 roślinami o powierzchni 10 m² (pole doświadczałne zajmowało powierzchnię 400 m²). Rośliny zaczęto opryskiwać po wystąpieniu pierwszych objawów chorobowych 27.07.2018. W przeprowadzonych

doświadczeniach infekcja roślin wystąpiła w sposób naturalny. Zabiegi wykonywano co 7 dni. Przed każdym zabiegiem oceniano zdrowotność roślin.

WYNIKI

Badane substancje podstawowe i preparaty porównawcze zastosowane interwencyjnie ograniczały rozwój *Ascochyta rhei* na liściach rabarbaru w porównaniu do roślin kontrolnych (tabela 6). Najwyższe działanie ochronne wykazał wyciąg z pokrzywy, nieco niższe, wyciąg ze skrzypu polnego oraz preparaty: Miedzian Extra 350 SC i Serenade ASO. Najmniej skuteczny w ograniczaniu choroby były: wyciąg z wierzby i chlorowodorek chitozanu (tabela 6). Należy podkreślić, że wyciąg z pokrzywy w 70% ograniczał rozwój mączniaka prawdziwego (tabela 7), jak również miał istotny wpływ na plon (tabela 8). Na roślinach chronionych pozostałymi wyciągami i substancjami porównawczymi, stopień porażenia mączniakiem prawdziwym traktowanych roślin nie różnił się w porównaniu z roślinami kontrolnymi.

Tabela 6. Wpływ badanych substancji podstawowych i preparatów porównawczych na rozwój *Ascochyta rhei* na rabarbarze, obserwacja po trzecim zabiegu ochrony

Kombinacje	Średni % porażenia	Średni % skuteczności
Kontrola	4,3 a	0,0
Chlorek chitozanu	4,0 a	7%
Miedzian Extra 350 SC	2,4 b	44%
Pokrzywa	1,2 c	73%
Serenade ASO	2,6 b	40%
Skrzyp polny	2,3 c	47%
Wierzba biała	4,0a	7%

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy (5%); wielokrotny test Duncan

Tabela 7. Wpływ badanych substancji podstawowych i preparatów porównawczych na rozwój *Erysiphe cichoracearum* na rabarbarze, obserwacja po trzecim zabiegu ochrony

Kombinacje	Średni % porażenia	Średni % skuteczności
Kontrola	5,8 a	0,0
Chlorek chitozanu	5,7 a	2%
Miedzian Extra 350 SC	5,5 a	5%
Pokrzywa	1,7 b	70%
Serenade ASO	5,3 a	9%
Skrzyp polny	5,2 a	11%
Wierzba biała	5,2 a	11%

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy (5%); wielokrotny test Duncan

Tabela 8. Wpływ badanych substancji podstawowych i preparatów porównawczych na plon rabarbaru (jeden zbiór).

Kombinacje	Plon w t/h
Kontrola	12,5
Chlorek chitozanu	12,3
Miedzian Extra 350 S.C.	12,0
Pokrzywa	16,9
Serenade ASO	12,1
Skrzyp polny	12,0
Wierzba biała	12,0

3. Wykrywanie i identyfikacja wirusów występujących na uprawach ekologicznych: bobu, cebuli fasoli szparagowej rabarbaru i rukoli.

METODY

Rabarbar, cebulę, bób i fasolę testowano na obecność wirusów, przy użyciu metod RT-PCR i ELISA. Amplifikację cDNA wirusów roślinnych prowadzono z zastosowaniem starterów specyficznych dla badanych patogenów. Zamplifikowane fragmenty genomów wirusów zsekwencjonowano w celu ich identyfikacji. Do testów ELISA zastosowano komercyjne zestawy przeciwciał poliklonalnych i postępowano zgodnie z zaleceniami producenta.

WYNIKI

Na testowanych roślinach obserwowano objawy wskazujące na obecność wirusów. Pierwszy test dla fasoli i bobu wykonano w fazie rozwojowej roślin BBCH 19. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono obecność wirusa zwykłej mozaiki fasoli (BCMV) w czterech roślinach fasoli. Kolejny test został przeprowadzony w fazie rozwojowej roślin BBCH 33-39. W tym terminie BCMV wykryto w sześciu badanych roślinach fasoli. Pierwszy test na obecność wirusów w cebuli wykonano w fazie rozwojowej BBCH 12-14. W sześciu badanych roślinach wykryto wirus żółtej karłowatości cebuli (OYDV), przy użyciu testu ELISA oraz RT-PCR. Identyczne wyniki uzyskano podczas testowania cebuli w fazie rozwojowej BBCH 16-18. Analiza odczytanych sekwencji zamplifikowanych fragmentów cDNA BCMV i OYDV potwierdziła ich specyficzność. TuMV, ArMV, FBNYV, BLRV, BBMV, BYMV, AMV, CMV, LYSV i IYSV nie zostały wykryte w próbach pobranych do testów.

PODSUMOWANIE

- Na plantacjach ekologicznych rabarbaru największe zagrożenie stanowiły następujące patogeny grzybowe i grzybopodobne: *Ascochyta rhei*, *Erysiphe cichoracearum* i *Peronospora rhei*.
- W uprawie ekologicznej bobu największe zagrożenie stanowiły patogeny: *Botrytis fabae* i *Uromyces pisi*, natomiast na uprawach fasoli szparagowej *Botrytis cinerea* i *Sclerotinia sclerotiorum*.
- Największym problemem w ekologicznej uprawie cebuli była alternarioza (*Alternaria* sp) i mączniak rzekomy (*Peronospora destructor*) z kolei w rukoli – alternarioza (*Alternaria japonica*).
- Spośród zastosowanych wyciągów roślinnych, najlepsze działanie w zwalczaniu patogenów nalistnych na wszystkich badanych roślinach wykazał wyciąg z pokrzywy.
- Najmniej skuteczne w ochronie bobu, cebuli, fasoli szparagowej, rabarbaru i rukoli przed patogenami nalistnymi były: wyciąg z wierzby białej i chlorowodorek chitozanu.

PODZADANIE 2.

Rola substancji podstawowych w ograniczaniu szkodliwości pchełek w uprawie ekologicznej rukoli oraz mączlika warzywnego na jarmużu

CEL:

1. identyfikacja gatunków pchełek występujących na rukoli oraz ustalenie okresu ich najliczniejszego występowania.
2. ocena przydatności wyciągów roślinnych z pokrzywy zwyczajnej i skrzypu polnego oraz olejków roślinnych w ograniczaniu uszkodzeń powodowanych przez chrząszcze pchełek (*Phyllotreta*) na rukoli
3. określenie wpływu wyciągów roślinnych z pokrzywy zwyczajnej i skrzypu polnego oraz olejków roślinnych na mączlika warzywnego na jarmużu

Doświadczenie 1. Rola substancji podstawowych w ograniczaniu szkodliwości pchełek w uprawie ekologicznej rukoli

METODY

Zadanie realizowano na polu ekologicznym Instytutu Ogrodnictwa posiadającym certyfikat zgodności ze standardami ekologicznymi wydany przez AgroBioTest nr 050 w 2012 roku. Nasiona rukoli odmiana 'Sylwetta' wysiano 21.05.2018 w trzech rzędach co 40 cm z międzyrzędziem szerokości 80 cm. Powierzchnia całego pola doświadczalnego stanowiła 200 m². Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych (7 kombinacji z 4 powtórzeniami/poletkami. Powierzchnia poszczególnych poletek wynosiła 8 m²). Chrząszcze pchełek monitorowano metodą wizualną - bezpośredniego liczenia chrząszczy. Od początku wschodów raz w tygodniu przeglądano rośliny w celu zarejestrowania obecności chrząszczy pchełek na roślinach. Po stwierdzeniu progu zagrożenia 2- 4 chrząszcze na 1mb rzędu uprawy, który przyjęto, jak dla rzodkiewki, wykonano zabiegi w celu ograniczenia skutków żerowania szkodnika. Wyciągi roślinne ze skrzypu i pokrzywy stosowano jednokrotnie w formie podlewania zużywając 0,5 l cieczy na 1 m bieżący rzędu natomiast gnojówkami z tych roślin oraz olejkami z czarnuszki rośliny opryskiwano trzykrotnie w odstępach 7-dniowych.

Preparaty roślinne przygotowano we własnym zakresie:

- Wyciąg z pokrzywy wykonano z 1kg świeżych nie kwitnących roślin, które zalano 10 l wody na 24 godziny. Tak samo postępowano przygotowując wyciąg ze skrzypu.
- W celu otrzymania gnojówki, rośliny pokrzywy (1kg) po zalaniu 10 l wody pozostawiono do fermentacji w temperaturze pokojowej na 1 tydzień. Analogicznie postępowano podczas przygotowywania gnojówki ze skrzypu.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, a istotność różnic między średnimi oceniono testem Newman'a-Keuls'a przy poziomie istotności $\alpha=0,05$. Obliczono również procentową skuteczność danej substancji podstawowej na podstawie liczby osobników danego szkodnika na roślinach traktowanych w stosunku do roślin kontrolnych nietraktowanych, posługując się uproszczonym wzorem Abbotta (Abbot 1925).

WYNIKI

1. Skład gatunkowy chrząszczy pchełek występujących na rukoli

Zidentyfikowano dwa gatunki: pchełkę smużkowaną (*Phyllotreta nemorum*) i pchełkę czarną (*P. atra*). Pchełka smużkowana przeważała liczebnie w próbach, a jej udział procentowy wynosił powyżej 75%. Pchełka smużkowana jest oligofagiem. Jej roślinami żywicielskimi są rośliny z rodziny kapustowatych w tym rukola. W ciągu roku rozwija się jedno pokolenie.

2. Skuteczność zastosowanych środków w ograniczeniu uszkodzeń liści przez chrząszcze pchełek

Najmniej uszkodzonych liści przez chrząszcze pchełek stwierdzono na roślinach rukoli traktowanych jednokrotnie wyciągami: ze skrzypu (1:5) i pokrzywy zwyczajnej w formie podlewania.

W okresie pierwszych dwóch tygodni po zabiegu średnia liczba uszkodzonych liści na tych roślinach wynosiła 6,5 -10 /10 roślin i była ona 70% niższa w porównaniu z roślinami kontrolnymi. W kolejnych terminach obserwacji liczba uszkodzonych liści wzrosła tylko nieznacznie. Zdecydowanie więcej uszkodzonych liści 18-22/ 10 roślin obserwowano na roślinach opryskiwanych 3- krotnie gnojówkami ze skrzypu i pokrzywy zwyczajnej oraz na roślinach opryskiwanych olejkiem z czarnuszki (16-22 uszk. liści/10 roślin). W późniejszych okresach obserwacji, liczba uszkodzonych liści na tych roślinach zwiększyła się, osiągając w ostatnim terminie od 29- 34 liści/1 roślinę (tabela 9).

Tabela 9. Skuteczność preparatów roślinnych w ograniczaniu uszkodzeń liści rukoli przez chrząszcze pchełek (w %) wg formuły Abbott'a

Kontrola	Terminy obserwacji					
	12.06.18	19.06.18	27.06.18	04.07.18	11.07.18	18.07.18
	Średnia liczba uszkodzonych liści/10 roślin					
	3,9	25,6	39,3	42,7	44,3	56,2
Substancja	Skuteczność wg formuły Abbott'a					
Skrzyp –wyciąg**	74,5	74,2	69,1	63,6	66,6	
Skrzyp –gnojówka*	28,2	44,2	42,3	37,1	38,4	
Pokrzywa –wyciąg**	74,6	76,7	71,2	64,7	67,0	
Pokrzywa – gnojówka*	27,8	38,4	42,1	41,2	48,1	
Olejek z czarnuszki *	37,6	43,6	36,2	33,2	39,1	

Objaśnienia * zabiegi opryskiwania roślin; ** zabieg w formie jednokrotnego podlewania roślin w dniu 12.06 2018r.

Doświadczenie 2. Wpływ zastosowanych środków pochodzenia naturalnego na liczebność mączlika warzywnego na jarmużu

Rozsadę jarmużu odmiany *Halbhoher Gruner Krauser* wysadzono w polu w liczbie 12 roślin na 1 poletko. Powierzchnia każdego poletka wynosiła 3,6 m². Po wysadzeniu roślin 2-razy w tygodniu je przeglądano zwracając uwagę na wygląd liści. Ponadto sygnalizowano obecność mączlika za pomocą żółtych tablic lepowych, które zmieniano raz w tygodniu.

Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych (7 kombinacji z 4 powtórzeniami/poletkami). Całe pole doświadczalne zajmowało powierzchnię 100 m² Wyciągi roślinne ze skrzypu i pokrzywy stosowano jednokrotnie w formie podlewania natomiast gnojówkami z tych roślin oraz olejkiem z czarnuszki, rośliny opryskiwano trzykrotnie w odstępach 7-dniowych. Pierwszy zabieg wykonano w momencie stwierdzenia pierwszych osobników dorosłych na roślinach. Przez cały okres trwania doświadczenia liczono co 7 dni liczono osobniki dorosłe, złoza jaj i larwy na 10 liściach wybranych losowo z 10 roślin.

WYNIKI

Wszystkie zastosowane środki zarówno jednokrotnie w formie podlewania (wyciąg ze skrzypu i pokrzywy), jak też w formie opryskiwania (gnojówki ze skrzypu, pokrzywy i olejek z czarnuszki) charakteryzowały się podobną skutecznością w ograniczaniu liczebności osobników dorosłych mączlika warzywnego na jarmużu, osiągając tydzień po trzecim zabiegu skuteczność na poziomie ograniczonego zwalczania (40-60%). Niezależnie od sposobu aplikacji środków ich skuteczność utrzymywała się na podobnym poziomie do 21 dnia po trzecim zabiegu (tabela 10). Pierwsze larwy pojawiły się na roślinach jarmużu na początku lipca i ich liczebność stopniowo się zwiększała. Zastosowane preparaty roślinne nie ograniczały liczebności larw i nie redukowały jaj mączlika warzywnego.

Tabela 10. Skuteczność zastosowanych preparatów w ograniczaniu liczebności osobników dorosłych mączlika warzywnego na jarmużu, odm. 'Halbhoher Gruner Krauser'

Skierniewice, 2018 r

Kontrola	Terminy obserwacji					
	12.06*	19.06*	27.06*	3.07	10.07	17.07
	Liczba osobników/10 roślin					
	4,8	29,0	31,6	39,6	57,0	82,1
Preparat	Skuteczność wg wzoru Abotta (w %)					
	19.06*	26.06*	3.07	10.07	17.07	
Skrzyp –wyciąg **	18,8	19,1	46,6	52,0	60,4	
Skrzyp –gnojówka*	21,1	16,7	69,4	53,3	36,2	
Pokrzywa –wyciąg **	16,6	15,0	60,9	52,6	47,0	
Pokrzywa – gnojówka*	8,2	5,1	41,0	42,1	47,0	
Olej z czarnuszki*	4,2	12,5	40,7	51,5	40,5	
Spintor 240 SC***	9,1	22,1	44,5	40,4	51,9	

Objaśnienia * zabiegi opryskiwania roślin

** zabieg w formie jednokrotnego podlewania roślin w dniu 12.06 2018r.

*** zabieg w formie zaprawiania nasion

PODSUMOWANIE

1. Na rukoli wystąpiły dwa gatunki pchełek: pchełka smużkowana – *Phyllotreta nemorum* oraz pchełka czarna – *P. atra*. Pchełka smużkowana przeważała liczebnie w próbach, a jej udział procentowy wynosił powyżej 75%.
2. Spośród zastosowanych produktów pochodzenia naturalnego najbardziej skuteczne w ochronie rukoli przed chrząszczami pchełek były: wyciąg roślinny ze skrzypu rozcieńczony w proporcji (1:5) i pokrzywy zwyczajnej (bez rozcieńczenia) zastosowane w formie podlewania.
3. Wyciągi ze skrzypu i pokrzywy zwyczajnej zastosowane jednokrotnie w formie podlewania, jak też gnojówki uzyskane z tych roślin aplikowane trzykrotnie w formie opryskiwania ograniczały liczebność osobników dorosłych mączlika warzywnego w 50% natomiast nie ograniczały rozwoju larw, jak też nie redukowały jaj mączlika warzywnego.

PODZADANIE 3.

Wykorzystanie substancji podstawowych do ograniczania szkodliwości śmietki cebulanki (*Delia antiqua* Meig.) i wciornastka tytoniowca (*Thrips tabaci* Lind.) w uprawie ekologicznej cebuli z siewu wiosennego.

CEL: ocena przydatności wybranych substancji podstawowych (wyciągów roślinnych gnojówek z pokrzywy i skrzypu oraz olejku z czarnuszki aplikowanych w formie opryskiwania lub podlewania w ograniczeniu szkodliwości śmietki cebulanki (*Delia antiqua* Meig.) i wciornastka tytoniowca (*Thrips tabaci* Lind.) na cebuli.

METODY

Nasiona cebuli odm. Sochaczewska wysiano na polu ekologicznym I.O. w ilości 7-9 kg na hektar za pomocą siewnika precyzyjnego 27. 05.2018 roku. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków. Jedno poletko cebuli zajmowało powierzchnię 10 m². W okresie od czerwca do zbioru cebuli pułapki wodne Moeric' a, które sprawdzano raz w tygodniu w celu stwierdzenia obecności owadów dorosłych śmietki cebulanki na poletkach doświadczalnych cebuli. W celu uchwycenia momentu nalotu osobników dorosłych wciornastka tytoniowca, na poletkach cebuli umieszczono żółte tablice lepowe.

Zabiegi przeciwko szkodnikom wykonano 19.06, 26.06 i 3.07. Dla porównania skuteczności użyto środka Spintor 240 SC zastosowany w formie zaprawy nasiennej (nasiona zaprawiano środkiem w dniu poprzedzającym termin siewu). W okresie aktywności wiosennego pokolenia śmietki cebulanki (tj. w czerwcu) notowano liczbę uszkodzonych roślin na każdym poletku. Analizę wykonywano raz w tygodniu. Liczono rośliny uszkodzone przez śmietkę cebulankę.

W okresie zasiedlania i aktywności szkodnika (od fazy 2–3 liści właściwych do fazy rozwoju części przeznaczonej do zbioru) raz w tygodniu na 20 roślinach z poletka liczono wszystkie żywe stadia rozwojowe wciornastka.

WYNIKI

1. Ocena przydatności zastosowanych środków do ochrony cebuli z siewu wiosennego przed śmietką cebulanką

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że środek Spintor 240 SC zastosowany w dawce 20ml/1kg nasion ograniczył wschody cebuli o 50%, co wskazuje, iż w tej dawce nie może być stosowany do zaprawiania nasion. Wykonane badania nad przydatnością wybranych substancji roślinnych w ograniczeniu uszkodzeń wschodów cebuli pozwoliły stwierdzić, iż prawie wszystkie zastosowane preparaty roślinne skutecznie chroniły siewki cebuli przed śmietką cebulanką, redukując uszkodzenia siewek od 89- 98% w stosunku do kontroli. Niższą efektywnością na poziomie średniego zwalczania (poniżej 80%) wykazał jedynie olej z czarnuszki (tabela 11). Na poletkach cebuli objętym doświadczeniem nie stwierdzono uszkodzeń cebuli przez drugie pokolenie śmietki cebulanki. W pułapkach Mericka w lipcu odłowiono tylko pojedyncze osobniki dorosłe śmietki cebulanki. W trakcie doświadczenia na cebuli nie stwierdzono larw drugiego pokolenia śmietki cebulanki.

Tabela 11. Skuteczność środków ochrony roślin pochodzenia naturalnego w ochronie cebuli przed śmietką cebulanką Skierniewice, 2018

Preparat	Średnia liczba wschodów	Średnia liczba roślin uszkodzonych przez śmietkę	Skuteczność wg formuły Abbott'a
Skrzyp –wyciąg**	25,6	1,3a	89,8
Skrzyp –gnojówka*	24,8	0,3a	98,0
Pokrzywa –wyciąg**	27,1	0,3a	98,0
Pokrzywa – gnojówka*	27,1	0,3a	98,0
Olej z czarnuszki*	24,6	2,5a	79,6
Spintor 240 S.C ***	13,8	0,3a	98,0
Kontrola	26,33	12,3b	

Objaśnienia * zabiegi opryskiwania roślin; ** zabieg w formie jednokrotnego podlewania roślin w dniu 12.06 2018r; *** zabieg w formie zaprawy nasiennej

2. Wpływ preparatów pochodzenia roślinnego na liczebność wciornastka tytoniowca (*Thrips tabaci* Lind.) w uprawie ekologicznej cebuli z siewu wiosennego.

Na roślinach nietraktowanych preparatami średnia liczebność osobników dorosłych wciornastka tytoniowca wynosiła od 3-5 osobników/1 roślinę przekraczając próg zagrożenia, który dla cebuli wynosi 6-10 osobników na 1 mb. rzędu Tymczasem na roślinach traktowanych preparatami roślinnymi liczebność osobników dorosłych była poniżej 1 osobnika/1 roślinę (tabela 12). Najwyższą skutecznością, powyżej 80% w ochronie cebuli przed wciornastkiem tytoniowcem wykazały gnojówka z pokrzywy i olejek z czarnuszki zastosowane 3-krotnie w odstępach 7- dniowych w formie opryskiwania. Skuteczność tych preparatów była podobna do tej jaką wykazał preparat Spintor 240 SC zastosowany w formie zaprawy (tabela 12 i 13).

Tabela 12. Redukcja liczby osobników dorosłych wciornastka tytoniowca po zastosowaniu preparatów roślinnych w procentach wg wzoru wzoru Abbott'a

Skierniewice, 2018

Kontrola	Terminy obserwacji					
	3.07*	10.07	17.07	24.07	31.07	7.08
	Średnia liczba osobników dorosłych / 1 roślinę					
	3,0b	3,5b	3,9c	3,9b	3,9b	5,0b
Preparat	Skuteczność wg formuły Abbott'a					
Skrzyp –wyciąg**	63,5	70,3	68,4	74,5	77,2	
Skrzyp –gnojówka*	71,3	74,4	74,4	78,0	72,6	
Pokrzywa –wyciąg**	70,2	76,0	76,0	80,8	78,7	
Pokrzywa – gnojówka*	68,4	81,8	84,0	83,5	81,7	
Olejek z czarnuszki*	67,7	79,6	87,2	88,3	88,5	
Spintor 240 SC ***	76,2	66,8	78,3	81,3	80,7	
Spintor 240 SC*	84,0	87,2	90,1	91,3	94,8	

*** zaprawianie nasion przed siewem w dawce 20 ml/1kg nasion; ** podlewanie 12.06.18 r

*opryskiwanie roślin 19.06.2018 r; 26.06.2018 r i 3.07 2018 r..

Tabela 13. Redukcja liczby larw wciornastka tytoniowca w procentach wg wzoru wzoru Abbott'a po zastosowaniu preparatów roślinnych Skierniewice, 2018

Kontrola	Terminy obserwacji					
	3.07	10.07	17.07	24.07	31.07	7.08
	Średnia liczba larw/1roślinę					
	0,0	2,6b	3,7b	5,2b	6,1b	8,9b
Preparat	Skuteczność wg formuły Abbott'a (w%)					
Skrzyp –wyciąg**	65,9	69,7	76,6	77,0	82,7	
Skrzyp –gnojówka*	80,6	68,0	73,7	71,2	74,5	
Pokrzywa –wyciąg**	74,6	73,5	81,3	85,6	85,9	
Pokrzywa – gnojówka*	68,3	74,1	81,3	82,3	83,4	
Olej z czarnuszki*	79,5	82,7	88,3	87,7	90,3	
Spintor 240 SC ***	75,6	81,3	86,4	88,7	80,6	
Spintor 240 SC*	84,4	86,4	90,4	92,2	94,7	

*** zaprawianie nasion przed siewem w dawce 20 ml/1kg nasion;

** podlewanie 12.06.2018 r;

*opryskiwanie roślin 19.06.2018 r; 26.06.2018 r i 3.07 2018 r..

PODSUMOWANIE

1. Środek Spintor 240 SC zastosowany w dawce 20ml/1kg nasion ograniczył wschody cebuli o 50%, co wskazuje, iż w tej dawce nie może być stosowany do zaprawiania nasion.
2. Zastosowane preparaty roślinne ze skrzypu i pokrzywy (wyciągi i gnojówki) skutecznie chroniły siewki cebuli przed śmietką cebulanką redukując uszkodzenia siewek od 89- 98% w porównaniu do kontroli
3. Najwyższą skutecznością powyżej 80% w ochronie cebuli przed wciornastkiem tytoniowcem charakteryzowały się gnojówka z pokrzywy i olejek z czarnuszki zastosowane 3-krotnie w odstępach 7- dniowych w formie opryskiwania i była ona podobna do tej jaką wykazał preparat Spintor 240 SC zastosowany w formie zaprawy.

PODZADANIE 4.

Efektywność substancji podstawowych w ograniczaniu szkód powodowanych przez kompleks śmietek glebowych (śmietki kielkówki (*Delia florilega*) i śmietki glebowej (*Delia platura*) oraz zmienika lucernowca (*Lygus rugulipennis*) w uprawie ekologicznej fasoli szparagowej.

CEL: ocena przydatności substancji podstawowych (wyciągów roślinnych z pokrzywy zwyczajnej i skrzypu polnego, olejków roślinnych oraz preparatu Spintor 240 SC jako środka referencyjnego zastosowanego w formie zaprawy nasiennej w ograniczaniu uszkodzeń powodowanych przez śmietki glebowe oraz zmienika lucernowca (*Lygus rugulipennis*) w uprawie ekologicznej fasoli.

METODY

Nasiona fasoli szparagowej odmiany SONESTA wysiano 29.05.2018 r. w ilości 80 kg/ha za pomocą siewnika precyzyjnego. Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych z 7 kombinacjami i 4 powtórzeniami. Jedno poletko – powtórzenie zajmowało powierzchnię 9 m². Powierzchnia doświadczalnego poletka fasoli wynosiła 300 m². W okresie od 06.06.2018 r. na poletkach fasoli umieszczono pułapki wodne Moeric' a, które kontrolowano co 3 – 4 dni w celu stwierdzenia obecności owadów dorosłych śmietek. W tym samym okresie w miejscu uprawy fasoli, na obrzeżach poletka doświadczalnego rozłożono kupki nawozu organicznego w odstępach około 10 m jedna od drugiej w celu zwabienia samic śmietek, aby w tych miejscach złożyły jaja. Do ochrony siewek fasoli przed śmietką oraz zawiązujących się strąków fasoli przed zmienikiem lucernowcem zastosowano skrzyp polny i pokrzywę zwyczajną, oraz olejek z czarnuszki. Jako środek porównawczy użyto Spintor 240 SC w formie zaprawy nasiennej (tabela 14).

WYNIKI

1/Skuteczność wybranych preparatów roślinnych w ochronie fasoli przed śmietkami glebowymi

Spośród zastosowanych środków najlepsze wyniki w ochronie wschodów fasoli przed śmietkami glebowymi otrzymano po zaprawieniu nasion fasoli preparatem Spintor 240 SC w dawce 12,5 ml/kg nasion. Na poletkach, na których wysiano zaprawione nasiona liczba uszkodzonych roślin przez śmietkę była prawie trzykrotnie niższa niż na poletkach jednokrotnie opryskiwanych preparatami z pokrzywy, skrzypu i olejku z czarnuszki.

Efektywność preparatu Spintor 240 SC była na poziomie 70%, natomiast w przypadku preparatów roślinnych z pokrzywy i skrzypu polnego w postaci gnojówek rozcieńczonych 1:50 aplikowanych w formie opryskiwania - nieco powyżej 20%. Najmniej skuteczny w ochronie wschodów fasoli przed śmietką okazał się olejek z czarnuszki zastosowany w stężeniu 0,5% w formie opryskiwania (tabela 14)

Tabela 14. Skuteczność działania środków ochrony roślin pochodzenia naturalnego w ochronie fasoli szparagowej przed śmietkami glebowymi. Skierniewice, 2018 r.

Preparat i dawka	Średnia liczba wschodów /poletko	Średnia liczba roślin uszkodzonych przez śmietkę/ 1 poletko	Skuteczność wg formuły Abotta	
Skrzyp –wyciąg**	43,0	8,25	13,2	
Skrzyp –gnojówka*	42,0	7,50	21,1	
Pokrzywa –wyciąg**	37,3	8,0	15,8	
Pokrzywa – gnojówka*	40,3	7,25	23,7	
Olej z czarnuszki*	39,8	8,75	7,9	
Spintor 240 SC ***	35,5	2,75	71,1	
Kontrola	32,8	9,50	-	

*** zaprawianie nasion przed siewem w dawce 20 ml/1kg nasion; ** podlewanie 12.06.2018

r

*opryskiwanie roślin 19.06.2018 r; 26.06.2018 r

2/ Wpływ zastosowanych preparatów pochodzenia roślinnego na występowanie ospowatości nasion fasoli szparagowej

Pierwsze osobniki dorosłe zmiennika lucernowca stwierdzono na poletkach doświadczalnych fasoli 19.06.2018 roku. Na roślinach kontrolnych liczba osobników w jednej próbie wahała się 1-8. natomiast w pozostałych kombinacjach liczba osobników /5 zagarnięć czerpakiem wynosiła od 1-5. Zastosowane preparaty roślinne wyraźnie obniżyły liczbę nasion z ospowatością od 53-71% w stosunku do kontroli, gdzie odnotowano 23% uszkodzonych nasion przez zmienika lucernowca. Najmniej nasion z ospowatością stwierdzono w strąkach zebranych z roślin, których nasiona były zaprawiane preparatem Spintor 240 SC (5%). Tylko nieznacznie więcej nasion uszkodzonych przez zmieniki stwierdzono w strąkach zebranych z roślin traktowanych gnojówką ze skrzypu, olejem z czarnuszki i wyciągiem z pokrzywy (od 6,6- 7%). W strąkach nasion, które pochodziły z roślin fasoli chronionych gnojówką z pokrzywy i wyciągiem ze skrzypu odsetek uszkodzonych nasion był dwukrotnie wyższy i wynosił od 9,1-9,2% (tabela 15).

Tabela 15. Skuteczność działania środków ochrony roślin pochodzenia naturalnego w ochronie fasoli szparagowej przed ospowatością nasion, Skierniewice, 2018

Preparat i dawka	Liczba nasion w strąku	% nasion z ospowatością	Skuteczność wg formuły Abott'a
Skrzyp –wyciąg**	3,9a	9,2	53,8
Skrzyp –gnojówka*	4,0a	6,6	66,0
Pokrzywa –wyciąg**	4,2a	7,0	62,5
Pokrzywa – gnojówka*	3,9a	9,1	53,5
Olej z czarnuszki*	4,2a	6,9	62,8
Spintor 240 SC ***	4,4a	5,0	71,5
Kontrola	3,4b	23,2	-

Uwaga: wartości średnie oznaczone w kolumnach tą samą literą nie różnią się istotnie między sobą wg testu Newmana Keuls'a $\alpha = 0,05$. Objasnienia:

*** zaprawianie nasion przed siewem w dawce 20 ml/1kg nasion

** podlewanie 12.06.2018 r

*opryskiwanie roślin 19.06.2018 r; 26.06.2018 r; 3.07. 2018 r.

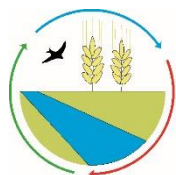
PODSUMOWANIE

1. Najlepsze efekty w ochronie siewek fasoli szparagowej przed śmietkami glebowymi: kiełkówką i glebową otrzymano po zastosowaniu środka zawierającego spinosad w formie zaprawy w dawce 12,5 ml/1 kg nasion, podczas gdy efektywność preparatów roślinnych z pokrzywy i skrzypu polnego aplikowanych w postaci gnojówek rozcieńczonych 1:50 w formie opryskiwania była nieco powyżej 20%. Fakt ten wskazuje na możliwość zastosowania tego środka do ochrony fasoli przed śmietkami glebowymi.
1. Wszystkie zastosowane preparaty roślinne charakteryzowały się podobną skutecznością w ochronie nasion fasoli przed ospowatością fasoli która była na poziomie ograniczonego zwalczania tj. od 50-70%.
2. Żaden ze środków w zastosowanych stężeniach i dawkach nie wpłynął negatywnie na wschody fasoli.

ZALECENIA DLA WARZYWNICTWA EKOLOGICZNEGO

1. W celu prowadzenia racjonalnej ochrony upraw ekologicznych warzyw przed chorobami i szkodnikami istnieje konieczność systematycznego ich monitorowania na obecność chorób i szkodników. Do monitorowania szkodników, poza metodą wizualną wskazane jest także

- stosowanie dostępnych na rynku pułapek zapachowych i feromonowych pozwalających na precyzyjne określenie terminu wykonania zabiegów ochronnych.
2. Nie ma bezpośredniej metody zwalczania wirusów roślinnych, jednak częstotliwość występowania chorób wirusowych można znacznie zmniejszyć, stosując dostępne metody ograniczania rozprzestrzeniania się patogenów.
 3. Przed założeniem plantacji rabarbaru należy wykonać analizę podłoża na obecność nicieni glebowych z gatunku *Xiphinema diversicaudatum*, ponieważ organizmy te są wektorem groźnego wirusa ArMV powodującego duże szkody w uprawie rabarbaru.
 4. W celu ograniczenia wystąpienia alternariozy i mączniaka rzekomego na cebuli należy likwidować pierwotne źródła choroby, nie dopuszczać do zachwaszczenia uprawy, aby nie zwiększać wilgotności powietrza. W 2-3 tygodnie po wysadzeniu cebul wysadkowych i dymki należy przeprowadzić dokładną lustrację plantacji i usunąć rośliny z objawami pierwotnego porażenia, ponieważ stanowią one źródło wtórnego zakażenia.
 5. Choroby bobu tj. czekoladowa plamistość i rdza bobu przenoszone są z resztkami roślin, dlatego wszelkie pozostałości pozbiornicze zaleca się głęboko przyorać, co utrudnia dalszy rozwój patogenom. W miarę możliwości chore rośliny należy usuwać z plantacji i palić lub głęboko zakopywać. Nie powinno się ich kompostować. Wcześniejszy wysiew nasion pozwala przyspieszyć dojrzewanie i częściowo uniknąć strat plonu spowodowanego porażeniem przez grzyb *Botrytis fabae*. Bób należy uprawiać na stanowiskach przewiewnych, sprzyjających szybszemu osychaniu roślin.
 6. Zabiegi ochrony należy wykonywać profilaktycznie przed pojawieniem się pierwszych objawów chorobowych. W tym celu rośliny należy opryskiwać przemiennie 2% wyciągami z pokrzywy i skrzypu polnego, preparatem Miedzian Extra 350 SC i Serenade ASO w odstępach co 7-10 dni.
 7. Dwuletnie wyniki badań nad możliwością ochrony fasoli przed śmietkami glebowymi wskazują, że należałoby podjąć działania w kierunku wprowadzenia preparatu Spintor 240 SC w dawce 12,5 ml/1 kg nasion do zaprawiania nasion fasoli przed siewem.
 8. W programie ochrony rukoli przed pchełkami powinny się znaleźć preparaty roślinne z pokrzywy i skrzypu stosowane zarówno w formie podlewania, jak też opryskiwania roślin.
 9. Żadna z zastosowanych substancji roślinnych nie chroniła jarmużu przed mączlikiem warzywnym. Nie jest wykluczone, że zastosowanie olejów roślinnych przeciwko temu szkodnikowi w formie opryskiwania zanim na roślinach pojawią się jego larwy pozwoliłoby na ograniczenie tego pluskwiaka w większym stopniu.
 10. W ochronie fasoli przed zmienikiem lucernowcem dobre efekty uzyskano stosując gnojówkę ze skrzypu, olejek z czarnuszki i wyciągi z pokrzywy. Preparaty te mogą być zatem stosowane do ochrony tej uprawy przed tym szkodnikiem, który powoduje tzw. ospowatość fasoli, co zostało wykazane podczas tegorocznych badań.
 11. Preparaty roślinne ze skrzypu i pokrzywy w postaci wyciągów i gnojówek zastosowane zarówno w formie podlewania, jak też opryskiwania powinny się znaleźć w programie ochrony siewek cebuli przed śmietką cebulanką i wciornastkiem tytoniowcem. Do programu ochrony cebuli przed wciornastkiem można wprowadzić także olejek z czarnuszki.
 12. Należy pamiętać, że podczas stosowania preparatów roślinnych obowiązują te same zasady, jak podczas stosowania środków chemicznych. Zabiegi preparatami roślinnymi należy wykonywać w godzinach popołudniowych, zwłaszcza w upalne dni co pozwoli uniknąć uszkodzenia roślin.



Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN

ul. Bukowska 19, 60-809 Poznań

tel. 61 847 56 03 (dyrektor) tel. 61 847 56 01 (centrala)

fax: 61 847 36 68 e-mail: isrl@man.poznan.pl

Ocena efektywności kwietnych pasów w ograniczaniu agrofagów na ekologicznej uprawie marchwi i w zwiększaniu różnorodności biologicznej na terenach rolniczych

Rezultaty realizacji projektu badawczego (nr HOR.re.027.5.2018) w ramach zadania „Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi: określenie innowacyjnych rozwiązań w ochronie przed agrofagami w ekologicznej uprawie ziół, roślin cebulowych, dyniowatych, karczocha, oberżyny, jarmużu, rukoli, marchwi, pietruszki, kalafiora, brokuła, kapusty lub buraka ćwikłowego”

Krzysztof Kujawa¹, Jolanta Kowalska², Maria Oleszczuk¹, Paweł Sienkiewicz³, Dariusz Sobczyk¹, Zdzisław Bernacki¹

¹ Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego Polskiej Akademii Nauk

² Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu

Opracował: Dr hab., prof. ISRI PAN Krzysztof Kujawa (kierownik projektu)

krzysztof.kujawa@isrl.poznan.pl

1. Wstęp i cele projektu badawczego

Zwiększanie produkcji towarowej w rolnictwie jest możliwe dzięki intensyfikacji produkcji rolnej, w tym postępującej chemizacji rolnictwa i skracaniu płodozmianów. Zwykle towarzyszy temu upraszczanie struktury krajobrazu i zmniejszanie się różnorodności biologicznej terenów rolniczych. Przekłada się to niekorzystnie na zaburzenia w funkcjonowaniu krajobrazu rolniczego jako całości, a w tym na osłabienie naturalnych, biocenotycznych mechanizmów regulacyjnych opartych na wielości i różnorodności organizmów bytujących w krajobrazie rolniczym.

Problem urozmaiconego krajobrazu – kluczowy w rolnictwie ekologicznym

Urozmaicanie struktury krajobrazu rolniczego jest szczególnie ważne w odniesieniu do upraw ekologicznych ze względu na konieczność ograniczania środków ochrony roślin, ale dotyczy także upraw konwencjonalnych ze względu na coraz silniejsze wymogi stosowania zintegrowanej ochrony roślin, czyli z wykorzystaniem potencjału naturalnych mechanizmów biocenotycznych. Urozmaicona struktura krajobrazu rolniczego jest powszechnie uznawana za warunek konieczny dla osiągnięcia równowagi między prowadzeniem intensywnej, wysoko wydajnej gospodarki rolnej oraz zachowaniem dużej różnorodności biologicznej (Benton i wsp. 2003) przy utrzymaniu usług ekosystemowych na odpowiednim poziomie (Stoate i wsp. 2009).

Kwietne pasy jako łatwy w zastosowaniu środek zwiększający różnorodność biologiczną terenów rolniczych i zwiększający możliwości stosowania biologicznych metod kontroli szkodników upraw

Jednym ze sposobów urozmaicania terenów zdominowanych przez pola uprawne jest wprowadzanie kwietnych pasów (ang. *flower strips* lub *sown seed strips*) – praktyka prawie nie stosowana w Polsce pomimo stosunkowo małych kosztów i łatwości jej stosowania. Tworzenie i utrzymywanie pasów gruntu o szerokości kilku metrów, obsianych odpowiednią mieszanką gatunków roślin, a dzięki temu obficie i długotrwanie kwitnących, to prosta i skuteczna metoda przywabiania wielu gatunków owadów (m.in. zapylających, parazytoidów i drapieżnych) i zwiększania liczebności pająków. Ponieważ zwierzęta te są ruchliwe, obecność kwietnych pasów przyczynia się także do zwiększenia różnorodności biologicznej przyległych pól uprawnych (Feltham i wsp. 2015, Aviron i wsp. 2011).

W rezultacie obecność kwietnych pasów przyczynia się do zmniejszenia liczebności szkodników upraw, a tym samym – do zmniejszenia ilości i/lub częstości stosowania insektycydów. Kwietne pasy mogą przyczyniać się także do podwyższenia zagęszczeń innych zwierząt, niż te wyżej wymienione, które także odżywiają się owadami i mogą w ten sposób stanowić jeden z biologicznych składników systemu biologicznej kontroli szkodników upraw. Do takich zwierząt należą ptaki i „małe” ssaki. Według Haaland i Gyllin (2010) kwietne pasy są korzystne również dlatego, że nie są tak często koszone jak łąki użytkowe. Obecnie dodatkowym powodem zakładania kwietnych pasów w coraz większym stopniu staje się konieczność zachowania lub zwiększania różnorodności biologicznej, w tym owadów, których zasoby bardzo szybko maleją (Hallmann i wsp. 2017). W niektórych krajach stosowanie kwietnych pasów jest już bardzo popularne, jak w Szwajcarii i Holandii.

Cele projektu badawczego

Projekt dotyczył oceny efektywności kwietnych pasów w ograniczaniu agrofagów na ekologicznej uprawie marchwi i w zwiększaniu różnorodności biologicznej na terenach rolniczych, a jego cele szczegółowe były następujące:

- a) określenie możliwości obniżenia liczebności szkodników marchwi w warunkach uprawy ekologicznej za pomocą pasów wielogatunkowej mieszanki roślin kwiatowych (*flower strips*),
- b) sformułowanie rekomendacji dotyczących gęstości pasów kwietnych na uprawach marchwi,

- c) ocena znaczenia kwiatnych pasów dla podnoszenia poziomu różnorodności biologicznej owadów pól uprawnych, w tym zapylaczy.

2. Schemat eksperymentu i metody badań

Zgodnie z założeniami projektu, eksperymentalne pasy kwiatne założono na polu z uprawą marchwi, należącym do ekologicznego gospodarstwa w Juchowie. Zostały założone dwa pasy (A i B) o długości około 300 i 250 metrów oddalone od siebie o 58 metrów. Ich szerokość wynosiła po 6 metrów (Fig. 1). Aby zmierzyć wpływ odległości od pasów kwiatnych na badane grupy zwierząt oraz na plon i stan marchwi, ustalono 9 transektów położonych równolegle do pasów kwiatnych. Obszar, na którym znajdowały się transekty A1-A5 (między pasami A i B) nazwano Strefą 1, obszar z transektami B1-B4 – Strefą 2. Na pasach kwiatnych oraz transektach prowadzono wszystkie odłowy i obserwacje, stosując następujące metody:

- a) dla biegaczowatych – pułapki Barbera, 7/transekt, opróżniane co dwa tyg. w VII-IX);
- b) pająki – j.w.;
- c) owady naroślinne – czerpaka entomologiczny (100 machnięć/transekt) w terminach j.w.;
- d) pająki naroślinne – j.w.;
- e) motyle dzienne – liczone na transektach w terminach jak biegaczowate;
- f) owady szkodliwe – tablice lepowe (odłów – 7 dni), po 3 tablice na pas kwiatny i transekt;
- g) uszkodzenia marchwi – na podstawie próby roślin po około 75 szt./transekt.
- h) plon, zagęszczenie i masa korzeni marchwi – próby po 50/transekt na transektach B1-B4.

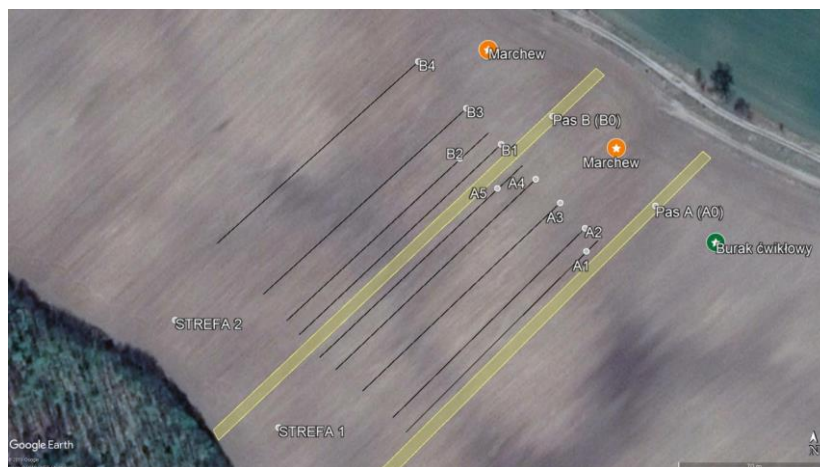


Fig. 1. Schemat eksperymentu. Pasy A (A0) i B (B0) – pasy kwiatne, linie A1-A5 oraz B1-B4 – położenie transektów, na których pobierano próby (czerpak, pułapki Barbera) oraz prowadzono liczenia owadów (motyli). Odległości między kolejnymi transektami: A0-A1 – 4,15 m, A1-A2 – 8,30m, A2-A3 – 16,60 m, A3-A4 – 16,60 m, A4-A5 – 8,30 m, A5-B0 – 4,15 m, B0-B1 – 4,15 m, B1-B2 – 8,30 m, B2-B3 – 16,60 m, B3-B4 – 33,20 m.

Roślinność pasów kwietnych

Pasy kwietne składały się z gatunków, rozwijających się z nasion wysianych celowo oraz z gatunków roślin występujących na tym terenie. Zgodnie z zamysłem dominowała gryka, pokrywając powierzchnię pasów w dużym stopniu (jej udział w warstwie wyższej wynosiło do około 85%). Duży udział miała też nieplanowana komosa biała – 10%. Warstwę najniższą tworzyła głównie iglica pospolita (również nieplanowana) zajmująca około 60% powierzchni. Pozostałe gatunki roślin występowały rzadko, w niewielkiej domieszce. Spośród gatunków wysianych, tylko cztery odgrywały istotną rolę. Skład gatunkowy kwietnych pasów (podkreślenie oznacza rośliny wysiane w ramach eksperymentu, a pozostałe wyrosły samoistnie) był następujący: farbownik polny *Anchusa arvensis*, miotła zbożowa *Apera spica-venti*, kapusta właściwa *Brassica rapa*, nagietek lekarski *Calendula officinalis*, tasznik pospolity *Capsella bursa-pastoris*, chaber bławatek *Centaurea cyanus*, rumianek pospolity *Chamomilla recutita*, rumianek bezpromieniowy *Chamomilla suaveolens*, komosa biała *Chenopodium album*, pępawa dachowa *Crepis tectorum*, iglica pospolita *Erodium cicutarium*, skrzyp polny *Equisetum arvense*, gryka zwyczajna *Fagopyrum esculentum*, mak piaskowy *Papaver argemone*, mak wątpliwy *Papaver dubium*, facelia błękitna *Phacelia tanacetifolia*, rdest ostrogorzki *Polygonum hydropiper*, aksamitka wzniesiona *Tagetes erecta*, tobołki polne *Thlaspi arvense*, koniczyna łąkowa *Trifolium pratense*, wyka ptasia *Vicia cracca*.

3. Wyniki badań

Plon oraz uszkodzenia marchwi spowodowane przez szkodniki oceniono na podstawie łącznie 628 korzeni marchwi, a materiał badawczy dotyczący owadów i pająków stanowiło 38 217 osobników odłowionych lub zaobserwowanych w terenie (Tab. 1).

Tabela 1. liczebność poszczególnych grup zwierząt z wyszczególnieniem metody badawczej.

Grupa	Metoda	Pasy kwietne	Pole marchwi	Razem
Biegaczowate	Pułapki Barbera	1978	5124	7102
Pająki	Pułapki Barbera	464	1121	1585
Pająki	Czerpak	165	962	1127
Owady naroślinne	Czerpak	5469	21824	27293
Motyle	Obserwacje bez odłowu	141	202	343
Owady szkodliwe	Tablice lepowe	-	767	767
Razem		8217	29233	38217

3.1. Atrakcyjność pasa dla wybranych grup bezkręgowców (zadanie „Atrakcyjność pasów kwietnych”)

Bogactwo taksonomiczne oraz liczebność osobników fauny owadów i pająków pasów kwietnych zbadano na podstawie łącznie 8217 osobników (czyli średnio 1370/kontrolę). Atrakcyjność pasów dla biegaczowatych i pająków naziemnych, odławianych za pomocą pułapek Barbera, których duża liczba

umożliwiła analizę statystyczną, przedstawiono na podstawie porównania pomiędzy pasami kwietnymi i przyległej uprawie marchwi, natomiast w przypadku pozostałych grup przedstawiono skład gatunkowy oraz zagęszczenie osobników.

3.1.1. Biegaczowate *Carabidae*

W obrębie pasów kwietnych odłowiono 1978 osobników należących do 33 gatunków, z czego wszystkie należą do grupy owadów odżywiających się bezkręgowcami, a 18% osobników (z 21 gatunków) to wyspecjalizowane zoofagi, mogące odgrywać znaczną rolę w redukcji liczebności szkodników upraw. Należy jednak podkreślić, że także pozostałe gatunki taką rolę mogą odgrywać. Analiza rarefakcji i obliczone wskaźniki bogactwa gatunkowego, wynoszące: Chao = $35,8 \pm 3,0$ (SD) i Jackknife = 40,7 wskazują na jeszcze wyższe bogactwo gatunkowe tej grupy zwierząt. Najliczniejszym gatunkiem w pasach był *Harpalus rufipes*, reprezentowany przez około 80% osobników. Liczba gatunków oraz zagęszczenie biegaczowatych w pasach kwietnych były wyższe niż na uprawie marchwi, a występujące różnice były istotne statystycznie (Fig. 2).

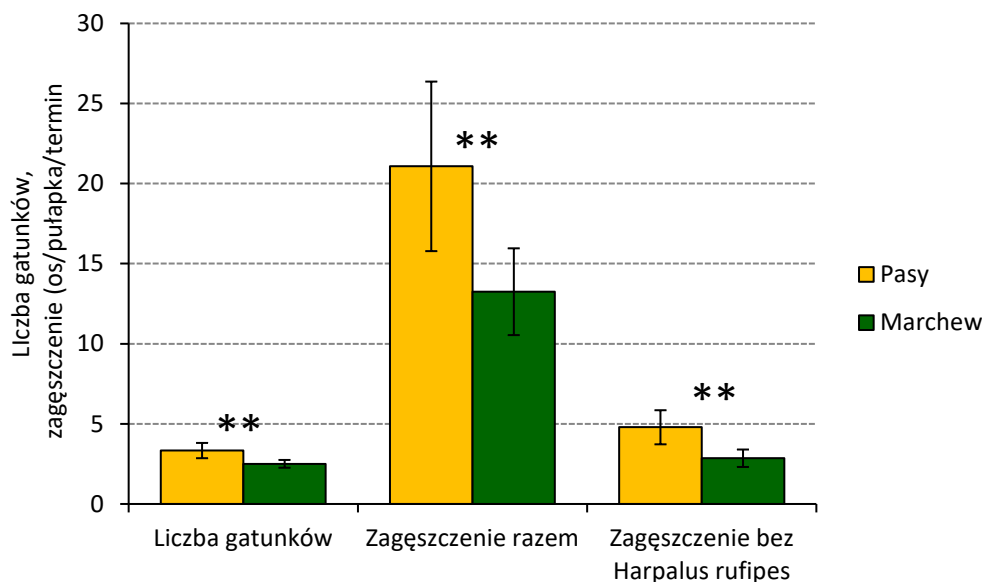


Fig. 2. Średnia (na pułapkę i termin odłowów) liczba gatunków oraz wskaźnik zagęszczenia biegaczowatych w pasach kwietnych i przyległej uprawie marchwi. Istotność statystyczna wg ogólnego modelu liniowego (GLM) z pomiarami powtarzanymi, ** - $P < 0,01$.

3.1.2. Pająki

Gatunki naziemne (epigeiczne) (metoda pułapek Barbera)

W pasach kwietnych odłowiono 464 osobniki należące do 32 taksonów. Analiza rarefakcji i wartości wskaźników bogactwa gatunkowego (Chao2 = $30,2 \pm 7,5$ (SD) i Jackknife2 = 35,4) wskazuje na to, że fauna pająków pasów kwietnych obejmowała nieco więcej gatunków, niż wykazano w materiale badawczym. Najliczniejszym gatunkiem był *Oedothorax apicatus* (57% wszystkich osobników), należący do gatunków o małej wielkości ciała, i jednocześnie takich, których osobniki nie używają sieci w celu pozyskiwania zdobyczy i aktywnie poszukują ofiar. Tym samym także większość osobników zgrupowania (ok. 2/3) należała do gatunków nie budujących sieci, ale liczba gatunków budujących sieci była zbliżona do liczby gatunków niesieciowych (17 vs. 15).

Liczba gatunków oraz zagęszczenie pajaków w pasach kwietnych były wyższe niż na uprawie marchwi, a występujące różnice były istotne statystycznie (Fig. 3), z wyjątkiem liczby gatunków sieciowych, dla których istotność statystyczna wynosiła $P=0,07$.

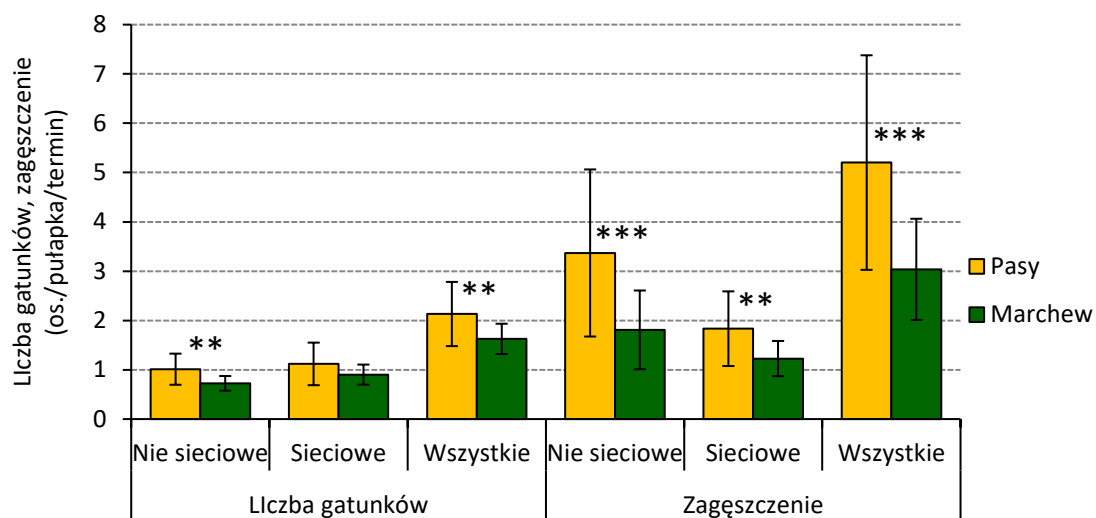


Fig. 3. Średnia (na pułapkę i termin odłowów) liczba gatunków oraz wskaźnik zagęszczenia pajaków w pasach kwietnych i przyległej uprawie marchwi. Istotność statystyczna wg ogólnego modelu liniowego (GLM) z pomiarami powtarzanymi, ** - $P<0,01$, *** - $P<0,001$.

Gatunki naroślinne (metoda czerpakowania)

Odłowiono 165 osobników należących do 21 taksonów, ale analiza rarefakcji i wskaźniki bogactwa gatunkowego ($Chao2 = 30,2 \pm 7,5$ (SD) i $Jackknife2 = 35,4$) wskazują na znacznie większą liczbę taksonów. Większość osobników (90%) należała do gatunków budujących sieci, których liczba (15) stanowiła 71% wszystkich gatunków (Fig. 4).

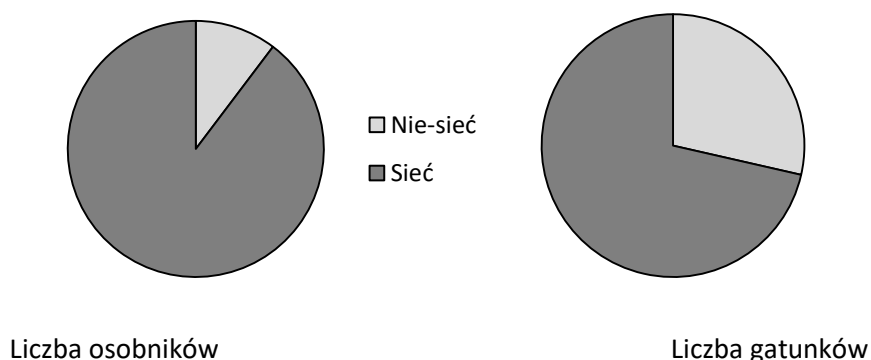


Fig. 4. Udział gatunków wg strategii łowieckich (budujące sieci oraz pozostałych – „Nie-sieć”) w zgrupowaniu pajaków pasów kwietnych na podstawie metody czerpakowania.

Bogactwo taksonomiczne pajków – obie metody

Zgodnie z oczekiwaniami, wyniki uzyskane obiema metodami silnie się różniły. Metoda czerpakowania wychwytuje gatunki, których osobniki przebywają na roślinach, natomiast metoda pułapek Barbera – gatunki aktywne na lub przy powierzchni gleby. Wskaźnik podobieństwa list taksonów stwierdzonych tymi metodami wynosił tylko 6%, co oznacza silne uzupełnianie się obu metod. W związku z tym oceniono bogactwo taksonomiczne pasów kwietnych za pomocą obu metod łącznie. W badanych pasach kwietnych stwierdzono występowanie 50 taksonów. Jednak analiza rarefakcji oraz wartości wskaźników bogactwa gatunkowego $Chao = 112 \pm 35,9$ i $Jacknife = 89$ wskazują na znacznie większą liczbę występujących tam gatunków. Spośród stwierdzonych 50 gatunków, 30 to gatunki budujące sieci. Średnio liczba taksonów pajków w pasach kwietnych (na transekt) była o 1,7 większa niż na uprawie marchwi ($P=0,13$ wg modelu GLM z powtarzonymi pomiarami).

Zgrupowanie owadów naroślinnych – metoda czerpaka

Odlowiono 5469 osobników dorosłych oraz larw, reprezentujących 48 taksonów (od poziomu rodziny wżwyz), należących do 12 rzędów. Z przebiegu krzywej rarefakcji oraz wartości wskaźników bogactwa gatunkowego ($Chao2 = 63 \pm 10$, $Jacknife2 = 68$) wynika, że rzeczywista liczba rodzin owadów przebywających w pasach była znacznie wyższa, niż stwierdzona w badaniach.

Najliczniejsze były owady roślinożerne (fitofagi), które stanowiły 42% taksonów oraz 77% osobników. Owady pożyteczne z punktu widzenia ochrony roślin uprawnych, czyli drapieżne oraz pasożytnicy stanowiły 33% taksonów i 13% osobników (Fig. 5).

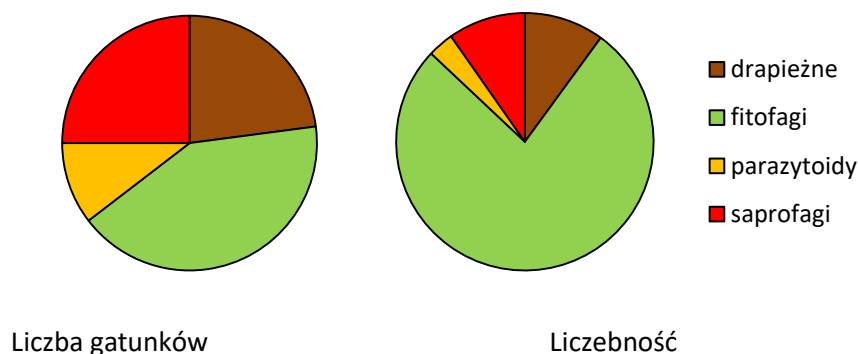


Fig. 5. Skład zgrupowania owadów naroślinnych w kwietnych pasach pod względem udziału grup troficznych

Motyle dzienne

Stwierdzono 141 osobników motyli dziennych, należących do 16 gatunków. Analiza rarefakcji oraz wartości wskaźników bogactwa gatunkowego: $Chao2 = 16,7 \pm 1,2$ oraz $Jacknife2 = 18,8$, wskazują na to, że zaobserwowano prawie wszystkie występujące tam gatunki.

3.2. Wpływ kwietnego pasa na zgrupowania pajków i owadów pożytecznych na polu marchwi (zadanie „Zwierzęta pożyteczne”)

Liczbę taksonów i zagęszczenie zwierząt występujących na uprawie marchwi przedstawiono wraz z danymi o ich występowaniu w pasach kwietnych oraz z uwzględnieniem odległości od pasów, aby

sprawdzić znaczenie pasów dla rozmieszczenia badanych grup zwierząt, zwłaszcza korzystnych (drapieżniki, pasożytnicy, zapylacze) na polu marchwi.

Biegaczowate

Nie stwierdzono wyraźnego, istotnego statystycznie wpływu odległości od pasów kwiatnych na rozmieszczenie biegaczowatych na polu uprawnym (Fig. 6). Pomędzy poszczególnymi transektami badawczymi stwierdzono różnice istotne statystycznie, jednak nie były one regularne i ściśle związane z odległością od pasów kwiatnych.

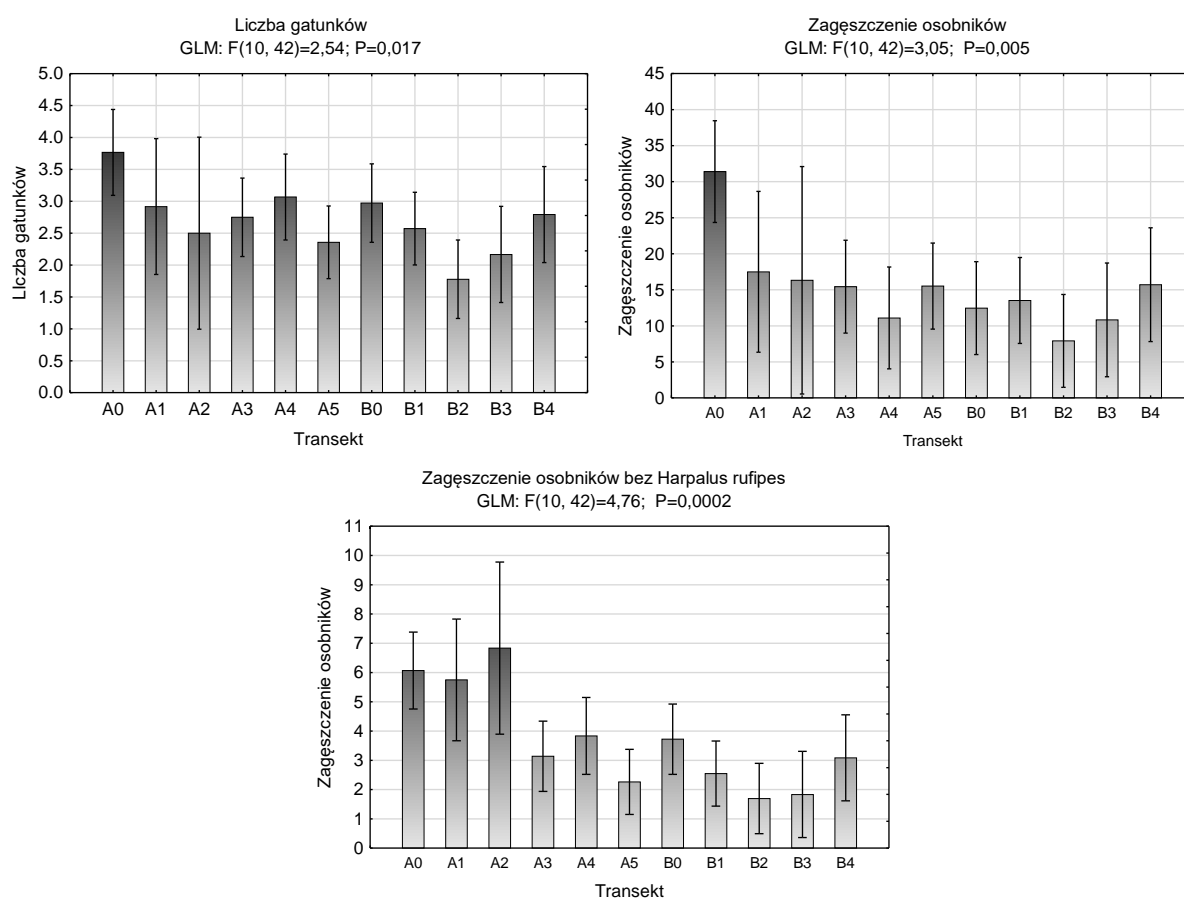


Fig. 6. Liczba gatunków i zagęszczenie osobników biegaczowatych w pasach kwiatnych (A0 i B0) i na polu marchwi (A1-A5 i B1-4).

Zaznaczył się jednak pewien wpływ pasów kwiatnych na rozmieszczenie biegaczowatych na badanym fragmencie pola marchwi. Polegał on na tym, że w pobliżu pasów kwiatnych liczba gatunków oraz zagęszczenie były większe niż z dala od nich (Fig. 7). Ponadto w Strefie 1, czyli między pasami A i B, gdzie można oczekiwać kumulacji efektu sąsiedztwa pasów, liczba gatunków i zagęszczenie osobników były istotnie statystycznie większe, niż w Strefie 2 (Fig. 7)

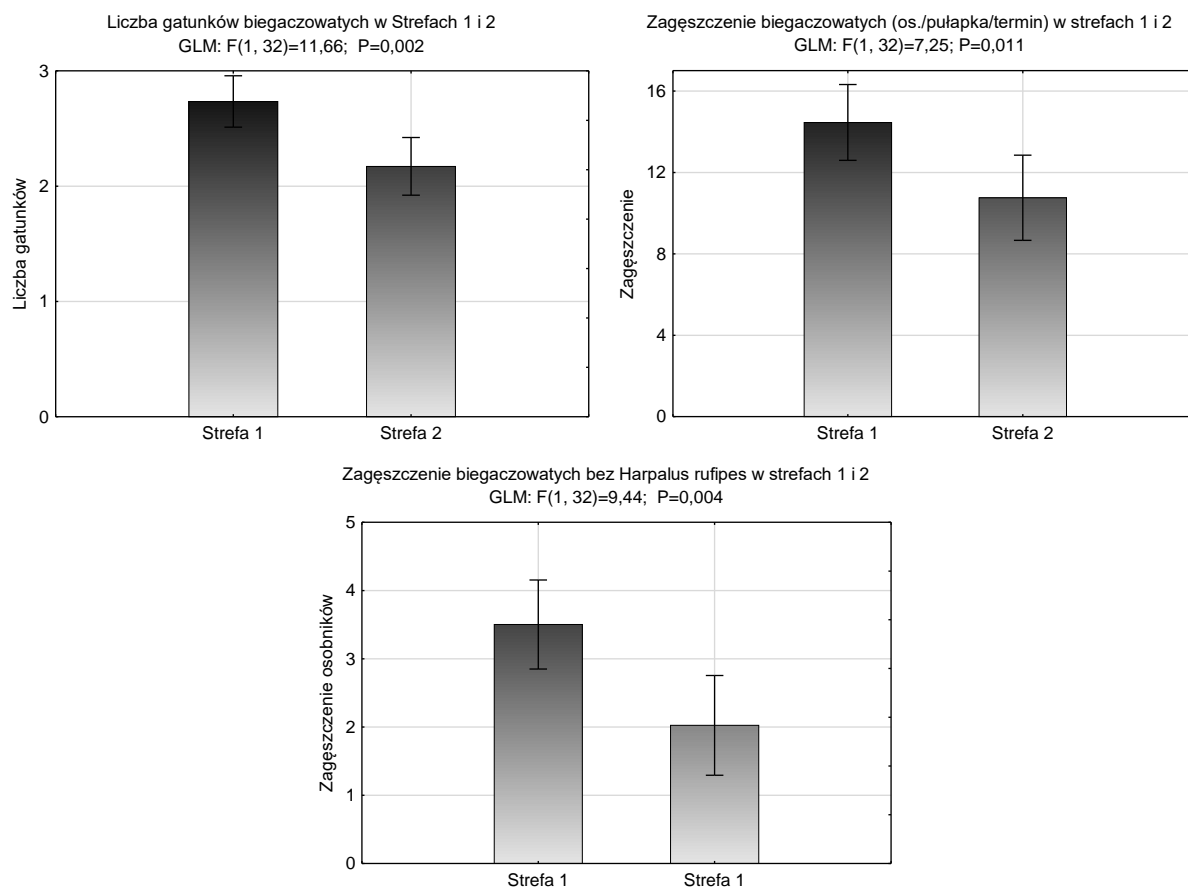


Fig. 7. Liczba gatunków i zagęszczenie osobników biegaczowatych w Strefach 1 i 2.

Pająki – metoda pułapek Barbera

U pająków w Strefie 1 (między pasami) wystąpił regularny, zgodny z oczekiwaniami wzorec (najwięcej pająków w pasach, im dalej od pasów, tym mniej, a najmniej – w połowie odległości między pasami A i B (Fig. 8). Był on podobny u pająków budujących sieci i pozostałych, co wskazuje na rzeczywiste, pozytywne oddziaływanie pasa na przyległą uprawę. Dotyczył on zarówno liczby gatunków, jak i zagęszczenia osobników.

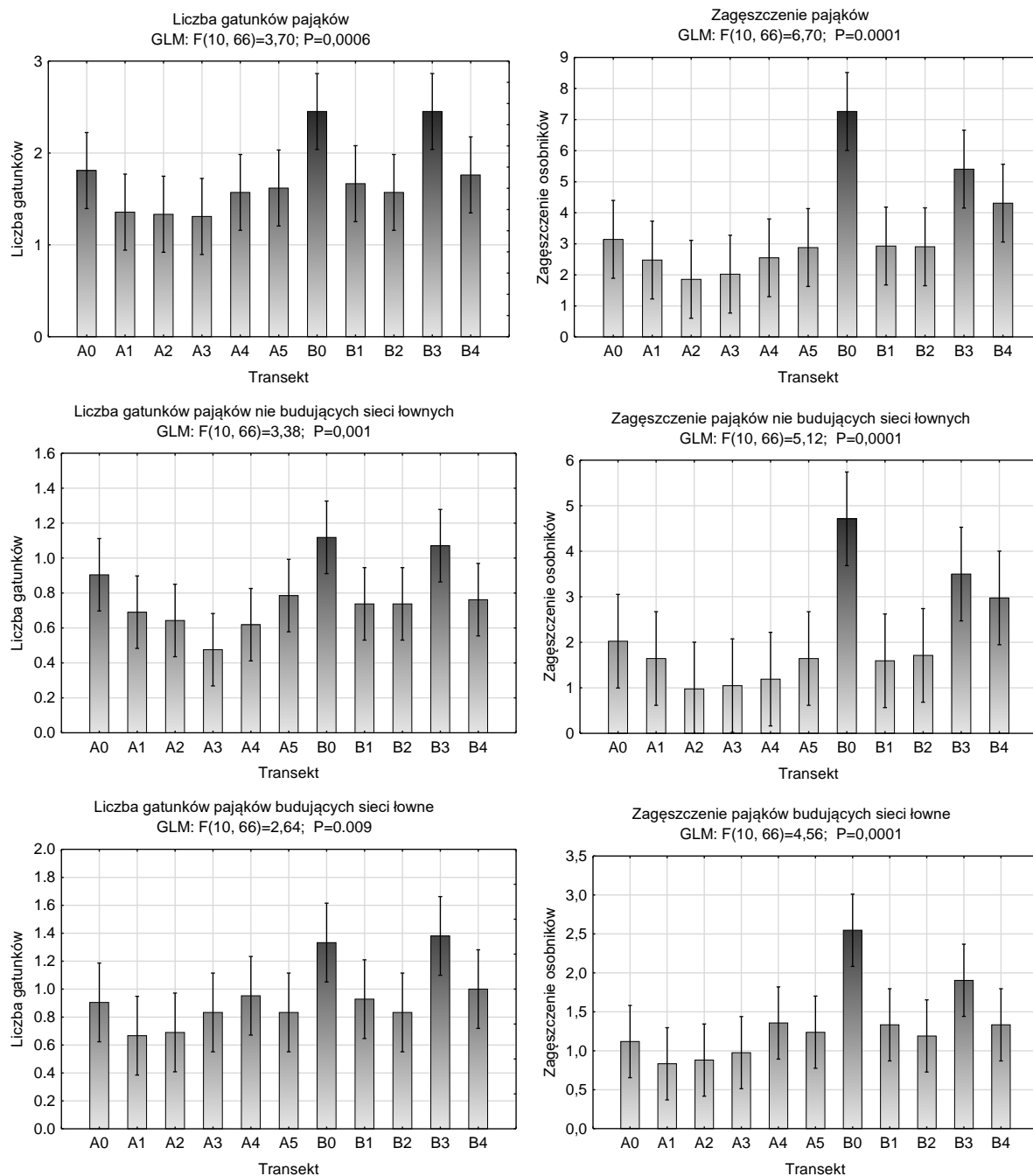


Fig. 8. Liczba gatunków i zagęszczenie pajaków w pasach kwiatnych (A0, B0) i na polu marchwi (A1-A5 i B1-B4).

Motyle dzienne – liczenie

Wzorec oddziaływania pasów kwiatnych na motyle dzienne był zgodny z oczekiwaniami i podobny do obserwowanego u pajaków, ale dotyczył obu części powierzchni badawczej – Strefy 1 i 2 (Fig. 9). Najwyższą liczbę gatunków i zagęszczenie odnotowano w pasach kwiatnych, a im dalej od pasów, tym wartości tych zmiennych były coraz mniejsze.

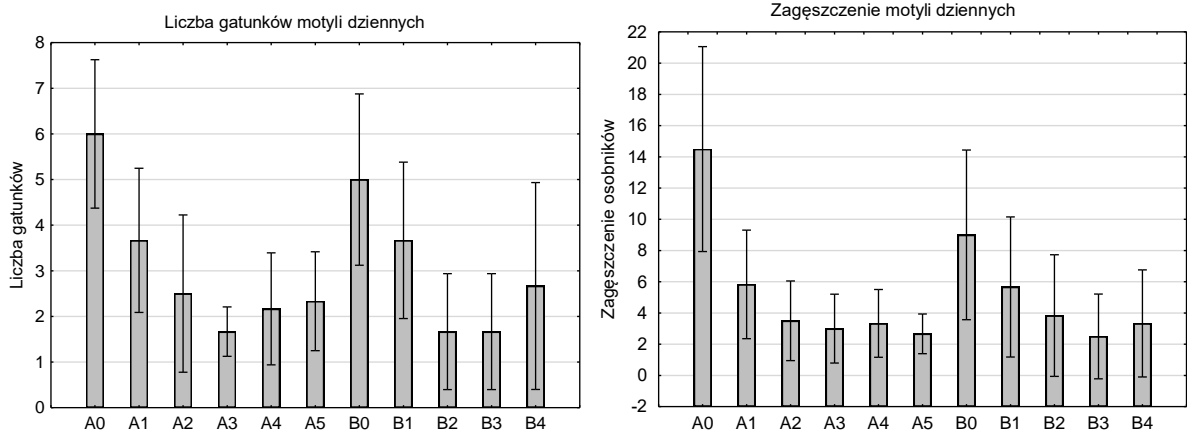
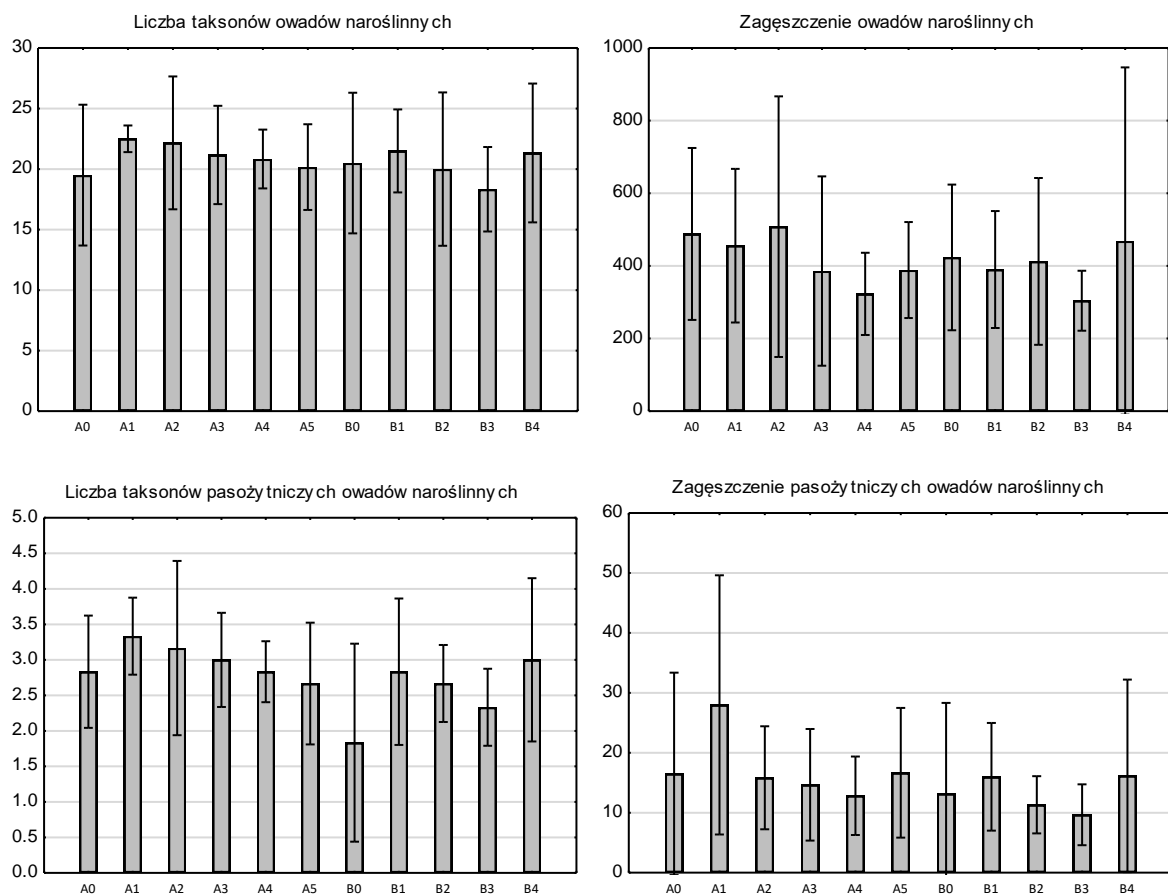


Fig. 9. Liczba gatunków i zagęszczenie pająków w pasach kwietnych (A0, B0) i na polu marchwi (A1-A5, B1-B4).

Owady naroślinne – czerpak

Rozmieszczenie owadów naroślinnych nie było związane z obecnością pasów kwietnych. Zarówno liczba taksonów jak i zagęszczenie osobników były mało zróżnicowane pomiędzy transektami A1-A5 i B1-B4), a także między pasami kwietnymi i transektami na uprawie marchwi (Fig. 10).



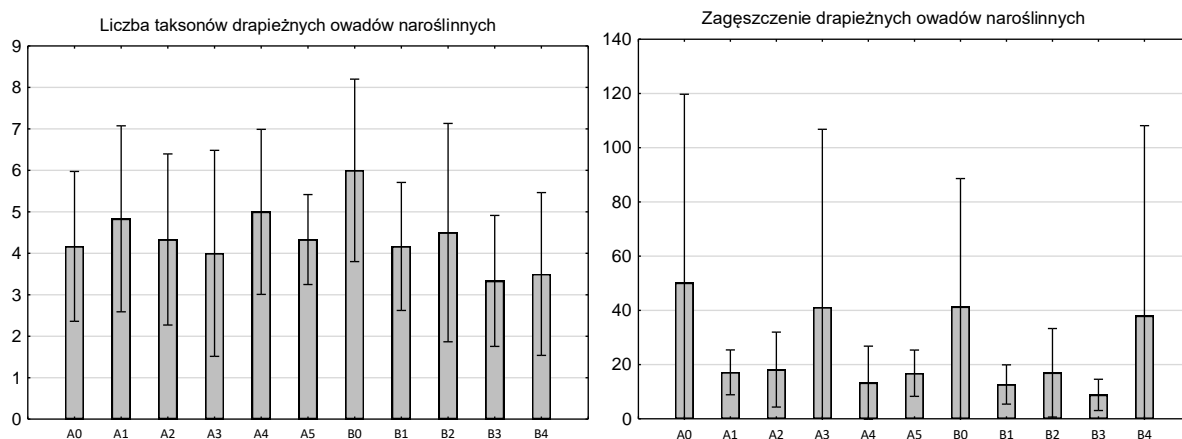


Fig. 10. Liczba gatunków i zagęszczenie owadów naroślinnych w pasach kwietnych (A0, B0) i na polu marchwi (A1-A5 i B1-B4).

3.3. Wpływ kwietnego pasa na występowanie głównych szkodników uprawy marchwi (połyśnicy marchwianki i bawełnicy topolowo-marchwianej) na plantacji marchwi (zadanie „Uszkodzenia” oraz „Owady szkodliwe”)

Badania prowadzono zgodnie z planami ujętymi we wniosku o grant. Głównymi agrofagami uwzględnionymi w badaniach były: połyśnica marchwianka (*Psila rosa*), bawełnica topolowo-marchwiana i mszyca głogowo-marchwiana. Ponadto, w trakcie prowadzenia lustracji zebranych korzeni uwzględniono także uszkodzenia powodowane przez inne agrofagi – nicienie fitopatogenne i szkodniki glebowe.

Metoda

Pierwsze pokolenie połyśnicy marchwianki, zgodnie z komunikantami PIOR-u, pojawiło się w drugiej połowie maja 2018r. Plantacja marchwi, na której założono doświadczenie, została założona w czerwcu, a więc pierwsze pokolenie połyśnicy marchwianki nie zostało objęte monitoringiem. Standardowo do sygnalizacji obecności tego szkodnika wykorzystuje się żółte tablice lepowe, które umieszczono na plantacji w dniach 3-6. sierpnia, w czasie, który umożliwiłby uchwycenie okresu lotu osobników drugiego pokolenia szkodnika. Po trzy tablice umieszczono na 5 transektach (A1-A5) między pasami kwietnymi A i B oraz na czterech transektach (B1-B4) za pasem kwietnym B. Tablice zebrano po siedmiu dniach od ich zawieszenia. Ponadto, 15. września, tuż przed zbiorem plonu, pobrano próbki korzeni marchwi, w odległości kilku metrów od tablic. Średnia liczba korzeni marchwi w każdej próbce wynosiła 25 szt. Oceniano uszkodzenia korzeni spowodowane żerowaniem larw połyśnicy marchwianki, szkodników glebowych i nicieni fitopatogennych. Żółte tablice przejrzano pod mikroskopem stereoskopowym w celu identyfikacji odłowionych szkodników.

Uszkodzenia marchwi spowodowane obecnością szkodników (zadanie „Uszkodzenia”)

Ogółem zebrano 428 korzeni marchwi. Stwierdzono uszkodzenia spowodowane żerowaniem połyśnicy marchwianki (8,9%), obecność kolonii bawełnicy topolowo-marchwianej stwierdzono na 2,3% korzeni, a mszycę głogowo-marchwiową obserwowano na 6,3% korzeni. Ponadto stwierdzono występowanie

alternariozy naci marchwi (7,5%), objawy żerowania nicienia guzaka północnego (9,1%) oraz uszkodzenia spowodowane przez szkodniki glebowe (7,7%). Łączny udział pędów z obecnością lub śladami obecności szkodników wynosił 38,3%.

Wystąpienie poszczególnych szkodników było zbyt nieliczne by poddać je analizie statystycznej pod względem znaczenia odległości od pasa kwietnego. Zwraca jednak uwagę tendencja wystąpienia większej częstości szkodników wraz z malejącą odległością od pasa B (z obu stron, czyli przy porównaniu transektów A3-A5 oraz B1-B4) (Fig. 11). Dokładnie zbadanie tego zjawiska wymagałoby odrębnego projektu badawczego.

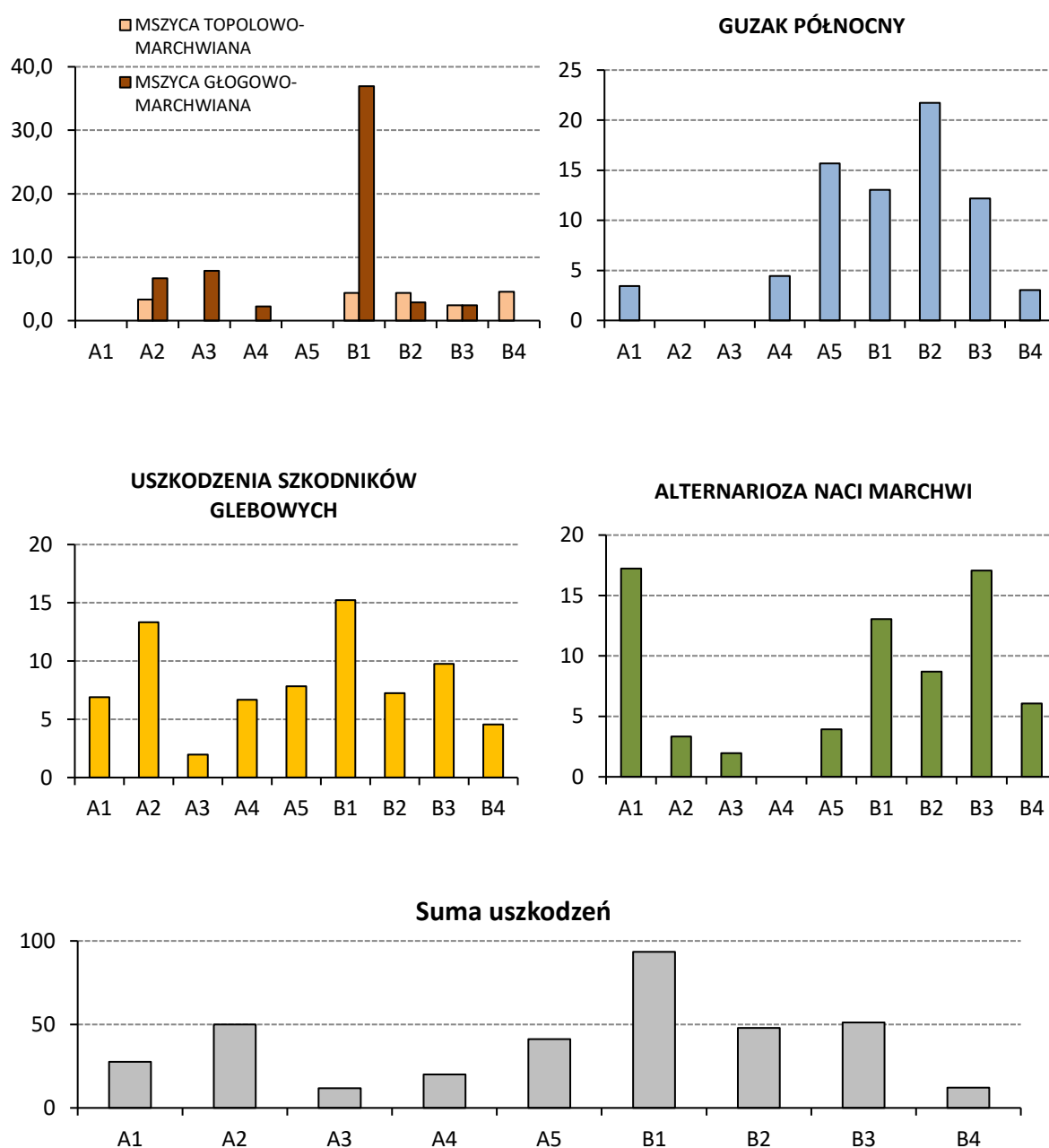


Fig. 11. Uszkodzenia marchwi spowodowane przez obecność szkodników na poszczególnych transektach.

