

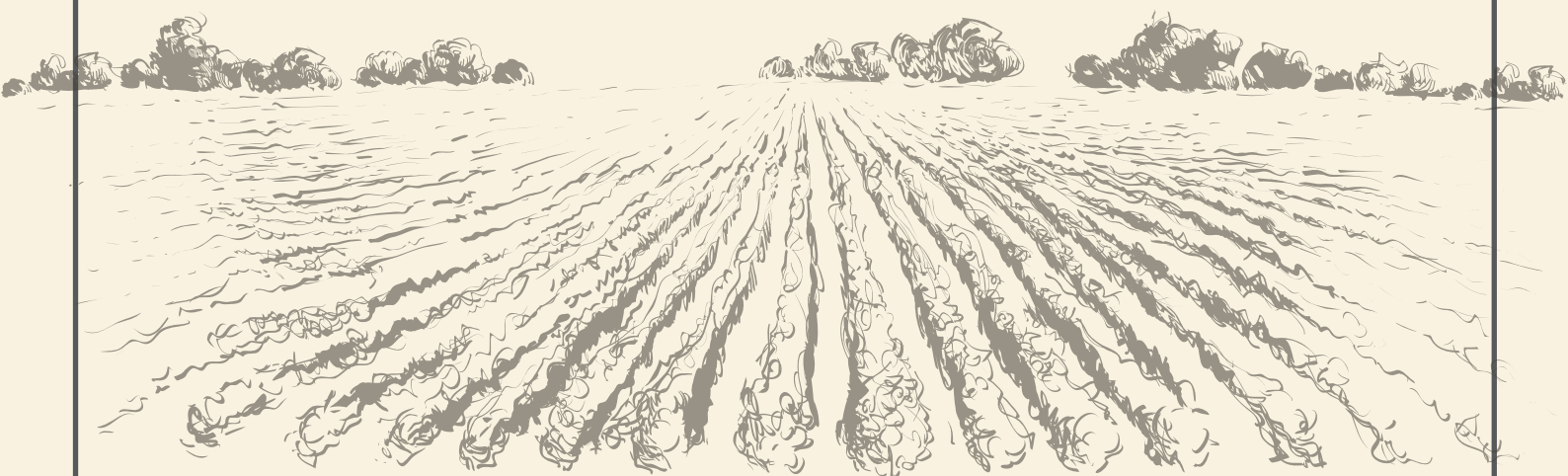


MINISTERSTWO
ROLNICTWA
I ROZWOJU WSI



EKOLOGICZNA PRODUKCJA I RYNEK ZIEMNIAKA

INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
– PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY



JADWISIN 2021 r.

EKOLOGICZNA PRODUKCJA I RYNEK ZIEMNIAKA

INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
– PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Autorzy opracowania:

Piotr Barbaś

Dominika Boguszewska- Mańkowska

Wojciech Nowacki

Milena Pietraszko

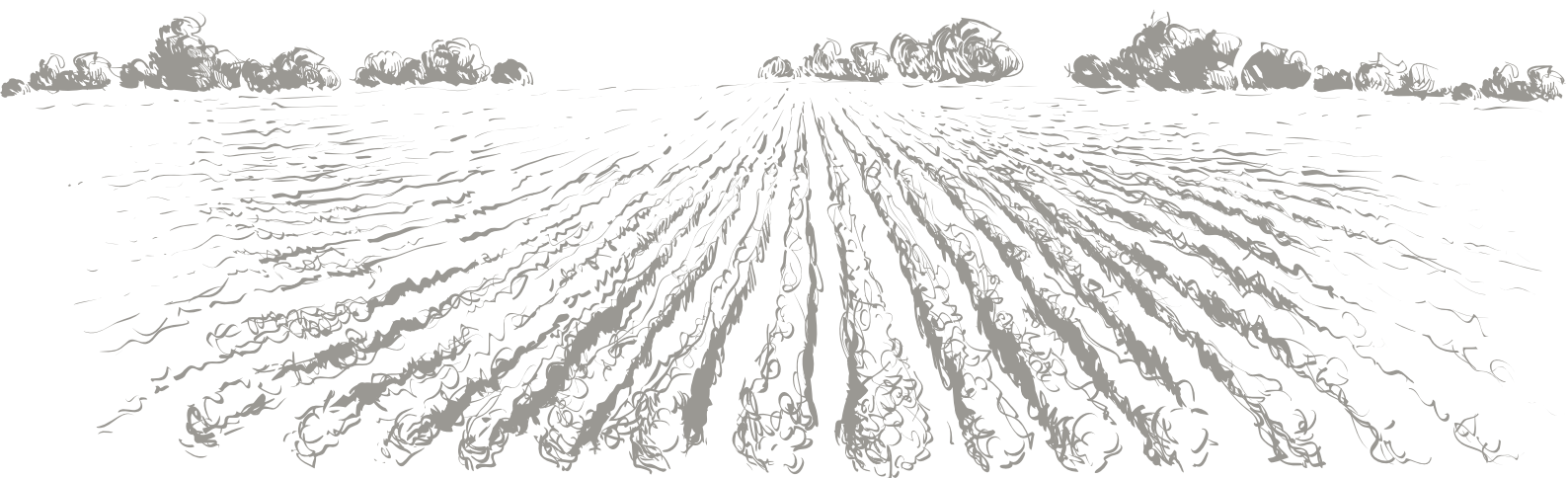
Cezary Trawczyński

Beata Wasilewska-Nascimento

Krystyna Zarzyńska

Opracowanie techniczne:

Agata Trocka



Spis treści

WPROWADZENIE	6
1. PRZYRODNICZE, ŚRODOWISKOWE, EKONOMICZNE I ORGANIZACYJNE UWARUNKOWANIA PRODUKCJI ZIEMNIAKA EKOLOGICZNEGO	7
1.1. Wymagania glebowo-klimatyczne uprawy ziemniaka	7
1.2. Lokalizacja gospodarstw ekologicznych produkujących ziemniaki	7
1.3. Rynkowe uwarunkowania ekologicznej produkcji ziemniaka	9
1.4. Okres przestawiania gospodarstwa na system ekologiczny	9
1.5. Formalno-prawne uwarunkowania ekologicznego systemu gospodarowania.....	10
2. UTRZYMYWANIE ŻYZNOŚCI GLEBY ORAZ ODŻYWIANIE ROŚLIN ZIEMNIAKA NA PLANTACJACH EKOLOGICZNYCH	12
2.1. Płodozmian – ogólne zasady	12
2.2. Przedplony i zmianowania z udziałem ziemniaka.....	13
2.3. Nawozy rolnicze do stosowania w ekologicznej uprawie ziemniaka	14
2.3.1. Nawozy naturalne i organiczne	14
2.3.2. Nawozy mineralne i środki do poprawy właściwości gleby	18
2.4. Prowadzenie bilansu składników pokarmowych.....	19
2.5. Bilansowanie substancji organicznej.....	23
3. UPRAWA GLEBY POD ZIEMNIAKI	25
4. DOBÓR ODMIAN ZIEMNIAKA DO UPRAWY EKOLOGICZNEJ	26
4.1. Cechy agrotechniczne i użytkowe odmian	27
4.2. Odmiany ziemniaka rekomendowane do produkcji ekologicznej.....	31
5. PRZYGOTOWANIE SADZENIAKÓW I TECHNOLOGIA SADZENIA	32
5.1. Wymagania prawne dotyczące materiału sadzeniakowego	32
5.2. Podstawowe zasady ekologicznej reprodukcji sadzeniaków.....	32
5.2.1. Objawy porażenia roślin ziemniaka wirusami	32
5.3. Zabiegi przygotowujące sadzeniaki do sadzenia	34
5.4. Technologia sadzenia	35
6. PIEŁĘGNOWANIE EKOLOGICZNEJ PLANTACJI ZIEMNIAKA	37
6.1. Klasyfikacja chwastów.....	37
6.2. Gatunki chwastów na plantacji ziemniaka	38
6.2.1. Chwasty jednoliścienne.....	38
6.3. Dozwolone metody regulacji zachwaszczenia w uprawach ekologicznych.....	43

7. OCHRONA EKOLOGICZNEJ PLANTACJI ZIEMNIAKA PRZED CHOROBYMI	45
7.1. Choroby ziemniaka okresu wegetacji	45
7.1.1. Rizoktonioza	45
7.1.2. Czarna nóżka	47
7.1.3. Zaraza ziemniaka.....	48
7.1.4. Alternarioza.....	51
7.2. Działania zapobiegające występowaniu chorób oraz ograniczające straty powodowane przez choroby ziemniaka na plantacji ekologicznej	52
8. OCHRONA EKOLOGICZNEJ PLANTACJI ZIEMNIAKA PRZED SZKODNIKAMI	55
8.1. Szkodniki części nadziemnej	55
8.2. Szkodniki korzeni i bulw okresu wegetacji	58
8.3. Ssaki - szkodniki w uprawie ziemniaków	59
8.4. Organizmy pożyteczne w ekologicznej uprawie ziemniaków.....	59
9. STRESY ABIOTYCZNE (STRES SUSZY I WYSOKIEJ TEMPERATURY) A UPRAWA ZIEMNIAKA W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM	62
10. STOSOWANIE NAWADNIANIA W GOSPODARSTWIE EKOLOGICZNYM UPRAWIAJĄCYM ZIEMNIAKI	65
10.1. Znaczenie optymalnego zaopatrzenia roślin w wodę	65
10.2. Stosowanie nawadniania w gospodarstwie ekologicznym.....	67
10.3. Zasady nawadniania ekologicznych plantacji ziemniaka	67
11. ZBIÓR PŁONU	73
11.1. Przygotowanie plantacji do zbioru	73
11.2. Technologia zbioru	74
12. PŁONOWANIE I JAKOŚĆ HANDLOWA BULW Z EKOLOGICZNYCH PLANTACJI ZIEMNIAKA	76
12.1. Wpływ warunków środowiska na wielkość plonu.....	76
12.2. Płonowanie odmian.....	77
12.3. Jakość handlowa bulw z uprawy ekologicznej.....	78
12.4. Możliwość poprawy wielkości i jakości plonu poprzez wybrane zabiegi uprawowe	80
13. PRZECHOWYWANIE I OBRÓBKA ZIEMNIAKA	82
13.1. Przygotowanie bulw do długotrwałego przechowywania.....	82
13.2. Procesy zachodzące w bulwach podczas przechowywania.....	82
13.3. Choroby okresu przechowalniczego oraz zapobieganie ich występowaniu	83
13.4. Straty przechowalnicze	84
13.5. Optymalne warunki termiczno-wilgotnościowe okresu przechowywania.....	84
13.6. Metody przechowywania ziemniaków.....	86
13.7. Technologia obróbki ziemniaków	87

14. RYNEK EKOLOGICZNYCH ZIEMNIAKÓW	89
14.1. Jakość oferty rynkowej ekologicznych ziemniaków	89
14.2. Przygotowanie do sprzedaży	90
14.3. Pakowanie i oznakowanie produktu ekologicznego	91
14.4. Metody sprzedaży ziemniaków ekologicznych.....	93
15. WARTOŚĆ ODŻYWCZA ZIEMNIAKÓW EKOLOGICZNYCH	95
15.1. Skład chemiczny bulw ziemniaka w zależności od systemu produkcji	96
15.2. Jakość kulinarna	97
16. EKONOMIKA EKOLOGICZNEJ PRODUKCJI ZIEMNIAKA	98
16.1. Koszty produkcji ziemniaka ekologicznego.....	98
16.2. Plon i jego wartość.....	99
16.3. Rentowność ekologicznej produkcji ziemniaka	99
17. CERTYFIKACJA GOSPODARSTW EKOLOGICZNYCH	101
17.1 Wykaz jednostek certyfikujących	101
18. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA.....	102

WPROWADZENIE

Pomimo olbrzymiego w ostatnich latach ograniczenia skali produkcji, ziemniak w naszym kraju jest w dalszym ciągu ważnym uprawnym gatunkiem rolniczym oraz podstawowym warzywem w naszej codziennej diecie. W latach 70-tych ubiegłego stulecia powierzchnia uprawy w Polsce sięgała 3 mln ha, a w 2000 roku wynosiła jeszcze blisko 1 mln ha. Tak bogate tradycje uprawy ziemniaka wywarły piętno na znaczeniu tego gatunku w gospodarce żywnościowej naszego kraju. Aktualnie powierzchnia uprawy ziemniaka w Polsce (w 2021 roku) wynosi ogółem już tylko około 230 tys. ha. Ziemniak jest uprawiany w różnych systemach gospodarowania w tym także w systemie ekologicznym.