Występowanie owadów szkodliwych (zadanie „Owady szkodliwe”)

Za pomocą metody tablic lepowych stwierdzono występowanie 5 taksonów szkodników marchwi (Tab. 4).

Tabela 4. Owady szkodliwe odłowione za pomocą żółtych tablic (N=33, czas – 7 dni) .

Gatunek/rodzina	Liczba osobników	Wskaźnik zagęszczenia (os./tablica/dzień)
Połyśnica marchwianka (rząd Diptera)	6	0.03
Mszyce (rząd Hemiptera)	53	0.23
Zmieniki (rząd Heteroptera)	556	2.41
Skoczki (rząd Hemiptera)	124	0.54
Śmietkowate (rząd Diptera)	28	0.12
Razem	767	3.32

Stwierdzono tendencję do zwiększanie się łącznego zagęszczenia szkodników marchwi wraz z odległością od pasów kwiatnych (od A1 do A3, od A5 do A3 oraz od B1 do B3, Fig. 12). Materiał był zbyt ubogi liczebnie by poddać go analizie statystycznej, ale powtarzalność tego wzorca (oba pasy oraz obie strony pasa B) sugeruje, że pasy kwiatne obniżają łączne zagęszczenie populacji szkodników. Częściowo dotyczyło to także owadów z rodzaju zmienników, natomiast zróżnicowanie zagęszczenia skoczków nie było zależne od odległości od pasów kwiatnych (np. mało od A5 do A3, ale zwiększało się od B1 do B3).

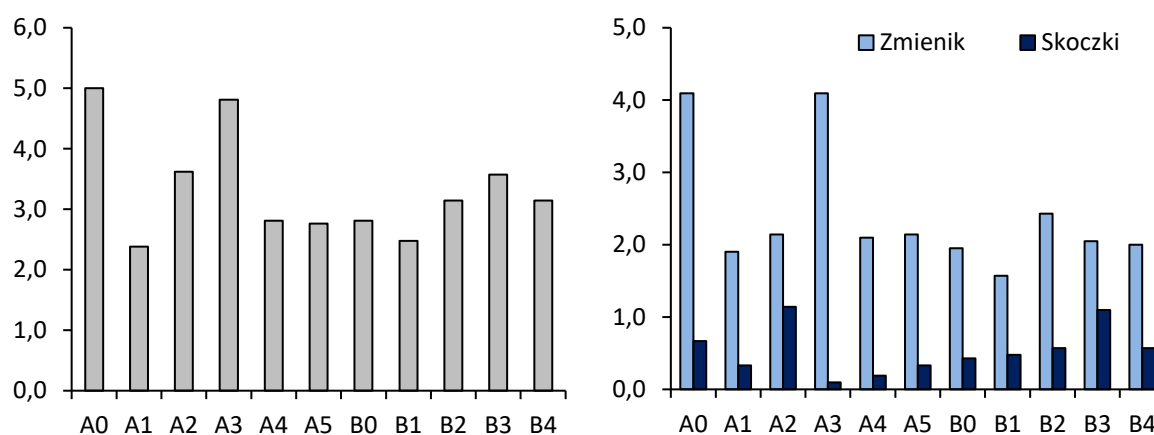


Fig. 12. Zagęszczenie łączne (po lewej) i zagęszczenie owadów z grup zmienników i skoczków (po prawej) w pasach kwiatnych (A0, B0) i na polu marchwi (A1-A5 i B1-B4).

3.4. Wpływ kwietnego pasa na plon marchwi (zadanie „Plon”)

Plon oceniono na podstawie prób korzeni, które zostały pobrane na transektach B1-B4 – po 10 korzeni w pięciu miejscach na każdym z transektów. Zebrane korzenie były ważone, a następnie suszone aż do czasu utraty masy, co umożliwiło pomiar masy suchej. Zagęszczenie korzeni marchwi oceniano na podstawie 10 powierzchni próbnych wyznaczanych za pomocą ramki o wymiarze 0,5x0,5 m na każdym z 4 transektów. Plon obliczono mnożąc średnie zagęszczenie roślin przez średni ciężar korzenia. Zróżnicowanie plonu między transektami nie wykazało związku z odległością od pasa kwietnego.

4. Podsumowanie i wnioski

1. Założone w ramach eksperymentu pasy kwietne były zasiedlone przez bogatą faunę bezkręgowców - pająków i owadów (w tym pożytecznych – drapieżnych i pasożytniczych). Obliczone wskaźniki bogactwa taksonomicznego (Chao2 i Jackknife1) wynosiły: dla biegaczowatych – około 33 gatunki, pająków – około 100 gatunków, owadów naroślinnych – około 65 rodzin, motyli dziennych – 17-19 gatunków.
2. Liczba taksonów oraz zagęszczenie osobników w pasach kwietnych było istotnie większe niż na przyległej uprawie marchwi w przypadku biegaczowatych, pająków naziemnych, pająków naroślinnych i motyli dziennych. Tylko fauna owadów naroślinnych nie różniła się między pasami kwietnymi i polem marchwi, a także rozmieszczenie osobników i taksonów z tej grupy nie było zależne od odległości od pasów.
3. U pająków naziemnych oraz motyli zaznaczył się wpływ odległości od pasów kwietnych – im dalej od pasów kwietnych, tym mniejsza była liczba gatunków i zagęszczenie osobników.
4. U biegaczowatych powyższej zależności nie stwierdzono, ale zarówno bogactwo taksonomiczne, jak i zagęszczenie osobników były wyższe w strefie 1 (między pasami, czyli na obszarze, gdzie można było oczekiwać nakładania się pozytywnego wpływu pasów kwietnych), niż w strefie 2. To wskazuje na możliwość pozytywnego oddziaływania pasów kwietnych na faunę biegaczowatych pól.
5. Występowanie kluczowych szkodników marchwi – połyśnicy marchwianki oraz bawełnicy topolowo-marchwianej i mszycy głogowo-marchwianej – było zbyt nieliczne, by poddać je analizie statystycznej. Jednak biorąc pod uwagę także inne gatunki szkodliwe (zmieniki, skoczki i śmietkowate) zaznaczyła się tendencja do wzrostu ich zagęszczenia wraz z odległością od pasów kwietnych.
6. Stwierdzono niski poziom częstości uszkodzeń spowodowanych ww. kluczowymi szkodnikami (z wyjątkiem jednego transektu, gdzie ponad 35% korzeni było uszkodzonych przez mszycę głogowo-marchwianą) i w związku z tym także brak zależności częstości uszkodzeń od odległości od pasów kwietnych.
7. Nie stwierdzono zależności między plonem marchwi a odległością od pasów kwietnych.
8. Kwietne pasy istotnie wpłynęły na rozmieszczenie i bogactwo taksonomiczne badanych zwierząt, w tym pająków i owadów pożytecznych. Wpływ ten wystąpił pomimo tego, że skład roślin w pasach był znacznie zmieniony w porównaniu do składu zaplanowanego. Można zatem sądzić, że w przypadku pełnego (zgodnego ze składem wysianej mieszanki) rozwoju pasów kwietnych ich oddziaływanie na pole marchwi byłoby znacznie silniejsze. Z drugiej strony, silny stopień zachwaszczenia badanego pola wpływał zapewne na „rozmycie” efektu kwietnych pasów, ponieważ część gatunków zapewne mogła znaleźć dogodne miejsca rozrodu i stałego przebywania nie tylko w obrębie pasów kwietnych. Dlatego w przypadku bardzo silnego zachwaszczenia pola, wprowadzanie pasów kwietnych w celu ochrony uprawy marchwi jest

przynajmniej w części przypadków zbędne. Wszystko jednak zależy od poziomu liczebności populacji szkodników.

9. Na podstawie danych o biegaczowatych, motylach dziennych i pająkach można sądzić, że odległość oddziaływania założonych pasów na uprawę marchwi (poprzez owady pożyteczne) była nie większa niż 30-40 m, czyli odległość między pasami powinna być nie mniejsza niż 80 m. Należy jednak podkreślić, że eksperymentalne pasy miały skład roślin mocno różniący się od planowanego (zbliżonego do optymalnego). Doprecyzowanie rekomendacji co do zagęszczenia pasów kwiatowych na polu marchwi wymagałoby powtórzenia tego typu badań.

Piśmiennictwo

Aviron S., Herzog F., Klaus I., Schüpbach B., Jean P. 2011. Effects of wildflower strip quality, quantity, and connectivity on butterfly diversity in a Swiss arable landscape. *Restoration Ecology* 19: 500–508.

Benton T.G, Vickery J.A, Wilson J.D 2003 Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution* 18: 182–188.

Feltham H., Park K., Minderman J., Goulson D. 2015. Experimental evidence that wildflower strips increase pollinator visits to crops. *Ecology and Evolution* 5 (16): 3523–3530.

Greenpeace 2014 – przyszłość pszczół – świat bez pestycydów, w stronę rolnictwa ekologicznego, Greenpeace, Maj 2014.

Haaland C., Gyllin M. 2010. Butterflies and bumblebees in greenways and sown wildflower strips in southern Sweden. *Journal of Insect Conservation* 14 (2): 125–132.

Hallmann C. A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., Stenmans W, Müller A, Sumser H, Hörren T, Goulson D, de Kroon H. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one* 12 (10), e0185809.

Stoate C., Baldi A., Beja P., Boatman N.D., Herzon I., von Doorn A., de Snoo G.R., Rakosy L., Ramwell C. 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – a review. *Journal of Environmental Management* 91: 22–46.

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Nr: HOR.re.027.6.2018 (1)



**INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH**

Badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, takich jak: len, lnianka, rzepak, rośliny bobowate lub zboża (w tym gatunki dawne np. płaskurka, samopsza, orkisz), zalecanych do produkcji polowej towarowej. Określenie dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach

(Badania nad doborem odmian pszenicy ozimej do uprawy w rolnictwie ekologicznym i ich przydatność dla przemysłu piekarskiego i makaronowego. Ekologiczne Doświadczalnictwo Odmianowe, założenia i wdrożenie systemu)

Koordynator prowadzonych badań: dr Krzysztof Jończyk

Zespół badawczy:

IUNG – PIB Puławy - prof. dr hab. Jan Kuś, dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk, dr Jarosław Stalenga, prof. dr hab. Stefan Martyniuk, dr Anna Gałązka, dr Marek Sowiński, mgr inż. Ewa Markowska-Strzemska, mgr inż. Paweł Wolszczak, Marek Woźniak, mgr Andrzej Markowski, inż. Jerzy Kuźmicki
UTP Bydgoszcz - dr hab. Leszek Lenc
SGGW Warszawa – dr hab. Grażyna Cacak-Pietrzak

W produkcji roślinnej prowadzonej zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego dobór odmian stanowi kluczowy element agrotechniki. Wybór odpowiedniej odmiany umożliwia lepsze wykorzystanie potencjału siedliska, przeciwdziałanie agrofagom i kształtowanie jakości plonu. W Polsce, głównie z uwagi na mały areał upraw, nie prowadzi się specjalnej hodowli roślin dla potrzeb rolnictwa ekologicznego. W tej sytuacji do uprawy w gospodarstwach ekologicznych zaleca się wybierać odmiany będące w ogólnej ofercie firm hodowlanych i znajdujące się w Krajowym Rejestrze Odmian. Badania prowadzone przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych oraz rekomendacje firm hodowlanych nie uwzględniają oceny odmian w warunkach produkcji ekologicznej co utrudnia właściwy wybór i zwiększa ryzyko uprawy. Prace zrealizowane w ramach niniejszego zadania stanowią kontynuację koncepcji badań, w której ocena najnowszych odmian jakościowych pszenicy ozimej (obejmujących odmiany z grupy jakościowej A i B) prowadzona jest w gospodarstwach ekologicznych w różnych rejonach kraju (woj. podlaskie, mazowieckie i lubelskie) z uwzględnieniem zróżnicowanych warunków siedliskowych.

W roku 2018 zainicjowano współpracę Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach i Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej w zakresie wypracowania i wdrożenia na większą skalę doświadczeń ukierunkowanych na ocenę odmian zbóż w warunkach produkcji ekologicznej. Obie jednostki w ramach zadania 5 stworzyły założenia ogólnokrajowego systemu oceny odmian na potrzeby rolnictwa ekologicznego – Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO) i zrealizowały pierwszą serię doświadczeń ze zbożami jarymami.

Podstawowym celem badań zrealizowanych w 2018 r. była ocena przydatności do uprawy w ekologicznym systemie produkcji, najnowszych odmian pszenicy ozimej oraz stworzenie założeń i wdrożenie krajowego systemu Ekologicznego Doświadczalnictwa Ekologicznego (EDO).

Zadania badawcze realizowane w 2018 r.

- | | |
|-------------------|--|
| Zadanie 1. | Badania nad doborem nowych jakościowych odmian pszenicy ozimej do uprawy w gospodarstwach ekologicznych. |
| Zadanie 2. | Określenie podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez grzyby z rodzaju <i>Fusarium spp.</i>, występowanie mykotoksyn oraz zespołów mikroorganizmów zasiedlających ziarno. |
| Zadanie 3. | Ocena wartości technologicznej ziarna odmian pszenicy ozimej i jego przydatności do produkcji pieczywa i makaronu. |
| Zadanie 4. | Charakterystyka odmian pszenicy ozimej w zakresie zdolności pobierania składników pokarmowych. Ocena profilu mikrobiologicznego strefy ryzosferowej. |
| Zadanie 5. | Opracowanie założeń i wdrożenie systemu Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO). |

Badania z pszenicą ozimą przeprowadzono w gospodarstwach ekologicznych w trzech miejscowościach: Osiny woj. lubelskie - Stacja Doświadczalna IUNG – PIB, Grabów woj. mazowieckie – gospodarstwo ekologiczne IUNG – PIB, Chomentowo woj. podlaskie – indywidualne gospodarstwo ekologiczne.

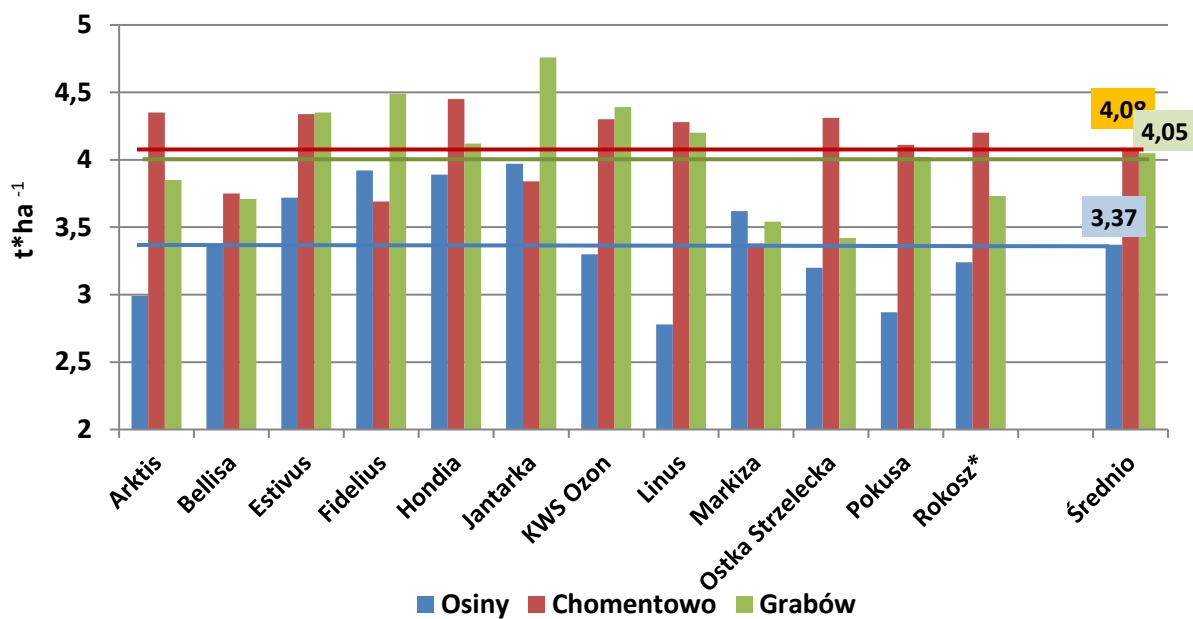
Zadanie 1. Badania nad doбором nowych jakościowych odmian pszenicy ozimej do uprawy w gospodarstwach ekologicznych

1.1. Plonowanie pszenicy ozimej

W roku 2018 podobnie jak w 2017 przeprowadzono ocenę 12 odmian pszenicy ozimej, w tym pierwszej zarejestrowanej odmiany pszenicy orkisz Rokosz. W analizowanym roku uzyskano plony na poziomie 3,24 – 4,08 t*ha⁻¹ i kształtowały się one, w doświadczeniach zlokalizowanych w województwach lubelskim i mazowieckim, na podobnym poziomie jak w roku 2017. W Osinach (woj. lubelskie) – 3,37 t*ha⁻¹ (w 2017 r. 3,46 t*ha⁻¹), a w Grabowie (woj. mazowieckie) – 4,05 t*ha⁻¹ (w 2017 w Chwałowicach 3,94 t*ha⁻¹). W Chomentowie (woj. podlaskie) na skutek niedoboru opadów oraz okresowej suszy uzyskano w porównaniu do 2017 r. plony mniejsze o 0,92 t*ha⁻¹ (w 2018 r. 4,08 t*ha⁻¹, a w 2017 - 5,12 t*ha⁻¹) (rys. 1). Uzyskane wyniki wskazują jednocześnie na ścisłą zależność plonowania ocenianych odmian od lokalizacji doświadczenia. Efekt ten w dużym stopniu zależał od występowania chorób grzybowych głównie rdzy brunatnej, której nasilenie w 2018 r. w znacznym stopniu uzależnione było od lokalizacji doświadczenia.

Spśród ocenianych odmian we wszystkich miejscowościach w grupie odmian o wydajności powyżej średniej znalazły się: **Hondia** 3,89 – 4,45 t*ha⁻¹ i **Estivus** 3,72 – 4,35 t*ha⁻¹. Obie odmiany wysoką wydajność uzyskały dzięki korzystnym parametrom struktury plonu, Hondia - głównie wysokiej masie 1000 ziaren 42,3 - 47,1 g, a Estivus masie 1000 ziaren 38,5 – 41,7 g i obsadzie kłosów 321-410 szt.*m⁻². W grupie wysoko plonujących odmian znalazły się w Osinach i Grabowie – **Jantarka** - 3,97 – 4,76 t*ha⁻¹ oraz **Fidelus** 3,92 – 4,49 t*ha⁻¹. **Rokosz w** zależności od miejscowości plonował niżej od wzorca (średniej z wszystkich odmian) w Osinach o - 4%, w Grabowie o - 8%, a w Chomentowie uzyskał plon o 3% większy niż średnia. Podobnie jak w 2017 r. łan pszenicy orkisz charakteryzował się dobrą konkurencyjnością w stosunku do chwastów. Większa krzewistość orkiszu w początkowych okresach wzrostu oraz wyższy łan to cechy odmiany Rokosz, które sprzyjały mniejszemu zachwaszczeniu.

W omawianych doświadczeniach niższe plony uzyskały: Markiza tworząca w warunkach produkcji ekologicznej ziarno o małej dorodności 34,7-38,4 g i Bellisa charakteryzująca się małą zawartością łanu 290-350 szt.*m⁻².



Rys.1. Plonowanie odmian pszenicy ozimej w roku 2018

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

Zachwaszczenie łąnów pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym dla większości odmian było czynnikiem obniżającym plonowanie. W fazie krzewienia, mimo znacznego zagęszczenia chwastów (87-151 szt./m²), ich masa nie była duża i kształtowała się w granicach 15-40 g/m² w zależności od odmiany. W ciągu sezonu wegetacyjnego stwierdzono wzrost masy chwastów w łąnie i w fazie dojrzałości woskowej ziarna wynosiła ona w zależności od odmiany od 45 do 160 g/m² (tab. 1).

Tab. 1. Liczebność i sucha masa chwastów w odmianach pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym w 2018 r.

Odmiany	Terminy badań			
	Faza krzewienia		Faza dojrzałości woskowej ziarna	
	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)
Arktis	132	37	92	157
Bellisa	151	40	93	127
Estivus	146	22	82	88

Fidelius	88	19	60	45
Hondia	105	21	78	68
Jantarka	136	23	90	86
KWS Ozon	104	21	116	152
Linus	106	22	73	100
Markiza	140	23	97	153
Ostka Strzelecka	130	28	85	90
Pokusa	122	16	89	160
Rokosz	129	18	84	97
Średnia	124	24	86	110

Spośród testowanych odmian pszenicy ozimej największą konkurencyjnością w stosunku do chwastów, podobnie jak w 2017 r., cechowała się odmiana Fidelius, w której masa chwastów przed zbiorem wynosiła tylko 45 g/m², przy średniej dla wszystkich odmian 110 g/m² (tab. 1). Dużą konkurencyjnością w stosunku do chwastów cechowała się też odmiana orkiszu Rokosz oraz Hondia. Podobne wyniki uzyskano dla tych odmian w latach 2014-2017. Największym zachwaszczeniem, świadczącym o najmniejszej konkurencyjności w stosunku do chwastów, cechowały się odmiany: KWS Ozon, Belissa, Arktis i Markiza. Podobną reakcję odmiany Belissa na zachwaszczenie stwierdzono również w 2017 r.

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

Ocenę porażenia zbóż przeprowadzono w skali 9-stopniowej. Procent uszkodzonej powierzchni blaszki liściowej przez poszczególne patogeny wyrażono w skali według schematów graficznych gdzie 9 punktów oznacza brak porażenia patogenem (lub porażenie śladowe), a 1 punkt świadczy o zainfekowaniu liści co najmniej w 50 % (w 60% dla rdzy).

Na stopień porażenia odmian pszenicy ozimej przez patogeny grzybowe w 2018 r. duży wpływ miała susza. Zainfekowanie roślin patogenami było niskie lub wystąpiło na średnim poziomie, a dla większości chorób nie stwierdzono istotnych różnic między odmianami (tab. 2). Wskaźnik porażenia przez *Drechslera tritici-repentis* był niski, odnotowano podobne porażenie pszenicy tym patogenem w Grabowie - 8,0⁰ i w Osinach 8,3⁰, natomiast w Chomentowie infekcja okazała się istotnie większa (7,2⁰). Porażenie odmian pszenicy ozimej *Puccinia recondita* różniło się między punktami doświadczalnymi i było istotnie wyższe w Osinach (4,54⁰) niż w Chomentowie (5,46⁰) i Grabowie (5,81⁰). Istotna interakcja odmian i miejscowości świadczy o zróżnicowanej reakcji odmian na infekcje rdzy brunatnej w każdej miejscowości. W Osinach wystąpiło istotnie wyższe niż w Grabowie i Chomentowie zainfekowanie odmian: Arktis, KWS Ozon i Linus, a w Chomentowie istotnie silniej niż w Grabowie i Osinach rozwinął się grzyb na pszenicy orkisz Rokosz. Porażenie liści pszenicy ozimej przez *Puccinia striiformis* zaobserwowano w nieznanym stopniu w Osinach (8,90⁰) i Chomentowie (7,79⁰), przy czym różnica między tymi miejscowościami okazała się istotna, w Grabowie patogen ten nie wystąpił. Nie

stwierdzono istotnych różnic w porażeniu odmian przez *Puccinia striiformis* w poszczególnych doświadczeniach.

Tab. 2. Porażenie liści pszenicy ozimej przez wybrane patogeny grzybowe
- średnio z 3 lokalizacji

Odmiany	Porażenie liści patogenem w skali 9 ⁰			
	<i>Septoria spp.</i>	<i>Drechslera tritici-repentis</i>	<i>Puccinia recondita</i>	<i>Puccinia striiformis</i>
Hondia	5,2 a	7,9 ab	5,3 a	8,5 a
Arktis	5,2 a	7,8 ab	4,8 a	8,3 a
Belissa	6,0 a	8,2 b	5,6 a	8,5 a
Estivus	6,4 a	7,8 ab	6,2 a	8,4 a
Fidelius	5,2 a	8,0 b	5,3 a	8,5 a
Jantarka	6,2 a	7,8 ab	5,2 a	8,3 a
KWS Ozon	5,5 a	6,8 a	5,1 a	8,4 a
Linus	5,7 a	7,9 ab	4,4 a	8,1 a
Markiza	5,0 a	7,9 ab	5,0 a	8,3 a
Ostka Strzelecka	5,8 a	8,3 b	5,8 a	8,5 a
Pokusa	5,5 a	7,8 ab	4,9 a	8,5 a
Rokosz (orkisz)	5,8 a	7,3 ab	5,7 a	8,0 a

Zadanie 2. Określenie podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium spp.*, występowanie mykotoksyn oraz zespołów mikroorganizmów zasiedlających ziarno

Fuzarioza kłosów

W 2018 roku fuzarioza kłosów pszenicy ozimej we wszystkich doświadczeniach wystąpiła sporadycznie, średni procent kłosów z objawami chorobowymi wynosił odpowiednio: w Osinach - 0,50%, Chomentowie - 0,29%, Grabowie - 0,38%. Obliczenia statystyczne nie wykazały istotnych różnic w nasileniu fuzariozy kłosów pomiędzy trzema miejscowościami. Nie stwierdzono również istotnych różnic w występowaniu objawów chorobowych między badanymi odmianami. Procent kłosów badanych odmian z objawami fuzariozy wynosił od 0,0 – 1,0%.

Zasiedlenie ziarna przez grzyby z rodzaju *Fusarium spp.*

W 2018 roku stwierdzono istotne różnice w występowaniu *Fusarium* na ziarnie w zależności od rejonu uprawy. Porażenie przez *Fusarium spp.* ziarna pochodzącego z Osin (średnio z 12 odmian) wynosiło 30,5%, z Chomentowa – 8,9%, a z Grabowa – 7,5% (tab. 3).

Tab. 3. Zasiedlenie ziarna pszenicy ozimej przez *Fusarium spp.* [w %] - 2018 r.

Odmiany	Miejscowość		
	Osiny	Chomentowo	Grabów
Arktis	35,0 bcd ¹	8,0 de	11,5 a
Belissa	34,5 cd	22,0 a	11,5 a
Estivus	26,5 ef	16,0 ab	7,5 abc
Fidelius	18,5 g	5,0 ef	5,5 c
Hondia	24,0 efg	6,5 de	5,0 c
Jantarka	46,5 a	7,5 de	8,5 abc
KWS Ozon	43,5 ab	2,5 f	6,5 c
Linus	29,5 de	6,0 e	5,0 bc
Markiza	21,5 fg	10,0 cd	5,5 c
Ostka Strzelecka	25,0 ef	5,0 ef	8,5 abc
Pokusa	23,0 efg	13,0 bc	10,5 ab
Rokosz (orkisz)	38,5 abc	5,0 ef	5,0 c
Średnio	30,5 A²	8,9 B	7,5 C

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

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

Analiza mykologiczna wykazała również duże zróżnicowanie w porażeniu ziarna przez *Fusarium spp.* między odmianami uprawianymi w poszczególnych miejscowościach. Z ziarna pochodzącego z Osin izolowano od 18,5% ('Fidelius') do 46,5% ('Jantarka'), z Chomentowa – 2,5% ('KWS Ozon') do 22,0% ('Belissa') a z Grabowa 5,0% ('Rokosz', 'Linus' i 'Hondia') do 11,5% ('Arktis' i 'Belissa') grzybów rodzaju *Fusarium*. Reakcja na porażenie ziarna przez *Fusarium spp.* u większości badanych odmian różniła się w zależności od miejscowości, w której były uprawiane. Należy jednak zauważyć, że niektóre odmiany, niezależnie od miejsca uprawy, charakteryzowały się wysokim procentem zasiedlonych przez *Fusarium spp.* ziarniaków (np. 'Belissa'), a niektóre stosunkowo niskim (np. 'Fidelius') (tab.3).

Skład gatunkowy *Fusarium* spp. zasiedlających ziarno pochodzące z uprawy pszenicy ozimej w różnych miejscowościach był do siebie zbliżony. Dominującym gatunkiem izolowanym z ziarna pochodzącego ze wszystkich miejscowości był *F. poae*. Stanowił on ponad 77,2% ogólnej liczby wyizolowanych *Fusarium* spp. (w Osinach – 77,7%, w Chomentowie – 67,4%, w Grabowie – 86,7%). Ziarno pszenicy ozimej pochodzące z uprawy w Osinach stosunkowo licznie zasiedlone było przez *F. tricinctum* (*G. tricincta* – od 0,0% do 11,5%, średnio 5,5%). Ponadto w niewielkich ilościach lub sporadycznie izolowano: *F. avenaceum* (*G. avenacea*), *F. culmorum*, *F. equiseti* (*G. intricans*), *F. graminearum* (*G. zaeae*) i *F. sporotrichioides*.

Współczynniki korelacji

Analiza korelacji przeprowadzona na jednorocznych wynikach analizy mykologicznej ziarna pszenicy jarej uprawianej systemem ekologicznym w trzech miejscowościach wykazała istnienie zależności w zasiedleniu ziarna przez najliczniej izolowane z niego grzyby (*Fusarium* spp., *Alternaria alternata*, *Epicoccum nigrum* oraz *Khuskia oryzae*).

Fusarium* spp. – *Alternaria alternata

Współczynnik korelacji $r = -0,3953$ ($F_{obl} > F_{tab}$)

Wartość r wskazuje, że istnieje ujemna, słaba do umiarkowanej zależność pomiędzy zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. a *A. alternata*. Wzrost zasiedlenia ziarna przez *Fusarium* spp. powoduje zmniejszenie zasiedlenia przez *A. alternata* (i na odwrót).

Fusarium* spp. – *Epicoccum nigrum

Współczynnik korelacji $r = -0,6165$ ($F_{obl} > F_{tab}$)

Wartość r wskazuje, że istnieje ujemna, umiarkowana zależność pomiędzy zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. a *E. nigrum*. Wzrost zasiedlenia ziarna przez *Fusarium* spp. powoduje zmniejszenie zasiedlenia przez *E. nigrum* (i na odwrót).

Analiza korelacji nie wykazała zależności ($F_{obl} < F_{tab}$) pomiędzy zasiedleniem ziarna przez: *Fusarium* spp. – *K. oryzae*, *A. alternata* – *E. nigrum*, *K. oryzae* – *E. nigrum* oraz *A. alternata*–*K. oryzae*.

Mykotoksyny

Oznaczono zawartość wybranych mykotoksyn w ziarnie dwóch odmian pszenicy ozimej ('KWS Ozon' i 'Jantarka') uprawianych w Osinach, Chomentowie i Grabowie. Zgodnie z „Rozporządzeniem Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalającym najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych”, zawartość deoksyniwalenolu (DON) w nieprzetworzonych zbożach innych niż pszenica durum, owies i kukurydza nie może przekraczać 1250 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast zawartość zearalenonu (ZEA) w nieprzetworzonych zbożach innych niż kukurydza nie może przekraczać 100 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Zearalenon (ZEA) stwierdzono w ziarnie prób pochodzących z uprawy pszenicy w Osinach KWS Ozon – 1,91 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i 'Jantarka' – 0,30 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ oraz w ziarnie odmiany 'KWS Ozon' – 38,54 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ pochodzącego z Chomentowa. W żadnej z tych prób zawartość nie przekraczała dopuszczalnej normy (tab. 4).

Występowanie DON było zróżnicowane i wynosiło od 0,0 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do 2532,29 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Analizując występowanie DON w próbkach pochodzących z poszczególnych doświadczeń stwierdzono, że zarówno w Osinach jak i Grabowie w ziarnie odmiany 'Jantarka' poziom tej mykotoksyny wynosił odpowiednio 0,0 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i 0,76 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast w ziarnie odmiany 'KWS Ozon' pochodzącym ze wszystkich lokalizacji oraz w odmianie 'Jantarka' uprawianej w Chomentowie znacznie przekroczył dopuszczalną normę (tab. 4).

Tab. 4. Zawartość wybranych mykotoksyn w ziarnie pszenicy ozimej, uprawianej w systemie ekologicznym - 2018 r.

Odmiana	<i>Fusarium</i> spp. [%]	ZEA [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	DON [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	NIV [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]
Osiny				
KWS Ozon	43,5	1,91	1639,37	0,0
Jantarka	46,5	0,30	0,76	0,0
Chomentowo				
KWS Ozon	7,5	38,54	1754,30	0,0
Jantarka	6,5	0,0	2532,29	1613,54
Grabów				
KWS Ozon	6,5	0,0	1779,31	0,0
Jantarka	8,5	0,0	0,0	0,0

NIV wykryto jedynie w ziarnie odmiany 'Jantarka' pochodzącej z uprawy w Chomentowie, a jej zawartość wynosiła 1613,54 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 4). Analiza korelacji nie wykazała istnienia zależności pomiędzy zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. a stężeniem ZEA, DON, NIV w ziarnie ($F_{\text{obl}} < F_{\text{tab}}$). Na obecność i stężenie mykotoksyn w ziarnie i jednocześnie na korelację między zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp., a zawartością w nim mykotoksyn może wpływać wiele czynników. Do jednego z ważniejszych należy zaliczyć potencjalną zdolność grzybów do tworzenia mykotoksyn. Tylko część izolatów danego gatunku wykazuje większą lub mniejszą zdolność do tworzenia metabolitów wtórnych. Nie bez znaczenia pozostają również inne grzyby zasiedlające ziarno, które mogą wpływać na ilość produkowanej mykotoksyny, odmiana uprawianej pszenicy oraz warunki pogodowe.

Zadanie 3. Ocena wartości technologicznej ziarna odmian pszenicy ozimej i jego przydatności do produkcji pieczywa i makaronu

Celem pracy w omawianym zadaniu była ocena wartości technologicznej ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej, pochodzącej z uprawy w ekologicznym systemie produkcji, pod kątem przydatności otrzymanej z niego mąki jako surowca do produkcji pieczywa i makaronu.

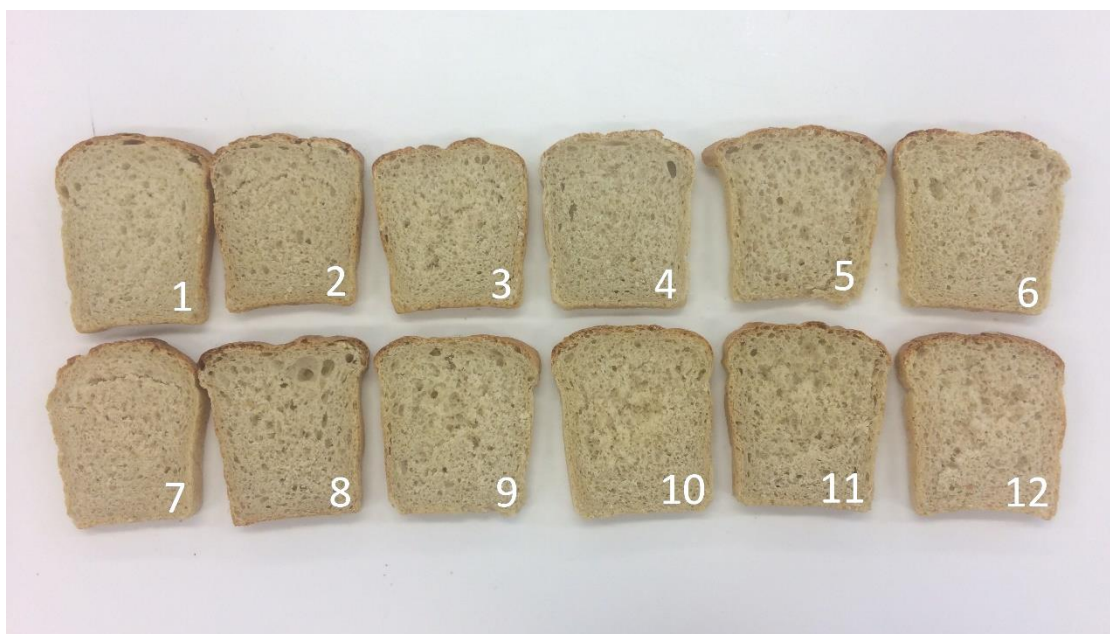
Materiał doświadczalny stanowiło ziarno 11 ozimych odmian pszenicy zwyczajnej: Arktis (grupa jakościowa A), Belissa (B), Estivus (A), Fidelius (B), Hondia (A), Jantarka (B), KWS Ozon (B), Linus (A), Markiza (C), Ostka Strzelecka (A), Pokusa (B) oraz ziarno pszenicy orkisz, odmiany Rokosz. Ziarno pochodziło z doświadczenia polowego przeprowadzonego w sezonie 2017/2018 w Stacji Doświadczalnej IUNG – PIB Osiny.

Ziarno badanych odmian pszenicy spełniało wymagania zawarte w normie PN-R-74103 odnośnie wilgotności i maksymalnej zawartości zanieczyszczeń. Ziarno wszystkich odmian pszenicy zwyczajnej cechowało się mączystą strukturą bielma, natomiast ziarno orkisz (odmiana Rokosz) było szkliste. Najbardziej dorodne było ziarno odmian: Hondia, Jantarka, Fidelius i Belissa, natomiast najmniej dorodne ziarno pszenicy orkisz Rokosz. Wyciągi mąki uzyskanej z przemiału ziarna badanych odmian pszenicy były wysokie, wynosiły od 73,1 do 79,6%. Ilość mąki uzyskanej z pasaży wymiałowych (61,6-67,5%) była kilkukrotnie większa od ilości mąki z pasaży śrutowych (7,6-12,1%). Popiołowość mąki mieściła się w zakresie od 0,65 do 0,91%. Na podstawie wartości współczynników efektywności przemiału K stwierdzono, że najlepszymi właściwościami przemiałowymi cechowało się ziarno pszenicy odmian: Hondia, Fidelius, Linus i Arktis. Zawartość białka ogółem w mąkach z ziarna pszenicy zwyczajnej wynosiła od 9,2 do 10,7%, a ilość glutenu mokrego od 15,4 do 24,6% (tab. 5). Największą zawartością substancji białkowych odznaczała się mąka z przemiału ziarna orkisz (odmiana Rokosz). Większość próbek mąki z ziarna odmian pszenicy zwyczajnej cechowała się mocnym glutenem. Aktywność enzymów amylolitycznych badanych próbek mąki była na średnim lub niskim poziomie (wartości liczby opadania od 222 do 336 s).

Tab. 5. Wyniki oceny cech fizyko-chemicznych mąki

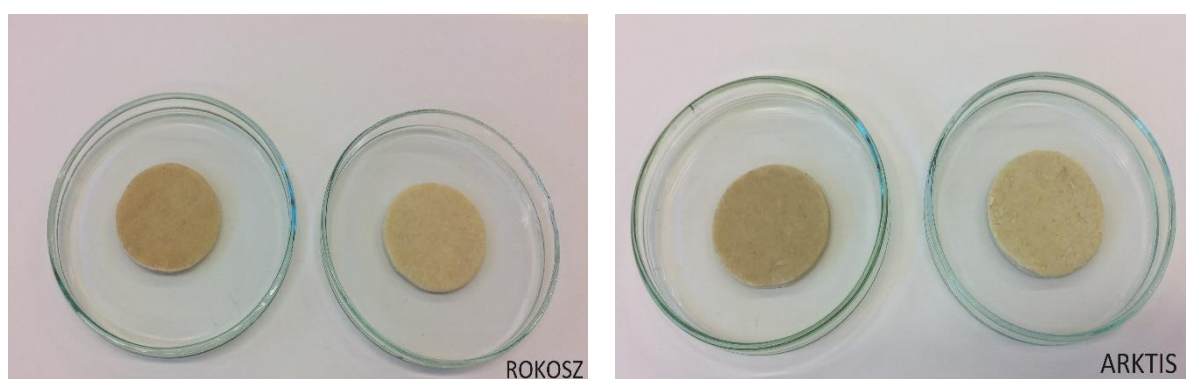
Odmiana	Wilgotność [%]	Białko ogółem [% s.m.]	Gluten mokry [%]	Indeks gluten [-]	Liczba opadania [s]
pszenica zwyczajna					
Arktis	12,8	10,0	20,1	98	315
Belissa	12,8	10,6	22,0	96	240
Estivus	12,8	10,2	21,0	95	336
Fidelius	13,0	10,0	15,4	100	245
Hondia	12,8	9,2	20,1	97	303
Jantarka	12,9	10,3	19,0	97	222
KWS Ozon	12,6	9,3	20,5	99	295
Linus	12,6	10,2	23,2	93	225
Markiza	12,9	9,8	24,6	56	228
Ostka Strzelecka	12,8	10,7	20,4	98	276
Pokusa	12,6	10,6	20,3	93	244
Średnia	12,8	10,1	20,6	93	266
pszenica orkisz					
Rokosz	12,2	12,9	27,6	68	331

Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się właściwym smakiem i zapachem oraz kształtem i barwą skórki. Objętość pieczywa mieściła się w zakresie od 278 do 337 cm³. Mięsz 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 chleb z mąki z ziarna pszenicy odmiany Arktis. Do II poziomu jakości zostało zakwalifikowane pieczywo z orkiszu (odmiana Rokosz) oraz z mąki z ziarna większości odmian pszenicy zwyczajnej, z wyjątkiem odmian Hondia i Linus, które zakwalifikowano do III poziomu jakości.



Fot. 1. Porównanie miękiszu pieczywa: nr 1 odmiana Arktis, nr 2 Belissa, nr 3 Estivus, nr 4 Fidelius, nr 5 Hondia, nr 6 Jantarka, nr 7 KWS Ozon, nr 8 Linus, nr 9 Markiza, nr 10 Ostka Strzelecka, nr 11 Pokusa, nr 12 Rokosz (orkisz)

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 (II stopień) cechowały się ciasta z mąki orkiszowej (odmiana Rokosz) oraz z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Fidelius, Jantarka, Linus i Markiza (fot.2). Makarony otrzymane w warunkach laboratoryjnych były zróżnicowane pod względem jakości.



Fot. 2. Porównanie barwy ciasta makaronowego po i przed termostatowaniem: odmiana Rokosz (II stopień), odmiana Arktis (III stopień)

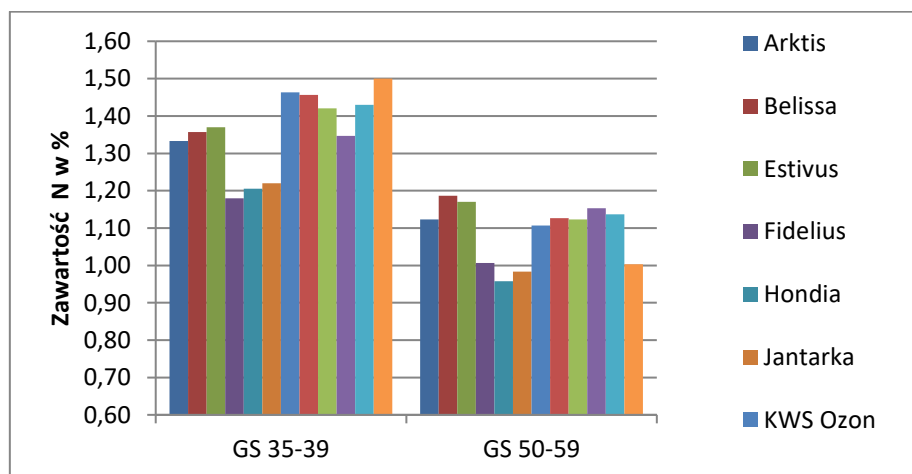
Na podstawie oceny organoleptycznej najwyżej oceniono makarony otrzymane z orkisz (odmiana Rokosz) oraz z mąki z ziarna pszenicy odmian: Markiza, Estivus, Ostka Strzelecka, Jantarka i Pokusa, które po ugotowaniu zachowywały właściwy kształt, miały odpowiednią konsystencję, smak i zapach, a także najbardziej akceptowalną barwę. W przypadku pozostałych makaronów zastrzeżenia oceniających dotyczyły przede wszystkim barwy oraz zniekształcenia formy i kleistej konsystencji. Na podstawie wyników dwuletnich badań (2017-2018) dotyczących przydatności ziarna pszenicy jako surowca do przetwórstwa stwierdzono, że wymagania przemysłu piekarskiego w największym stopniu spełniały mąki otrzymane z przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Belissa, Estivus, Fidelius i Ostka Strzelecka oraz orkisz (odmiana Rokosz). Na podstawie wyników oceny podatności ciasta na ciemnienie oraz oceny organoleptycznej makaronów po ugotowaniu jako potencjalny surowiec do produkcji makaronów wytypowano mąki z ziarna orkisz (odmiana Rokosz) oraz pszenicy zwyczajnej odmian: Jantarka, Markiza i Linus.

Zadanie 4. Charakterystyka odmian pszenicy ozimej w zakresie zdolności pobierania składników pokarmowych. Ocena profilu mikrobiologicznego strefy ryzosferowej

4.1. Ocena stanu odżywienia azotem, fosforem i potasem

Celem prowadzonych badań była ocena zawartości azotu (N), fosforu (P) i potasu (K) w dwunastu odmianach pszenicy ozimej (Arktis, Belissa, Estivus, Fidelius, Hondia, Jantarka, KWS Ozon, Linus, Markiza, Ostka Strzelecka, Pokusa i Rokosz) uprawianych w systemie ekologicznym. Dokonano również oceny stanu odżywienia azotem w/w odmian z wykorzystaniem indeksu NNI. Dodatkowo w przypadku odmiany Hondia uzyskane wyniki porównano z wynikami stanu odżywienia w systemach: integrowanym, konwencjonalnym i monokulturze.

Największą koncentrację azotu w fazie strzelania w źdźbło (GS 35-39) pszenicy ozimej odnotowano dla odmiany Rokosz - 1,5%, natomiast najmniejszą 1,18 % dla odmiany Fidelius. W fazie kłoszenia (GS 50-59) zawartość azotu w suchej masie porównywanych odmian była zbliżona. Najwyższą koncentrację tego składnika wynoszącą 1,19% odnotowano dla odmiany Belissa, natomiast najniższą dla odmian Hondia i Jantarka, odpowiednio 0,96 i 0,98 (rys. 2).



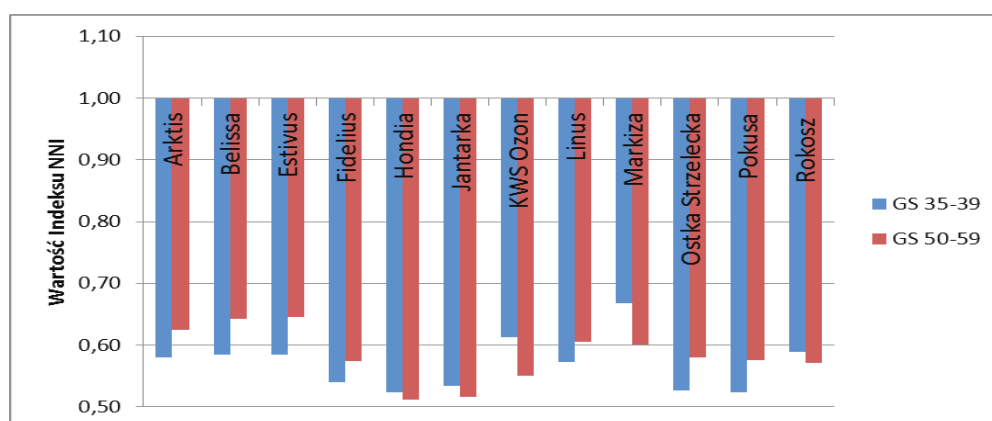
Rys. 2. Zawartość azotu w suchej masie pszenicy ozimej w fazach GS 35-39 i GS 50-59

Najwyższą zawartość fosforu wynoszącą 0,29% w fazie koniec strzelania w źdźbło (GS 35-39) odnotowano dla odmiany Pokusa, natomiast najmniejszą koncentrację tego składnika - 0,21%, stwierdzono dla 4 odmian: Arktis, Belissa, Fidelius i Jantarka. W fazie kłoszenia (GS 50-59) najwyższe zawartości fosforu (0,26%) odnotowano dla odmiany Hondia, najmniejsze zaś na poziomie 0,21% dla 4 odmian: Belissa, Fidelius, Linus i Rokosz.

Najwyższą koncentrację potasu w fazie koniec strzelania w źdźbło (GS 35-39) odnotowano dla odmiany Belissa i Pokusa, odpowiednio 2,24% i 2,20 %, zaś najmniejszą zawartość tego składnika wynoszącą 1,75% stwierdzono dla odmiany Jantarka. W kolejnym terminie oznaczeń największą zawartość potasu odnotowano dla odmiany KWS Ozon, zaś najmniejszą dla odmian Fidelius.

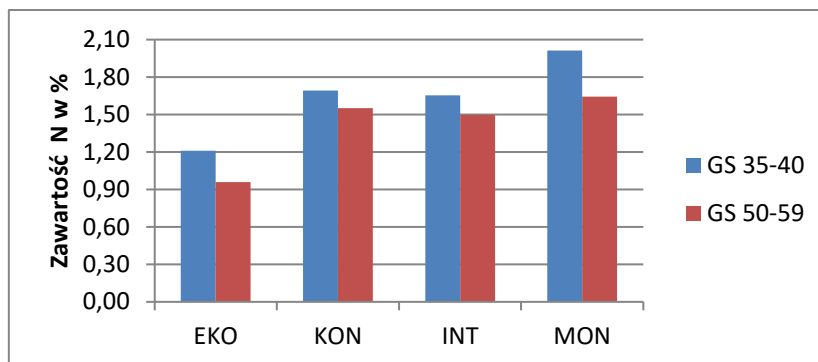
Ocena testem NNI

Ocena stanu odżywienia azotem testem NNI dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazach GS 35-39 oraz GS 50-59 wykazała dla wszystkich odmian i obu terminów deficytowy stan zaopatrzenia w ten składnik (rys. 3). Najmniej deficytowy stan odżywienia azotem w fazie GS 35-39 stwierdzono dla odmiany Markiza – 0,67, natomiast największy niedobór tego składnika wykazano dla odmian Hondia i Pokusa – 0,52. W fazie GS 50-59 najkorzystniejszym stanem odżywienia charakteryzowała się odmiana Estivus – 0,65, a największy niedobór ponownie odnotowano dla odmiany Hondia – 0,51.



Rys. 3. Wartość Indeksu NNI dla odmian pszenicy ozimej w fazach GS 35-39 i GS 50-59

Zawartość azotu w suchej masie odmiany Hondia była wyraźnie najmniejsza w obu terminach oznaczeń w systemie ekologicznym. W systemie integrowanym i konwencjonalnym koncentracja tego składnika w fazie GS 35-39 była na zbliżonym poziomie, natomiast w monokulturze wyższa o ok. 20%. W fazie GS 50-59 zawartość azotu w suchej masie pszenicy w systemach: konwencjonalnym, integrowanym i monokulturze nie różniła się znacząco (rys. 4).



Rys. 4. Zawartość azotu w suchej masie dla odmiany Hondia uprawianej w systemach: ekologicznym, konwencjonalnym, integrowanym i monokulturze, w fazach GS 35-39 i GS 50-59

4.2. Analiza aktywności biologicznej gleb obejmujących ogólną liczebność bakterii, grzybów oraz aktywność enzymatyczną

Ocenę aktywności mikroorganizmów w ryzosferze badanych odmian pszenicy ozimej przeprowadzono na dwóch grupach analiz:

- klasycznej analizie z zakresu aktywności biologicznej gleb obejmującą ogólną liczebność bakterii, grzybów oraz aktywność enzymatyczną (analizy wykonano w dwóch terminach, maj i czerwiec 2018)
- analizie profilu metabolicznego populacji mikroorganizmów z wykorzystaniem EcoPlates Biolog (analizy wykonano w dwóch terminach, maj i czerwiec 2018).

4.2.1. Liczebność mikroorganizmów i aktywności enzymów w glebie ryzosferowej pszenicy ozimej

Najwyższą liczebność bakterii w I terminie poboru roślin (początek strzelania w źdźbło) stwierdzono w glebie przykorzeniowej trzech odmian pszenicy tj.: Pokusa, KWS Ozon oraz Linus i wynosiła ona odpowiednio 76.72×10^8 , 45.74×10^8 oraz 33.28×10^8 komórek oraz (j.t.k) w 1 gramie gleby. W drugiej grupie pod względem liczebności bakterii znalazły się odmiany Estivus, Arktis i Fidelius (od 26.58 do 23.26×10^8 j.t.k./gram gleby), a pozostałe odmiany charakteryzowały się stosunkowo najmniejszymi populacjami omawianej grupy mikroorganizmów ryzosferowych (tab. 6). Podobnie jak bakterie, także grzyby glebowe w pierwszym terminie poboru próbek występowały najliczniej w ryzosferze odmiany Arktis (3.20×10^5 j.t.k. /gram), KWS Ozon (2.78×10^5 j.t.k. /gram) oraz Linus (2.70×10^5 j.t.k. /gram). Natomiast takie odmiany jak: Hondia, Jantarka, charakteryzowały się znacznie mniejszymi populacjami grzybów – od 1.67×10^5 do 1.44×10^5 j.t.k /gram gleby odpowiednio dla odmiany.

Tab. 6. Ogólna liczebność j.t.k. (jednostki tworzące kolonie) bakterii i grzybów oraz aktywność dehydrogenaz (μg formazanu/1 g s.m. gleby) i fosfataz (μg pNP/1 g s.m. gleby) w glebie ryzosferowej różnych odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym

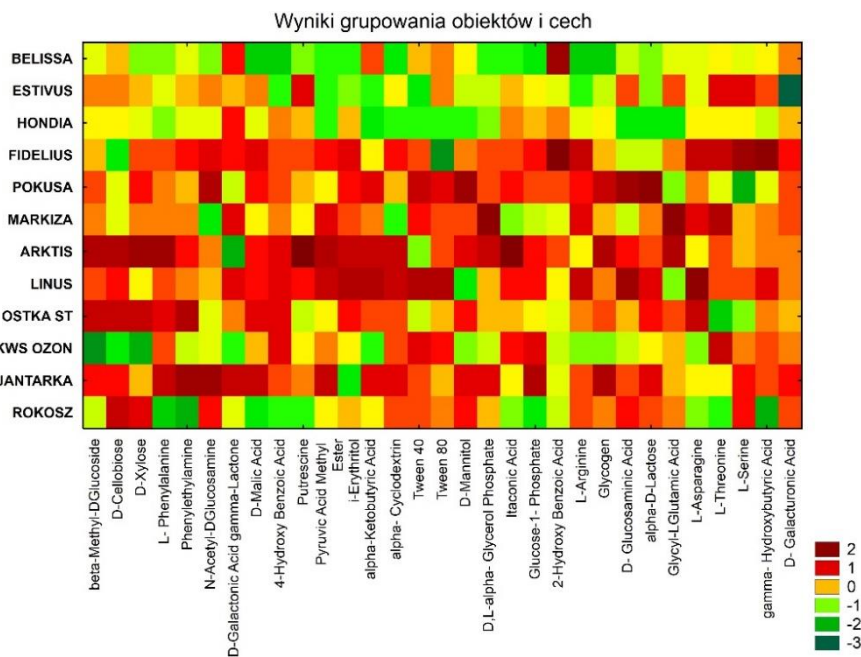
Odmiana	Aktywność dehydrogenaz ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Aktywność fosfatazy kwaśnej ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Aktywność fosfatazy zasadowej ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Ogólna liczebność bakterii (10^8 j.t.k./g s.m. gleby)	Ogólna liczebność grzybów (10^5 j.t.k./g s.m. gleby)
I termin poboru próbek					
Belissa	198,81 ^b	90,23 ^a	49,91 ^a	18,00 ^c	2,07 ^b
Hondia	180,14 ^c	81,09 ^a	46,20 ^b	4,69 ^d	1,67 ^b
Fidelius	204,92 ^b	79,12 ^b	44,98 ^b	23,26 ^c	1,44 ^c
Estivus	211,13 ^a	92,71 ^a	49,33 ^a	26,58 ^c	1,88 ^b
Arktis	216,01 ^a	91,44 ^a	48,24 ^a	24,47 ^c	3,20 ^a
Pokusa	210,18 ^a	83,92 ^b	46,18 ^b	76,72 ^a	2,06 ^b
Rokosz (orkisz)	216,84 ^a	80,70 ^b	47,17 ^a	14,39 ^c	1,33 ^c
Markiza	173,94 ^c	78,13 ^c	41,73 ^c	18,65 ^c	1,26 ^c
KWS Ozon	196,20 ^b	73,12 ^c	54,13 ^a	45,74 ^b	2,78 ^a
Ostka strzelecka	175,89 ^c	79,04 ^b	39,14 ^c	10,69 ^c	1,36 ^c
Linus	199,85 ^b	75,82 ^c	46,18 ^b	33,28 ^b	2,70 ^a
Jantarka	187,19 ^c	79,10 ^b	46,59 ^b	7,62 ^d	1,44 ^c
II termin poboru próbek					
Belissa	141,27 ^b	86,19 ^a	45,10 ^b	15,45 ^b	1,43 ^c
Hondia	137,43 ^b	77,79 ^b	53,63 ^a	9,64 ^b	1,55 ^c
Fidelius	138,20 ^b	85,56 ^a	44,38 ^b	21,14 ^a	1,77 ^c
Estivus	134,49 ^b	105,43 ^a	43,54 ^b	22,44 ^a	3,38 ^a
Arktis	141,19 ^b	80,93 ^b	42,46 ^b	9,16 ^b	1,76 ^c
Pokusa	140,44 ^b	94,84 ^a	41,35 ^b	28,37 ^a	2,01 ^b
Rokosz (orkisz)	171,58 ^a	92,86 ^a	35,87 ^c	15,87 ^b	2,16 ^b
Markiza	147,13 ^b	89,78 ^a	45,99 ^b	11,43 ^b	2,43 ^b
KWS Ozon	142,42 ^b	82,30 ^b	52,37 ^a	7,20 ^c	2,28 ^b
Ostka Strzelecka	144,64 ^b	93,12 ^a	39,68 ^c	7,12 ^c	1,83 ^b

Linus	141,48 ^b	90,30 ^a	44,59 ^b	19,31 ^a	1,23 ^c
Jantarka	146,10 ^b	89,26 ^a	48,07 ^b	17,47 ^a	1,72 ^c

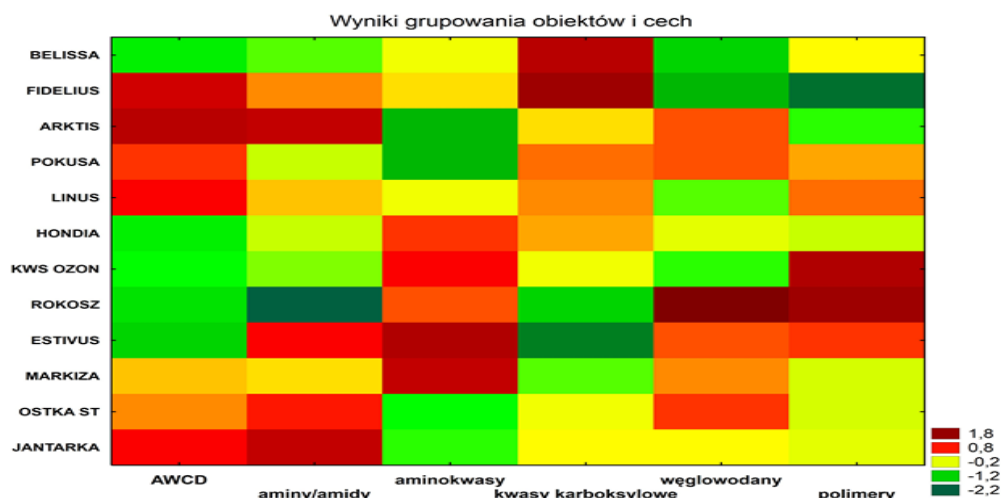
Największą ogólną liczebność bakterii w II terminie poboru próbek stwierdzono w glebie przykorzeniowej odmian pszenicy tj.: Pokusa (28.37×10^8 jtk/g s.m. gleby), Estivus (22.44×10^8 jtk/g s.m. gleby), Fidelius (21.14×10^8 jtk/g s.m. gleby), Linus (19.31×10^8 jtk/g s.m. gleby) i Jantarka (17.47×10^8 jtk/g s.m. gleby). Ponadto stwierdzono istotnie wyższe ogólne liczebności bakterii w glebie ryzosferowej w I terminie poboru próbek glebowych w porównaniu do II terminu. Wyższe ogólne liczebności bakterii obserwowano m.in. w glebie ryzosferowej odmiany Pokusa, KWS Ozon, Linus i Arktis w II terminie poboru próbek. Największą liczebność grzybów w II terminie stwierdzono w glebie przykorzeniowej odmiany pszenicy Estivus (3.38×10^5 jtk/g s.m. gleby). Ponadto stwierdzono istotnie wyższe ogólne liczebności grzybów w glebie ryzosferowej w I terminie poboru próbek glebowych w porównaniu do II terminu. Najwyższą aktywność dehydrogenaz obserwowano w glebie ryzosferowej następujących odmian pszenic: Fidelius, Estivus, Arktis, Pokusa, Rokosz (dla I terminu poboru próbek) oraz Rokosz dla II terminu (tab. 6). Wysokie i istotne statystyczne współczynniki korelacji pomiędzy liczebnością badanych grup drobnoustrojów, czyli bakterii i grzybów, a aktywnością dehydrogenaz, odpowiednio: $r = 0,831$ i $r = 0,845$, wskazują na ścisłe związki pomiędzy tymi cechami. W przypadku aktywności fosfatazy kwaśnej najwyższą aktywność tego enzymu stwierdzono w glebie ryzosferowej odmiany Estivus. Z kolei najwyższą aktywność fosfatazy zasadowej stwierdzono w glebie ryzosferowej odmian: KWS Ozon, Hondia, Belissa, Estivus i Arktis.

4.2.2. Ocena różnorodności funkcjonalnej zbiorowisk mikroorganizmów glebowych przy użyciu systemu Biolog (EcoPlate) - określenie profilu metabolicznego gleby

W pierwszym terminie poboru próbek glebowych (maj 2018) najwyższą aktywnością biologiczną po 144 h inkubacji płytek Biolog EcoPlates charakteryzowały się gleby ze strefy ryzosferowej odmian: Ostka Strzelecka, Jantarka, Arktis. Najniższą aktywnością biologiczną charakteryzowały się gleby spod uprawy odmian Estivus, Hondia i Belissa (Rys. 7). Podobne rezultaty uzyskano w roku 2017, w którym gleba z ryzosfery odmian Jantarka i Ostka Strzelecka charakteryzowały się najwyższą aktywnością metaboliczną. Podobne rezultaty uzyskano przy opracowaniu wyników z podziałem na pięć grup związków (amin, aminokwasów, kwasów karboksylowych, węglowodanów oraz polimerów (Rys. 8). Obliczono także wskaźnik różnorodności funkcjonalnej AWCD. Najwyższym wskaźnikiem różnorodności funkcjonalnej w pierwszym terminie poboru próbek charakteryzowała się gleba z ryzosfery odmian: Fidelius, Arktis, Pokusa, Linus i Jantarka.



Rys. 7. Mapa cieplna – stopień wykorzystania 31 substancji po 144h inkubacji płytek Biolog EcoPlates (maj 2018) – I termin poboru próbek



AWCD - suma absorbancji wszystkich zużytych substratów węglowych, przyjmując jako pozytywną odpowiedź mikroorganizmów dla poszczególnych substratów > 0,25.

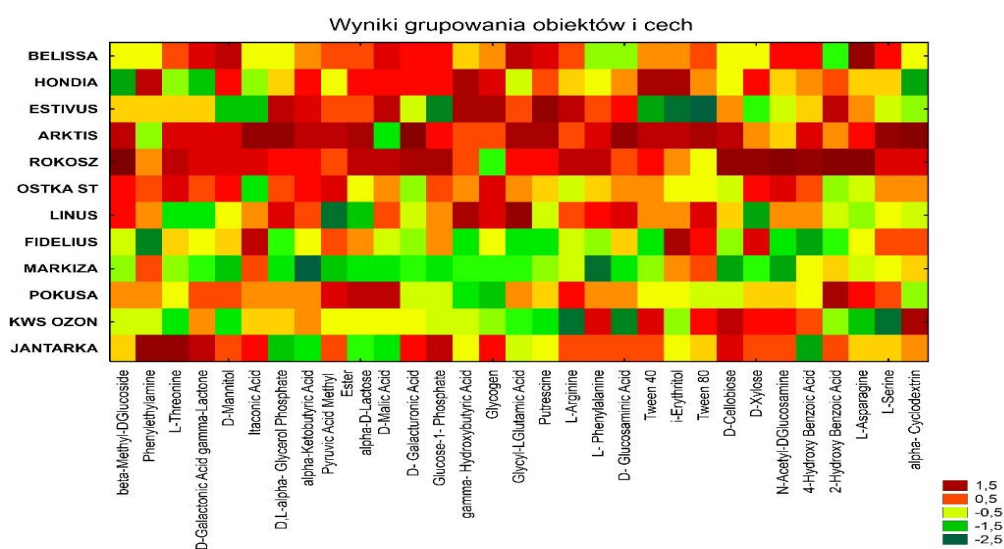
Rys. 8. Mapa cieplna – stopień głównych grup związków (amin, kwasów karboksylowych, polimerów, aminokwasów, węglowodanów) oraz wskaźnik różnorodności funkcjonalnej AWCD –

I termin poboru próbek

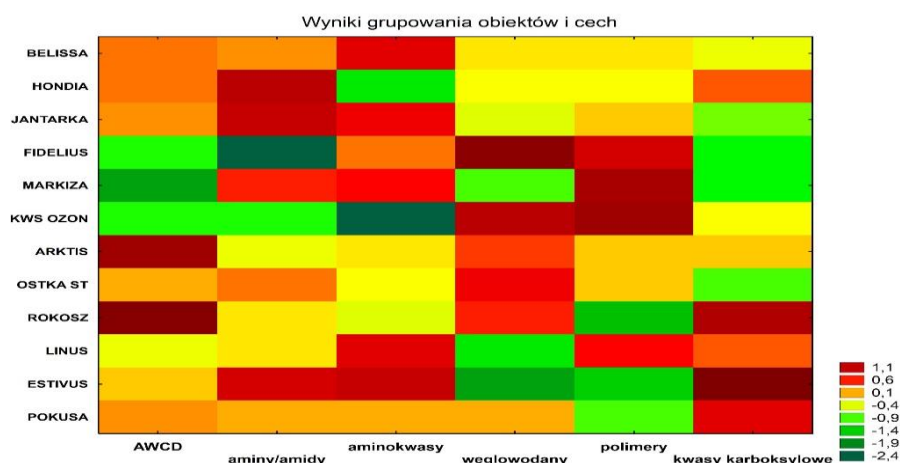
Analiza głównych składowych dla profilu metabolicznego badanych odmian pszenicy umożliwiła wydzielenie dla I terminu analiz 4 jednorodnych grup odmian:

- **Ostka Strzelecka, Arktis, Jantarka, Pokusa** (o bardzo wysokiej aktywności biologicznej),
- **Linus, Fidelius, Belissa** (o wysokiej aktywności biologicznej),
- Estivus, Markiza, Hondia, KWS Ozon (o średniej aktywności biologicznej),
- Rokosz (o najniższej aktywności biologicznej).

W drugim terminie poboru próbek glebowych (czerwiec 2018) najwyższą aktywnością biologiczną po 144 h inkubacji płytek Biolog EcoPlates charakteryzowały się gleby spod uprawy odmian: **Arktis, Rokosz, Ostka Strzelecka, Hondia i Estivus** (Rys. 9). Najwyższym wskaźnikiem różnorodności funkcjonalnej w II terminie poboru próbek charakteryzowała się gleba pobrana spod uprawy odmiany Rokosz, Arktis, Pokusa, Belissa, Hondia, Ostka Strzelecka (Rys. 10).



Rys. 9. Mapa ciepła – stopień wykorzystania 31 substancji po 144h inkubacji płytek Biolog EcoPlates (czerwiec 2018) – II termin poboru próbek



Rys 10. Mapa ciepła – stopień głównych grup związków (amin, kwasów karboksylowych, polimerów, aminokwasów, węglowodanów) oraz wskaźnik różnorodności funkcjonalnej AWCD – II termin poboru próbek

Analiza głównych składowych dla profilu metabolicznego badanych odmian pszenicy umożliwiła wydzielenie dla II terminu analiz 3 jednorodnych grup odmian:

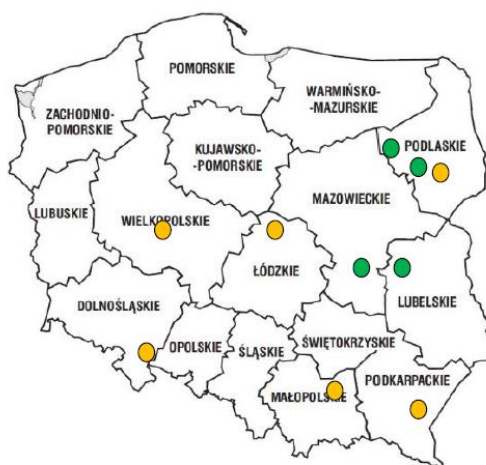
- **Ostka Strzelecka, Pokusa, Arktis, Hondia, Pokusa, Belissa, Jantarka, Linus, Estivus** (wysokiej aktywności biologicznej)
- KWS Ozon, Fidelius (o średniej aktywności biologicznej)
- Markiza (o najniższej aktywności biologicznej).

Zadanie 5. Opracowanie założeń i wdrożenie systemu Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO)

Podstawowym celem prac realizowanych w zadaniu 5 było opracowanie i wdrożenie Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO). Badania prowadzone w systemie EDO umożliwią ocenę przydatności odmian różnych grup roślin do uprawy w warunkach produkcji ekologicznej. Prace i materiały wypracowane w tym zadaniu wykonano we współpracy z Centralnym Ośrodkiem Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej.

Realizacja zamierzonych celów w ramach zadania została zrealizowana poprzez:

- wytypowanie lokalizacji doświadczeń z uwzględnieniem optymalnych warunków do uprawy poszczególnych gatunków oraz stworzenia bazy badawczej w postaci pól eksperymentalnych prowadzonych zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego;
- opracowanie spójnej metodyki badań obejmującej m.in. zakładanie doświadczeń, prowadzenie obserwacji, ocenę występowania i nasilenia czynników ograniczających plonowanie, dokumentację wyników;
- opracowanie arkuszy dokumentacyjnych uwzględniających ocenę odmian i ich reakcję na uprawę w warunkach produkcji ekologicznej, wdrożenie systemu obiegu informacji z wykorzystaniem dostępu do bazy danych COBORU;
- opracowanie strony internetowej informującej na bieżąco o uzyskanych wynikach badań.



kolor zielony – punkty nadzorowane przez IUNG-PIB, kolor pomarańczowy – punkty nadzorowane przez COBORU

Rys. 1. Rozmieszczenie punktów doświadczalnych w ramach sieci Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO) w 2018 r.

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 2018 r. znajduje się na stronie internetowej:

http://duw.iung.pulawy.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=328&Itemid=97



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

Sprawozdanie z zadania badawczego pt.

Badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, takich jak: len, lnianka, rzepak, rośliny bobowate lub zboża (w tym gatunki dawne np. płaskurka, samopsza, orkisz), zalecanych do produkcji polowej towarowej. Określenie dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach.

(Badania w zakresie oceny jakości plonu współczesnych i dawnych odmian pszenicy jarej, ich przydatności dla przemysłu piekarskiego i makaronowego oraz potencjału zdrowotnego).

Kierownik zadania badawczego: dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk, prof. nadzw.

Zespół badawczy:

IUNG – PIB Puławy – dr Krzysztof Jończyk, prof. dr hab. Anna Stochmal, dr Iwona Kowalska

SGGW Warszawa – dr hab. Grażyna Cacak-Pietrzak

UTP Bydgoszcz – dr hab. Leszek Lenc

WSTĘP

Badania prowadzone w IUNG-PIB w 2018 r. dotyczyły oceny najnowszych odmian pszenicy jarej pod kątem oceny jakości ziarna uzyskanego w warunkach systemu ekologicznego, przydatności dla przemysłu piekarskiego i makaronowego oraz potencjału zdrowotnego. W badaniach została uwzględniona jedyna odmiana jarej pszenicy orkisz (Wirtas) zarejestrowana w 2015 r. oraz dawne pszenice oplewione: samopsza (*Triticum monococcum* L.) i płaskurka (*Triticum dicoccon* (Schrank) Schübl.).

Uwzględnienie w badaniach jarej pszenicy orkisz (odmiana Wirtas) wynika z faktu, że pszenica orkiszowa charakteryzuje się małymi wymaganiami nawozowymi, dużą odpornością na niekorzystne warunki glebowe, wysoką zawartością białka w ziarnie, glutenem o dobrym wskaźniku rozpuszczalności oraz wyższą niż u pszenicy zwyczajnej zawartością składników mineralnych (żelazo, cynk, miedź i magnez). Orkisz jest obecnie jednym z najważniejszych składników różnych diet i zdrowego stylu życia. Mąka, kasza i płatki orkiszowe zalecane są osobom cierpiącym na choroby cywilizacyjne, ponieważ obniżają poziom cholesterolu i cukru we krwi oraz zawierają antyoksydanty. Odmianą orkiszu jarego Wirtas są zainteresowani rolnicy prowadzący produkcję ekologiczną nie tylko w Polsce, ale także w Czechach, Słowacji, Niemczech, Austrii i Belgii, co uzasadnia podjęcie tego typu badań.

Orkisz, płaskurka i samopsza cieszą się zainteresowaniem ze względu na swoje specyficzne właściwości smakowe i zdrowotne. W rozwoju tych upraw upatruje się szansy na pozyskanie ziarna konsumpcyjnego o potencjalnie większej zawartości składników biologicznie czynnych, korzystnych w żywieniu człowieka, niż wynosi ich zawartość w ziarnie pszenicy zwyczajnej.

Ważnym elementem oceny jakościowej ziarna pszenicy jarej jest zawartość związków biologicznie czynnych o charakterze prozdrowotnym. W ramach badań jakości ziarna zbóż zaplanowano kompleksowe analizy potencjału zdrowotnego ziarna pszenic oplewionych: orkisz, samopszy i płaskurki w porównaniu do ziarna odmian pszenicy zwyczajnej.

Szczegółowe cele badań:

- ocena jakości ziarna pod kątem zasiedlenia przez grzyby z rodzaju *Fusarium* sp. i analiza zawartości mykotoksyn,
- ocena przydatności ziarna odmian współczesnych i dawnych pszenicy jarej (samopszy i płaskurki) do produkcji mąki, chleba i makaronów,
- ocena potencjału zdrowotnego pszenic oplewionych.

W ramach tego tematu badawczego w 2018 zrealizowano 4 szczegółowe zadania badawcze:

- Zadanie 1.** Ocena podatności odmian pszenicy jarej na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium* i występowanie mykotoksyn
- Zadanie 2.** Badania w zakresie doboru odmian pszenicy jarej z uprawy ekologicznej pod kątem wymagań przemysłu młynarsko-piekarskiego i makaronowego
- Zadanie 3.** Analiza wielokryterialna potencjału zdrowotnego pszenic oplewionych (orkisz, samopszy i płaskurki) w porównaniu do odmian współczesnych pszenicy zwyczajnej
- Zadanie 4.** Opracowanie raportu końcowego oraz broszury upowszechnieniowej na temat przydatności odmian pszenicy jarej dla przemysłu młynarsko-piekarniczego.

LOKALIZACJA I WARUNKI PROWADZENIA BADAŃ

Badania były prowadzone na pszenicy jarej uprawianej w systemie ekologicznym w 3 lokalizacjach na terenie Polski (tab. 1).

Tab. 1. Lokalizacja punktów doświadczalnych z oceną przydatności odmian pszenicy jarej dla rolnictwa ekologicznego w 2018 r.

Lp.	Lokalizacja badań	Województwo
1	Osiny (RZD IUNG-PIB)	lubelskie
2	Chomentowo (indywidualne gospodarstwo ekologiczne)	podlaskie
3	Grabów (gospodarstwo ekologiczne IUNG-PIB)	mazowieckie

Wytypowano 10 odmian pszenicy jarej do testowania w systemie rolnictwa ekologicznego oraz jedna mieszanka odmian (razem 11 obiektów) (tab. 2). Dodatkowo w Osinach i Chomentowie były uprawiane: pszenica orkisz (odmiana Wirtas) oraz dawne pszenice oplewione (samopsza i płaskurka).

Tab. 2. Odmiany pszenicy ozimej uwzględnione w badaniach jakościowych w 2018 r.

Lp.	Odmiany pszenicy jarej	
1.	Harenda	Odmiany współczesne pszenicy zwyczajnej
2.	Mandaryna	
3.	Struna	
4.	Goplana	
5.	Nimfa	
6.	Rusałka	
7.	Kamelia	
8.	Serenada	
9.	Kandela	
10.	Zadra	
11.	Mieszanka odmian (Harenda+Goplana+ Kamelia)	
12.	Orkisz Wirtas	Pszenice oplewione
13.	Samopsza	
14.	Płaskurka biała i ciemna	

W 2018 r. odnotowano bardzo zmienne warunki pogodowe w poszczególnych miejscowościach. Okres wiosenny od siewów do wschodów charakteryzował się lokalnie niedoborami

opadów, które wydłużyły okres wschodów powodując, że były one nierównomierne, np. w Chomentowie. W kolejnych miesiącach warunki dla rozwoju zbóż jarych uległy pogorszeniu. Na przełomie kwietnia i maja odnotowano niedobory opadów, które szczególnie w punktach doświadczalnych zlokalizowanych na glebach lżejszych w rejonie Polski północno-wschodniej spowodowały stan suszy, wpływając na redukcję pędów oraz gorszy stan odżywienia roślin. Rozkład opadów i istotnie mniejsza ich ilość niż średnio w wieloleciu przyczyniły się do mniejszego nasilenia chorób grzybowych i uzyskania dobrych parametrów jakościowych ziarna.

WYNIKI ZADAŃ BADAWCZYCH

1. Ocena podatności odmian pszenicy jarej na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium* i występowanie mykotoksyn

W 2018 roku określano występowanie fuzariozy kłosów oraz zasiedlenie ziarna przez grzyby (w szczególności *Fusarium* spp.) na wybranych odmianach pszenicy jarej, uprawianych w systemie ekologicznym w różnych rejonach Polski (tab. 1-2) oraz na wybranych odmianach pszenicy jarej uprawianej na polach doświadczalnych zlokalizowanych w Osinach w systemie ekologicznym, integrowanym i konwencjonalnym. Obserwacje polowe nad występowanie fuzariozy kłosów przeprowadzono w fazie dojrzałości mleczno-woskowej.

Występowanie fuzariozy kłosów na odmianach pszenicy jarej w systemie ekologicznym

W 2018 roku fuzarioza kłosów wystąpiła sporadycznie. Procent porażonych kłosów poszczególnych odmian wynosił: w Osinach i Grabowie od 0,0–2,0%, a w Chomentowie 0,0–1,5%.

Fuzarioza kłosów pszenicy jarej w systemie ekologicznym w porównaniu do integrowanego i konwencjonalnego

W 2018 roku objawy fuzariozy kłosów pszenicy jarej wystąpiły w niewielkim nasileniu. Średnie porażenie czterech badanych odmian (Harenda, Kandela, Mandaryna i Serenada), uprawianych w trzech systemach wynosiło 1,5% (IP=0,4%). Obliczenia statystyczne nie wykazały istotnych różnic zarówno w procencie porażonych kłosów, jak i nasileniu objawów chorobowych (IP) na kłosach pszenicy jarej uprawianej w różnych systemach uprawy. Nie stwierdzono również istotnych różnic w występowaniu fuzariozy kłosów pomiędzy badanymi odmianami (tab. 3).

Tab. 3. Występowanie fuzariozy kłosów na czterech odmianach pszenicy jarej uprawianej w różnych systemach produkcji rolnej, Osiny 2018

Odmiana	% porażonych kłosów				Indeks porażenia [%]			
	Ekol.	Integr.	Konw.	Śr.	Ekol.	Integr.	Konw.	Śr.
Harenda	0,5 a ¹ A ²	1,5 a A	1,5 a A	1,2 a	0,1 a A	0,4 a A	0,3 a A	0,3 a
Kandela	2,0 a A	1,5 a A	2,0 a A	1,8 a	0,5 a A	0,4 a A	0,4 a A	0,4 a
Mandaryna	1,5 a A	1,5 a A	1,0 a A	1,3 a	0,3 a A	0,3 a A	0,2 a A	0,3 a
Serenada	2,0 a A	1,0 a A	2,0 a A	1,7 a	0,4 a A	0,3 a A	0,7 a A	0,5 a
Średnio	1,5 A	1,4 A	1,6 A	1,5	0,3 A	0,4 A	0,4 A	0,4

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

^{2/} wartości oznaczone różnymi wielkimi literami wskazują istotną różnicę między systemami produkcji rolnej

Zasiedlenie ziarna pszenicy jarej przez *Fusarium* spp. w systemie ekologicznym

Zasiedlenie przez *Fusarium* spp. ziarna pochodzącego z uprawy pszenicy jarej w Osinach (woj. lubelskie) (średnio z 11 odmian) wynosiło 11,4%, w Chomentowie (woj. podlaskie) – 10,9% a w Grabowie (woj. mazowieckie) – 4,8%. Analiza mykologiczna wykazała również duże zróżnicowanie w porażeniu ziarna przez *Fusarium* spp. między odmianami uprawianymi w poszczególnych miejscowościach. Z ziarna pochodzącego z Osin izolowano od 2,0% (Mandaryna) do 24,5% (Samopsza), z Chomentowa – 1% (orkisz Wirtas) do 21,5% (Kamelia), a z Grabowa 1,0% (Kamelia) do 11,5% (Kandela) grzybów rodzaju *Fusarium* – tab. 4.

Reakcja na porażenie ziarna przez *Fusarium* spp. większości badanych odmian różniła się w zależności od miejscowości, w której była uprawiana np. ziarno odmiany Kamelia pochodzące z uprawy pszenicy jarej w Grabowie należało do grupy odmian o niskim procencie porażenia przez *Fusarium* spp. (1,0%), pochodzące z Osin kwalifikowało się do grupy odmian o średnim stopniu porażenia (10,0%) natomiast z ziarna tej odmiany pochodzącego z uprawy w Chomentowie izolowano najwięcej *Fusarium* spp. (21,5%). Niektóre odmiany, niezależnie od miejsca uprawy, charakteryzowały się wysokim procentem porażonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków (np. Zadra).

Tab. 4. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych odmianach pszenicy jarej uprawianej w systemie ekologicznym w trzech miejscowościach w 2018 roku

Odmiany	Miejscowość		
	Osiny	Chomentowo	Grabów
Goplana	5,5 gh ¹	12,0 cd	2,5 efg
Harenda	6,0 gh	17,5 ab	1,5 fg
Kamelia	10,0 ef	21,5 a	1,0 g
Kandela	14,5 cde	2,5 gh	11,5 a
Mandaryna	2,0 i	6,0 ef	5,0 cde
Nimfa	21,5 ab	4,0 fg	6,0 cd
Rusałka	11,5 def	8,5 cde	3,5 def
Serenada	14,0 cde	12,5 bc	1,0 g
Struna	4,5 h	6,5 ef	2,5 efg
Zadra	16,5 bcd	20,5 a	1,0 g
Mieszanina odmian	19,5 abc	8,0 de	11,5 a
Płaskurka biała	8,5 fg	6,0 ef	X
Płaskurka ciemna	5,0 gh	8,5 cde	X
Samopsza	24,5 a	5,0 efg	X
Wirtas	11,0 ef	1,0 h	X
Średnio (11 odmian)	11,4 A²	10,9 A	4,8 B

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

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

Do uprawy ekologicznej najbardziej przydatnymi z badanych odmian pszenicy jarej pod kątem zmniejszenia zagrożenia infekcji przez *Fusarium* spp. były:

- w okolicach Osin – Mandaryna,
- w okolicach Chomentowa – orkisz Wirtas,
- w okolicach Grabowa – Kamelia, Harenda i Goplana.

Zawartość mykotoksyn w ziarnie pszenicy jarej

Oznaczono zawartość wybranych mykotoksyn w zebranych ziarnie dwóch odmian pszenicy jarej (Kandela i Serenada) uprawianych w systemie ekologicznym w Osinach, Chomentowie i Grabowie.

Zgodnie z „Rozporządzeniem Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych”, zawartość deoksyniwalenolu (DON) w nieprzetworzonych zbożach innych niż pszenica durum, owies i kukurydza nie może przekraczać $1250 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast zawartość zearalenonu (ZEA) w nieprzetworzonych zbożach innych niż kukurydza nie może przekraczać $100 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Nie stwierdzono występowania ZEA w badanych próbach ziarna pszenicy jarej (tab. 5).

Występowanie DON wykryto w czterech na sześć badanych prób ziarna i w każdej z nich przekraczało dopuszczalną normę. Toksynę tę zawierały wszystkie badane próby ziarna odmiany Kandela oraz próba ziarna odmiany Serenada pochodząca z uprawy w Chomentowie (tab. 5).

NIV wykryto w ziarnie odmiany Kandela pochodzącego z uprawy w Osinach i Grabowie, a jego zawartość wynosiła odpowiednio ($996,56 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $2259,70 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Tab. 5. Zawartość wybranych mykotoksyn w ziarnie pszenicy jarej uprawianej w systemie ekologicznym w 2018 r.

Odmiana	System uprawy	<i>Fusarium</i> spp. [%]	ZEA [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	DON [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	NIV [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]
Osiny					
Kandela	E ¹	14,5	0,0	2425,46	996,56
Serenada	E	14,0	0,0	2392,27	0,0
Chomentowo					
Kandela	E	2,5	0,0	2414,43	0,0
Serenada	E	12,5	0,0	0,0	0,0
Grabów					
Kandela	E	11,5	0,0	2970,91	2259,70
Serenada	E	7,0	0,0	0,0	0,0

^{1/} E – s. ekologiczny

Komitet Naukowy ds. Żywności (SCF) w „Rozporządzeniu Komisji (WE) NR 856/2005 z dnia 6 czerwca 2005 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 466/2001 w odniesieniu do toksyn *Fusarium*” ocenił i ustanowił wysokość tolerowanego dziennego pobrania (TDI) dla wybranych mykotoksyn:

- TDI w wysokości $1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ masy ciała/dzień dla deoksyniwalenolu (DON),
- tymczasowe TDI (t-TDI) w wysokości $0,7 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ masy ciała/dzień dla niwalenolu,
- tymczasowe TDI (t-TDI) w wysokości $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ masy ciała/dzień dla zearalenonu,

Na podstawie tych ustanowień można wnioskować, że zawartość NIV w badanych próbach była wysoka, w szczególności w ziarnie pszenicy Kandela uprawianej w Grabowie w systemie ekologicznym ($2259,70 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Na obecność i stężenie mykotoksyn w ziarnie i jednocześnie na korelację między zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. a zawartością w nim mykotoksyn może wpływać wiele czynników. Do jednego z ważniejszych należy zaliczyć potencjalną zdolność grzybów do tworzenia mykotoksyn. Tylko część izolatów danego gatunku wykazuje większą lub mniejszą zdolność do tworzenia metabolitów wtórnych. Nie bez znaczenia pozostają również inne grzyby zasiedlające ziarno, które mogą wpływać na ilość produkowanej mykotoksyny, odmiana uprawianej pszenicy oraz warunki pogodowe.

2. Badania w zakresie doboru odmian pszenicy jarej z uprawy ekologicznej pod kątem wymagań przemysłu młynarsko-piekarskiego i makaronowego

Wstęp

Podstawowym kierunkiem wykorzystania ziarna pszenicy jest produkcja różnych typów mąki będących surowcem do produkcji pieczywa, wyrobów ciastkarskich, makaronów, klusek, pierogów, naleśników itp. Ziarno przeznaczone do przerobu na cele konsumpcyjne musi spełniać ogólne wymagania jakościowe. Powinno być zdrowe, czyste, dojrzałe, bez obcych zapachów, wolne od szkodników. Wilgotność ziarna nie może przekraczać 15,0%, a gęstość w stanie usypowym nie może być niższa niż 72,0 kg/hl. Maksymalna łączna zawartość zanieczyszczeń nie powinna przekraczać 15%, w tym nasion szkodliwych i/lub toksycznych 0,5%, a sporyszu 0,05%. Aktywność enzymów amylolitycznych określana na podstawie liczby opadania nie powinna być niższa niż 160 s [PN-R-74103]. W zależności od kierunku przerobu określa się szczegółowe wymagania jakościowe dotyczące ziarna pszenicy. Wymagania przemysłu młynarskiego dotyczą odpowiedniej wielkości i wyrównania ziarna, struktury bielma (szklistość, twardość), zawartości popiołu. Mąki otrzymane z przemiału ziarna powinny cechować się odpowiednimi cechami użytkowymi, pożądanymi w procesie dalszego przerobu. W przypadku mąki pszennej przeznaczonej do produkcji pieczywa ważna jest aktywność enzymów amylolitycznych, która powinna być na średnim poziomie (liczba opadania 220-280 s) oraz odpowiednia ilość i jakość białek glutenowych. Mają one wpływ na ilość gazów zatrzymywanych w kęsie uformowanego ciasta podczas jego rozrostu i w początkowej fazie wypieku, co decyduje o objętości bochenka i porowatości miękiszu [Jakubczyk i Haber 1983]. Zawartość substancji białkowych jest również ważnym wyróżnikiem jakościowym mąk przeznaczonych do produkcji makaronu. Mąka makaronowa powinna cechować się wysoką zawartością białek glutenowych (wydajność glutenu ok. 30%), jak najniższą popiołowością (0,4-0,5%), średnią lub niską aktywnością amylolityczną (liczba opadania nie mniejsza niż 220 s) [Cacak-Pietrzak 2008].

W Polsce, podobnie jak w innych krajach UE, nie określono odrębnych wymagań jakościowych dla ziarna pszenicy z uprawy ekologicznej, powinno ono zatem odpowiadać ogólnym wymaganiom jakościowym dla ziarna pszenicy.

Cel pracy i metodyka

Celem pracy była ocena wartości technologicznej ziarna wybranych odmian pszenicy jarej, pochodzącej z uprawy w ekologicznym systemie produkcji, pod kątem przydatności otrzymanej z niego mąki jako surowca do produkcji pieczywa i makaronu.

Materiał doświadczalny stanowiło ziarno 10 jarych odmian pszenicy zwyczajnej: Goplana (grupa jakościowa A), Harenda (B), Kamelia (B), Kandela (A), Mandaryna (A), Nimfa (A), Rusałka (A), Serenada (A), Struna (A) i Zadra (B), ziarno pszenicy orkisz odmiany Wirtas oraz ziarno prastarych gatunków pszenicy – płaskurki białej, płaskurki ciemnej i samopszy. Ziarno pochodziło ze zbioru z 2018 roku z

doświadczenia polowego przeprowadzonego w 2018 roku w Stacji Doświadczalnej Osiny, należącej do IUNG-PIB w Puławach. Badania laboratoryjne zostały przeprowadzone w Zakładzie Technologii Zbóż Katedry Technologii Żywności SGGW, według metod powszechnie stosowanych dla ziarna zbóż i przetworów zbożowych [Jakubczyk i Haber 1983].

Wyniki badań

Ziarno wszystkich badanych odmian pszenicy spełniało wymagania zawarte w normie PN-R-74103 odnośnie maksymalnej zawartości zanieczyszczeń i wilgotności. Z wyjątkiem ziarna odmian: Kamelia, Nimfa i Serenada spełniało ono także wymagania odnośnie minimalnej gęstości w stanie usypowym. Szklistą strukturą bielma cechowało się ziarno płaskurki białej i ciemnej, orkiszu (odmiana Wirtas), samopszy oraz pszenicy zwyczajnej odmiany Kamelia. Ziarno pozostałych badanych odmian pszenicy zwyczajnej było mączyste (tab. 6).

Tab. 6. Wyniki oceny cech fizyko-chemicznych ziarna

Gatunek odmiana	Gęstość w stanie usypowym [kg/ hl]	Masa 1000 ziaren [g]	Celność / wyrównanie [%]	Szklistość [%]	Twardość [j.B]	Zanieczyszczenia [%]	Wilgotność [%]
Pszenica zwyczajna							
Goplana	73,5	37,6	73,5	42	640	0,2	13,8
Harenda	76,5	39,1	84,8	54	610	0,2	14,5
Kamelia	71,8	34,1	66,2	72	685	0,4	14,0
Kandela	73,7	40,3	87,0	25	610	0,5	14,3
Mandaryna	76,9	32,8	80,2	53	605	0,2	14,6
Nimfa	71,8	38,1	77,3	34	625	0,3	13,9
Rusałka	74,0	37,0	86,4	46	630	0,4	14,3
Serenada	68,9	38,8	80,3	56	720	0,5	13,0
Struna	75,3	38,3	86,7	38	605	0,2	13,9
Zadra	76,2	36,8	83,4	54	590	0,6	14,2
Średnia	73,8	37,3	80,5	47	630	0,4	14,1
Pszenica orkisz							

Wirtas	75,1	31,1	16,6 / 69,3	86	450	0,5	12,6
Pszenica płaskurka							
Biała	73,0	26,0	8,9 / 51,5	86	485	0,8	14,1
Ciemna	69,7	21,1	2,3/ 24,8	98	400	0,7	13,1
Pszenica samopsza							
Samopsza	75,1	25,0	3,4 / 19,0	68	385	0,6	12,6

Najlepszymi właściwościami przemiałowymi cechowało się ziarno pszenicy odmian: Harenda, Kandela, Mandaryna i Goplana.

Zawartość białka ogółem w badanych mąkach wynosiła od 8,9 do 22,8%, a ilość glutenu mokrego od 16,3 do 41,6% (tab. 7). Najwięcej substancji białkowych zawierały mąki z ziarna płaskurki ciemnej i białej, samopszy oraz orkiszu. Wartości indeksu glutenu wynosiły od 42 do 100, większość badanych próbek mąki cechowała się mocnym glutenem (tab. 7). Aktywność enzymów amylolitycznych w badanych próbkach mąki była na niskim lub średnim poziomie. Dla mąki przeznaczonej do wypieku pieczywa liczba opadania powinna mieścić się w zakresie 220-280s [Rothkaehl 2009]. W przypadku zbyt niskiej aktywności amylolitycznej wskazane jest jej podwyższenie poprzez dodatek do mąki preparatów zawierających enzymy amylolityczne. Dla mąki z pszenicy zwyczajnej przeznaczonej do produkcji makaronów wartości liczby opadania nie powinny być niższe niż 220 s. Wszystkie badane mąki spełniały to wymaganie.

Tab. 7. Wyniki oceny cech fizyko-chemicznych mąki

Gatunek odmiana	Wilgotność [%]	Białko ogółem [% s.m.]	Gluten mokry [%]	Indeks gluten [-]	Liczba opadania [s]
Pszenica zwyczajna					
Goplana	12,6	11,3	20,9	95	348
Harenda	12,4	10,0	18,3	100	281
Kamelia	12,5	9,6	21,9	90	393
Kandela	12,7	10,3	16,3	97	255
Mandaryna	12,8	8,9	19,6	98	300

Nimfa	12,6	9,5	21,2	92	341
Rusałka	12,8	9,8	23,9	99	227
Serenada	12,8	10,7	22,7	99	363
Struna	12,6	10,5	19,3	99	225
Zadra	12,8	9,9	22,9	78	298
Średnia	12,7	10,1	20,7	95	303
Pszennica orkisz					
Wirtas	12,4	12,8	34,2	54	370
Pszennica płaskurka					
Biała	12,6	20,6	37,0	48	384
Ciemna	12,8	22,8	41,6	42	436
Pszennica samopsza					
Samopsza	12,6	13,7	nie wymyto		331

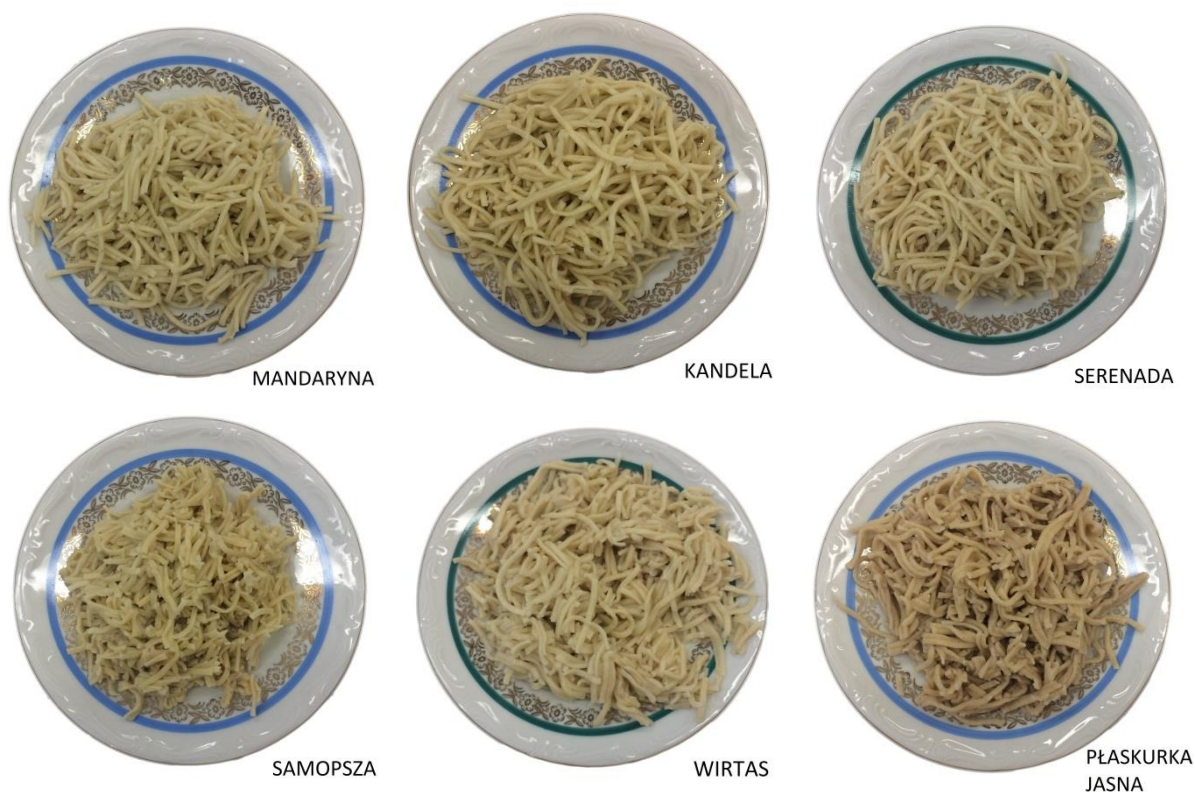
Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się właściwym smakiem i zapachem oraz prawidłowym kształtem i barwą skórki (fot. 1). Objętość pieczywa mieściła się w zakresie od 243 do 341 cm³. Miękkisz chlebów cechował się bardzo dobrą lub dobrą elastycznością, był zróżnicowany pod względem porowatości. **Na podstawie ogólnej ilości punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej do I poziomu jakości (28-32 pkt.) zakwalifikowano pieczywo orkiszowe oraz pieczywo z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Harenda.** Do II poziomu jakości (27-23 pkt.) zakwalifikowano pieczywo z mąki z obu płaskurek oraz z mąki z ziarna większości odmian pszenicy zwyczajnej, z wyjątkiem odmiany Harenda (I poziom jakości) oraz Kamelia, które zakwalifikowano do III poziomu jakości. Do III poziomu jakości zostało zakwalifikowane również pieczywo z samopszy.



Fot. 1. Porównanie barwy mięszkiu pieczywa: nr 13 odmiana Goplana, nr 14 Harenda, nr 15 Kamelia, nr 16 Kandela, nr 17 Mandaryna, nr 18 Nimfa, nr 19 Rusałka, nr 20 Samopsza, nr 21 Serenada, nr 22 Struna, nr 23 orkisz Wirtas, nr 24 Zadra, nr 25 Płaskurka ciemna, nr 26 Płaskurka biała

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 (II stopień) cechowały się ciasta z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Goplana, Kamelia, Kandela, Struna i Zadra.

Na podstawie oceny organoleptycznej najwyżej oceniono makarony otrzymane z mąki z ziarna pszenicy odmian: Kandela, Mandaryna i Serenada, które po ugotowaniu zachowywały właściwy kształt, miały odpowiednią konsystencję, smak i zapach, a także najbardziej akceptowalną barwę (fot. 2). W przypadku pozostałych makaronów zastrzeżenia oceniających dotyczyły przede wszystkim barwy oraz zniekształcenia formy (zlepy), co miało niekorzystny wpływ na równomierność gotowania i konsystencję po ugotowaniu. Na podstawie wyników oceny podatności ciasta na ciemnienie oraz oceny organoleptycznej makaronów po ugotowaniu jako potencjalny surowiec do produkcji makaronów wytypowano mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Kandela, Mandaryna i Serenada oraz orkisz (odmiana Wirtas).



Fot. 2. Porównanie wyglądu makaronów po ugotowaniu:
 pszenica zwyczajna (odmiany Mandaryna, Kandela, Serenada)
 samopsza, pszenica orkisz (odmiana Wirtas), płaskurka jasna

Na podstawie wyników dwuletnich badań (lata zbioru 2017 i 2018) dotyczących przydatności ziarna pszenicy jako surowca do przetwórstwa stwierdzono, że wymagania przemysłu piekarskiego w największym stopniu spełniały mąki otrzymane z przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Harenda, Kandela, Mandaryna, Rusałka i Serenada oraz orkisz (odmiana Wirtas). Jako najbardziej przydatne do produkcji mąk na cele makaronowe wytypowano ziarno pszenicy zwyczajnej odmian: Kandela, Mandaryna, Serenada i Struna oraz orkisz (odmiana Wirtas).

Literatura:

1. Cacak-Pietrzak G.: 2008. Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego – wymagania technologiczne. Przegl. Zboż.-Młyn. 52(11), 11-13.
2. Jakubczyk T., Haber T. (red.): 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Skrypty SGGW-AR, Warszawa.
3. PN-R-74103. Ziarno zbóż. Pszenica zwyczajna.
4. Rothkaehl J.: 2009. Rynek pszenicy w Polsce. Jakość pszenicy zwyczajnej i system oceny. Wyd. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA, Warszawa.

3. Analiza wielokryterialna potencjału zdrowotnego pszenic oplewionych (orkiszu, samopszy i płaskurki) w porównaniu do odmian współczesnych pszenicy zwyczajnej

Cel i materiał badań

Badania przeprowadzono w Zakładzie Biochemii i Jakości Plonów IUNG-PIB w Puławach, dla 14 odmian współczesnych i dawnych pszenicy jarej (tab. 2). Cztery odmiany występowały w postaci oplewionej (orkisz Wirtas, płaskurka biała i ciemna, samopsza) i zostały odplewione ręcznie. Plewy tych odmian również zostały poddane analizie, takiej jak ziarno. Wszystkie odmiany pochodziły z uprawy w systemie ekologicznym w Osinach, cztery z nich także dla porównania z uprawy integrowanej i konwencjonalnej.

Celem badań było:

- porównanie zawartości związków aktywnych, które mają znaczenie prozdrowotne dla człowieka, występujących w ziarnie pszenic oplewionych: orkisz, samopszy i płaskurki w porównaniu do ziarna pszenicy zwyczajnej,
- porównanie zawartości tych związków w ziarnie z produkcji ekologicznej vs konwencjonalnej i integrowanej.

Metodyka badań laboratoryjnych

Próbki zostały zmielone. Około 5 gram każdej próbki została odtłuszczona heksanem w aparacie Soxhleta przez 6 godzin. Ekstrakty przygotowano według następujących procedur:

a. Oznaczanie alkilorezorcynoli

Nieodtłuszczone, zmielone ziarno w ilości 1 g umieszczono w plastikowych probówkach typu falcon i ekstrahowano 40 ml acetonu przez 48 h w temperaturze pokojowej z zastosowaniem łaźni ultradźwiękowej. Próbki zostały następnie odwirowane, supernatant zebrano do kolby wyparkowej i odparowano do sucha na wyparce próżniowej. Próbkę została rozpuszczona w 1 ml acetonitrylu.

Do analizy chromatograficznej z zastosowaniem UPLC – DAD - MS podano próbki o stężeniu 500 mg/ml.

b. Oznaczanie kwasów fenolowych

Zmielone, odtłuszczone ziarno odważono do próbki typu falcon w ilości 200 mg i zawieszono w 2 % wodnym roztworze kwasu askorbinowego. Hydrolizę 4M NaOH prowadzono w ciemności przez 4 godz. Do każdej próbki dodano 20 µl kwasu 3-hydroksy benzoowego jako wzorca. Hydrolizat zakwaszono 6M HCl do pH 2 i odwirowano. Supernatant ekstrahowano 3-krotnie metodą ciec-ciecz z uwodnionym octanem etylu. Ekstrakt odparowano do sucha na wyparce próżniowej i rozpuszczono w 25 % metanolu.

Do analizy chromatograficznej z zastosowaniem UPLC – DAD - MS podano próbki o stężeniu 50 mg/ml.

c. Aktywność antyoksydacyjna

Do analizy aktywności antyoksydacyjnej hydrolizatów pszenicy jarej zastosowano metodę TLC-DPPH*. Hydrolizaty te analizowano pod kątem obecności oraz aktywności związków o właściwościach antyoksydacyjnych. Stężenie próbek użytych do analizy wynosiło 50 mg/ml. Jako wzorzec zastosowano kwas 6-hydroksy-2,5,7,8-tetrametylochroman-2-karboksylowy (Trolox) o stężeniu 1mg/ml. Próbkę (po 20 μ l) i wzorzec Trolox (1 μ l) nanoszono na płytki chromatograficzne pokryte żelazem krzemionkowym (płytki TLC SiO₂ 60F254, 10 x 10 cm, Merck, Darmstadt, Niemcy), w postaci plamek z 8 mm odstępem między poszczególnymi próbkami, w odległości 10 mm od dolnego i 15 mm od lewego i prawego brzegu płytki. Płytki rozwijano w komorze chromatograficznej wysyczonej parami eluentu: acetonitryl-chloroform-woda-kwas mrówkowy (60:10:15:5/ v/v/v/v), na dystansie 90 mm. Po rozwinięciu i wysuszeniu zanurzano je na 5 s w 0,2% metanolewym roztworze DPPH. Oceny uzyskanych wyników dokonano skanując płytkę po 90 minutach od wywołania jej roztworem DPPH.

Wyniki badań

Zarówno alkilorezorcynole, jak i kwasy fenolowe są metabolitami wtórnymi o silnych właściwościach przeciwutleniających. Ich obecność w codziennej diecie może powodować zwiększenie odporności na choroby serca, nowotwory czy miażdżycę. Dlatego też w dobie rosnącej świadomości żywieniowej, produkty spożywcze zawierające związki aktywne biologicznie są pożądane i poszukiwane przez konsumentów.

Badanie zawartości alkilorezorcynoli w czystym ziarnie 14 odmian pszenicy uprawianej w systemie ekologicznym wykazało najwyższy udział tych związków w odmianach Kamelia, Goplana i Harenda. Najniższą zawartość odnotowano w czystym ziarnie odmian Płaskurka ciemna i Samopsza. Jednak należy zwrócić uwagę na dużą zawartość alkilorezorcynoli w plewach dawnych odmian oplewionych, szczególnie orkiszu Wirtas. Zawartość alkilorezorcynoli w plewach odmiany Wirtas była najwyższa, ponad dwukrotnie większa niż w plewach innych analizowanych odmian.

Uprawa w systemie integrowanym i konwencjonalnym wpływała na zmniejszenie zawartości alkilorezorcynoli w ziarnie pszenicy jarej.

Badanie zawartości kwasów fenolowych w ziarnie 14 odmian pszenicy uprawianej w systemie ekologicznym wykazało najwyższy udział tych związków w odmianach Harenda, Mandaryna, Nimfa i Rusałka (powyżej 1000 μ g/g suchej masy). Odmiany oplewione tj. orkisz Wirtas, Płaskurka biała i ciemna oraz Samopsza charakteryzowały się zbliżoną zawartością kwasów fenolowych w ziarnie (897,6 μ g/g s.m.; 848,2 μ g/g s.m.; 843,5 μ g/g s.m.; 840,1 μ g/g s.m., odpowiednio) (tab. 8). Biorąc pod uwagę plewy tych ziaren zawartość kwasów fenolowych jest nawet pięciokrotnie wyższa od pozostałych odmian. Dlatego ze względów zdrowotnych nie jest wskazane obłuskiwanie ziarna tych dawnych pszenic, tylko łączne ich stosowanie w przemyśle spożywczym. Dominującym kwasem w ziarnie wszystkich badanych odmian był kwas ferulowy.

Tab. 8. Zawartość kwasów fenolowych (ug/g s.m.) w ziarnie i plewach odmian pszenicy jarej z systemu ekologicznego w 2018 r. (P - plewy, Z - ziarno, C – całość)

KOD	ODMIANA	Kwasy fenolowe *									
		PRO	PHB	VAN	CAF	SYR	PCO	FER	SIN	SAL	SUMA
ZIARNO	HARENDA	2,0	8,1	9,8	22,1	9,5	28,1	1063,0	80,7		1223,3
	KANDELA	1,8	5,3	9,4	13,2	8,8	25,2	724,7	40,4		829,0
	MANDARYNA	1,6	7,1	10,3	20,3	11,7	28,2	998,6	83,1		1161,0
	SERENADA	1,6	8,3	8,4	12,8	10,1	25,4	561,9	31,6		660,1
	GOPLANA	1,7	8,3	9,5	17,5	8,5	31,2	806,6	52,4		935,7
	KAMELIA	1,6	9,8	9,1	16,0	9,1	38,6	853,4	42,4		980,1
	NIMFA	1,9	8,9	9,5	21,5	10,1	34,8	888,2	56,9		1031,8
	WIRTAS	1,7	7,3	8,1	12,1	10,5	16,8	780,2	61,0		897,6
	PŁASKURKA BIAŁA	1,9	4,2	10,9	16,2	5,8	58,6	667,1	83,6		848,2
	PŁASKURKA CIEMNA	1,8	3,9	14,2	17,4	6,0	43,7	643,1	113,3		843,5
	RUSAŁKA	1,7	7,7	9,4	21,3	10,2	29,3	868,0	60,7		1008,4
	SAMOPSZA	1,4	3,3	7,8	17,0	5,6	33,3	672,1	99,7		840,1
	STRUNA	1,6	4,3	6,5	16,0	5,3	16,2	707,8	63,0		820,8
	ZADRA	1,3	4,4	9,3	10,8	10,6	18,6	692,1	39,6		786,8
PLEWY	WIRTAS	4,7	15,7	30,9	36,1	28,8	1986,9	2206,4	9,1		4318,5
	PŁASKURKA BIAŁA	5,0	21,1	45,1	25,3	44,1	2038,4	1766,2	15,5		3960,9
	PŁASKURKA CIEMNA	5,7	26,3	58,0	22,1	35,6	1909,0	1712,8	30,7		3800,1
	SAMOPSZA	6,5	31,3	58,1	52,8	37,2	2257,3	1736,9	40,5		4220,6
CAŁOŚĆ (PLEWY + ZIARNO)	WIRTAS	3,4	11,0	15,3	23,1	16,6	580,2	1118,4	42,6	1,6	1812,4
	PŁASKURKA BIAŁA	2,9	9,9	21,6	22,5	17,8	748,5	965,1	47,0	0,9	1836,3

PŁASKURKA CIEMNA	3,4	11,6	28,3	23,3	16,3	647,6	942,6	77,2	1,1	1751,4
SAMOPSZA	3,7	14,8	28,3	34,5	20,3	959,0	1063,3	60,4	1,8	2186,0

* objaśnienia:

KWASY:

PRO	protokatechowy
PHB	para-hydroksybenzoesowy
VAN	wanilinowy
CAF	kawowy
SYR	syryngowy
PCO	para-kumarowy
FER	ferulowy
SIN	synapinowy
SAL	salicylowy

Badając aktywnością antyoksydacyjną ziarna poszczególnych odmian stwierdzono duże zróżnicowanie aktywności między poszczególnymi odmianami (tab. 9).

Tab. 9. Suma aktywności związków wykazujących aktywność antyoksydacyjną w przeliczeniu na wzorzec Trolox =1 (ziarno 14 odmian pszenicy jarej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2018 r.)

Lp.	Odmiana	Aktywność antyoksydacyjna
1	Kandela	0,058
2	Serenada	0,140
3	Harenda	0,118
4	Mandaryna	0,183
5	Kamelia	0,117
6	Orkisz Wirtas	0,201
7	Płaskurka ciemna	0,143
8	Samopsza	0,131
9	Zadra	0,161
10	Goplana	0,134
11	Struna	0,180

12	Nimfa	0,167
13	Płaskurka biała	0,150
14	Rusałka	0,175

Najwyższą aktywnością antyoksydacyjną charakteryzowały się związki obecne w hydrolizatach z ziarna orkiszu Wirtas oraz odmian pszenicy zwyczajnej: Mandaryna, Struna i Rusałka (tab. 9). Aktywność antyoksydacyjna poszczególnych związków obecnych w badanych odmianach była niższa niż wzorca Troloxu.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ I ZALECENIA DLA PRAKTYKI

1. Ocena podatności odmian pszenicy jarej na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium* i występowanie mykotoksyn

Do uprawy ekologicznej najbardziej przydatnymi z badanych odmian pszenicy jarej pod kątem zmniejszenia zagrożenia infekcji przez *Fusarium* spp. były:

- w okolicach Osin (woj. lubelskie) – ‘Mandaryna’,
- w okolicach Chomentowa (woj. podlaskie) – ‘Wirtas’,
- w okolicach Grabowa (woj. mazowieckie) – ‘Kamelia’, ‘Harenda’ i ‘Goplana’.

2. Ocena odmian pszenicy jarej z uprawy ekologicznej pod kątem wymagań przemysłu młynarsko-piekarskiego i makaronowego

Wymagania przemysłu piekarskiego w największym stopniu spełniały mąki otrzymane z przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Harenda, Kandela, Mandaryna, Rusałka i Serenada oraz orkisz (odmiana Wirtas).

Jako najbardziej przydatne do produkcji mąk na cele makaronowe wytypowano ziarno pszenicy zwyczajnej odmian: Kandela, Mandaryna, Serenada i Struna oraz orkisz (odmiana Wirtas).

3. Analiza wielokryterialna potencjału zdrowotnego pszenic oplewionych (orkisz, samopszy i płaskurki) w porównaniu do odmian współczesnych pszenicy zwyczajnej

Badanie zawartości alkilorezorcynoli wykazało najwyższy udział tych związków w ziarnie odmian Kamelia, Goplana i Harenda. Dużą zawartość alkilorezorcynoli stwierdzono w plewach dawnych odmian oplewionych, szczególnie orkiszu Wirtas.

Badanie zawartości kwasów fenolowych wykazało najwyższy udział tych związków w ziarnie odmian Harenda, Mandaryna, Nimfa i Rusałka. Odmiany oplewione tj. orkisz Wirtas, Płaskurka biała i ciemna oraz Samopsza charakteryzowały się zbliżoną zawartością kwasów fenolowych w ziarnie. Biorąc pod uwagę plewy tych ziaren, zawartość kwasów fenolowych jest nawet pięciokrotnie większa od pozostałych odmian. Dlatego ze względów zdrowotnych nie jest wskazane obłuskiwanie ziarna tych dawnych pszenic, tylko łączne ich stosowanie w przemyśle spożywczym.

Najwyższą aktywnością antyoksydacyjną charakteryzowały się związki obecne w hydrolizatach z ziarna orkiszu Wirtas oraz odmian pszenicy zwyczajnej: Mandaryna, Struna i Rusałka.

Opracowanie:

Dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk, prof. IUNG-PIB

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 2018 roku znajduje się na stronie internetowej:

http://www.iung.pulawy.pl/images/pdf/Sprawozdania/Sprawozd_HORre_IUNG_jakość_Feledyn-Szewczyk_13.11.2018.pdf

Nr decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

HOR.re.027.6.2018/2 z dnia 18.04.2018 r.

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Nr: HOR.re.027.6.2018/3



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA

- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

Sprawozdanie z zadania badawczego pt.

Badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, takich jak: len, Inianka, rzepak, rośliny bobowate lub zboża (w tym gatunki dawne np. płaskurka, samopsza, orkisz), zalecanych do produkcji polowej towarowej. Określenie dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach.

(Badania nad doborem odmian zbóż jarych do uprawy w rolnictwie ekologicznym. Ekologiczne doświadczalnictwo terenowe - EDO dla zbóż jarych).

Kierownik zadania badawczego: dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk, prof. nadzw.

Zespół badawczy:

IUNG – PIB Puławy – dr Krzysztof Jończyk, prof. dr hab. Jan Kuś, dr Jarosław Stalenga, mgr Anna Mróz, dr Paweł Radzikowski, mgr Paweł Wolszczak, Marek Woźniak, dr Marek Sowiński, mgr Sławomir Jurak, mgr Andrzej Markowski

COBORU Słupia Wielka – mgr Józef Zych, mgr Andrzej Najewski

ODR Szepietowo – mgr Alina Maciąg, mgr Michał Godlewski

SITR-NOT w Białymstoku – zespół wykonawców

WSTĘP

W rolnictwie ekologicznym dobór odmian zbóż ma szczególne znaczenie, ponieważ w istotny sposób wpływa na poziom uzyskiwanych plonów, ich stabilność w latach i jakość. Odmiany zbóż jarych spełniające kryteria doboru do uprawy w gospodarstwach ekologicznych plonują wyżej nawet o 1,5 t/ha w porównaniu do odmian, które cechują się małą przydatnością dla tego systemu gospodarowania. Ze względu na to obserwuje się duże zapotrzebowanie wśród producentów na informacje dotyczące przydatności odmian zbóż do uprawy w systemie ekologicznym w różnych rejonach Polski. Mając na uwadze potrzeby praktyki rolniczej, IUNG – PIB w Puławach we współpracy z COBORU w Słupi Wielkiej podjął się w ramach tego tematu badawczego utworzenia ogólnokrajowej sieci demonstracyjnej na wzór porejestrowego doświadczałnictwa terenowego, tzw. „**Ekologiczne Doświadczalnictwo Odmianowe (EDO)**”. Do 2018 r. brak było urzędowego systemu testowania odmian dla rolnictwa ekologicznego. W ramach systemu EDO dla każdego gatunku zostało ustalonych 6 punktów badawczych, zlokalizowanych na terenie Polski (3 prowadzone przez IUNG-PIB i 3 prowadzone przez COBORU), reprezentujących różne rejony uprawy. Badania prowadzone w 2018 r. dotyczyły oceny najnowszych odmian: pszenicy jarej, owsa zwyczajnego i nagiego oraz jęczmienia jarego pod kątem ich przydatności do uprawy w ekologicznym systemie produkcji. Dodatkowo w badaniach prowadzonych przez IUNG-PIB zostały uwzględnione odmiany pszenicy oplewionej, które cieszą się zainteresowaniem producentów i konsumentów ze względu na ich walory żywieniowe i prozdrowotne: pszenica orkisz (odmiana Wirtas) oraz dawne pszenice oplewione: samopsza (*Triticum monococcum* L.) i płaskurka (*Triticum dicoccon* (Schrank) Schübl.). W ramach współpracy IUNG-PIB i COBORU opracowano jednolitą metodykę testowania odmian oraz opracowano wspólną dokumentację (protokoły) w celu wyłonienia odmian zbóż jarych najlepiej dostosowanych do uprawy w systemie ekologicznym. Ocena odmian miała szeroki zakres, ponieważ obejmowała: ocenę konkurencyjności w stosunku do chwastów, określenie podatności odmian zbóż jarych na porażenie przez patogeny grzybowe, wylegania oraz ocenę parametrów plonowania i zawartości białka w ziarnie pszenicy.

Cele badań :

- ocena przydatności do uprawy w gospodarstwach ekologicznych najnowszych odmian pszenicy jarej zwyczajnej oraz orkiszu, samopszy i płaskurki,
- ocena przydatności do uprawy w gospodarstwach ekologicznych najnowszych odmian owsa zwyczajnego i nagiego,
- ocena przydatności do uprawy w gospodarstwach ekologicznych najnowszych odmian jęczmienia jarego.

W ramach tego tematu badawczego w 2018 zrealizowano 4 zadania szczegółowe:

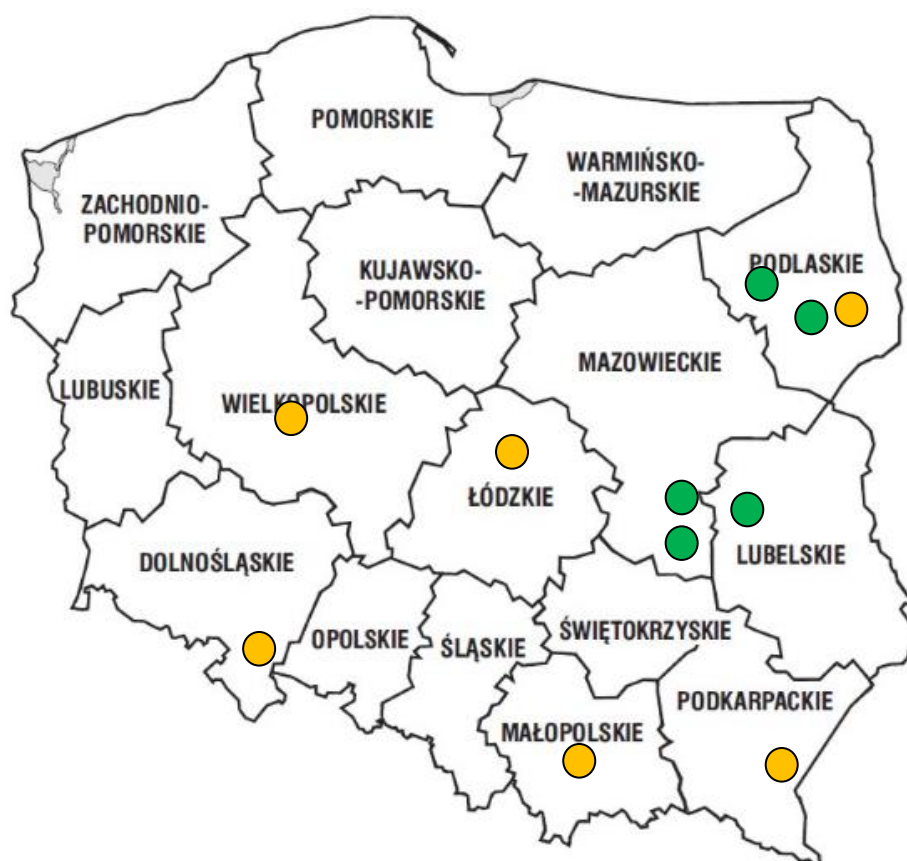
- Zadanie 1. Badania nad doborem nowych odmian pszenicy jarej do uprawy w rolnictwie ekologicznym**
- Zadanie 2. Badania nad doborem nowych odmian owsa zwyczajnego i nagiego do uprawy w rolnictwie ekologicznym**
- Zadanie 3. Badania nad doborem nowych odmian jęczmienia jarego do uprawy w rolnictwie ekologicznym**

Zadanie 4. Opracowanie raportu końcowego oraz broszury upowszechnieniowej na temat przydatności odmian owsa do uprawy w systemie ekologicznym.

Ważnym celem podjętych prac było stworzenie ogólnokrajowej sieci demonstracyjnej gospodarstw ekologicznych na wzór porejestrowego doświadczalnictwa terenowego, tzw. „Ekologiczne Doświadczalnictwo Odmianowe (EDO)”, zlokalizowanych w 8 województwach: lubelskim, mazowieckim, podlaskim, wielkopolskim, podkarpackim, małopolskim, dolnośląskim i łódzkim.

LOKALIZACJA I WARUNKI PROWADZENIA BADAŃ

W 2018 r. IUNG-PIB we współpracy z COBORU w Słupi Wielkiej utworzył ogólnokrajową sieć demonstracyjną na wzór porejestrowego doświadczalnictwa terenowego, tzw. „Ekologiczne Doświadczalnictwo Odmianowe (EDO)” (rys. 1).



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów testowania odmian zbóż jarych w ramach sieci Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO) w 2018 r. (kolor zielony – punkty obsługiwane przez IUNG-PIB, kolor pomarańczowy – punkty obsługiwane przez COBORU)

Dla 3 gatunków zbóż jarych zostało ustalonych pilotażowo 6 punktów badawczych, zlokalizowanych na terenie Polski (3 prowadzone przez IUNG-PIB i 3 prowadzone przez COBORU), reprezentujących różne rejony uprawy (rys. 1, tab. 1, fot. 1). W następnych latach planowane jest rozszerzenie sieci o kolejne gatunki roślin uprawnych i lokalizacje badań.

Dla każdego gatunku zostało wytypowanych 10 odmian do testowania w systemie rolnictwa ekologicznego oraz jedna mieszanka odmian (razem 11 obiektów) (tab. 2). Dodatkowo w Osinach i Chomentowie były uprawiane: pszenica orkisz (odmiana Wirtas) oraz dawne pszenice oplewione (samopsza i płaskurka).

Tab. 1. Lokalizacja punktów doświadczalnych z oceną przydatności zbóż jarych dla rolnictwa ekologicznego (EDO) w 2018 r.

Gatunek zboża	Liczba punktów	Punkt badawczy/lokalizacja	Województwo	Prowadzący doświadczenie
Pszenica jara	1	Osiny	lubelskie	IUNG-PIB
	2	Chomentowo	podlaskie	IUNG-PIB
	3	Grabów	mazowieckie	IUNG-PIB
	4	Skołoszów	podkarpackie	COBORU
	5	Węgrzce	małopolskie	COBORU
	6	Tarnów	dolnośląskie	COBORU
Owies	1	Osiny	lubelskie	IUNG-PIB
	2	Szepietowo	podlaskie	IUNG-PIB
	3	Grabów	mazowieckie	IUNG-PIB
	4	Krzyżewo	podlaskie	COBORU
	5	Lućmierz	łódzkie	COBORU
	6	Śrem Wójtostwo	wielkopolskie	COBORU
Jęczmień jary	1	Osiny	lubelskie	IUNG-PIB
	2	Grabów	mazowieckie	IUNG-PIB
	3	Szepietowo	podlaskie	IUNG-PIB
	4	Skołoszów	podkarpackie	COBORU
	5	Węgrzce	małopolskie	COBORU
	6	Tarnów	dolnośląskie	COBORU

Tab. 2. Odmiany zbóż jarych wytypowane do testowania w ramach Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO)

Lp.	Pszemica jara	Owies	Jęczmień jary
1.	Harenda	Amant*	Airway
2.	Mandaryna	Nagus*	Esma
3.	Struna	Siwek*	KWS Cantton
4.	Goplana	Paskal	KWS Harris
5.	Nimfa	Elegant	Radek
6.	Rusałka	Arden	Ramzes
7.	Kamelia	Nawigator	RGT Planet
8.	Serenada	Kozak	Rubaszek
9.	Kandela	Harnaś	Soldo
10.	Zadra	Komfort	Teksas
11.	Mieszanka odmian: Harenda+Goplana+Kamelia	Mieszanka odmian: Kozak+Komfort+Harnaś	Mieszanka odmian: Radek+Rubaszek+Soldo

* odmiany owsa nagiego



Osiny (woj. lubelskie) Szepietowo (woj. podlaskie)

Fot. 1. Przykładowe pola doświadczalne prowadzone przez IUNG-PIB i COBORU w ramach sieci Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO)

W 2018 r. odnotowano bardzo zmienne warunki pogodowe w poszczególnych miejscowościach. Okres wiosenny od siewów do wschodów charakteryzował się lokalnie niedoborami opadów, które wydłużyły okres wschodów powodując, że były one nierównomierne (np. Węgrzce, Tarnów, Chomentowo). W kolejnych miesiącach warunki dla rozwoju zbóż jarych uległy pogorszeniu. Na przełomie kwietnia i maja odnotowano niedobory opadów, które szczególnie w punktach doświadczalnych zlokalizowanych na glebach lżejszych w rejonie Polski północno-wschodniej oraz Wielkopolsce spowodowały stan suszy, wpływając na redukcję pędów oraz gorszy stan odżywienia roślin. Na przełomie czerwca i lipca warunki wilgotnościowe uległy poprawie, szczególnie w rejonie polski południowej i wschodniej. W lipcu wystąpiły lokalnie obfite opady burzowe powodując wyleganie zbóż. (np. Lućmierz). Ogólnie przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji zbóż jarych w większości punktów doświadczalnych nie miał istotnego wpływu na rozwój zbóż. Rozkład opadów i istotnie mniejsza ich ilość niż średnio w wieloleciu przyczyniły się do mniejszego nasilenia chorób grzybowych i uzyskania dobrych parametrów jakościowych ziarna.

1. Badania nad doborem nowych odmian pszenicy jarej do uprawy w rolnictwie ekologicznym

Plony pszenicy jarej, jak również pozostałych gatunków zbóż, zostały policzone przy 14% wilgotności wg algorytmów w systemie COBORU. Wyniki badań wykazały, że plony pszenicy jarej w systemie ekologicznym wahały się średnio od 34,5 do 59,5 dt/ha, w zależności od lokalizacji (tab. 3). Największe plony uzyskano w miejscowościach Skołoszów i Tarnów (58-58 dt/ha), w których pszenica była uprawiana na najlepszych glebach (kompleks pszeny bardzo dobry i dobry). W Węgrzcach pomimo bardzo dobrych warunków glebowych, uzyskano niskie plony (średnio 34,5 dt/ha), czego przyczyną była susza w okresie wschodów i krytycznych fazach rozwoju pszenicy.

Tab. 3. Plonowanie testowanych odmian pszenicy jarej (dt/ha) w systemie ekologicznym w różnych miejscowościach w ramach systemu EDO w 2018 r.

Nr	Nazwa odmiany	Osiny	Chomentowo	Grabów	Skotoszów	Węgrzce	Tarnów	Średnia
1	Harenda	39,21	42,88	50,46	65,98	38,2	56,84	48,93
2	Mandaryna	39,82	41,1	47,39	57,93	29,69	57,51	45,57
3	Struna	40,65	40,42	45,11	59,81	30,62	55,92	45,42
4	Goplana	44,29	43,31	52,7	58,51	38,38	57,21	49,07
5	Nimfa	44,1	40,92	51,06	62,65	36,64	64,2	49,93
6	Rusałka	38,77	41,95	44,95	60,32	35,42	61,63	47,17
7	Kamelia	32,09	36,83	43,26	55,27	29,54	62,09	43,18
8	Serenada	39,52	40,27	50,27	59,45	37,94	60,82	48,05
9	Kandela	39,84	40,52	51,8	58,72	37,65	55,47	47,33
10	Zadra	38,15	40,16	46,77	55,88	30,35	52,73	44,01
11	Harenda + Goplana + Kamelia	40,02	44,28	46,82	60,28	34,57	57,71	47,28
średnia		39,68	41,15	48,24	59,53	34,45	58,38	46,90
NIR		3,22	1,49	8,42	2,81	5,08	5,06	

Najwyżej plonującymi odmianami (powyżej 102% wzorca), średnio ze wszystkich lokalizacji badań, były: **Nimfa, Goplana, Harenda i Serenada**. Goplana i Nimfa były wskazywane jako najlepiej plonujące w badaniach IUNG-PIB także w 2017 r. Dobrą wydajność w większości doświadczeń uzyskała również mieszanka odmian Harenda + Goplana + Kamelia. **Najniżej plonowały Kamelia i Zadra (92-94% wzorca)**.

Odmiany współczesne pszenicy zwyczajnej plonowały wyżej niż odmiany oplewione orkiszu, samopszy i płaskurki średnio o **0,9 t/ha w Osinach i 1,4 t/ha w Chomentowie**. (tab. 4). W 2018 r. uzyskano dość wysokie plony orkiszu Wirtas (3,44 t/ha w Osinach i 3,22 t/ha w Chomentowie). Plony samopszy wahały się od 2,36 do 3,06 t/ha, a płaskurek od 2,53 do 3,01 t/ha.

Tab. 4. Plon i cechy struktury plonu pszenicy jarej w 2018 roku

Odmiana	Osiny			Chomentowo		
	Plon [t/ha]	Obsada kłosów [szt./m ²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t/ha]	Obsada kłosów [szt./m]	Masa 1000 ziaren [g]
Odmiany pszenicy zwyczajnej						
Harenda	3,92	404	39,5	4,29	395	36,5
Mandaryna	3,98	420	42,3	4,11	294	33,4
Struna	4,07	442	43,5	4,04	358	44,2
Goplana	4,43	414	44,2	4,33	339	38,1
Nimfa	4,41	442	40,8	4,09	328	40,7
Rusałka	3,88	453	39,6	4,20	295	40,3
Kamelia	3,21	296	45,0	3,68	245	41,8
Serenada	3,95	399	41,8	4,03	364	43,9
Kandela	3,98	403	38,4	4,05	367	38,4
Zadra	3,82	361	41,9	4,02	320	42,5
Mieszanka odmian*	4,00	370	45,3	4,43	315	41,7
Średnio odm. współczesne	3,97	400	42,0	4,12	329	40,1
Odmiany pszenicy oplewionej						
Orkisz Wirtas	3,44	404	41,9	3,22	273	31,1
Płaskurka biała	3,01	388	44,1	2,73	241	30,5
Płaskurka ciemna	2,77	438	42,3	2,53	242	30,1
Samopsza	3,06	496	42,4	2,36	301	30,2
Średnio odmiany oplewione	3,07**	431	42,7	2,71	264	30,5
Średnio	3,97***	409	42,2	4,12**	312	37,6
<i>NIR_{0,05}</i>	0,32			0,15		

* / mieszanka odmian Harenda+Goplana+Kamelia

** ziarno oplewione

*** / średnio bez płaskurki i samopszy



Goplana



Harenda



Kamelia



Kandela



Mandaryna



Nimfa



Rusalka



Serenada



Struna

Fot. 2. Wybrane odmiany pszenicy jarej uprawiane w systemie ekologicznym w Osinach (17.06.2018)

Zawartość białka w ziarnie pszenicy jarej

Największą zawartością białka w ziarnie cechowały się odmiany Rusałka (14,4%) i Serenada (14,1%), a najmniejszą Struna (12,9%) (tab. 5). Zawartość białka była największa w ziarnie pszenicy uprawianej na glebach kompleksu pszenicy bardzo dobrego i dobrego w Skołoszowie i Tarnowie. W Węgrzcach pomimo bardzo dobrych warunków glebowych, susza w okresie wschodów i w krytycznych fazach rozwoju pszenicy spowodowała słabe wypełnienie ziarna, niskie plony i małą zawartość białka w ziarnie.

Tab. 5. Zawartość białka (% s.m.) w ziarnie odmian pszenicy jarej uprawianej w systemie ekologicznym w 2018 r.

Nr	Nazwa odmiany	Skołoszów	Węgrzce	Tarnów	Średnia
1	Harenda	14,69	12,10	13,62	13,47
2	Mandaryna	13,23	12,16	14,32	13,24
3	Struna	13,69	11,44	13,45	12,86
4	Goplana	13,53	11,37	15,22	13,37
5	Nimfa	15,58	11,65	14,48	13,90
6	Rusałka	14,97	12,79	15,33	14,36
7	Kamelia	14,14	12,43	13,91	13,49
8	Serenada	15,60	11,87	14,77	14,08
9	Kandela	13,90	11,63	14,26	13,26
10	Zadra	14,08	11,59	14,39	13,35
11	Harenda + Goplana + Kamelia	14,03	12,07	14,39	13,50
średnia		14,31	11,92	14,38	13,53

2. Badania nad doborem nowych odmian owsa zwyczajnego i nagiego do uprawy w rolnictwie ekologicznym

W roku 2018 ocenie poddano 10 odmian owsa, w tym 3 odmiany owsa nagiego (Amant, Nagus, Siwek). Najwyższe plony owsa uzyskano w miejscowości Śrem Wójtostwo (woj. wielkopolskie) (średnio

55 dt/ha), a dwukrotnie niższe w Krzyżewie (24 dt/ha) (tab. 6). O niskiej produktywności owsa w woj. podlaskim zdecydowały długotrwała susza występująca w okresie od marca do czerwca. Sytuacja ta przyczyniła się do niewyrównanych wschodów, małego zagęszczenie ładu i niedostatecznego odżywienia roślin. Dodatkowo mała wartość ładu owsa powodowała zwiększone zachwaszczenie, które oceniono na poziomie 17 – 21 %.

Tab. 6. Plonowanie testowanych odmian owsa (dt/ha) w systemie ekologicznym w różnych miejscowościach w ramach systemu EDO w 2018 r.

Nr	Nazwa odmiany	Osiny	Szepietowo	Grabów	Krzyżewo	Lućmierz	Śrem Wójtostwo	Średnia
1	Amant*	34,15	33,25	42,31	20,86	29,48	44,88	34,16
2	Nagus*	32,40	27,66	35,87	20,59	25,48	40,12	30,35
3	Siwek*	29,48	32,27	36,77	21,41	24,86	43,32	31,35
4	Paskal	37,44	48,78	51,65	23,73	32,70	64,75	43,18
5	Elegant	35,63	40,25	49,37	24,78	37,36	57,95	40,89
6	Arden	41,41	43,48	49,86	22,74	38,91	57,12	42,25
7	Nawigator	34,69	42,08	51,53	22,05	37,04	57,65	40,84
8	Kozak	37,93	45,73	55,73	26,04	33,16	61,62	43,37
9	Harnaś	38,81	41,47	49,60	29,61	32,36	60,79	42,11
10	Komfort	33,52	40,12	49,48	24,51	33,87	57,01	39,75
11	Kozak + Komfort + Harnaś	38,45	43,77	52,17	28,27	35,38	65,94	44,00
średnia		35,81	39,90	47,67	24,05	32,78	55,56	39,29
NIR		5,12	3,12	8,06	3,22	2,38	5,65	

* odmiany owsa nagiego

Najwyżej plonowała mieszanka odmian owsa: Kozak+Komfort+Harnaś (średnio 44 dt/ha, 112% wzorca) (tab. 6). Wszystkie odmiany owsa zwyczajnego oplewionego plonowały średnio na zbliżonym poziomie (40 – 43 dt/ha). Niżej o ok. 25% plonowały odmiany owsa nagoziarnistego (od 30 dt/ha dla odmiany Nagus do 34 dt/ha dla odmiany Amant).

3.Badania nad dobrorem nowych odmian jęczmienia jarego do uprawy w rolnictwie ekologicznym

Plony jęczmienia jarego wahały się od 30,86 dt/ha w Szepietowie do 68,54 dt/ha w Tarnowie, gdzie plantacja założona była na najlepszych glebach (tab. 7). W Węgrzcach uzyskano plony bardzo niskie – 14,44 dt/ha, dodatkowo analiza statystyczna dała podstawy do dyskwalifikacji tej plantacji jęczmienia.

Tab. 7. Plonowanie testowanych odmian jęczmienia jarego w systemie ekologicznym w różnych miejscowościach w ramach systemu EDO (dt/ha)

Nr	Nazwa odmiany	Osiny	Szepietowo	Grabów	Skotuszów	Węgrzce	Tarnów	Średnia
1	Airway	33,12	31,18	39,65	57,37	18,12	67,37	41,14
2	Esmas	31,01	29,82	46,39	64,77	16,27	71,49	43,29
3	KWS Cantton	27,96	29,82	45,8	61,00	13,24	69,73	41,26
4	KWS Harris	31,58	30,25	46,88	57,63	12,79	67,41	41,09
5	Radek	36,65	34,26	50,11	67,45	15,49	66,31	45,05
6	Ramzes	30,99	28,81	41,59	59,5	12,55	65	39,74
7	RGT Planet	30,72	28,97	47,12	59,52	14,60	70,82	41,96
8	Rubaszek	33,12	32,36	52,68	58,49	13,89	70	43,42
9	Soldo	32,45	32,86	45,39	57,56	12,98	67,2	41,41
10	Teksas	34,03	30,73	42,97	49,48	12,31	70,76	40,05
11	Radek+Rubaszek+Soldo	33,32	30,41	48,05	60,01	16,60	67,83	42,70
średnia		32,27	30,86	46,06	59,34	14,44	68,54	41,92
NIR		4,30	3,58	7,62	2,66		2,46	

Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w plonowaniu testowanych odmian jęczmienia jarego. Stwierdzono natomiast istotną interakcję, czyli różną reakcję odmian w poszczególnych

miejsowościach. W stosunku do wzorca najwyżej plonowały odmiany Radek (107,5 % wzorca) i Rubaszek (104%), a najniżej Ramzes (95,3 %).



Airway



Esma



KWS Cantton



KWS Harris



Ramzes



RDG Planet



Rubaszek



Soldo



Teksas



Radek

Fot. 3. Wybrane odmiany jęczmienia jarego uprawianego w systemie ekologicznym w Grabowie w 2018 r.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ I ZALECENIA DLA PRAKTYKI

Podsumowanie wyników badań i zalecenia dla praktyki opracowano w formie tabel zamieszczonych poniżej, prezentujących najważniejsze cechy odmian i ich reakcję na uprawę w systemie ekologicznym (tab. 8-10). Na tej podstawie można wstępnie wskazać odmiany o większej i mniejszej przydatności dla tego sposobu gospodarowania. Jednak reakcja odmian powinna być potwierdzona przynajmniej 2-3 letnimi wynikami badań, dlatego wskazana jest kontynuacja tej serii badań w latach 2019-2020.

Tab. 8. Ważniejsze cechy rolnicze i użytkowe wybranych odmian **pszenicy jarej** według EDO w 2018 r.

Odmiana	Plon ziarna*			Wysokość roślin (cm)	Podatność na choroby**						Wyleganie	Zawartość białka (%)**	Zachwaszczenie w fazie strzelania w źdźbło (% pokrycia powierzchni gleby przez chwasty)	Zachwaszczenie w fazie dojrzałości (% pokrycia powierzchni gleby przez chwasty)	Obsada kłosów (szt./m ²)
	PLON dt/ha	Plon % wzorca	MTZ (g)		Rdza brunatna	Brunatna plamistość	Septorioz a liści	Mączniak prawdziwy	Rdza żółta	Fuzarioza kłosów					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Harenda	48,9	104,3	43,1	78,0	+++	++	++	+	+++	+++	8,8	13,5	18,3	8,6	467
Mandaryna	45,6	97,2	38,9	79,1	++	++	+	+++	+++	+++	9,0	13,2	19,5	8,7	461
Struna	45,4	96,8	45,2	84,5	+	+++	++	++	+++	+++	7,0	12,9	15,6	7,6	493
Goplana	49,1	104,6	44,8	76,2	+	++	++	+++	+++	++	7,8	13,4	20,5	8,2	449
Nimfa	49,9	106,4	46,6	71,7	+	++	++	++	+++	++	6,2	13,9	16,6	8,2	448
Rusałka	47,2	100,6	43,8	77,0	0	+++	++	+	+++	++	7,8	14,4	17,2	8,4	477
Kamelia	43,2	92,1	43,5	70,8	0	++	++	++	+++	+++	8,5	13,5	19,0	8,8	396
Serenada	48,0	102,4	48,1	77,2	++	++	++	++	+++	+++	7,0	14,1	16,7	8,2	443
Kandela	47,3	100,9	41,9	77,4	+	+++	++	+++	+++	+++	8,0	13,3	17,7	8,1	461
Zadra	44,0	93,8	42,4	82,8	0	+++	+	+	+++	+++	7,8	13,4	19,3	8,6	447
Harenda + Goplana + Kamelia	47,3	100,8	44,7	75,3	+	++	++	+++	+++	+++	7,8	13,5	17,7	8,1	438
średnia	46,9	100,0	42,2	77,3	+	++	++	++	+++	+++	7,8	13,5	18,0	8,3	453

* plon ziarna – średnie plony ziarna z 6 lokalizacji w ramach sieci EDO

** kolumny 6-12 – skala 9^o, wyższe stopnie oznaczają korzystniejszą ocenę.

Odporność na choroby w skali 9^o - 9 -7,8 (+++) bardzo dobra; 7,7 – 7,0 (++) dobra; 6,9 – 6,0 (+) średnia, poniżej 6 (0) niska

*** zawartość białka - średnia z 3 lokalizacji COBORU

Tab. 9. Ważniejsze cechy rolnicze i użytkowe wybranych odmian **owsa** według EDO w 2018 r.

Odmiana	Plon ziarna			Wysokość roślin (cm)	Podatność na choroby**			Wyleganie	Zachwaszczenie w fazie strzelania w źdźbło (% pokrycia powierzchni gleby przez chwasty)	Zachwaszczenie w fazie dojrzałości (% pokrycia powierzchni gleby przez chwasty)	Obsada kłosów (szt./m ²)
	PLON* dt/ha	Plon % wzorca	MTZ (g)		Rdza owsa (koronowa)	Helmintos porioza (plamistość)	Głownia pyłająca				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Odmiany owsa zwyczajnego (oplewione)											
Paskal	43,2	109,9	38,72	68,8	++	++	+++	8,5	12,1	6,1	318
Elegant	40,9	104,1	39,52	72,5	++	++	+++	8,5	16,3	8,2	329
Arden	42,2	107,5	36,9	71,0	++	++	+++	8,5	12,7	5,7	331
Nawigator	40,8	103,9	41,32	72,4	+++	++	+++	8,5	14,5	6,8	316
Kozak	43,4	110,4	40,62	71,8	+	++	+++	8,5	13,2	6,3	327
Harnaś	42,1	107,2	38,42	67,7	++	++	+++	8,5	13,6	6,8	313
Komfort	39,7	101,2	37,82	66,2	+	++	+++	8,5	11,2	5,3	334
Kozak + Komfort + Harnaś	44,0	112	40,27	69,9	+	++	+++	8,5	12,3	5,6	342
Odmiany owsa nagiego											
Amant	34,2	86,9	24,80	68,2	+++	++	+++	8,5	15,0	7,1	304
Nagus	30,3	77,2	25,05	77,2	++	++	+++	8,5	16,0	8,7	256
Siwek	31,3	79,8	24,15	71,8	++	+++	+++	8,5	15,3	6,8	320

* plon ziarna – średnie plony ziarna z 6 lokalizacji w ramach sieci EDO

** kolumny 6-9 – skala 9^o, wyższe stopnie oznaczają korzystniejszą ocenę.

Odporność na choroby w skali 9^o - 9 -7,8 (+++) bardzo dobra; 7,7 – 7,0 (++) dobra; 6,9 – 6,0 (+) średnia, poniżej 6 (0) niska

Tab. 10. Ważniejsze cechy rolnicze i użytkowe wybranych odmian **jęczmienia jarego** według EDO w 2018 r.

Odmiana	Plon ziarna			Wysokość roślin (cm)	Podatność na choroby**							Wyleganie	Zachwaszczenie w fazie strzelania w źdźbło (% pokrycia powierzchni gleby przez chwasty)	Zachwaszczenie w fazie dojrzałości (% pokrycia powierzchni gleby przez chwasty)	Obsada kłosów (szt./m ²)
	PLON* dt/ha	Plon % wzorca	MTZ (g)		Plamistość siatkowa	Rdza jęczmienia	Pasiastość liści	Rynchosporioza	Mączniak prawdziwy	Septorioza liści	Brunatna plamistość liści				
1	2	3	4	5	6**	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Airway	41,1	96,5	50,2	54,6	0	0	+++	+++	+	+++	+++	7,9	10,8	9,1	499
Esma	43,3	102,7	51,0	53,5	0	+	+++	+++	+	+++	+++	8,2	10,5	9,8	484
KWS Cantton	41,3	98,8	50,6	57,6	0	++	+++	+++	+	+++	++	7,6	10,3	8,8	474
KWS Harris	41,1	98,6	48,8	56,7	0	+	+++	+++	+	+++	+++	7,8	10,6	8,7	479
Radek	45,0	107,5	50,1	57,2	+	++	+++	+++	++	+++	+++	8,0	12,0	9,5	500
Ramzes	39,7	95,3	47,3	56,3	0	+	+++	+++	++	+++	+++	8,4	11,5	9,3	497
RGT Planet	41,9	100	49,8	56,6	0	+	+++	+++	++	+++	+++	7,8	11,2	8,9	483
Rubaszek	43,4	104	47,7	51,4	+	+	+++	+++	++	+++	+++	8,6	12,0	9,0	548
Soldo	41,4	99,3	54,4	51,9	+	++	+++	+++	++	+++	+++	8,5	11,5	9,2	488
Teksas	40,0	96,2	49,8	50,5	0	0	+++	+++	++	+++	+++	7,9	9,9	9,0	499
Radek+Rubaszek+Soldo	42,70	101,1	49,6	55,2	+	+	+++	+++	++	+++	+++	8,4	10,7	9,6	481
średnia	41,9	100,0	49,9	54,7	0	+	+++	+++	++	+++	+++	8,1	11,0	9,2	494

* plon ziarna – średnie plony ziarna z 6 lokalizacji w ramach sieci EDO

** kolumny 6-13 – skala 9^o, wyższe stopnie oznaczają korzystniejszą ocenę.

Odporność na choroby w skali 9^o - 9 -7,8 (+++) bardzo dobra; 7,7 – 7,0 (++) dobra; 6,9 – 6,0 (+) średnia, poniżej 6 (0) niska

Opracowanie:

Dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk, prof. IUNG-PIB

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 2018 roku znajduje się na stronie internetowej:

http://www.iung.pulawy.pl/images/pdf/Sprawozdania/Sprawozd_HORre_IUNG_EDO_Feledyn-Szewczyk_13.11.2018n.pdf

Nr decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

HOR.re.027.6.2018/3 z dnia 18.04.2018 r.

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR.re.027.7.2018 z dn. 24.04.2018 r.



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Laboratorium Nowych Technologii Wytwarzania Produktów Zielarskich i Oceny ich Jakości
w Katedrze Roślin Warzywnych i Leczniczych

Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn występowania w surowcach 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 hab. Katarzyna Bączek

Główni Wykonawcy: Prof. dr hab. Zenon Węglarz,
Dr Olga Kosakowska,
Dr inż. Ewelina Pióro-Jabrucka

WSTĘP I CEL BADAŃ

W Polsce surowce lecznicze zbierane są z ponad 200 dziko rosnących roślin, o rocznym tonażu dochodzącym do 10 tys. ton (Węglarz 2005, Kozłowski i in. 2008), w tym ekologiczne z około 140 gatunków - w ilości 700 ton (szacunki własne na podstawie informacji z ekologicznych firm zielarskich). Z naszych badań, wykonanych w latach 2016-2017 wynika, iż ekologiczne surowce pozyskiwane ze stanowisk naturalnych pochodzą głównie ze Wschodniej Polski, tj.: południowej części Warmii i Mazur, wschodniego Mazowsza, Podlasia, Lubelszczyzny i Bieszczadów. Zbierane są one przede wszystkim przez ludność wiejską (90% zbieraczy), w tym coraz częściej przez tzw. „młodych” emerytów, którzy po zakończeniu podstawowej aktywności zawodowej przeprowadzili się na wieś, a zbiór surowców ze stanu naturalnego stanowi dla nich nie tylko sposób na dodatkowe zarobkowanie, ale również zachowanie ogólnej aktywności. Przy zbiorze ekologicznych surowców zielarskich ze stanowisk naturalnych muszą być brane pod uwagę dwa akty prawne. Pierwszy, dotyczy bezpośrednio zasad obowiązujących w rolnictwie ekologicznym (Rozporządzenie Rady 834/2007), drugi związany jest z bardziej ogólnymi zasadami zrównoważonego użytkowania środowiska naturalnego (Ustawa o Ochronie Przyrody z 2004 r.). Zgodnie z art. 12 ust. 2 Rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 *„Zbiór roślin dziko rosnących i ich części, rosnących w sposób naturalny na obszarach naturalnych, w lasach i na obszarach rolniczych, uznaje się za metodę produkcji ekologicznej, pod warunkiem że:*

a) w okresie co najmniej trzech lat przed zbiorem obszary te nie zostały poddane działaniu produktów innych niż dopuszczone do stosowania w produkcji ekologicznej na mocy art. 16;

b) zbiór nie wpływa na równowagę siedliska naturalnego ani na utrzymanie gatunków na obszarze zbioru”. Zatem wszelkie działania związane z ekologicznym zbiorem roślin dziko rosnących powinny być prowadzone w sposób świadomy i po przyswojeniu, przynajmniej podstawowej wiedzy pozwalającej na zrównoważone użytkowanie stanowisk naturalnych i wykluczanie możliwości zbioru surowca niewłaściwego lub zanieczyszczonego substancjami niedozwolonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym. W roku 2018 niniejszy projekt (jako kontynuacja badań wykonanych w latach 2016-2017) realizowany był w trzech podzadaniach, obejmujących najważniejsze aspekty związane z zagrożeniem występowania w ekologicznych surowcach zielarskich pozostałości pestycydów i metali ciężkich, a także dotyczące zrównoważonego pozyskiwania surowców roślinnych ze stanowisk naturalnych.

Celem podzadania 1. było określenie przydatności wybranych roślin o wysokiej zdolności do kumulowania substancji niedozwolonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym jako gatunków wskaźnikowych przy typowaniu stanowisk naturalnych do ekologicznego zbioru surowców zielarskich, ze szczególnym uwzględnieniem stanowisk synantropijnych i ruderalnych.

Celem podzadania 2. było opracowanie metod ekologicznego zbioru wybranych gatunków roślin leczniczych i aromatycznych występujących na zróżnicowanych stanowiskach naturalnych, z uwzględnieniem ich wydajności surowcowej i prognozowania wielkości zbioru oraz pozbiórczego postępowania z ekologicznymi surowcami.

Celem podzadania 3. było opracowanie programu szkoleń dla przedstawicieli podmiotów certyfikujących i kontrolnych w zakresie pozyskiwania ekologicznych surowców zielarskich ze stanowisk naturalnych oraz dla zbieraczy ziół, a także przeprowadzenie tych szkoleń.

PODZADANIE 1.

A. Określenie przydatności wybranych roślin o wysokiej zdolności do kumulowania substancji niedozwolonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym jako gatunków wskaźnikowych przy typowaniu stanowisk naturalnych do ekologicznego zbioru.

Wyniki badań uzyskane w latach 2016-2017 wskazują, że przy typowaniu stanowisk naturalnych do ekologicznego zbioru surowców zielarskich niewystarczające są deklaracje zarządzających terenem o nie stosowaniu niedozwolonych środków ochrony roślin.

W roku 2017 przeprowadzono badania nad wytypowaniem gatunków, których organy surowcowe odznaczają się wysoką „podatnością” na gromadzenie pozostałości pestycydów. Wśród przebadanych roślin najbardziej wrażliwym pod tym względem był mniszek lekarski, co istotne, występujący w wielu różnych zbiorowiskach roślinnych. Gatunek ten wydawał się być najbardziej predysponowanym do tego, aby uznać go za wskaźnikowy biorąc pod uwagę dotychczasowe wyniki naszych badań. Weryfikując rezultaty uzyskane w roku 2017, w roku 2018, we współpracy z firmą skupującą surowce ekologiczne, przeprowadzono badania na stanowiskach ekologicznych, oraz w celach porównawczych, na stanowiskach z których zioła zbiera się w jakości konwencjonalnej. Ze stanowisk tych oprócz mniszka lekarskiego, zebrano surowce innych roślin leczniczych występujących powszechnie na stanowiskach naturalnych (bez czarny, pokrzywa zwyczajna, skrzyp polny).

Łącznie, zebrano surowce z 30 stanowisk naturalnych, które następnie poddane zostały analizom na obecność pozostałości pestycydów i metali ciężkich. Analizy te wykonane zostały w zewnętrznym akredytowanym laboratorium urzędowym w zakresie rolnictwa ekologicznego. Ocena zawartości związków biologicznie aktywnych w surowcach wykonana została w Katedrze Roślin Warzywnych i Leczniczych (ocena chemiczna zgodnie z obowiązującymi standardami farmakopealnymi). Poniżej, ze względu na ograniczenia publikacyjne niniejszego opracowania przedstawiono jedynie wybrane wyniki, dotyczące mniszka lekarskiego.

MNISZEK LEKARSKI

W roku 2018 badaniami objęto 9 stanowisk mniszka lekarskiego, z którego zbierano liście oraz korzenie. Wykaz pozyskanych surowców przedstawiono poniżej. Surowce ekologiczne zbierano ze stanowiska brzeg boru sosnowego i nieużytek łąkowy. Stanowiska: zaniedbany ogród przydomowy (zgodnie z wywiadem – rośliny od lat nie traktowane środkami ochrony) oraz pas pomiędzy ekstensywną uprawą zbóż to stanowiska synantropijne z których pozyskano surowce potencjalnie ekologiczne. Pozostałe surowce, w celach porównawczych, zebrano ze stanowisk stanowiących konwencjonalne uprawy roślin rolniczych (zbóż i ziemniaków) i ogrodniczych (ogórka, porzeczki czarnej, kapusty głowiastej białej).

Lp. Typ stanowiska

1. Brzeg boru sosnowego
2. Użytek łąkowy
3. Zaniedbany ogród przydomowy
4. Pas pomiędzy ekstensywną uprawą zbóż
5. Uprawa konwencjonalna zbóż
6. Uprawa konwencjonalna ogórka
7. Uprawa konwencjonalna porzeczki czarnej
8. Uprawa konwencjonalna kapusty głowiastej białej
9. Uprawa konwencjonalna ziemniaka

Tab. 1. Zawartość pozostałości fungicydów w organach surowcowych mniszka lekarskiego (mg/kg)

stanowisko	substancja	liście	korzenie
1.	nd		
2.	nd		
3.	nd		
4.	difenyloamina	0,016	-
5.	difenyloamina	0,015	-
6.	difenyloamina	0,013	-
7.	nd		
8.	tebuconazol	1,100	0,026
9.	tebuconazol		0,025

„nd” – nie wykryto; „-” – surowiec nie był analizowany

Tab. . Zawartość pozostałości insektycydów w organach surowcowych mniszka lekarskiego (mg/kg)

stanowisko	substancja	liście	korzenie
1.	nd		
2.	diazinon	0,013	-
3.	nd		-
4.	nd		-
5.	nd		
6.	nd		
7.	nd.		
8.	bifenthrin	0,8	
9.	nd.		

„nd” – nie wykryto; „-” – surowiec nie był analizowany

Tab. 3. Zawartość pozostałości metali ciężkich w organach surowcowych mniszka lekarskiego (mg/kg)

stanowisko	kadm		ołów	
	liście	korzenie	liście	korzenie
1.	0,488	0,579	5,880	2,780
2.	0,166	-	0,751	-
3.	0,139	-	0,457	-
4.	0,165	-	0,161	-
5.	1,000	0,654	5,740	4,320
6.	0,625	0,384	6,790	4,310
7.	0,710	0,490	6,000	3,000
8.	1,300	0,350	2,300	1,900
9.	0,780	0,300	2,600	2,700

„-” – surowiec nie był analizowany

Tab. 4. Ogólna zawartość kwasów fenolowych i garbników w organach surowcowych mniszka lekarskiego (%)

stanowisko	kwasy fenolowe		garbniki	
	liście	korzenie	liście	korzenie
1.	0,44	0,20	0,33	0,29
2.	0,46	-	0,87	-
3.	0,56	-	0,98	-
4.	0,72	-	0,90	-
5.	0,51	0,14	0,58	0,21
6.	0,48	0,16	0,69	0,23
7.	0,79	0,21	0,55	0,30
8.	0,65	0,14	0,53	0,06
9.	0,93	0,14	0,76	0,10

Biorąc pod uwagę bardzo zróżnicowane i niejednoznaczne wyniki analiz pozostałości pestycydów w surowcach zielarskich zbieranych ze stanowisk naturalnych uzyskane w latach 2016-2018 coraz bardziej potrzebne wydaje się być wytypowanie roślin wskaźnikowych przy pomocy których można wyznaczać stanowiska do ekologicznego zbioru dziko rosnących roślin zielarskich. Wyniki badań uzyskane w ramach niniejszego projektu pokazują, że rośliną taką mógłby być mniszek lekarski.

Użycie rośliny/roślin wskaźnikowych mogłoby być bardzo pomocne przy kwalifikowaniu stanowisk naturalnych do ekologicznego zbioru surowców zielarskich i zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 889/2008, art. 63.1.c stanowić uzupełniający środek ostrożności podejmowany w celu ograniczenia zanieczyszczeń produktów zielarskich substancjami niedozwolonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

B. Badania nad występowaniem w synantropijnych roślinach leczniczych substancji niedozwolonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym

Rośliny synantropijne stanowią w Polsce znaczące źródło surowców leczniczych. Są to gatunki, które przystosowały się do życia w środowisku silnie przekształconym przez człowieka, związane z miejscem jego zamieszkania lub jego działalnością, głównie rolniczą. W ostatnich latach coraz częściej zwraca się uwagę na pozytywne aspekty obecności roślin towarzyszących człowiekowi, w tym uprawom rolniczym uwzględniając nie tylko ich przyrodniczą rolę w agrofityocenozach, ale też praktyczne wykorzystanie. Celem podzadania było określenie zależności pomiędzy typem stanowiska, na którym występują synantropijne rośliny lecznicze, a występowaniem w pozyskiwanych z nich surowcach pozostałości substancji niedozwolonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym, tj.: pestycydów i metali ciężkich. Podzadanie to miało zatem na celu określenie potencjału wybranych stanowisk segetalnych i ruderalnych, a także innych synantropijnych, ale nie związanych z rolniczą działalnością człowieka, jako obszarów przeznaczonych do zbioru ekologicznych surowców zielarskich. Badaniami objęto województwa: podlaskie, lubelskie, warmińsko-mazurskie oraz podkarpackie.

Stanowiska te pogrupowano na:

1. Stanowiska segetalne
 - miedze, przydroża (stanowisko 1-3)
 - nieużytki łąkowe (stanowisko 4)
2. Stanowiska ruderalne
 - ogrody przydomowe (stanowisko 5)

- opuszczone siedliska (stanowiska 6-9)
3. Stanowiska synantropijne nie związane z rolniczą działalnością człowieka
- piaszczysty nasyp na obrzeżach wsi
 - piaskownia/żwirownia, kamieniołom
 - nieużytkowane przez wiele lat torowisko

Wśród **stanowisk segetalnych** dokumentacją objęto stanowiska typu przydroża i miedze (trzy stanowiska wyraźnie różniące się składem florystycznym wynikającym głównie ze stopnia wilgotności podłoża) oraz nieużytek łąkowy. Na większości stanowisk segetalnych pojawiały się następujące gatunki: pokrzywa zwyczajna, skrzyp polny, krwawnik pospolity, chaber bławatek – typowe rośliny synantropijne. W mniejszych ilościach występowały tu: nostryk żółty i mniszek lekarski. W największej ilościowości (wg skali Braun-Blanqueta 3) opisano krwawnik pospolity (st.1), wierzbownicę kosmatą (st.2), dziurawiec zwyczajny (st.3), wrotycz pospolity (st. 4). Wyniki wskazują, że ziele krwawnika pospolitego (st. 1) i wrotyczu pospolitego (st.4) było wolne od pestycydów. Ziele wierzbownicy kosmatej zawierało difenylloaminę, a w ziele dziurawca (surowiec pozyskany ze st.3) zidentyfikowano diazinon, środek owadobójczy występujący w preparatach zwalczających mszyce. We wszystkich badanych surowcach stwierdzono obecność metali ciężkich: kadmu i ołowiu, jednak zawartość tych pierwiastków nie przekraczała ustalonych dla ziół norm. Analizowane surowce były bogate w związki fenolowe, warunkujące ich aktywność biologiczną m.in. przeciwutleniającą. Substancje te są także syntetyzowane w roślinach jako odpowiedź na czynniki stresowe. Zawartość badanych związków była typowa dla ocenianych gatunku.

Obserwacjom poddano również 5 **stanowisk ruderalnych**. Jedno z nich to zaniedbany, ale użytkowany ogród przydomowy, a cztery to opuszczone siedliska (gospodarstwa opuszczone nawet 70 lat temu). Najbogatsze florystycznie było stanowisko nr 7 (pustostan przy Puszczy Białowieskiej), na którym zidentyfikowano 16 gatunków roślin leczniczych, w tym rośliny zielne (np. kuklik pospolity, dziurawiec zwyczajny), krzewy (np. głóg, kalina koralowa) i drzewa (np. dąb szypułkowy). Z badanych stanowisk zebrano następujące surowce zielarskie: ziele mniszka lekarskiego i pokrzywy zwyczajnej (st.5), ziele glistnika jaskółcze-ziele (st.6), liście maliny właściwej i ziele rzepiku pospolitego (st.7), ziele wrotyczu pospolitego (st.8) oraz ziele krwawnika pospolitego (st.9). Określono wydajność surowcową tych stanowisk, w przeliczeniu na 10 m². W większości przypadków analiza wykazała obecność pozostałości pestycydów, jedynie ziele glistnika (st.6) i pokrzywy (st.5) były wolne od tych substancji.

W badanych surowcach (ziele mniszka, ziele rzepiku, ziele wrotyczu, ziele krwawnika) stwierdzono obecność difenylloaminy (środek grzybobójczy). Ponadto w liści maliny zidentyfikowano karbendazym i diazinon. Diazinon obecny był również w ziele rzepiku zebrany z tego samego stanowiska (st. 7). We wszystkich analizowanych surowcach wykazano obecność kadmu i ołowiu, jednak ich poziom nie przekraczał przyjętych norm.

Badane surowce były bogate w związki biologicznie aktywne, a zawartość poszczególnych grup substancji była charakterystyczna dla danego gatunku. Warto zwrócić uwagę, że wrotycz pospolity pozyskany z różnych, odległych od siebie stanowisk (st.4,8,10) był reprezentowany przez różne chemotypy, w zależności od związków dominujących w oleju.

Badaniami objęto także 4 stanowiska **synantropijne nie związane z aktywnością rolniczą**. Były to: piaszczysty nasyp na obrzeżach wsi (st. 10), stara piaskownia (st.11), nieczynny kamieniołom (st.12) oraz stare nieużytkowane torowisko (st.13). Na stanowisku 10 dominował wrotycz pospolity. Z kolei na stanowiskach 11 i 12, oprócz zielnych roślin leczniczych, licznie występowały także krzewy, półkrzewy i drzewa, przy czym na stanowisku 11 uwagę zwraca duża ilość samosiewów sosny i brzozy, a na stanowisku 12 – obecność rokitnika zwyczajnego i wilżyny

ciernistej, roślin objętych częściową ochroną gatunkową. Stanowisko 13 to zarośnięte torowisko, na którym w wyjątkowo dużej ilości rośla bukwnica zwyczajna, wartościowa roślina lecznicza coraz rzadziej spotykana. Na badanych stanowiskach przeprowadzono obserwacje (analogicznie jak na stanowiskach segetalnych i ruderalnych) oraz zebrano następujące surowce: ziele wrotyczu (st. 10), ziele macierzanki piaskowej i mydlnicy lekarskiej (st.11), ziele lebidki pospolitej i ziele skrzypu (st.12) oraz ziele bukwnicy zwyczajnej (st.13). W ziele wrotyczu, mydlnicy, lebidki i bukwnicy stwierdzono obecność difenyloaminy, podczas gdy ziele macierzanki i skrzypu było wolne od tego zanieczyszczenia. W ziele wrotyczu obecny był również diazinon. Kadm i ołów występowały we wszystkich analizowanych próbach (na poziomie nie przekraczającym norm), przy czym ziele macierzanki piaskowej (st.11) wyróżniło się wyraźnie wyższą od pozostałych surowców zawartością ołowiu (1,56 mg/kg), jednak wartość ta nie była graniczna (maksymalnie 5 mg/kg). Wydaje się, że stanowiska ruderalne oraz te związane z działalnością człowieka inną niż rolnicza, ze względu na swoją różnorodność, duże bogactwo florystyczne, a także brak bezpośredniej bliskości upraw, charakteryzują się większym potencjałem jako obszary przeznaczone do zbioru ekologicznych surowców zielarskich, niż stanowiska segetalne.

PRZYKŁADOWE GATUNKI STANOWISK SEGETALNYCH



Krwawnik
pospolity



Mak polny



Serdecznik
pospolity



Nostrzyk żółty



Wiesiołek
dwuletni



Chaber bławatek



Malina właściwa



Fiołek polny



Żywokost lekarski



Wierzbownica kosmata



Pokrzywa zwyczajna



Wiązówka błotna



Rdest ptasi



Babka zwyczajna



Dziurawiec zwyczajny



Skrzyp polny

Wrotycz pospolity



Mniszek lekarski

Bylica piołun



Pięciornik gęsi

PRZYKŁADOWE GATUNKI STANOWISK RUDERALNYCH



Pokrzywa zwyczajna



Glistnik jaskółcze ziele



Bluszczyk kurdybanek



Bez czarny



Podbiał pospolity



Cykoria podróżnik



Szczęć pospolita



Lebiodka pospolita



Wiesiołek dwuletni



Serdecznik pospolity



Dziewanna drobnokwiatowa



Ostrożeń warzywny



Krwawnik pospolity i nostrzyk żółty



Wrotycz pospolity

PRZYKŁADOWE GATUNKI STANOWISK SYNANTROPIJNYCH NIE ZWIĄZANYCH Z AKTYWNOŚCIĄ ROLNICZĄ



Brzoza brodawkowata



Sosna zwyczajna



Rzepik pospolity



Dziurawiec zwyczajny



Wilżyna ciernista



Macierzanka zwyczajna



Skrzyp polny



Rokitnik zwyczajny



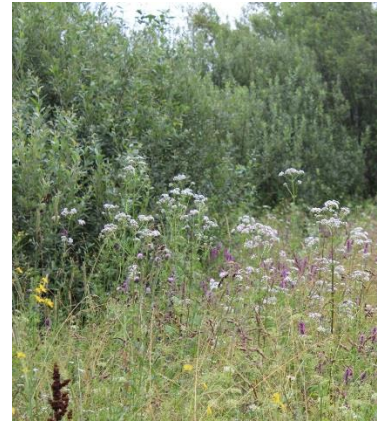
Lebiodka pospolita



Śliwa tarnina, wierzba purpurowa,
malina właściwa



Mięta długolistna, krwawnik
pospolity



Kozłek lekarski, bukwica
zwyczajna

Podsumowanie i wnioski

Uzyskane rezultaty wyraźnie wskazują, że wszystkie badane przez nas stanowiska synantropijne stanowią bogate źródło surowców zielarskich zarówno pod względem zróżnicowania gatunków, z których są pozyskiwane, jak i jakości wyrażonej zawartością w nich związków biologicznie aktywnych. Na stanowiskach segetalnych, bardziej suchych typu miedza, brzeg drogi lub nieużytek łąkowy w największych ilościach spotkać można: krwawnik pospolity, chaber bławatek, pokrzywę zwyczajną, wierzbownicę kosmatą, nostryk żółty, wrotycz pospolity, bylica piołun, a na bardziej mokrych skrzyp polny, mniszek lekarski, wierzbownicę drobnokwiatową, pięciornik gęsi i wiązówkę błotną. Stanowiska ruderalne również stanowią bogate źródło surowców zielarskich. Występują tu w znacznych ilościach: bez czarny, mniszek lekarski, pokrzywa zwyczajna, malina właściwa, bylica pospolita, a gatunkami charakterystycznymi dla tych stanowisk i często występującymi są rdest ptasi, kuklik pospolity i pięciornik gęsi.

Stanowiska opisane w tej pracy jako synantropijne, nie związane z rolnictwem (wyłączone z eksploatacji: piaskownia, kamieniołom, czy torowisko) charakteryzowały się obecnością, w

większych ilościach, takich gatunków jak wrotycz pospolity, wiesiołek dwuletni, nawłóć zwyczajna, macierzanka piaskowa, dziurawiec zwyczajny, rokitnik zwyczajny.

Cennymi obszarami do zbioru ekologicznych surowców zielarskich może być otoczenie gospodarstw ekologicznych, gdzie rośliny zielarskie rosną jako chwasty lub w bezpośrednim otoczeniu zabudowań gospodarczych i ekologicznych pól.

Uzyskane wyniki pokazują, że niezależnie od źródeł skażeń środkami niedozwolonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym, stanowiska do zbioru ekologicznego powinny być kontrolowane pod względem obecności tych środków przed przystąpieniem do zbioru. Dotyczy to w szczególności stanowisk segetalnych, a także ruderalnych, które często znajdują się w pobliżu upraw konwencjonalnych. Najbardziej narażone są stanowiska sąsiadujące z dużymi kompleksami sadów towarowych, w których przeprowadzi się w sezonie wegetacyjnym do kilkudziesięciu zabiegów ochrony roślin przy użyciu wysokowydajnych opryskiwaczy, generujących chmury cieczy roboczej rozprzestrzeniającej się szczególnie w dni wietrzne, na znaczne odległości. Należy tu zaznaczyć, że zabiegi te bardzo często wykonywane są na podstawie sygnalizacji, niezależnie od przebiegu pogody. Niewystarczające wydają się być zatem dotychczasowe ogólne wytyczne regulujące wyznaczanie obszarów do ekologicznego zbioru roślin dziko rosnących. Badania przeprowadzone w latach ubiegłych dostarczyły wiele informacji pokazujących, że stosunkowo prostą i względnie taną pomocniczą metodą określania obecności pestycydów na tych stanowiskach mogłyby być wspomniane w poprzednim rozdziale niniejszego sprawozdania rośliny wskaźnikowe.

PODZADANIE 2

Opracowanie zasad ekologicznego, zrównoważonego zbioru surowców zielarskich z wybranych dziko rosnących roślin leczniczych.

Celem podjętych badań było określenie zasad zrównoważonego zbioru wybranych gatunków roślin występujących na stanowiskach naturalnych, ze zwróceniem szczególnej uwagi na oszacowanie zasobności surowcowej tych stanowisk. Do badań wytypowano rośliny różniące się zarówno rodzajem surowca, jak i typem stanowisk naturalnych, na których występują. Były to:

- pięciornik gęsi (*Potentilla anserina* L.),
- jasnota biała (*Lamium album* L.),
- połonicznik nagi (*Herniarnia glabra* L.),
- krwiściąg lekarski (*Sanguisorba officinalis* L.),
- wrotycz pospolity (*Tanacetum vulgare* L.),
- rdest wężownik (*Polygonum bistorta* L.),
- kopytnik pospolity (*Asarum europaeum* L.),
- skrzyp polny (*Equisetum arvense* L.),
- wierzbówka kiprzyca (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub),
- poziomka zwyczajna (*Fragaria vesca* L.).

Badaniami objęto tereny następujących województw: mazowieckie, podlaskie, lubelskie, świętokrzyskie i podkarpackie. Wybrane zostały stanowiska naturalne o dużej zasobności w dany gatunek, zróżnicowane zarówno pod względem przyrodniczym (np. podmokłe łąki, okrajki, murawy), jak i użytkowym (np. grunty przyłesne, pastwiska, nieuprawne obszary przyrzeczne, nieużytki rolne). Geograficzne położenie stanowisk określono przy użyciu odbiornika GPS firmy Garmin. Określono powierzchnię (w m²), którą zajmowała badana populacja oraz liczebność osobników badanego gatunku, za pomocą skali Brauna-Blanqueta, według której na danej

powierzchni można określić ilościowość (procentowe pokrycie) danego gatunku. Przeprowadzono także pełną dokumentację fotograficzną oraz wykonano podstawowe obserwacje fitosocjologiczne (spis gatunkowy roślin towarzyszących).

Na badanych stanowiskach wyodrębniono poletka (w trzech powtórzeniach) o określonej powierzchni, na których zliczano osobniki i określano ich wybrane cechy morfologiczne. Następnie zbierano surowiec, odpowiednio: w 100% (wszystkie osobniki badanego gatunku z poletka) i 70%. Określona została świeża oraz sucha masa surowca. W celu ujednoczenia danych, otrzymane wyniki przeliczono na 10m².

Obserwacje fitosocjologiczne i zbiór surowców przeprowadzono w odpowiedniej dla danego gatunku surowcowej fazie rozwojowej, tj.: kwiaty jasnoty białej - na początku kwitnienia, ziele pięciornika gęsiego, połonicznika nagiego, wrotyczu pospolitego, liście kopytnika pospolitego, ziele skrzypu polnego i wierzbówki koprzyicy - na początku kwitnienia roślin, liście poziomki zwyczajnej - późną wiosną, przed owocowaniem roślin, organy podziemne krwiściągu lekarskiego i rdestu wężownika - pod koniec wegetacji roślin.

W celu określenia wydajności surowcowej poszczególnych gatunków, na wybranych stanowiskach przeprowadzono ponowny zbiór surowców (odrost), jeśli faza rozwojowa roślin na to pozwalała. Uzyskane surowce poddano ocenie chemicznej pod kątem zawartości związków odpowiedzialnych za ich aktywność biologiczną. Poniżej, ze względu na ograniczenia publikacyjne, przedstawiono wyniki dotyczące tylko jasnoty białej oraz opracowaną na ich podstawie kartę charakterystyki tego gatunku z praktycznymi wskazaniem dotyczącymi zasad zbioru i wydajności surowcowej jej stanowisk.

JASNOTA BIAŁA (*LAMIUM ALBUM* L.)

Jasnota biała to wieloletnia roślina z rodziny jasnotowatych, dorastająca do ok. 60 cm, o wzniesionych, słabo owłosionych pędach. Liście jasnoty podobne są do liści pokrzywy - długoogonkowe, jajowate, zastrzone, o nasadzie sercowatej, grubo piłkowane. Kwiatostan jest kłosokształtny, a biało-kremowe kwiaty zebrane w okółki w kątach liści, zakwitają stopniowo od dołu ku górze. Są one grzbieciste, dwuwargowe, gęsto owłosione, o widocznych ciemnych pylnikach. Jasnota biała rozrasta się łanowo dzięki licznie wytwarzanym podziemnym rozłogom. Jest rośliną pospolitą w całej Europie, rośnie powszechnie na żyznych, zasobnych w próchnicę, wilgotnych i cienistych stanowiskach: w zaroślach, na okrajkach leśnych, na łąkach, przy drogach i w pobliżu domostw. Z fitosocjologicznego punktu widzenia jasnota biała jest gatunkiem charakterystycznym dla związku *Aegopodion podagrariae*, w ramach klasy *Artemisietea vulgaris*. Są to naturalne i półnaturalne zbiorowiska okrajkowe występujące na żyznych siedliskach wilgotnych lub mokrych, w różnym stopniu zacienionych. Jako surowiec zielarski zbiera się kwiaty (*Flos Lamii albi*), a także, znacznie rzadziej ziele (*Herba lamii albi*). Surowce te zawierają głównie flawonoidy (ok.0,6%) m.in.: rutynę, kwercetynę, tilirozyd, izokwercytynę, a także śluzy, saponiny triterpenowe, irydoidy, aminy biogenne, garbniki i kwasy fenolowe. Zarówno kwiat jak i ziele jasnoty białej działają powlekająco, przeciwzapalnie i regenerująco na błony śluzowe. Mają także działanie przeciwkrwotoczne, uszczelniają ściany naczyń włosowatych i hamują mikrokrwawienia, głównie w obrębie narządów rodnych. Stosowane są w postaci mieszanek z innymi ziołami w chorobach kobiecych, a także w niezbyt górnych dróg oddechowych.

Jasnota biała kwitnie wiosną i wczesnym latem, najintensywniej w maju i czerwcu. Kwiaty (korony kwiatowe) zbiera się ręcznie, ostrożnie wyskubując je z kielicha. Należy robić to delikatnie, aby nie dopuścić do zgniecenia lub uszkodzenia surowca, po czym niezwłocznie wysuszyć. Kwiaty przetrzymywane nawet przez krótki okres po zbiorze ciemnieją, przez co szybko tracą jakość. Przy zbiorze kwiatów nie należy ścinać całych pędów, gdyż pozostawione na

roślinie wytwarzają nowe okółki. Zebrane w odpowiedni sposób i prawidłowo wysuszone kwiaty jasnoty białej mają biało-kremową barwę i swoisty zapach. Dobrej jakości surowiec pozbawiony jest kwiatów ściemniałych, nie zawiera także domieszek innych części rośliny.

W projekcie, do badań wytypowano 10 stanowisk naturalnych jasnoty białej (Tab.5, Fot. 1). Stanowiska te różniły się pod względem florystycznym, a także co do zajmowanej powierzchni (50-450 m²). Na większości z nich jasnota biała występowała w zacienionych, wilgotnych zaroślach, przy czym w Janowie, Wilanowie i Gródkach miały one charakter ruderalny. Na badanych stanowiskach jasnota rosła łąkowo, co wyrażało się w wysokiej ilościowości tego gatunku (4). Sucha masa kwiatów wahała się od 68,7 (ilościowość 2/3) do 746,3 g/10 m² (ilościowość 4) (Tab.6).

Zawartość związków fenolowych w kwiatach jasnoty białej była dość zróżnicowana i wynosiła odpowiednio: flawonoidów 0,16-0,28%, kwasów fenolowych 0,22-0,41%. Stosunkowo wysoką zawartością tych substancji (zarówno flawonoidów jak i kwasów fenolowych) wyróżniły się surowce zebrane ze stanowisk zlokalizowanych w województwie świętokrzyskim (Janów, Podłęże, Chwałowice) (Tab.7).

Tab. 5. Charakterystyka stanowisk naturalnych jasnoty białej.

stanowisko	koordynaty	typ stanowiska	powierzchnia	rośliny towarzyszące	ilościowość jasnoty
Żabieniec	N 52 03 145 E 021 02 428	zacienione, wilgotne zarośla przy stawie	450 m ²	brzoza brodawkowata, wierzba biała, bez czarny, pokrzywa zwyczajna, glistnik jaskótcze ziele, mniszek lekarski, babka lancetowata, babka zwyczajna	4
Piaseczno	N 52 04 019 E 021 02 075	okrajek nadrzecznych zarośli, wysoki brzeg rzeki	150 m ²	pokrzywa zwyczajna, glistnik jaskótcze ziele, jasnota purpurowa, mniszek lekarski, babka, trawy	4
Wilanów	N 52 10 180 E 021 05 234	zacienione stanowisko przy zabudowaniach gospodarczych	50 m ²	kasztanowiec zwyczajny, dąbrówka rozłogowa, trawy, babka zwyczajna, glistnik jaskótcze ziele, mniszek lekarski, pokrzywa zwyczajna	2/3
Kabaty	N 52 07 958 E 021 14 437	trawiaste zarośla, okrajek zagajnika	50 m ²	jarząb pospolity, dąb szypułkowy, babka zwyczajna, glistnik pospolity, brzoza brodawkowata, mniszek lekarski, krwawnik pospolity	3/4
Włochy	N 50 31 428 E 020 34 809	trawiaste zarośla przy brzegu lasu	50 m ²	mniszek lekarski, kobyłak, jaskier rozłogowy, pokrzywa zwyczajna, krwawnik pospolity, glistnik jaskótcze ziele, przytulia czepna, podagrycznik pospolity, olcha czarna, bez czarny	4
Janów	N 50 34 204 E 020 35 490	zacienione stanowisko ruderalne	50 m ²	glistnik jaskótcze ziele, pokrzywa zwyczajna, bez czarny, śliwa tarnina, krwawnik pospolity, babka zwyczajna, babka lancetowata	3
Podłęże	N 50 33 270 E 020 33 423	okrajek zagajnika	150 m ²	mniszek lekarski, babka zwyczajna, babka lancetowata, krwawnik pospolity, sosna zwyczajna, topola osika, leszczyna, glistnik jaskótcze ziele, dąb szypułkowy, bez czarny	4
Chwałowice	N 50 56 000 E 020 61 583	wilgotne zarośla przy rowie melioracyjnym	50 m ²	mniszek lekarski, szczaw kobyłak, krwawnik pospolity, siewki jesiony, bylica zwyczajna, marchew zwyczajna, babka zwyczajna, jaskier rozłogowy, pokrzywa zwyczajna	3
Zakłodzie	N 50 45 540 E 022 51 380	zacienione zarośla na skraju lasu mieszanego	350 m ²	pokrzywa zwyczajna, babka zwyczajna, mniszek lekarski, dąb szypułkowy, trawy	4
Gródki	N 53 13 496 E 020 02 013	wilgotne zarośla na brzegu rzeki	250 m ²	jasnota purpurowa, pokrzywa zwyczajna, glistnik jaskótcze ziele, babka zwyczajna, mniszek lekarski, bez czarny, trawy	4

Tab. 6. Wydajność stanowisk naturalnych z poletek o powierzchni 10 m².

stanowisko	poletko obserwacyjne	wysokość roślin (cm)	liczba pędów	% roślin zebranych	sucha masa kwiatów (g)
Żabieniec	a	30,5	2240	100	716,8
	b	30,0	2400	70	535,4
Piaseczno	a	32,5	1840	100	746,3
	b	31,0	1980	70	455,6
Wilanów	a	28,5	740	100	68,7
	b	28,0	840	70	45,6
Kabaty	a	32,1	2950	100	297,3
Włochy	a	30,5	2330	100	347,8
	b	30,0	2348	70	253,1
Janów	a	29,5	2140	100	353,2
	b	30,5	2000	70	278,5
Podłęże	a	30,0	1981	100	312,7
	b	30,0	2010	70	281,5
Chwałowice	a	31,0	2130	100	392,2
	b	30,5	2100	70	248,5
Zakłodzie	a	29,5	1985	100	415,0
Gródki	a	28,0	2010	100	375,2

Tab. 7. Zawartość związków fenolowych w kwiatach jasnoty białej.

stanowisko	zawartość flawonoidów (%)	zawartość kwasów fenolowych (%)
Żabieniec	0,21	0,30
Piaseczno	0,21	0,22
Wilanów	0,23	0,24
Kabaty	0,17	0,22
Włochy	0,25	0,29
Janów	0,28	0,34
Podłęże	0,26	0,41
Chwałowice	0,27	0,30
Zakłodzie	0,23	0,25
Gródki	0,16	0,29



Fot. 1. Przykładowe stanowisko jasnoty białej (stanowisko Zakłodzie)

Jasnota biała (*Lamium album* L.) – karta charakterystyki

Nazwy lokalne:	Głucha pokrzywa, martwa pokrzywa, pokrzywa biała
Rodzina:	Jasnotowate (<i>Lamiaceae</i>)
Opis rośliny:	Bylina dorastająca do ok. 60 cm wysokości, o wzniesionej, słabo owłosionej lub nagiej łodydze. Liście jasnoty podobne są do liści pokrzywy - długoogonkowe, jajowate, zaostrome, o nasadzie sercowatej, grubo piłkowane. Kwiatostan jest kłosokształtny, a biało-kremowe kwiaty zebrane w okółki w kątach liści, zakwitają stopniowo od dołu ku górze. Są one grzbieciste, dwuwargowe, gęsto owłosione, o widocznych ciemnych pylnikach.
Występowanie (typy stanowisk):	Jasnota biała rozrasta się w duże skupiska dzięki licznie wytwarzanym podziemnym rozłogom. Rośnie na wilgotnych i cienistych stanowiskach: w zaroślach, na okrajkach leśnych, na łąkach, przy drogach i w pobliżu domostw.
Surowiec:	Kwiaty (<i>Flos Lamii albi</i>)
Główne związki biologicznie czynne:	Flawonoidy (ok. 0,3%) m.in.: rutyna, kwercetyna, tilirozzyd, izokwercetyna, a także śluzy, saponiny triterpenowe, irydoidy, aminy biogenne, garbniki i kwasy fenolowe 0,2-0,4%.
Zbiór:	Surowcem są same korony kwiatowe. Należy je zbierać delikatnie i jak najszybciej rozłożyć do wysuszenia. Suszyć rozłożone cienką warstwą, bez dostępu światła słonecznego. Zbiór kwiatów prowadzić można przez 2 do 3 tygodni ponieważ pojawiają się one na pędach sukcesywnie.
Wydajność stanowisk:	kwiaty 0,1-0,7 kg s.m./10m ² (przy ilościowości 2-4)
Zagrożenia:	✓ nieprawidłowy zbiór surowca (ściananie całego zieleń), nadmierny zbiór



PODZADANIE 3

Szkolenia w zakresie pozyskiwania ekologicznych surowców zielarskich ze stanowisk naturalnych.

W roku 2018 przeprowadzono 4 szkolenia. Do ich przygotowania posłużyły wyniki badań z lat 2016-2018, uzyskane w ramach niniejszego tematu badawczego. Jedno z nich zorganizowano w Jastkowie w dn. 14 września. Było to seminarium szkoleniowe, uczestniczyło w nim 27 osób (przedstawiciele jednostek certyfikujących oraz Głównego- i Wojewódzkich Inspektoratów Jakości Handlowej Artykułów Rono-Spożywczych). Tematykę szkolenia przedstawiono poniżej:

Tytuł szkolenia: Ekologiczny zbiór roślin leczniczych ze stanowisk naturalnych – rutyna, zagrożenia, wyzwania

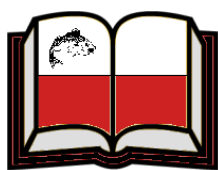
1. Fitosocjologiczne uwarunkowania występowania i zanikania roślin leczniczych na stanowiskach naturalnych.
2. Zbiór ekologiczny a ochrona gatunkowa roślin leczniczych.
3. Wybór stanowisk, techniki zbioru i wydajność surowcowa roślin w aspekcie zrównoważonego użytkowania stanowisk naturalnych roślin leczniczych.
4. Zagrożenia środowiskowe, w tym antropogeniczne i pozostałości w surowcach substancji niedozwolonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym.
5. Szkolenie zbieraczy i zasady ich współpracy z firmami zielarskimi.

Kolejne 2 szkolenia (warsztaty szkoleniowe) przeprowadzono w Świętokrzyskim Ośrodku Doradztwa Rolniczego w Modliszewicach (woj. świętokrzyskie). Odbły się one w dn. 11 września oraz 21 listopada. Uczestniczyli w nim pracownicy służby rolnej oraz zbieracze ziół (łącznie ponad 60 osób).

Temat warsztatów: Dziko rosnące rośliny lecznicze – ich ekologiczny zbiór i możliwość wykorzystania

1. Zróżnicowanie dziko rosnących roślin leczniczych
2. Stanowiska do ekologicznego zbioru surowców zielarskich
3. Zasady ekologicznego zbioru surowców zielarskich ze stanowisk naturalnych
4. Postępowanie pozbiornicze z surowcami zielarskimi
5. Czy należy wprowadzać rośliny dziko rosnące do uprawy, a jeżeli tak to w jaki sposób

Ponadto w dn. 28 listopada 2018r. odbyło się szkolenie, głównie dla pracowników punktów skupu ekologicznych surowców zielarskich, zorganizowane na terenie firmy Runo w Hajnówce.



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wydział Nauk o Zwierzętach

Samodzielny Zakład Ichtiobiologii, Rybactwa i Biotechnologii Akwakultury¹

Obiekt Stawowy Łąki Jaktorowskie RZD Żelazna SGGW w Warszawie²

Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu³

Katedra Roślin Warzywnych i Leczniczych

Wydział Medycyny Weterynaryjnej⁴

Katedra Patologii i Diagnostyki Weterynaryjnej

„Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Badania w zakresie optymalizacji warunków ekologicznego chowu karpia, z uwzględnieniem zasad wytwarzania ekologicznych mieszanek paszowych na poziomie gospodarstwa rolnego oraz zapobiegania i zwalczania występowania chorób i pasożytów”

Kierownik badania: dr inż. Mirosław Cieśla¹

Zespół badawczy:

dr inż. Jerzy Śliwiński, mgr inż. Robert Jończyk², prof. dr hab. Teresa Ostaszewska,

dr inż. Katarzyna Bączek³, dr Borys Błaszczak⁴, dr inż. Maciej Kamaszewski¹,

dr inż. Dobrochna Adamek¹

1. Wstęp i cel badań.

Celem badań realizowanych w roku 2018 w ramach tematu badawczego „*Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Badania w zakresie optymalizacji warunków ekologicznego chowu karpia, z uwzględnieniem zasad wytwarzania ekologicznych mieszanek paszowych na poziomie gospodarstwa rolnego oraz zapobiegania i zwalczania występowania chorób i pasożytów*” było kontynuowanie doświadczeń, ukierunkowanych na opracowanie i optymalizację biotechniki wychowu ekologicznego materiału obsadowego karpia oraz doskonalenie chowu ekologicznych karpia konsumpcyjnych w trzyletnim cyklu produkcji, poprzez jak najbardziej efektywne wykorzystanie dostępnych ekologicznych pasz, surowców i dodatków paszowych.

2. Teren badań.

Doświadczenia prowadzone były na terenie obiektu stawowego Łąki Jaktorowskie, należącego do Rolniczego Zakładu Doświadczalnego w Żelaznej, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Doświadczenia dotyczące ekologicznego chowu karpia prowadzone są w stawach doświadczalnych obiektu stawowego Łąki Jaktorowskie od 2011 roku.

Całość zaplecza naukowo-badawczego jak również biologicznego materiału obsadowego i stada tarłowe, jakie znajdują się na terenie obiektu stawowego Łąki Jaktorowskie, stanowią obecnie jedyną i unikatową w skali kraju bazę doświadczalną, umożliwiającą prowadzenie szeroko zakrojonych doświadczeń w zakresie ekologicznej stawowej akwakultury karpiowej w warunkach odpowiadających warunkom *stricte* produkcyjnym.

3. Materiał, metodyka i harmonogram badań.

Celem doświadczeń, zaplanowanych do wykonania w 2018 roku w ramach projektu „*Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Badania w zakresie optymalizacji warunków ekologicznego chowu karpia, z uwzględnieniem zasad wytwarzania ekologicznych mieszanek paszowych na poziomie gospodarstwa rolnego oraz zapobiegania i zwalczania występowania chorób i pasożytów*”, było zrealizowanie dwóch głównych zadań badawczych, w ramach których realizowano bardziej szczegółową tematykę.

Zadanie A) - DOSKONALENIE BIOTECHNIKI WYCHOWU MATERIAŁU OBSADOWEGO EKOLOGICZNYCH KARPİ,

w ramach którego realizowano dwa podzadania:

- **Podzadanie A1 – zastosowanie ekologicznych preparatów ziołowych do zwiększenia zdolności adaptacyjnych i odporności na choroby rocznego materiału obsadowego karpia,** w ramach którego przeprowadzono obserwacje dotyczące:
 - **A.1.1.** – wykorzystania ziół o działaniu grzybobójczym do przeprowadzania kąpiei profilaktycznych letniego narybku karpia, celem ograniczania ryzyka rozwoju pleśniawki, powstającej na skutek prac manipulacyjnych w trakcie odłowów i obsad

- **A.1.2.** – wykorzystania ziół o działaniu antystresowym do przeprowadzania kąpeli letniego narybku karpi, celem poprawy jego kondycji oraz zmniejszenia ryzyka zachorowań indukowanych stresem
 - **A.1.3.** – wykorzystanie ziół o działaniu immunostymulującym, podawanych w paszy, do wspierania układu immunologicznego narybku karpi
- **Podzadanie A2 – doskonalenie metodyki wychowu rocznego materiału obsadowego karpi, wyjściowego materiału do masowego chowu ekologicznych karpi konsumpcyjnych w skróconym cyklu produkcyjnym lub do wychowu dwuletniego materiału obsadowego,** w ramach którego przeprowadzono obserwacje dotyczące:
- **A.2.1.** – porównania efektywności dokarmiania narybku karpi paszą zbożową
 - podawaną przez cały sezon w postaci tradycyjnej śruty,
 - metodą kombinowaną – dokarmianie początkowe tradycyjnie śrutą, do osiągnięcia przez narybek masy 15-20g/szt., następnie paszą zbożową w postaci samodzielnie sporządzanego granulatu
 - poddaną procesowi granulacji we własnym zakresie w ramach gospodarstwa i podawanej narybkowi przez cały sezon, od samego początku dokarmiania
 - **A.2.2.** – porównanie efektów dokarmiania narybku ekologiczną mieszanką zbożową, suplementowaną makuchami z lnu w ilości 2% lub 5% dziennej dawki pokarmowej
 - podawaną przez cały sezon w postaci tradycyjnej śruty,
 - metodą kombinowaną – dokarmianie początkowe tradycyjnie śrutą, do osiągnięcia przez narybek masy 15-20g/szt., następnie paszą zbożową w postaci samodzielnie sporządzanego granulatu
 - poddaną procesowi granulacji we własnym zakresie w ramach gospodarstwa i podawanej narybkowi przez cały sezon, od samego początku dokarmiania
 - **A.2.3.** - porównanie efektów dokarmiania narybku ekologiczną mieszanką zbożową, suplementowaną łubinem w ilości 10%, 20% lub 50%
 - podawaną przez cały sezon w postaci tradycyjnej śruty,
 - metodą kombinowaną – dokarmianie początkowe tradycyjnie śrutą, do osiągnięcia przez narybek masy 15-20g/szt., następnie paszą zbożową w postaci samodzielnie sporządzanego granulatu
 - poddaną procesowi granulacji we własnym zakresie w ramach gospodarstwa i podawanej narybkowi przez cały sezon, od samego początku dokarmiania

Zadanie B) – DOSKONALENIE BIOTECHNIKI CHOWU EKOLOGICZNYCH KARPI KONSUMPCYJNYCH ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM DOBROSTANU RYB,

w ramach którego realizowano dwa podzadania:

- **Podzadanie B1 – porównanie wpływu zbóż skarmianych w postaci sypkiej oraz w postaci pasz granulowanych sporządzanych na poziomie gospodarstwa, na zdrowotność i ekonomiczne wyniki chowu ekologicznych karpi konsumpcyjnych w trzyletnim cyklu produkcyjnym**

- **Podzadanie B2 – ocena wpływu suplementacji pasz zbożowych ekologicznymi paszami białkowymi na zdrowotność i opłacalność produkcji ekologicznych karpí handlowych, odchowywanych w trzyletnim cyklu produkcyjnym**

4. Wyniki.

4.1. DOSKONALENIE BIOTECHNIKI WYCHOWU MATERIAŁU OBSADOWEGO EKOLOGICZNYCH KARPÍ.

Podzadanie A1 – zastosowanie ekologicznych preparatów ziółowych do zwiększenia zdolności adaptacyjnych i odporności na choroby rocznego materiału obsadowego karpí.

Ad A.1.1. Wykorzystania ziół o działaniu grzybobójczym do przeprowadzania kąpiei profilaktycznych letniego narybku karpí, celem ograniczania ryzyka rozwoju pleśniawki powstającej na skutek prac manipulacyjnych w trakcie odłowów i obsad

W tabeli 2 zestawiono wybrane wyniki produkcyjne jesienno narybku ekologicznych karpí, poddawane na etapie obsad narybkiem letnim kąpielom profilaktycznym w wyciągach ziółowych, mających na celu zwiększenie ich odporności na choroby wywoływane przez grzyby pleśniowe.

Poniżej przedstawiono oznaczenia grup doświadczalnych:

- Kontrola – kąpiele w czystej wodzie
- I – ruta 50ml/50l wody przez 3h
- II – ruta 100ml/50l wody przez 3h
- III – ruta 250ml/50l wody przez 3h
- IV – ruta 500ml/50l wody przez 3h
- V – ruta 50ml/50l wody przez 6h
- VI – ruta 100ml/50l wody przez 6h
- VII – ruta 250ml/50l wody przez 6h
- VIII – ruta 500ml/50l wody przez 6h
- IX – jeżówka 50ml/50l wody przez 3h
- X – jeżówka 100ml/50l wody przez 3h
- XI – jeżówka 250ml/50l wody przez 3h
- XII – jeżówka 500ml/50l wody przez 3h
- XIII – jeżówka 50ml/50l wody przez 6h
- XIV – jeżówka 100ml/50l wody przez 6h

- XV – jeżówka 250ml/50l wody przez 6h
- XVI – jeżówka 500ml/50l wody przez 6h
- XVII – mieszanka ziół 50ml/50l wody przez 3h
- XVIII – mieszanka ziół 100ml/50l wody przez 3h
- XIX – mieszanka ziół 250ml/50l wody przez 3h
- XX – mieszanka ziół 500ml/50l wody przez 3h
- XXII – mieszanka ziół 50ml/50l wody przez 6h
- XXII – mieszanka ziół 100ml/50l wody przez 6h
- XXIII – mieszanka ziół 250ml/50l wody przez 6h
- XIV – mieszanka ziół 500ml/50l wody przez 6h

Tabela 2. Wyniki wychowu jesiennego narybku ekologicznych karp, w nawiązaniu do metodyki profilaktycznych kąpiele letniego narybku w wyciągach ziołowych (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy)

Grupa	Parametr hodowlano-produkcyjny				
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN/kg ryb)
Kontrola	15,5	135	405	1,8	1,8
I	20,0	129	558	1,8	1,8
II	17,5	131	404	2,0	2,0
III	17,5	118	381	2,1	2,1
IV	20,0	123	558	2,0	2,0
V	17,5	128	399	2,2	2,2
VI	15,0	123	350	2,2	2,2
VII	20,0	130	575	2,1	2,1
VIII	17,5	141	421	2,3	2,3
IX	17,5	119	383	2,1	2,1
X	20,0	130	575	1,9	1,9
XI	17,5	122	389	2,1	2,1

XII	20,0	136	594	2,4	2,4
XIII	15,0	138	357	2,2	2,2
XIV	20,0	128	570	1,8	1,8
XV	17,5	131	404	1,8	1,8
XVI	20,0	125	562	1,9	1,9
XVII	20,0	133	582	2,0	2,0
XVIII	15,0	131	347	2,2	2,2
XIX	17,5	128	399	2,1	2,1
XX	17,5	139	418	2,0	2,0
XXI	17,5	124	404	2,0	2,0
XXII	15,0	119	324	2,2	2,2
XXIII	17,5	113	382	2,1	2,1
XXIV	15,0	123	352	2,2	2,2

Uzyskane wyniki wychowu jesiennego narybku ekologicznych karp, odchowywanego w oparciu o letni narybek oddawany kąpielom mającym uodparniać go na choroby związane z manipulacjami, nie wykazały, aby działania te miały jakiś istotny i wyraźny wpływ na uzyskiwane wyniki produkcyjne.

Przeżywalność we wszystkich grupach doświadczalnych była niska, zawierała się w przedziale 15% - 20%. W grupie kontrolnej, która poddana została kąpeli w czystej wodzie i wszystkim manipulacjom z tym związanym, przeżywalność narybku była najniższa, wyniosła jedynie 15%. Była to także grupa, w której uzyskano jedną z najniższych produkcji z jednostki powierzchni. W przypadku narybku poddawanego kąpielom obserwowano z reguły nieco wyższą przeżywalność, przy czym wartości te nie były wyższe a niżeli 5% w stosunku do grupy kontrolnej. Zaobserwowano to przede wszystkim w przypadku zastosowania kąpeli narybku letniego w odwarach z ruty i jeżówki.

Wielkość odławianego narybku jesiennego była bardzo duża, w każdej z grup doświadczalnych przekraczała 100 gramów. W niektórych przypadkach były to ryby o masie 140g/szt, czyli wielkości dwuletniego materiału obsadowego. Tak wysokie przyrosty jesiennego narybku spowodowane były niską przeżywalnością oraz przekarmianiem obsady, pomimo, że w trakcie cyklu produkcyjnego starano się rejestrować wszystkie padłe sztuki.

Odłowiony narybek jesienny karp cechowały się w miarę dobrymi ogólnymi wynikami badań ichtiopatologicznych. U wszystkich ryb stwierdzono w posiewach obecność bakterii, pasożytów zewnętrznych na skórze i skrzelach oraz zrosty wewnątrz jamy ciała w narządach, co wskazuje na przebyte zachorowania.

Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w wartościach wybranych parametrów hematologicznych krwi, co pozwala wnioskować, że zabiegi kąpiei w naparach/odwarach w wytypowanych surowcach ziołowych nie miały długotrwałego efektu na organizm jesiennego narybku ekologicznych karpi. Ilustruje to poniższa tabela 3. Na podstawie uzyskanych wyników można domniemywać, że przeszły one zbliżony proces najpierw przechorowania, a następnie rekonwalescencji.

Tabela 3. Wyniki wybranych parametrów hematologicznych jesiennego narybku ekologicznych karpi, w nawiązaniu do metodyki profilaktycznych kąpiei letniego narybku w odwarach/naparach ziołowych.

Grupa	Parametr hematologiczny			
	Hematokryt	Ceruloplazmina (IU)	Białko og. (g/l)	Gammaglobuliny (g/l)
Kontrola	35	51,5	22,3	5,01
I	33	55,3	23,4	4,22
II	33	57,4	22,8	4,74
III	35	59,8	22,2	4,12
IV	32	52,3	23,0	4,66
V	29	51,5	22,3	5,13
VI	31	52,7	21,8	4,88
VII	30	53,6	25,3	4,77
VIII	31	55,5	24,0	4,13
IX	32	53,3	22,8	4,13
X	31	48,7	21,3	4,78
XI	32	57,8	22,5	4,44
XII	31	55,7	26,0	5,12
XIII	30	62,3	23,4	4,77
XIV	32	53,8	23,4	4,67
XV	31	54,7	22,0	4,35
XVI	31	52,3	22,1	4,72
XVII	33	54,3	23,7	5,33
XVIII	31	52,2	23,4	4,78

XIX	32	50,8	22,5	4,37
XX	32	51,1	25,3	4,77
XXI	33	54,9	24,7	4,31
XXII	34	53,5	22,7	4,23
XXIII	32	49,6	25,1	4,56
XXIV	31	52,9	24,3	4,76

A.1.2. Wykorzystania ziół o działaniu antystresowym do przeprowadzania kąpeli letniego narybku karpia, celem poprawy jego kondycji oraz zmniejszenia ryzyka zachorowań indukowanych stresem.

Wyniki badań dotyczących wpływu kąpeli letniego narybku karpia, obsadzanego na narybek jesienny, w naparach/odwarach z surowców ziołowych mających działanie antystresowe przedstawiono w tabeli 4.

Poniżej przedstawiono także rodzaje wykorzystanych ziół oraz stężenia i czas kąpeli narybku letniego w poszczególnych surowcach ziołowych.

Ze względu na bardzo dużą liczebność grup doświadczalnych oraz niewielkie zróżnicowanie ($\pm 5\%$) pomiędzy nimi w zakresie stężenia zastosowanego do kąpeli surowca ziołowego, celem większej przejrzystości danych zestawiono w tabeli uśrednione wyniki dla stężeń danego surowca w kąpeli trzygodzinnej lub sześciogodzinnej

- Kontrola – kąpiele w czystej wodzie

- I – melisa + kozłek 50ml/50l wody przez 3h
- II – melisa + kozłek 100ml/50l wody przez 3h
- III – melisa + kozłek 250ml/50l wody przez 3h
- IV – melisa + kozłek 500ml/50l wody przez 3h

- 1 - średnia dla grup I-IV

- V – melisa + kozłek 50ml/50l wody przez 6h
- VI – melisa + kozłek 100ml/50l wody przez 6h
- VII – melisa + kozłek 250ml/50l wody przez 6h
- VIII – melisa + kozłek 500ml/50l wody przez 6h

- 2 – średnia dla grup V-VIII

- IX – jeżówka 50ml/50l wody przez 3h
- X – jeżówka 100ml/50l wody przez 3h

- XI – jeżówka 250ml/50l wody przez 3h
- XII – jeżówka 500ml/50l wody przez 3h
- 3 – średnia dla grup IX - XII**
- XIII – jeżówka 50ml/50l wody przez 6h
- XIV – jeżówka 100ml/50l wody przez 6h
- XV – jeżówka 250ml/50l wody przez 6h
- XVI – jeżówka 500ml/50l wody przez 6h
- 4 – średnia dla grup XIII - XVI**
- XVII – traganek 50ml/50l wody przez 3h
- XVIII – traganek 100ml/50l wody przez 3h
- XIX – traganek 250ml/50l wody przez 3h
- XX – traganek 500ml/50l wody przez 3h
- 5 – średnia dla grup XVII - XX**
- XXI – traganek 50ml/50l wody przez 6h
- XXII – traganek 100ml/50l wody przez 6h
- XXIII – traganek 250ml/50l wody przez 6h
- XXIV – traganek 500ml/50l wody przez 6h
- 6 – średnia dla grup XXI - XXIV**
- XXV – Saposhnikovia divaricata 50ml/50l wody przez 3h
- XXVI – Saposhnikovia divaricata 100ml/50l wody przez 3h
- XXVII – Saposhnikovia divaricata 250ml/50l wody przez 3h
- XXVIII – Saposhnikovia divaricata 500ml/50l wody przez 3h
- 7 – średnia dla grup XXV - XXVIII**
- XXIX – Saposhnikovia divaricata 50ml/50l wody przez 6h
- XXX – Saposhnikovia divaricata 100ml/50l wody przez 6h
- XXXI – Saposhnikovia divaricata 250ml/50l wody przez 6h
- XXXII – Saposhnikovia divaricata 500ml/50l wody przez 6h
- 8 – średnia dla grup XXIX – XXXII**

Tabela 4. Wyniki wychowu narybku jesiennego karpia w nawiązaniu do metodyki profilaktycznych kąpiei narybku letniego w wyciągach ziołowych o działaniu antystresowym (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy)

Grupa	Parametr hodowlano-produkcyjny				
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN/kg ryb)
Kontrola	18,5	135	435	1,8	1,8
1	20,1	120	478	1,8	1,8
2	18,5	120	471	1,7	1,7
3	20,0	128	496	1,7	1,7
4	22,0	122	519	1,8	1,8
5	21,5	125	530	1,5	1,5
6	18,5	126	468	1,8	1,8
7	20,0	127	489	1,7	1,7
8	21,5	121	507	1,8	1,8

Podobnie, jak w przypadku kąpiei narybku letniego w naparach/odwarach w surowcach ziołowych o działaniu antygrzybicznym, również kąpiele w ziołach o działaniu antystresowym nie przyniosły zdecydowanej poprawy przeżywalności narybku jesiennego ekologicznych karpia. Potwierdzają to zarówno wyniki produkcyjne, jak również wyniki wybranych parametrów hematologicznych krwi jesiennego ekologicznego narybku karpia.

W stosunku do grupy kontrolnej zaobserwowano niewielką poprawę przeżywalności w przypadku zastosowania kąpiei w wyciągu wodnym z jeżówki, traganka i Saposhnikovii, przy czym różnice te były niewielkie i nie przekraczały 5%. Nie mniej jednak, w przypadku jeżówki i Saposhnikovii były to grupy, w których uzyskano najwyższą produkcję w przeliczeniu na jednostkę powierzchni.

A.2. Doskonalenie metodyki wychowu rocznego materiału obsadowego karpia, wyjściowego materiału do masowego chowu ekologicznych karpia konsumpcyjnych w skróconym cyklu produkcyjnym lub do wychowu dwuletniego materiału obsadowego.

A.2.1. Porównania efektywności dokarmiania narybku karpi paszą zbożową:

- podawaną przez cały sezon w postaci tradycyjnej śruty,
- metodą kombinowaną – dokarmianie początkowe tradycyjnie śrutą, do osiągnięcia przez narybek masy 15-20g/szt., następnie paszą zbożową w postaci samodzielnie sporządzanego granulatu
- poddaną procesowi granulacji we własnym zakresie w ramach gospodarstwa i podawanej narybkowi przez cały sezon, od samego początku dokarmiania.

Wyniki wychowu narybku jesiennego karpi dokarmianego paszami zbożowymi podawanymi w tradycyjnej sypkiej postaci, metodą kombinowaną - łączoną tj. początkowo dokarmianie samą śrutą, a następnie własnym granulem oraz w formie granulatu wytwarzanego bezpośrednio w gospodarstwie przedstawiono w poniższej tabeli 5. Oznaczenia grup doświadczalnych:

- I – pasza sypka
- II – metoda kombinowana (pasza sypka + granulaty)
- III – pasza granulowana

Tabela 5. Wyniki hodowlano-produkcyjne narybku jesiennego karpi dokarmianego śrutą zbożową podawaną w postaci sypkiej, metodą kombinowaną oraz w postaci granulatu sporządzanego w gospodarstwie. (oznaczenia symboli: S – przeżywalność, g/szt. – średnia masa jednostkowa, P – produkcja, f gosp. – współczynnik pokarmowy gospodarczy).

Grupa	Parametr hodowlano-produkcyjny				
	S (w %)	g/szt.	P (kg/ha)	f gosp.	Koszt paszy (PLN/kg ryb)
I	17,5	115	405	1,8	1,8
II	20,0	132	617	1,6	1,7
III	20,0	118	472	1,8	2,0

We wszystkich grupach doświadczalnych uzyskano bardzo niską przeżywalność narybku. Nie przekroczyła ona 20%, co, niestety jest zgodne z wcześniej dotychczas opisanymi wynikami badań przeprowadzonych w 2018 roku na narybku. Podobnie jak podawanie ziół, również dokarmianie karpi granulem nie wpłynęło istotnie na poprawę wyników produkcyjnych ekologicznego jesiennego narybku karpi.

Najlepsze wyniki produkcyjne uzyskano w grupie II, w której zastosowano łączony – kombinowany sposób dokarmiania karpi. W grupie tej narybek przez pierwsze sześć tygodni dokarmiany był śrutą zbożową, którą zastąpiono zbożem w postaci samodzielnie sporządzanego granulatu, wykonanego przy użyciu matrycy o oczkach 2mm. Wydaje się, że metoda ta pozwala na

uzyskiwanie lepszych przyrostów jednostkowych i większej produkcji tak w stosunku do samego zboża jak i dokarmiania letniego narybku własnym granulatem od samego początku żywienia. Sporządzanie samodzielne granulatów o wielkości mniejszej niż 2mm jest bardzo trudne, natomiast granulaty o wielkości peletek 2mm jest „osiągalny” dla narybku o masie jednostkowej ok. 20g/szt i więcej. Wielkość taką narybek osiąga dopiero po około miesiącu wzrostu na przesadkach II, co oznacza, że przez ten okres zadawany własny granulaty był dla narybku nieosiągalny – był zbyt duży. Przejście na dokarmianie własnym granulatem po początkowym dokarmianiu śrutą sprawiło, że narybek od początku miał dostęp do paszy, a następnie wykorzystany został pozytywny efekt stosowania granulatu, dzięki czemu uzyskano wynik końcowy lepszy niż w stosunku do karmy zbożowej podawanej cały sezon w postaci śruty lub w postaci granulatu.

4.2.B Doskonalenie biotechniki chowu ekologicznych karpí konsumpcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem dobrostanu ryb.

Ad B.1. Porównanie wpływu skarmiania zbóż w postaci sypkiej oraz w postaci pas zgranulowanych sporządzanych na poziomie gospodarstwa na zdrowotność i ekonomiczne wyniki chowu ekologicznych karpí konsumpcyjnych w trzyletnim cyklu produkcyjnym.

W poniższej tabeli 6 zestawiono wyniki produkcyjne trzyletniej ekologicznej handłówki karpí, do dokarmiania której wykorzystano pszenżyto, jęczmień oraz kukurydzę, skarmiane w postaci płatków lub też w postaci granulatu sporządzanego bezpośrednio w gospodarstwie.

Wyniki chowu ekologicznych karpí w trzyletnim cyklu produkcyjnym w 2018 roku potwierdzają słuszność założenia, że tylko w trzyletnim cyklu produkcyjnym możliwe jest uzyskanie karpí o masie oczekiwanej przez konsumentów. Niemal we wszystkich grupach żywieniowych końcowa masa odłowionych ekologicznych karpí konsumpcyjnych wyniosła co najmniej półtora kilograma. Wyjątek stanowiła handłówka dokarmiana granulowaną kukurydzą, przy czym wielkość 1282g/szt można zaliczyć do minimum, jakiego wymagają obecnie konsumenci karpí.

Tabela 6. Wpływ rodzaju zboża oraz formy jego skarmiania (pasza sypka lub granulaty produkowane sposobem gospodarczym) na wybrane wyniki produkcyjne trzyletnich ekologicznych karpie konsumpcyjnych. (S – przeżywalność obsady, Δk_c – końcowa masa jednostkowa, P – produkcja w przeliczeniu na 1ha stawu, f – gospodarczy współczynnik pokarmowy skarmianej paszy, F – współczynnik kondycji Fultona).

Rodzaj karmy	S w %	Δk_c w g/szt.	P w kg/ha	f kg paszy/kg ryb	Koszt paszy zł/kg ryb	F
zboża w postaci sypkiej						
pszenżyto	83	1666	1383	2,2	2,2	2,1
jęczmień	75	1649	1237	2,1	2,5	2,2
Kukurydza	75	1461	1096	2,2	2,6	1,8
zboża w postaci granulowanej						
pszenżyto	92	1458	1341	2,2	2,5	2,0
jęczmień	85	1722	1392	2,1	2,7	2,1
kukurydza	80	1282	1062	2,1	2,8	2,1

Przeprowadzone doświadczenia potwierdzają wcześniejsze obserwacje, że skarmianie pasz w postaci granulatu korzystnie wpływa na zdrowotność karpie. W grupach dokarmianych zbożami w postaci granulatu sporządzanego na poziomie gospodarstwa przeżywalność obsady była o 5-10% wyższa a niżeli w przypadku skarmiania zbóż w postaci sypkiej tj. płatków. Wyniki badań ichtiopatologicznych przeprowadzonych po zakończeniu doświadczeń pozwoliły stwierdzić, że ogólny stan zdrowotny odłowionych karpie był dobry, chociaż we wszystkich grupach doświadczalnych stwierdzono w posiewach obecność bakterii z grupy *Aeromonas*. Zjawisko to nie powinno dziwić ze względu na wcześniej opisane warunki środowiskowe, w jakich karpie bytowały niemal przez cały sezon. Natomiast kondycję karpie należy ocenić jako dobrą, ponieważ współczynnik kondycji Fultona (F) wynosił co najmniej 2, co wskazuje na dobre odżywienie i ogólny stan ryb.

Zaskakujący jest natomiast wynik w zakresie przyrostów jednostkowych. W przeciwieństwie do ubiegłych lat, we wszystkich grupach żywieniowych końcowa masa ryb dokarmianych zbożem w postaci granulatu sporządzanych na poziomie gospodarstwa nie była zdecydowanie wyższa a niżeli w przypadku skarmiania tych samych zbóż w postaci płatków. Jest to wynik odmienny od dotychczas osiągniętych, w przypadku badań przeprowadzonych w ostatnich latach tak na narybku jak i dwuletniej handlowce karpie.

Zdecydowanie gorsze niż w dotychczasowych badaniach były wyniki w zakresie zużycia pasz i kosztów z tym związanych. W przypadku wszystkich grup żywieniowych stwierdzono wyraźne „przekarmienie” obsady, ponieważ we wszystkich grupach doświadczalnych współczynnik pokarmowy gospodarczy przekroczył dwa. Tym samym koszt zużytej karmy również był bardzo wysoki i, poza pszenżytem w postaci sypkiej, przekroczył 2,5zł na jeden kilogram wyprodukowanych trzyletnich karpie

konsumpcyjnych. Wyniki te spowodowane były z pewnością anormalnymi warunkami hydrologicznymi i termicznymi, jakie wystąpiły w 2018 roku.

Potwierdziły się natomiast dotychczasowe obserwacje, że proces granulacji ma pozytywny wpływ na skład chemiczny mięsa karpia dokarmianych zbożami w takiej postaci. Ilustrują to poniższe tabele 7 i 8.

Tabela 7. Skład chemiczny mięsa trzyletnich karpia ekologicznych, żywionych tradycyjnymi paszami zbożowymi skarmianymi w postaci sypkiej lub w postaci granulatu

Rodzaj zboża	Białko	Tłuszcz	Popiół
zboże w postaci sypkiej			
pszenżyto	16,3	4,91	1,02
jęczmień	16,6	4,72	1,12
kukurydza	15,8	4,90	1,10
zboże w postaci granulowanej			
pszenżyto	16,5	4,72	1,01
jęczmień	16,8	4,18	1,14
kukurydza	16,0	4,78	1,08

Tabela 8. Wpływ rodzaju zboża oraz sposobu przygotowania paszy (sypka lub granulatu) na profil kwasów tłuszczowych mięsa trzyletnich ekologicznych karpia konsumpcyjnych.

Rodzaj karmy	SFA	MUFA	PUFA (n-6)	PUFA (n-3)	ΣPUFA	n-3/n-6
zboża w postaci sypkiej						
pszenżyto	26,5	48,3	10,4	6,8	17,2	0,65
jęczmień	31,0	50,5	10,6	6,0	16,6	0,57
kukurydza	25,7	49,1	18,5	4,5	23,0	0,24
zboża w postaci granulowanej						
pszenżyto	26,4	48,3	10,8	7,5	18,3	0,69
jęczmień	30,3	49,7	11,0	6,7	17,7	0,61
kukurydza	23,3	51,0	17,5	5,1	22,6	0,29

Skarmianie zbóż w postaci granulatu sporządzanego na poziomie gospodarstwa miało korzystny wpływ na skład chemiczny ekologicznych karpia trzyletnich oraz profil kwasów tłuszczowych

w ich mięsie. Wzrosła zawartość białka przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości tłuszczu w tuszce. U karpia dokarmianych zbożami w postaci granulowanej zmniejszyła się również zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych, zwiększył się natomiast udział kwasów wielonienasyconych, szczególnie kwasów o udokumentowanym działaniu prozdrowotnym, z grupy n-3. W rezultacie zwiększył się stosunek kwasów n-3/n-6, co wskazuje, że mięso karpia dokarmianych zbożami w postaci granulatu posiadało lepsze walory prozdrowotne.

5. Uwagi o ekonomicznej efektywności chowu oraz podsumowanie.

Podsumowując całość wyników doświadczeń uzyskanych w roku 2018, dotyczących stosowania ziół o działaniu potencjalnie uodparniającym ryby na choroby jak również różnorodne strategie żywienia narybku jesiennego karpia można stwierdzić, że działania te nie przyniosły zdecydowanie pozytywnych efektów ekonomicznych w warunkach pogodowo-hydrologicznych tak skrajnie odbiegających od normy, jak miało to miejsce w sezonie 2018.

Pośród surowców ziołowych wytypowanych do wspierania odporności jesiennego narybku karpia na choroby, związane zarówno z manipulacjami w okresie obsad narybkiem letnim jak i w trakcie cyklu produkcyjnego, nie uzyskano zdecydowanej poprawy wyników produkcyjnych jak i opłacalności produkcji.

Zarówno kąpiele narybku letniego w trakcie jego obsad do przesadek II jak i późniejsze podawanie surowców ziołowych w paszy w trakcie dalszego podchowu nie wpłynęły na poprawę przeżywalności karpia. Zaobserwowane pod koniec czerwca śnięcia narybku trwały niemal przez cały sezon. W początkowej fazie miały charakter dość gwałtownych ubytków, w dalszej części sezonu było to tzw. „kapanie”, czyli upadki pojedynczych sztuk w trakcie niemal całego cyklu produkcyjnego aż do połowy września.

W roku 2017, realizując doświadczenia dotyczące wpływu kąpieli narybku letniego karpia w wytypowanych surowcach ziołowych na późniejsze wyniki produkcyjne, uzyskano bardzo złe końcowe wyniki doświadczeń. Przeżywalność narybku wyniosła kilka procent, w kilku przypadkach straty wyniosły 100%.

W roku 2018 przeżywalność narybku poddawanego kąpielom w naparach/odwarach z surowców ziołowych była lepsza, wyniosła 15-20%. Ale i tak należy ocenić ją jak bardzo niską – powinna zawierać się w przedziale 50-60%. Warto jednak zwrócić uwagę, że podobnie niską przeżywalność uzyskano we wszystkich innych doświadczeniach, realizowanych w 2018 roku w obiekcie Łąki Jaktorowskie w 2018 roku, na narybku jesiennym. Można na tej podstawie wnioskować, że przyczyną złych wyników doświadczeń nie były surowce ziołowe, ale skrajnie niekorzystne dla narybku warunki środowiskowe, na które hodowcy karpia nie mają żadnego wpływu. Nie mniej jednak praktyczny wniosek, bardzo istotny, jest taki, że, w warunkach pogodowych takich, jakie miały miejsce w 2018 roku, stosowanie surowców ziołowych w postaci kąpieli jak i dodatków do paszy nie uchroni obsady przed chorobami i śnięciami. Z praktycznego punktu widzenia celowość takich działań staje pod znakiem zapytania. Nie zaobserwowano ani lepszej przeżywalności obsady ani też lepszej ekonomicznej opłacalności produkcji. Co więcej, w warunkach produkcyjnych kąpiele narybku i suplementowanie paszy ziołami wymagać będzie poniesienia dodatkowych kosztów, co w efekcie może obniżyć opłacalność chowu narybku jesiennego. Podobne uwagi odnieść można do strategii żywienia ekologicznego jesiennego narybku karpia paszą suplementowaną mieszankami ziołowymi – przeprowadzone działania nie przyniosły wyraźnej poprawy wyników produkcyjnych i ekonomicznych.

Poważnym utrudnieniem w „domowej” produkcji granulatu dla narybku jest rudność w uzyskaniu partykuł o wielkości ok 1mm, które byłyby dostępne dla narybku letniego odławianego z przesadek I i obsadzanego do przesadek II. Wdrożenie kombinowanej metody dokarmiania, polegającej na początkowym żywieniu śrutą, a po ok 6 tygodniach przejście na dokarmianie własnym granulatem o średnicy 2mm wydaje się być optymalnym rozwiązaniem. W roku 2018, sezonie dotychczas wielokrotnie już określanym jako anormalny, nie stwierdzono, aby dzięki stosowaniu granulatu uzyskano lepszą przeżywalność obsady i/lub lepsze wyniki ekonomiczne. Dotychczas efekt taki stwierdzano kilkakrotnie i dotyczyło to wszystkich grup wiekowych ekologicznych karpia.

Nie mniej jednak, w przypadku wszystkich doświadczeń zrealizowanych w 2018 roku na jesiennym narybku karpia dało się stwierdzić, że zarówno zastosowanie ziół jak również procesu granulacji w celu sporządzania pasz miało niewielki pozytywny wpływ na uzyskiwane wyniki produkcyjne. Wyrażał się on z reguły niewielkimi korzyściami – przeżywalnością wyższą nie więcej niż 5%, czy też niższymi kosztami skarmionej paszy o 10-15gr/kg narybku. Hodowcy powinni mieć świadomość, że tą drogą można osiągnąć niewielką korzyść, a od ich decyzji zależeć powinno, czy podejmą takie działania czy też nie.

Wyniki produkcyjne trzyletniej ekologicznej handlowki karpia wykazały, że w niesprzyjających warunkach środowiskowych, lepsze pod względem ekonomicznym wyniki uzyskano w przypadku skarmiania zbóż w postaci sypkiej a niżeli granulatu. Należy podkreślić, że wyniki te uzyskano w 2018 roku w stawach doświadczalnych obiektu Łąki Jaktorowskie, gdy deficyt wody wyniósł ponad 75% stanu normalnego. Przez okres trzech miesięcy w ogóle nie było opadów, średniodobowa temperatura wody osiągała wartości 25°C, przy maksymalnych wartościach dochodzących do 30°C. Zawartość tlenu w wodzie spadała do wartości krytycznych nawet dla karpia.

Powyższe warunki środowiskowe spowodowały konieczność początkowo ograniczania a następnie okresowego całkowitego zaprzestawania dokarmiania ryb. Ponadto, karpie bały się żerować na płytkiej wodzie. W takich warunkach nieznacznie korzystniejsze wyniki uzyskano skarmiając zboża w postaci płatkowanej. Można przypuszczać, że punktowo podawana pasza w granulach była łatwiej wyjadana („podkradana”) przez zwierzęta wyjadające karmę karpom. Jest to istotne stwierdzenie, które, w przypadku wystąpienia takich warunków środowiskowych, umożliwi uniknięcie strat na najdroższym z komponentów produkcji, jakim jest pasza. Zmiana strategii żywieniowej i okresowe przejście z dokarmiania granulatem na płatki umożliwi zmniejszenie nakładów na karmę i tym samym będzie mieć korzystny wpływ na opłacalność chowu.

Stwierdzono również, że w opisanych powyżej warunkach środowiskowych suplementacja pszenżyta, jęczmienia lub kukurydzy paszą białkową, w postaci łubinu, może wpływać negatywnie na opłacalność chowu trzyletnich karpia ekologicznych. Dodatek łubinu nie powinien wynosić więcej a niżeli 10% dziennej dawki pokarmowej. Przy takim poziomie suplementacji może wystąpić nieznaczne obniżenie przeżywalności karpia, ale jednocześnie jednostkowe przyrosty ryb są znacząco wyższe. Dzięki temu produkcja jest o około 10-15% wyższa w stosunku do dokarmiania samym zbożem. Jeżeli dodatek łubinu zwiększony zostanie do 20% wówczas przyrosty karpia są wyższe nawet o 20-30% w stosunku do samego zboża, jednakże przy jednocześnie przeżywalności obniżonej o kilkanaście procent. W efekcie znaczne ubytki sztuk nie są rekompensowane większymi przyrostami jednostkowymi, co powoduje wzrost nakładów na skarmianą paszę ze względu na znaczny udział w diecie drogiego ekologicznego łubinu, zmniejszenie produkcji i w efekcie zmniejszenie opłacalności chowu

W roku 2018 potwierdziły się obserwacje z poprzednich lat, że proces granulacji pasz ma wyraźnie pozytywny wpływ na skład chemiczny mięsa ekologicznych karp. Trzyletnie karpie handlowe dokarmiane zbożem w postaci granulatu produkowanego na poziomie gospodarstwa miały mniejszą zawartość tłuszczu w mięsie oraz lepszy, bardziej prozdrowotny, profil kwasów tłuszczowych. Są to cechy bardzo ważne marketingowo. Mogą być wykorzystane do budowania wizerunku karp ekologicznych nie tylko, jako żywności zdrowej i wytworzonej z poszanowaniem środowiska, ale funkcjonalnej, mającej istotnie pozytywny wpływ na ludzkie zdrowie. Niestety, w chwili obecnej trudno oczekiwać, że konsumenci ekologicznych karp zdecydują się płacić więcej tylko dlatego, że ich mięso cechuje się nieco wyższą zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z grupy n-3. O cenie karp decydują bowiem głównie przyzwyczajenia konsumentów i kojarzenie karp z Wigilią Bożego Narodzenia.

Przeprowadzone dotychczas doświadczenia z zakresu chowu ekologicznych karp konsumpcyjnych dają naukowo potwierdzone podstawy do tego, aby zacząć promowanie certyfikowanych ekologicznych karp, spełniających wszelkie cechy żywności funkcjonalnej. Poprzez działania marketingowe wytworzyć nową jakość i nową markę i tym samym wpływać na cenę takich ryb, aby ekologiczny chów karp był produkcją bardziej opłacalną.

Podsumowując, uzyskane w roku 2018 wyniki doświadczeń dotyczące stosowania w ekologicznej produkcji karp surowców ziółowych, wprowadzenia procesu granulacji skarmianych pasz na poziomie gospodarstwa oraz wzbogacania węglowodanowych pasz zbożowych wysokobiałkowym łubinem są zachęcające i pozwalają wstępnie określić, że procedury takie powinny być zalecane i stosowane ekologicznych obiektach karpowych. Wyniki te wymagają jednak weryfikacji ze względu na szczególnie nietypowe dla stawowej produkcji karpowej warunki pogodowe, jakie wystąpiły w 2018 roku.

Adres do korespondencji: mirosław_ciesła@sggw.pl.

Ze względu na ograniczoną objętość materiałów przeznaczonych do publikacji, w niniejszym sprawozdaniu zawarto wybrane fragmenty opisu uzyskanych wyników. Pełne sprawozdanie z badań, zrealizowanych w ramach zadania badawczego w 2018, roku znajduje się na stronie internetowej: <http://pir.sggw.pl/karp.html>



Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi:

Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w celu poprawy cech i parametrów sensorycznych produktów przetwórstwa owoców i warzyw ekologicznych z uwzględnieniem zachowania składników odżywczych otrzymanych produktów

Realizacja projektu:

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności,
Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności
ul. Nowoursynowska 159c
02-776 Warszawa

Kierownik zadania: prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska

Wykonawcy:

Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności

prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska – kierownik Zakładu
dr inż. Dorota Zielińska
dr inż. Aleksandra Szydłowska
dr inż. Katarzyna Neffe – Skocińska
dr inż. Monika Trząskowska
dr inż. Anna Łepecka
mgr inż. Joanna Dziubińska
dr inż. Anna Okoń - IBPRS
dr inż. Katarzyna Marciniak-Łukasiak – Wydział Nauk o Żywności SGGW w Warszawie

Spółdzielnia „BIO-POLSKA” w Dukli

ul. Nadbrzeźna 1, 38-450 Dukla
Badania realizowano w Jednostkach będących wykonawcami projektu.
Część analiz wykonano w laboratoriach akredytowanych:
J.S. Hamilton Polska S.A.

Badania i wdrożenia przeprowadzone w roku 2018 stanowią kontynuację prac badawczych wykonanych w roku 2017 przez zespół projektowy. Opracowano wtedy skład i technologię wytwarzania produktów wysokobiałkowych w postaci batonu, z przeznaczeniem dla osób aktywnych fizycznie i dbających o zdrowie, z wykorzystaniem surowców ekologicznych tj. koncentratu białek serwatkowych, prebiotyku inuliny i dodatków prozdrowotnych (suszone i liofilizowane owoce i orzechy). Jako źródło białka zastosowano koncentrat białek serwatkowych ze względu na jego wysoką wartość odżywczą, wynikającą z obecności w serwatce cennych żywieniowo składników, a przede wszystkim białek serwatkowych. Zaprojektowane produkty stanowią szybką przekąskę przed lub po wysiłku fizycznym lub mogą stanowić zamiennik posiłku typu drugie śniadanie lub podwieczorek. Ze względu na skład i wartość odżywczą, mogą być także zastosowane w racjonalnym żywieniu dzieci, młodzieży i osób dorosłych aktywnych fizycznie, dbających o zdrowie.

Opracowana technologia produkcji wysokobiałkowych, prozdrowotnych batonów może znaleźć zastosowanie w małych i średnich zakładach przetwórstwa surowców ekologicznych.

Fakty te zadecydowały o kierunku i celu dalszych badań. Konieczne było określenie możliwego terminu przydatności do spożycia z punktu widzenia jakości, a przede wszystkim bezpieczeństwa batonów.

Celem zadania była poprawa cech (ze szczególnym naciskiem na bezpieczeństwo zdrowotne) oraz parametrów sensorycznych wysokobiałkowych batonów ekologicznych, wyprodukowanych w warunkach przemysłowych, z uwzględnieniem zachowania składników odżywczych produktów.

Badania zostały podzielone na 3 wzajemnie powiązane zadania badawcze:

Zadanie 1. Ocena jakości surowców ekologicznych wykorzystywanych w produkcji innowacyjnych batonów wysokobiałkowych

- a) Ocena jakości mikrobiologicznej surowców (określenie ogólnej liczby drobnoustrojów, liczby drożdży i pleśni, liczby *Enterobacteriaceae*, a także obecności bakterii potencjalnie chorobotwórczych: *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria*, *E. coli*)
- b) Ocena jakości sensorycznej surowców
- c) Ocena wizualna w kierunku obecności szkodników
- d) Ocena wybranych parametrów fizyko-chemicznych prozdrowotnych składników (określenie właściwości antyoksydacyjnych składników roślinnych, zawartości aminokwasów egzogennych w koncentracie białka serwatkowego)

Zadanie 2. Optymalizacja wybranych receptur zaprojektowanego wyrobu

- a) Optymalizacja procesu produkcji pod kątem zmiany skali z półtechnicznej na przemysłową
- b) Produkcja trzech wybranych wariantów produktu w warunkach przemysłowych.

Zadanie 3. Badania przechowalnicze gotowych batonów w celu określenia daty przydatności do spożycia

- a) Ocena jakości w tym bezpieczeństwa wyrobów podczas przechowywania:
 - ocena zmian jakości mikrobiologicznej,
 - ocena obecności szkodników,
 - obecność wybranych amin biogennych,
 - obecność wybranych mykotoksyn.
- b) Ocena wartości prozdrowotnej wyrobów podczas przechowywania:
 - ocena właściwości antyoksydacyjnych,
 - ocena składu i wartości odżywczej,
 - określenie profilu aminokwasowego.
- c) Ocena tekstury i cech sensorycznych wyrobów podczas przechowywania:
 - analiza profilowa tekstury (TPA) - twardość, sprężystość, spistość i żujność,

- określenie zmian aktywności wody i wodochłonności,
- określenie zmian barwy,
- określenie zmian jakości sensorycznej metodą QDA.

Ocena jakości surowców wykonana w ramach **zadania 1** wskazała, że jakość mikrobiologiczna przebadanych surowców pochodzenia roślinnego i zwierzęcego była dobra. Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych była niska, w niektórych surowcach stwierdzono jednak wyższą obecność *Enterobacteriaceae*, a we wszystkich próbach drożdże i pleśń w liczbie do ponad 2 log jtk/g. Tylko w jednym przypadku stwierdzono obecność pałeczek *Salmonella* (płatki orkiszowe), w czterech obecność przetrwalników *Bacillus* sp. (wiórki kokosowe, płatki orkiszowe, suszone śliwki i suszone morele) i w czterech obecność *St. aureus* (pestki dyni, płatki orkiszowe, suszone śliwki i suszone morele). Najgorszą jakością mikrobiologiczną charakteryzowały się płatki orkiszowe. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji można także stwierdzić, że badane produkty nie były zasiedlone przez szkodniki.

W wyniku przeprowadzonej oceny aktywności antyoksydacyjnej stwierdzono, że wszystkie przebadane ekstrakty surowców roślinnych wykazały zdolność do dezaktywacji rodników DPPH•. Najwyższą zdolnością zmiatania wolnych rodników DPPH• charakteryzowały się suszone wiśnie, czekolada, daktyle i płatki owsiane. Najwyższą zdolność badanych ekstraktów do dezaktywacji kationorodników ABTS•+ stwierdzono w przypadku płatków owsianych, płatków orkiszowych, śliwek i moreli suszonych, daktyli, malin liofilizowanych i wiśni suszonych, a także czekolady.

Ocena profilu aminokwasowego potwierdziła, że profil aminokwasowy białka serwatkowego jest korzystny z żywieniowego punktu widzenia, ze względu na wysoką zawartość aminokwasów egzogennych: lizyny, leucyny, izoleucyny, waliny oraz obecności w mniejszej ilości argininy i histydyny.

W zadaniu 2 przeprowadzono **optymalizację wybranych receptur** zaprojektowanego wyrobu pod kątem zmiany skali z półtechnicznej na przemysłową. Optymalizacji poddano baton z pestkami dyni, którego receptura została opracowana w ramach badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w roku 2017.

W warunkach laboratoryjnych wyprodukowano trzy warianty batonu (Tabela 1), zamieniając wybrane surowce importowane, polskimi odpowiednikami: np. suszone daktyle zastąpiono suszonymi morelami i śliwkami, wiórki kokosowe zastąpiono płatkami owsianymi, olej kokosowy zastąpiono olejem słonecznikowym, a także dodano miód.

Tabela 1. Skład recepturowy [g] wyprodukowanych trzech wariantów batonu z pestkami dyni

surowce	Warianty doświadczenia			
	BP	B1	B2	B3
wiórki kokosowe	50	50	0	0
płatki owsiane	0	0	50	50
pestki z dyni	90	90	90	90
płatki orkiszowe	75	75	75	75
suszone daktyle	100	0	0	0
suszone śliwki	0	50	100	0
suszone morele	0	50	0	100
miód	0	20	20	20
białko	100	100	100	100
olej kokosowy	20	0	0	0
olej słonecznikowy	0	15	15	15
inulina	10	15	15	15
woda	50	50	20	35
maliny liofilizowane	0	5	5	5
suszone wiśnie	0	10	10	10
czekolada	100	100	100	100
suma	595	630	600	615

Objaśnienia: BP- baton, wariant podstawowy, B1, B2, B3 – batony, warianty doświadczenia po optymalizacji

Kryterium „wysokiej zawartości białka” (zgodnie z Rozporządzeniem WE 1924/2006) spełniły wszystkie 3 warianty batonów (tab. 2).

Najwyższą wartość % energetyczną, pochodzącą z produktu (średnio 22,35%), odnotowano w przypadku prób B2 oraz B3 (tab. 3).

W wyniku przeprowadzonej analizy sensorycznej prób półtechnicznych batonów wysokobiałkowych stwierdzono, że wszystkie badane warianty charakteryzowały się porównywalną wysoką jakością ogólną. Ocenę sensoryczną przeprowadzono bezpośrednio po ich produkcji w warunkach laboratoryjnych, półtechnicznych. Postępowanie to miało na celu ostateczne potwierdzenie zaproponowanych receptur i finalne określenie jakości sensorycznej badanych prób przed przystąpieniem do produkcji przemysłowej w Zakładzie produkcyjnym BIO-POLSKA. Schematy procesów produkcji zamieszczono na schematach 1-3.

Tabela 2 Zawartość białka w batonach ekologicznych

Składniki batonu	Masa składnika [g]	Zawartość białka w 100 g składnika [g]	Zawartość białka w ilości składnika [g]
B1			
wiórki kokosowe	50,00	5,60	2,80
płatki owsiane	0	11,90	0
pestki z dyni	90,00	18,10	16,29
płatki orkiszowe	75,00	13,50	10,13
suszone śliwki	50,00	3,00	1,50
suszone morele	50,00	2,00	1,00
miód	20,00	0,30	0,06
białko	100,00	80,00	80,00
olej kokosowy	0	0	0
olej słonecznikowy	15,00	0	0

inulina	15,00	0	0
woda	50,00	0	0
maliny liofilizowane	5,00	4,00	0,20
suszone wiśnie	10,00	29,00	2,90
czekolada	100,00	10,20	10,20
SUMA	630,00		125,08
Zawartość białka [%]	-	-	19,8 % białka
B2			
wiórki kokosowe	0	5,60	0
płatki owsiane	50,00	11,90	5,95
pestki z dyni	90,00	18,10	16,29
płatki orkiszowe	75,00	13,50	10,13
suszone śliwki	100,00	3,00	3,00
suszone morele	0	2,00	0
miód	20,00	0,30	0,06
białko	100,00	80,00	80,000
olej kokosowy	0	0	0
olej słonecznikowy	15,00	0	0
inulina	15,00	0	0
woda	20,00	0	0
maliny liofilizowane	5,00	4,00	0,20
suszone wiśnie	10,00	29,00	2,90
czekolada	100,00	10,20	10,20
SUMA	600,00		128,73
Zawartość białka [%]	-	-	21,46% białka
B3			
wiórki kokosowe	0	5,60	0
płatki owsiane	50,00	11,90	5,95
pestki z dyni	90,00	18,10	16,29
płatki orkiszowe	75,00	13,50	10,13
suszone śliwki	0	3,00	0
suszone morele	100,00	2,00	2,00
miód	20,00	0,30	0,06
białko	100,00	80,00	80,00
olej kokosowy	0	0	0
olej słonecznikowy	15,00	0	0
inulina	15,00	0	0
woda	35,00	0	0
maliny liofilizowane	5,00	4,00	0,20
suszone wiśnie	10,00	29,00	2,90
czekolada	100,00	10,20	10,20
SUMA	615,00		127,73
Zawartość białka [%]	-	-	20,80% białka

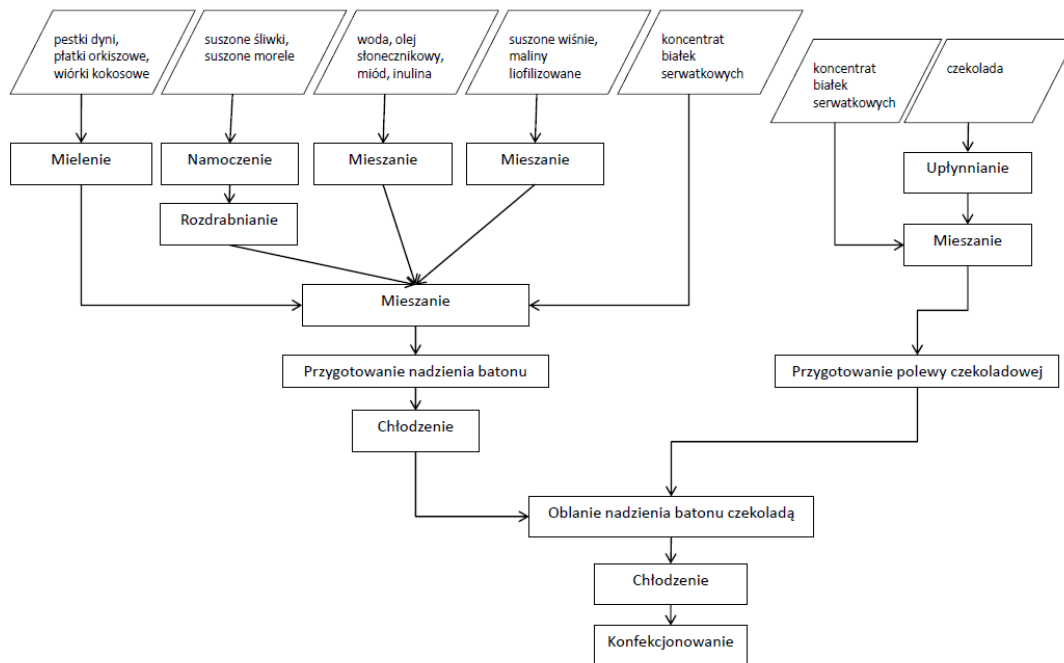
Tabela 3 Wartość energetyczna zaprojektowanych batonów pochodząca z białka

Nazwa próby	Całkowita masa porcji [g]	Masa białka w porcji [g]	Wartość energetyczna produktu [kcal/100g]	Wartość energetyczna pochodzącej z białka kcal [%]
B1	630,00	125,08	386,00	79,20 [20,50]
B2	600,00	128,73	384,00	85,84 [22,30]
B3	615,00	127,73	372,00	83,20 [22,40]

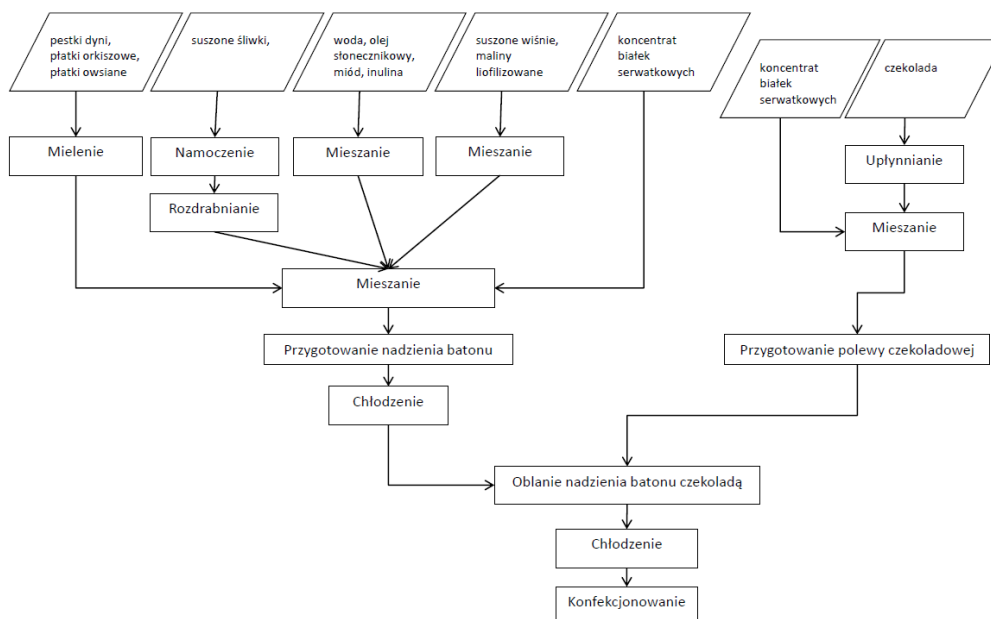
Proces produkcji batonów wysokobiałkowych został przeprowadzony w zakładzie produkcyjnym Spółdzielni BIOPOLSKA. Producent wyprodukował wszystkie trzy warianty batonów (B1, B2, B3). Batonów zostały dostarczone przez producenta do SGGW celem przeprowadzenia oceny i badań przechowalniczych.

Opis procesu produkcji

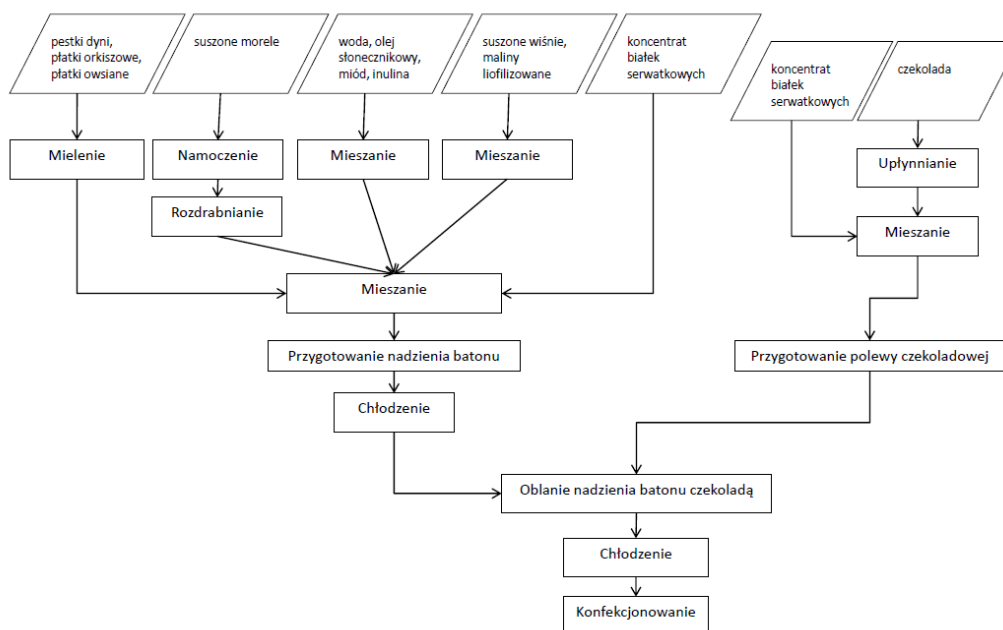
1. Pestki dyni, płatki orkiszowe i płatki owsiane (ewentualnie wiórki kokosowe) rozdrobnić.
2. Śliwki lub/i morele suszone zalać wrzątkiem i odstawić do namoczenia na 1 godzinę, następnie zlać wodę, a owoce zmiksować na gładką masę.
3. Wodę, olej słonecznikowy, miód, inulinę połączyć i wymieszać.
4. Suszone wiśnie, maliny liofilizowane wymieszać.
5. Połączyć wszystkie składniki.
6. Dodać koncentrat białka serwatkowego, dokładnie wymieszać z pozostałymi składnikami.
7. Uformować nadzienie batonu.
8. Czekoladę upłynnić i dodać koncentrat białka serwatkowego (proporcjonalnie na każde 100 g czekolady – 10 g białka serwatkowego).
9. Przygotować polewę.
10. Oblać batony polewą.
11. Konfekcjonować.



Schemat 1. Proces produkcji batonu wariantu 1 (B1) batonu z pestkami dyni



Schemat 2. Proces produkcji batonu wariantu 2 (B2) batonu z pestkami dyni



Schemat 3. Proces produkcji batonu wariantu 3 (B3) batonu z pestkami dyni

Bezpośrednio po produkcji badane produkty charakteryzowały się zróżnicowaną jakością mikrobiologiczną. Ogólna liczba drobnoustrojów (OLD) wynosiła od 3,90 do 4,26 log jtk/g, liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* (ENT) była w granicach 2,81 – 3,32 log jtk/g, liczba drożdży i pleśni (DiP) w granicach 2,61 – 3,99 log jtk/g. Nie stwierdzono obecności bakterii patogennych *Salmonella* sp. i *Staphylococcus aureus* (SA). Natomiast w dwóch rodzajach batonów (B1 i B2) stwierdzono obecność przetrwalników bakterii patogennych z gatunku *Bacillus cereus* (BAC). Ogólnie jakość mikrobiologiczna batonów świeżych, po procesie produkcyjnym była zadowalająca, najlepsza w przypadku batonów B1.

W batonach nie stwierdzono obecności mykotoksyn. Także oceniona zawartość amin biogennych, była niewielka, nie zagrażająca zatruciem pokarmowym. Stwierdzono stosunkowo wysokie stężenie putrescyny, czyli aminy biogennej występującej w produktach zawierających owoce. Na podkreślenie zasługuje, że w badanych batonach oznaczono niewielkie ilości histaminy, uważanej za jedną z najbardziej toksycznych amin biogennych.

Skład i wartość odżywcza batonów wskazują, że zawartość białka w wyprodukowanych batonach była nieznacznie niższa niż wynikająca ze składu surowcowego. Wynika to, jak stwierdzono z wywiadu z Producentem, z zastosowania większej masy polewy czekoladowej do której nie dodano białka serwatkowego.

Wartość odżywcza 100 g wyprodukowanych batonów

- Wartość kaloryczna 372 – 386 kcal**
- Zawartość białka 17,70 – 19,00 g**
- Zawartość błonnika 15,40 – 16,30 g**
- Zawartość węglowodanów 23,50 – 27,10 g**
- Zawartość tłuszczu 17,92 – 21,00 g**
- W tym: MUFA 6,10 – 6,80 g**
- PUFA 4,20 – 5,00 g**
- SAFA 7,00 – 10,70 g**

Trans < 0,1 g

Zawartość wody 18,50 – 19,80 g

Z analizy danych dotyczących profilu aminokwasowego białka batonów ekologicznych, wynika że w produktach zidentyfikowano obecność 7 aminokwasów egzogennych. W największej ilości oznaczono takie aminokwasy jak walina, izoleucyna, leucyna i lizyna.

Cechy sensoryczne oceniono metodami instrumentalnymi i metodą panelu sensorycznego.

Tekstura jest w przypadku batonów jedną z najważniejszych cech, determinujących preferencje konsumentów i dlatego zastosowano test TPA – profilowej analizy tekstury. Na jej podstawie stwierdzono, że najwyższym poziomem twardości i żujności charakteryzowały się batony B1, a największą sprężystością i spoistością batony B2 .

W wyniku przeprowadzonej analizy parametrów barwy $L^*a^*b^*$ batonów ekologicznych stwierdzono, że batony B1 i B2 w czasie 0 charakteryzowały się zbliżonymi wartościami badanych parametrów (tabela 28). Baton B3 znacząco różnił się od pozostałych wariantów parametrem L^* i b^* (większym udziałem barwy żółtej).

W zadaniu 3 przeprowadzono **próbę przechowalniczą** celem określenia bezpiecznego terminu przydatności do spożycia. Podczas przechowywania produktów w temperaturze 4°C zaobserwowano niewielkie zróżnicowanie OLD w odniesieniu do wartości początkowej. W czasie przechowywania produktów w temperaturze 22°C wartości OLD zmniejszyła się o ok. 0,20 – 0,50 log jtk/g we wszystkich badanych wariantach batonów. Niezależnie od wariantu produktu i temperatury przechowywania, liczba bakterii z rodziny Enterobacteriaceae (ENT) zwiększyła się po 3 miesiącach przechowywania. Liczba drożdży i pleśni (DiP) bezpośrednio po produkcji była w granicach 2,61 – 3,99 log jtk/g. Po miesiącu przechowywania w temperaturze 4°C w próbach Wariantu B1 zaobserwowano zmniejszenie liczby DiP do 1,32 log jtk/g. Jednak w kolejnych chłodniczego okresach badawczych liczba tych mikroorganizmów zwiększyła się. W pozostałych wariantach liczba DiP systematycznie zwiększała się, przy czym w próbkach przechowywanych w temperaturze 22°C wzrost ten był bardziej dynamiczny, większy o ok. 1 rząd logarytmiczny w porównaniu do prób przechowywanych w temp. 4°C . W niektórych batonach zaobserwowano porost pleśni na powierzchni. Biorąc pod uwagę temperaturę przechowywania i liczebność wybranych grup mikroorganizmów w produkcie, najlepszą jakością mikrobiologiczną cechowały się próby wariantu B3.

W badanych ekologicznych batonach wysokobiałkowych nie stwierdzono zbyt wysokiego stężenia amin biogennych, zagrażającego zatruciem pokarmowym.

Analiza laboratoryjna wartości odżywczej trzech rodzajów batonów bezpośrednio po produkcji, została przedstawiona w tabeli 4, a po 3 miesiącach przechowywania w dwóch różnych temperaturach w tabelach 5 i 6.

Tabela 4 Wartość odżywcza ekologicznych batonów bezpośrednio po produkcji w warunkach przemysłowych (produkty świeże)

Rodzaj oznaczenia	Wartość odżywcza badanych batonów		
	B 1	B 2	B 3
Wartość energetyczna [kcal]	386,00	384,00	372,00
Białko [g/100 g]	17,70	19,00	17,70
Błonnik [g/100 g]	16,30	15,40	15,70
Węglowodany [g/100 g]	23,50	26,20	27,10
Cukry ogółem po inwersji [g/100 g]	20,30	20,30	20,40
Popiół [%]	1,84	1,78	1,80
Tłuszcz [%]	21,00	19,15	17,92
Woda [%]	19,70	18,50	19,80

Tabela 5 Wartość odżywcza ekologicznych batonów po okresie przechowywania w temperaturze 4°C przez 3 miesiące

Rodzaj oznaczenia	Wartość odżywcza badanych batonów		
	B 1/4	B 2/4	B 3/4
Wartość energetyczna [kcal/100g]	380,00	382,00	379,00
Białko [g/100 g]	17,50	18,60	16,90
Błonnik [g/100 g]	16,00	13,40	11,10
Węglowodany [g/100 g]	22,70	25,10	32,40
Cukry ogółem po inwersji [g/100 g]	20,20	20,80	20,00
Popiół [%]	1,88	1,80	1,84
Tłuszcz [%]	21,52	20,04	17,70
Woda [%]	19,00	21,10	20,10

Tabela 6 Wartość odżywcza ekologicznych batonów po okresie przechowywania w temperaturze 22°C przez 3 miesiące

Rodzaj oznaczenia	Wartość odżywcza badanych batonów		
	B 1/22	B 2/22	B 3/22
Wartość energetyczna [kcal/100g]	393,00	394,00	373,00
Białko [g/100 g]	18,00	19,70	17,70
Błonnik [g/100 g]	10,50	10,80	10,90
Węglowodany [g/100 g]	26,60	28,50	18,80
Cukry ogółem po inwersji [g/100 g]	20,70	21,70	28,20
Popiół [%]	1,87	1,82	1,86
Tłuszcz [%]	21,50	19,88	18,56
Woda [%]	21,50	19,30	22,80

Wartość odżywcza batonów po okresie przechowywania nie uległa większym zmianom, z wyjątkiem obniżenia zawartości błonnika (min. 10g/100g produktu) oraz niewielkiego wzrostu zawartości wody.

Na podstawie analizy profilu kwasów tłuszczowych ekologicznych batonów, można stwierdzić, że we wszystkich rodzajach produktów w największej ilości występowały nienasycone kwasy tłuszczowe tj. oleinowy i linolowy (powyżej 4,0 g/100g produktu). W wyniku procesu przechowywania, nastąpiło nieznaczne zwiększenie zawartości kwasu linolowego max do 5,6g/100g produktu.

Natomiast w przypadku kwasu oleinowego nie odnotowano zmian w zawartości podczas przechowywania. Ogólny profil kwasów tłuszczowych zawartych w batonach jest korzystny żywieniowo. Na uwagę zasługuje praktyczny brak kwasów trans. Proces przechowywania w różnych temperaturach, nie spowodował istotnych zmian w profilach kwasów tłuszczowych. Po okresie przechowywania, szczególnie w wyższej temperaturze 22°C, ilość kwasów tłuszczowych Ω -6 nieznacznie wzrosła. Natomiast kwasy tłuszczowe Ω -3 występowały we wszystkich wariantach prób na stałym poziomie około 0,3 g/100g produktu.

Po 3 miesiącach przechowywania batonów w temp 22°C zaobserwowano największe obniżenie ogólnej zawartości procentowej kwasów tłuszczowych w batonie nr 3 o ok.15%, natomiast w pozostałych wariantach o ok. 0,35%. W batonach B1 i B2 zaobserwowano obniżenie zawartości kwasów tłuszczowych jedno i wielonasyconych przy jednoczesnym wzroście zawartości kwasów nasyconych, czego nie zaobserwowano w wariacie B3. W batonach przechowywanych w 22 °C nie odnotowano nasyconego kwasu tłuszczowego C15:0 i wielonienasyconego kwasu tłuszczowego C18:3 trans, natomiast wykazano zawartość procentową jednonienasyconego kwasu tłuszczowego C 18:1 trans. Stwierdzono hamujący wpływ zastosowanych warunków przechowywania batonów w warunkach chłodniczych (temp 4°C) na oksydację lipidów. Analizując wyniki oznaczeń wartości wskaźnika TBARS wnioskować można, że zastosowanie śliwek suszonych (skład batonu B2) w produkcji batonów ekologicznych oraz przechowywanie w warunkach chłodniczych ogranicza stopień utlenienia tłuszczów.

Profil aminokwasowy białek zawartych w batonach ekologicznych jest korzystny żywieniowo. Z analizy danych wynika że w produktach zidentyfikowano obecność 7 aminokwasów egzogennych. W największej ilości oznaczono takie aminokwasy jak walina, izoleucyna, leucyna i lizyna. W czasie przechowywania przez 3 miesiące w temperaturze 22°C stwierdzono niewielkie obniżenie ilości wszystkich aminokwasów.

Badane batony charakteryzowały się wysoką aktywnością antyoksydacyjną. Aktywność wraz z upływem czasu przechowywania ulegała zmianom, tym większym im wyższa temperatura przechowywania.

Aktywność wody w badanych, ekologicznych batonach o podwyższonej zawartości białka po 1 miesiącu przechowywania wynosiła 0,68-0,81. Wartość aktywności wody po 3 miesiącach przechowywania batonów wynosiła 0,74-0,81. Jest to średni poziom aktywności wody, który nie gwarantuje całkowicie trwałości mikrobiologicznej produktu.

W wyniku przeprowadzonej analizy parametrów barwy $L^*a^*b^*$ batonów ekologicznych stwierdzono, że batony B1 i B2 w czasie 0 charakteryzowały się zbliżonymi wartościami badanych parametrów. Baton B3 znacząco różnił się od pozostałych wariantów parametrem L^* i b^* (większym udziałem barwy żółtej), na co wpłynął znacząco dodatek moreli suszonych.

Warianty ekologicznych batonów wysokobiałkowych wyprodukowanych w warunkach przemysłowych charakteryzowały się bardzo wysoką jakością ogólną, średnio na poziomie 7 – 8,5 j.u. Po 1-miesięcznym okresie badawczym do dalszej oceny sensorycznej wybrano tylko próby batonów wysokobiałkowych przechowywanych w temperaturze 4°C. Produkty przechowywane w 22°C uległy zepsuciu (widoczna pleśń). Po miesiącu przechowywania wysoko oceniano szczególnie baton B2, szczególnie pod kątem takich wyróżników jak zapach i smak czekoladowy, owocowy i gładkość tekstury. Najgorzej oceniono próbę badawczą B1, gdzie jakość ogólna wynosiła średnio 5 j.u. Mogło to być spowodowane ocenami intensywności zapachu przechowalniczego i posmaków innych, w tym takich jak starego oleju, czy zjełczałego. Po 2 i 3 miesiącach przechowywania chłodniczego ponownie najgorzej oceniono wariant batonów B1, gdzie profil sensoryczny produktu wyraźnie odbiegał od pozostałych rodzajów prób badawczych. Natomiast batony B2 i B3 charakteryzowały się stałą wysoką jakością ogólną średnio na poziomie 7-6 j.u. Wysoko oceniono zapach i smak owocowy, czekoladowy. Próba B2 wyróżniała się największą twardością. Natomiast w przypadku próby badawczej B3 odczuwano intensywność innych, pozytywnych posmaków, np. malinowego.

Na podstawie przeprowadzonego testu TPA – profilowej analizy tekstury - stwierdzono, że najwyższym poziomem twardości i żujności charakteryzowały się świeże batony B1, a największą sprężystością i spoistością batony B2. 1. Najniższym poziomem twardości charakteryzowała się po 1 miesiącu przechowywania próbka B3 (w temp. 4°C) oraz próbka B1 (w temp. 22°C). Proces przechowywania w temp. 22°C umożliwił utrzymanie wyższych (nieznacznie) wartości sprężystości, spoistości i żujności w porównaniu do procesu przechowywania w temp. 4°C przez pierwszy miesiąc przechowywania. Przy dłuższym przechowywaniu, wyższe parametry były obserwowane podczas procesu przechowywania w temp. 4°C. Ze wszystkich analizowanych próbek, w czasie trzech miesięcy przechowywania zarówno w temp. 4°C jak i 22°C, najwyższym poziomem sprężystości, spoistości i żujności charakteryzowała się próbka batonu B2. Tendencja ta utrzymywała się również po trzech miesiącach przechowywania, za wyjątkiem wartości spoistości dla próbek przechowywanych w temp. 22°C, gdzie nieznacznie wyższą wartość miała próbka B1.

Na podstawie oceny mikrobiologicznej, chemicznej i sensorycznej określono datę przydatności do spożycia batonów ekologicznych: 21 dni w warunkach temperatury pokojowej (22°C) i 3 miesiące w temperaturze chłodniczej 4°C.

Główne stwierdzenia z badań

1. Stwierdzono brak szkodników w surowcach oraz ogólnie ich dobrą jakość mikrobiologiczną, chociaż na uwagę zasługuje liczba drożdży i pleśni (do 2 log jtk/g) i przetrwalników *Bacillus* sp. w niektórych surowcach, przede wszystkim płatkach orkiszowych.
2. Ocena jakości towaroznawczej surowców ekologicznych wykazała ich zgodność z normami.
3. Oceniony profil aminokwasowy białka serwatkowego stosowanego jako surowiec do produkcji batonów korzystny z punktu widzenia wysokiej zawartości aminokwasów egzogennych; lizyny, leucyny, izoleucyny, waliny oraz obecności w mniejszej ilości argininy i histydyny.
4. Przeprowadzono optymalizację opracowanych w roku 2017 receptur batonów. Zaprojektowano trzy warianty batonów, zamieniając wybrane surowce importowane, polskimi odpowiednikami: np. suszone daktyle zastąpiono suszonymi morelami i śliwkami, a także dodano miód.
5. Bezpośrednio po produkcji przemysłowej badane produkty charakteryzowały się dobrą jakością mikrobiologiczną najlepszą w przypadku batonów B1. Nie stwierdzono obecności bakterii patogennych *Salmonella* sp. i *Staphylococcus aureus* (SA). W dwóch rodzajach batonów (B1 i B2) stwierdzono obecność przetrwalników bakterii patogennych z gatunku *Bacillus cereus* (BAC). W batonach nie stwierdzono obecności mykotoksyn.
6. Zawartość amin biogennych była niewielka, nie zagrażająca zatruciem pokarmowym.
7. Z analizy danych dotyczących profilu aminokwasowego białka batonów ekologicznych, wynika że w produktach zidentyfikowano obecność 7 aminokwasów egzogennych (w tym walinę, izoleucynę, leucynę i lizynę).
8. Batonys wysokobiałkowe wyprodukowane w warunkach przemysłowych charakteryzowały się bardzo wysoką jakością sensoryczną.
9. Wszystkie badane próby surowców roślinnych i batonów wykazywały aktywność antyoksydacyjną, która była zależna od zastosowanych składników (płatki orkiszowe i suszone owoce) i ulegała zmianom tym większym, im wyższa temperatura przechowywania.
10. Zastosowanie śliwek suszonych (skład batonu B2) w produkcji batonów ekologicznych oraz przechowywanie w warunkach chłodniczych ogranicza stopień utlenienia tłuszczów.

Wnioski

- Zrealizowano wszystkie zadania wynikające z harmonogramu zawartego we wniosku.
- Oceniono surowce ekologiczne wykorzystywane w produkcji innowacyjnych batonów wysokobiałkowych, potwierdzając ich wysoką jakość sensoryczną i odżywczą. W przypadku jakości mikrobiologicznej należy zwrócić uwagę na obecność zarodników pleśni i przetrwalników *Bacillus* sp. w niektórych surowcach roślinnych.
- Zoptymalizowano receptury zaprojektowanego wyrobów w kierunku wykorzystania surowców pochodzących z polskiego rolnictwa ekologicznego oraz optymalizacji procesu produkcji pod kątem zmiany skali z półtechnicznej na przemysłową.
- Wyprodukowano trzy wybrane warianty produktu w warunkach przemysłowych (Spółdzielnia BIOPOLSKA), potwierdzając możliwość zastosowania surowców polskich i opracowanej w warunkach półtechnicznych technologii.
- Przeprowadzono badania przechowalnicze gotowych batonów przez 3 miesiące, co było spowodowane terminem wyprodukowania batonów przez producenta. Dalsze badania przechowalnicze są nadal prowadzone do 6 miesięcy.
- Najlepszą jakością mikrobiologiczną i sensoryczną w czasie przechowywania w warunkach chłodniczych cechowały się batony zawierające w swoim składzie suszone morele (pozostałe składniki były podobne we wszystkich rodzajach batonów).
- Oceniono wartość odżywczą wyprodukowanych batonów:
 - Wartość kaloryczna 372 – 386 kcal
 - Zawartość białka 17,70 – 19,00 g
 - Zawartość błonnika 15,40 – 16,30 g
 - Zawartość węglowodanów 23,50 – 27,10 g
 - Zawartość tłuszczu 17,92 – 21,00 g
 - W tym: MUFA 6,10 – 6,80 g
 - PUFA 4,20 – 5,00 g
 - SAFA 7,00 – 10,70 g
 - Trans < 0,1 g
 - Zawartość wody 18,50 – 19,80 g
- Określono datę przydatności do spożycia wysokobiałkowych batonów ekologicznych: 21 dni w warunkach temperatury pokojowej (22°C) i 3 miesiące w temperaturze chłodniczej 4°C.
- Przechowywanie w temperaturze pokojowej jest uzależnione od ryzyka wzrostu pleśni. Termin ten może być przedłużony przez zapakowanie produktu w atmosferze beztlenowej (np. modyfikowanej). Innym proponowanym rozwiązaniem może być ciepła, krótkotrwała pasteryzacja surowców roślinnych. Wymaga to jednak sprawdzenia doświadczonego.

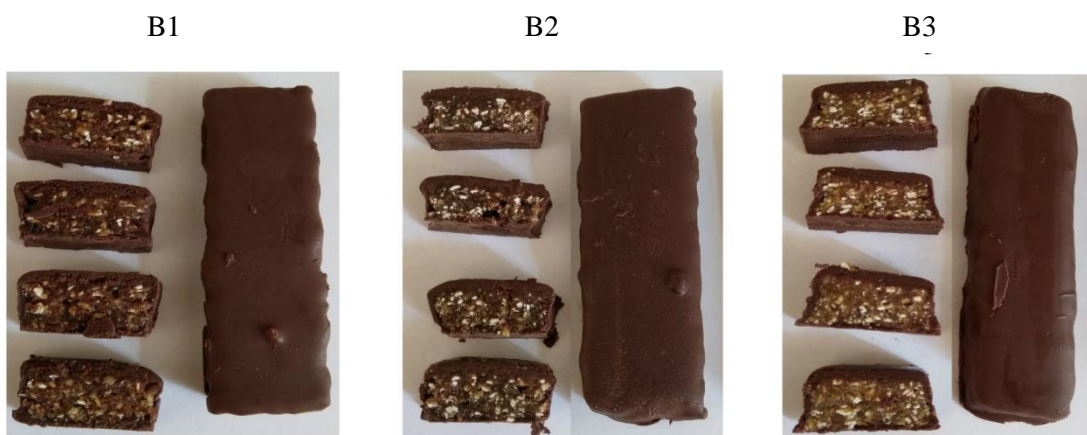
Rekomendacje dla producentów

1. Polskie surowce ekologiczne (koncentrat białek serwatkowych, owoce suszone – śliwki, morele, maliny liofilizowane, suszone wiśnie, surowce zbożowe - płatki owsiane, płatki orkiszowe, pestki z dyni, olej słonecznikowy) mogą być zastosowane do produkcji innowacyjnych, wysokobiałkowych, prozdrowotnych produktów typu baton.
2. Batony wysokobiałkowe wyprodukowane z polskich surowców ekologicznych mają wysoką wartość odżywczą, wynikającą przede wszystkim ze składu aminokwasowego i korzystnego profilu kwasów tłuszczowych oraz charakteryzują się bardzo dobrą jakością sensoryczną.

3. Przeprowadzona produkcja przemysłowa prozdrowotnych batonów wskazuje na możliwość jej zastosowanie w małych i średnich zakładach przetwórstwa surowców ekologicznych.
4. Opracowano broszurę „Wysokobiałkowe batony ekologiczne” SGGW w Warszawie, (2018) z przeznaczeniem dla producentów.
- 5.

Załącznik nr 1 Zdjęcia batonów

Zdjęcie batonów bezpośrednio po produkcji



Zdjęcia batonów po 1 miesiącu przechowywania w temperaturze 4 i 22°C



1"



2"



3"



B1/4°C

B2/4°C

B3/4°C

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nrHOR.re.027.7.2018

z dn. 24.04.2018 r.



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Laboratorium Nowych Technologii Wytwarzania Produktów Zielarskich i Oceny ich Jakości w Katedrze
Roślin Warzywnych i Leczniczych

**Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie
możliwości wykorzystania substancji podstawowych w ochronie warzyw i ziół
w uprawie ekologicznej.**

Kierownik projektu: Prof. dr hab. Zenon Węglarz

Główni wykonawcy: Dr hab. Katarzyna Bączek, Dr Olga Kosakowska, Dr Ewelina Pióro-Jabrucka,
Prof. dr hab. Małgorzata Gniewosz, Dr inż. Alicja Synowiec

WSTĘP I CEL BADAŃ

Wśród roślin leczniczych i aromatycznych, w tym przyprawowych, do najczęściej uprawianych należą gatunki z rodziny jasnotowatych (*Lamiaceae*). Większość z nich to rośliny obcego pochodzenia, ale od dawna uprawiane w Europie Środkowej, w tym w Polsce. Są wśród nich m.in. rośliny charakteryzujące się zdolnością do syntezy olejków eterycznych takie jak: bazylia wonna, cząber ogrodowy, szalwia lekarska, tymianek pospolity i melisa lekarska. Wyróżniają się one także wysokimi wymaganiami termicznymi i świetlnymi, a w rozwoju osobniczym – stosunkowo długą fazą wegetatywną w czasie której, szczególnie przy niesprzyjającej pogodzie (niskie temperatury i wysoka wilgotność) są wyjątkowo podatne na porażenie różnymi chorobami. Przy braku skutecznej ochrony młode rośliny często giną, a u starszych porażane są przede wszystkim liście, będące u wszystkich tych roślin surowcem leczniczym lub przyprawowym. W młodocianej fazie rozwoju do najczęściej występujących na tych roślinach chorób należy zespół grzybów (*Septoria* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium* sp.) oraz bakterii (*Pseudomonas* sp., *Xanthomonas* sp.) wywołujących tzw. zgorzel siewek. W późniejszym okresie rośliny porażane są głównie przez szarą pleśń (*Botrytis cinerea* Pers.), objawiająca się szaro-brązowymi plamami, a z czasem szarym nalotem na liściach. Spotykane są także często plamistości liści i zgorzele pędów (*Phoma* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Septoria* sp.) (Zimowska 2008, Zimowska 2010, Zalecenia Ochrony Roślin 2010). Porażenie grzybami w okresie wegetacji roślin bardzo ujemnie wpływa na jakość surowca, tj. suchego otartego ziele, który jest wtedy o wiele bardziej podatny na pleśń, wytwarzające wyjątkowo toksyczne mykotoksyny, zawiera także mniej związków biologicznie aktywnych i jest gorszej jakości sensorycznej (Hammami i in. 2014, Van Doren i in. 2013).

Suche ziele tych roślin stosowane jest powszechnie do sporządzania herbat ziołowych o wielokierunkowym działaniu, a otrzymywane z nich olejki eteryczne znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym i spożywczym. Natomiast świeże ziele sprzedawane jest masowo w pęczkach lub doniczkach, jako popularna przyprawa kuchenna. Rośliny te uprawiane są już w gospodarstwach ekologicznych na znaczących powierzchniach. Dlatego też uporanie się z ich chorobami w tym systemie produkcji wydaje się być ważnym problemem, decydującym o opłacalności tych upraw. Biorąc pod uwagę że choroby roślin, będące obiektami badań w naszym projekcie, należą do patogenów niespecyficznych, porażających wiele roślin użytkowych, to uzyskane przez nas rezultaty można będzie uznać w dużym stopniu za modelowe, przydatne w badaniach z innymi gatunkami.

Nadrzędnym celem niniejszego projektu było określenie, zarówno *in vitro*, jak i *in vivo*, aktywności przeciwwgrzybowej i przeciwbakteryjnej wybranych, naturalnych olejków eterycznych, jako substancji podstawowych w ochronie ww. grupy roślin zielarskich, w warunkach uprawy ekologicznej.

Do badań w projekcie, jako rośliny modelowe, wytypowano dwa ważne gatunki roślin zielarskich, uprawiane w Polsce na znacznych powierzchniach, w tym również w systemie ekologicznym, tj. szalwię lekarską (*Salvia officinalis* L.) i tymianek pospolity (*Thymus vulgaris* L.). Są to rośliny wieloletnie, u których głównym surowcem jest otarte suche ziele, wykorzystywane zarówno ze względu na swoje walory lecznicze jak i przyprawowe. Świeże ziele tych roślin używane jest także jako popularna przyprawa kuchenna o czym już wcześniej wspomniano.

Jako środki podstawowe stosowane w ochronie przed patogenami w niniejszym zadaniu wytypowano olejki eteryczne pozyskane z surowców ekologicznych, pochodzące z następujących gatunków: tymianek pospolity, szalwia lekarska, lebidka pospolita, oregano, wrotycz balsamiczny, kminek zwyczajny i sosna zwyczajna. Zostały one wytypowane na podstawie dotychczasowych badań nad ich właściwościami przeciwdrobnoustrojowymi (Węglarz i in. 2015, 2014a, 2014b, 2009, 2008), a przede wszystkim przeciwgrzybowymi, przypisywanymi wiodącym chemicznym składnikom tych olejków (Arshad i in. 2014, Peighami-Ashnaei i in. 2009, Kordali i in. 2008, Seoud i in. 2005). Do składników tych należą fenole, tj. tymol i karwakrol występujące w olejkach z tymianku i oregano, tujon – w olejku szalwii i wrotyczu, karwon – w olejku z kminku oraz kompleks biologicznie aktywnych związków terpenowych, z dominacją pinenów, charakterystycznych dla olejków lebidkowego i z drzew iglastych (sosna). Dotychczasowe informacje dotyczące działania olejków eterycznych na bakterie porażające rośliny są jedynie przyczynkowe, mimo, że patogeny te powodują wiele groźnych chorób roślin uprawnych, np. zgorzeli i zgnilizn.

ETAP I BADAŃ: OKREŚLENIE DZIAŁANIA PRZECIWDROBNOUSTROJOWEGO WYBRANYCH OLEJKÓW ETERYCZNYCH W BADANIACH MODELOWYCH *IN VITRO*.

Drobnoustrojami testowymi były referencyjne szczepy grzybów i bakterii, pochodzące z Kolekcji Banku Patogenów Roślin Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu. Szczepy te zostały wyizolowane z rodzimych gatunków roślin lub z innych typowych środowisk na świecie i są stosowane w celu sprawdzenia lub weryfikacji aktywności przeciwdrobnoustrojowej różnych biologicznie aktywnych czynników, w tym olejków roślinnych. Spośród dużej gamy stosowanych szczepów, na podstawie literatury światowej wybrano te, które są najczęściej przyczyną chorób roślin leczniczych, tj.:

grzyby:

1. *Pythium debaryanum*
2. *Alternaria alternata*
3. *Fusarium culmorum*
4. *Botrytis cinerea*
5. *Phoma strasseri*
6. *Epicoccum purpurascens*

7. *Cladosporium cladosporioides*

bakterie:

1. *Pseudomonas syringae*
2. *Xanthomonas hortorum*
3. *Erwinia amylovora*

Do badań modelowych wytypowano następujące **olejki eteryczne**: tymiankowy, szałwiowy, lebiodkowy, oregano, wrotyczowy (na bazie wrotyczu balsamicznego), sosnowy, kminkowy.

W badaniach przeciwdrobnoustrojowej aktywności ww. olejków eterycznych, prowadzonych w warunkach laboratoryjnych użyta została metoda dwukrotnych rozcieńczeń (stosowana rutynowo według norm EUCAST i NCCLS) do wyznaczenia MIC (ang. *Minimal Inhibitory Concentration*) oraz MBC/MFC (ang. *Minimal Bactericidal/fungicidal Concentration*) olejków wobec wyżej wymienionych szczepów testowych. Sporządzony został szereg dwukrotnych rozcieńczeń badanych olejków w bulionie Müllera-Hinton (MH) dla bakterii i w podłożu RPMI 1640 2%G dla grzybów. Do każdej probówki została wprowadzona jednakowa objętość wcześniej przygotowanego inokulum szczepów. Po inkubacji w temperaturze 37°C przez 24h (dla bakterii) i 28°C przez 48h (dla grzybów), został określony wzrost lub brak wzrostu badanego szczepu. Na tej podstawie wyznaczona została wartość MIC olejków. W celu wyznaczenia MBC/MFC 0,1 ml bulionu przenoszone było z probówki w której stwierdzono wzrost i z czterech kolejnych probówek, w których wzrostu nie zaobserwowano na płytce z odpowiednimi podłożami. Za MBC/MFC uważa się stężenie olejku, które redukuje liczbę komórek badanego szczepu o 99,9%. Na podstawie uzyskanych wyników w tym podzadaniu wytypowane zostały olejki o najsilniejszym działaniu przeciwgrzybowym i/lub przeciwbakteryjnym, które użyte zostały w etapie 2. badań, na roślinach modelowych, w warunkach uprawy.

Tabela 1. Wartości minimalnego stężenia hamującego (MIC) wybranych olejków eterycznych wobec testowych szczepów drobnoustrojów

gatunek	Olejek eteryczny						
	tymiankowy	oregano	kminkowy	lebiodkowy	wrotyczowy	szałwiowy	sosnowy
	MIC* [$\mu\text{L/mL}$]						
Bakterie							
<i>Pseudomonas syringae</i>	0,125	0,125	0,25	4	4	4	16
<i>Xanthomonas hortorum</i>	0,250	0,125	0,25	2	2	0,25	16
<i>Erwinia cortovora</i>	0,250	0,250	2	4	4	4	>64
Grzyby							
<i>Fusarium culmorum</i>	0,062	0,032	1	1	2	4	32
<i>Alternaria alternata</i>	0,062	0,062	1	1	2	4	32
<i>Botrytis cinerea</i>	0,062	0,062	0,062	0,062	2	1	8
<i>Epicoccum purpurascens</i>	0,016	0,016	1	2	4	4	32
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,016	0,016	0,062	0,125	4	2	16
<i>Phoma strasseri</i>	0,016	0,016	0,032	0,016	0,25	1	16
<i>Pythium debaryanum</i>	0,062	0,016	1	1	2	4	32

*MIC – Minimalne Stężenie Hamujące. MIC wyznaczono metodą mikrorozcieńczeń.

Tabela 2. Wartości minimalnego stężenia bakteriobójczego/grzybobójczego (MIC/MFC) wybranych olejków eterycznych wobec testowych szczepów mikroorganizmów

gatunek	Olejek eteryczny						
	tymiankowy	oregano	kminkowy	lebiodkowy	wrotyczkowy	szałwiowy	sosnowy
	MBC / MFC* [$\mu\text{L}/\text{mL}$]						
Bakterie							
<i>Pseudomonas syringae</i>	0,125	0,250	0,5	4	4	4	32
<i>Xanthomonas hortorum</i>	0,250	0,250	0,5	2	8	1	32
<i>Erwinia cortovora</i>	0,250	0,250	4,0	8	4	8	>64
Grzyby							
<i>Fusarium culmorum</i>	0,125	0,250	2	1	2	4	64
<i>Alternaria alternata</i>	0,125	0,062	4	8	16	8	64
<i>Botrytis cinerea</i>	0,250	0,500	4	8	4	8	32
<i>Epicoccum purpurascens</i>	0,125	0,032	2	8	4	8	32
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,062	0,500	4	8	32	32	>64
<i>Phoma strasserii</i>	0,062	0,032	0,25	0,25	1	1	16
<i>Pythium debaryanum</i>	0,125	0,032	2	4	4	8	64

*MBC / MFC - Minimalne Stężenie Bakteriobójcze / Minimalne Stężenie Grzybobójcze tj. stężenie olejku, które redukuje liczbę komórek badanego szczepu o 99,9%.

Tabela 3. Procentowa aktywność wybranych olejków eterycznych (A%) hamująca wzrost testowych mikroorganizmów

MIC [μL/mL]	A (%)*						
	tymiankowy	oregano	kminkowy	lebiodkowy	wrotczywy	szałwiowy	sosnowy
0,016	30	40	0	10	0	0	0
0,032	30	50	10	10	0	0	0
0,062	70	70	30	20	0	0	0
0,125	80	90	50	30	0	0	0
0,25	100	100	50	30	10	10	0
0,5	100	100	50	30	10	10	0
1	100	100	90	70	10	30	0
2	100	100	100	80	60	40	0
4	100	100	100	100	100	100	0
8	100	100	100	100	100	100	10
16	100	100	100	100	100	100	50
32	100	100	100	100	100	100	90
64	100	100	100	100	100	100	90

*A (%) = $(100 \times \text{liczba szczepów testowych, których wzrost był zahamowany przez olejek eteryczny}) / (\text{całkowita liczba szczepów testowych})$. Procent aktywności świadczy o całkowitej przeciwdrobnoustrojowej aktywności olejków eterycznych, tj. określa liczbę szczepów mikroorganizmów podatnych na jeden specyficzny olejek eteryczny.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń (tab. 1-3) stwierdzono, że wszystkie badane olejki eteryczne wykazywały działanie przeciwdrobnoustrojowe wobec użytych szczepów mikroorganizmów, które są patogenami roślin. Ze względu na aktywność przeciwdrobnoustrojową można je uszeregować w następujący sposób: **olejek tymiankowy = olejek z oregano > olejek kminkowy > olejek lebiodkowy = olejek wrotczywy = olejek szałwiowy > olejek sosnowy.**

Wśród analizowanych olejków (zgodnie z powyższym uszeregowaniem) te o najsilniejszej aktywności przeciwdrobnoustrojowej, potwierdzonej w niniejszej pracy w warunkach *in vitro*, charakteryzowały się przede wszystkim wysoką zawartością karwakrolu (olejek tymiankowy i oregano) i tymolu (olejek tymiankowy). Biorąc pod uwagę wyniki badań dotyczące aktywności przeciwdrobnoustrojowej użytych olejków, ich składu chemicznego, a także analizując dostępną literaturę przedmiotową do następnego etapu badań wybrano trzy olejki eteryczne o zróżnicowanych właściwościach

przeciwdrobnoustrojowych. Do określenia skuteczności działania przeciwdrobnoustrojowego w badaniach modelowych *in vivo* na szałwii lekarskiej i tymianku pospolitym zastosowano olejki eteryczne w następujących stężeniach:

1. olejek tymiankowy w stężeniach 0,2 i 0,04%,
2. olejek kminkowy w stężeniach 0,4 i 0,8%,
3. olejek wrotyczowy w stężeniach 0,4 i 0,8%.

Spśród szczepów testowych wybrano natomiast trzy szczepy wskaźnikowe, którymi były inokulowane rośliny, tj. dwa gatunki grzybów: *Fusarium culmorum* i *Alternaria alternata* oraz jeden gatunek bakterii *Erwinia cortovora*. Inoculum zarodników grzybów lub komórek bakteryjnych wynosiło około 1×10^6 /mL.

ETAP 2 BADAŃ: OKREŚLENIE SKUTECZNOŚCI PRZECIWDROBNOUSTROJOWEJ OLEJKÓW ETERYCZNYCH W BADANIACH MODELOWYCH *IN VIVO* NA SZAŁWII LEKARSKIEJ I TYMIANKU POSPOLITYM

Aktywność przeciwdrobnoustrojowa wytypowanych w podzadaniu 1. olejków eterycznych zweryfikowana została na roślinach modelowych, tj. na szałwii lekarskiej i tymianku pospolitym. Przeprowadzone zostały próby obciążeniowe, polegające na inokulowaniu roślin wybranymi drobnoustrojami wskaźnikowymi, a następnie traktowaniu (opryskiwaniu) ich roztworami wybranych olejków eterycznych i obserwacji skutków tego zabiegu.

Obiekty badań:

- gatunki roślin modelowych tj. szałwia lekarska i tymianek pospolity (**poniższe wyniki, ze względu na ograniczenia wydawnicze, zostały przedstawione na przykładzie szałwii lekarskiej**),
- wytypowane w podzadaniu 1. szczepy grzybów i bakterii chorobotwórczych (dwa gatunki grzybów: *Fusarium culmorum* i *Alternaria alternata* oraz jeden gatunek bakterii *Erwinia cortovora*),
- wytypowane w podzadaniu 1. olejki eteryczne (olejek tymiankowy, kminkowy i wrotyczowy).

Warianty doświadczenia:

- kontrola 1: rośliny nieinokulowane patogenami i nietraktowane roztworami olejków eterycznych,
 - kontrola 2: rośliny inokulowane patogenami i nietraktowane roztworami olejków eterycznych
 - kontrola 3: rośliny nieinokulowane patogenami i traktowane roztworami olejków eterycznych
- Olejki eteryczne w ustalonych doświadczalnie stężeniach stosowane były na rośliny w postaci emulsji, użytej do oprysku tych roślin. Sposób przygotowania emulsji o określonych, spodziewanych stężeniach związków biologicznie aktywnych również został opracowany doświadczalnie.

Badania prowadzone były w trzech etapach tj.:

- a) w warunkach szklarniowych;
- b) na polu doświadczalnym KRWiL z certyfikatem ekologicznym;
- c) w uprawie, w gospodarstwie ekologicznym.

Ze względu na ograniczenia wydawnicze poniżej przedstawiono wyniki dotyczące pkt. b i c.

Ad B i C. Badania prowadzone na polu doświadczalnym KRWiL z certyfikatem ekologicznym oraz w gospodarstwie ekologicznym.

Rozsada szałwii wysadzona została w pole w czerwcu 2018 r. (fot. 1). W trakcie wegetacji rośliny poddane zostały inokulacji patogenami chorobotwórczymi, a po 2 i 4 dniach zastosowane zostały opryski olejkami eterycznymi:

1. olejek tymiankowy 0,04 i 0,2%
2. olejek kminkowy 0,4 i 0,8%
3. olejek wrotyczowy 0,4 i 0,8%.

Przed inokulacją liście badanych roślin były uszkodzane poprzez nakucie, w celu umożliwienia wnिकnienia patogenów do tkanek roślinnych. W okresie rozwoju rośliny poddane zostały ocenie wizualnej (% porażonych liści, stopień porażenia liści) (fot. 2-5), a finalnie określone zostały różnice w masie ziela i jego jakości. Na powietrze suchym materiale roślinnym, w próbach średnich, mieszanych (w trzech powtórzeniach) wykonane zostały analizy chemiczne na zawartość związków biologicznie aktywnych, zgodnie z Farmakopeą Polską VIII (analizy na zawartość i skład chemiczny olejków eterycznych, ogólną zawartość kwasów fenolowych i chlorofilu a i b).

Skala oceny stopnia porażenia liści

- 0 – brak oznak
- 1 – małe plamki
- 2 – nekrotyczne plamy 1-2 mm, nieliczne
- 3 – nekrotyczne plamy 1-2 mm, liczne
- 4 – zmiany 3 mm lub większe, porażające do 4% pow. liścia
- 5 – zmiany na 5-10% pow. liścia
- 6 – zmiany na 11-25% pow. liścia
- 7 – zmiany na 26-50% pow. liścia
- 8 – zmiany na 51-75% pow. liścia
- 9 – zmiany powyżej 75% pow. liścia



Fot.1. Ogólny widok doświadczenia



Fot. 2. Porażenie wg przyjętej skali - 4



Fot. 3. Porażenie wg przyjętej skali - 4



Fot. 4. Porażenie wg przyjętej skali - 7



Fot. 5. Porażenie wg przyjętej skali - 4

Tabela 4. Wpływ zastosowania olejków eterycznych na uszkodzenie liści

rodzaj olejku/ stężenie	% liści uszkodzonych	stopień uszkodzenia liści
kontrola	4,5	3
tymiankowy 0,04 %	5,1	3
tymiankowy 0,2 %	4,7	5
wrotyczowy 0,4 %	5,6	4
wrotyczowy 0,8 %	6,3	4
kminkowy 0,4 %	4,4	3
kminkowy 0,8 %	3,9	3

W warunkach prowadzonego doświadczenia badane olejki eteryczne, przy zastosowanych stężeniach w nieznacznym stopniu lub zupełnie nie uszkadzały liści szafwii (tab. 4).

Tabela 5. Wpływ inokulacji roślin patogenami na porażenie liści

rodzaj patogenu	% liści porażonych	stopień porażenia liści
kontrola	4,5	3
a) <i>Alternaria alternata</i>	20,6	5
b) <i>Erwinia cortovora</i>	17,2	7
c) <i>Fusarium culmorum</i>	11,9	9

U wszystkich inokulowanych roślin udział procentowy liści porażonych na roślinie oraz stopień ich porażenia był wyższy niż u roślin kontrolnych i najwyższy w przypadku roślin inokulowanych *Fusarium culmorum* (tab. 5).

Tabela 6. Wpływ olejku tymiankowego na porażenie liści roślin inokulowanych patogenami

rodzaj patogenu	stężenie olejku	% liści porażonych	stopień porażenia liści
<i>Alternaria alternata</i>	0,04 %	5,2	4
	0,2 %	4,9	4
<i>Erwinia cortovora</i>	0,04 %	12,8	6
	0,2 %	6,2	5
<i>Fusarium culmorum</i>	0,04 %	2,4	6
	0,2 %	2,5	4

Olejek tymiankowy ograniczał procent porażonych liści i stopień ich porażenia (tab. 6) w stosunku do roślin kontrolnych inokulowanych patogenami (tab.5 ,wiersze a-c).

Tabela 7. Wpływ **olejku wrotyczowego** na porażenie liści roślin inokulowanych patogenami

rodzaj patogenu	stężenie olejku	% liści porażonych	stopień porażenia liści
<i>Alternaria alternata</i>	0,4 %	4,9	3
	0,8 %	2,4	2
<i>Erwinia cortovora</i>	0,4 %	12,6	6
	0,8 %	6,3	4
<i>Fusarium culmorum</i>	0,4 %	5,3	4
	0,8 %	2,7	3

Olejek wrotyczowi (tab. 7):

- ograniczał procent porażonych liści oraz stopień ich porażenia w stosunku do roślin kontrolnych inokulowanych grzybem *Alternaria alternata* (tab. 5, wiersz a);
- w stężeniu 0,8% ograniczał procent porażonych liści i stopień ich porażenia w stosunku do roślin kontrolnych inokulowanych bakterią *Erwinia cortovora*, w niższym stężeniu wpływ ten był ograniczony (tab. 5, wiersz b);
- ograniczał procent porażonych liści i niezależnie od stężenia olejku wyraźnie ograniczał stopień ich porażenia w stosunku do roślin kontrolnych inokulowanych grzybem *Fusarium culmorum* (tab. 5, wiersz c).

Tabela 8. Wpływ **olejku kminkowego** na porażenie liści roślin inokulowanych patogenami

rodzaj patogenu	stężenie olejku	% liści porażonych	stopień porażenia liści
<i>Alternaria alternata</i>	0,4 %	9,0	4
	0,8 %	5,3	3
<i>Erwinia cortovora</i>	0,4 %	9,1	6
	0,8 %	7,9	6
<i>Fusarium culmorum</i>	0,4 %	4,7	7
	0,8 %	3,7	4

Olejek kminkowy (tab. 8):

- ograniczał procent porażonych liści (zwłaszcza w stężeniu 0,8%), a także stopień ich porażenia w stosunku do roślin kontrolnych inokulowanych grzybem *Alternaria alternata* (tab. 5, wiersz a);
- ograniczał procent porażonych liści, natomiast stopień ich porażenia był nieco wyższy niż u roślin kontrolnych inokulowanych bakterią *Erwinia cortovora* (tab. 5, wiersz b);
- wyraźnie ograniczał procent porażonych liści i zwłaszcza w stężeniu 0,8% ograniczał stopień ich porażenia w stosunku do roślin kontrolnych inokulowanych grzybem *Fusarium culmorum* (tab. 5, wiersz c).

Tabela 9. Wpływ zastosowania olejków eterycznych w uprawie szafwii na masę ziela i jego jakość

rodzaj olejku	pochodzenie surowca	świeża masa g/roślinę	sucha masa g/roślinę	olejek eteryczny	kwasy fenolowe	chlorofil a	chlorofil b
kontrola		320	101,89	0,83	0,95	2,69	0,66
tymiankowy	uprawa na polu doświadczalnym	280	102,42	1,62	1,06	1,90	0,28
	uprawa w gospodarstwie	250	83,88	1,18	0,67	2,55	0,63
	średnio	265	93,15	1,40	0,86	2,23	0,46
wrotyczowy	uprawa na polu doświadczalnym	250	86,48	1,05	0,81	2,23	0,37
	uprawa w gospodarstwie	200	58,47	1,07	1,04	2,20	0,34
	średnio	225	72,48	1,06	0,92	2,22	0,36
kminkowy	uprawa na polu doświadczalnym	280	86,85	1,17	1,13	2,88	0,75
	uprawa w gospodarstwie	270	83,29	0,85	0,83	2,80	0,71
	średnio	275	85,07	1,01	0,98	2,84	0,73

Rośliny traktowane olejkami wytworzyły niższą masę ziela niż rośliny kontrolne nie traktowane olejkami. Zastosowanie olejków eterycznych wpłynęło na zawartość badanych związków biologicznie aktywnych w zebranych z nich surowcach. Rośliny traktowane olejkami same wytworzyły więcej olejków eterycznych w ziele niż rośliny kontrolne. Było to szczególnie widoczne w przypadku roślin traktowanych olejkami tymiankowym zarówno w uprawie na polu doświadczalnym SGGW jak i w ekologicznym gospodarstwie (tab. 9).

Tabela 10. Wpływ inokulacji roślin patogenami na masę ziela i jego jakość (wartości średnie ze ścisłych doświadczeń)

rodzaj patogenu	świeża masa g/roślinę	sucha masa g/roślinę	olejek eteryczny	kwasy fenolowe	chlorofil a	chlorofil b
kontrola	320	101,89	0,83	0,95	2,69	0,66
a) <i>Alternaria alternata</i>	200	62,27	1,37	1,19	2,53	0,65
b) <i>Erwinia cortovora</i>	150	49,84	1,08	1,11	2,39	0,48
c) <i>Fusarium culmorum</i>	250	78,22	1,23	1,00	2,19	0,31

Rośliny inokulowane patogenami wytworzyły niższą masę ziela niż rośliny kontrolne. Charakteryzowały się także nieco wyższą zawartością olejków eterycznych i kwasów fenolowych niż rośliny nie inokulowane (tab. 10).

Tabela 11. Wpływ olejku tymiankowego na masę i jakość ziela roślin inokulowanych patogenami (wartości średnie ze ścisłych doświadczeń)

rodzaj patogenu	świeża masa g/roślinę	sucha masa g/roślinę	olejek eteryczny	kwasy fenolowe	chlorofil a	chlorofil b
<i>Alternaria alternata</i>	265	82,35	1,09	0,95	2,36	0,39
<i>Erwinia cortovora</i>	220	68,84	1,08	1,20	2,51	0,53
<i>Fusarium culmorum</i>	270	89,55	0,98	0,92	2,02	0,26

Tabela 12. Wpływ olejku wrotyczowego na masę i jakość ziela roślin inokulowanych patogenami (wartości średnie ze ścisłych doświadczeń)

rodzaj patogenu	świeża masa g/roślinę	sucha masa g/roślinę	olejek eteryczny	kwasy fenolowe	chlorofil a	chlorofil b
<i>Alternaria alternata</i>	250	80,47	0,92	1,06	2,28	0,39
<i>Erwinia cortovora</i>	170	53,22	1,18	0,93	2,43	0,50
<i>Fusarium culmorum</i>	230	83,67	1,12	1,09	2,49	0,52

Tabela 13. Wpływ **olejku kminkowego** na masę i jakość ziela roślin inokulowanych patogenami
(wartości średnie ze ścisłych doświadczeń)

rodzaj patogenu	świeża masa g/roślinę	sucha masa g/roślinę	olejek eteryczny	kwasy fenolowe	chlorofil a	chlorofil b
<i>Alternaria alternata</i>	285	92,86	0,85	0,92	2,19	0,35
<i>Erwinia cortovora</i>	170	58,73	1,17	0,78	2,14	0,34
<i>Fusarium culmorum</i>	310	112,50	1,08	0,76	1,88	0,15

Masa ziela szałwii inokulowanej patogenami, a następnie traktowanej olejkami eterycznymi była wyraźnie wyższa niż roślin tylko inokulowanych, przy czym zawsze była ona niższa niż u roślin kontrolnych (tab. 11). Zawartość olejku eterycznego w ziele roślin inokulowanych patogenami i traktowanych olejkami była wyższa niż u roślin kontrolnych niczym nie traktowanych. Tendencji tej nie obserwowano w przypadku zawartości kwasów fenolowych (tab. 11-13).

Tabela 14. Udział procentowy związków dominujących w olejku szałwiowym uzyskanym z roślin będących przedmiotem badań w niniejszym projekcie

Wariant doświadczenia	rodzaj olejku/patogena	1,8 cyneol	α -tujon	β -tujon	kamfora
kontrola	kontrola	9,94	19,31	11,13	20,13
kontrola	tymiankowy	11,19	19,72	12,14	21,31
	wrotyczowy	14,07	42,75	3,77	12,99
	kminkowy	10,91	13,29	19,35	22,64
kontrola	<i>Alternaria alternata</i>	9,02	31,26	2,99	23,03
	<i>Erwinia cortovora</i>	7,50	30,05	15,71	18,06
	<i>Fusarium culmorum</i>	9,47	29,36	4,35	23,19
Alternaria	tymiankowy	9,58	24,87	14,28	19,91
	wrotyczowy	8,44	33,19	15,09	23,98
	kminkowy	8,30	26,52	3,20	26,86
Erwinia	tymiankowy	8,82	20,27	14,73	24,15
	wrotyczowy	9,74	35,49	7,86	13,78
	kminkowy	8,48	28,50	5,09	21,56
Fusarium	tymiankowy	11,44	23,85	10,96	18,49
	wrotyczowy	3,78	52,34	13,16	13,16
	kminkowy	7,87	28,92	4,50	27,39

Dominującymi składnikami w olejku szałwiowym są α - i β -tujon, kamfora oraz 1,8-cyneol. Spośród trzech użytych egzogennych olejków, wyraźny wpływ na skład chemiczny olejku uzyskanego z ziela szałwii będącej obiektem naszych badań, wywarł tylko olejek wrotyczowy. W szałwii opryskanej olejkiem wrotyczowym zawartość α -tujonu w olejku wzrosła około 2-krotnie zarówno u roślin traktowanych wyłącznie olejkiem wrotyczowym jak i u roślin zakażonych patogenami i traktowanych tym olejkiem (tab. 14).

UZYSKANE WYNIKI W KONTEKŚCIE ICH PRAKTYCZNEGO WYKORZYSTANIA

Roślinami wskaźnikowymi wybranymi do badań były dwa gatunki roślin zielarskich, tj. szałwia lekarska i tymianek pospolity, które bardzo często porażane są przez czynniki chorobotwórcze zarówno w początkowej fazie ich rozwoju jak i w późniejszym okresie letnio-jesiennym, bezpośrednio przed zbiorem ziela. W czasie kiełkowania nasion oraz w fazie siewek choroby te często powodują zamieranie

roślin, a przed zbiorem wpływają na obniżenie jakości surowca głównie poprzez występowanie plam chorobowych i nekroz na liściach.

Po przeprowadzeniu badań testowych z użyciem siedmiu szczepów grzybów i trzech bakterii najczęściej porażających te rośliny, do ścisłych badań wybrano dwa szczepy grzybów (*Alternaria alternata* i *Fusarium culmorum*) i jedną bakterię (*Erwinia cortovora*). Równolegle wykonano badania testowe z olejkami eterycznymi, uzyskanymi z siedmiu gatunków roślin aromatycznych. Biorąc pod uwagę działanie tych olejków na patogeny do dalszych prac wybrano trzy z nich (olejki tymiankowy, wrotyczowi i kminkowy). Taki wybór, zarówno czynników chorobotwórczych, jak i olejków dał szansę na uzyskanie najpełniejszej z możliwych odpowiedzi jakie olejki eteryczne (uwzględniając różnorodność ich składu chemicznego) działają najskuteczniej na grzyby i bakterie chorobotwórcze porażające szalwię lekarską i tymianek pospolity.

Przeprowadzone badania wykazały, że zarówno użyte patogeny jak i olejki eteryczne wpływają na pojawianie się objawów chorobowych/uszkodzeń na roślinach i na jakość uzyskanych z tych roślin surowców. Bardziej wyraźny efekt działania tych czynników zaobserwowano w przypadku szalwii lekarskiej.

WPŁYW OLEJKÓW ETERYCZNYCH JAKO ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN W UPRAWIE SZALWII NA PORAZENIE ROŚLIN CHOROBAMI GRZYBOWYMI I BAKTERYJNYMI

Wpływ traktowania roślin olejkami eterycznymi na uszkodzenie liści tych roślin

Zarówno procent uszkodzonych liści na roślinie jak i stopień ich uszkodzenia były podobne u roślin traktowanych wszystkimi badanymi olejkami eterycznymi i u roślin kontrolnych. Uzyskane wyniki wskazują zatem, że użycie olejków eterycznych w niskich stężeniach w uprawie szalwii nie wpływa na uszkodzenie ich liści będących surowcem zielarskim.

Wpływ inokulacji roślin patogenami na porażenie liści tych roślin

U szalwii zarówno w warunkach badań ścisłych jak i badań prowadzonych w gospodarstwie ekologicznym, wszystkie użyte patogeny wyraźnie zwiększały procent liści porażonych, jak i stopień ich porażenia. Procent liści porażonych *Fusarium culmorum* był niższy niż w przypadku dwóch pozostałych patogenów. Wyniki te pokazują, że szalwia lekarska jest podatna na porażenie tymi chorobami i w warunkach sprzyjających ich rozwojowi (wysoka wilgotność i niska temperatura), zarówno w początkowej fazie rozwoju, jak i przed zbiorem powinno się ją przed nimi chronić.

Wpływ olejków eterycznych na rośliny inokulowane patogenami

Traktowanie olejkami eterycznymi roślin szalwii zakażonych patogenami wyraźnie wpływało na ograniczenie porażenia tych roślin. Wystąpiły jednakże różnice dotyczące skuteczności użytych olejków. Uwzględniając procent porażonych liści na roślinie rozwój grzyba *Alternaria alternata* najskuteczniej ograniczany był przez olejek wrotyczowy, a *Fusarium culmorum* - przez olejek tymiankowy.

Bakteria *Erwinia cortovora* była najmniej wrażliwa na działanie badanych olejków, które w podobnym stopniu ograniczały rozwój tej bakterii, a co za tym idzie porażenie liści szalwii. Wyniki badań polowych potwierdziły rezultaty wcześniejszych testów laboratoryjnych wykonanych w niniejszej pracy, wskazujących na wyższą skuteczność badanych olejków w zwalczaniu chorób grzybowych niż bakteryjnych u szalwii lekarskiej.

WPŁYW OLEJKÓW ETERYCZNYCH JAKO ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN W UPRAWIE SZALWII NA PLON I JAKOŚĆ OTRZYMANYCH Z NICH SUROWCÓW

Wpływ traktowania roślin olejkami eterycznymi na masę ziela szalwii i jego jakość

Wszystkie użyte olejki eteryczne (aplikowane na rośliny) wpłynęły na obniżenie masy ziela szalwii, co prawdopodobnie związane było ze spowolnieniem rozwoju tych roślin. Z kolei zawartość olejku eterycznego w ziele wzrastała. Było to szczególnie wyraźne w przypadku użycia olejku tymiankowego. Dolistna aplikacja olejków eterycznych nie wpływała natomiast na zawartość w ziele kwasów fenolowych i chlorofili. Wyniki niniejszej pracy wskazują na możliwość uzyskania w warunkach ekologicznej uprawy wyższej jakości surowca, wyrażonej wyższą zawartością olejku eterycznego, jednakże przy nieco niższym plonie tego surowca.

Wpływ inokulacji roślin patogenami na masę ziela szalwii i jego jakość

Zakażenie roślin patogenami chorobotwórczymi (a w szczególności bakterią *Erwinia cortovora*) bardzo wyraźnie wpłynęło na obniżenie masy surowca szalwii. Wpłynęło także na obniżenie jakości organoleptycznej szalwii lekarskiej objawiającej się plamami i nekrozami na zielonych pędach i liściach. Patogeny te spowodowały podwyższenie zawartości olejku eterycznego w badanych surowcach, co należy tłumaczyć obronną reakcją rośliny na to porażenie. Reakcja ta znalazła swój wyraz także w nieco wyższej zawartości kwasów fenolowych, których zawartość zwykle podnosi się u roślin w warunkach stresowych.

Wpływ olejków eterycznych na rośliny porażone patogenami (masa ziela i jego jakość)

Uzyskane wyniki wskazują że skutek porażenia roślin patogenami niwelować można w znacznym stopniu poprzez „lecnicze” zastosowanie olejków eterycznych w postaci oprysku roślin roztworami tych substancji o niskim stężeniu. Użycie olejków ograniczało ujemny wpływ patogenów na masę ziela badanych roślin, z tym że efekt ten był szczególnie widoczny w przypadku olejku tymiankowego i

kminkowego. Przy zastosowaniu olejków na rośliny porażone patogenami chorobotwórczymi nie obserwowano kierunkowych zmian dotyczących parametrów jakości surowców.

Uzyskane wyniki wskazują na celowość stosowania olejków eterycznych jako substancji podstawowych przy zwalczaniu chorób (szczególnie grzybowych) w uprawie szałwii. Wyniki te, jako wstępne, wskazują też na celowość rozszerzenia badań w tym zakresie zarówno o inne gatunki roślin uprawianych w systemie ekologicznym, jak i inne substancje podstawowe, w tym także inne olejki eteryczne.

WSKAZÓWKI DO ZASTOSOWANIA OLEJKÓW ETERYCZNYCH W UPRAWIE SZAŁWII

Olejek tymiankowy można stosować w stężeniu do 0,2%, a wrotyczowy i kminkowy do – 0,8%. Wyższe stężenia tych olejków, szczególnie u młodych roślin mogą je uszkadzać. Olejki eteryczne nie rozpuszczają się w wodzie dlatego stosując je jako środki ochrony na rośliny należy przygotować emulsję. Emulsję olejkową można uzyskać przez zastosowanie preparatu Tween. Przy stężeniu 0,2% do 100 ml wody dodać 200 µl olejku i 4 krople emulgatora (Tween). Takie proporcje zapewniają uzyskanie jednorodnej emulsji. Należy ją jednak zużyć bezpośrednio po przygotowaniu, gdyż po pewnym czasie ulega rozwarstwieniu. Przeprowadzone w pracy obserwacje wskazują, że w przypadku uprawy roślin z rozsady wskazane jest stosowanie olejków bezpośrednio przed jej wysadzeniem w pole. Przy siewie nasion wprost do gruntu wydaje się że zabieg ten powinien być wykonany nie później niż w fazie 6-7 liści właściwych na roślinie, a w przypadku tymianku nawet wcześniej (ze względu na większą podatność na choroby wywołujące uwięd siewek u tej rośliny). Przy deszczowej i chłodnej pogodzie wskazane byłoby przeprowadzenie przynajmniej jeszcze jednego zabiegu (oprysku) po około 2 tygodniach. Kolejnym niebezpiecznym okresem jest okres późnoletni, poprzedzający zbiór surowców. Jeżeli w tym czasie występują długie okresy chłódów i deszczu, a rośliny uprawiane są z siewu i rosną gęsto (zwłaszcza tymianek), istnieje duże niebezpieczeństwo porażenia ich przez choroby grzybowe, a głównie szarą pleśń. Wskazane byłoby wtedy przeprowadzenie jeszcze jednego zabiegu, nawet przy zastosowaniu nieco wyższych stężeń olejków eterycznych.

Pełne wyniki niniejszej pracy są dostępne na stronie internetowej: www.krwil.pl w zakładce pobierz.



**WYDZIAŁ
NAUK O ŻYWNOSCI
I BIOTECHNOLOGII**

STRESZCZENIE Z BADAŃ PODSTAWOWYCH
NA RZECZ ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO W 2018 ROKU

Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi:

Badania nad wykorzystaniem niekonwencjonalnych metod obróbki fizycznej (np. ultradźwięki, światło) w ekologicznym przetwórstwie mięsa i podrobów w celu wpływu na zdrowotność, parametry sensoryczne i trwałość wyrobów

Kierownik badań: dr hab. inż. Dariusz M. STASIAK, prof. nadzw.

Zespół badawczy:

- 1) Katedra Technologii Surowców Pochodzenia Zwierzęcego – Zakład Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością – dr hab. inż. Małgorzata KARWOWSKA, prof. nadzw.; dr hab. inż. Joanna STADNIK, prof. nadzw.; dr hab. inż. Karolina WÓJCIAK (kier. podzadania 1), prof. nadzw.; dr inż. Agnieszka LATOCH (kier. podzadania 2); dr inż. Justyna LIBERA; mgr inż. Paulina KĘSKA; mgr inż. Elżbieta SOLSKA; mgr inż. Agata NOWACZYK; mgr inż. Mirosław BUDORAN; mgr inż. Anna KONONIUK; mgr inż. Karolina FERYSIUK
- 2) Zakład Mięсны „Jasiołka” w Dukli – mgr inż. Paweł KRAJMAS, mgr inż. Bartosz RUDA.
- 3) Instytut Hodowli Zwierząt i Ochrony Bioróżnorodności – Zakład Hodowli Małych Przeżuwaczy i Stacja Badawcza im. prof. T. Efnera – prof. dr hab. Tomasz M. GRUSZECKI, Pracownia Doradztwa Rolniczego – dr Krzysztof PATKOWSKI; Katedra Chemii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie – dr hab. Małgorzata MATERSKA, prof. nadzw.

Współpraca:

Agrolab Polska Sp z o.o.; Centralne Laboratorium Agroekologiczne Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie; Instytut Zootechniki – PIB; Wrocławski Park Technologiczny S.A.; Regionalny Związek Hodowców Owiec i Kóz w Lublinie

Wprowadzenie i cele badań

Przystępując do planowania badań w obszarze dotyczącym innowacyjnych rozwiązań w przetwórstwie produktów zwierzęcych metodami ekologicznymi uwzględniono zasady obowiązującego prawa przyjmując założenie, że ekologiczne metody produkcji żywności pochodzenia zwierzęcego mają zapewniać ochronę zdrowia społeczeństwa, ochronę środowiska i mają stanowić system zrównoważony pod względem: ekologicznym, ekonomicznym i społecznym co wynika m.in. z rozp. Rady (WE) nr 834/2007, rozp. Komisji (WE) nr 889/2008, ustawy o rolnictwie ekologicznym. W szczególności do warunków stosowania czynników fizycznych (np. ultradźwięków) w technologii produkcji ekologicznej żywności pochodzenia zwierzęcego odnosi się rozp. Rady (WE) nr 834/2007, które w art. 4 i 6 przedstawia zasady dotyczące przetwarzania żywności ekologicznej wskazując, że produkcja przetworzonej żywności ekologicznej opiera się m.in. na zastosowaniu metod mechanicznych i fizycznych zwłaszcza, jeśli metody przetwórcze są zgodne z zasadami dobrych praktyk produkcyjnych, czego wymaga rozp. Komisji (WE) 889/2008.

Ultradźwiękami określa się fale akustyczne powyżej granicy słyszalności człowieka (tj. powyżej 16 kHz). Fale te mają charakter mechaniczny i podlegają takim samym prawom fizycznym jak w zakresie słyszalnym. Specyfika (sposób) oddziaływania ultradźwięków z ośrodkiem zależy od ich cech fizykochemicznych, warunków zewnętrznych i parametrów źródła fal. Determinuje ona zakres zastosowań ultradźwięków – te o niskim natężeniu i wysokiej częstotliwości są wykorzystywane głównie przez: diagnostykę, badania nieniszczące, monitorowanie zjawisk. Fale o średnim ($1-10 \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$) i wysokim natężeniu oraz o niskiej częstotliwości (poniżej 100 kHz) przenoszą większą energię i wywołują spektakularne zjawiska fizyczne i zmiany ośrodka, a zwłaszcza mogą inicjować reakcje chemiczne (w przypadku kawitacji). Specyfika ich oddziaływania wynika z występowania zmiennego ciśnienia akustycznego i kawitacji. Ich wpływ na mięso można rozpatrywać w aspekcie zjawisk pierwotnych, występujące w momencie działania ultradźwięków i wtórnych, będących niejako skutkiem zjawisk pierwotnych.

Stosowanie ultradźwięków w przetwórstwie mięsa ma charakter innowacji procesowej i ma bardzo krótką historię. Szerokie możliwości zastosowania ultradźwięków z jednej strony, w zderzeniu z różnorodnością i labilnością cech mięsa ze strony drugiej, dużą liczbą czynników wchodzących w złożone interakcje o charakterze biologicznym, chemicznym i fizycznym są poważnym problemem badawczym. Między innymi ze względu na dyssypację, w przetwórstwie mięsa najczęściej stosuje się źródła ultradźwięków o średnich natężeniach. Dlatego wykorzystanie techniki ultradźwiękowej wymaga specjalistycznej wiedzy i praktyki, a zwłaszcza dużej ostrożności w przenoszeniu wyników badań laboratoryjnych do praktyki przemysłowej - wielość parametrów obróbki mięsa powoduje poważne trudności w tym zakresie. W szczególności dobór i optymalizacja parametrów niemal zawsze opiera się na wynikach badań empirycznych. Zespół badawczy wykorzystał swe doświadczenie poparte licznymi publikacjami członków zespołu badawczego wykazane w załącznikach do wniosku do projektu.

Zastosowania ultradźwięków w ekologicznym przetwórstwie mięsa mogą dotyczyć m.in.: modyfikowania właściwości mięsa (np. kruszenie), wspomaganie operacji technologicznych (np. dyfuzja soli, składników zalewy), wspomaganie operacji pomocniczych (np. higienizacja surowca, procesu). Technika pozwala skrócić czas trwania procesów technologicznych i zmniejszyć koszty, sprzyjają powtarzalności jakości produktu i utrzymaniu higieny. W szczególności, zmienne ciśnienie akustyczne przyspiesza proces wymiany masy w obrębie i otoczeniu komórek mikroorganizmów (np. bakterii fermentacji mlekowej) przyspieszając ich metabolizm. Ale wyższe natężenia ultradźwięków mogą inaktywować mikroflorę, co jest pożądane w aspekcie higieny produkcji. Ultradźwięki są szczególnie efektywne w procesie dyspergowania, a zwłaszcza emulgowania i rozpylania. Aerozole wytwarzane tą techniką mają bardzo małe rozmiary cząstek fazy rozproszonej, przez mgła jest trwała i pokrywa powierzchnie cienką warstwą (oszczędność). Jej dyspersyjność (stosunek ogólnej powierzchni

cząstek do objętości zajmowanej przez nie) wzrasta o kilka rzędów wielkości w porównaniu do innych sposobów zamgławiania. Przegląd literatury przedmiotu wskazuje, że metoda ultradźwiękowego nanoszenia aerozoli (w tym np. ekstraktów roślinnych, pre- i probiotyków) w celach projakościowych (np. wydłużenie trwałości dzięki substancjom roślinnym o działaniu przeciwutleniającym lub bakteriostatycznym, kształtowanie aromatu i barwy wyrobu) jest innowacyjna i alternatywna do powszechnie stosowanej metody immersyjnej, z którą związanej jest m.in. podwyższone ryzyko zakażenia krzyżowego i większe zużycie substancji.

Pomimo zasadniczych różnic, co do natury ultradźwięków (fale mechaniczne) i światła (fale elektromagnetyczne), ich oddziaływanie wiąże się z przekazywaniem energii fal, ale na różnych poziomach. Skutki sonikacji (obróbki ultradźwiękami) możemy rozpatrywać głównie na poziomie struktur tkankowo-komórkowych, zaś skutki naświetlania (obróbki światłem) rozpatruje się na poziomie cząsteczkowym. Dlatego energia promieniowania świetlnego skraca indukcyjny okres utleniania tłuszczów i jest przyczyną powstawania wolnych rodników. Światło w nieunikniony sposób oddziałuje na surowce i wyroby podczas obrotu, przetwarzania, magazynowania, handlu ekspozycji itp. Zakres zmian jakości żywności zależy głównie od długości fal i ich natężenia. Promieniowanie krótkofalowe (zakres UV) powoduje m.in. powstawanie tlenu singletowego (utlenianie fotosensybilizowane) i znaczne przyspieszenie całego procesu utleniania. W efekcie fotooksydacji skład jakościowy i ilościowy kwasów tłuszczowych zmienia się istotnie, a w efekcie powoduje pogorszenie jakości wyrobów. Promieniowanie świetlne długofalowe (zakres IR) podobnie wpływa na utlenianie lipidów w wyniku stymulowania reakcji tworzenia się wolnych rodników. Dlatego ogranicza się dostęp światła oraz stosuje niskie plusowe i minusowe temperatury w przechowywaniu mięsa, surowców zawierających tłuszczy, produktów mięsnych. Umożliwia to wydłużenie okresu indukcyjnego dzięki spowolnieniu zmian. Jest także uzasadnione stosowanie dodatków niemięsnych (pochodzenia roślinnego – przyprawy, ekstrakty) o właściwościach przeciwutleniających w celu ograniczenia oksydacji tłuszczów. Ich stabilność kształtują m.in. tokoferole, β -karoten czy polifenole i fitosterole naturalnie występujące w przyprawach i ekstraktach z nich uzyskiwanych. Zmieniają one kinetykę przemian oksydacyjnych frakcji tłuszczowej w produktach mięsnych, a mogą być aplikowane np. przez immersję (wspomagana ultradźwiękami), albo przez nanoszenie aerozolu (wspomagane ultradźwiękami) na powierzchnię produktu.

Potencjalne korzyści ze stosowania techniki ultradźwiękowej w ekologicznym przetwórstwie mięsa są do osiągnięcia na wielu etapach procesu produkcyjnego. Zaplanowane badania dotyczące tej innowacyjnej techniki będą służyć przede wszystkim zdobyciu dodatkowej wiedzy na temat bezpieczeństwa produktów, ich zdrowotności, walorów sensorycznych i zachowania trwałości. Dlatego celem badań w zakresie przetwórstwa mięsa metodami ekologicznymi było opracowanie metody przetwórstwa mięsa i podrobów dla osiągnięcia korzystnych zmian ich zdrowotności, jakości sensorycznej i trwałości przechowalniczej za pomocą niekonwencjonalnej i innowacyjnej techniki ultradźwiękowej. Wyżej sformułowany cel zostanie osiągnięty przez realizację dwóch podzadań.

Pierwsze podzadanie było realizowane głównie w warunkach póltechniki przy wykorzystaniu aparatury technologicznej i badawczo-naukowej UP w Lublinie. Podzadanie drugie było realizowane w kooperacji z Zakładem Mięsnym „Jasiołka” w Dukli przetwarzającym mięso ekologiczne i dysponującym odpowiednim prototypem instalacji. Eksperymenty zostały wykonane w kilku powtórzeniach zgodnie z metodologią.

REALIZACJA PODZADANIA 1

Wpływ kontaktowej i immersyjnej techniki obróbki ultradźwiękami mięsa i podrobów na bezpieczeństwo zdrowotne, cechy sensoryczne i trwałość wyrobu

W podzadaniu wykorzystano mięso zwierząt z hodowli prowadzonych na zasadach ekologicznych oraz inne surowce spełniające takie warunki.

Czynnikami w podzadaniu 1 były: rodzaj mięsa (gatunek, rasa), sposób sonikacji (rodzaj urządzenia, częstotliwość ultradźwięków, ich natężenie, czas trwania sonikacji), dodatki (sól, przyprawy), warunki naświetlenia (widmo, natężenie światła), sposób przygotowania (technologia).

Produkty do badań w podzadaniu 1 zostały wytworzone z mięsa (całych mięśni) specjalnie przygotowanego przez wstępną obróbkę metodą fizyczną. Na etapie przygotowania surowca zastosowana została obróbka ultradźwiękami (sonikacja), której celem było kontrolowane modyfikowanie naturalnych właściwości fizyczno-chemicznych mięsa i czystości mikrobiologicznej. Obróbka była prowadzona kontaktowo i immersyjnie z wykorzystaniem urządzeń ultradźwiękowych pracujących przy różnych częstotliwościach fal i przy różnym natężeniu ich oddziaływania. Ultradźwięki zostały także wykorzystane do solenia surowców. Podczas obróbki był prowadzony monitoring dyssypacji, co umożliwia ustalenie optymalnych warunków prowadzenia sonikacji ze względu na temperaturę mięsa. Tak przygotowane surowce zostały poddane obróbce cieplnej metodą pieczenia lub gotowania (sous vide). Gotowe produkty zapakowane w systemie MAP były przechowywane w warunkach chłodniczych.

Produkty podczas przechowywania były badane ze względu na ich zdrowotność, trwałość i parametry sensoryczne. W zakres badań wchodziły m.in.: kwasowość czynna pH, aktywność wody a_w , skład mikroflory, parametry barwy (barwniki hemowe), skład podstawowy (białko, tłuszcz, woda, sól), skład kwasów tłuszczowych (utlenianie), zawartość cholesterolu, kaloryczność, zawartość nitrozoamin, parametry tekstury, aktywność biologiczna, wydajność technologiczna. Przeprowadzone zostały także badania sensoryczne wyrobu i przy użyciu systemu wizyjnego. Eksperyment był realizowany względem tzw. próby odniesienia, to jest produktu przygotowanego według takiej samej technologii z wyjątkiem stosowania obróbki ultradźwiękami.

Metody badań: Kwasowość; Aktywność wody; Potencjał oksydacyjno - redukcyjny (ORP); Wskaźnik TBARS (Pikul i wsp. 1989); Parametry barwy; Analiza mikrobiologiczna; Aktywność przeciwutleniająca; Analiza sensoryczna; Mikro- i makroskopia oraz analiza obrazu; Pomiar temperatury; Pomiar masy; Pozostałe oznaczenia.

Eksperyment 1 w podzadaniu 1 – wołowina surowo dojrzewająca

Eksperyment 2 w podzadaniu 1 – stek wołowy (sous vide z dodatkiem surowców zielarskich)

Eksperyment 3 w podzadaniu 1 – obecność substancji działających przeciwutleniająco w materiale zielarskim

Metody badań: Przygotowanie ekstraktów; Przygotowanie roztworów wzorcowych; Analiza HPLC

Eksperyment 4 w podzadaniu 1 – steki wołowe (dyfuzja soli)

Eksperyment 5 w podzadaniu 1 – paszтет podrobowy

Materiał i metody badań: Podstawowy skład chemiczny; Pomiar wskaźnika TBARS; Pomiar aktywności wody; Liczba bakterii kwaszących typu mlekowego (zgodnie z PN-ISO 15214:2002); Liczba drobnoustrojów określających poziom higieny produkcji; Pomiar parametrów barwy metodą instrumentalną; Parametry tekstury; Analiza sensoryczna; Pomiar temperatury; Pomiar masy

REALIZACJA PODZADANIA 2

Badania jakości produktów wytworzonych z wykorzystaniem prototypowej instalacji do ultradźwiękowego nanoszenia substancji na powierzchnię produktów mięsnych

Wprowadzenie w problematykę podzadania

W podzadaniu wykorzystano mięso zwierząt z hodowli prowadzonych na zasadach ekologicznych oraz inne surowce spełniające takie warunki. Czynnikiem w podzadaniu 2 były: rodzaj mięsa (gatunek, rasa), rodzaj wyrobu (technologia), warunki sonikacji (parametry ultradźwięków, parametry środowiska), dodatki (rodzaj, ilość).

Badania w podzadaniu 2 zrealizowane zostały przy wykorzystaniu prototypowej (innowacyjnej) instalacji do ultradźwiękowego nanoszenia substancji (dodatków) w postaci aerozolu (mgły) na powierzchnię produktów mięsnych. Były prowadzone w Zakładzie Mięsnym w Dukli, gdzie zostały przygotowane ekologiczne produkty mięsne według dotychczas stosowanych receptur. Innowacją była operacja polegająca na wykorzystaniu instalacji ultradźwiękowej. Podczas pracy komory zostały określone parametry środowiska (m.in. ruch gazu, temperatura) w celu poszukiwania optymalnych warunków procesu. Produkty przewożone były (transport specjalistyczny, z zachowaniem ciągłości łańcucha chłodniczego) z Zakładu do laboratorium Uniwersytetu Przyrodniczego, gdzie były poddawane badaniom laboratoryjnym.

Gotowe produkty były zapakowane w systemie MAP i przechowywane w warunkach chłodniczych. Podczas przechowywania były poddawane badaniom mającym na celu określenie ich zdrowotności, trwałości i parametrów sensorycznych. W szczególności uwzględniono m.in.: kwasowość czynną pH, aktywność wody a_w , skład mikroflory, parametry barwy, skład podstawowy (białko, tłuszcz, woda, sól), skład kwasów tłuszczowych (utlenianie), kaloryczność, parametry tekstury, cechy sensoryczne produktu. Wykonane zostały także badania wpływu światła dziennego (D65) na wyróżniki jakości produktu. Eksperyment był prowadzony względem tzw. próby odniesienia, to jest produktu przygotowanego według takiej samej technologii z wyjątkiem wykorzystania instalacji ultradźwiękowej.

Eksperyment 1 w podzadaniu 2 – jakość mięsa

Materiał i metody badań: Materiał badawczy; Kwasowość; Wodochłonność; Podstawowy skład chemiczny; Profil kwasów tłuszczowych; Czystość mikrobiologiczną; Parametry barwy w systemie CIE LAB; Ogólna zawartość barwników hemowych; Zawartość metmioglobiny.

Specyfikacja technologiczna

L p.	Cecha	Opis
1	Nazwa produktu	Specyfikacja technologiczna jakości surowca mięsnego (schabów wieprzowych) przeznaczonego do produkcji polędwic surowo dojrzewających wytworzonych z wykorzystaniem prototypowej instalacji do ultradźwiękowego nanoszenia substancji na powierzchnię produktów mięsnych
2	Rodzaj produktu	Mięso do przerobu
3	Zakres procedury	Cechy jakościowe wymagane dla surowca mięsnego (schabów wieprzowych) przeznaczonego do produkcji polędwic surowo dojrzewających
4	Wymagania dotyczące	1) kwasowość [pH] ok.5,4 2) wodochłonność [%] ok. 30

	surowca mięsnego	3) skład chemiczny [%] woda białko tłuszcz kolagen sól 4) kwasy tłuszczowe [%] SFA MUFA PUFA OMEGA 3 OMEGA 6 OMEGA 9 5) czystość mikrobiologiczną [log cfu/g] LAB <i>Enterobacteriaceae</i> OLD 6) parametry barwy L* a* b* C* h- 7) ogólna zawartość barwników hemowych [ppm] całkowita liczba barwników ogólna zawartość żelaza hemowego 8) zawartość metmioglobiny [%]	ok. 73 ok. 23 ok. 4 ok. 1 ok. 0,6 ok. 40 ok. 50 ok. 8 ok. 0,5 ok. 8 ok. 46 ok. 5,61 < 4,63 < 5,94 ok. 60 ok. 5,5 ok. 14 ok. 15 ok. 68 ok. 31 ok. 2,8 ok. 68
5	Wymagania dotyczące substancji dodatkowych, dodatków funkcjonalnych, przypraw itp.	Nieobecne, niedopuszczalne.	
6	Receptura (na 100 kg surowca mięsnego)	Nie dotyczy	
7	Postępowanie technologiczne	Zgodne z aktualnymi przepisami dotyczącymi świeżego mięsa wieprzowego do przerobu	
8	Cechy organoleptyczne produktu i metoda badania	Zgodne z aktualnymi wymogami dotyczącymi świeżego mięsa do przerobu	
9	Właściwości fizyczne	Zgodne z aktualnymi wymogami dotyczącymi świeżego mięsa do przerobu	

	produktu i metoda badania	
10	Właściwości chemiczne produktu i metoda badania	Zgodne z aktualnymi wymogami dotyczącymi świeżego mięsa do przerobu
11	Cechy mikrobiologiczne produktu i metoda badania	Zgodne z aktualnymi wymogami dotyczącymi świeżego mięsa do przerobu
12	Sposób przygotowania produktu do spożycia	Nie dotyczy – półprodukt do dalszego przerobu
13	Sposób pakowania i znakowanie	Nie stosuje się (przerób bezzwłoczny) / Zgodne z aktualnymi przepisami prawa żywnościowego
14	Warunki przechowywania i trwałość przechowywalności produktu	Nie stosuje się (przerób bezzwłoczny) / Zgodne z aktualnymi wymogami dotyczącymi świeżego mięsa do przerobu
15	Warunki transportu i obrotu produktem	Nie stosuje się (przerób bezzwłoczny) / Zgodne z aktualnymi wymogami dotyczącymi świeżego mięsa do przerobu
16	Przeznaczenie konsumenckie	Nie dotyczy – półprodukt

Eksperyment 2 w podzadaniu 2 – polędwica dojrzewająca

Eksperyment 3 w podzadaniu 2 – kielbasa

Materiał i metody badań: Materiał badawczy; Parametry procesu dojrzewania; Wydajność w czasie dojrzewania; Kwasowość; Podstawowy skład chemiczny; Gradacja zawartości wody; Profil kwasów tłuszczowych; Czystość mikrobiologiczną; Parametry barwy w systemie CIE LAB; Aktywność wody; Ogólna zawartość barwników hemowych; Zawartość metmioglobiny; Stopień utlenienia tłuszczów (TBARS); Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych; Indeks fragmentacji miofibryli.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

W badaniu polegającym na ocenie wpływu zastosowania immersyjnej sonikacji o różnej mocy w połączeniu z dodatkiem mniszka lekarskiego, na stabilność oksydacyjną oraz właściwości przeciwutleniające steków z ligawy wołowej poddanych obróbce metodą *sous vide* stwierdzono między innymi:

- 1) Zastosowanie ultradźwięków spowodowało obniżenie wartości pH wołowiny oraz wzrost bakterii kwasu mlekowego w próbach.
- 2) Dodatek mniszka lekarskiego, w postaci posypki, do steków z ligawy wołowej poddanej obróbce *sous vide* spowodował wzrost właściwości przeciwutleniającej wyrobu oraz obniżenie zawartości wtórnych produktów utleniania lipidów.
- 3) Zastosowanie mniszka lekarskiego spowodowało kontaminację wołowiny bakteriami redukującymi siarczany.
- 4) Zastosowanie sonikacji spowodowało wzrost zawartości aminokwasów fizjologicznych w stekach *sous vide*.
- 5) Potwierdzono wpływ dodatku roślinnego na aktywność biologiczną peptydów określonych w ramach przeprowadzonych testów przeciwutleniających.
- 6) Wpływ procesu sonikacji na aktywność biologiczną hydrolizatów był niejednoznaczny i zależał od etapu (jednoetapowa bądź dwuetapowa) hydrolizy. Nie potwierdzono wpływu procesu sonikacji na aktywność biologiczną analizowanych materiałów badawczych określonych testem z ABTS.
- 7) Na podstawie otrzymanych wyników można wywnioskować, że postęp hydrolizy pod wpływem enzymów żołądkowo-jelitowych sprzyja uwalnianiu cząstek o aktywności przeciwutleniającej mierzonej przez zdolność do wychwytywania rodnika ABTS oraz zdolność do chelatowania jonów żelaza (II) (trawienie dwuetapowe) jak również w teście RP (hydroliza pepsyną).

W eksperymencie ukierunkowanym na zastosowanie rozdrobnionych kwiatów kocanki piaskowej ze względu na aktywność biologiczną i bezpieczeństwo zdrowotne plasterkowanej wołowiny surowo dojrzewającej przechowywanej w próżni oraz MAP uzyskane zostały wyniki wskazujące na:

- 8) Zastosowanie kocanki piaskowej w produkcji wołowiny surowo dojrzewającej nie wpłynęło istotnie na udział poszczególnych kwasów w ogólnej puli kwasów tłuszczowych w produkcie.
- 9) Zastosowanie kocanki piaskowej spowodowało obniżenie liczby bakterii redukujących siarczany, LAB oraz Enterobacterii.
- 10) Dodatek kocanki w procesie produkcji wołowiny surowo dojrzewającej spowodował zwiększenie zawartości mieszaniny tokoferoli w wyrobie.
- 11) Zastosowanie technologii MAP spowodowało wzrost zawartości żelaza o ok. 10 mg/kg oraz cynku o ok. 100 mg/kg w wołowinie pakowanej w atmosferze gazów obojętnych w porównaniu do opakowania próżniowego w 42 dniu przechowywania.
- 12) Zastosowanie kocanki piaskowej w połączeniu z pakowaniem w systemie MAP potęguje efekt przeciwutleniający i redukujący w produkcie.

W doświadczeniu, którego celem była ocena wartości odżywczej i bezpieczeństwa zdrowotnego kiełbasy średnio-rozdrobnionej wyprodukowanej w warunkach przemysłowych uzyskane zostały wyniki wskazujące na:

- 13) Kiełbasy charakteryzowały się niską zawartością azotanu (III) sodu i azotanu (V) sodu.
- 14) Wartości wskaźnika TBARS oraz potencjału oksydacyjno-redukcyjnego były stabilne podczas całego okresu chłodniczego przechowywania kiełbas.

- 15) Stwierdzono niewielką obecność ołowiu, arsenu, kobaltu oraz kadmu w analizowanych kiełbasach. Nie stwierdzono natomiast w próbach obecności glinu.

Na podstawie danych z eksperymentu, w którym badany był wpływ czasu trwania kontaktowej obróbki ultradźwiękami na szybkość dyfuzji soli w stekach z ligawy wołowej można stwierdzić:

- 16) Zastosowanie kontaktowej obróbki ultradźwiękami wpłynęło na wzrost szybkości dyfuzji chlorku sodu podczas solenia prób.
- 17) Wraz z wydłużeniem czasu trwania obróbki ultradźwiękami obniżeniu uległa jasność prób oraz udział barwy czerwonej w ogólnym tonie barwy.
- 18) Wraz z wydłużeniem czasu trwania obróbki ultradźwiękami następował wzrost wartości potencjału oksydacyjno-redukcyjnego oraz wskaźnika TBARS w próbach analizowanych po obróbce *sous vide*.

Eksperyment polegający na produkcji pasztetu wieprzowego z podrobami z wykorzystaniem ultradźwięków wykazał m.in. że:

- 19) Obróbka ultradźwiękowa farszu w nieznacznym stopniu wpływa na wzrost wartości pH i obniżenie wartości aktywności wody (a_w). Powoduje także nieznaczny wzrost wartości potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) i obniżenie wartości wskaźnika TBARS w 1 i 21 dobie przechowywania chłodniczego.
- 20) Sonikacja farszu nie spowodowała istotnych zmian parametrów barwy pasztetów wieprzowych tak w 1. jak i 21. dobie przechowywania chłodniczego. Jakkolwiek rejestruje się nieznaczny wzrost jasności (L^*), obniżenie czerwoności (a^*) i składowej żółtej (b^*) barwy pasztetów z farszu sonikowanego.
- 21) Pasztet wieprzowy z farszu sonikowanego wykazywał nieco niższą wartość ogólną liczby drobnoustrojów (OLD). Występowanie Enterobakterii, pleśni i drożdży po 21 dobach przechowywania może wynikać ze sposobu przygotowywania produktu, tj. operacji pakowania MAP.
- 22) Pasztet sonikowany wykazywał niewielkie podwyższenie wartości twardości i gumistości. Sprężystość pasztetu sonikowanego była nieznacznie niższa na początku okresu przechowywania i nieco wyższa od sprężystości pasztetu kontrolnego (W1) po 21 dobach przechowywania.
- 23) Analiza organoleptyczna nie wykazała jakichkolwiek różnic w zakresie smakowości pasztetu sonikowanego względem produktu kontrolnego.

Na podstawie wyników eksperymentu pierwszego w podzadaniu drugim, którego celem był opis jakości mięsa wieprzowego do produkcji polędwic surowo dojrzewających w prototypowej komorze wyposażonej w instalację ultradźwiękową, stwierdza się, że surowiec miał wyrównane cechy jakościowe, co pozwala na realizację następnych eksperymentów w podzadaniu. Na tej podstawie przystąpiono do kolejnego eksperymentu, którego celem była ocena jakości polędwic surowo dojrzewających wyprodukowanych bez udziału azotanów, z dodatkiem serwatki kwasowej i z wykorzystaniem prototypowej instalacji ultradźwiękowej do obróbki mięsa i bezkontaktowego nanoszenia substancji na powierzchnię wyrobów. Na podstawie uzyskanych danych stwierdza się, że:

- 24) Polędwice surowo dojrzewające po 4 tygodniach dojrzewania zawierały średnio 41,2% wody, 45,8% białka, 6,4% tłuszczu, 1,3% kolagenu oraz 5,3% innych składników. Suma azotanów w przeliczeniu na NaNO_3 oraz azotynów w przeliczeniu na NaNO_2 w żadnej z badanych prób nie przekroczyła dopuszczalnych norm.
- 25) Próby poddane działaniu ultradźwięków charakteryzowały się nieco wyższym poziomem wilgoci, ale jednocześnie większym jej wyrównaniem w całym przekroju próby.
- 26) Sonikacja prób spowodowała znaczne spowolnienie dynamiki zmian kwasowości oraz

- podwyższenie wartości pH w stosunku do prób niesonikowanych.
- 27) Nie stwierdzono wpływu zróżnicowanej technologii produkcji polędwicy surowo dojrzewającej (dodatek peklosoli/soli, sonikacja, rodzaj stosowanego natrysku woda/serwatka) oraz czasu jej przechowywania na ogólną liczbę drobnoustrojów.
 - 28) Stwierdzono wzrost liczby bakterii kwaszących typu mlekowego (LAB) wraz z czasem przechowywania polędwic surowo dojrzewających. Solenie pozytywnie wpłynęło na liczbę LAB. Nie stwierdzono wpływu sonikacji mięsa na poziom LAB.
 - 29) Wyniki badań wskazują na obniżenie zawartości bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* w próbach poddanych działaniu ultradźwięków.
 - 30) Próby sonikowane cechowały się największą dynamiką spadku a_w w czasie 10-tygodniowego przechowywania.
 - 31) Stwierdzono pociemnienie prób wraz z czasem przechowywania (obniżenie wartości parametru L^*). Zastosowanie procesu solenia, sonikacji i natrysku serwatką ogranicza proces ciemnienia
 - 32) Peklowanie zwiększa czerwoność oraz żółtość produktu. Natryskiwanie prób wodą oraz 4-godzinne naświetlanie zmniejsza wartość parametru a^* i jednocześnie zwiększa wartość parametru b^* . Sonikacja nie ma wpływu na czerwoność, jednak zastosowanie tego zabiegu oraz natrysk serwatką obniżają żółtość produktu.
 - 33) Całkowita zawartość barwników (ppm) oraz zawartość żelaza hemowego w polędwicy surowo dojrzewającej w czasie przechowywania zwiększały się wraz z czasem przechowywania. Najwyższą ich zawartość odnotowano w próbce peklowanej oraz solonej, które w czasie dojrzewania nawilżano wodą. Sonikacja mięsa spowodowała redukcję całkowitej liczby barwników w stosunku do prób niepoddanych temu zabiegowi.
 - 34) Stwierdzono, że peklowanie mięsa, czas przechowywania polędwic surowo dojrzewających, sonikacja oraz natryskiwanie serwatką w czasie dojrzewania sprzyjają powstawianiu metmioglobiny.
 - 35) Zastosowanie soli zamiast peklosoli nie wpłynęło znacząco na stopień utlenienia tłuszczów. Jednak zastosowanie sonikacji mięsa przeznaczonego do produkcji wędlin oraz ultradźwiękowego natrysku serwatką spowodowało znaczne spowolnienie i ograniczenie procesów oksydacyjnych.
 - 36) Zastosowanie soli zamiast peklosoli spowodowało zwiększenie zawartości wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) w czasie 4-tygodniowego dojrzewania. Sonikacja ogranicza powstawanie FFA.
 - 37) Dodatek peklosoli, zamiast soli intensyfikuje rozpad miofibrili. Podobny efekt wywołuje w próbce solonej sonikacja mięsa oraz ultradźwiękowy natrysk serwatką. W efekcie obserwuje się zmiany parametrów tekstury, tak surowca, jak i produktu.

Dzięki zrealizowanym badaniom uzyskane zostały informacje na temat zakresu zmian jakości produktu i jego trwałości przechowalniczej w aspekcie obróbki ultradźwiękami. Badaniom poddano także wpływ oświetlenia produktu na jego wyróżniki jakości. W efekcie uzyskane zostały dane, które będzie można wykorzystać do opracowania wytycznych na temat stosowania techniki ultradźwiękowej do ekologicznej obróbki mięsa w celu kształtowania pożądanej zdrowotności, cech sensorycznych i poziomu trwałości przechowalniczej.

Zrealizowane badania wpisują się w nurt innowacji produktowych i technologicznych. Wykorzystują niekonwencjonalną technikę opartą na energii ultradźwiękowej w przetwórstwie mięsa. Dzięki badaniom poszerzona została użyteczna wiedza pożądana w opracowaniu założeń technologii ekologicznych wyrobów mięsnych, których jakość jest osiągnięta w sposób kontrolowany przez ultradźwięki. Wnioski z badań będą udostępniane zainteresowanym w formie procedur, instrukcji itp.,

a także zostaną opublikowane w czasopismach branżowych i naukowych służąc promocji innowacji i umacnianiu marki żywności ekologicznej.

Należy podkreślić, że dotacja do badań pozwoliła na zdobycie wiedzy w zakresie trudnym do przecenienia, a dotyczącą m.in. specyfiki technologii ekologicznych sonikowanych produktów mięsnych, ich zdrowotności, parametrów sensorycznych i trwałości przechowalniczej. Ilość zebranych danych i informacji znaczna i raczej trudna do pełniejszego opracowania w krótkim czasie realizacji projektu. Dlatego wyniki będą poddawane dyskusjom i dalszej obróbce w celu uzyskania uszczegółowionej wiedzy na temat ekologicznego przetwórstwa mięsa. Profil zrealizowanych badań dobrze wpisuje się w politykę proekologiczną, troskę o należyty poziom bezpieczeństwa żywności i służy szeroko rozumianym interesom ekologii w biogospodarce. Wyniki z naszych badań będą publikowane w czasopismach branżowych i naukowych, a także udostępniane zainteresowanym w formie procedur (instrukcji).

(Spis piśmiennictwa wykorzystanego do przygotowania, realizacji projektu i sprawozdania jest dostępny w autorów



**WYDZIAŁ
NAUK O ŻYWNOSCI
I BIOTECHNOLOGII**

STRESZCZENIE Z BADAŃ PODSTAWOWYCH
NA RZECZ ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO W 2018 ROKU

Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi:

**Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w zakresie przetwórstwa mięsa,
z ograniczeniem dodatków azotanów i azotynów, w tym wykorzystanie
fermentowanego mleka różnych ras zwierząt w zakresie przetwórstwa
mięsa i podrobów w celu wpływu na zdrowotność,
parametry sensoryczne i trwałość wyrobów**

Kierownik badań: *dr hab. inż. Dariusz M. STASIAK, prof. nadzw.*

Zespół badawczy:

- 4) Katedra Technologii Surowców Pochodzenia Zwierzęcego – Zakład Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością – *dr hab. inż. Małgorzata KARWOWSKA, prof. nadzw. (kier. podzadania 2); dr hab. inż. Joanna STADNIK, prof. nadzw.; dr hab. inż. Karolina WÓJCIAK, prof. nadzw.; dr inż. Agnieszka LATOCH; dr inż. Justyna LIBERA (kier. podzadania 1); mgr inż. Paulina KĘSKA; mgr inż. Elżbieta SOLSKA; mgr inż. Agata NOWACZYK; mgr inż. Mirosław BUDORAN; mgr inż. Anna KONONIUK; mgr inż. Karolina FERYSIUK*
- 5) Zakład Mięсны „Jasiołka” w Dukli – *mgr inż. Paweł KRAJMAS, mgr inż. Bartosz RUDA.*
- 6) Instytut Hodowli Zwierząt i Ochrony Bioróżnorodności – Zakład Hodowli Małych Przeżuwaczy i Stacja Badawcza im. prof. T. Efnera – *prof. dr hab. Tomasz M. GRUSZECKI, Pracownia Doradztwa Rolniczego – dr Krzysztof PATKOWSKI.*

Współpraca:

Agrolab Polska Sp z o.o.; Centralne Laboratorium Agroekologiczne Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie; Instytut Zootechniki – PIB; Wrocławski Park Technologiczny S.A.; Regionalny Związek Hodowców Owiec i Kóz w Lublinie

CZĘŚĆ I

WPROWADZENIE I CEL ZREALIZOWANYCH BADAŃ

Sformalizowane kryteria żywności ekologicznej m.in. wykluczają z przetwórstwa mięsa większość substancji dodatkowych i tym samym znacząco ograniczają sposoby przetwarzania powszechnie stosowane w przemyśle. Dlatego Zakład Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie we współpracy z innymi jednostkami naukowo-badawczymi oraz zakładami mięsnymi podejmuje inicjatywy związane z poszukiwaniem innowacyjnych rozwiązań w sferze przetwórstwa mięsa metodami ekologicznymi. W efekcie ich realizacji jest osiągnięty systematyczną poprawę jakości produktów mięsnych, a zwłaszcza ich: trwałości, wartości odżywczej, zdrowotności, wyglądu, barwy, smakowitości i innych ważnych cech. Na szczególną uwagę zasługują wyniki dotychczas wykonanych badań dotyczących ograniczania stosowania azotanów (III) i (V) w przetwórstwie mięsa przy zachowaniu wymaganej trwałości produktów. Istotne osiągnięcia pracowników Zakładu w tym zakresie potwierdzają liczne publikacje w renomowanych czasopiśmie indeksowanych w JCR. Wyniki dotychczasowych badań ukazują możliwość ograniczenia poziomu azotanów (III) i (V) w produktach mięsnych przez wprowadzanie nowych sposobów przetwarzania i/lub wprowadzanie istotnych zmian (modyfikacji) dotychczas stosowanych sposobów przetwarzania, m.in. rodzaju, ilości, sposobów stosowania dodatków, sposobów fizycznego kształtowania jakości, metod osiągania wymaganego bezpieczeństwa i trwałości. Azotany (III) i (V) są dość skutecznym konserwantem, ale po spożyciu przez człowieka oddziałują toksycznie na jego organizm. W skrajnych przypadkach uszkadzają funkcje organów wewnętrznych, działają rakotwórczo, mutagennie i teratogennie. Prócz tego pod działaniem kwasów i mikroflory bakteryjnej (nitrozowanie przy udziale bakterii takich jak: *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Neisseria*) w przewodzie pokarmowym podlegają przemianom stając się źródłem toksycznych, rakotwórczych N-nitrozoamin. Dlatego badania i rozwój (B+R) ekologicznych metod przetwórstwa z ograniczeniem stosowania azotanów (III) i (V) służąc poprawie zdrowotności produktów mięsnych jest tak istotny dla biogospodarki.

Zasadniczo trwałość produktów mięsnych jest limitowana m.in. przez wtórne produkty oksydacji tłuszczu w mięsie i podrobach. Są one przyczynami chorób (m.in. cukrzycy, miażdżycy, nowotworów) i przyspieszonego starzenia się komórek organizmu. Publikacje naukowe opisują, że na stabilność oksydacyjną tłuszczów korzystnie wpływają m.in. tokoferole, β -karoten, polifenole i fitosterole pochodzące z części roślin (przyprawy) i ekstraktów roślinnych. Wyniki dotychczasowych badań potwierdzają, że ograniczenie stosowania azotanów (III) i (V) w przetwórstwie mięsa metodami ekologicznymi jest możliwe przez łączenie z surowcami roślinnymi najlepiej o niskim stopniu przetworzenia. Wykształtowanie pożądanych cech, zwłaszcza trwałości przechowalniczej może zapewnić także stosowanie produktów fermentacji mleka, na co wskazują dotychczasowe wyniki badań z zastosowaniem serwatki kwasowej. Wyniki wstępnych badań w tym zakresie zostały opisane w sprawozdaniu z badań finansowanych przez MRiRW w latach poprzednich. Niska wartość pH fermentowanego mleka i obecne w niej bakterie fermentacji mlekowej wykazują znaczne możliwości przeciwdziałania rozwojowi drobnoustrojów chorobotwórczych (np. *Listeria monocytogenes*) i korzystnego wpływu na jakość, a zwłaszcza trwałość mięsnych produktów ekologicznych. Zaproponowana przez nasz Zakład (na podstawie dotychczasowych wyników badań) metoda przygotowania mięsa z wykorzystaniem produktów fermentacji mleka polega na stosowaniu (dodawaniu do wyrobów obrabianych cieplnie lub macerowaniu mięsa na wyroby dojrzewające) serwatki i wprowadza nowe, istotne korzyści jakościowe.

Surowce ekologiczne niosąc ze sobą nadzwyczajną jakość zwykle są znacząco droższe od surowców wykorzystywanych w produkcji masowej. Z tego względu konieczne jest optymalne

wykorzystanie całości tusz zwierzęcych z hodowli ekologicznych. Szczególną uwagę należy poświęcić podrobom, które stanowią cenną i wyjątkową pod wieloma względami grupę surowców w technologii mięsa, niekiedy nazywaną „piątą ćwiartką”. Szereg podrobów jest wykorzystywane głównie w gastronomii i jest podstawą wyszukanych potraw (np. grasicą). Jakkolwiek podroby wykazują budowę zbliżoną do tkanki mięśniowej i podobny skład chemiczny, to luźna struktura tkanek, duża zawartość wody, obecność enzymów, podatność na zakażenie drobnoustrojami sprawiają, że trwałość podrobów jest niska, nie mogą być dłużej przechowywane, a ich przetworstwo napotyka trudności. Najczęściej w przetworstwie wykorzystuje się: wątrobę, nerki, serca, ozory, żołądki, ale także głowy, ogony i in. (każdorazowo z uwzględnieniem aktualnych przepisów prawa żywnościowego). Podroby dostarczają wielu specyficznych składników odżywczych, takich jak: wysokowartościowe białka, żelazo, duże ilości witamin. Z zasady przetwarzane podroby są peklowane, co uzasadniane jest m.in. niską ich trwałością. W związku z tym rodzi się pytanie, czy istnieją sposoby umożliwiające uzyskanie pożądanej trwałości podrobów przy ograniczonym stosowaniu azotanów. Wyniki dotychczas przeprowadzonych badań zainspirowały do podjęcia próby wykorzystania fermentowanego mleka w aspekcie substytucji azotanów, zwłaszcza że mleko bywa stosowane w przygotowaniu potraw z podrobów (np. wątroba). Podroby ze względu na zawartość ciał wyciągowych i cholesterolu nie są obojętne dla chorych borykających się z artretyzmem, reumatyzmem, miażdżycą. Dlatego zastosowanie mleka fermentowanego może przynieść korzyść ze względu na zdrowotność, parametry sensoryczne i trwałość produktów, co przedstawia problematykę jako istotną nie tylko ze względów technologicznych. Należy także zwrócić uwagę na fakt, że w literaturze przedmiotu brak jest dostępnych publikacji naukowych traktujących o wykorzystaniu mleka fermentowanego w przygotowaniu podrobów.

Mleko jest mieszaniną wieloskładnikową, w której fazie: emulsyjna, koloidalna i molekularna pozostają w ściśle określonej zależności fizyczno-chemicznej. Jego zasadniczy skład chemiczny jest uwarunkowany genomem ssaka, przy czym ilość poszczególnych składników jest dodatkowo uwarunkowana środowiskowo – przede wszystkim przez żywienie zwierząt oraz ich zdrowotność. Szczególnie cenne żywieniowo jest mleko ekologiczne. Trudno jest przecenić jego walory żywieniowe wiedząc, że jest podstawowym i wyłącznym pokarmem wszystkich ssaków w pierwszej fazie życia po urodzeniu. Mleko i przetwory mleczne mają znaczący udział w diecie niemal we wszystkich kulturach. I jakkolwiek występują tu różnice wynikające z rodzaju mleka (mleko różnych ssaków np. krowie, kozie, owcze, różni się pod względem składu podstawowego tj. zawartości: białka, tłuszczów, cukrów, substancji mineralnych, witamin) i sposobu przetwarzania, to większość wykorzystuje zdolność mleka do fermentacji dzięki mikroflorze. Korzyści ze stosowania fermentowanego mleka wynikają tak ze względu na jego cechy fizyczno-chemiczne (m.in. białka, enzymy, niska kwasowość), jak i mikrobiologiczne (m.in. korzystna zdrowotnie mikroflora fermentacji mlekowej). Zasadniczo mleko w postaci nieprzetworzonej jest nietrwałe, a fermentacja znacząco poszerza możliwości jego wykorzystania dzięki zmianie właściwości, a w tym wzrostowi kwasowości i całej gamie skutków takich jak: koagulacja, zmiana aktywności enzymów, blokowanie rozwoju niektórych drobnoustrojów. Fermentacja zależnie do sposobu inicjacji może być prowadzona z wykorzystaniem mikroflory homofermentatywnej i/lub heterofermentatywnej. Właściwą fermentację mlekową wywołują bakterie fermentacji mlekowej zaliczane do rodzajów: *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*. Jednak niektóre szczepy bakterii (np. *Lactobacillus viridescens*) mogą powodować niepożądane zmiany produktów mięsnych. Należy zauważyć, że dodatek mleka podnosi ryzyko dotyczące alergii na białka mleka, nietolerancji laktozy i galaktozy. Powstają zatem pytania o zakres oddziaływania składników fermentowanego mleka na produkty mięsne. Niniejsze zadanie badawcze uwzględnia także owe zagadnienia. W przypadku produktów dojrzewających występuje duże ryzyko zakażenia powierzchni bakteriami środowiskowymi powodującymi pogorszenia jakości. Bakterie obecne w fermentowanym mleku mogą ograniczyć to ryzyko, a także korzystnie wpłynąć m.in. na lipolizę tłuszczu i uwalnianie wolnych kwasów tłuszczowych, w tym kwasu linolowego w wyrobach surowo dojrzewających. Te i inne

oddziaływania o charakterze fizyczno-chemicznym i mikrobiologicznym mają kluczowe znaczenie dla zdrowotności, cech sensorycznych i trwałości przechowalniczej produktów mięsnych będących przedmiotem badań.

Poszukiwaniom rozwiązania tego problemu technologicznego służy wprowadzenie dodatkowych zabiegów pielęgnacyjnych na produktach polegających na okresowym nanoszeniu (przez zanurzenie lub natrysk) na powierzchnię wyrobu fermentowanego mleka i/lub roztworów na jego bazie wzbogaconych o dodatki pochodzenia roślinnego. Celem tego jest wytworzenie na powierzchni warunków sprzyjających wydłużonej trwałości (m.in. obniżona kwasowość, aktywność wody), uzupełnienie mikroflory fermentacji mlekowej (m.in. działanie antagonistyczne do niepożądanych drobnoustrojów). Aktywne w temperaturach chłodniczych proteolityczne bakterie np. *Bacillus cereus* i psychrofilne np. *Pseudomonas* przyczyniają się do powstawania istotnych strat produkcyjnych produktów surowo dojrzewających. Zastosowanie fermentowanego mleka zwierząt poszerza możliwości technologiczne w ekologicznym przetwórstwie mięsa i podrobów tak w sferze asortymentu, jak i jego trwałości.

Celem badań w zakresie przetwórstwa mięsa metodami ekologicznymi zrealizowanych w roku 2018 było opracowanie innowacyjnego sposobu przetwarzania mięsa i podrobów, którego istotą jest ograniczenie dodatku azotanów i azotynów w produktach przez wprowadzenie do technologii fermentowanego mleka różnych ras zwierząt w celu osiągnięcia korzystnych zmian w zakresie zdrowotności, jakości sensorycznej i trwałości przechowalniczej. Cel ów został osiągnięty przez realizację dwóch podzadań, które realizowane były w warunkach półtechniki (hala technologii mięsa UP w Lublinie), a zwłaszcza we współpracy z Zakładem Mięsnym „Jasiołka” w Dukli. Wykonawcy zadań uczestniczyli w produkcji i nadzorowali jej przebieg w Zakładzie Mięsnym, a następnie prowadzili badania produktów w warunkach laboratorium. Przebieg (parametry) procesu w Zakładzie był monitorowany z wykorzystaniem stosownej aparatury badawczo-naukowej. Równolegle prowadzona produkcja kontrolna w warunkach półtechniki w UP w Lublinie służyła poszerzeniu sfery możliwych badań i oznaczeń. Podzadania zostały wykonane co najmniej w kilku powtórzeniach zgodnie z metodologią badań.

CZĘŚĆ II

RELIZACJA PODZADANIA 1

Przygotowanie technologii wyrobów ekologicznych obrabianych cieplnie z mięsa i podrobów z wykorzystaniem mleka fermentowanego

W badaniach wykorzystane zostało mięso i podroby zwierząt różnych gatunków pochodzących z hodowli prowadzonych na zasadach ekologicznych. Uwzględnione zostały rodzime rasy hodowlane. Czynniki w podzadaniu 1. były: rasa zwierzęcia, sposób przygotowania mięsa (m.in. parametry maceracji, rodzaj mleka), dodatki, technologia / rodzaj produktu mięsnego (całomięśniowy, rozdrobniony, parametry procesu). Mięso do było wstępnie charakteryzowane pod względem fizyczno-chemicznym, tj. wartości pH, wodochłonności, składu podstawowego (zawartość wody, białka, tłuszczu, kolagenu, soli) oraz stanu mikrobiologicznego.

Z surowców były wytwarzane produkty (rozdrobnione i całomięśniowe) zróżnicowane pod względem technologicznym. Przetwarzanie mięsa i podrobów polegało na zastosowaniu mleka fermentowanego jako substytutu azotanów i azotynów, co jest swoistym novum. Mleko niepasteryzowane zwierząt hodowlanych było poddawane procesowi spontanicznej fermentacji (z wykorzystaniem naturalnej mikroflory). Technologia produkcji opisana w sprawozdaniach z lat poprzedzających w niniejszym zadaniu była rozszerzana i doskonalona w aspektach jakościowych przez wykorzystanie mleka fermentowanego. Produkty po obróbce wędzarniczej i/lub cieplnej (w całości i/lub plasterkowane)

były pakowane w systemie MAP i przechowywane w warunkach chłodniczych. Podczas przechowywania były badane ze względu na jakość z uwzględnieniem: poziomu mikroflory, oceny organoleptycznej, parametrów barwy CIE L*a*b*, aktywności wody a_w , kwasowości czynnej pH, składu podstawowego (białko, tłuszcz, sól), zawartości nitrozoamin, kaloryczności, barwników hemowych, parametrów tekstury, cech morfometrycznych z wykorzystaniem systemu wizyjnego z mikroskopem. Z podrobów przygotowanych z użyciem mleka fermentowanego przygotowywany był produkt, który dodatkowo badano na zawartość cholesterolu. Eksperyment był prowadzony względem tzw. próby odniesienia przygotowywanej bez stosowania mleka fermentowanego.

II.1 Charakterystyka materiału do badań

Charakterystyka ras (owce rasy uhruska; owce rasy świniarka; owce rasy wrzosówka), Warunki hodowli jagniąt do badań (żywienie; ocena wzrostu i rozwoju; analiza rzeźna) i wykorzystanie technologiczne.

II.2 Eksperyment 1 w podzadaniu 1 – produkt z jagnięciny

II.3 Eksperyment 2 w podzadaniu 1 – pasztet wieprzowy

Materiał i metody badań: Określenie podstawowego składu chemicznego; Wartość energetyczna; Pomiar kwasowości czynnej (pH); Potencjał oksydacyjno-redukcyjny (Eh); Pomiar zawartości wolnych kwasów tłuszczowych (FFA); Pomiar składu wyższych kwasów tłuszczowych; Pomiar wskaźnika TBARS; Pomiar aktywności wody; Liczba bakterii kwaszących typu mlekowego (zgodnie z PN-ISO 15214:2002); Liczba drobnoustrojów określających poziom higieny produkcji: liczba mezofilnych drobnoustrojów tlenowych (PN-EN ISO 4833-1:2013-12) oraz liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* (PN-ISO 21528-2:2005); Pomiar parametrów barwy metodą instrumentalną; Parametry tekstury; Analiza sensoryczna; Mikro- i makroskopia oraz analiza obrazu; Pomiar temperatury; Pomiar masy; Analiza statystyczna wyników

Przygotowanie produktów do badań: Wędlina z jagnięciny; Pieczeń jagnięca; Pasztet wieprzowy

CZĘŚĆ III

REALIZACJA PODZADANIA 2

Przygotowanie technologii ekologicznych wyrobów mięsnych dojrzewających z wykorzystaniem mleka fermentowanego

Podzadanie miało na celu opracowanie / doskonalenie (uszczegółowienie) wiedzy na temat zdrowotności, jakości sensorycznej i trwałości produktów w ekologicznej technologii wędzonek dojrzewających z ograniczeniem dodatku azotanów i azotynów i wydłużeniem trwałości przechowalniczej przez odpowiednie przygotowanie mięsa i pielęgnację produktów w fazie dojrzewania z wykorzystaniem mleka fermentowanego.

Czynnikami w podzadaniu drugim były: rasa, technologia / rodzaj produktu (całomięsniowy, rozdrobniony, parametry procesu), sposób przygotowania surowca (m.in. parametry maceracji, rodzaj mleka), dodatki i sposób pielęgnacji produktu podczas dojrzewania (m.in. częstość, rodzaj zabiegu, parametry środowiska). Mięso przeznaczone do badań było wstępnie charakteryzowane pod względem fizyczno-chemicznym, tj. wartości pH, wodochłonności, składu podstawowego (zawartość wody, białka, tłuszczu, kolagenu, soli) oraz stanu mikrobiologicznego.

Produkcja wędzonek przebiegała według dotychczas stosowanej i opisanej w raportach technologii, a innowacja polegała na wykorzystaniu mleka fermentowanego zamiast stosowania azotanów i azotynów. W zakres badań włączone zostały także dodatki pochodzenia roślinnego w postaci odpowiednio przygotowanych (susz, ekstrakt) części roślin (warzyw, przypraw). Celem stosowania tych dodatków była poprawa zdrowotności i trwałości oraz kształtowanie smakowitości produktów. Dodatki roślinne były наносzone na powierzchnię wyrobów dojrzewających. Przebieg dojrzewania i

jakość produktu monitorowano charakteryzując cechy fizyczno-chemiczne i mikrobiologiczne takie jak: poziom mikroflory, parametry barwy CIE L*a*b*, aktywność wody a_w , kwasowość względną (pH), ubytki technologiczne, zawartość soli, zmiany barwników hemowych (w aspekcie trwałości barwy produktu), profil kwasów tłuszczowych, aktywność przeciwutleniająca, parametry tekstury, struktury morfometryczna produktu (m.in. wygląd w aspekcie powtarzalności wyglądu) przy systemie wizyjnego, właściwości odżywcze produktu (m.in. kaloryczność, podstawowy skład chemiczny). Badania także uwzględnią zawartość amin biogennych i aktywność biologiczną peptydów w dojrzewających wyrobach istotne w aspekcie ich bezpieczeństwa. Eksperymenty prowadzone były względem tzw. próby odniesienia przygotowanej bez dodatku fermentowanego mleka (także podczas dojrzewania wyrobów).

III.1 Eksperyment 1 w podzadaniu 2 – produkt surowo dojrzewający z mięsa rozdrobnionego

Materiał i metody badań: Oznaczanie podstawowego składu chemicznego; Pomiar pH (PN-ISO 2917:2001); Pomiar aktywności wody (a_w); Oznaczanie zawartości wtórnych produktów utleniania (TBARS); Oznaczanie zawartości żelaza hemowego i całkowitej liczby barwników; Badania mikrobiologiczne; Oznaczenie zawartości amin biogennych; Pomiar parametrów barwy (AMSA, 2012)

III.2 Eksperyment 2 w podzadaniu 2 - produkt surowo dojrzewający z mięsa jagnięcego

Materiał i metody badań; ; Pomiar wartości pH (PN-ISO 2917:2001); Pomiar aktywności wody (a_w); Oznaczanie zawartości wody metodą suszarkową; Oznaczanie zawartości wtórnych produktów utleniania (TBARS); Oznaczanie zawartości żelaza hemowego i całkowitej liczby barwników; Oznaczenie zawartości amin biogennych; Oznaczanie zawartości peptydów i ich aktywności; Pomiar parametrów barwy (AMSA, 2012); Analiza profilu kwasów tłuszczowych i zawartości kwasu CLA

III.3 Eksperyment 3 w podzadaniu 2 – produkt surowo dojrzewający całomięśniowy

Materiał i metody badań: Oznaczanie podstawowego składu chemicznego; Pomiar pH (PN-ISO 2917:2001); Pomiar aktywności wody (a_w); Oznaczanie zawartości wtórnych produktów utleniania (TBARS); Oznaczanie zawartości żelaza hemowego i całkowitej liczby barwników; Badania mikrobiologiczne; Oznaczenie zawartości amin biogennych; Pomiar parametrów barwy (AMSA, 2012).

III.4 Eksperyment 4 w podzadaniu 2 – kielbasa surowo dojrzewająca

Materiał i metody badań: ; Produkcja kielbas surowo dojrzewających; Pomiar wartości pH (PN-ISO 2917:2001); Pomiar aktywności wody (a_w); Oznaczanie zawartości wody metodą suszarkową; Oznaczenie zawartości białka; Oznaczenie zawartości tłuszczu; Oznaczanie zawartości wtórnych produktów utleniania (TBARS); Oznaczanie zawartości żelaza hemowego i całkowitej liczby barwników; Badania mikrobiologiczne; Oznaczenie zawartości amin biogennych; Oznaczenia parametrów tekstury; Oznaczanie zawartości peptydów i ich aktywności; Pomiar parametrów barwy (AMSA, 2012).

CZĘŚĆ IV

PODSUMOWANIE BADAŃ

Na podstawie wyników badań wykonanych w podzadaniu 1 stwierdzono, że odmienna rasa mięsa, jak i wykorzystane w technologii dodatki wpływają w różny sposób na cechy fizykochemiczne produktów blokowych, podczas przechowywania. Stwierdzono, że możliwe jest wykorzystanie fermentowanego mleka, zarówno krowiego, jaki koziego w technologii blokowych produktów mięsnych wytwarzanych z tzw. jagnięciny drobnej. Zauważono, że dodatek azotanów wpływa na profil barwy produktów blokowych wyprodukowanych z jagnięciny, a zastąpienie ich solą i fermentowanym mlekiem, nie pozwala na uzyskanie tak intensywnie czerwonej barwy, natomiast prowadzi do osiągnięcia w produktach trwałej całkowitej barwy, podczas przechowywania. Dodatek fermentowanego krowiego mleka, nie wpływa na przyspieszenie w produkcji procesów oksydacyjnych i procesów hydrolizy tłuszczu, natomiast zmienia ich kwasowość czynną. Wykorzystanie fermentowanego mleka koziego w technologii pieczenia powoduje przyspieszenie tworzenia wolnych kwasów tłuszczowych, co

przypuszczalnie wynika ze składu chemicznego tego mleka, które jest bogatsze w tłuszcz. W przypadku wędlin konserwowych, jedynie macerowanych w tym mleku, do zwiększonej koncentracji wolnych kwasów tłuszczowych nie dochodzi. W produktach mięsnych wyprodukowanych z wykorzystaniem mleka fermentowanego odnotowano większą liczbę bakterii kwasu mlekowego bezpośrednio po produkcji, a także w po przechowywaniu. Co istotne, w żadnym z wytworzonych produktów jagnięcych, nie stwierdzono bezpośrednio po produkcji obecności bakterii z rodzaju *Enterobacteriaceae*. Każda rasa jagniąt, wykorzystana w produkcji może stanowić ciekawy surowiec technologiczny.

Na podstawie eksperymentu, którego celem była ocena wpływu zastosowania rozdrobnionego kłącza perzu oraz nasion ostropestu plamistego na wartość odżywczą i bezpieczeństwo zdrowotne pasztetów pieczonych wyprodukowanych w warunkach przemysłowych można stwierdzić, że:

- 38) Zastosowanie ziół w procesie produkcji pasztetu nie zmieniło udziału procentowego kwasów tłuszczowych w ogólnej puli kwasów tłuszczowych w produkcji.
- 39) W pasztetach wzbogaconych w materiał zielarski obserwowano inny procentowy skład chemiczny w stosunku do próby kontrolnej.
- 40) W ocenie organoleptycznej, na podobnym poziomie oceniono jakość ogólną próby kontrolnej i z 5% dodatkiem ostropestu. Najgorsze noty uzyskała próba z 10% dodatkiem perzu (poniżej 5,0 j.u.).
- 41) Obserwowano obecność NaNO_2 w próbach zawierających dodatek perzu oraz obecność NaNO_3 we wszystkich analizowanych próbach pasztetu.
- 42) Wraz ze zwiększeniem dodatku materiałów roślinnych obniżeniu uległa jasność prób oraz udział barwy czerwonej i żółtej w ogólnym tonie barwy.
- 43) Obserwowano wyższe stężenie ołowiu oraz arsenu, glinu, niklu i kobaltu w próbach zawierających dodatek perzu. W przypadku ostropestu plamistego uzyskano wyniki zbliżone do próby kontrolnej.
- 44) Analiza właściwości antyoksydacyjnych ekstraktów, wykazała wysoką skuteczność wygaszającą aktywność rodnika ABTS i DPPH przez związki zawarte w ostropeście.

W szczególności stwierdzono w odniesieniu do eksperymentu, w którym przeprowadzona została ocena wpływu dodatku fermentowanego mleka od krów rasy białogrzbieta oraz krów ras Białogrzbieta, Polska czerwona, Simentaler w produkcji ekologicznych rozdrobnionych wyrobów mięsnych surowo dojrzewających:

- 45) Przeprowadzona analiza mikrobiologiczna wykazała wpływ wyeliminowania azotanów sodu z receptury ekologicznych kiełbas surowo dojrzewających na wzrost zawartości bakterii kwaszących typu mlekowego. Dodatek mleka fermentowanego spowodował wyższą zawartość bakterii kwaszących typu mlekowego w gotowych wyrobach.
- 46) Mleko fermentowane pochodzące od krów rasy Białogrzbieta charakteryzowało się wyższą zawartością *Enterobacteriaceae*, co wpłynęło na wyższą zawartość tych bakterii w farszu i produkcie gotowym.
- 47) Zmiany zachodzące podczas produkcji ekologicznych kiełbas surowo dojrzewających wpłynęły na znaczne obniżenie zawartości *Enterobacteriaceae* w gotowych produktach w porównaniu do farszy.
- 48) Wartości pH ekologicznych kiełbas po zakończeniu produkcji wykazały, że największe zakwaszenie farszu podczas dojrzewania zaobserwowano w przypadku prób solonych z dodatkiem mleka fermentowanego.
- 49) Próby kiełbas bez dodatku azotanów charakteryzowały się niższym stopniem utlenienia lipidów oznaczanym wskaźnikiem TBARS po zakończeniu 21-dobowego okresu dojrzewania. Najniższe wartości wskaźnika TBARS stwierdzono dla wariantów kiełbas z dodatkiem serwatki liofilizowanej.
- 50) Ekologiczne kiełbasy wołowe surowo dojrzewające po zakończonym dojrzewaniu produkcyjnym charakteryzowały się zróżnicowanymi wartościami parametrów barwy. Dla

prób solonych stwierdzono niższe wartości czerwoności w porównaniu do próby peklowanej. Nie stwierdzono znaczącego wpływu dodatku mleka fermentowanego na oceniane parametry barwy kiełbas surowo dojrzewających.

W odniesieniu do eksperymentu, w którym oceniano wpływ wyeliminowania azotanu sodu w produkcji ekologicznych wyrobów mięsnych dojrzewających z jagnięciny z wykorzystaniem mleka fermentowanego, stwierdzono:

- 51) Wykazano wpływ zastosowania mleka fermentowanego na wyższą zawartość bakterii fermentacji mlekowej w ekologicznych wyrobach mięsnych z mięsa jagnięcego. Najwyższą zawartością bakterii kwaszących typu mlekowego oraz najniższą z grupy *Enterobacteriaceae* charakteryzowało się mięso oraz produkty z mięsa jagnięcego rasy Świniarka.
- 52) Zastosowany proces technologiczny wpłynął na znaczące obniżenie pH wyrobów w porównaniu do zastosowanego surowca mięsnego. Zastosowanie mleka fermentowanego obniżyło pH prób.
- 53) Wykazano wpływ zastosowania mleka fermentowanego na obniżenie ilości wtórnych produktów utleniania tłuszczu w produktach mięsnych z mięsa jagnięcego.
- 54) Stwierdzono wpływ rasy na zawartość amin biogennych w badanych produktach mięsnych. Najniższą ogólną zawartością amin biogennych stwierdzono w produktach z mięsa jagnięcego rasy Wrzosówka, najwyższą natomiast z mięsa rasy Świniarka.
- 55) Zaobserwowano wpływ rasy zwierząt, od których pozyskano surowiec mięsny na profil kwasów tłuszczowych oraz zawartość izomerów CLA. Największą zawartością izomerów CLA charakteryzował się surowiec mięsny oraz produkty z mięsa rasy Uhruska i Świniarka.
- 56) Rasa mięsa determinuje jego właściwości antyoksydacyjne w obrębie jednego gatunku. Właściwości te nie powinny być wykorzystane do charakterystyki końcowego produktu surowo dojrzewającego, zachodzące w trakcie produkcji przemiany proteolityczne w znaczący sposób zmieniają zawartość oraz jakość powstających peptydów.
- 57) Zastosowanie fermentowanego mleka do produkcji wyrobów z mięsa jagnięciny rasy Wrzosówka i Świniarka umożliwiło uzyskanie peptydów o korzystniejszych właściwościach antyoksydacyjnych niż w przypadku zastosowania soli morskiej lub peklosoli.
- 58) W przypadku produktów rasy Uhruska poddanie mięsa działaniu fermentowanego mleka nie wpłynęło na wzrost aktywności przeciw oksydacyjnej badanych produktów.
- 59) Bez azotanowe produkty mięsne poddane przed produkcją działaniu mleka fermentowanego wykazują wyższe bądź porównywalne właściwości antyoksydacyjne jak produkty z dodatkiem azotanu sodu.
- 60) Rasa wykorzystanej jagnięciny determinuje aktywność przeciwoksydacyjną surowo dojrzewających produktów.

W eksperymencie, którego celem była ocena wpływu zastąpienia azotanu sodu mlekiem fermentowanym na jakość ekologicznych wołowych wyrobów mięsnych surowo dojrzewających sformułowane zostały następujące wnioski:

- 61) Nie zaobserwowano wpływu mleka fermentowanego na zawartość bakterii fermentacji mlekowej w wołowych produktach surowo dojrzewających. Zawartość bakterii fermentacji mlekowej była zbliżona we wszystkich próbach wyrobów mięsnych.
- 62) Zastosowanie mleka fermentowanego w produkcji wołowych wędlin surowo dojrzewających wpłynęło na obniżenie wartości pH wyrobów po zakończeniu produkcji.
- 63) Ekologiczne wołowe wyroby surowo dojrzewające wyprodukowane z dodatkiem przypraw charakteryzowały się niską aktywnością wody w zakresie 0,877 – 0,885.
- 64) Uzyskane wyniki nie wykazały wpływu zastosowanego mleka fermentowanego na wartość wskaźnika TBARS określającego zawartość wtórnych produktów utleniania tłuszczów.
- 65) Oceniane wołowe wyroby surowo dojrzewające wyprodukowane z zastosowaniem mieszanki przypraw charakteryzowały się niską ogólną zawartością amin biogennych. Najniższą zawartość amin stwierdzono dla próby, którą poddano oddziaływaniu mleka fermentowanego.

- 66) Nie zaobserwowano wpływu mleka fermentowanego na parametry barwy produktu surowo dojrzewającego. Wszystkie próby wyrobów mięsnych charakteryzowały się zbliżoną jasnością barwy oraz udziałem barwy czerwonej, niższą w porównaniu do surowca mięsnego.

W eksperymencie, w którym badano możliwości wykorzystania fermentowanego mleka krowiego różnych ras była jako alternatywy dla stosowania azotanów w trakcie produkcji kiełbas surowo dojrzewających uzyskano wyniki, które stały się podstawą do sformułowania następujących wniosków:

- 67) Zastosowanie fermentowanego mleka krowiego jako dodatku do produkcji bez azotanowych kiełbas wołowych surowo dojrzewających pozwala na uzyskanie produktów cechujących korzystniejszymi właściwościami fizykochemicznymi (niższe pH i aktywność wody) niż w przypadku zastosowania mieszanki peklującej,
- 68) Zastosowanie fermentowanego mleka krowiego ogranicza procesy oksydacyjne tłuszczu występujących w kiełbasach surowo dojrzewających,
- 69) Kiełbasy wyprodukowane z dodatkiem fermentowanego mleka krowiego charakteryzują się wyższą zawartością lepiej przyswajalnego żelaza (hemowego), oraz wyższą aktywnością antyoksydacyjną powstających w trakcie produkcji peptydów,
- 70) Zastosowanie fermentowanego mleka krowiego jako alternatywy dla dodatku azotanów do produktów surowo dojrzewających pozwala na produkcję wyrobów bezpieczniejszych dla konsumenta (niższa zawartość amin biogennych) przy zachowaniu wymaganej jakości mikrobiologicznej,
- 71) Dodatek fermentowanego mleka krowiego wpływa na większą twardość i niższą sprężystość kiełbas w porównaniu z kiełbasami peklowanymi czy solonymi,
- 72) Zastosowanie mleka fermentowanego wpływa korzystnie na kształtowanie barwy produktów,
- 73) Wpływ fermentowanego mleka krowiego na przemiany zachodzące w trakcie produkcji wyrobów surowo dojrzewających oraz jakość produktów końcowych uzależniony jest od rasy krów od których mleko zostało pozyskane.

Reasumując zastosowanie fermentowanego mleka krowiego do produkcji bez azotanowych kiełbas surowo dojrzewających jest jak najbardziej uzasadnione. Dodatek fermentowanego mleka krowiego umożliwi uzyskanie wyrobów o parametrach zbliżonych lub korzystniejszych niż w przypadku stosowania azotanów. Wyeliminowanie dodatku azotanów na korzyść fermentowanego mleka krowiego pozwala na uzyskanie produktów bezpiecznych dla zdrowia konsumenta, o wysokiej wartości odżywczej.

Szczególnie interesujące potencjał wykazuje jagnięcina w formie mięs drobnych. Szereg korzystnych cech żywieniowych w połączeniu w obiecującymi wynikami dotychczas zrealizowanych badań wykazują potencjał technologiczny w zakresie wytwarzania różnorodnych produktów mięsnych z ograniczeniem stosowania azotanów i azotynów, dzięki stosowaniu produktów fermentacji mleka.

Dzięki informacjom uzyskanym w badaniach poszerzona została wiedza na temat charakteru (rodzaj i przebieg) zmian jakości produktów i ich wpływu na trwałość przechowalniczą. Wymiernym efektem realizacji podzadania są wytyczne do technologii produktów mięsnych z wykorzystaniem fermentowanego mleka pozwalającego na: redukcję dodatku azotanów i azotynów, osiągnięcie pożądanej zdrowotności, cech sensorycznych i trwałości przechowalniczej.

Zdobyta wiedza pozwala lepiej kontrolować charakter (rodzaj i przebieg) zmian jakości produktów, w tym poziom ich zdrowotności (bezpieczeństwa chemicznego i mikrobiologicznego), charakterystykę sensoryczną i trwałość przechowalniczą. Wymiernym efektem realizacji podzadania jest właśnie sposobu produkcji „healthier meat products”, tj. wędzonek dojrzewających z ograniczeniem dodatku azotanów i azotynów przy jednoczesnym wydłużeniu trwałości przez stosowanie mleka fermentowanego i odpowiednią pielęgnację produktów w fazie dojrzewania.

Należy podkreślić, że przyznanie dotacji do badań pozwoliło wykonawcom zdobyć trudną do przecenienia wiedzę nt. specyficznej technologii ekologicznych produktów mięsnych, ich

zdrowotności, parametrów sensorycznych i trwałości przechowalniczej, którą będą mogli udostępnić zainteresowanym producentom. Zakres zgromadzonych danych i informacji jest niezwykle szeroki i trudny do pełniejszego opracowania w krótkim czasie realizacji projektu. Dlatego będą poddawane dalszej obróbce i dyskusji w celu uzyskania bardziej szczegółowej wiedzy w zakresie ekologicznego przetwórstwa mięsa. Profil zrealizowanych badań dobrze wpisuje się w politykę proekologiczną i troskę o należyty poziom bezpieczeństwa żywności. W konsekwencji, zrealizowany projekt służy szeroko rozumianym interesom ekologii w biogospodarce. Wyniki z naszych badań będą publikowane w czasopismach branżowych i naukowych, a także udostępniane zainteresowanym w formie procedur (instrukcji). W szerokim aspekcie zagadnień żywności ekologicznej niniejszy projekt służy umacnianiu marki polskiej ekologicznej żywności w kraju i za granicą.

IV.1.1 Procedura technologiczna wędliny z jagnięciny

Lp.	Cecha	Opis
1	Nazwa produktu	Wędlina z niepeklowanej jagnięciny
2	Rodzaj produktu	Produkt wytwarzany z jagnięciny, z tzw. mięsa drobnego, pozostałego po wycięciu większych elementów anatomicznych; macerowany w fermentowanym mleku, prasowany i gotowany w 90°C.
3	Zakres procedury	W niniejszym dokumencie określono recepturę, wymagania, metody badań oraz warunki przechowywania, pakowania i dystrybucji wędliny jagnięcej.
4	Wymagania dotyczące surowca mięsnego	Podstawowym surowcem, który należy stosować do produkcji jest jagnięcina; mięso drobne bez kości.
5	Wymagania dotyczące substancji dodatkowych, dodatków funkcjonalnych, przypraw itp.	Do produkcji należy stosować: sól, żelatynę wieprzową spożywczą oraz fermentowane mleko do maceracji mięsa .
6	Receptura (na 100 kg surowca mięsnego)	- mięso - jagnięcina, 100 kg - sól spożywcza, 1kg - żelatyna spożywcza, 1,5 kg
7	Postępowanie technologiczne	<i>Rozdrabnianie:</i> mięso należy pokroić na kawałki o wielkości <5 cm ² ; <i>Peklowanie:</i> mięso należy dokładnie wymieszać z solą, następnie odstawić do lodówki na 24 godziny. <i>Macerowanie:</i> kawałki mięsa umieścić na 4-6 godzin w workach polietylenowych, następnie zalać je fermentowanym mlekiem i zamknąć worki, delikatnie redukując dostęp powietrza. <i>Mieszanie:</i> mięso po wyjęciu z mleka należy umieścić w mieszarce, dodać 2% wodny roztwór żelatyny spozywczej i prowadzić proces mieszania przez co mniej mniej 15 minut. <i>Formowanie:</i> mięso w porcjach ok. 1,5-2 kg umieścić w szynkownikach, uprzednio wyłożonych folią spożywczą, sprasować i odstawić do schłodzenia i stężenia, na 24 godziny. <i>Obróbka cieplna:</i> mięso w szynkownikach gotować w łaźni wodnej o temperaturze wody 90°C, do uzyskania w centrum geometrycznym temperatury >80°C. <i>Studzenie:</i> mięso po obróbce cieplnej wystudzić początkowo w zimnej wodzie, a następnie w lodówce przez co najmniej 8 godzin. Po tym czasie wyjąć wędlinę z szynkownika.

8	Cechy organoleptyczne produktu i metoda badania	<p><i>Wygląd ogólny:</i> kształt produktu zależny od kształtu formy szynkowaru, najczęściej przybliżony do prostopadłościanu, bez osłonki, powierzchnia sucha, czysta; barwa charakterystyczna dla gotowanego mięsa.</p> <p><i>Konsystencja i struktura:</i> dość zwarta, średnio miękka, dobrze związana, soczysta; tłuszcz lekko miękki, lecz nie mazisty;</p> <p><i>Barwa:</i> na powierzchni i przekroju różowo-szara, charakterystyczna dla mięsa gotowanego, niepeklowanego; tłuszcz biały, dopuszczalny odcień lekko żółty lub lekko różowy; niedopuszczalne: zielone plamy w mięsie oraz intensywnie żółta barwa tłuszczu;</p> <p><i>Smak i zapach:</i> charakterystyczny dla mięsa gotowanego niepeklowanego.</p> <p>Wygląd ogólny, konsystencję, strukturę, smak i zapach określić zgodnie z wytycznymi Polskiej Normy.</p>
9	Właściwości fizykochemiczne i metoda badania	<p>Zawartość białka (ułamek masowy) nie mniej niż 25%;</p> <p>Zawartość wody (ułamek masowy) nie więcej niż 75%;</p> <p>Zawartość tłuszczu (ułamek masowy) nie więcej niż 10%;</p> <p>Zawartość chlorku sodu (ułamek masowy) nie więcej niż 1,5%</p> <p>Podstawowy skład chemiczny określić z wytycznych PN: zawartość białka oznaczyć zgodnie z PN-75/A-04018/Az3; zawartość wody oznaczyć zgodnie z PN-ISO 1442; zawartość tłuszczu oznaczyć zgodnie z PN-ISO 1444, zawartość chlorku sodu oznaczyć zgodnie z PN-73/A-82112.</p> <p>Wartość pH powinna zawierać się w przedziale od 5,8 do 6,2. Parametr oznaczać zgodnie z PN-ISO 2917:2001.</p> <p>Wskaźnik TBARS <3,7 mg MDA/kg. Stabilność oksydacyjną (TBARS) określić metodą opisaną przez Pikula i in. 1989 (<i>J. Agric. Food Chem.</i> 37, 1309–1315).</p> <p>Wskaźnik FFA <2%. Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) określić metodą opisaną przez Koniecko 1979, z modyfikacjami Malik i Sharma 2011(<i>Afr. J. Food Sci.</i> 5 (11), 626-636).</p>
11	Cechy mikrobiologiczne produktu i metoda badania	<p>Produkt powinien być wolny od drobnoustrojów chorobotwórczych, natomiast poziom bakterii określających stan higieniczny powinien być oceniany zgodnie z poniższymi normami: Ogólna liczba drobnoustrojów (<8,5 log jtk/g) zgodnie z metodą PN-ISO 4833-1:2013-12</p> <p>Liczba <i>Enterobacteriaceae</i> (<6 log jtk/g) zgodnie z PN-ISO 21528-2:2004.</p> <p>Liczba LAB (<8,5 log jtk/g) oznaczyć zgodnie z PN-ISO 15214:2002</p>
12	Sposób przygotowania produktu do spożycia	<p><i>Opakowania jednostkowe:</i> folie dopuszczone do pakowania wędlin</p> <p><i>Opakowania transportowe:</i> pudełka płaskie</p>
13	Sposób pakowania i znakowanie	Zgodnie z aktualnie obowiązującymi aktami prawnymi
14	Warunki przechowywania i trwałość przechowalnicza produktu	<p>Pomieszczenia lub urządzenia do przechowywania produktu mięsnego powinny odpowiadać wymaganiom sanitarno-higienicznym określonym dla pomieszczeń lub urządzeń przeznaczonych do przechowywania przetworów mięsnych.</p> <p>Produkt nie pakowany, pakowany w opakowania przepuszczające powietrze oraz pakowany próżniowo powinien być przechowywany w temperaturze od +2 °C do +6 °C i wilgotności względnej powietrza nie przekraczającej 85 %. Okres</p>

		przechowywania produktu ustala producent na podstawie badań przechowalniczych.
15	Warunki transportu i obrotu produktem	Produkt należy przewozić środkami transportowymi dostosowanymi do przewozu żywności, w warunkach zapewniających utrzymanie właściwej jakości
16	Przeznaczenie konsumenckie	Produkt przeznaczony do bezpośredniego spożycia, bez uprzedniej obróbki cieplnej. Szczególną uwagę powinny zachować osoby z alergiami na składniki mleka, ze względu na jego obecność w procesie technologicznym.

IV.1.2 Procedura technologiczna pieczeni jagnięcej

Lp.	Cecha	Opis
1	Nazwa produktu	Pieczeń jagnięca z dodatkiem fermentowanego mleka, niepeklowana
2	Rodzaj produktu	Produkt wytwarzany z jagnięciny, z tzw. mięsa drobnego, rozdrobnionego, pozostałego po wycięciu większych elementów anatomicznych; pieczony w 180°C
3	Zakres procedury	W niniejszym dokumencie określono recepturę, wymagania, metody badań oraz warunki przechowywania, pakowania i dystrybucji pieczeni jagnięcej
4	Wymagania dotyczące surowca mięsnego	Podstawowym surowcem, który należy stosować do produkcji jest jagnięcina; mięso drobne bez kości.
5	Wymagania dotyczące substancji dodatkowych, dodatków funkcjonalnych, przypraw itp.	Do produkcji należy stosować: sól i fermentowane mleko
6	Receptura (na 100 kg surowca mięsnego)	- mięso - jagnięcina, 100 kg - sól spożywcza, 1kg - mleko fermentowane, 10 l
7	Postępowanie technologiczne	<i>Peklowanie:</i> mięso należy pokroić na kawałki i wymieszać z solą, następnie odstawić do lodówki na 24 godziny; <i>Rozdrabnianie:</i> mięso należy dwukrotnie rozdrobnić w wilku o małej siatce; <i>Mieszanie:</i> mięso umieścić w miesiarce, dodać 10% (v/v) fermentowanego mleka i przez 10 minut prowadzić proces mieszania i wyrabiania. <i>Formowanie:</i> mięso w porcjach ok. 0,5 kg umieścić w aluminiowych foremkach i odstawić do lodówki, w celu schłodzenia i stężenia, na 4-6 godzin. <i>Obróbka cieplna:</i> mięso w foremkach piec w piekarniku z funkcją cyklicznego zwilżania wodą, powierzchni pieczeni. Piec w temperaturze 180°C, do uzyskania w centrum geometrycznym temperatury >80°C. <i>Studzenie i przechowywanie:</i> mięso po obróbce cieplnej wystudzić, a następnie zapakować i przechowywać w lodówce.
8	Cechy organoleptyczne produktu i metoda badania	<i>Wygląd ogólny:</i> kształt produktu zbliżony do prostopadłościanu, zależny od kształtu formy aluminiowej; barwa charakterystyczna dla pieczonego mięsa, na powierzchni dopuszcza się niewielką ilość wytopionego tłuszczu i galarety.

		<p><i>Konsystencja i struktura:</i> dość zwarta, średnio miękka, dobrze związana, soczysta;</p> <p><i>Barwa:</i> na powierzchni brązowa, na przekroju różowo-szara, charakterystyczna dla mięsa niepeklowanego, pieczonego;</p> <p><i>Smak i zapach:</i> charakterystyczny dla mięsa pieczonego niepeklowanego.</p> <p>Wygląd ogólny, konsystencję, strukturę, smak i zapach określić zgodnie z wytycznymi Polskiej Normy.</p>
9	Właściwości fizykochemiczne produktu i metoda badania	<p>Zawartość białka (ułamek masowy) nie mniej niż 15%;</p> <p>Zawartość wody (ułamek masowy) nie więcej niż 77%;</p> <p>Zawartość tłuszczu (ułamek masowy) nie więcej niż 25%;</p> <p>Zawartość chlorku sodu (ułamek masowy) nie więcej niż 2%</p> <p>Podstawowy skład chemiczny określić z wytycznych PN: zawartość białka oznaczyć zgodnie z PN-75/A-04018/Az3; zawartość wody oznaczyć zgodnie z PN-ISO 1442; zawartość tłuszczu oznaczyć zgodnie z PN-ISO 1444, zawartość chlorku sodu oznaczyć zgodnie z PN-73/A-82112.</p> <p>Wartość pH powinna zawierać się w przedziale od 5,5 do 6,0. Parametr oznaczać zgodnie z PN-ISO 2917:2001.</p> <p>Wskaźnik TBARS <2,0 mg MDA/kg. Stabilność oksydacyjną (TBARS) określić metodą opisaną przez Pikula i in. 1989 (<i>J. Agric. Food Chem.</i> 37, 1309–1315).</p> <p>Wskaźnik FFA <6%. Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) określić metodą opisaną przez Koniecko 1979, z modyfikacjami Malik i Sharma 2011 (<i>Afr. J. Food Sci.</i> 5 (11), 626-636).</p>
11	Cechy mikrobiologiczne produktu i metoda badania	<p>Produkt powinien być wolny od drobnoustrojów chorobotwórczych, natomiast poziom bakterii określających stan higieniczny powinien być oceniany zgodnie z poniższymi normami: Ogólna liczba drobnoustrojów (<8,5 log jtk/g) zgodnie z metodą PN-ISO 4833-1:2013-12</p> <p>Liczba <i>Enterobacteriaceae</i> (<6 log jtk/g) zgodnie z PN-ISO 21528-2:2004.</p> <p>Liczba LAB (<8,5 log jtk/g) oznaczyć zgodnie z PN-ISO 15214:2002</p>
12	Sposób przygotowania produktu do spożycia	<p><i>Opakowania jednostkowe:</i> folie dopuszczone do pakowania wędlin</p> <p><i>Opakowania transportowe:</i> pudełka płaskie.</p>
13	Sposób pakowania i znakowanie	Zgodnie z aktualnie obowiązującymi aktami prawnymi.
14	Warunki przechowywania i trwałość przechowalnicza produktu	<p>Pomieszczenia lub urządzenia do przechowywania produktu mięsnego powinny odpowiadać wymaganiom sanitarno-higienicznym określonym dla pomieszczeń lub urządzeń przeznaczonych do przechowywania przetworów mięsnych.</p> <p>Produkt nie pakowany, pakowany w opakowania przepuszczające powietrze oraz pakowany próżniowo powinien być przechowywany w temperaturze od +2 °C do +6 °C i wilgotności względnej powietrza nie przekraczającej 85 %. Okres przechowywania produktu ustala producent na podstawie badań przechowalniczych.</p>
15	Warunki transportu i obrotu produktem	Produkt należy przewozić środkami transportowymi dostosowanymi do przewozu żywności, w warunkach zapewniających utrzymanie właściwej jakości.

16	Przeznaczenie konsumenckie	Produkt przeznaczony do bezpośredniego spożycia. Szczególną uwagę powinny zachować osoby z alergiami na składniki mleka, ze względu na jego obecność w recepturze.
----	----------------------------	--

IV.1.3 Procedura technologiczna kiełbasy wieprzowej surowo dojrzewającej bez dodatku azotanów i azotynów

Lp.	Cecha	Opis
1	Nazwa	Surowo dojrzewająca kiełbasa wieprzowa bez dodatku związków azotowych
2	Typ produktu	Produkt wytwarzany z rozdrobnionego mięsa (łopatki, udźca) i słoniny grzbietowej, surowy, fermentowany, dojrzewający
3	Wymagania dotyczące surowca mięsnego	Mięso i tłuszcz powinny pochodzić z wychłodzonych półtuszy, 2-3 doby od uboju
4	Wymagania dotyczące składników dodanych podczas produkcji	Do produkcji należy stosować: sól morską, mleko fermentowane (4,20 ± 0,1), glukozę
5	Receptura na 100 kg surowca	- mięso wieprzowe (udziec/łopatka) - 85 kg - słonina grzbietowa – 15 kg - sól morską - 3 kg - mleko fermentowane 5 L
6	Wydajność	50 – 55 %
7	Wymagania organoleptyczne	<i>Wygląd ogólny:</i> produkt mięsny w osłonce fibrusowej o średnicy 50 mm, powierzchnia sucha, czysta, pleśń niedozwolona <i>Barwa:</i> na powierzchni – brązowo-czerwona; na przekroju – równomiernie różowo-czerwona; niedopuszczalne zielone plamy <i>Smak i zapach:</i> charakterystyczny dla produktu solonego, suszonego, wyczuwalny smak słony; niedopuszczalny smak i zapach obcy
8	Wymagania chemiczne	Zawartość białka (ułamek masowy) nie mniej niż 25%; Zawartość wody (ułamek masowy) nie więcej niż 55%; Zawartość tłuszczu (ułamek masowy) nie więcej niż 20%; Zawartość chlorku sodu (ułamek masowy) nie więcej niż 4%
9	Charakterystyka fizykochemiczna i mikrobiologiczna	pH: 5,40 – 5,50 a _w : 0,900 – 0,920 Bakterie kwaszące typu mlekowego (log jtk/g): 6,00 – 8,0

10	Instrukcja technologiczna	<p><i>Rozdrabnianie:</i> w wilku przy użyciu siatki o średnicy oczek 8 mm</p> <p><i>Dodawanie substancji dodatkowych, mieszanie:</i> dodatek soli morskiej, glukozy, mleka fermentowanego, mieszanie wszystkich składników</p> <p><i>Nadziewanie:</i> w osłonki fi brusowe o średnicy 50 mm</p> <p><i>Fermentacja i dojrzewanie:</i> produkt umieszczany jest w komorze dojrzewalniczej (16°C, 85% RH, nawiew 45%) na okres 20 dni</p> <p><i>Pakowanie i przechowywanie:</i> produkt pakowany jest próżniowo w woreczki polietylenowe i umieszczony w temp. 4°C.</p>
11	Metody badań	<p>Oznaczanie zawartości białka zgodnie z PN-75/A-04018/Az3; wody zgodnie z PN-ISO 1442; tłuszczu zgodnie z PN-ISO 1444</p> <p>Oznaczanie zawartości chlorku sodu zgodnie z PN-73/A-82112</p> <p>Pomiar barwy produktu (CIE $L^*a^*b^*$) metodą instrumentalną</p> <p>Oznaczanie wartości pH zgodnie z PN-ISO 2917:2001</p> <p>Liczba bakterii kwaszących typu mlekowego (LAB) zgodnie z PN-ISO 15214:2002</p> <p>Oznaczanie aktywności wody zgodnie z instrukcją urządzenia do pomiaru a_w</p>
12	Pakowanie	<p><i>Opakowania jednostkowe:</i> folie dopuszczone do pakowania wędlin</p>
13	Znakowanie	<p>Zgodnie z aktualnie obowiązującymi aktami prawnymi</p>
14	Warunki przechowywania i dystrybucji	<p>Produkt pakowany próżniowo powinien być przechowywany w pomieszczeniach odpowiadającym wymaganiom sanitarno-higienicznym określonym dla pomieszczeń przeznaczonych do przechowywania przetworów mięsnych, w temperaturze 2 °C - 6 °C i wilgotności względnej powietrza nie przekraczającej 85 %. Okres przechowywania produktu ustala producent na podstawie badań przechowalniczych.</p> <p>Produkt należy przewozić środkami transportowymi dostosowanymi do przewozu żywności, w warunkach zapewniających utrzymanie właściwej jakości.</p>

IV.1.4 Procedura technologiczna wędliny wołowej całościowej surowo dojrzewającej bez dodatku azotanów i azotynów

Lp.	Cecha	Opis
1	Nazwa	Surowo dojrzewająca wołowa wędlina całościowa bez dodatku związków azotowych
2	Typ produktu	Produkt wytwarzany z mięsa wołowego (łopatki, udźca), surowy, fermentowany, dojrzewający
3	Wymagania dotyczące surowca mięsnego	Elementy z łopatki/udźca o masie 1 kg \pm 0,2 kg. Elementy powinny pochodzić z wychłodzonych półtuszy z mięsa nie wykazującego wad technologicznych, 3-4 doby od uboju
4	Wymagania dotyczące składników dodanych podczas produkcji	Do produkcji należy stosować: sól morską, mleko fermentowane (4,20 \pm 0,3), mieszankę przypraw (kozieradka, czosnek niedźwiedzi, czosnek świeży, papryka świeża, pieprz czarny, kminek, kolendra)
5	Receptura na 100 kg surowca	- mięso wołowe (udziec/łopatka) - 100 kg - sól morską - 3 kg - mleko fermentowane 10 L
6	Wydajność	80 – 90 % w stosunku do surowca mięsnego
7	Wymagania organoleptyczne	<i>Wygląd ogólny:</i> produkt mięsny w kształcie przybliżonym do walca lub prostopadłościanu, pokryty masą mieszanki przyprawowej o grubości 0,3 - 0,5 cm, powierzchnia sucha, czysta, pleśń niedozwolona <i>Barwa:</i> na powierzchni – uzależniona od składników mieszanki przyprawowej (brązowa); na przekroju – równomiernie różowo-czerwona; niedopuszczalne zielone plamy w mięsie <i>Smak i zapach:</i> charakterystyczny dla mięsa solonego, suszonego, z wyraźnym wycuciem przypraw; wyczuwalny smak słony; niedopuszczalny smak i zapach obcy
8	Wymagania chemiczne	Zawartość białka (ułamek masowy) nie mniej niż 25%; Zawartość wody (ułamek masowy) nie więcej niż 65%; Zawartość tłuszczu (ułamek masowy) nie więcej niż 2%; Zawartość chlorku sodu (ułamek masowy) nie więcej niż 4%
9	Charakterystyka fizykochemiczna i mikrobiologiczna	pH: 5,10 – 5,50 a _w : 0,900 – 0,940 Bakterie kwaszące typu mlekowego (log jtk/g): 7 – 8,5

		<i>Enterobacteriaceae</i> (log jtk/g): do 1
10	Instrukcja technologiczna	<p><i>Moczenie w mleku fermentowanym:</i> przez 1 dobę w temperaturze 4°C</p> <p><i>Solenie:</i> mięso nacierane jest solą morską, przechowywane w lodowce (4°C) przez 2 doby (następuje utrata wody).</p> <p><i>Pokrywanie mieszanką przypraw:</i> wszystkie składniki mieszanki są rozdrabniane, mieszane ze sobą, po dodaniu wody tworzona jest z nich masa. Mięso jest „oblepiane” masą przypraw o grubości ok. 0,5 cm</p> <p><i>Fermentacja i dojrzewanie:</i> produkt umieszczany jest w komorze dojrzewalniczej (22°C, 85% RH, nawiew 45%) na okres 10 dni</p> <p><i>Pakowanie i przechowywanie:</i> produkt pakowany jest próżniowo w woreczki polietylenowe i umieszczony w temp. 4°C.</p>
11	Metody badań	<p>Oznaczanie zawartości białka zgodnie z PN-75/A-04018/Az3; wody zgodnie z PN-ISO 1442; tłuszczu zgodnie z PN-ISO 1444</p> <p>Oznaczanie zawartości chlorku sodu zgodnie z PN-73/A-82112</p> <p>Pomiar barwy produktu (CIE $L^*a^*b^*$) metodą instrumentalną</p> <p>Oznaczanie wartości pH zgodnie z PN-ISO 2917:2001</p> <p>Liczba bakterii kwaszących typu mlekowego (LAB) zgodnie z PN-ISO 15214:2002</p> <p>Oznaczanie aktywności wody zgodnie z instrukcją urządzenia do pomiaru a_w</p>
12	Pakowanie	<i>Opakowania jednostkowe:</i> folie dopuszczone do pakowania wędlin
13	Znakowanie	Zgodnie z aktualnie obowiązującymi aktami prawnymi
14	Warunki przechowywania i dystrybucji	<p>Produkt pakowany próżniowo powinien być przechowywany w pomieszczeniach odpowiadającym wymaganiom sanitarno-higienicznym określonym dla pomieszczeń przeznaczonych do przechowywania przetworów mięsnych, w temperaturze 2 °C - 6 °C i wilgotności względnej powietrza nie przekraczającej 85 %. Okres przechowywania produktu ustala producent na podstawie badań przechowalniczych.</p> <p>Produkt należy przewozić środkami transportowymi dostosowanymi do przewozu żywności, w warunkach zapewniających utrzymanie właściwej jakości.</p>

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR.re.027.9.2018 z dnia 18.04.2018 r.



Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Nutraceutyków Roślinnych
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w celu poprawy cech
i parametrów sensorycznych produktów przetwórstwa owoców
ekologicznych z uwzględnieniem zachowania składników odżywczych
otrzymywanych produktów**

Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Aneta Wojdyło

Zespół badawczy:

prof. dr hab. inż. Jan Oszmiański (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)

dr inż. Paulina Nowicka (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)

mgr inż. Karolina Tkacz (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)

mgr inż. Igor Turkiewicz (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)

Elżbieta Bucka (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu),

Aleksandra Borak (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)

Andrzej Chilicki producent soków aroniowych „Sok aroniowy znad Biebrzy”, Augustowsko-Podlaskie Stowarzyszenie Eko Rolników

1. ZNACZENIE PROJEKTU ORAZ ISTNIEJĄCY STAN WIEDZY W ZAKRESIE TEMATU BADAŃ

Współcześnie jednym z największych zagrożeń zdrowotnych dla populacji krajów wysokorozwiniętych i rozwijających się, wciąż pozostają choroby niezakaźne m.in. choroby cywilizacyjne. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) podaje, że oprócz chorób sercowo-naczyniowych i nowotworowych, otyłość i cukrzyca stanowią dziś epidemie XXI w. Niestety na świecie liczba zgonów z powodu chorób cywilizacyjnych stale rośnie, a dziś wiemy, że choroby te występują już nie tylko u osób starszych, ale coraz częściej diagnozowane są także wśród młodzieży oraz dzieci.

Według WHO w Polsce, jak i na świecie stale wzrasta liczba osób cierpiących na przewlekłe choroby cywilizacyjne. Blisko miliard osób dorosłych boryka się z nadmierną masą ciała, u 300 mln ludzi na świecie zdiagnozowano cukrzycę, a najczęstszą przyczyną zgonów są choroby układu krążenia (47% z ogólnej liczby zgonów). Z drugiej strony wraz z postępowaniem cywilizacji wydłuża się długość życia, a co za tym idzie mamy do czynienia ze starzejącym się społeczeństwem, o czym mówią dane statystyczne. Już w 2013r. ilość osób dotkniętych chorobami neurodegeneracyjnymi wynosiła 44.4 mln, a prognozy wskazują, że do 2050r. ilość ta podwoi się (WHO, 2017). Dziś wiadomo, że nowotworzone lub istniejące stany zapalne mogą być przyczyną poważnych chorób, sepsy, a nawet śmierci. W obliczu powyższego ludzkość ponosi ogromne nakłady finansowe związane z leczeniem i zapobieganiem tym chorobom oraz schorzeniom. Wszelkie wydatki związane z przewlekłymi chorobami cywilizacyjnymi pochłaniają ok. 300 mld € w skali roku tylko w UE, z czego 54% kosztów generuje opieka zdrowotna, 24% jest efektem spadku produktywności populacji, a 22% obejmują nieformalne koszty związane z opieką nad chorymi (Ahmad i in., 2003; Akhondzadeh i in., 2003; Nowicka i Wojdyło, 2014).

W gruncie rzeczy to pozytywna informacja, ponieważ mamy całkowitą kontrolę nad tym co spożywamy, i jak aktywnie żyjemy. Badania z zakresu dietetyki, nutrigenomiki i nutrigenetyki potwierdzają fakt, że właściwie dobrana dieta, bogata w substancje bioaktywne może modulować procesy metaboliczne w organizmie człowieka, istotnie spowolnić postęp choroby i złagodzić jej przebieg lub wręcz eliminować występowanie wielu stanów patologicznych, w szczególności początkowych stanów zapalnych.

Wraz z postępującym rozwojem badań oraz dzięki wzrostowi świadomości konsumentów obserwuje się wzrastające zainteresowanie nie tylko żywnością o cechach prozdrowotnych, ale i żywnością produkowaną i przetwarzaną metodami ekologicznymi. Dodatkowo, świadomi konsumenci poszukują racjonalnych metod zwiększenia odporności organizmu w połączeniu z regulacją ważnych procesów fizjologicznych, których głównym celem jest osiągnięcie dobrostanu fizycznego i psychicznego oraz spowolnienie procesów starzenia organizmu.

Jednym z takich surowców, który spełnia powyższe kryteria i doskonale wpisuje się w ten trend są **owoce aronii czarnoowocowej**. Dotychczas przeprowadzone badania dowodzą, że owoce aronii cechują się wysoką zawartością związków bioaktywnych o silnych właściwościach prozdrowotnych, jednakże nieatrakcyjnym profilem sensorycznym, przez co konsument, a w konsekwencji i przetwórca w niewielkim stopniu interesuje i wykorzystuje ten surowiec. Owoce aronii cechuje wysoka zawartość związków polifenolowych, takich jak: antocyjany, flawanole w tym katechiny i procyjanidyny, fenolokwasy [Danielczuk i in. 2013; Wawer i in. 2012; Paszkiewicz i in., 2012]. Według różnych źródeł aronia zawiera do 3,5g polifenoli w 100g świeżej masy i pod tym względem wyróżnia się znacznie, na tle innych owoców [Szopa i in. 2013, Danielczuk i in. 2013, Oszmiański i Wojdyło 2005]. Jednakże przyczyną nikłego zainteresowania tymi owocami i otrzymanymi z nich produktami jest ich cierpko-gorzki smak, który paradoksalnie wynika z wysokiej zawartości związków bioaktywnych z jednej strony pożądaných pod względem prozdrowotnym, a z drugiej strony kształtujących walory sensoryczne, które są w nikłym stopniu akceptowalne. Proantocyjanidyny (taniny) zawarte w owocach i produktach

aroniowych, to substancje o silnych właściwościach prozdrowotnych, kilkakrotnie aktywniejszych niż popularne witaminy przeciwutleniające np. witamina C czy E. Niejednokrotnie wykazano, że związki te dzięki swej aktywności biologicznej, jeśli regularnie są podawane i spożywane w naszej diecie odgrywają istotną rolę w naszym organizmie, w szczególności przy zapobieganiu schorzeniom modulowanym przez wolne rodniki.

Stąd też istnieje ogromna potrzeba badań nad innowacyjnymi rozwiązaniami w celu poprawy cech i parametrów sensorycznych produktów przetwórstwa owoców ekologicznych z uwzględnieniem zachowania składników odżywczych otrzymywanych produktów, tak aby można było spożywać pełnowartościowe produkty o wysokich walorach prozdrowotnych tj. 100% soki.

W związku z powyższym celem niniejszego projektu były badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w celu poprawy cech i parametrów sensorycznych produktów mieszanych sporządzonych na bazie owoców aronii o atrakcyjnych cechach sensorycznych pozbawionych posmaku cierpko-gorzkiego w oparciu o dozwolone metody stosowane w przetwórstwie ekologicznym w pełni zachowując składniki odżywcze i ich właściwości prozdrowotne.

2. MATERIAŁ BADAWCZY I METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy

W badaniach zostały wykorzystane owoce aronii oraz inne surowce m.in. wyselekcjonowane na podstawie wcześniejszych badań dodatki (płatki jaglane, płatki jęczmienne 5 zbóż, otręby pszenne) pozwalające na skuteczne zamaskowanie nieatrakcyjnego smaku cierpko-gorzkiego.

Materiał badawczy – owoce aronii czarnoowocowej oraz owoce pestkowe, ziarnkowe i jagodowe (jabłko, gruszka, wiśnia, śliwka, morela, brzoskwinia, truskawka) zostały zakupione od producenta posiadającego certyfikat na ekologiczną uprawę aronii czarnoowocowej – Sady Trzebnica.

Pozostałe surowce mające na celu zamaskowanie cierpko-gorzkiego smaku zostały zakupione w handlu detalicznym zajmującym się obrotem żywności ekologicznej.

Badania zostały przeprowadzone w 2 etapach:

- zoptymalizowano pozyskiwanie soku z owoców aronii czarnoowocowej poprzez otrzymanie soku 3 metodami: wytłoczono sok z owoców zmiażdżonych, z owoców, rozdrobnionych oraz z owoców rozparzanych w 80°C;
- opracowano produkty mieszane półpłynne, gdzie sok w stosunku do przecieru stanowił 50:50.

Metody analityczne wykorzystane w związku z realizacją zadań badawczych projektu:

- zawartości związków polifenolowych, w tym proantocyjanidyn z wykorzystaniem techniki UPLC (ultrawysokosprawnej chromatografii cieczowej) wyposażonej w detektory PDA i FL wg metody podanej przez Wojdyło i in. (2013),
- aktywności przeciwutleniającej z użyciem syntetycznego kationorodnika ABTS wg metody Re i in. (1999),
- aktywności przeciwutleniającej metodą ORAC wg Ou i in. (2002),
- aktywność przeciw cukrzykowa (metoda z użyciem enzymów: α -amylazy i α -glukozydazy),
- aktywność przeciwdemencyjna (metoda z użyciem enzymów: acetylocholinyl i butylocholinyl),
- pomiaru barwy w systemie CIE L*a*b* z wykorzystaniem kolorymetru Color Quest HunterLab badanych produktów,
- zawartość cukrów metodą chromatograficzną HPLC-ELSD,
- składu chemicznego wg metod PN w zależności od badanego typu produktu: sucha masa, ekstrakt, kwasowość ogólna, cukry, popiół wg PN,

- analiza sensoryczna wg skali 5-cio punktowej (skala oceny od 1 do 5 z możliwością przyznania połowicznych punktów) obejmującej m.in. wyróżniki smaku (wyczuwalności słodczy, kwaskowatości, cierpkości, owocowego), zapachu, barwy, atrakcyjności ogólnej badanych próbek.

3. WYNIKI

Zadanie 1: Ocena składu chemicznego surowców roślinnych, w tym właściwości prozdrowotnych, wykorzystanych do opracowania mieszanych produktu owocowych o atrakcyjnych cechach sensorycznych

W zadaniu tym został określony skład chemiczny surowców (sucha masa, ekstrakt, popiół, kwasowość ogólna, pH, zawartość pektyn i cukrów), w tym poziom substancji proantocyjanidynowych odpowiedzialnych za cierpko-gorzki smak owoców i produktów z aronii. Zbadano również zawartość związków polifenolowych i aktywność przeciwutleniającą. Uzyskane wyniki przedstawiono w Tabeli 1.

Skład chemiczny surowca	Jabłko	Gruszka	Śliwka	Wiśnia	Truskawka	Brzoskwinia	Morela	Aronia
Sucha masa [%]	11,37	12,95	14,42	18,93	7,58	10,53	15,73	24,11
Ekstrakt [°Bx]	8,9	10,6	12,4	18,4	6,3	9,0	13,7	20,3
Kwasowość ogólna [g kwasu jabłkowego/100 g]	0,76	0,32	0,82	1,67	0,91	0,41	1,62	1,14
pH	3,294	3,764	3,260	3,115	3,340	3,551	3,305	3,436
Zawartość pektyn [%]	1,03	0,79	1,11	0,14	0,80	0,73	1,23	0,62
Popiół [%]	0,43	0,27	0,58	0,68	0,45	0,24	0,70	0,83
Zawartość cukrów [g/100 g]	7,76	8,44	5,82	4,85	4,70	5,86	11,62	4,17
w tym:								
- fruktoza	5,38	5,89	0,82	1,12	2,30	0,87	3,05	0,74
- sorbitol	0,00	2,07	1,22	2,52	0,00	0,00	0,71	2,64
- glukoza	1,99	0,47	2,93	1,21	2,40	0,68	3,43	0,79
- sacharoza	0,39	0,00	0,85	0,00	0,00	4,31	4,43	0,00
Zawartość związków polifenolowych [mg/kg]	9781,00	2905,28	13631,27	24298,44	22958,48	9252,82	25027,44	78171,21
w tym:								

-kwasy fenolowe	1305,46	515,57	3453,05	1278,82	799,23	2083,88	1059,39	4924,60
- flavonole	194,05	356,66	182,95	688,91	468,86	405,23	354,80	1342,09
- antocyjany	3,73	2,07	225,98	1456,53	1093,91	87,86	5,69	10580,31
- polimery procyjanidyn	8277,76	2030,98	9769,30	20874,19	20596,48	6675,87	23607,56	61323,21
Aktywność przeciwutleniająca [mmol Trolox/100 g]								
ABTS	2,35	2,02	5,59	8,85	17,13	3,70	4,70	20,97
ORAC	6,67	6,77	12,84	14,50	22,10	5,17	8,11	44,25

Tabela 1. Skład chemiczny surowców wykorzystanych do przygotowania produktów

Zadanie 2: Badania nad poprawą atrakcyjności sensorycznej mieszanych produktów owocowych

A/ poprawa atrakcyjności sensorycznej soków aroniowych

W zadaniu określono skład chemiczny owoców oraz powstałych z nich (po różnych procesach obróbki wstępnej związanej z rozdrabnianiem i rozparzaniem) soków i wycieków aroniowych. W tej części doświadczenia rozpatrzono 3 osobne sposoby obróbki wstępnej:

- owoce zmiądzono i następnie wytłoczono sok,
- owoce rozdrobniono i następnie wytłoczono sok,
- owoce rozdrobniono, poddano rozparzaniu w 80°C i następnie wytłoczono sok.

Uzyskane 3 typy soków wraz z otrzymanymi wyciekami poddano analizie składu chemicznego oraz aktywności przeciwutleniającej, a soki dodatkowo analizie sensorycznej.

Sucha masa rozdrabnianych owoców aronii wyniosła 27,59%, zaś owoców zmiądzonych 29,40%. Różnice te mogą wynikać z tego, że proces miażdżenia spowodował ekstrakcję soku z komórek, co przyczyniło się do obniżenia zawartości suchej masy, natomiast w procesie rozparzania doszło do utraty wody w wyniku parowania, a w konsekwencji zwiększenia zawartości suchej masy. Otrzymane soki charakteryzowały się suchą masą w granicach od 18,61 (sok z owoców zmiądzonych) do 19,97% (sok z owoców rozparzanych). Rozparzanie w 80°C wpłynęło na ubytek wody, o czym świadczy podwyższona o około 1% zawartość suchej masy w soku z owoców rozparzanych w stosunku do pozostałych analizowanych próbek.

Najniższym ekstraktem, który pośrednio wskazuje na ilość cukrów i kwasów, charakteryzowały się owoce rozdrobnione (18,6°Bx), a najwyższym – owoce rozparzone (19,9°Bx). Zwiększenie zawartości ekstraktu nastąpiło wskutek ekstrakcji substancji rozpuszczalnych w wodzie (tj. cukry, pektyny, barwniki) pod wpływem podwyższonej temperatury oraz dezintegracji struktur komórkowych owoców. W przypadku soku z aronii wyższa zawartość ekstraktu jest jak najbardziej pożądana z punktu widzenia konsumenta oraz mniejsza odczucie cierpko-gorzkie. Ekstrakt soków oznaczono od 18,1 (sok z owoców zmiądzonych) do 20,4°Brix (sok z owoców rozparzanych). Podobnie jak w przypadku poprzedniego parametru, wyższym ekstraktem odznaczał się sok uzyskany z owoców rozparzanych.

Kwasowość ogółem w przeliczeniu na kwas jabłkowy uległa nieznacznym zmianom i średnio wynosiła 1,00 g/100 g owoców, przy czym sok uzyskany tylko w wyniku zmiążdżenia owoców charakteryzował się kwasowością ogólną równą 0,94 g/100 ml, a soki z owoców rozdrabnianych na zimno i ciepło odpowiednio 0,87 i 1,00 g/100 ml. Analogicznie najniższą wartość pH (pH = 3,440) zmierzono w przypadku owoców zmiądzonych, a najwyższą – owoców poddanych rozparzaniu (pH = 3,644). Podobnie, wartość pH soku z owoców zmiądzonych była niższa o niemal 0,1 w stosunku do dwóch pozostałych. Najniższą wartość zbadano w soku z owoców rozdrabnianych na zimno (0,87 g/100 ml soku), zaś o 0,13 g wyższą w przypadki soku z owoców poddanych działaniu temperatury.

Proces rozdrabniania i rozparzania w znaczący sposób przyczynił się do zwiększenia zawartości pektyn (1,66%), w porównaniu do owoców aronii poddanych jedynie zmiążdżeniu (0,89%) i rozdrabnianiu (0,78%). Ponad 4-krotnie większą zawartością pektyn odznaczał się sok otrzymany z owoców po procesie rozparzania (0,42%) w stosunku do soków otrzymanych z owoców niepoddanych działaniu temperatury. Stąd też, w przemyśle prowadzi się depektynizację miazgi, co ma na celu rozkład związków pektynowych, a tym samym usprawnienie procesu tłoczenia owoców i dalszej obróbki soku. Ma to także istotny wpływ na zwiększenie wydajności tłoczenia soku co bezpośrednio związane jest ze zmniejszeniem ilości produktu odpadowego – wycieków.

Najwyższą zawartość popiołu oznaczono w owocach rozdrabnianych na zimno (0,72%) oraz w soku powstałym w wyniku rozparzania owoców (0,93%). Proces termiczny spowodował ponad 60% wzrost zawartości popiołu w porównaniu do soku otrzymanego w wyniku miążdżenia owoców (0,57%). Zwiększenie zawartości substancji mineralnych wynika najpewniej ze zwiększonej ich ekstrakcji z komórek owoców pod wpływem ich temperaturowej degradacji.

Odnosząc się do zawartości cukrów, ich sumaryczna zawartość wyniosła od 6,90 g/100 g w przypadku aronii miążdżonej, do 13,37 g/100 g w przypadku owoców rozdrabnianych na zimno. W ogólnej puli cukrów największy udział stanowił sorbitol, kolejno glukoza i fruktoza. Ponadto porównując proces obróbki wstępnej owoców stwierdzono, że rozdrabnianie na zimno jak i w połączeniu z rozparzaniem, zwiększyło udział wszystkich cukrów niemal 2-krotnie. Zawartość cukrów w soku w porównaniu do ich stężenia w owocach uległa zwiększeniu, z wyjątkiem soku otrzymanego po rozdrabnianiu na zimno. Najniższą zawartość cukrów ogółem charakteryzował się sok z owoców poddanych jedynie miążdżeniu (9,91 g/100 ml), a najwyższą sok uzyskany w procesie rozdrabniania i rozparzania owoców aronii (14,50 g/100 ml). Tak samo jak w przypadku owoców nieprzetworzonych zawartość poszczególnych cukrów była następująca: sorbitol > glukoza > fruktoza. Po procesie rozparzania w próbach soków oznaczono 2-krotne zwiększenie zawartości glukozy w porównaniu do jej udziału w soku z owoców miążdżonych.

Sucha masa wycieków wyniosła od 48,83% (wycieki z owoców miążdżonych) do 50,97% (wycieki z owoców rozdrabnianych na zimno). Rozdrobnienie owoców spowodowało, że uzyskano wycieki o mniejszej zawartości wody, co jest pożądane przez przetwórstwo, ponieważ wycieki stanowią główną masę odpadową w produkcji soków i wciąż otwarta, a niejednokrotnie problematyczna pozostaje kwestia ich zagospodarowania. Najniższym pH odznaczały się wycieki z owoców miążdżonych, a co z tym związane, również najwyższą kwasowością (1,21 g/100 g wycieków) w porównaniu z wyciekami z owoców rozdrabnianych. Zastosowana obróbka wstępna związana z pozyskaniem soków wpłynęła także na zawartość pektyn w wyciekach. Najniższą zawartością charakteryzowały się wycieki z owoców miążdżonych (1,80%), zaś najwyższą z rozdrabnianych na zimno (2,51%). Zawartość popiołu w wyciekach oznaczono na poziomie od 0,69% (wycieki z owoców rozdrabnianych na zimno) do 0,85% (wycieki z owoców miążdżonych). Ogólna zawartość cukrów w wyciekach była dość wyrównana i wynosiła od 3,77 do 4,17 g/100 g, odpowiednio w przypadku wycieków z owoców rozdrabnianych i miążdżonych. Tak samo jak w przypadku owoców i soków to sorbitol był dominującym sacharydem o stężeniu niemal 4-krotnie większym niż fruktoza.

W owocach, sokach i wyciekach oznaczono również zawartość związków fenolowych. Sumy tych związków wyniosły średnio 36555,72; 2277,92 i 41764,87 mg/kg, odpowiednio dla owoców aronii, soków i wycieków. Sposób obróbki owoców istotnie wpłynął na profil fenolowy soków i wycieków. Wycieki zawierały od 5 (w przypadku wycieków z owoców rozparzanych) do 34 razy (w przypadku wycieków z owoców rozdrabnianych na zimno) więcej antocyjanów niż analogiczne soki. Bez względu na zastosowaną obróbkę owoców, najwyższe stężenie kwasów fenolowych zbadano w wyciekach, od 8401,46 (w przypadku wycieków z owoców miążdżonych) do 22739,45 mg/kg (w przypadku wycieków z owoców rozparzanych). Analizując owoce, aronia rozdrobniona na zimno zawierała najwięcej kwasów fenolowych (10639,89 mg/kg), jednak najwyższym stężeniem flawonoli i antocyjanów (odpowiednio 2250,44 i 10959,88 mg/kg) charakteryzowały się owoce miążdżone, w porównaniu do pozostałych. Zaś sok z owoców poddanych rozparzaniu odznaczał się najwyższymi ilościami kwasów fenolowych, flawonoli i antocyjanów w porównaniu do soków otrzymanych dwoma pozostałymi metodami. Sok z aronii miążdżonej zawierał ponad 6-krotnie mniej procyanidyn niż sok z owoców poddanych rozdrabnianiu na zimno (odpowiednio 1908,69 i 12565,40 mg/kg), co istotnie modulowało cierpkość i gorycz pochodzącą od procyanidyn. Wśród wycieków, najwyższe stężenie flawonoli,

antocyjanów i polimerów procyjanidyn zbadano w wyciekach powstałych po tłoczeniu owoców miażdżonych. Zastosowanie jedynie miażdżenia owoców spowodowało znaczne zredukowanie ilości związków taninowych w soku, a jednocześnie daje możliwość wtórnego wykorzystania wycieków o szczególnie bogatym składzie fenolowym.

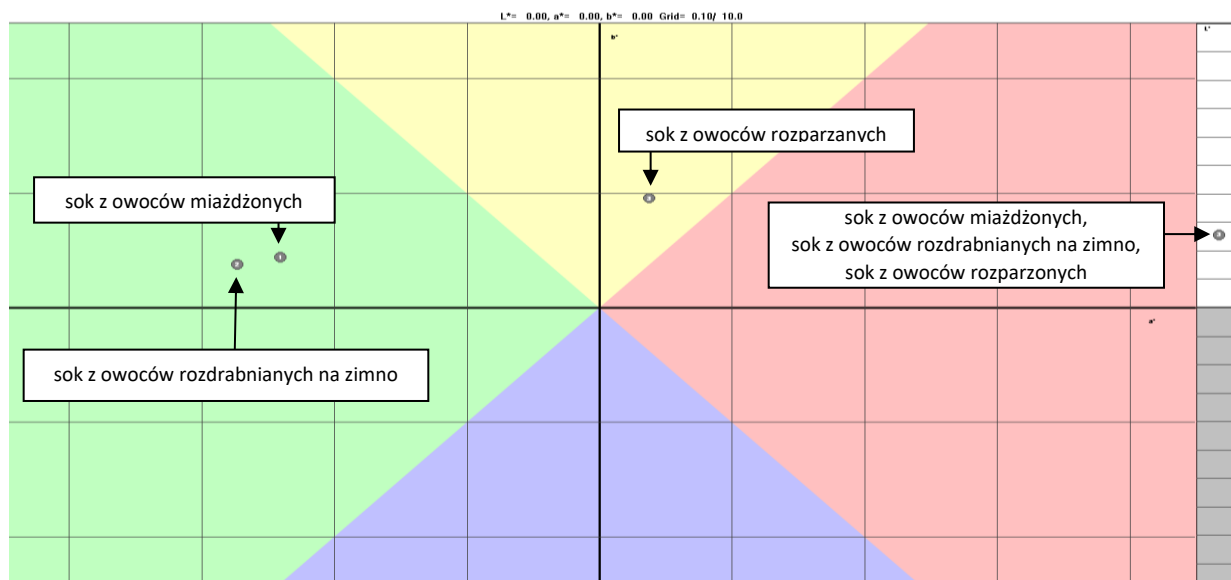
Oznaczona siła zmiatania wolnych rodników tlenowych z wykorzystaniem ABTS wykazała duże zróżnicowanie zarówno w obrębie owoców, soków i wycieków. Aktywność owoców wynosiła od 15,76 do 39,42 mmol Trolox/100 g przy czym najwyższą aktywnością przeciwutleniającą cechowały się owoce rozdrobnione i rozparzone. Również sok pozyskany w wyniku rozdrabniania i rozparzenia charakteryzował się najwyższą aktywnością na poziomie 29,10 mmol Trolox/100 g, natomiast próbki soku gdzie zastosowano jedynie rozdrabnianie – najniższą aktywnością przeciwutleniającą (10,59 mmol Trolox/100 g). Analizując potencjał przeciwutleniający wycieków, te pozyskane z owoców rozdrobnionych na zimno charakteryzowały się najwyższą aktywnością (44,65 mmol Trolox/100 g).

Wśród owoców aronii najwyższą zdolność absorpcji wolnych rodników tlenu (test ORAC) oznaczono w owocach miażdżonych (70,09 mmol Trolox/100 g), zaś najniższą w rozparzonych (42,63 mmol Trolox/100 g), co było spowodowane utratą związków biologicznie aktywnych wrażliwych na działanie temperatury. W sokach aroniowych oznaczono kilkukrotnie niższą aktywność niż w wyciekach, co wskazuje na zasadne stosowanie wycieków jako produktu ubocznego do dalszego wykorzystania w innych gałęziach przetwórstwa. Aktywność soków wynosiła pomiędzy 3,86 (sok z owoców rozdrabnianych) i 8,15 mmol Trolox/100 g (sok z owoców rozparzonych). Mimo że temperatura powoduje degradację cennych związków, wpływa także na rozluźnienie tkanek roślinnych i łatwiejsze uwolnienie tych związków z matrycy do soku. Najwyższą aktywność wśród otrzymanych wycieków oznaczono w próbkach uzyskanych po zastosowaniu miażdżenia jako obróbki wstępnej - 66,44 mmol Trolox/100 g, a najniższą w przypadku wycieków z jagód rozparzonych (42,14 mmol Trolox/100 g).

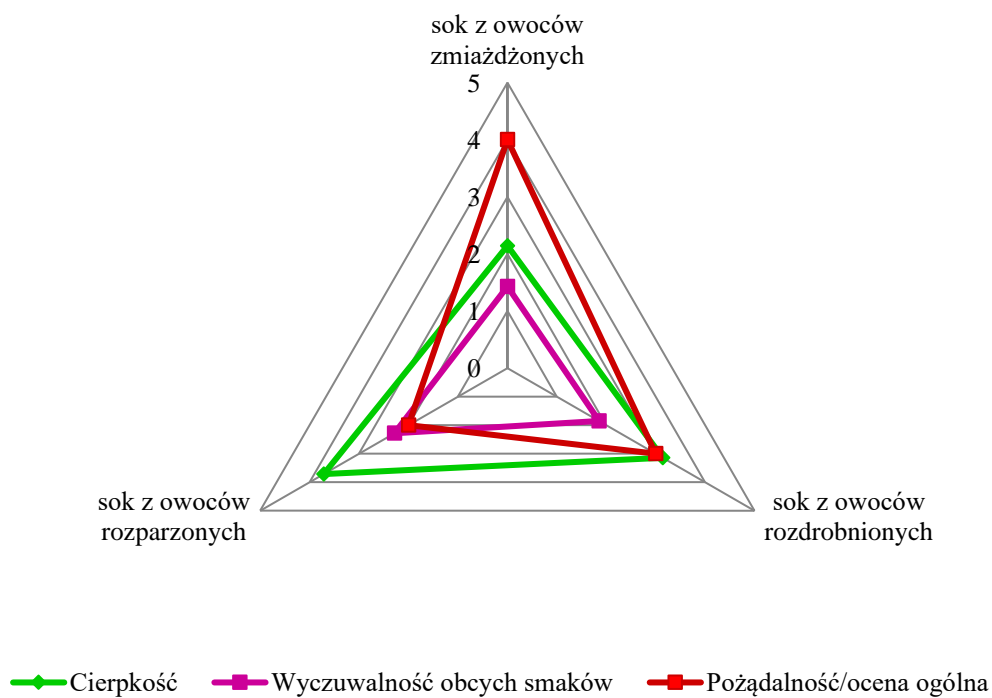
W owocach aronii poddanych miażdżeniu, rozdrabnianiu lub rozparzeniu oraz w powstałych z nich sokach i wyciekach zmierzono zdolność hamowania α -amylazy i α -glukozydazy odpowiednio poniżej 5,00 mg/ml i 0,50 mg/ml. Jedyny wyjątek stanowiły wycieki z owoców rozparzonych, ponieważ zdolność inhibicji α -glukozydazy wyniosła $IC_{50} = 3,69$ mg/ml. Parametr $IC_{50} < 0,10$ mg/ml lipazy wykazały wszystkie soki, niezależnie od sposobu pozyskania (miażdżenie, rozdrabnianie, rozparzenie). W przypadku owoców wartości te były z przedziału 0,11 – 1,74 mg/ml, a wycieków 0,97 – 1,80 mg/ml. Wycieki z owoców niepoddanych działaniu temperatury charakteryzowała aktywność przeciwdiabetyczna na podobnym poziomie jak aktywność soków, ponieważ część związków biologicznie aktywnych (procyjanidyny, antocyjany czy fenolokwasy) nie została wyekstrahowana z matrycy tkanek owoców aronii w takim stopniu jak w przypadku owoców poddanych rozparzeniu. Z tego względu wycieki z owoców miażdżonych i rozdrobnionych na zimno stanowią atrakcyjny produkt uboczny przetwórstwa i należy je wykorzystywać w komponowaniu produktów owocowych o wysokiej wartości prozdrowotnej. Kierunkiem ich wykorzystania może być m.in. produkcja herbat owocowych, dodatek do batonów owocowych i przetworów mięsnych z dodatkiem suszonych wycieków czy też wzbogacenie chleba jako produktu funkcjonalnego.

Na Rysunku 1. przedstawiono wyniki pomiarów wyróżników jakościowych barwy w sokach aroniowych uzyskanych z owoców miażdżonych, owoców rozdrabnianych na zimno oraz owoców rozparzonych w temperaturze 80°C.

Sposób obróbki wstępnej owoców przed tłoczeniem miał istotny wpływ na obniżenie wyczuwalnej cierpkości soku (Rysunek 2). W przypadku soku z owoców rozparzanych cierpkość została opisana jako intensywna, sok z owoców rozdrabnianych scharakteryzowano jako cierpki, zaś sok z owoców miażdżonych sklasyfikowano jako delikatnie cierpki. Dodatkowo proces rozparzania owoców aronii wpłynął na wystąpienie delikatnie wyczuwalnych obcych smaków opisywanych przez panelistów jako chemiczny, gorzki i nienaturalny. Podsumowując, sok z owoców miażdżonych był 2-krotnie lepiej oceniony niż sok z owoców rozparzanych. Stąd też, do komponowania mieszanych produktów aroniowych przeznaczono sok z owoców zmiażdżonych.



Rysunek 1. Barwa otrzymanych soków aroniowych w systemie CIE Lab



Rysunek 2. Analiza sensoryczna soków aroniowych

B/ poprawa atrakcyjności sensorycznej mieszanych produktów aroniowych

W zadaniu tym doświadczalnie zostały poprowadzone badania nad poprawą atrakcyjności sensorycznej mieszanych produktów aroniowych. W tym celu z owoców aronii został przygotowany sok, który stanowił 50% produktu owocowego. Jako sok na podstawie analizy sensorycznej wytypowano sok pozyskany z owoców poddanych tylko rozgniataniu. Dopełnienie poszczególnych produktów (50%) stanowiły przeciera przygotowane z jabłek, gruszek, śliwek, wiśni, truskawek, brzoskwiń oraz moreli. Dodatkowo jako próbę odniesienia badaniom poddano produkt aroniowy (100%).

Produkty aroniowe

Sucha masa wynosiła od 19,68% w przypadku produktu bez dodatków do 25,21% w przypadku produktu z płatkami jęczmiennymi 5 zbóż. Bez względu na rodzaj zastosowanego dodatku, każdy spowodował zwiększenie zawartości suchej masy w produkcie.

Najwyższy ekstrakt w grupie produktów aroniowych oznaczono w przypadku produktu z płatkami jęczmiennymi 5 zbóż (20,4%) i był on o ponad 2% wyższy od ekstraktu produktu bez dodatków (18,2%).

Kwasowość ogólna wynosiła od 0,85 (produkt z dodatkiem otręb pszennych) do 0,97 g kwasu jabłkowego/100 g (produkt z płatkami jęczmiennymi) i jedynie płatki jęczmienne ze wszystkich zastosowanych dodatków spowodowały wzrost kwasowości. Najniższe wartości pH oznaczono dla produktu bez dodatków (pH = 3,675) a najwyższe w przypadku produktu z dodatkiem otręb pszennych (pH = 3,902).

Analizując zawartość pektyn, ich zawartość uległa znacznemu zróżnicowaniu pod wpływem zastosowanych dodatków zbożowych. Największy wzrost zawartości pektyn (6-krotny) zaobserwowano w produkcie z płatkami jęczmiennymi 5 zbóż (2,11%).

Oznaczona zawartość popiołu wynosiła od 0,53% w przypadku produktu bez dodatków do 0,72% w przypadku produktu z płatkami jaglanymi oraz otrębami pszennymi. W produktach aroniowych zawartość cukrów wynosiła od 19,00 (produkt z płatkami jęczmiennymi 5 zbóż) do 22,02 g/100 g (produkt bez dodatków). Dodatek zbożowy, bez względu na jego rodzaj spowodował obniżenie zawartości cukrów ogółem. Dominującym sacharydem był sorbitol, którego stężenie było niemal 2-krotnie większe niż fruktozy. Jednocześnie stosunek fruktozy, sorbitolu i glukozy był jak 1 : 2 : 1. W produktach aroniowych nie stwierdzono obecności sacharozy. Dodatek substancji modulujących cierpko-gorzki smak spowodował obniżenie zawartości poszczególnych cukrów, za wyjątkiem udziału sacharozy w produkcie z płatkami jaglanymi (odnotowano wzrost od 9,52 do 10,76 g/100 g).

Mieszane produkty aroniowe

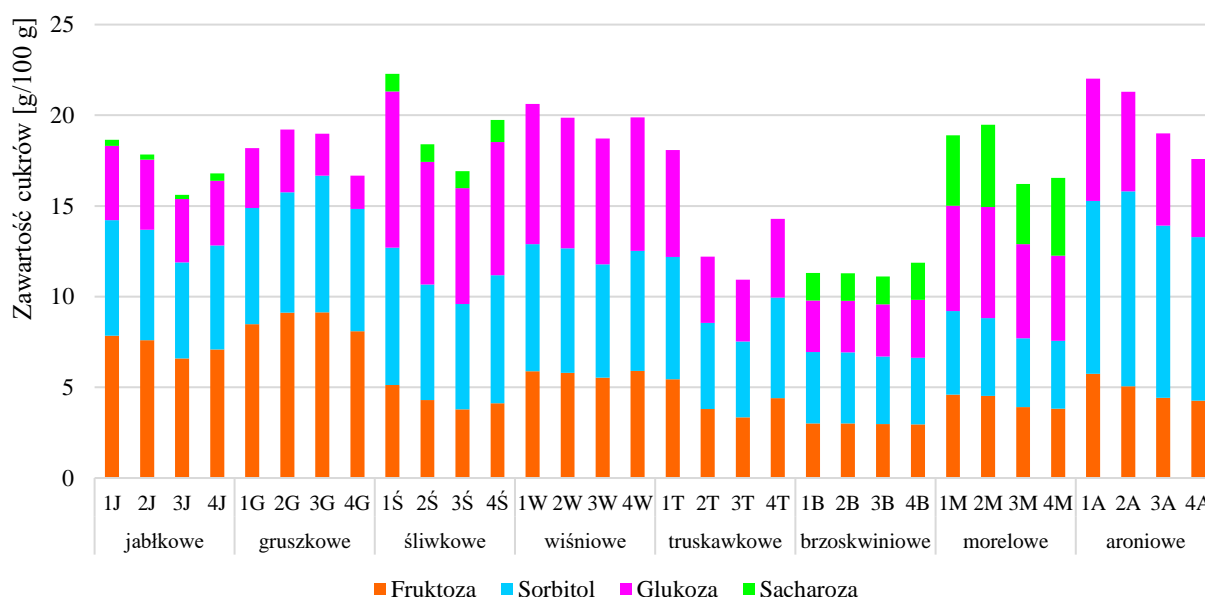
Zawartość suchej masy wynosiła od 19,98% w przypadku mieszanego produktu aroniowo-truskawkowego do 23,10% w przypadku produktu aroniowo-wiśniowego z płatkami jęczmiennymi 5 zbóż. Dodatek substancji modulujących cierpko-gorzki smak spowodował wzrost zawartości suchej masy we wszystkich produktach. Podobną zależność stwierdzono w przypadku ekstraktu. Najniższym ekstraktem charakteryzował się mieszany produkt aroniowo-brzoskwińowy z otrębami pszennymi

(14,8°Bx), a najwyższą – z płatkami jęczmiennymi 5 zbóż (26,7°Bx). Tak jak w przypadku suchej masy produkty z dodatkiem zbożowym cechowały się wyższą wartością ekstraktu, za wyjątkiem produktów z przecierem brzoskwiniowym. Analizując kwasowość ogólną poszczególnych produktów zauważono, że w przypadku wszystkich produktów dodatek modulujący cierpko-gorzki smak spowodował obniżenie kwasowości. Produkt aroniowo-brzoskwiniowy z otrębami pszennymi charakteryzował się najniższą kwasowością (0,57 g kwasu jabłkowego/100 g) a najwyższą produkt aroniowo-wiśniowy bez dodatków (1,48 g kwasu jabłkowego/100 g). pH analizowanych mieszanych produktów aroniowych było na podobnym poziomie (średnio 3,575), wykazując nieznaczne wahania zarówno w obrębie zastosowanego półproduktu owocowego, jak i dodatku poprawiającego smak.

Zastosowanie płatków jaglanych, jęczmiennych oraz otręb pszennych w znaczącym stopniu wpłynęło na zwiększenie zawartości pektyn w produktach mieszanych. Wszystkie produkty bez dodatku charakteryzowały się podobną, niską zawartością pektyn na poziomie 0,5 – 0,6%, natomiast po dodaniu produktów zbożowych uległa ona nawet 11-krotnemu zwiększeniu (w przypadku produktu aroniowo-gruszkowego z płatkami jęczmiennymi). Jest to jak najbardziej pożądany kierunek zmian ze względu na prozdrowotne działanie związków pektynowych na organizm człowieka, ze szczególnym wpływem na funkcjonowanie układu pokarmowego. Podwyższona temperatura procesu technologicznego spowodowała uwolnienie związków pektynowych zarówno ze struktur komórkowych owoców jak i dodatków modulujących.

Zawartość popiołu w poszczególnych produktach mieszanych zmieniała się analogicznie jak sucha masa i ekstrakt, osiągając najniższą wartość w przypadku produktu aroniowo-brzoskwiniowego bez dodatków (0,39%), a najwyższą w mieszanym produkcie aroniowo-wiśniowym z otrębami pszennymi (0,89%).

Na podstawie analizy zawartości cukrów stwierdzono, że ich sumaryczna ilość wahała się w granicach od 10,94 do 22,27 g/100 g. Najmniej słodkim mieszanym produktem okazał się produkt aroniowo-truskawkowy z płatkami jęczmiennymi 5 zbóż. Z kolei produktem o największej zawartości sacharydów był mieszany produkt śliwkowy bez dodatków. Oznaczono następujące cukry: fruktozę, sorbitol, glukozę oraz sacharozę, przy czym jej obecność stwierdzono jedynie w przypadku produktów mieszanych zawierających przecier z jabłek, śliwek, brzoskwiń i moreli. Największym procentowym udziałem w puli cukrów charakteryzował się sorbitol, kolejno fruktoza oraz glukoza. Generalnie dodatek surowców zbożowych spowodował obniżenie zawartości cukrów ogółem, za wyjątkiem produktów 2G, 3G, 4B oraz 2M. Największy spadek zawartości sacharydów odnotowano w produkcie aroniowo-truskawkowym z płatkami jęczmiennymi 5 zbóż (10,94 g/100 g) w porównaniu do produktu bez dodatków (18,10 g/100 g). Porównując otrzymane mieszane produkty owocowe względem jednorodnego produktu aroniowego (produkt 1A), zauważono, że cechowała go trzecia w kolejności najwyższa zawartość cukrów (20,02 g/100 g), zaraz po produkcie aroniowo-wiśniowym bez dodatków (20,63 g/100 g).



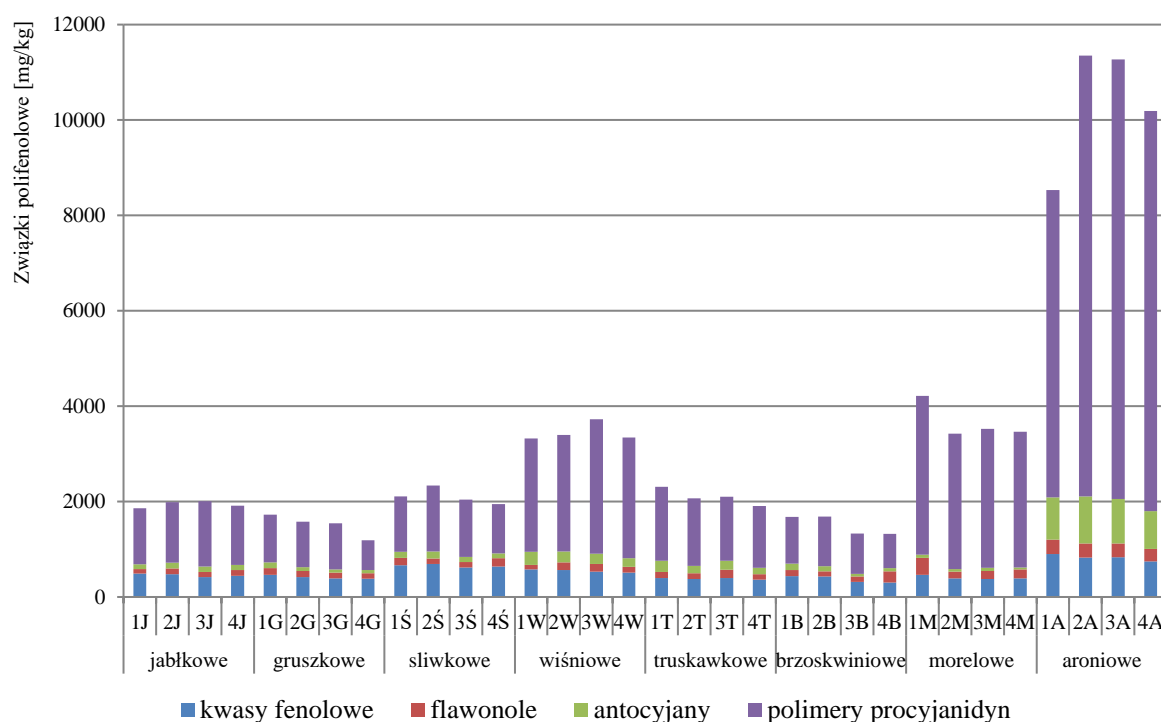
Rysunek 3. Zawartość cukrów w mieszanych produktach aroniowych

Podsumowując wpływ dodatku owocowego na parametry fizyko-chemiczne produktów aroniowych, stwierdzono, że doszło do obniżenia zawartości suchej masy oraz ekstraktu (z wyjątkiem mieszanego produktu aroniowo-truskawkowego i aroniowo-brzoskwiniowego) w porównaniu do jednolitego produktu aroniowego. Kwasowość ogólna w czterech na siedem przypadków uległa podwyższeniu przy wzroście pH wszystkich produktów. Zwiększyła się również zawartość pektyn. W odniesieniu do 100% produktu aroniowego, w produktach aroniowo: -jabłkowym, -truskawkowym i -brzoskwiniowym odnotowano obniżenie zawartości popiołu. Również ogólna zawartość cukru uległa zmniejszeniu, z wyłączeniem produktu aroniowo-śliwkowego. Analizując kierunki zmian parametrów ilościowych przygotowanych produktów stwierdzono, że płatki jęczmienne 5 zbóż oraz otręby pszenne spowodowały obniżenie kwasowości ogólnej oraz cukrów ogółem. Jednocześnie wpłynęły one na wzrost zawartości ekstraktu, suchej masy, pH oraz pektyn (w tym przypadku największe zmiany spowodował dodatek płatków jęczmiennych 5 zbóż) w mieszanych produktach aroniowych. Zawartość popiołu ulegała wahaniom, przy ogólnej tendencji wzrostowej po zastosowaniu dodatków zbożowych.

Zadanie 3: Wyznaczenie wartości prozdrowotnych i sensorycznych otrzymanych mieszanych produktów aroniowych

Produkty aroniowe

W produktach aroniowych oznaczono zawartość kwasów fenolowych, flawonoli, antocyjanów i polimerów procyjanidyn na poziomie wyższym niż w mieszanych produktach aroniowych. Suma związków fenolowych wyniosła od 8531,24 (w przypadku produktu bez dodatku zbożowego – 1A) do 11348,12 mg/kg (w przypadku produktu z płatkami jagłanymi – 2A). Dodatki zbożowe spowodowały obniżenie zawartości kwasów fenolowych w porównaniu do 100% produktu aroniowego (1A).



Rysunek 4. Zawartość związków polifenolowych w mieszanych produktach aroniowych

Mieszane produkty aroniowe

Sumaryczna zawartość związków polifenolowych w mieszanych produktach aroniowych wynosiła od 1186,23 (produkt 4G) do 3522,85 mg/kg (produkt 3M). Rozpatrując wpływ dodatku owocowego na profil polifenolowy mieszanych produktów aroniowych, stwierdzono, że najwyższą ich zawartością charakteryzował się produkt aroniowo-morelowy (4213,62 mg/kg), a najniższą produkt aroniowo-brzoskwiniowy (1680,79 mg/kg), co stanowiło odpowiednio 49,39 i 17,70% w stosunku do 100% produktu aroniowego. Wśród poszczególnych grup związków, tj. kwasów fenolowych, flawonoli, antocyjanów i polimerów procyjanidyn stwierdzono spadek ich stężenia w odniesieniu do wyjściowego produktu aroniowego, z wyjątkiem falwanoli w produkcie aroniowo-morelowym (349,91 mg/kg). Najmniejszą zawartością polimerów procyjanidyn, odpowiedzialnych za cierpko-gorzki smak, charakteryzował się produkt aroniowo-brzoskwiniowy (984,59 mg/kg) w porównaniu do produktu aroniowego bez dodatków (6440,73 mg/kg). Również współczynnik stopnia polimeryzacji (DP) uległ nawet 8-krotnemu obniżeniu (w przypadku produktu aroniowo-jabłkowego). Dodatki zbożowe nie spowodowały jednoznacznej zmiany w sumarycznej zawartości związków polifenolowych. W przypadku produktu aroniowo-jabłkowego i aroniowo-wiśniowego doszło do wzrostu ich zawartości po zastosowaniu i aroniowo-morelowym – do spadku ich stężenia. Dodatek płatków jaglanych, jęczmiennych oraz otręb pszennych jednoznacznie przyczynił się do obniżenia zawartości kwasów fenolowych. W przypadku flawonoli, antocyjanów i polimerów procyjanidyn zmiany te nie były już tak wyraźne. Największy wzrost stężenia flawonoli (od wartości 122,46 do 233,02 mg/kg) spowodował dodatek otręb pszennych w produkcie aroniowo-brzoskwiniowym. Jednocześnie dodatek płatków jęczmiennych w tym produkcie przyczynił się do zmniejszenia zawartości antocyjanów (od 134,01 do 50,65 mg/kg). Do korzystnego, ze względu na właściwości sensoryczne produktu, obniżenia zawartości polimerów procyjanidyn w największym stopniu doszło w produkcie aroniowo-morelowym (po zastosowaniu płatków jaglanych spadek ich zawartości od 3328,16 do 2839,06 mg/kg). Współczynnik stopnia depolimeryzacji zmniejszył się od 12,61 do 7,52 w przypadku produktu aroniowo-brzoskwiniowego z otrębami pszennymi, a wzrósł niemal 2-krotnie po ich zastosowaniu w produkcie aroniowo-gruszkowym.

Analiza sensoryczna

Kolejnym etapem było przeprowadzenie analizy sensorycznej przez zespół osób uprzednio przeszkolonych. Ocenie zostały poddane cztery zestawy produktów mieszanych po osiem w różnych produktach aroniowych o zbliżonej konsystencji. Każdy oceniający otrzymał dodatkowo aroniowy sok wyjściowy jako próba odniesienia, w którym cierpko-gorzki smak nie był w żaden sposób zamaskowany.

Podsumowanie

Niniejszy projekt zakładał spełnienie głównego celu badawczego, czyli poprawę cech i parametrów sensorycznych produktów przetwórstwa owoców ekologicznych z uwzględnieniem zachowania składników odżywczych otrzymywanych produktów, poprzez realizację kilku mniejszych zadań. Pierwszym etapem była optymalizacja produkcji soku z owoców aronii czarnoowocowej celem otrzymania produktu o możliwie najmniej wyczuwalnej cierpkości. Efektem tego etapu był wybór obróbki wstępnej ze wskazaniem na miazdzenie jako metody pozwalającej na otrzymanie soku o największej akceptowalności konsumenckiej, co potwierdziły analizy fizyko-chemiczne. Otrzymany sok z owoców zmiażdżonych na zimno zawierał najmniejsze stężenie procyanidyn, odpowiedzialnych za cierpko-gorzki smak aronii co miało swoje odzwierciedlenie w ocenie sensorycznej tj. stopnia wyczuwalności smaku cierpkiego.

W kolejnym zadaniu skupiono się na analizie owoców, tj. jabłek, gruszek, śliwek, wiśni, moreli, brzoskwini i truskawek aby w końcowej jego fazie wybrać surowiec o największym potencjale prozdrowotnym, który jednocześnie w mieszanym produkcie aroniowym wykazywał będzie największą zdolność do maskowania odczuć ciepko-gorzkich. W wyniku tej części projektu stwierdzono, że truskawki, śliwki, wiśnie, brzoskwinie i morele charakteryzuje największy potencjał biologiczny przy jednoczesnych wysokich notach akceptowalności i niskiej wyczuwalności smaku cierpkiego w ocenie sensorycznej.

Na podstawie wcześniejszych badań wykorzystano płatki jaglane, płatki jęczmienne 5 zbóż oraz otręby pszenne celem skutecznego zamaskowanie nieatrakcyjnego smaku cierpko-gorzkiego. Ostatecznie analizie składu chemicznego, właściwości biologicznych oraz ocenie sensorycznej poddano 32 produkty. Wszystkie zastosowane dodatki pszenne wpłynęły na obniżenie cierpkości, przy czym efekt uzależniony był od zastosowanych owoców. Największą redukcję odczuwania cierpkości stwierdzono w produktach z dodatkami zbożowymi i aronią (2A, 3A, 4A). Dodatek jabłek spowodował złagodzenie cierpkości we wszystkich produktach aroniowo-jabłkowych z dodatkami zbożowymi (2J, 3J i 4J), zastosowanie wiśni okazało się korzystne w produktach aroniowo-wiśniowych z płatkami jaglanymi i otrębami pszennymi (2W i 4W), zaś aronii w produktach z płatkami jęczmiennymi oraz otrębami pszennymi (3A i 4A). Dodatkowo, wzbogacenie gruszkami i śliwkami poprawiło profil sensoryczny mieszanych produktów aroniowych z płatkami jaglanymi (2G i 2Ś), a truskawek i moreli – profil produktów aroniowych z płatkami jęczmiennymi (3T i 3M). Zasadnym jest wzbogacenie produktów aroniowych zarówno dodatkami zbożowymi, jak i owocami, ponieważ mieszane produkty aroniowe charakteryzował korzystny profil w przypadku aktywności przeciwdiabetycznej, przeciwdemencyjnej i zdolności inhibicji aktywności lipazy. Stąd też zaprojektowane mieszane produkty aroniowe mogą stanowić atrakcyjny sensorycznie i prozdrowotnie element diety w prewencji i terapii chorób cywilizacyjnych.

Produkty	Aktywność przeciwutleniająca [mmol Trolox/100 g]		Aktywność przeciwdiabetyczna [IC ₅₀ mg/ml]		Aktywność lipazy IC ₅₀ [mg/ml]	Aktywność przeciwdemencyjna [% inhibicji]		
	ABTS	ORAC	α-amylaza	α-glukozydaza		AChE	BuChE	
jabłkowe	1J	0,66	8,21	96,54	42,95	5,81	41,06	11,87
	2J	0,80	8,87	98,13	44,68	4,52	24,04	18,34
	3J	0,03	8,20	86,31	35,17	5,84	18,74	15,64
	4J	0,930	5,95	90,78	44,57	4,36	20,10	11,96
gruszkowe	1G	0,76	6,14	90,01	50,89	4,05	20,56	8,41
	2G	1,18	6,28	88,91	58,35	4,89	23,52	9,35
	3G	0,72	5,94	88,33	80,18	3,69	24,32	12,90
	4G	0,72	5,26	82,79	94,12	4,69	30,41	13,80
śliwkowe	1Ś	0,58	6,74	78,17	66,90	3,27	23,63	9,53
	2Ś	0,80	8,48	74,50	73,54	3,59	25,63	15,73
	3Ś	0,92	6,54	75,09	62,75	3,53	26,82	10,07
	4Ś	0,59	6,69	80,12	73,72	3,59	26,99	13,67
wiśniowe	1W	0,98	7,93	81,40	83,41	2,79	29,33	10,34
	2W	0,42	7,58	82,64	97,05	2,89	27,51	13,85
	3W	0,16	6,80	71,95	95,19	2,84	30,64	14,21
	4W	1,69	7,50	99,27	74,72	3,17	25,11	13,49
truskawkow	1T	1,01	6,14	76,54	35,09	3,54	25,63	16,09
	2T	0,21	6,86	84,02	29,37	3,01	28,87	12,50
	3T	0,25	6,54	96,71	22,83	3,52	26,60	11,20
	4T	1,13	6,14	96,68	26,65	3,42	26,48	14,57
brzoskwinio	1B	1,47	4,55	85,46	43,79	5,81	30,41	14,12
	2B	1,98	3,47	70,00	52,62	4,52	30,24	17,26
	3B	1,74	3,56	88,14	68,20	5,84	28,59	13,71
	4B	0,25	3,52	84,43	45,13	4,36	29,44	14,79
morelowe	1M	0,79	9,00	73,78	45,99	4,05	34,45	20,76
	2M	0,46	9,27	74,19	57,96	4,89	31,78	17,44
	3M	0,55	7,50	72,70	60,81	3,69	31,83	15,15
	4M	1,78	7,34	102,58	65,90	4,69	33,60	14,03
aroniowe	1A	3,31	12,02	65,77	59,64	3,27	34,29	32,21
	2A	1,69	11,17	60,82	57,84	3,59	29,66	18,35
	3A	1,25	10,57	60,73	60,84	3,53	28,95	7,63
	4A	0,39	9,46	73,89	63,28	3,59	28,73	8,21

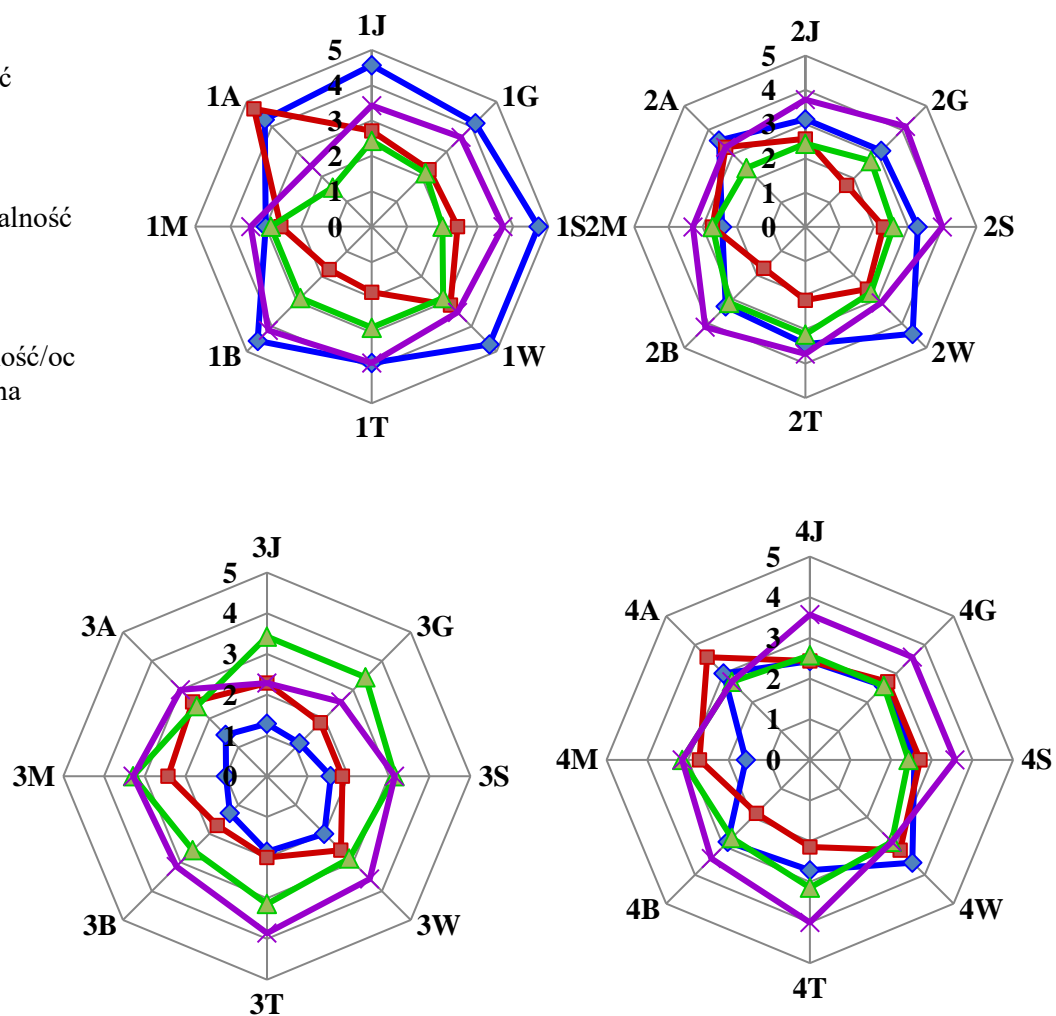
Tabela 2. Aktywność biologiczna mieszanych produktów aroniowych

◆ Konsystencja

■ Cierpkość

▲ Wyczuwalność obcych smaków

✕ Pożądalność/ocena ogólna



Rysunek 5. Analiza sensoryczna mieszanych produktów aroniowych

Osoba do kontaktu: prof. dr hab. inż. Aneta Wojdyło (aneta.wojdylo@upwr.edu.pl)



UNIWERSYTET ROLNICZY
im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

**PRODUKCJA ZWIERZĘCA METODAMI EKOLOGICZNYMI.
BADANIA W ZAKRESIE OPTYMALIZACJI WARUNKÓW ODCHOWU PISKŁĄT W
ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM
ROZWIĄZAŃ NOWATORSKICH W TYM CHOWIE**

Realizacja projektu:

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Instytut Nauk o Zwierzętach
al. Mickiewicza 24/28
30-059 Kraków
Rolnicza Spółdzielnia Produkcyjna Podhalanka
Rokiciny Podhalańskie 2
34-721 Raba Wyżna

Autorzy:

dr hab. inż. Andrzej Węglarz
dr Krzysztof Andres
mgr inż. Urszula Węglarz
mgr inż. Henryk Pustkowiak

Kraków, 2018

1. WPROWADZENIE

Produkcja żywności w rolnictwie ekologicznym powinna łączyć w sobie najkorzystniejsze praktyki związane z gospodarowaniem zasobami rolniczymi z realizacją potrzeb dobrostanu zwierząt oraz dostarczać produktów bezpiecznych o wysokiej jakości. Zapewnienie tych wszystkich warunków wiąże się najczęściej z ponoszeniem przez rolnika wysokich kosztów produkcji, co skutkuje wysoką ceną produktu finalnego, którą może zaakceptować jedynie wąska grupa odbiorców.

Wysokie ceny produktów ekologicznych pochodzenia zwierzęcego, podobnie jak w przypadku rolnictwa konwencjonalnego, wynikają w głównej mierze z cen komponentów paszowych stanowiących przeważającą (do 70%) kategorię kosztów. Zasady te nie omijają produkcji mięsa drobiowego, które z uwagi na właściwości prozdrowotne (wysoka zawartość białka bogatego w aminokwasy egzogenne, niskie otłuszczenie, wysoki udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w tuskach, łatwość przyrządzenia potraw, smakowitość i lekkostrawność), jest coraz chętniej wybierane przez konsumentów w Polsce (KRD-IG, 2015). Niestety, mimo rosnącego zainteresowania surowcami ekologicznymi, udział mięsa drobiowego produkowanego w systemie ekologicznym oraz jego konsumpcja w kraju są nadal znikome. Ekologiczne mięso drobiowe w Polsce pochodzi głównie od kurcząt rzeźnych, a od pozostałych gatunków, takich jak indyki, kaczki i gęsi produkowane jest w niewielkiej skali.

Mięso indycze ma opinię wartościowego z uwagi na wyjątkowo wysoką zawartość białka i małą ilość tłuszczu, przez co jest poszukiwane przez konsumentów. Ponadto mięso indycze pozwala na przygotowanie tradycyjnych i regionalnych potraw o poszukiwanych przez konsumentów walorach. Jest ono jednak droższe od mięsa kurcząt rzeźnych ze względu na dłuższy, trwający kilkanaście tygodni wzrost ptaków, gorsze wykorzystanie paszy oraz konieczność zapewnienia pasz o bardzo wysokiej zawartości białka i energii metabolicznej, które trudno przygotować, szczególnie w warunkach rolnictwa ekologicznego. Producenci zmuszeni są więc do nabywania bardzo drogich, gotowych ekologicznych mieszanek paszowych produkowanych przez zagraniczne firmy paszowe.

Sytuację tę można zmienić poprzez obniżenie kosztów produkcji ekologicznej, na przykład przez zastąpienie lub uzupełnienie gotowych pasz tańszymi komponentami, które ponadto mogą wpłynąć korzystnie na zdrowotność ptaków i jakość uzyskiwanych produktów. Wyniki wielu doświadczeń wskazują, że ziarno pszenicy jest zbożem odpowiednim w żywieniu indycząt od pierwszych tygodni życia. Większa aktywność układu pokarmowego konieczna do trawienia całego ziarna prowadzi do większej produkcji enzymów trawiennych i lepszego wchłaniania. Ziarno pszenicy zawiera enzym fitazę, która decyduje o większej przyswajalności fosforu, a tym samym i wapnia, co zwiększa przyrosty, a przede wszystkim zwiększa wytrzymałość nóg – zapobiega dyschondroplazji piszczelowej (Majewska, 2006).

Drugim z popularnych krajowych zbóż jest owies, który jest bogaty w tłuszczowe związki chemiczne, takie jak lecytyna czy witamina E, poprawiające pracę serca, układu krwionośnego i systemu nerwowego. Zawarty w ziarnie owsa błonnik, a szczególnie jego frakcje rozpuszczalne, których głównym przedstawicielem są β -glukany, wpływa korzystnie na perystaltykę jelit, odgrywa ważną rolę w leczeniu chorób układu pokarmowego, takich jak: nieżyty śluzówki żołądka czy biegunki. Wpływa również pozytywnie na florę bakteryjną jelit, produkującą witaminy z grupy B, na których niedobór są szczególnie wrażliwe indyki. Istnieją także doniesienia mówiące, że dodatek w żywieniu całego ziarna owsa zwiększa przeżywalność indyków podczas odchowu oraz poprawia smak i trwałość mięsa indyczego (Majewska, 2004). Stosowanie całego ziarna zbóż (szczególnie owsa, którego łuski imitują chitynowe pancerzyki owadów) w żywieniu indyków zaliczanych do ptaków owadożernych, wpływa prozdrowotnie na układ pokarmowy i zapobiega stanom depresyjnym.

W ramach badań przeprowadzono ocenę wyników odchowu indycząt rzeźnych w warunkach ekologicznych, żywionych paszami ze znacznym udziałem całego ziarna zbóż: pszenicy i owsa w dwóch wariantach w porównaniu do grupy kontrolnej. Analiza obejmowała ocenę wzrostu oraz przeżywalności indycząt, wydajności rzeźnej, składu tkankowego tuszek oraz jakości mięsa. Przeprowadzono również ocenę efektywności ekonomicznej odchowu.

Możliwości zastosowania całego ziarna zbóż w ekologicznym żywieniu ptaków stanowią ciekawy obszar badawczy z punktu widzenia zdrowotności, jakości pozyskiwanego mięsa oraz ekonomiki produkcji. Z tych też powodów przewiduje się, że wyniki przeprowadzonych badań przyczynią się do zwiększenia zainteresowania ekologicznym chowem indyków wśród rolników i wpłyną na większą dostępność wysokiej jakości ekologicznego mięsa indyczego poprzez obniżenie kosztów produkcji i jego ceny w Polsce.

Główne cele tematu badawczego

- Optymalizacja odchowu indycząt rzeźnych z uwzględnieniem zaspokojenia potrzeb pokarmowych w warunkach produkcji ekologicznej z wykorzystaniem całego ziarna zbóż.
- Zmniejszenie nakładów finansowych ponoszonych na ekologiczny odchów indycząt rzeźnych.
- Ocena wzrostu, wydajności rzeźnej oraz jakości tuszek i mięsa pozyskanych od indycząt żywionych ekologicznie z zastosowaniem znacznego udziału rodzimych zbóż: pszenicy i owsa.

2. METODYKA BADAŃ

Jednodniowe pisklęta płci żeńskiej indyka szerokopierśnego B.U.T. Big 6 (Aviagen Turkeys Ltd., Chester, UK) przydzielono losowo do 3 grup doświadczalnych po 100 sztuk w każdej. Odchów indycząt prowadzono zgodnie z Rozporządzeniem Komisji Wspólnoty Europejskiej (WE) nr 889/2008 z dnia 5 września 2008 r. oraz Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 marca 2010 r. w sprawie niektórych warunków produkcji ekologicznej (Dz. U. Nr 116, poz. 975) w certyfikowanym gospodarstwie ekologicznym Rolniczej Spółdzielni Produkcyjnej „Podhalanka” w Rokicinach Podhalańskich. Czynnikiem różnicującym grupy był dodatek całego ziarna pszenicy i owsa do granulowanej paszy pełnoporcjowej. Harmonogram żywienia indyczek w trakcie ich odchowu przedstawiono w tabeli 1.

Stosowane w żywieniu ekologiczne mieszanki pełnoporcjowe składały się, w zmiennych proporcjach, z makucha z nasion soi, kukurydzy, pszenicy, grochu, makucha z nasion słonecznika, pszenżyta, glutenu kukurydzianego, oleju sojowego, białka ziemniaczanego, fosforanu jednowapniowego, węglanu wapnia, mannooligosacharydów (MOS) wyekstrahowanych z drożdży (*Saccharomyces cerevisiae*), chlorku sodu, tlenku magnezu oraz dwuwęglanu sodu.

Dodawane do mieszanki pełne ziarno pszenicy i owsa pochodziło z krajowych upraw ekologicznych zbóż populacyjnych. Zawartość składników pokarmowych i energii w stosowanych paszach podano w tabelach 2. i 3. Przez cały okres odchowu ptaki miały nieograniczony dostęp do paszy i czystej wody, a także żwiru stanowiącego źródło gastrolitów. Utrzymywane były w systemie podłogowym na ściółce, a od 6. tygodnia życia miały dostęp do zadarnionego wybiegu.

Tabela 1. Harmonogram żywienia indycząt doświadczalnych

Wiek (tygodnie)	Grupa kontrolna	Grupa doświadczalna I	Grupa doświadczalna II
0 - 4	Pasza pełnoporcjowa I	Pasza pełnoporcjowa I (95%) + pszenica (5%)	Pasza pełnoporcjowa I (95%) + pszenica (5%)
5 - 8	Pasza pełnoporcjowa II	Pasza pełnoporcjowa II (90%) + pszenica (7%) + owies (3%)	Pasza pełnoporcjowa II (84%) + pszenica (10%) + owies (6%)
9 - 12	Pasza pełnoporcjowa III	Pasza pełnoporcjowa III (80%) + pszenica (14%) + owies (6%)	Pasza pełnoporcjowa III (63%) + pszenica (25%) + owies (12%)
13 - 14	Pasza pełnoporcjowa IV	Pasza pełnoporcjowa IV (70%) + pszenica (20%) + owies (10%)	Pasza pełnoporcjowa IV (40%) + pszenica (35%) + owies (25%)
15 - 17	Pasza pełnoporcjowa IV	Pasza pełnoporcjowa IV (50%) + pszenica (30%) + owies (20%)	Pszenica (50%) + owies (50%)

Tabela 2. Skład chemiczny pasz stosowanych w trakcie odchowu indyczek

Wyszczególnienie	Sucha masa (%)	Popiół surowy (%)	Białko ogólne (%)	Tłuszcz surowy (%)	Włókno surowe (%)	Energia metaboliczna (kcal/kg)
Pasza pełnoporcjowa I	91,56	12,12	30,38	4,14	3,77	2747,9
Pasza pełnoporcjowa II	90,55	7,25	24,88	5,18	4,91	2876,4
Pasza pełnoporcjowa III	91,61	8,50	24,00	6,10	4,37	2843,5
Pasza pełnoporcjowa IV	91,07	7,86	22,81	5,58	4,22	2822,8
Ziarno owsa	89,92	2,64	10,50	4,01	12,08	2543,7
Ziarno pszenicy	87,22	1,94	12,81	2,09	2,89	3037,4

Podczas całego odchowu indycząt kontrolowano spożycie paszy oraz stan zdrowotny ptaków. Na podstawie liczby padnięć określono przeżywalność w poszczególnych grupach doświadczalnych. W celu określenia masy ciała indycząt ważono je indywidualnie w 2., 4., 6., 8., 10., 12., 14., 16. oraz 17. tygodniu życia. Określono także skumulowane spożycie paszy i wykorzystanie paszy na przyrost 1 kg masy ciała. Przeprowadzono ponadto ocenę efektywności ekonomicznej odchowu, biorąc pod uwagę rzeczywiste koszty pasz, ich zużycie w grupach doświadczalnych oraz oszacowano Europejski Wskaźnik Wydajności (EWW) według wzoru:

$$EWV = \frac{\text{średnia masa ciała (kg)} \times \text{przeżywalność (\%)}}{\text{liczba dni odchowu} \times \text{zużycie paszy na kg przyrostu masy ciała}} \times 100$$

Tabela 3. Poziom kwasów tłuszczowych w paszach stosowanych w trakcie odchowu indyczek (%)

Kwasy tłuszczowe	Pasza pełnoporcjowa I	Pasza pełnoporcjowa II	Pasza pełnoporcjowa III	Pasza pełnoporcjowa IV	Ziarno owsa	Ziarno pszenicy
C10;0	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,13
C12;0	0,01	0,03	0,01	0,01	0,18	0,31
C14;0	0,08	0,09	0,07	0,07	0,83	1,42
C14;1	0,03	0,02	0,00	0,00	0,02	0,07
C15;0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,20	0,48
C16;0	16,48	14,88	13,61	12,64	25,33	23,26
C16;1n-9	0,12	0,10	0,10	0,09	0,15	0,54
C16;1n-7	0,12	0,11	0,14	0,14	0,34	0,37
C17;0	0,10	0,09	0,08	0,08	0,23	0,40
C17;1	0,04	0,04	0,05	0,04	0,15	0,14
C18;0	3,78	4,13	3,53	3,10	3,13	3,39
C18;1n-9	22,34	25,02	21,76	22,80	32,07	15,55
C18;1n-7	1,79	1,32	1,35	1,20	1,67	1,67
C18;2n-6	48,70	48,42	52,88	53,54	30,72	46,06
C18;3n-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06
C18;3n-3	5,86	5,21	5,96	5,83	2,37	4,14
C20;0	0,34	0,33	0,28	0,26	1,93	1,18
C20;1	0,19	0,17	0,16	0,16	0,63	0,82
ΣSFA	17,03	15,46	14,08	13,09	28,72	27,18
ΣUFA	79,19	80,41	82,39	83,81	68,15	69,43
ΣPUFA	78,93	80,19	82,19	83,61	67,36	68,39
Σn6	48,70	48,42	52,88	53,54	30,76	46,12
Σn3	5,86	5,21	5,96	5,83	2,37	4,14
n6/n3	8,31	9,29	8,87	9,19	12,97	11,14

Σ SFA – suma nasyconych kwasów tłuszczowych, Σ UFA – suma nienasyconych kwasów tłuszczowych, Σ PUFA – suma wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, Σ n6 – suma kwasów z rodziny kwasu α -linolenowego, wiązanie podwójne przy 6. atomie węgla, Σ n3 – suma kwasów z rodziny kwasu α -linolenowego, wiązanie podwójne przy 3. atomie węgla, n6/n3 – stosunek kwasów n6 do n3

Po zakończeniu 17 tygodniowego odchowu, wybrano do uboju z każdej grupy doświadczalnej po 15 sztuk ptaków o masie ciała zbliżonej do średniej w grupie. Po uboju wykonano pomiar pH mięsa (przy użyciu pehametru PH-Star firmy Mäthaus z elektrodą sztyletową) oraz jego barwy używając chromametri CR-310 (Minolta Co., Ltd., Japan) z głowicą o średnicy 50 mm w systemie kolorów CIE $L^*a^*b^*$, gdzie L^* jest współczynnikiem jasności, którego wartość zmienia się od 0 dla czerni do 100 dla idealnej bieli, natomiast a^* i b^* są współrzędnymi kolorów $+a^*$ – czerwony, $-a^*$ – zielony, $+b^*$ – żółty, $-b^*$ – niebieski (CIE, 1986). Tuszki wychłodzono metodą owiewową w temp. 4°C przez 24 godziny, następnie ponownie oceniono pH i barwę mięsa. Na podstawie przeprowadzonej dysekcji, określono wydajność rzeźną oraz udział mięśni piersiowych, nóg, i podrobów w tuszce.

Z mięśni piersiowych i udowych pobrano próbki do badań laboratoryjnych. Podstawowy skład chemiczny mięsa oznaczono przy użyciu standardowych metod (AOAC, 1995), natomiast profil kwasów tłuszczowych określono stosując następujące metody analityczne: ekstrakcję lipidów z mięsa wg Folcha (1957) oraz estyfikację wg AOAC (1995). Rozdział estrów metylowych kwasów tłuszczowych przeprowadzono metodą chromatografii gazowej przy użyciu Chromatografu TRACE GC ULTRA firmy Thermo Electron Corporation (Milano, Włochy) z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID) na kolumnie SUPELCOWAX 10 (30 m \times 0,25 mm \times 0,25 μ m) w następujących warunkach rozdzielania: gaz nośny hel 1 ml/min, detektor FID temp. 250°C, dozownik temp. 220°C, piec temp. 160°C, podgrzewanie (3°C/min.) do 210°C (35 min), podział strumienia 10 ml/min. Do uzyskanego tłuszczu (około 10 mg) dodano 0,5 ml 0,5M KOH w metanolu i ogrzewano w temp. 85°C, następnie dodano 1 ml 12% BF₃ w metanolu i ponownie ogrzewano w temp. 85°C. Po ochłodzeniu do temperatury pokojowej dodano 1 ml heksanu i 5 ml nasyconego roztworu NaCl. Na chromatograf nastrzykiwano 1 μ l roztworu. Poszczególne estry metylowe kwasów tłuszczowych zidentyfikowano przez porównanie ze standardową mieszaniną 37 komponentów FAME (Supelco, Sigma-Aldrich Co.) oraz izomerami CLA (Sigma-Aldrich Co.).

Próbki mięsa o średniej masie około 300 g zapakowane w foli aluminiowej poddano obróbce termicznej w piecu elektrycznym o temperaturze 185°C do uzyskania wewnętrznej temperatury mięsa 85°C. Po wystudzeniu próbek mięsa na lodzie określono wyciek termiczny (%). Następnie przeprowadzono ocenę cech sensorycznych przez pięcioosobowy zespół degustatorów przeszkolony w zakresie kontroli jakości, zgodnie z zasadami podanymi przez Baryłko-Pikielną (1975). Podczas oceny uwzględniono następujące cechy mięsa: strukturę, zapach, kruchość, soczystość i smak. Ocena końcowa poszczególnych cech mięsa została obliczona jako średnia ocen przyznanych przez oceniających.

Następnie z poddanych obróbce termicznej próbek wycinano wzdłuż włókien mięśniowych walce o średnicy 16 mm i wysokości 15 mm, które wykorzystano do aparaturowej analizy tekstury. Analizę przeprowadzono przy użyciu teksturometru TA-XT2 (Stable Micro Systems) z przystawką Warnera-Bratzlera wyposażoną w nóż z trójkątnym wycięciem. Natomiast profilowa analiza tekstury (TPA) wykonana została przy użyciu tego samego teksturometru z przystawką, którą stanowi walec o średnicy 50 mm. Wykonano test 2-krotnego ściskania próbek do 70% deformacji ich wysokości. W analizie TPA uwzględniono główne parametry tekstury, takie jak: twardość (siła potrzebna do spowodowania określonego odkształcenia), kohezja (spójność; wytrzymałość wewnętrznych wiązań tworzących zrąb mięśnia), sprężystość (elastyczność; szybkość powrotu ze stanu zdeformowania do stanu wyjściowego). Z wtórnych parametrów tekstury określono żujność (siła potrzebna do rozdrobnienia produktu), która związana jest z twardością, kohezją i sprężystością (Breene, 1975).

3. WYNIKI

3.1. Wyniki odchowu indyczek rzeźnych

Wyniki odchowu indyczek obejmujące przeżywalność, zmiany masy ciała, zużycie i wykorzystanie paszy oraz koszty żywienia i wskaźnik wydajności przedstawiono w tabelach 4-8 oraz na wykresie 1. Przez cały okres odchowu indyczęta charakteryzowały się dobrą zdrowotnością, a przeżywalność za cały okres produkcji przekroczyła w każdej grupie 95%. Najwyższą przeżywalnością charakteryzowały się indyki z grupy doświadczalnej I (98%).

Średnią masę ciała indycząt, określoną w kolejnych tygodniach ważenia, zestawiono w tabeli 6. oraz na wykresie 1. Od 4. tygodnia życia obserwowano różnice statystycznie istotne ($P \leq 0,05$) w masie ciała pomiędzy grupą doświadczalną II, a cięższymi pozostałymi grupami. W 8. tygodniu życia i we wszystkich kolejnych terminach ważen, statystycznie istotnie wyższą ($P \leq 0,05$) masę ciała od pozostałych grup charakteryzowały się indyki z grupy kontrolnej.

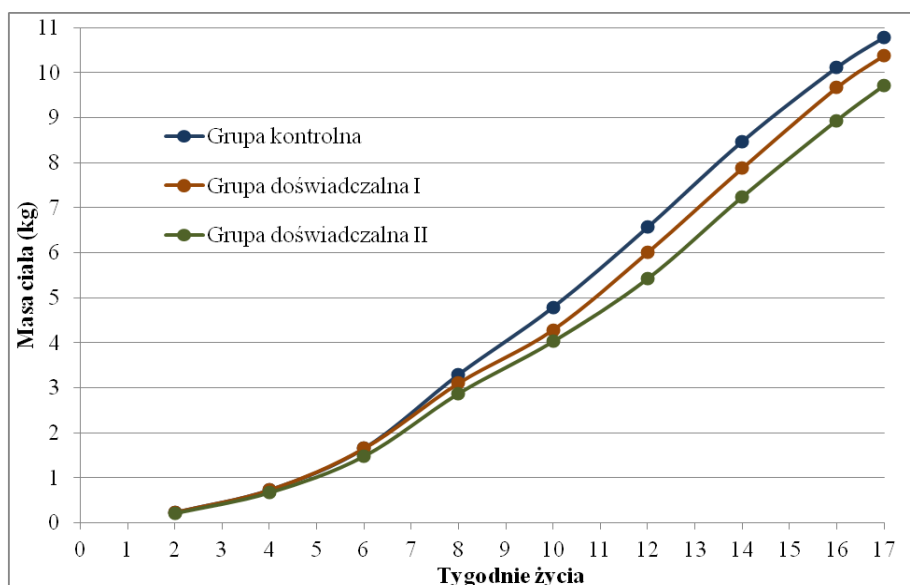
Po 17-tygodniowym okresie odchowu ptaki w grupie I uzyskały średnią masę ciała wyższą o 0,40 kg od indyczek grupy II i o 1,06 kg od indyczek grupy III, natomiast masa ciała indyczek z grupy II była wyższa o 0,66 kg od grupy III.

Tabela 5. Średnia masa ciała indycząt w 2., 4., 6., 8., 10., 12., 14., 16. oraz 17. tygodniu życia

Wiek (tygodnie)	Grupy		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)
2	0,23 (\pm 0,04)	0,23 (\pm 0,04)	0,22 (\pm 0,04)
4	0,73 (\pm 0,11) ^a	0,73 (\pm 0,14) ^b	0,68 (\pm 0,12) ^{ab}
6	1,65 (\pm 0,21) ^a	1,65 (\pm 0,27) ^b	1,49 (\pm 0,25) ^{ab}
8	3,29 (\pm 0,36) ^a	3,10 (\pm 0,46) ^a	2,88 (\pm 0,45) ^a
10	4,79 (\pm 0,49) ^a	4,29 (\pm 0,63) ^a	4,03 (\pm 0,64) ^a
12	6,57 (\pm 0,63) ^a	6,01 (\pm 0,79) ^a	5,43 (\pm 0,83) ^a
14	8,47 (\pm 0,61) ^a	7,88 (\pm 0,88) ^a	7,24 (\pm 1,00) ^a
16	10,11 (\pm 0,69) ^a	9,66 (\pm 0,94) ^a	8,94 (\pm 1,10) ^a
17	10,78 (\pm 0,70) ^a	10,38 (\pm 0,98) ^a	9,72 (\pm 1,14) ^a

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami różnią się statystycznie istotnie a, b – ($P \leq 0,05$)

Wykres 1. Średnia masa ciała indycząt w 2., 4., 6., 8., 10., 12., 14., 16. oraz 17. tygodniu życia



W tabelach 6. i 7. przedstawiono odpowiednio skumulowane spożycie paszy oraz wykorzystanie paszy na 1 kg masy ciała indycząt z trzech analizowanych grup do 17. tygodnia życia. Najwyższym spożyciem paszy charakteryzowały się indyki z grupy kontrolnej (tab. 7.), jednak równocześnie wykorzystanie paszy na przyrost 1 kg masy ciała w tej grupie było najlepsze (tab. 8.). Zastosowanie całego ziarna zbóż w żywieniu indycząt nie skutkowało drastycznym zmniejszeniem się tempa wzrostu ptaków, ani problemami zdrowotnymi u ptaków.

Mimo zastosowania sporych udziałów zboża w diecie, spożycie i wykorzystanie paszy indyków z grup doświadczalnych nie odbiegało w sposób znaczący od grupy kontrolnej. Współczynnik wykorzystania paszy zwiększa się wraz z czasem odchowu, tym samym zmniejszając zyski.

Tabela 6. Skumulowane spożycie paszy (w kg) przez indyczęta do końca 2., 4., 6., 8., 10., 12., 14., 16. oraz 17. tygodnia życia

Wiek (tygodnie)	Grupy		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
2	0,44	0,41	0,44
4	1,52	1,44	1,50
6	3,07	2,94	2,95
8	5,65	5,42	5,39
10	9,02	8,81	8,64
12	13,61	13,23	12,74
14	18,70	18,21	17,53
16	24,39	23,63	22,75
17	27,37	26,54	25,56

Tabela 7. Wykorzystanie paszy (w kg) na 1 kg przyrostu masy ciała indycząt do końca 2., 4., 6., 8., 10., 12., 14., 16. oraz 17. tygodnia życia

Wiek (tygodnie)	Grupy		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
2	1,92	1,80	2,02
4	2,09	1,99	2,21
6	1,86	1,78	1,99
8	1,71	1,75	1,87
10	1,88	2,05	2,14
12	2,07	2,20	2,35
14	2,21	2,31	2,42
16	2,41	2,45	2,54
17	2,54	2,56	2,63

Całkowity koszt żywienia w przeliczeniu na jedną sztukę stanu końcowego i 1 kilogram żywca oraz wartość EWW przedstawiono w tabeli 6. Indyczęta z grupy doświadczalnej II, a więc żywionych mieszanką z największym udziałem całego ziarna zbóż, charakteryzowały się masą ciała średnio o 1,06 kg niższą od grupy kontrolnej, przy kosztach żywienia mniejszych o 36,83% (tab. 7). Alternatywne żywienie analizowane w niniejszym doświadczeniu dało zatem oszczędność na poziomie 2,62 zł z każdego wyprodukowanego kilograma żywca. Indyczęta z grupy doświadczalnej I charakteryzowały się wysokimi wartościami EWW, a oszczędność jaką dało zmodyfikowane żywienie tej grupy wynosiła 0,98 zł na 1 kg wyprodukowanego żywca. Przeliczając na sztukę stanowi to 14,48% oszczędności oraz kwotę 13,68 zł, co w chowie na większą skalę ma bardzo duże znaczenie. Warto zaznaczyć, że przy dość wysokiej masie ciała indycząt w tej grupie można rozpatrywać ponadto pewne skrócenie odchovu, dające dalsze oszczędności.

Tabela 8. Koszt żywienia indyczek w przeliczeniu na sztukę stanu końcowego i kilogram żywca oraz wartość EWW (Europejski Wskaźnik Wydajności)

Wskaźnik	Grupy		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
Koszt paszy na 1 sztukę stanu końcowego (PLN)	94,48	80,80	59,68
Koszt paszy na 1 kg żywca (PLN)	8,76	7,78	6,14
EWW (pkt)	340,13	334,99	301,25

Na podstawie przedstawionych wyników można stwierdzić, że indyczęta odchowywane w niniejszym doświadczeniu charakteryzowały się bardzo dobrą zdrowotnością i przeżywalnością, dobrym tempem wzrostu oraz osiągnięciem w 17. tygodniu życia średniej masy ciała odpowiedniej do

uboju i rozbioru tuszek, choć podawanie całego ziarna zbóż wpłynęło na zmniejszenie przyrostów masy ciała. Koszt żywienia indycząt z grupy doświadczalnej I i II był odpowiednio o 14,48% i 36,83% mniejszy od grupy kontrolnej żywionej tylko paszą gotową, czemu odpowiadała oszczędność 2,62 zł i 0,98 zł na 1 kg przyrostu masy ciała.

3.2. Ocena wartości rzeźnej

Analizę rzeźną, której wyniki przedstawiono w tabeli 9., przeprowadzono na ptakach o masie ciała zbliżonej do średniej dla grupy. Średnia masa tuszki wynosiła 8,8 kg w grupie I i była o 0,65 kg wyższa niż w grupie II oraz o 1 kg wyższa w porównaniu do grupy III.

Wydajność rzeźna uzyskana w grupie I była najwyższa i wynosiła 82,2%. W porównaniu do pozostałych grup była wyższa o około 3%. Mimo obserwowanych tendencji, nie zaobserwowano jednak różnic, które byłyby istotne statystycznie.

Ptaki z grupy kontrolnej osiągnęły najwyższą masę ciała i charakteryzowały się statystycznie wysoko istotnie wyższą (1171,0g) od pozostałych grup (1075,4 i 1053,1g), masą mięśni udowych a także najwyższą masą mięśni piersiowych (2738,2g). Jednakże w przypadku tej cechy różnic statystycznie istotnych nie odnotowano. Grupę doświadczalną II charakteryzował znaczny, wynoszący 23,8% udział mięśni nóg w tuszce. Pozostałe grupy, tj. kontrolna i doświadczalna I miały odpowiednio 22,5% oraz 22,2% udziału mięśni nóg w tuszce. Masa mięśni piersiowych przełożyła się na ich udział w tuszce. W grupie kontrolnej udział mięśni piersiowych w tuszce był o 2,4% większy niż w grupie doświadczalnej II i o 0,7% większy niż w grupie doświadczalnej I. Masa podrobów była zbliżona w analizowanych grupach, choć mniejszą średnią masę serc i największą średnią masę żołądków zaobserwowano w grupie kontrolnej, a najcięższe wątroby pozyskano od grupy doświadczalnej II (różnice nieistotne statystycznie). Wielkość tych organów może być związana z masą ciała a także rodzajem pobieranej paszy.

Tabela 9. Średnie wartości wskaźników rzeźnych indyczek

Wyszczególnienie	Grupa		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
	Średnia (±odchylenie standardowe)	Średnia (±odchylenie standardowe)	Średnia (±odchylenie standardowe)
Masa ciała przed ubojem (kg)	10,70 (±0,25)	10,27 (±0,27)	9,83 (±0,22)
Masa tuszki (kg)	8,80 (±0,16)	8,15 (±0,22)	7,77 (±0,17)
Wydajność rzeźna (%)	82,20 (±1,6)	79,43 (±1,34)	79,12 (±1,45)
Masa mięśni podudzi (g)	807,5 (±63,8)	731,7 (±58,7)	758,6 (±87,8)
Masa mięśni ud (g)	1171,0 (±65,6) ^A	1075,4 (±93,6) ^B	1053,1 (±168,2) ^{AB}
Udział mięśni nóg (%)	22,49 (±1,15)	22,2 (±1,5)	23,76 (±1,68)
Masa mięśni piersiowych (g)	2738,2,1 (±169,3)	2478,9 (±157,5)	2228,6 (±102,8)
Udział mięśni piersiowych (%)	31,12 (±1,78)	30,4 (±2,0)	28,68 (±1,38)
Masa serca (g)	36,1 (±1,3)	40,4 (±1,7)	40,9 (±2,0)
Masa wątroby (g)	116,1 (±1,5)	116,3 (±1,5)	123,6 (±1,8)
Masa żołądka (g)	163,1 (±1,6)	133,4 (±2,5)	136,8 (±2,2)

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie A, B (P≤0,01)

3.3. Ocena jakości mięsa

3.3.1. Analiza cech fizykochemicznych mięsa

Wyniki oceny składu chemicznego mięśni piersiowego w tabeli 10, natomiast poziom kwasów tłuszczowych w tychże mięśniach prezentuje tabela 11. Nie odnotowano statystycznie istotnych różnic pomiędzy analizowanymi grupami w składzie chemicznym mięśni piersiowych i udowych indyczek, jednak można zaobserwować tendencję, zgodnie z którą ptaki, które miały większe tempo wzrostu charakteryzowała większa zawartość białka i tłuszczu oraz mniejsza zawartość wody (tabela 10).

Tabela 10. Skład chemiczny mięśnia piersiowego indyczek (%)

Wyszczególnienie	Grupa		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)
Woda	72,23 (\pm 0,42)	72,71 (\pm 0,95)	73,38 (\pm 1,16)
Białko	24,55 (\pm 1,14)	24,30 (\pm 1,20)	23,86 (\pm 0,63)
Tłuszcz	2,03 (\pm 0,86)	1,79 (\pm 0,63)	1,79 (\pm 0,88)

Analizując poziom kwasów tłuszczowych zaobserwowano statystycznie istotne różnice między grupami zwierząt, na które prawdopodobnie miał wpływ system żywienia (tab. 11). Wykazano bowiem, że w mięśniach piersiowych indyczek z grupy kontrolnej wyższą zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA) oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) w porównaniu do indyków z grupy doświadczalnej II. Różnice te były statystycznie istotne. Takie wyniki tłumaczyć można podawaniem dużych ilości ziarna zbóż: pszenicy i owsa w końcowym okresie żywienia grupy doświadczalnej II. Zboża mają w swoim składzie mniejszą koncentrację UFA i PUFA niż stosowane w doświadczeniu mieszanki pełnoporcjowe (tab. 3). Również stosunek kwasów z rodziny kwasu α -linolenowego n6 do n3 nieznacznie korzystniejszy był w mięsie grupy kontrolnej.

Tabela 11. Poziom kwasów tłuszczowych w mięśni piersiowym indyczek (%)

Wyszczególnienie	Grupa		
	kontrolna	doświadczalna I	doświadczalna II
	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)
ΣSFA	35,52 (\pm 3,89) ^a	36,18 (\pm 4,30)	38,08 (\pm 5,62) ^a
ΣUFA	64,50 (\pm 3,90) ^a	63,84 (\pm 4,28)	61,97 (\pm 5,64) ^a
ΣPUFA	63,97 (\pm 3,82) ^a	63,32 (\pm 4,24)	61,41 (\pm 5,58) ^a
Σn6	30,25 (\pm 2,90)	29,88 (\pm 3,46)	30,77 (\pm 3,76)
Σn3	2,99 (\pm 0,34)	2,85 (\pm 0,34)	2,93 (\pm 0,44)
n6/n3	10,16 (\pm 0,38)	10,49 (\pm 0,27)	10,54 (\pm 0,47)

Objaśnienia jak tabeli 3

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami różnią się statystycznie istotnie a, b – ($P \leq 0,05$)

W tabelach 12. i 13. przedstawiono wyniki pomiarów kwasowości (pH) i barwy mięsa ($L^*a^*b^*$) po uboju oraz po 24 godzinnym chłodzeniu.

Tabela 12. Średnie wartości pomiarów pH i barwy mięśnia piersiowego bezpośrednio po uboju i po 24 godzinach od uboju

Wyszczególnienie	Grupa		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)
pH₀	6,48 (\pm 0,19)	6,07 (\pm 0,22)	6,06 (\pm 0,27)
CIE L*₀	61,59 (\pm 1,76) ^{Aa}	52,96 (\pm 3,31) ^a	55,97 (\pm 3,85) ^A
CIE a*₀	6,55 (\pm 0,30) ^{AB}	9,22 (\pm 1,53) ^A	8,14 (\pm 1,39) ^B
CIE b*₀	-1,49 (\pm 0,94)	-1,08 (\pm 0,73)	-1,79 (\pm 1,04)
pH₂₄	5,61 (\pm 0,07)	5,61 (\pm 0,08)	5,65 (\pm 0,13)
CIE L*₂₄	57,60 (\pm 1,76)	57,12 (\pm 2,16)	56,78 (\pm 2,56)
CIE a*₂₄	10,22 (\pm 0,80)	10,28 (\pm 0,93)	10,94 (\pm 1,51)
CIE b*₂₄	1,62 (\pm 1,43)	1,55 (\pm 0,82)	1,17 (\pm 1,11)

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie A, B ($P \leq 0,01$); statystycznie istotnie a, b – ($P \leq 0,05$)

W grupie I stwierdzono wyższe wartości pH₀ mięśnia piersiowego po uboju (6,48) niż pozostałych grupach (około 6,0), jednak nie zostały one potwierdzone statystycznie. Po 24 godzinach od uboju wartości pH mięsa we wszystkich grupach były zbliżone - wynosiły około 5,6, co świadczy o prawidłowym przebiegu glikolizy w mięśniach. Na tej podstawie można wnioskować, że postępowanie i warunki przedubojowe były poprawne oraz nie stwierdzono wpływu sposobu żywienia na kwasowość mięsa. Średnie wartości pH₂₄ w mięśniach udowych indyczek dla wszystkich grup były bardzo zbliżone do siebie i nie odbiegały od wyników pomiarów w mięśniu piersiowym.

Tabela 13. Średnie wartości pomiarów pH i barwy mięśni udowych po 24 godzinach od uboju

Wyszczególnienie	Grupa		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)
pH₂₄	5,66 (\pm 0,12)	5,59 (\pm 0,15)	5,66 (\pm 0,15)
CIE L*₂₄	49,98 (\pm 1,44)	49,41 (\pm 2,67)	49,00 (\pm 0,86)
CIE a*₂₄	11,41 (\pm 0,71)	11,29 (\pm 0,80)	11,88 (\pm 0,48)
CIE b*₂₄	-0,44 (\pm 0,63)	-0,45 (\pm 0,70)	-0,38 (\pm 0,67)

Barwa jest bardzo ważną cechą często decydującą o podjęciu decyzji zakupu danego gatunku mięsa. Konsument na podstawie barwy mięsa może ocenić jego świeżość, jakość, a także sposób żywienia czy system utrzymania zwierząt. Po uboju jasność barwy (L^*) mięśnia piersiowego w grupie kontrolnej była wyższa (jaśniejsze mięso) niż w grupach doświadczalnych, różnice te okazały się statystycznie istotne. Również wyższe wartości współczynnika a^* - wysycenie barwą czerwoną, stwierdzono dla obu grup doświadczalnych w porównaniu do grupy kontrolnej. Natomiast wskaźnik wysycenia barwą żółtą (b^*) był zbliżony dla wszystkich grup. Ponowne pomiary barwy zarówno mięśnia piersiowego, jak i mięśni udowych, po 24 godzinach od uboju nie potwierdziły różnic pomiędzy analizowanymi grupami zarówno dla jasności barwy, jak i wysycenia barwą czerwoną i żółtą.

W tabeli 14. przedstawiono wyniki wycieku termicznego mięśni piersiowego i udowego indyczek. Uzyskane wartości dotyczące tej cechy były wyrównane dla wszystkich analizowanych grup. Nieznacznie większym wyciekem we wszystkich grupach charakteryzowały się mięśnie udowe w porównaniu do mięśni piersiowych.

Tabela 14. Średnie wartości wycieku termicznego mięśni piersiowego i udowego indyczek

Wyszczególnienie	Grupa		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)
Wyciek termiczny mięśnia piersiowego (%)	28,39 (\pm 2,55)	27,70 (\pm 2,81)	28,34 (\pm 3,00)
Wyciek termiczny mięśni udowych (%)	29,67 (\pm 1,59)	28,44 (\pm 2,23)	29,54 (\pm 1,51)

3.3.2. Analiza cech sensorycznych mięsa

W tabelach 15. i 16. przedstawiono wyniki oceny cech sensorycznych mięśnia piersiowego i mięśni udowych indyczek.

Tabela 15. Średnie wartości oceny cech sensorycznych mięśnia piersiowego indyczek

Wyszczególnienie	Grupa		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)
Struktura (pkt)	4,47 (\pm 0,52)	4,67 (\pm 0,49)	4,73 (\pm 0,46)
Zapach - natężenie (pkt)	4,07 (\pm 0,26) ^{AB}	4,47 (\pm 0,52) ^A	4,60 (\pm 0,51) ^B
Zapach - pożądalność (pkt)	4,00 (\pm 0,38)	4,47 (\pm 0,52)	4,67 (\pm 0,49)
Kruchość (pkt)	4,60 (\pm 0,63)	4,73 (\pm 0,46)	4,60 (\pm 0,51)
Soczystość (pkt)	4,20 (\pm 0,56)	4,53 (\pm 0,52)	4,67 (\pm 0,49)
Smak - natężenie (pkt)	4,13 (\pm 0,35)	4,27 (\pm 0,59)	4,53 (\pm 0,52)
Smak - pożądalność (pkt)	4,07 (\pm 0,26) ^{Aa}	4,47 (\pm 0,52) ^A	4,73 (\pm 0,46) ^a

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie A, B ($P \leq 0,01$); statystycznie istotnie a, b – ($P \leq 0,05$)

Niższe wartości oceny cech sensorycznych mięśnia piersiowego i mięśni udowych uzyskano w grupie żywionej przez cały okres odchowu mieszanką pełnoporcjową (grupa kontrolna) w porównaniu do mięsa indyczek z grupy doświadczalnej I i II żywionych pełnoporcjową mieszanką z rosnącym udziałem ziarna pszenicy i owsa. Jednak statystycznie istotne różnice pomiędzy grupą kontrolną a grupą doświadczalną I oraz grupą kontrolną a grupą doświadczalną II potwierdzono tylko dla natężenia smaku i natężenia zapachu dla mięśnia piersiowego. Natomiast dla mięśni udowych różnice statystyczne stwierdzono tylko dla pożądalności zapachu pomiędzy grupą kontrolną a grupami doświadczalnymi.

Tabela 16. Średnie wartości oceny cech sensorycznych mięśni udowych indyczek

Wyszczególnienie	Grupa		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)
Struktura (pkt)	4,3 (\pm 0,54)	4,4 (\pm 0,34)	4,5 (\pm 0,43)
Zapach - natężenie (pkt)	4,1 (\pm 0,44)	4,5 (\pm 0,74)	4,5 (\pm 0,53)
Zapach - pożądalność (pkt)	3,9 (\pm 0,42) ^{aA}	4,3 (\pm 0,31) ^a	4,4 (\pm 0,34) ^A
Kruchość (pkt)	4,4 (\pm 0,70)	4,5 (\pm 0,28)	4,4 (\pm 0,37)
Soczystość (pkt)	4,1 (\pm 0,44)	4,2 (\pm 0,71)	4,5 (\pm 0,62)
Smak - natężenie (pkt)	4,2 (\pm 0,44)	4,4 (\pm 0,55)	4,4 (\pm 0,33)
Smak - pożądalność (pkt)	4,2 (\pm 0,36)	4,2 (\pm 0,34)	4,3 (\pm 0,27)

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie A, B ($P \leq 0,01$); statystycznie istotnie a, b – ($P \leq 0,05$)

3.3.3. Analiza cech tekstury mięsa

W tabelach 17. i 18. przedstawiono wyniki analizy cech tekstury mięśnia piersiowego i mięśni udowych indyczek.

Tabela 17. Średnie wartości cech tekstury (TPA) mięśnia piersiowego indyczek

Wyszczególnienie	Grupa		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Kontrolna
	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)
Twardość (kg)	10,28 ($\pm 4,09$)	11,30 ($\pm 4,03$)	12,03 ($\pm 4,64$)
Sprężystość	0,50 ($\pm 0,08$)	0,57 ($\pm 0,07$)	0,52 ($\pm 0,06$)
Spójność	0,44 ($\pm 0,04$)	0,44 ($\pm 0,03$)	0,44 ($\pm 0,03$)
Żujność (kg)	2,26 ($\pm 0,97$)	2,89 ($\pm 1,29$)	2,84 ($\pm 1,28$)
Siła cięcia (kg)	1,84 ($\pm 0,33$) ^{aA}	2,05 ($\pm 1,38$) ^{aB}	2,42 ($\pm 0,63$) ^{AB}

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie A, B ($P \leq 0,01$); statystycznie istotnie a, b – ($P \leq 0,05$)

Jedną z ważniejszych cech ocenianych przez konsumentów mięsa jest jego kruchość, która wyraża się jako subiektywne odczucie twardości, elastyczności i sprężystości. Największą kruchością, mierzoną najmniejszą siłą potrzebną do przecięcia mięśni, charakteryzowały się mięśnie piersiowe indyczek grupy kontrolnej (najniższa siła cięcia) mniej kruche było mięso grup doświadczalnych. Różnice te były statystycznie istotne.

Bardziej twarde były mięśnie pochodzące od indyczek grup doświadczalnych w porównaniu do grupy kontrolnej. Nie stwierdzono większych różnic pomiędzy ocenianymi grupami dla sprężystości i spójności mięśni piersiowych. Mniejszą kruchością odznaczały się mięśnie udowe w stosunku do mięśni piersiowych we wszystkich grupach indyczek. Podobnie jak w przypadku mięśni piersiowych, mięśnie udowe grupy kontrolnej były bardziej kruche niż obu grup doświadczalnych, jednak nie zostało to potwierdzone statystycznie.

Tabela 18. Średnie wartości cech tekstury (TPA) mięśni udowych indyczek

Wyszczególnienie	Grupa		
	Kontrolna	Doświadczalna I	Doświadczalna II
	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)	Średnia (\pm odchylenie standardowe)
Twardość (kg)	7,39 (\pm 1,7)	8,7 (\pm 5,02)	9,04 (\pm 2,82)
Sprężystość	0,49 (\pm 0,1)	0,5 (\pm 0,14)	0,54 (\pm 0,06)
Spójność	0,45 (\pm 0,1)	0,5 (\pm 0,04)	0,45 (\pm 0,01)
Żujność (kg)	1,65 (\pm 0,6)	2,2 (\pm 1,90)	2,23 (\pm 0,77)
Siła cięcia (kg)	3,65 (\pm 0,5)	4,9 (\pm 1,41)	4,96 (\pm 1,37)

Posumowanie i wnioski

Na podstawie przedstawionych wyników można stwierdzić, że indyczęta odchowywane w niniejszym doświadczeniu charakteryzowały się bardzo dobrą zdrowotnością i przeżywalnością, dobrym tempem wzrostu oraz osiągnięciem w 17. tygodniu życia średniej masy ciała odpowiedniej do uboju i rozbioru tuszek, choć podawanie całego ziarna zbóż wpłynęło na zmniejszenie przyrostów masy ciała. Indyki z wszystkich grup charakteryzowała wysoka wydajność rzeźna, wskaźnik istotny z technologicznego punktu widzenia, a także duża zawartość mięśni piersiowych i mięśni nóg, najcenniejszych elementów tuszek.

Zmniejszenie masy ciała indyczek z grupy doświadczalnej I i II odpowiednio o 0,66 i 1,06 kg w stosunku do grupy kontrolnej zostało uzyskane jednak przy kosztach żywienia znacznie mniejszych, odpowiednio o 14,5% i o 36,8% w porównaniu do kosztów w grupie żywionej mieszanką pełnoporcjową. W przeliczeniu na 1 kg żywca koszty żywienia były niższe o 11,2% w grupie doświadczalnej I i o 29,9% w grupie doświadczalnej II niż w grupie kontrolnej.

Wszystkie grupy cechowała ponadto wysoka zawartość białka i niska zawartość tłuszczu w mięśniach, cechy poszukiwane przez współczesnego konsumenta. Ze względu na mniejszą koncentrację nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA), w tym również wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA), w zbożach niż w mieszankach pełnoporcjowych, podobne zależności stwierdzono w przeprowadzonym doświadczeniu, co tłumaczyć można podawaniem dużych ilości ziarna zbóż: pszenicy i owsa w końcowym okresie żywienia grupie doświadczalnej I i II. Również stosunek kwasów z rodziny n6 do n3 nieznacznie korzystniejszy był w mięsie grupy kontrolnej.

Na podstawie przeprowadzonych analiz określających jakość mięsa można stwierdzić wpływ zmodyfikowanego sposobu żywienia na niektóre cechy. W przypadku cech sensorycznych wyższe oceny uzyskano dla mięsa pochodzącego od indyczek żywionych ze zwiększającym się udziałem całego ziarna pszenicy i owsa. Z kolei lepszą kruchością charakteryzowało się mięso grupy kontrolnej, co może być efektem szybszego zbliżania się do zakończenia wzrostu i związanych z tym zmian w mięśniach. Nie stwierdzono wpływu sposobu żywienia na kwasowość mięsa i pomiary barwy, zarówno mięśni piersiowych, jak i mięśni udowych po 24 godzinach od uboju dla wszystkich analizowanych grup.



Streszczenie wyników z przeprowadzonych w 2018 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego, pt.:

„Badania nad źródłem zanieczyszczenia pasz przez GMO z uwzględnieniem problematyki dróg zanieczyszczeń możliwych i niemożliwych do uniknięcia”

Realizowanych przez: **Uniwersytet Warmińsko-Mazurski**
w Olsztynie

w związku z decyzją Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR.re.027.11.2018 z dnia 18.04.2018 r., wydaną na podstawie § 8 ust. 1 pkt 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 i z 2016 r. poz. 1614).

Kierownik tematu: dr hab. Kazimierz Obremski

Główni wykonawcy:

- dr hab. Kazimierz Obremski
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

- dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

- dr Paweł Wojtacha
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

OLSZTYN, 2018 r.

WSTĘP

W przypadku wykorzystywania do produkcji pasz ekologicznych, tych samych linii technologicznej, których używa się do produkcji pasz konwencjonalnych, może dojść do zanieczyszczenia ekologicznych pasz śladowymi ilościami GMO, co może oznaczać decertyfikację paszy ekologicznej. Jest to definiowane, jako przenikanie się partii produkcyjnych zwane „efektem przenoszenia” lub „zanieczyszczeniem krzyżowym”.

Celem przeprowadzonych badań była ocena skuteczności różnych metod czyszczenia konwencjonalnej linii technologicznej, wykorzystanej do produkcji ekologicznej paszy dla karpia, w kontekście obecności białka modyfikowanej genetycznie soi i kukurydzy, w produkcie finalnym.

METODYKA BADAŃ

Masa produkowanych mieszanek pasz konwencjonalnych dla karpia na tucz z udziałem kukurydzy i soi GMO oraz paszy w jakości EKO wynosiła po 1500 kg, natomiast próbki pierwotnej po ok. 2,0 kg. Próbki paszy sypkiej pobierano przed granulatorem, a paszy granulowanej z workownicy. Masa materiału czyszczącego wynosiła po 200 kg.

Układ doświadczenia

Etap I. Analiza procesu technologicznego pod względem możliwości wystąpienia efektu przeniesienia białka modyfikowanej soi i kukurydzy, pomiędzy produkowanymi mieszankami paszowymi.

Etap II. Produkcja paszy konwencjonalnej dla karpia z udziałem kukurydzy i soi GMO.

Etap III. Czyszczenie linii do produkcji paszy sypkiej.

Etap IV. Czyszczenie linii paszy granulowanej.

Etap V. Produkcja paszy dla karpia w jakości EKO (NON-GMO).

Etap VI. Analizy laboratoryjne.

W przebiegu doświadczeniu wykonano dwa niezależne eksperymenty z udziałem różnych metod czyszczenia linii do produkcji pasz:

Eksperyment 1

Do czyszczenia linii produkcyjnej do produkcji paszy sypkiej (włącznie z workownicą) użyto śruty pszennej grubo mielonej w ilości 200 kg/czyszczenie (Czyściwo I).

Do czyszczenia linii produkcji paszy granulowanej użyto mieszaniny śruty pszennej drobno mielonej i ekstrudowanych nasion soi NON-GMO w ilości 200 kg/czyszczenie (Czyściwo II).

Eksperyment 2

Do czyszczenia linii produkcyjnej do produkcji paszy sypkiej włącznie z workownicą użyto mieszanina śruty pszennej grubo mielonej (50%) i grysu wapiennego (50%) frakcji 2 - 4 mm w ilości 200 kg/czyszczenie (Czyściwo III).

Mieszanka śrut pszennej drobno mielonej i ekstrudowanych nasion soi NON – GMO - w ilości 200 kg/ czyszczenie – czyszczenie linii produkcyjnej paszy granulowanej (Czyściwo IV).

Do oznaczenia zawartości materiału soi i kukurydzy GMO w paszach wykorzystano testy ELISA firmy Romer Labs: Agra Quant Cry 1 Ab Plate - nr kat. 7110000, Agra Quant RUR Soya Grain Plate – nr kat. 7100000, AgraQuant Toasted Meal Plate – nr kat. 7099999.

Wykorzystane do oznaczeń zestawy ELISA służą do oznaczania poziomu materiału GMO, którego zawartość przedstawiono w %.

Uzyskane w pomiarach wyniki zawartości materiału GMO zostały poddane analizie statystycznej, polegającej na wyliczeniu statystyk tabelarycznych: średniej, odchylenia standardowego oraz błędu standardowego. Następnie wykonano porównanie wartości średnich za pomocą testu Anova z post-testem wielokrotnych porównań Tukey'a przy $P=0,05$. Wyniki analiz zaznaczono na wykresach słupkowych i zaznaczono istotności statystyczne.

WYNIKI I OMÓWIENIE

W przypadku łączenia w tym samym przedsiębiorstwie paszowym, wytwarzania pasz konwencjonalnych i w standardzie ekologicznym może dojść do sytuacji, zanieczyszczenia paszy ekologicznej przez GMO (zwykle chodzi o powszechnie stosowaną w produkcji pasz konwencjonalnych śrutę sojową z transgenicznej soi, importowaną od wielu lat do Polski w ilości ok. 2 mln ton rocznie). Jednym z głównych powodów zanieczyszczeń krzyżowych są właściwości fizyczne materiałów paszowych, premiksów i innych substancji, które przyczyniają się do niekontrolowanego ich pozostawania w linii technologicznej. Do najistotniejszych możemy zaliczyć właściwości adhezyjne (adhezja do ścian), wielkość cząstek i gęstość (zarówno nośnika, jak i substancji czynnej) i właściwości elektrostatyczne.

Zróżnicowanie składu granulometrycznego surowców, gęstości, itp. powoduje powstawanie procesów segregacyjnych na każdym etapie produkcji. Niektóre z rodzajów segregacji stwarzają duże zagrożenie dla bezpieczeństwa produkcji mieszanek paszowych. Ich negatywne oddziaływanie można zmniejszyć m.in. przez odpowiednio prowadzony proces rozdrabniania surowców mający na celu redukcję frakcji pylistej mieszanki. Zwiększenie jednorodności wymiarowej cząstek mieszanek skutkuje zmniejszeniem segregacji cząstek mieszaniny w czasie przemieszczania jej w drogach technologicznych, sprzyja dokładniejszemu dozowaniu, umożliwia właściwe wymieszanie, zapobiega zawieszaniu się materiału w komorach silosów lub dozownikowych i tym samym redukuje efekt przeniesienia pomiędzy mieszankami.

Zanieczyszczenia krzyżowe mogą być w dużym stopniu zminimalizowane przez specyficzne następstwo produkcji i czyszczenie dróg technologicznych za pomocą przemieszczania przez nie „mieszanki czyszczącej” (otrąb pszennych, śrut zbożowych, itp.) lub nawet ręczne usuwanie pozostałości mieszanek z niektórych dostępnych fragmentów linii.

Podczas eksperymentu produkowano paszę konwencjonalną dla karpia w okresie tuczu, zawierającą materiały z GMO (soja i kukurydza). Zastosowana do produkcji paszy konwencjonalnej (z GMO) soja,

zawierała gen oporności na glifosat (kodujący białko CP4 EPSPS), dając tym samym możliwość stosowania tego herbicydu w uprawie soi. Gen oporności koduje enzym syntazę 5-enolopirogroniano-szikimowo-3-fosforanową, niezbędną do syntezy aminokwasów aromatycznych i jest on pochodzenia bakteryjnego.

Natomiast badana kukurydza zawierała gen oporności na szkodniki Cry 1 ab, również pochodzenia bakteryjnego, uzyskanego z bakterii *Bacillus thuringensis*, kodujące białko o tej samej nazwie, mające właściwości owadobójcze.

Procesy czyszczenia i dezynfekcji są operacjami o kluczowym znaczeniu dla jakości i bezpieczeństwa produkowanych pasz. Dobrze zaprojektowane czyszczenie i dezynfekcja linii produkcyjnej zmniejszają ryzyko wystąpienia skażenia paszy w przypadku produkcji równoległej i zanieczyszczenia produktów ekologicznych. Punktem wyjścia wszelkich działań jest przygotowanie projektu procedury czyszczenia. Z tego powodu w pierwszym etapie doświadczenia przeanalizowano proces technologiczny pod względem możliwości wystąpienia efektu przeniesienia białka modyfikowanej soi i kukurydzy pomiędzy produkowanymi mieszankami paszowymi.

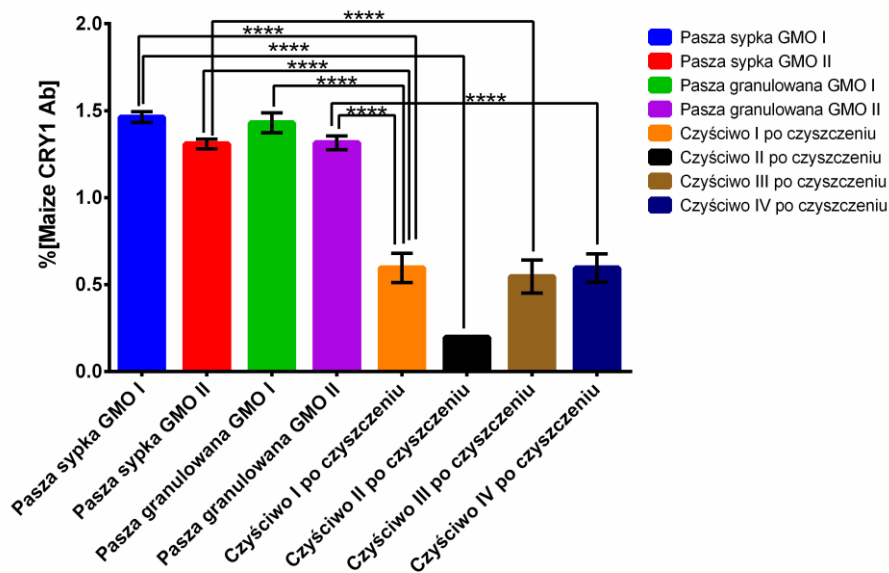
Przeprowadzone badania umożliwiły ocenę efektu przeniesienia materiału GMO soi i kukurydzy pomiędzy produkowanymi mieszankami konwencjonalnymi, a mieszankami w standardzie EKO, na przykładzie krajowego zakładu wytwarzającego pasze konwencjonalne. Uzyskane wyniki zamieszczono na rycinach (Rys. 1 – 6) i w tabelach (Tab.1 – 3).

W eksperymencie 1 do czyszczenia linii produkcyjnej do produkcji paszy sypkiej (włącznie z workownicą), użyto śruty pszennej grubo mielonej w ilości 200 kg/czyszczenie (czyściwo I), natomiast do czyszczenia linii produkcji paszy granulowanej użyto mieszaniny śruty pszennej drobno mielonej i ekstrudowanych nasion soi NON-GMO w ilości 200 kg/czyszczenie (czyściwo II). Z kolei w eksperymencie 2 do czyszczenia linii produkcyjnej paszy sypkiej (włącznie z workownicą), użyto mieszaniny śruty pszennej grubo mielonej (50%) i grysu wapiennego (50%) frakcji 2 - 4 mm w ilości 200 kg/czyszczenie (czyściwo III), do czyszczenia linii produkcyjnej paszy granulowanej użyto mieszaniny śruty pszennej drobno mielonej i ekstrudowanych nasion soi NON-GMO w ilości 200 kg/czyszczenie (czyściwo IV).

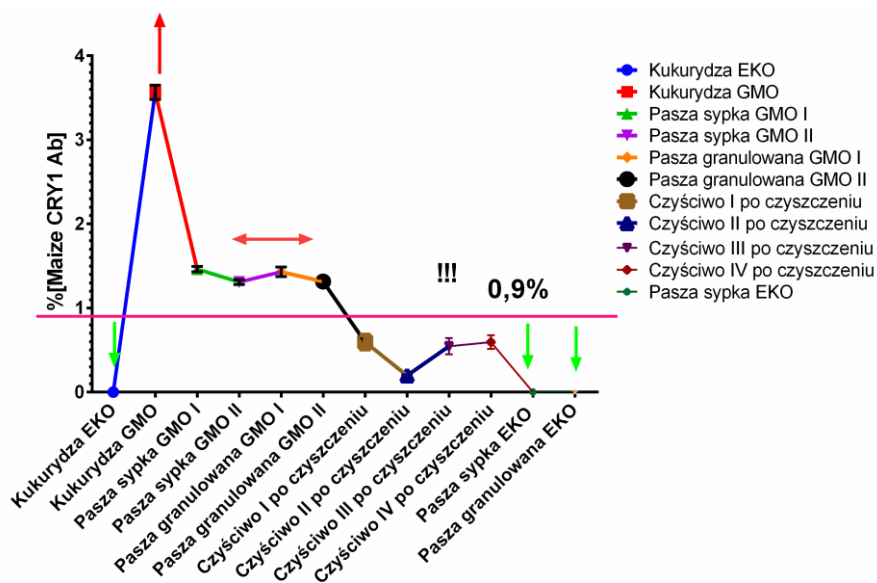
Wykonane oznaczenia wykazały, że w paszy konwencjonalnej procentowy udział białka Cry 1Ab, produktu genu pochodzącego z *Bacillus thuringensis* w kukurydzy GMO wynosił 3,56 %, a w kukurydzy NON-GMO 0 %. Zawartość materiału GMO soi CP4 EPSPS produktu genu pochodzenia bakteryjnego z *Agrobacterium tumefaciens* wyniosło 2,12 % i 0,52 % w soi oznaczanym odpowiednio testami AgraQuant Toasted Meal Plate i Agra Quant RUR Soya Grain Plate. W paszy sypkiej pobranej przed granulatorem wykryto 1,46 % i 1,31 % białka Cry 1Ab oraz 0,57 % i 0,64 % białka CP4 EPSPS w teście Agra Quant RUR Soya Grain Plate oraz 0,15 % i 0,16 % białka CP4 EPSPS w teście AgraQuant Toasted Meal Plate. W paszy granulowanej w eksperymencie 1 i 2 białka CP4 EPSPS kukurydzy stwierdzono na poziomie odpowiednio 1,43 % i 1,32 %. Analiza stężenia Agra Quant RUR Soya Grain Plate i AgraQuant Toasted Meal Plate w wyprodukowanej paszy granulowanej wykazała odpowiednio obecność białka CP4 EPSPS w stężeniu odpowiednio 0,15 % i 0,37 % w eksperymencie 1 oraz 0,41 % i 0,97 % w eksperymencie 2.

Analiza pobranych z etapu 1 czyszczenia linii technologicznej do produkcji pasz wykazała w eksperymencie 1 obecność białka kukurydzy Cry 1Ab w czyściwie I i II w stężeniu odpowiednio 0,60 % i 0,20 %, a w eksperymencie 2 w czyściwie III i IV odpowiednio 0,55 % i 0,60 % w eksperymencie 2. Jednocześnie badanie w zakresie metody nie wykazało obecności białka kukurydzy Cry 1Ab w wyprodukowanej w ostatnim etapie paszy granulowanej EKO.

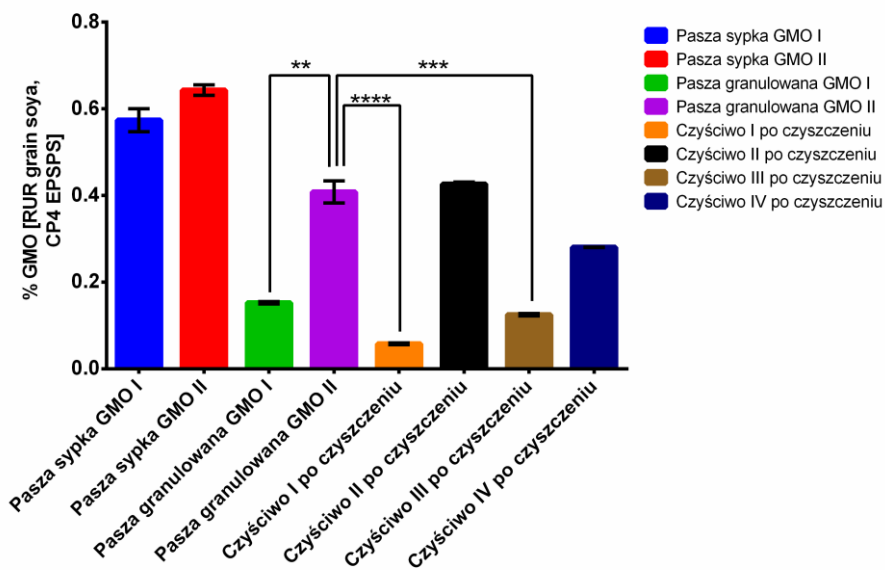
Oznaczenia procentowej obecności białka CP4 EPSPS soi w pobranych z linii produkcyjnej czyściw wykazała jego obecność na poziomie 0,06 % i 0,43 % w eksperymencie 1 i 0,13 % i 0,28 % w eksperymencie 2 (test Agra Quant RUR Soya Grain Plate). Dla oznaczeń wykonanych testem Agra Quant Toasted Meal Plate procentowa zawartość białka CP4 EPSPS soi czyściwie I 0,00 % i czyściwie II 0,15 % (eksperyment 1) oraz 0,00 % w czyściwie III i 0,20 % w czyściwie IV (eksperyment 2). Jednocześnie badanie w zakresie metody nie wykazało obecności białka soi CP4 EPSPS w wyprodukowanej w ostatnim etapie paszy granulowanej EKO.



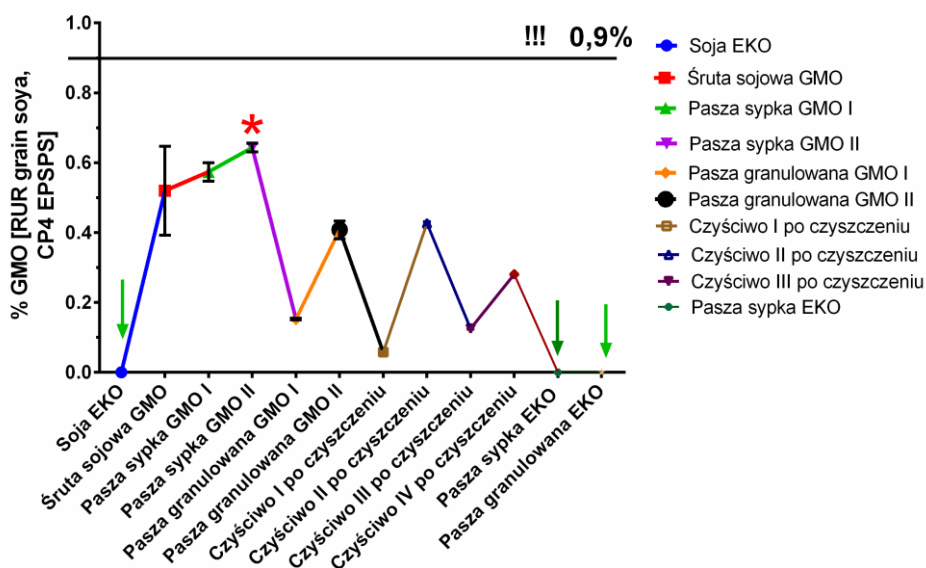
Rys. 1. Pozostałość materiału kukurydzy GMO w próbkach mieszanek czyszczących w porównaniu do zawartości materiału kukurydzy GMO w paszy konwencjonalnej dla karpia (****p< 0,0001).



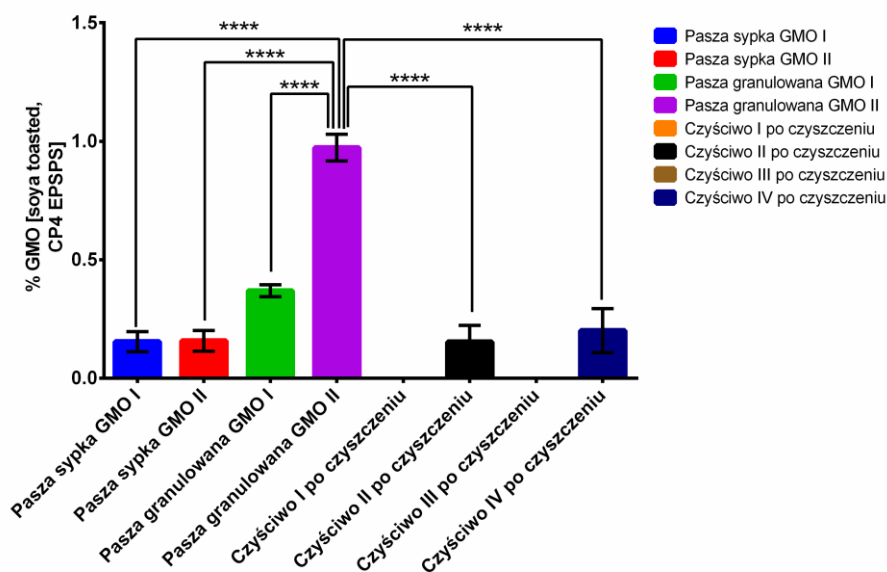
Rys. 2. Procentowa zawartość materiału kukurydzy GMO w materiałach paszowych, paszach dla karpia i materiałach czyszczących linię technologiczną.



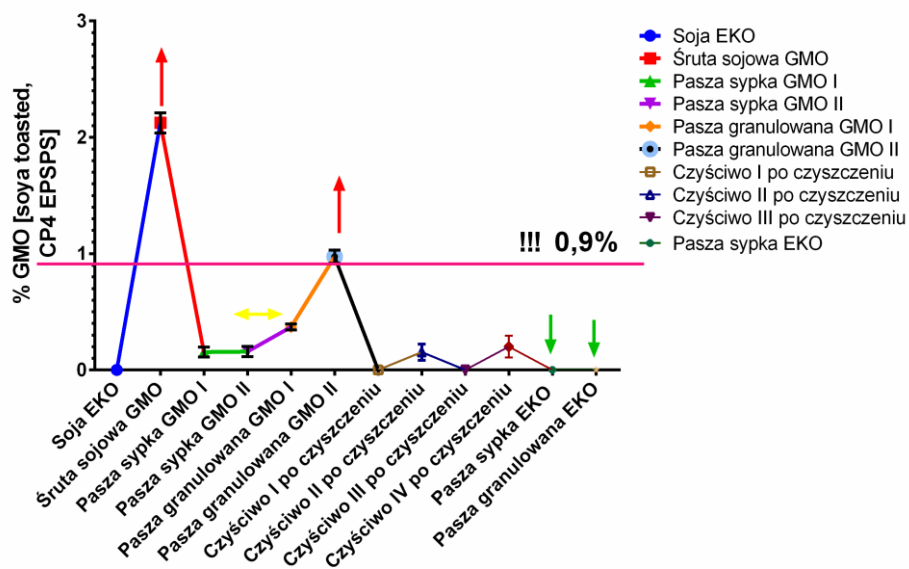
Rys. 3. Pozostałość materiału soi natywnej GMO w próbkach mieszanek czyszczących w porównaniu do zawartości materiału soi natywnej GMO w paszy konwencjonalnej dla karpia (** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; **** $p < 0,0001$).



Rys. 4. Procentowa zawartość materiału soi natywnej GMO w materiałach paszowych, paszach dla karpia i materiałach czyszczących linię technologiczną.



Rys. 5. Pozostałość materiału soi GMO po obróbce termicznej w próbkach mieszanek czyszczących w porównaniu do zawartości materiału soi GMO po obróbce termicznej w paszy konwencjonalnej ($p < 0,0001$).



Rys. 6. Procentowa zawartość materiału soi GMO po obróbce termicznej w materiałach paszowych, paszach dla karpia i materiałach czyszczących linię technologiczną.

Tab. 1. Zawartość materiału kukurydzy GMO (Cry 1Ab) w materiałach paszowych, wyprodukowanych paszach i materiałach czyszczących.

Kukurydza, Cry 1 AB [%]	Kukurydza EKO [%]	Kukurydza GMO [%]	Pasza sypka GMO I [%]	Pasza sypka GMO II [%]	Pasza granulowana GMO I [%]	Pasza granulowana GMO II [%]	Czyściwo I po czyszczeniu [%]	Czyściwo II po czyszczeniu [%]	Czyściwo III po czyszczeniu [%]	Czyściwo IV po czyszczeniu [%]	Pasza sypka EKO [%]	Pasza granulowana EKO [%]
Średnia	0,00	3,56	1,46	1,31	1,43	1,32	0,60	0,20	0,55	0,60	0,00	0,00
SD	0,00	0,17	0,06	0,06	0,16	0,11	0,17	0,00	0,16	0,16	0,00	0,00
SEM	0,00	0,08	0,03	0,03	0,06	0,04	0,08	0,00	0,10	0,08	0,00	0,00

Tab. 2. Zawartość materiału soi GMO natywnej (CP4 EPSPS) w materiałach paszowych, wyprodukowanych paszach i materiałach czyszczących.

RUR Grain Soya [%]	Soja EKO [%]	Śruta sojowa GMO [%]	Pasza sypka GMO I [%]	Pasza sypka GMO II [%]	Pasza granulowana GMO I [%]	Pasza granulowana GMO II [%]	Czyściwo I po czyszczeniu [%]	Czyściwo II po czyszczeniu [%]	Czyściwo III po czyszczeniu [%]	Czyściwo IV po czyszczeniu [%]	Pasza sypka EKO [%]	Pasza granulowana EKO [%]
Średnia	0,00	0,52	0,57	0,64	0,15	0,41	0,06	0,43	0,13	0,28	0,00	0,00
SD	0,00	0,26	0,05	0,02	0,01	0,05	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
SEM	0,00	0,13	0,03	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 3. Zawartość materiału soi GMO po obróbce termicznej (CP4 EPSPS) w materiałach paszowych, wyprodukowanych paszach i materiałach czyszczących.

Toasted Soya [%]	Soja EKO [%]	Śruta sojowa GMO [%]	Pasza sypka GMO I [%]	Pasza sypka GMO II [%]	Pasza granulowana GMO I [%]	Pasza granulowana GMO II [%]	Czyściwo I po czyszczeniu [%]	Czyściwo II po czyszczeniu [%]	Czyściwo III po czyszczeniu [%]	Czyściwo IV po czyszczeniu [%]	Pasza sypka EKO [%]	Pasza granulowana EKO [%]
Średnia	0,00	2,12	0,15	0,16	0,37	0,97	0,00	0,15	0,00	0,20	0,00	0,00
SD	0,00	0,30	0,15	0,15	0,12	0,28	0,00	0,17	0,00	0,19	0,00	0,00
SEM	0,00	0,09	0,04	0,04	0,03	0,06	0,00	0,07	0,00	0,09	0,00	0,00

WNIOSKI

W świetle uzyskanych wyników badań, należy stwierdzić, że zastosowane testy ELISA są prawidłowym narzędziem do wykrywania i ilościowego oznaczania materiału kukurydzy i soi GMO (zawierającego odpowiednio białka Cry1 ab i CP4 EPSPS), w badanych materiałach paszowych, paszach i materiałach czyszczących.

Nieskomplikowana procedura wykonania testu ELISA oraz precyzja metody immunoenzymatycznej, pozwalają na wykorzystanie ich do wykrywania materiału GMO nawet w wysoko przetworzonych produktach.

W paszach oznaczono, większą zawartość białka soi GMO poddanego obróbce termicznej, niż białka nie poddanego tej obróbce (natywnego). Oznacza to, że w przypadku oznaczania zawartości materiału GMO zawierającego białko sojowe, należy zastosować test ELISA przeznaczony do pomiaru materiału z białkiem modyfikowanym termicznie (test AgraQuant Soya Toasted ELISA).

W świetle uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że zaproponowana metoda czyszczenia linii technologicznej używanej do produkcji pasz konwencjonalnych, może być skuteczna w usuwaniu pozostałości materiału kukurydzy i soi GMO, a tym samym może być proponowana, jako prawidłowy sposób zapobiegania zanieczyszczeniu pasz ekologicznych produkowanych na konwencjonalnych liniach technologicznych.

Wszystkie rodzaje testowanych czyściw, zastosowane na liniach technologicznych do produkcji pasz, na których prowadzono badania, w 100% spełniły swoją rolę. Chociaż nie da się wykluczyć, że na liniach technologicznych innej konstrukcji, czy w podczas różnych warunków klimatycznych, efekt nie będzie aż tak dobry, to zdaniem zespołu badawczego najważniejszym czynnikiem warunkującym wysoką skuteczność czyściw jest staranność wykonania procedur czyszczenia linii technologicznej.

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

nr HOR.re.027.11.2018 z dnia 18.04.2018 r.



Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Określenie dobrych praktyk poprawy żyzności i aktywności biologicznej gleby
w gospodarstwach ekologicznych**

(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, 2018 r.

1. WPROWADZENIE

W ramach zadania „Określenie dobrych praktyk poprawy żyzności i aktywności biologicznej gleby w gospodarstwach ekologicznych” zespół złożony z pracowników Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie oraz Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin - PIB Oddział w Bydgoszczy, przeprowadził badania nad doskonaleniem ekologicznej uprawy buraka cukrowego.

W produkcji żywności ekologicznej, a zwłaszcza przetwórstwie, niezbędny jest cukier, który również musi być ekologiczny. Obecnie jest on importowany, najczęściej jako cukier trzcinowy, z różnych rejonów świata. W Europie cukier w jakości „bio” produkowany jest z ekologicznego buraka cukrowego, którego powierzchnia w sezonie wegetacyjnym 2017 roku wyniosła ok. 3 300 ha. Burak ten uprawiany był głównie w Niemczech (2 tys. ha), Austrii (1200 ha, a także w Danii, Szwecji i Szwajcarii. Obecnie dostawcom ekologicznych buraków płaci się ok. 90 € za tonę, podczas gdy za buraki konwencjonalne – ok. 35 €.

Ekologiczny cukier z importu jest drogi (ok. 10 zł za kilogram w sprzedaży detalicznej) i stanowi znaczny koszt dla ekologicznego przetwórstwa. Polska będąc jednym z największych europejskich producentów cukru, powinna wytwarzać cukier ekologiczny u siebie. Stąd też podjęto badania nad doskonaleniem ekologicznej uprawy buraka cukrowego.

Jeśli chodzi o dobór odmian buraka, to poleca się wysiew odmian diploidalnych (szybka dynamika wzrostu w początkowym okresie), odpornych na rizomanię, chwościka buraka i grzyby zgorzelowe (*Aphanomyces cochlioides*), 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 wcześnie, gdyż kampania cukrownicza rozpoczyna się właśnie od buraków ekologicznych. Wówczas cukrownie mają do dyspozycji linie technologiczne niezanieczyszczone surowcem konwencjonalnym. Im wcześniej zasiejemy buraka, tym mamy dłuższy okres wegetacji i szansę na większy plon.

Podstawowym celem badań zaplanowanych na 2018 rok było porównanie efektywności nawozowej obornika, kompostu oraz dozwolonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym nawozów mineralnych (Patentkali) i organicznych (Bioilsa). Nawozy organiczne (kompost i Bioilsa) są bardzo ważne, gdyż ponad 80% gospodarstw ekologicznych w Polsce nie prowadzi chowu zwierząt, a więc nie dysponuje obornikiem. Chociaż burak cukrowy tradycyjnie uprawiano na oborniku, to zachodzi pytanie na ile odejście od jego stosowania wpłynie na żyzność i urodzajność gleby, a także na wydajność i jakość technologiczną buraka cukrowego.

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 Płonnem k/ Golubia Dobrzynia.

2.1. Czynniki doświadczalne:

Czynnik I – nawożenie obornikiem i dozwolonymi nawozami organicznymi

A – obiekt kontrolny, nienawożony azotem oraz potasem i magnezem

A1 – obiekt kontrolny, nienawożony azotem, nawożony 180 kg K₂O i 60 kg MgO na 1 ha.

B – obiekt nawożony obornikiem bydlęcym, 30 t / ha

B1 - obiekt nawożony obornikiem bydlęcym (30 t / ha) + 180 kg K₂O i 60 kg MgO na 1 ha

C – obiekt nawożony kompostem, w dawce 30 t / ha

C1 - obiekt nawożony kompostem (30 t / ha) + 180 kg K₂O i 60 kg MgO na 1 ha

D - obiekt nawożony organicznym nawozem azotowym (Bioilsą), w dawce 720 kg na 1 ha*

D1 - obiekt nawożony Bioilsą (90 kg N / ha) + 180 kg K₂O i 60 kg MgO na 1 ha.

* Bioilsa jest nawozem dopuszczonym do stosowania w rolnictwie ekologicznym, charakteryzuje się powolnym uwalnianiem azotu. W proponowanej dawce Bioilsa zawiera 90 kg N, czyli ilość współcześnie zalecaną w nawożeniu buraka cukrowego, gwarantującą zarazem dużą wydajność korzeni jak i wysoką ich jakość technologiczną.

Z uwagi na wysokie zapotrzebowanie buraka cukrowego na potas i magnez powyższe objekty zostaną podzielone na dwie części: pierwsza zostanie nawożona wyłącznie nawozami organicznymi wg powyższego schematu, a druga zostanie dodatkowo nawieziona nawozem mineralnym dozwolonym do stosowania w rolnictwie ekologicznym (Patentkali) w dawce 600 kg, czyli 180 kg K₂O i 60 kg MgO na 1 ha.

2.2. Zakres i metody badań roślin

Podczas prowadzenia doświadczeń określono: zawartość w glebie podstawowych makroskładników oraz pH i zasolenie, wschody i obsadę buraka cukrowego, porażenie siewek buraka zgorzelą, zachwaszczenie plantacji, zdrowotność liści, plony korzeni i liści, jakość technologiczną korzeni, a na jej podstawie wielkość technologicznego plonu cukru.

W celu określenia polowej zdolności wschodów, po 2-3 tygodniach od pojawienia się pierwszych wschodów, liczono siewki w losowo wybranym miejscu 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 doświadczalnego. W tym celu tuż przed przerywką, w fazie 3-4 liści, pobrano losowo po 25 roślin z każdego poletka. Następnie w laboratorium patogenów buraka cukrowego w Oddziale Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin PIB w Bydgoszczy, oznaczono procentowy udział porażonych siewek oraz stopień ich porażenia.

Ocenie zdrowotności liści poddaje się po 25 kolejno rosnących roślin z każdego poletka (po 100 roślin z obiektu). Stopień porażenia wyrażono indeksem porażenia I_p wg Townsenda-Heubergera.

Analizę zawartości cukru, potasu, sodu i azotu alfaaminowego przeprowadzono na autoanalizatorze Venem'a, a następnie określono wskaźnik alkaliczności [WIENINGER, KUBADINOW 1971]. Do wyliczeń wydatku cukru czystego białego stosowano wzór REINEFELDA i in. [1974].

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

3.1. Zasobność i odczyn gleby

W obydwu miejscach prowadzenia badań polowych, tj. w Bałczynach k/Ostródy i w Płonem 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, 2018 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	6,90	0,30	23,0	41	255	50	855	47
Płonne	7,00	0,80	50,0	56	137	31	1 672	54

Odczyn gleby w obydwu eksperymentach polowych był obojętny (tab. 1). Zasolenie w Bałcynach było niskie, natomiast w Płonnem średnie. Na polu doświadczalnym w Bałcynach zasobność gleby w N azotanowy oraz przyswajalny P była niska, natomiast w K - bardzo wysoka. Ponadto w glebie tej stwierdzono średnią zasobność w Na, Mg i Ca.

Z kolei zasobność gleby na polu w Płonnem była bardzo wysoka w N azotanowy, średnia w K, Na, Mg, a bardzo wysoka w Ca. Ponadto w Płonnem stwierdzono lepszą strukturę gleby niż w Bałcynach.

3.2. Obsada buraka cukrowego

Burak cukrowy jest gatunkiem uprawianym w niedużym zagęszczeniu, rzędu 6-12 roślin na 1 m². Chociaż również w warunkach tej mniejszej można otrzymać wysoką wydajność korzeni, to w uprawie ekologicznej większa obsada jest bardziej pożądana, gdyż ogranicza do minimum przestrzeń dla chwastów.

W 2018 r. w obydwu doświadczeniach wschody buraka były szybkie, przy czym z uwagi na gorszą strukturę gleby w Bałcynach oraz słabszy wigor nasion odmiany Jampol, nie uzyskano tak dobrej jej obsady, jak u dwóch pozostałych odmian (tab. 2a i 2b). Ostatecznie w doświadczeniu w Bałcynach uzyskano mniejszą obsadę odmiany Jampol (75 tysięcy na 1 ha), niż w przypadku odmian Biopille i Sobieski (odpowiednio 115 i 95 tysięcy na 1 ha).

Tabela 2a. Obsada buraka cukrowego w pełni wschodów i podczas zbioru, Bałcyny 2018 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne								Średnie
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	
Obsada w pełni wschodów, średnio dla odmian, szt. na 1m ²	10,2	10,2	10,0	9,96	10,2	10,2	10,3	10,5	10,2
- obsada odmiany Biopille	11,7	12,0	11,8	12,0	12,4	12,6	12,3	12,7	12,2
- obsada odmiany Jampol	8,7	8,4	8,2	8,1	8,2	8,3	8,5	8,6	8,4
- obsada odmiany Sobieski	10,2	10,3	10,0	9,8	10,0	9,7	10,2	10,1	10,0
Końcowa obsada buraka, dla odmian, tys. szt. na 1 ha	95,3	95,7	92,7	91,7	94,3	94,7	97,0	98,7	95,0
- obsada odmiany Biopille	110	112	110	112	118	121	117	122	115
- obsada odmiany Jampol	79	77	73	70	71	72	78	79	75
- obsada odmiany Sobieski	97	98	95	93	94	91	96	95	95

Jak już wyżej wspomniano, gleba w Płonem miała lepszą strukturę. W konsekwencji obsada buraka cukrowego była tu większa, niż na polu w Bałcynach, osiągając średnio 124 tysiące roślin na 1 ha (tab. 2a i 2b). To jedna z większych obsad zalecanych w uprawie buraka cukrowego – zapewnia dobre wykorzystanie przestrzeni produkcyjnej, a ponadto powoduje zdrobnienie korzeni. W konsekwencji zdecydowanie dominują korzenie średniej wielkości o dobrych parametrach jakościowych. Na szczególną uwagę zasługuje obsada odmiany Jampol, która na polu w Bałcynach zdecydowanie odstawała od pozostałych dwóch odmian, podczas gdy w Płonem jej obsada była nie mniejsza niż w przypadku pozostałych odmian.

Tabela 2b. Obsada buraka cukrowego w pełni wschodów i podczas zbioru, Płonne 2018 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne								Średnie
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	
Obsada w pełni wschodów, średnio dla odmian, szt. na 1m ²	13,5	13,4	13,5	13,5	13,8	13,8	13,6	13,6	13,6
- obsada odmiany Biopille	13,2	13,4	13,0	13,3	13,8	13,7	13,5	13,6	13,4
- obsada odmiany Jampol	13,6	13,3	13,4	13,5	13,7	13,8	13,7	13,5	13,6
- obsada odmiany Sobieski	13,7	13,5	13,6	13,6	13,9	13,8	13,6	13,7	13,7
Końcowa obsada buraka, dla odmian, tys. szt. na 1 ha	124	123	123	123	126	126	125	124	124
- obsada odmiany Biopille	122	123	121	122	126	125	124	125	124
- obsada odmiany Jampol	124	122	123	124	125	126	126	123	124
- obsada odmiany Sobieski	126	124	125	124	126	126	124	125	125

3.3. Porażenie siewek buraka zgorzelą

Zgorzel siewek buraka cukrowego należy do najgroźniejszych chorób tej rośliny. Silnie zaatakowane siewki giną, a przestrzeń po brakujących roślinach zostaje zajęta przez chwasty. Siewki słabiej porażone zgorzelą zwykle przeżywają, jednakże wydają mniejsze rośliny, a ich korzenie niekiedy są zniekształcone.

Tabela 3. Porażenie siewek buraka cukrowego zgorzelą, Bałcyny, Płonne, 2018 rok.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe								
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	średnie
Bałcyny									
Odsetek siewek chorych, średnio dla odmian, %	31,3	31,4	33,5	33,7	29,2	29,1	35,2	34,9	32,3
- odmiana Biopille	33,9	33,8	37,0	37,6	31,1	30,8	36,0	35,8	34,5
- odmiana Jampol	41,5	41,7	44,4	44,1	40,8	40,5	50,7	50,5	44,3
- odmiana Sobieski	18,4	18,6	19,2	19,3	15,8	16,0	18,9	18,4	18,1
Płonne									
Odsetek siewek chorych, średnio dla odmian, %	24,9	25,0	26,3	26,2	22,1	22,2	26,0	26,1	24,9
- odmiana Biopille	28,4	28,1	31,2	31,3	25,8	25,5	30,5	30,3	28,9
- odmiana Jampol	20,4	21,0	22,6	22,4	17,9	18,0	23,1	23,3	21,1
- odmiana Sobieski	26,1	25,9	25,0	24,9	22,7	23,1	24,5	24,7	24,6

W Bałcynach udział siewek porażonych zgorzelą był większy, przekraczając 30 %, przy ok. 24% w Płonnem (tab. 3). Warto podkreślić, że w Bałcynach najwięcej porażonych siewek stwierdzono u odmiany Jampol, u której ponadto odnotowano gorsze wschody – w konsekwencji końcowa obsada tej odmiany była tu zbyt niska. Z porównywanych odmian najlepszą zdrowotnością siewek w Bałcynach wykazała się odmiana Sobieski.

Z kolei w Płonnem najmniej porażonych siewek stwierdzono u odmiany Jampol, zaś u odmian Sobieski i Biopille udział chorych siewek był nieco większy. W sumie zgorzel siewek w Płonnem nie różnicowała końcowej obsady roślin buraka.

3.4. Zdrowotność liści buraka cukrowego

Dopiero pod koniec drugiej dekady września porażenie liści chwościkiem było nieco większe, szczególnie w Płonnem (tab. 4a i 4b). W Bałcynach największe nasilenie osiągnął chwościk buraka, prawie 3-krotnie mniejsze ramularioza, a najmniejsze mączniak (tab. 4a). W każdej z tych trzech

jednostek chorobowych, najmniej porażone były liście odmiany Jampol. W przypadku chwościka, podobnie jak w poprzednim roku, nieco większemu porażeniu uległa odmiana Biopille.

Tabela 4a. Indeks porażenia liści buraka cukrowego chwościkiem, brunatną plamistością i mączniakiem, wg Townsenda-Heubergera, Bałcyny 2018 r.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe								
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	Średnie
Średnie porażenie odmian chwościkiem, lp	23,8	22,5	28,8	29,0	23,3	23,3	29,9	28,3	26,1
- odmiany Biopille	29,0	26,7	32,1	33,6	32,2	31,4	34,8	30,3	31,3
- odmiany Jampol	18,9	17,8	28,8	27,8	15,6	16,0	27,2	28,0	22,5
- odmiany Sobieski	23,4	23,0	25,6	25,5	22,2	22,4	27,8	26,7	24,6
Średnie porażenie odmian brunatną plamistością, lp	10,1	10,1	12,3	13,3	9,4	9,0	11,6	12,1	11,0
- odmiany Biopille	13,4	13,8	14,1	15,7	12,8	12,4	14,9	15,3	14,1
- odmiany Jampol	5,0	4,4	7,3	8,8	5,3	4,8	6,7	6,5	6,1
- odmiany Sobieski	12,0	12,1	15,4	15,3	10,2	9,9	13,1	14,5	13,1
Średnie porażenie odmian mączniakiem, lp	7,7	8,0	10,5	9,9	7,3	6,4	8,4	8,5	8,3
- odmiany Biopille	5,2	5,8	8,1	7,7	6,8	5,4	4,9	6,8	6,3
- odmiany Jampol	8,0	7,1	9,0	8,6	6,9	6,0	8,1	7,3	7,6
- odmiany Sobieski	10,0	11,1	14,4	13,3	8,2	7,9	12,2	11,5	11,1

W Płonnem wśród grzybowych chorób liści odnotowano tylko występowanie chwościka (tab. 4b). Nasilenie porażenia liści przez *Cercospora beticola* było tu na tyle duże, że mogło obniżyć wydajność korzeni, ale choroba wystąpiła zbyt późno. Wśród uprawianych odmian najsilniej porażona była odmiana Biopille, a w mniejszym stopniu Jampol.

W stosunku do minionego roku porażenie liści chwościkiem w Płonnem było dwukrotnie mniejsze, co najprawdopodobniej wynikało to z nieobecności w sąsiedztwie konwencjonalnych plantacji buraka cukrowego, z reguły silnie porażanych tą chorobą.

Tabela 4b. Indeks porażenia liści buraka cukrowego chwościkiem i brunatną plamistością,
wg Townsenda-Heubergera, Płonne 2018 r.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe								
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	Średnie
Średnie porażenie odmian chwościkiem, Ip	22,5	21,9	25,6	25,3	20,7	20,3	25,9	24,6	23,4
- odmiany Biopille	30,0	29,5	34,4	32,9	26,4	25,8	32,2	30,6	30,2
- odmiany Jampol	14,4	13,7	15,8	16,0	11,4	12,0	17,6	15,8	14,6
- odmiany Sobieski	23,1	22,6	26,7	27,0	24,2	23,0	28,1	27,3	25,3

3.5. Zachwaszczenie plantacji buraka cukrowego

Burak cukrowy jest bardzo podatny na presję chwastów, wymagając starannego i intensywnego odchwaszczania, co jest główną przeszkodą w upowszechnieniu ekologicznej uprawy tego gatunku. Stąd też dodatkowym czynnikiem w badaniach z zakresu „Określenie dobrych praktyk poprawy żyzności i aktywności biologicznej gleby w gospodarstwach ekologicznych”, były sposoby odchwaszczania buraka cukrowego, w tym poszukiwanie możliwości jak najpełniejszej mechanizacji zwalczania chwastów.

Generalnie zachwaszczenie plantacji w 2018 roku było bardzo małe, głównie dzięki suszy, która skutecznie ograniczała wtórne wschody chwastów. Jeśli chodzi o sposoby odchwaszczania, to analogicznie do wyników wcześniejszych lat badań, najsilniej zachwaszczone były buraki pozbawione jakiegokolwiek formy odchwaszczania – korzenie buraków z tego obiektu są tak małe, że na myjce w cukrowni usuwane są wraz z ziemią spławiakową, a w konsekwencji w ogóle nie trafiają na linię technologiczną do przerobu na cukier (tab. 5). Tak jak w poprzednich latach najefektywniejsze było odchwaszczanie ręczne. Odchwaszczanie mechaniczne pozostawiło więcej chwastów na 1m², ale należy podkreślić, że wciąż były to na tyle małe wartości, iż nie rzutowały na wydajność buraka cukrowego.

Natomiast analizując wielkość zachwaszczenia w zależności od sposobu nawożenia buraka cukrowego, stwierdzono nieco mniejsze jego wartości w obiektach bez nawożenia oraz nawożonych kompostem, tj. o najmniejszej podaży łatwo dostępnych form azotu. Warto podkreślić, że w procesie kompostowania większość diaspor chwastów traci swą żywotność.

Tabela 5. Zachwaszczenie plantacji buraka cukrowego przed zbiorem, liczba chwastów ogółem, szt. na 1m², Bałcyny, Płonne, 2018 r.

Nawożenie Sposób odchwaszczania	Obiekty nawozowe							
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1
Bałcyny								
Bez odchwaszczania*	23,5	24,1	28,6	27,8	23,1	22,8	23,7	23,5
Odchwaszczanie ręczne	0,3	0,4	0,7	0,6	0,4	0,4	0,8	0,7
Odchwaszczanie mechaniczne	1,1	1,0	1,5	1,6	1,3	1,2	1,6	1,7
Odchwaszczanie mechaniczne i mulczowanie	0,8	0,9	1,3	1,2	0,7	0,6	1,4	1,4
Średnio	0,7	0,8	1,2	1,1	0,8	0,7	1,3	1,3
Płonne								
Bez odchwaszczania*	35,2	34,8	39,1	39,6	34,8	35,0	35,2	34,7
Odchwaszczanie ręczne	0,6	0,7	1,2	1,3	0,6	0,5	1,3	1,4
Odchwaszczanie mechaniczne	2,4	2,5	3,3	3,2	2,3	2,1	3,3	3,4
Odchwaszczanie mechaniczne i mulczowanie	1,5	1,8	2,7	2,6	1,4	1,4	2,6	2,8
Średnio	1,5	1,7	2,4	2,4	1,4	1,3	2,4	2,5

* z uwagi na specyfikę tego obiektu nie uwzględniono go w liczeniu średnich

Biorąc pod uwagę skład botaniczny chwastów, w Bałczynach dominowała komosa biała, a niewiele mniejsze zagęszczenia osiągnęły tam chwastnica jednostronna i żóttlica drobnokwiatowa. W Płonnem najliczniej wystąpiła chwastnica jednostronna. Według przeprowadzonych pomiarów czasu pracy, obiekt odchwaszczany ręcznie wymagał nakładu 538 rbh na 1 ha - przy założeniu minimalnego wynagrodzenia 13 zł za 1 godzinę, oznacza to koszt 6 994 zł na 1 ha. Dlatego też mechanizacja procesu odchwaszczania ekologicznych plantacji buraka cukrowego przesądzi w przyszłości o opłacalności uprawy tego gatunku.

3.6. Wydajność korzeni i liści buraka cukrowego

W doświadczeniu w Bałczynach uzyskano wysoką wydajność korzeni - 64,0 t z ha, a w Płonnem jeszcze większą – 74,4 t z ha (tab. 6a i 6b). Chociaż są to plony mniejsze od uzyskanych roku minionym,

to przecież w tym w skrajnie suchym roku jest to bardzo dobra wydajność. Najmniejsze plony zebrano z obiektów nienawożonych nawozami zawierającymi azot – były one jednak niewiele mniejsze od wydajności z pozostałych obiektów. Największą plon korzeni uzyskano nawożąc organicznym nawozem azotowym (12,5% N) – Bioilsą. To bardzo dobry prognostyk dla bezinwazyjnych gospodarstw ekologicznych.

Tabela 6a. Wydajność korzeni buraka cukrowego, Bałcyny 2018 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne								Średnie
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	
Plony buraka, średnio dla odmian, t z 1 ha	59,5	61,1	64,3	64,3	60,9	62,3	69,9	69,2	63,9
- odmiana Biopille	68,3	71,0	77,8	77,7	73,0	75,6	82,6	81,1	75,9
- odmiana Jampol	43,4	43,8	43,8	45,4	42,5	43,2	52,7	51,3	45,8
- odmiana Sobieski	66,9	68,6	71,3	69,8	68,3	67,0	74,5	75,1	70,2
Średnia masa 1 korzenia, g	620	634	686	698	645	656	719	702	670
- odmiana Biopille	621	634	707	694	610	633	706	665	659
- odmiana Jampol	549	569	600	649	599	600	676	649	611
- odmiana Sobieski	690	700	751	751	727	736	776	791	740

Drugim czynnikiem nawozowym było stosowanie mineralnego nawożenia potasem i magnezem. W świetle uzyskanych wyników, czynnik ten nie wpłynął znacząco na plony korzeni buraka (tab. 6a).

Warto zwrócić uwagę na wydajność porównywanych odmian. W 2018 roku największe plony w Bałcynach wydała odmiana Biopille, a najmniejsze Jampol. W poprzednich latach było odwrotnie – najlepiej plonował Jampol, a najslabiej Biopille. Do istotnych czynników powodujących małą wydajność odmiany Jampol można zaliczyć: słabe wschody (niewystarczający wigor nasion), mniejszą obsadę, nasilenie zgorzeli siewek.

Zasadniczo w doświadczeniu w Płonnem różnice międzyobiektywne w wydajności korzeni pod wpływem zróżnicowanego nawożenia organicznym azotem, były podobne do tych uzyskanych w Bałcynach (tab. 6a i 6b). Najmniejszą wydajność uzyskano w obiekcie kontrolnym, a największą w obiekcie nawożonym Bioilsą oraz obornikiem.

Wśród porównywanych odmian w Płonem pod względem wydajności korzeni, najlepiej wypadła odmiana Jampol, ta sama, która w Bałcynach wypadła najgłabiej. W Bałcynach przyczyną gorszej wydajności tej odmiany były słabe wschody (braki w obsadzie) i nasilona zgorzel siewek – w konsekwencji korzenie tej odmiany były rozwidłone i zdrobniące. Żaden z tych czynników (braki w obsadzie, zwiększone nasilenie zgorzeli) nie wystąpił w Płonem, a to za sprawą duzo lepszej struktury gleby (tab. 2b i 3). W zasadzie plony odmian Jampol i Sobieski były prawie takie same, nieco mniejsze zaś odmiana Biopille. Należy przy tym dodać, że ta ostatnia miała bardzo kształtne korzenie, o bardzo dobrej zdrowotności, gładkie, o najmniejszym zanieczyszczeniu glebą.

Tabela 6b. Wydajność korzeni buraka cukrowego, Płonne 2018 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczałne								Średnie
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	
Plony buraka, średnio dla odmian, t z 1 ha	72,4	72,4	74,0	74,2	73,5	74,2	77,2	77,1	74,4
- odmiana Biopille	70,3	70,5	72,6	72,5	72,3	72,7	74,7	74,6	72,5
- odmiana Jampol	74,2	73,8	75,3	75,4	75,1	75,6	80,5	80,1	76,3
- odmiana Sobieski	72,7	72,9	74,2	74,6	73,2	74,2	76,4	76,6	74,4
Średnia masa 1 korzenia, g	584	589	602	601	585	590	619	620	599
- odmiana Biopille	576	573	600	594	574	582	602	597	587
- odmiana Jampol	598	605	612	608	601	600	639	651	614
- odmiana Sobieski	577	588	594	602	581	589	616	613	595

Wydajność liści buraka cukrowego

Plony liści w Bałcynach w 2018 roku za sprawą panującej suszy były niewielkie (tab. 7a i 7b). Najmniejszą wydajność liści odnotowano w obiekcie nienawożonym organicznym azotem. Uzupełniające nawożenie mineralnym potasem i magnezem nie miało wpływu na wydajność liści. Wśród uprawianych odmian najmniejszy plon liści (podobnie jak korzeni) wydała odmiana Jampol, co nie wynika jednak z jej charakterystyki, która charakteryzuje się dużym ulistnieniem, lecz z mniejszej obsady roślin (odmiana ta miała największy współczynnik listnienia wśród uprawianych odmian).

Tabela 7a. Wydajność liści buraka cukrowego, Bałcyny 2018 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne								Średnie
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	
Średnio liści dla odmian, t z ha	8,01	11,8	13,0	12,6	11,7	11,9	13,5	12,8	12,2
- odmiana Biopille	13,0	13,4	15,5	15,9	14,2	14,4	15,3	14,6	14,5
- odmiana Jampol	8,3	9,1	10,0	10,1	8,6	9,4	11,7	11,3	9,8
- odmiana Sobieski	11,2	11,9	12,5	12,9	12,4	12,1	13,4	12,6	12,4
Współczynnik ulistnienia	0,18	0,19	0,21	0,20	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19
- odmiana Biopille	0,18	0,19	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,19
- odmiana Jampol	0,19	0,21	0,23	0,22	0,20	0,21	0,22	0,22	0,21
- odmiana Sobieski	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18

W doświadczeniu w Płonnem ulistnienie buraka było większe niż w Bałcynach, głównie za sprawą lepszej struktury gleby, a więc i lepszej dostępności wody. Wśród odmian najmniejszą wydajność liści uzyskała odmiana Biopille, która wydała plon o ok. 40 % mniejszy niż odmiana Sobieski i Jampol (tab. 7b). Choć ta ostatnia zachowała zdrowsze liście i większe ulistnienie do końca wegetacji, nie miało to istotnego wpływu na wydajność korzeni. W tym zakresie wszystkie trzy odmiany plonowały na zbliżonym poziomie.

Tabela 7b. Wydajność liści buraka cukrowego, Płonne 2018 r.

Wyszczególnienie	Obiekty doświadczalne								Średnie
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	
Średnio liści dla odmian, t z ha	19,2	19,0	22,0	21,9	20,3	20,5	21,3	21,2	20,7
- odmiana Biopille	14,3	13,9	16,9	16,5	13,3	13,5	14,5	14,4	14,7
- odmiana Jampol	21,3	21,2	25,0	25,1	24,4	24,4	25,8	25,6	24,1
- odmiana Sobieski	22,1	21,9	24,1	24,3	23,3	23,5	23,5	23,6	23,3
Współczynnik ulistnienia	0,26	0,26	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,28
- odmiana Biopille	0,20	0,20	0,23	0,23	0,19	0,19	0,20	0,19	0,20
- odmiana Jampol	0,29	0,29	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32
- odmiana Sobieski	0,30	0,30	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31

3.7. Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego

Tabela 8a. Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego odmiany **Biopille** i plon cukru,

Bałcyny i Płonne, 2018 rok.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe								
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	Średnie
Bałcyny									
Sacharoza, %	21,0 4	21,0 1	21,1 0	21,1 5	20,9 6	21,0 8	21,2 2	21,0 2	21,07
K, mval w 100 g miazgi	4,90	4,50	5,40	5,60	3,90	4,60	4,50	5,00	4,80
Na, mval w 100 g miazgi	0,43	0,51	0,54	0,44	0,50	0,47	0,53	0,55	0,50
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	0,93	0,83	1,21	1,12	1,02	1,05	1,10	1,10	1,05
Współczynnik alkaliczności	5,7	5,9	4,9	5,5	4,3	4,8	4,6	5,0	5,0
Straty cukru w melasie, %	2,25	2,05	2,44	2,51	1,90	2,13	2,12	2,29	2,21
Wydatek cukru, %	18,7 9	18,9 6	18,6 6	18,6 4	19,0 6	18,9 5	19,1 0	18,7 3	18,86
Plon cukru czystego, t z ha	12,8	13,2	14,5	14,5	13,9	14,3	15,8	15,2	14,3
Płonne									
Sacharoza, %	19,3 6	19,4 0	19,5 1	19,5 8	19,4 8	19,5 2	19,6 0	19,5 8	19,50
K, mval w 100 g miazgi	3,90	4,20	4,50	4,70	4,30	4,50	4,60	4,50	4,40
Na, mval w 100 g miazgi	0,42	0,44	0,45	0,50	0,50	0,58	0,54	0,56	0,50
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	0,51	0,53	0,81	0,74	0,76	0,80	0,88	0,82	0,73
Współczynnik alkaliczności	8,5	8,7	6,1	7,0	6,3	6,3	5,8	6,2	6,7
Straty cukru w melasie, %	1,82	1,93	2,07	2,14	2,01	2,11	2,13	2,11	2,04
Wydatek cukru, %	17,5 4	17,4 7	17,4 4	17,4 4	17,4 7	17,4 1	17,4 7	17,4 7	17,46
Plon cukru czystego, t z ha	12,3	12,3	12,7	12,6	12,6	12,7	13,1	13,0	12,7

Wydajność cukru „w worku”, jest wypadkową zawartości sacharozy i wiązania drobin cukru w melasie przez tzw. melasotwory, czyli jony potasu, sodu i azotu alfaaminowego. Zawartość sacharozy w korzeniach buraka cukrowego w 2018 r. była wysoka, głównie za sprawą słonecznej pogody przez większą część okresu wegetacji (tab. 8a, 8b i 8c). Więcej sacharozy zgromadziły buraki uprawiane w Bałcynach, niż te uprawiane w Płonnem.

W odmianie Biopille zawartość sacharozy w Bałcynach była o ponad 1% większa od uzyskanej w Płonnem (tab. 8a). Natomiast w Płonnem mniejsze były straty cukru w melasie, głównie za sprawą

mniejszej koncentracji N- α -NH₂ w miazdze korzeni. Ostatecznie odmiana ta wydała bardzo wysoki plon cukru czystego, większy w Bałczynach niż w Płonnem.

Tabela 8b. Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego odmiany **Jampol** i plon cukru, Bałcyny i Płonne, 2018 rok.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe								
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	Średnie
Bałcyny									
Sacharoza, %	20,8 4	20,8 5	20,9 1	20,8 3	20,8 6	20,9 6	20,7 7	21,0 1	20,88
K, mval w 100 g miazgi	4,60	4,50	4,80	5,10	4,50	4,60	4,70	4,90	4,71
Na, mval w 100 g miazgi	0,47	0,48	0,46	0,50	0,48	0,51	0,54	0,60	0,51
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	0,85	0,98	1,11	1,12	1,04	0,94	1,19	1,14	1,05
Współczynnik alkaliczności	6,0	5,1	4,7	5,0	4,8	5,4	4,5	4,7	5,0
Straty cukru w melasie, %	2,11	2,09	2,19	2,32	2,10	2,13	2,20	2,29	2,18
Wydatek cukru, %	18,7 3	18,7 6	18,7 2	18,1 1	18,7 6	18,8 3	18,5 7	18,7 2	18,65
Plon cukru czystego, t z ha	8,13	8,22	8,20	8,22	7,97	8,13	9,79	9,60	8,54
Płonne									
Sacharoza, %	20,6 4	20,5 8	20,8 4	20,9 0	20,6 9	20,6 3	20,7 8	20,7 5	20,73
K, mval w 100 g miazgi	4,10	4,30	4,20	4,50	4,50	4,40	4,30	4,20	4,31
Na, mval w 100 g miazgi	0,39	0,40	0,44	0,50	0,42	0,40	0,48	0,50	0,44
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	0,65	0,58	0,98	0,92	0,73	0,68	0,91	0,84	0,79
Współczynnik alkaliczności	6,9	8,1	4,7	5,4	6,7	7,1	5,3	5,6	6,0
Straty cukru w melasie, %	1,90	1,95	1,97	2,09	2,05	2,00	2,02	1,98	1,99
Wydatek cukru, %	18,7 4	18,6 3	18,8 7	18,8 1	18,6 4	18,6 3	18,7 6	18,7 7	18,73
Plon cukru czystego, t z ha	13,9	13,7	14,2	14,2	14,0	14,1	15,1	15,0	14,3

W odmianie Jampol zawartość sacharozy uzyskana w Bałczynach była niewiele mniejsza niż w Płonnem (tab. 8b). Ponieważ w Płonnem trochę mniejsze były straty cukru w melasie, głównie za sprawą mniejszej koncentracji N- α -NH₂ w miazdze korzeni, wydatek cukru w obydwu siedliskach niemal był taki sam. Natomiast plon cukru był dużo większy w Płonnem (14,3 t z 1 ha), gdyż Jampol w Bałczynach plonował znacznie poniżej pozostałych odmian.

W przypadku odmiany Sobieski zawartość sacharozy uzyskana w Bałcynach była o 0,72% większa (tab. 8c). Chociaż w Płonem mniejsze były straty cukru w melasie, głównie za sprawą mniejszej koncentracji N- α -NH₂ w miazdze korzeni, to i tak większy wydatek cukru (o 0,49%) uzyskano w Bałcynach. Dzięki większej wydajności korzeni, większy plon cukru czystego uzyskano jednak w Płonem.

Tabela 8c. Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego odmiany **Sobieski** i plon cukru, Bałcyny i Płonne, 2018 rok.

Wyszczególnienie	Obiekty nawozowe								
	A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	Średnie
Bałcyny									
Sacharoza, %	20,5 7	20,6 9	20,6 4	20,8 4	20,5 6	20,8 9	20,5 5	20,8 1	20,69
K, mval w 100 g miazgi	4,60	4,70	4,90	5,00	4,10	4,20	4,80	4,70	4,63
Na, mval w 100 g miazgi	0,43	0,47	0,59	0,51	0,39	0,45	0,54	0,51	0,49
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	0,64	0,62	1,15	1,11	1,03	1,08	1,21	1,10	0,99
Współczynnik alkaliczności	7,9	8,3	4,8	5,0	4,4	4,3	4,4	4,7	5,2
Straty cukru w melasie, %	2,08	2,12	2,25	2,28	1,93	1,98	2,23	2,20	2,13
Wydatek cukru, %	18,4 9	18,5 7	18,3 9	18,5 6	18,6 3	18,9 1	18,3 2	18,6 1	18,56
Plon cukru czystego, t z ha	12,4	12,7	13,1	13,0	12,7	12,7	13,6	14,0	13,0
Płonne									
Sacharoza, %	19,8 7	19,8 3	20,0 7	20,0 5	19,9 8	19,9 2	20,0 4	20,0 1	19,97
K, mval w 100 g miazgi	3,70	4,00	4,20	4,60	3,50	3,90	4,10	4,30	4,04
Na, mval w 100 g miazgi	0,42	0,38	0,47	0,45	0,44	0,40	0,49	0,53	0,45
N- α -NH ₂ , mval w 100 g miazgi	0,59	0,60	0,84	0,78	0,70	0,75	0,83	0,85	0,74
Współczynnik alkaliczności	7,0	7,3	5,6	6,5	5,6	5,7	5,5	5,7	6,1
Straty cukru w melasie, %	1,76	1,85	1,97	2,09	1,71	1,83	1,94	2,03	1,90
Wydatek cukru, %	18,1 1	17,9 8	18,1 0	17,9 6	18,2 7	18,0 9	18,1 0	17,9 8	18,07
Plon cukru czystego, t z ha	13,2	13,1	13,4	13,4	13,4	13,4	13,8	13,8	13,4

W obydwu siedliskach i dla każdej z odmian największa wydajność korzeni i cukru uzyskano w obiekcie nawożonej organicznym nawozem azotowym Bioilsa. Pod względem wydajności uzyskano na nim lepsze wyniki niż w uprawie na oborniku. Należy jednak pamiętać, że z punktu widzenia żyzności gleby widzianej długofalowo, obornik może mieć korzystniejsze działania, gdyż dostarcza do gleby nie

tylko azot, ale też bardzo duże ilości potasu oraz wielu innych pierwiastków. Podobnie jest z nawożeniem kompostem – plony buraka były tu mniejsze niż na Bioilsie oraz oborniku, ale nawóz ten (analogicznie jak obornik) wnosi do gleby duże ilości wielu makro- i mikrośladników.

Wśród uprawianych odmian największą wydajność cukru czystego uzyskano w Bałczynach z odmiany Biopille, a w Płonnem z odmiany Jampol – po 14,3 t z ha.

4. PODSUMOWANIE

1/ Zdrowotność siewek buraka cukrowego w obydwu doświadczeniach polowych była dobra, a przy tym zależała od warunków siedliskowych. Odmiana Jampol była najsilniej porażana w Bałczynach (44,3% siewek), a jednocześnie najslabiej w Płonnem (21,1% siewek). Wysokiemu porażeniu siewek w Bałczynach towarzyszyła silnie obniżona obsada oraz duży udział zniekształconych korzeni. Chociaż w obydwu siedliskach dosyć wysokim stopniem porażenia siewek charakteryzowała się odmiana Biopille, to jednocześnie nie stwierdzono u niej problemów ani z obsadą, ani ze zwiększonym udziałem zniekształconych korzeni.

2/ Wśród grzybowych chorób liści w Bałczynach średnie nasilenie osiągnął chwościk buraka (lp 26,1%), a stosunkowo duże brunatna plamistość i mączniak. W Płonnem wystąpił tylko chwościk, w nasileniu nieco mniejszym niż w Bałczynach (lp 23,4). W obydwu doświadczeniach najsilniej przez *Cercospora beticola* była porażana odmiana Biopille, a najslabiej odmiana Jampol.

3/ Zachwaszczenie plantacji buraka cukrowego w 2018 roku było niskie, jednak nakłady na odchwaszczanie były wysokie (538 rbh na 1 ha), co nawet przy założeniu minimalnego wynagrodzenia 13 zł za 1 godzinę, oznacza koszt 6 994 zł na 1 ha. Zmusza to do dalszego doskonalenie efektywności w niechemicznym zwalczaniu chwastów w buraku cukrowym.

4/ Zważywszy na skrajnie suchy rok, w obydwu doświadczeniach uzyskano wysoką wydajność korzeni: 64,0 t z ha w Bałczynach i 74,4 t z ha w Płonnem. W doświadczeniu w Bałczynach najmniejszą efektywnością plonotwórczą wykazał się kompost, zwiększając wydajność korzeni o 2,1%, większą obornik (wzrost plonu o 6,2%), a największą Bioilsa (wzrost o 13,4%). W doświadczeniu w Płonnem najmniejszą efektywnością plonotwórczą również wykazał się kompost, zwiększając wydajność korzeni o 1,9%, niewiele większą obornik (wzrost plonu o 2,3%), a największą Bioilsa (wzrost plonu korzeni o 6,2%).

5/ Wśród porównywanych odmian w doświadczeniu w Bałczynach najkorzystniej wypadła odmiana Biopille (75,9 t korzeni z 1 ha), a w Płonnem odmiana Jampol (76,3 t z 1 ha).

6/ Plony liści były bardzo małe, wynosząc średnio 12,2 t z ha w Bałcynach i 20,7 t z ha w Płonnem. W Bałcynach wśród odmian największy plon liści wydała odmiana Biopille, zarazem będąc najniżej plonującą odmianą w Płonnem, gdzie najlepiej plonował Jampol.

7/ Suchy i gorący 2018 rok spowodował wysoką zawartość sacharozy w korzeniach buraka cukrowego, przy czym w doświadczeniu w Bałcynach była ona większa niż w Płonnem. W Bałcynach najwięcej cukru zgromadziła odmiana Biopille (21,07%), a w Płonnem Jampol (20,73%). Buraki nawożone kompostem cechowała mniejsza zawartość melasotworów.

8/ Dzięki wysokiej wydajności korzeni i wysokiemu wydatkowi cukru uzyskano wysokie plony cukru czystego – zbliżone wielkością w doświadczeniu w Płonnem i w Bałcynach. Wyjątkiem był niski plon cukru odmiany Jampol zebrany Bałcynach, za sprawą niskiej wydajności korzeni (braków w obsadzie). Wśród uprawianych odmian największą wydajność cukru czystego uzyskano w Bałcynach z odmiany Biopille, a w Płonnem z odmiany Jampol w Płonnem – w obydwu przypadkach było to 14,3 t z ha.

CYTOWANE PIŚMIENNICTWO

REINEFELD E., EMMERICH A., BAUMGARTEN G., WINNER C., BEISS U. 1974. *Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rubebanalysen*. Zucker 27: 2–15.

WIENINGER L., KUBADINOW N. 1971. *Beziehungen zwischen Rubebanalysen und technischer Bewertung von Zukerrueben*. Zucker 24: 599–604.

Na podstawie badań w zakresie rolnictwa ekologicznego przeprowadzonych w 2018 r. w ramach projektu Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR.re.027.11.2018



Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Katedra Podstaw Bezpieczeństwa

Badania nad wykorzystaniem niekonwencjonalnych metod obróbki fizycznej (np. ultradźwięki, światło) w ekologicznym przetwórstwie mięsa i podrobów w celu wpływu na zdrowotność, parametry sensoryczne i trwałość wyrobów

Kierownik zadania: dr inż. Andrzej Wesołowski

Zespół badawczy:

dr inż. hab. Waclaw Mozolewski, prof. UWM – główny wykonawca projektu

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Technologii i Chemii Mięsa

dr inż. Beata Nalepa – główny wykonawca projektu

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności

dr inż. Monika Radzymińska – główny wykonawca projektu

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności

dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM – główny wykonawca projektu

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Agroekosystemów

dr inż. Andrzej Wesołowski – główny wykonawca projektu

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Podstaw Bezpieczeństwa

Olsztyn 2018

Współczesne społeczeństwo coraz szerzej interesuje się utrzymaniem zdrowia i sprawności. Jest to wymuszone obecnym trybem życia i pracy. Dzięki coraz szerszej wiedzy konsumenci zdają sobie sprawę, że w dużej mierze zależy to od tego co spożywają, a więc od jakości i bezpieczeństwa produktów żywnościowych. Coraz częściej świadomi klienci sięgają po żywność ekologiczną.

Wciąż rosnące, żywnościowe wymagania ludności zmuszają producentów do udoskonalania stosowanych metod produkcji oraz poszukiwania nowych, alternatywnych. Odpowiedzią naukowców na ten problem są nietypowe techniki obróbki żywności. Jedną z nich jest metoda ultradźwiękowa. O ile w ostatnich latach liczne badania potwierdziły możliwość szerokiego wykorzystania ultradźwięków w analizie i przetwórstwie żywności o tyle niestety nie przekłada się one na zastosowania praktyczne, w przemyśle żywnościowym. Jest to spowodowane niesłuszną opinią i stereotypem, że jest „promieniowanie ultradźwiękowe”. Promieniowanie natomiast jest zwykle kojarzone z czymś negatywnych i niebezpiecznym. Nic bardziej mylnego, o czym może świadczyć powszechnie stosowana technika USG (ultrasonografia) pozwalająca na nieinwazyjne obrazowanie i badanie tkanek. Jest stosowana od ok. 50 lat m.in. w medycynie do badania płodów, stomatologii, masażach leczniczych czy chirurgii itp. i nie stwierdzono dotychczas żadnych niepożądanych skutków jej używania. Ultradźwięki bowiem to drgania mechaniczne rozchodzące się w ośrodkach sprężystych. Jest to możliwe dzięki wprowadzeniu w drgania o częstotliwości powyżej 20kHz (wg. niektórych autorów 16kHz) cząsteczek materiału wokół ich położenia równowagi.

Metody ultradźwiękowe rozwijają się w dwóch głównych kierunkach w zależności od tego, w jaki sposób oddziałują na materiał poddany sonikacji (nadźwiękawianiu). Ultradźwięki o stosunkowo małych częstotliwościach (poniżej 100-300 kHz) i dużych mocach (powyżej 1 W/cm²) pozwalają na wspomaganie procesów produkcji żywności. Umożliwiają modyfikację, a nawet niszczenie struktury komórkowej. Decydujący wpływ na te własności ultradźwięków ma zjawisko kawitacji ultradźwiękowej. Zjawisko to polega na nagłym zapadaniu się pęcherzyków gazu rozpuszczonego w materiale. W czasie implozji chwilowa temperatura może osiągać wartość 5000 K, a wartość ciśnienia może dochodzić do 100 MPa. Ultradźwięki o wysokich częstotliwościach (nawet do 100 MHz) i niskiej mocy (poniżej 1 W/cm²) pozwalają na prowadzenie nieniszczących i nieinwazyjnych badań żywności.

Sonikacja uważa się za technikę alternatywną do pasteryzacji i sterylizacji. W zależności od pastowanych parametrów ultradźwięków mogą one oddziaływać strukturą materiału poprzez efekt kawitacji, efekt termiczny lub oba te efekty łącznie.

Dyskusje w gronie naukowców wskazują na to, że metodą ultradźwiękową można z powodzeniem uznać za ekologiczną metodę obróbki żywności. Zatem jest wykorzystanie do obróbki żywności ekologicznej jest ze wszech miar pożądane.

W badaniach prowadzonych przez pracowników Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie we współpracy z pierwszą w Polsce masarnią ekologiczną, Zakładem Mięsnym Rolmięs w Łabiszynie posiadającym certyfikat Agro Bio Test i Ekoland przeprowadzono badania wpływu sonikacji na wybrane właściwości wyrobów ekologicznych.

Firma Rolmięs szczeni się tym, że stosuje metody ekologiczne na wszystkich etapach hodowli i produkcji, a w ofercie posiada mięso wieprzowe oraz wołowe. Hodowla zwierząt odbywa się wyłącznie w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych. Nie stosuje się przyspieszaczy (hormonów) wzrostu oraz antybiotyków. Do karmienia stosuje się wyłącznie pasze ekologiczne, bez dodatków syntetycznych i preparatów genetycznie modyfikowanych (GMO). W produkcji nie stosuje się żadnych chemicznych konserwantów lub sztucznych wypełniaczy, za wyjątkiem witaminy C i soli peklującej o specjalnie, dla Rolmięs zmniejszonej o 50% zawartości azotynu sodu. Stosuje się wyłącznie naturalne przyprawy ekologiczne jak czosnek, majeranek, cebula pochodzące od producentów ekologicznych oraz pieprz i gałkę muszkatołową w ziarnie. Wszystkie dodatki posiadają certyfikat zgodności produktu rolnictwa ekologicznego

Jednym z założeń projektu była popularyzacja spożycia mięsa wołowego. Jego spożycie w Polsce jest 5 krotnie mniejsze niż pozostałych krajach Unii Europejskiej. Wydaje się, że są dwa tego powody. Mianowicie cena i twardość. Ceny wołowiny rosną w zastraszającym tempie. Jest spowodowane w dużej mierze coraz większym eksportem. Ceny ustalane są zagranicą i są zbyt wysokie dla Polskiego konsumenta.

W związku z powyższym zespół UWM i Rolmięs podjął wyzwanie i wykorzystał w recepturach wołowinę jako dodatek do wieprzowiny w celu obniżenia ceny w stosunku do wyrobów z czystej wołowiny. Natomiast sonikację jako ekologiczną metodę obniżenia twardości wołowiny przy braku obniżenia jakości i bezpieczeństwa wyrobów.

Do badań wybrano parówkową oraz kindziuka wyprodukowanego wg. wspólnie opracowanej receptury.

Parówkowa

Skład parówkowej (na 100 kg)

wołowina 0%, 20%, 40%, 60%

Wieprzowina 100%, 80%, 60%, 40%

Cukier

Pieprz biały

Papryka słodka

Gałka muskatołowa

Witamina C

Sól peklująca

Kindziuk

Skład kindziuka (na 100 kg)

Wołowina Eko klasa I – 50kg

Wieprzowina Eko klasa IIA – 30kg

Wieprzowina Eko klasa IIB – 10kg

Wieprzowina Eko klasa III – 10 kg

Sól peklująca – 2kg

Czosnek 0,20kg

Przyprawa speedy

Przyprawa cygańska

Przyprawa Polska

Wyroby i surówce poddawano sonikacji o częstotliwości 20kHz, 40kHz i 100kHz i mocy 550W w czasie 6 min. W przypadku parówkowej w obróbce ultradźwiękowej poddawano gotowe wyroby. W przypadku kindziuka natomiast tylko mięso wołowe. Zachodziła bowiem obawa, że sonikacja zniszczy bakterie odpowiedzialne na jego dojrzewanie. Wyroby podzielono na dwie części. Pierwszą poddano analizom po procesie produkcji, a drugą po okresie przechowywania.

Przeprowadzono następujące analizy:

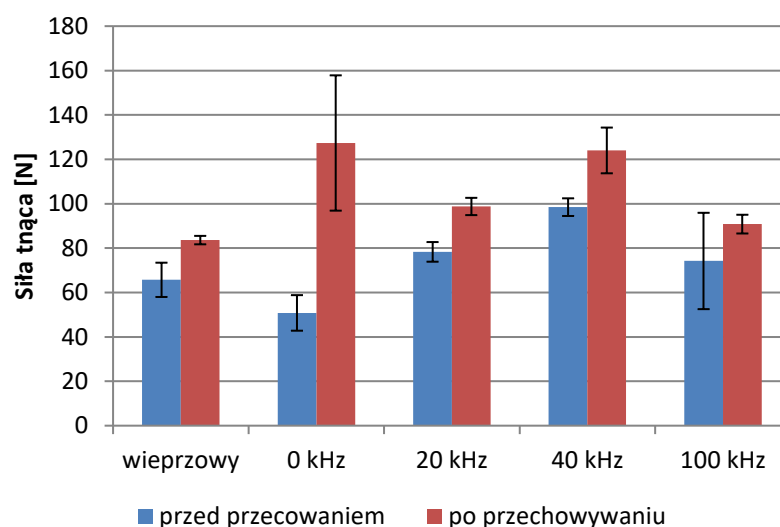
a. Ocena fizyko-chemiczna:

- Skład podstawowy (sucha masy, białko ogółem, tłuszcz, związki mineralne w postaci popiołu)
- Zawartość suchej masy
- Zawartość popiołu
- Oznaczenie białka ogółem
- Zawartość tłuszczu
- Wartość kaloryczną
- Pomiar wartości współczynnika pH
- Pomiaru barwy
- Pomiar parametrów tekstury
- Aktywność wody
- Oznaczanie wycieku swobodnego Pomiar wodochłonności
- Zawartość peptydów
- Właściwości przeciwutleniające

b. Ocena mikrobiologiczna:

c. Ocena jakości sensorycznej

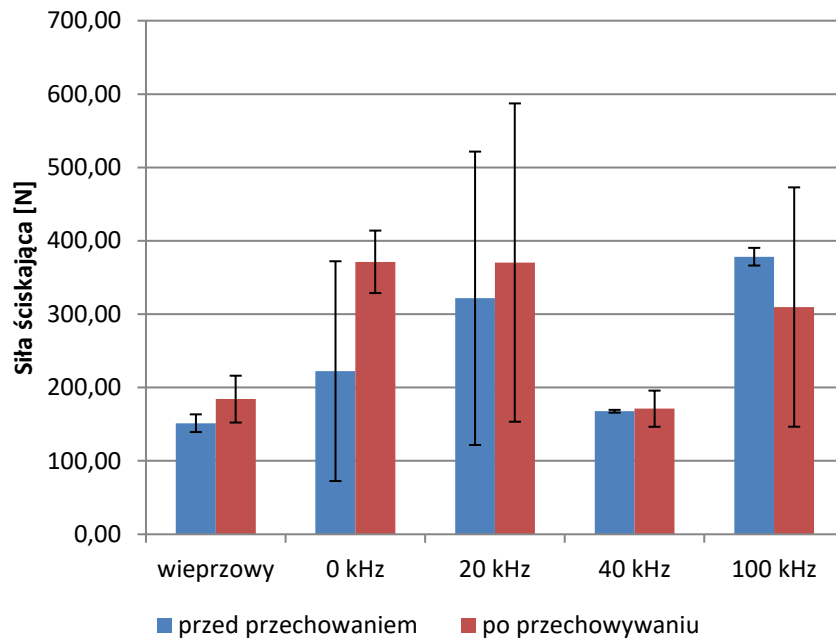
Niesonikowany **kindziuk** z 50% zawartością mięsa wołowego wykazuje znacznie większy wzrost siły cięcia po przechowywaniu w stosunku do jej wartości po produkcji. Sonikacja pozwala na skuteczne obniżenie tego wzrostu. Dla częstotliwości 100kHz wzrost ten jest porównywalny ze wzrostem siły cięcia dla kindziuka wieprzowego (rys. 1).



Rysunek 1. Siła tnąca dla badanych rodzajów kindziuka

Sonikacja kindziuka z 50% dodatkiem mięsa wołowego ultradźwiękami o częstotliwości 40kHz pozwala na uzyskanie siły ściskającej o wartości odpowiadającej kindziukowi wieprzowemu zarówno przed jak po przechowywaniu (rys. 2)

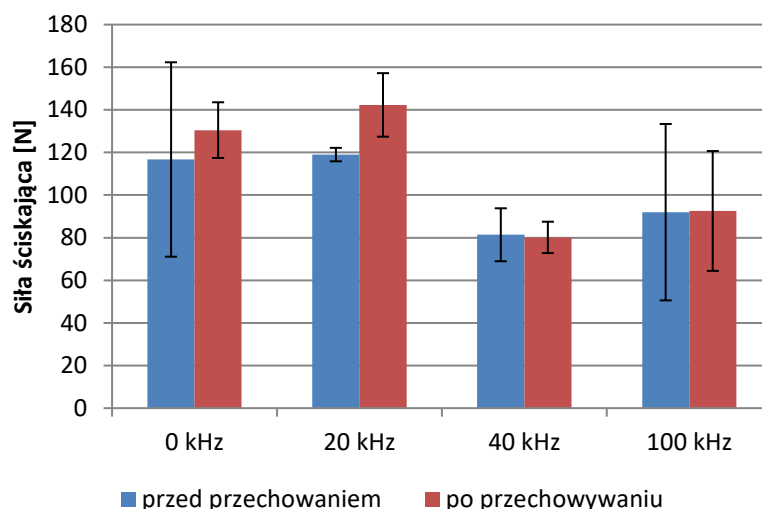
Sonikacja kindziuka z 50% dodatkiem mięsa wołowego ultradźwiękami o częstotliwości 40kHz pozwala na uzyskanie siły ściskającej o wartości odpowiadającej kindziukowi wieprzowemu zarówno przed jak po przechowywaniu (rys. 2)



Rysunek 2. Siła ściskająca dla badanych rodzajów kindziuka

Zastosowanie sonikacji o częstotliwości 40kHz i 100kHz do o

próbki parówkowej o 20% zawartości wołowiny pozwala na zmniejszenie siły ściskania poniżej wartości charakterystycznej dla materiału niesonikowanego (rys. 3) i wieprzowego (rys. 7.3 sprawozdanie).



Rysunek 3. Siła ściskająca dla parówek zawierających 20% wołowiny

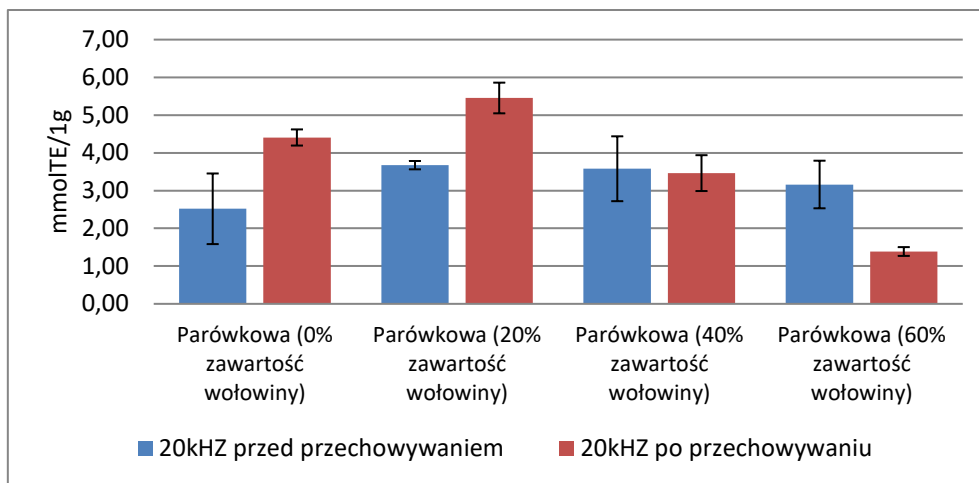
Próbki parówkowej o 60% zawartości wołowiny poddane działaniu ultradźwięków wykazały taką samą siłę ściskającą jak parówkowa wieprzowa. Sonikacja 40kHz spowodowała jej wzrost zarówno po produkcji jak i po przechowywaniu.

Sonikacja pozwala na utrzymanie lub nawet obniżenie twardości zarówno kindziuka o 50% zawartości wołowiny jak i parówkowej 20%, 40% i 60% dodatkiem wołowiny. Wyjątek stanowi parówkowa o 60% zawartości wołowiny poddana sonikacji 40kHz dla której wartość maksymalnej siły ściskającej wzrosła.

Wzrost udziału mięsa wołowego w parówkowej powodował wzrost poziomu anseryny. Ponieważ pełni ona rolę antyoksydantu wzrost jej poziomu świadczy o pozytywnym wpływie mięsa wołowego na termin przydatności do spożycia wyrobu.

Sonikacja powoduje obniżenie lub zniwelowanie wzrostu aktywności wody po przechowywaniu. Przyczynia się to do wydłużenia okresu trwałości produktu przez utrudnienie rozwoju drobnoustrojów. Najkorzystniejsza dla największej ilości badanych produktów wydaje się być sonikacja częstotliwością 20 kHz

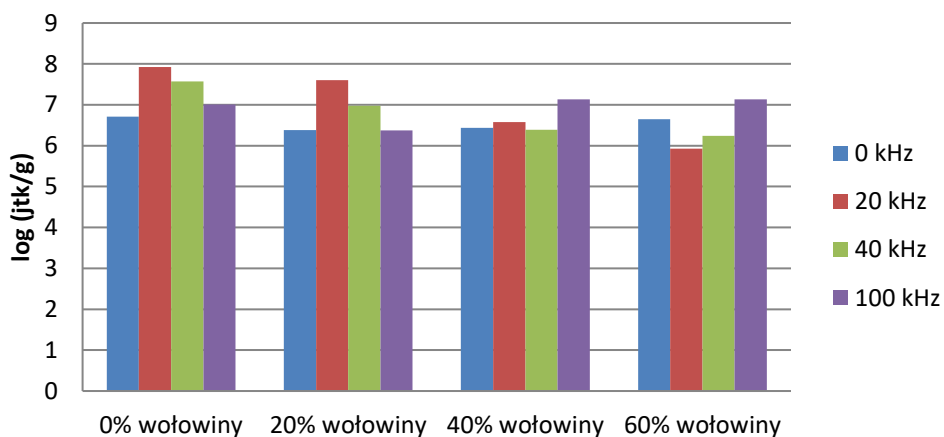
Natomiast największą siłę antyoksydacyjną wykazywała parówkowa bez dodatku mięsa wołowego poddane 20kHz (75%), (rys. 4).



Rys. 4. Potencjał przeciwutleniający wyrobów wędliniarskich poddanych sonikacji 20kHz

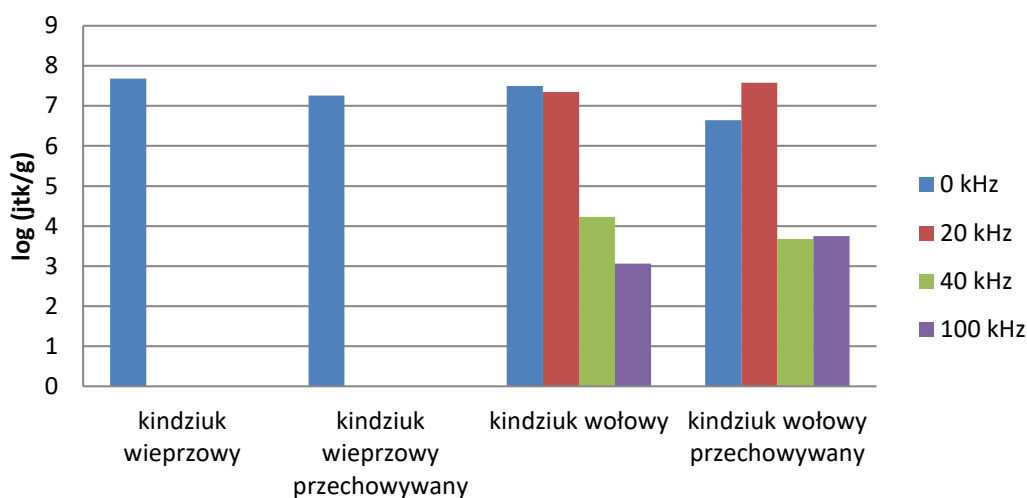
W przypadku parówkowej największą skuteczność inaktywacji bakterii obserwowano przy zastosowaniu ultradźwięków o częstotliwości 20 kHz jedynie w próbkach z dodatkiem 60% wołowiny, które zmniejszały ich liczbę o 0,72 log (rys. 5).

Rys. 5. Liczebność bakterii tlenowych mezofilnych w parówkach z różnym dodatkiem wołowiny bezpośrednio po sonikacji.



W przypadku kindziuka skuteczność była znacznie wyższa przy częstotliwościach 60kHz i 100 kHz, które redukowały liczebność bakterii o 3,45 i 4,62 log, co stanowi ponad 99,9% populacji (rys. 6)

Rys.6. Liczebność bakterii tlenowych mezofilnych w kindziuku bezpośrednio po sonikacji i po przechowywaniu.



Przechowywanie chłodnicze niwelowało całkowicie efekt redukcji liczby bakterii w przypadku parówek, podczas gdy utrzymywał się on wyraźnie w przypadku kindziuka wołowego w próbkach potraktowanych częstotliwością 60 i 100 kHz.

Sonikacja wpłynęła pozytywnie na wzrost nasycenia barwy mierzonej wartości C*

Ocena sensoryczna potwierdziła wyniki uzyskane w badaniach tekstury szczególnie dotyczących twardości wyrobów. Konsumenty potwierdzili odpowiednią twardość wyrobów mimo użycie do ich produkcji mięsa wołowego. Potwierdzono również wpływ sonikacji na kruchość, intensywność zapachu i smaku wyrobów.

Konsumenty stwierdzili również, że wyroby były „zbyt pikantne”. Po wielu konsultacjach,

stwierdzono, że w rejonie Kujawsko-Pomorskim właśnie tak przyprawione produkty cieszą się powodzeniem. Natomiast w regionie Warmińsko-Mazurskim gusta konsumentów są nieco inne. Dlatego podczas kolejnych badań należy uwzględnić rynek, na który będą trafiały produkty lub podjąć próbę otrzymania receptury uniwersalnej. Z podobnym problemem, potwierdzającym zjawisko spotkano się w gronie Firm tworzących Powiązanie Kooperacyjne Przetwórców Mięsa i Ryb na Podlasiu, którego miałem zaszczyt być koordynatorem.

Reasumując, przeprowadzone badania pozwalają na rekomendację obróbki ultradźwiękowej wyrobów wędliniarskich. Niestety nie można wyizolować uniwersalnych parametrów ultradźwięków. Aby skutecznie wpływać na wybrane własności wyrobów gotowych należy odpowiednio dobierać

parametry obróbki ultradźwiękowej. Badania wykazały, że naturalna twardość wołowiny jest niwelowana za pomocą sonikacji. Metoda ta z powodzeniem zastępować pasteryzacją i sterylizację pozwalając równocześnie na zwiększenie czystości mikrobiologicznej wyrobów przy zachowaniu, a dla niektórych parametrów zwiększeniu wartości odżywczych i jakości.