Rolnictwo ekologiczne z roku na rok pozyskuje w Świecie coraz więcej zwolenników. Zwiększa się liczba sklepów oferujących żywność ekologiczną i zwiększa się także liczba konsumentów poszukujących tej żywności. Zasadniczym celem funkcjonowania rolnictwa ekologicznego jest produkcja zdrowej żywności a jednocześnie dbałość o otaczające nas środowisko przyrodnicze. Filozofią tego systemu gospodarowania w rolnictwie jest całkowite wyeliminowanie z procesów produkcji stosowania syntetycznych środków chemicznych na etapie uprawy roślin, przechowywania i późniejszego ich przetwarzania. Rolnictwo ekologiczne opiera się przede wszystkim na gruntownej wiedzy i umiejętności rolnika w stałym obcowaniu z przyrodą i rzeczywistością swojego gospodarstwa.

Wyspowsy charakter rolnictwa ekologicznego (gospodarstwo ekologiczne jest zazwyczaj otoczone gospodarstwami konwencjonalnymi) nie pozwala osiągnąć stanu pełnej równowagi w ekosystemie i dlatego ten system gospodarowania jest bardzo trudny a uzyskiwane przez rolników plony są niższe o około 30% od plonów rolnictwa konwencjonalnego. Dodatkowo ekologiczna produkcja jest bardzo pracochłonna.

Dlatego produkty ekologiczne są często droższe na rynku od produktów konwencjonalnych a ich nabywcami są albo bogatsi konsumenci albo o większej świadomości i dbałości o swoje zdrowie. Produkty ekologiczne są często smaczniejsze, o bardziej zrównoważonym składzie chemicznym typowym do danego gatunku czy odmiany w stosunku do produktów konwencjonalnych. Niektóre wyniki badań wskazują na wyższą zawartość w produktach ekologicznych substancji odżywczych czy witamin.

Wszystkich gospodarstw ekologicznych posiadających certyfikat jest obecnie w kraju ok. 20 tys. (dane z 2020 roku). Powierzchnia ekologicznych użytków rolnych po zakończonej konwersji w Polsce w 2020 roku wynosiła około 400 tys. ha, a w okresie konwersji dalsze ok. 108 tys. ha. Ekologicznych plantacji ziemniaka mamy w kraju bardzo mało, bo tylko 1200 ha (dane z 2018 roku), a szacowane zbiory wynoszą tylko około 16 tys. ton rocznie. Warto więc zastanowić się, dlaczego Polska słynąca w całym świecie z powszechnej uprawy ziemniaka stroni od upraw ekologicznych tego gatunku? Co jest przyczyną tak słabego zainteresowania przez rolników ekologiczną uprawą ziemniaka? Statystyczny Polak spożywa rocznie blisko 90 kg ziemniaków i jego przetworów. Program Zielonego Ładu zobowiązuje kraje członkowskie UE do osiągnięcia w najbliższych latach w rolnictwie 25% udziału systemu ekologicznego. Czy jest to w naszym kraju realne?

Niniejsze opracowanie jest źródłem wiedzy o ekologicznej uprawie i przechowywaniu ziemniaków. Zawarto w nim wiedzę o wymaganiach glebowo-klimatycznych upraw ziemniaka, o bilansowaniu odżywiania roślin z uzyskiwanymi plonami, o doborze odmian do uprawy ekologicznej, o agrotechnicznych metodach zapobiegania występowaniu i biologicznych metodach zwalczania agrofagów ziemniaka, o jakości uzyskiwanych plonów bulw i o przechowywaniu ziemniaków oraz o rentowności ekologicznej produkcji ziemniaka na tle innych systemów gospodarowania. Owocnej lektury.

1. PRZYRODNICZE, ŚRODOWISKOWE, EKONOMICZNE I ORGANIZACYJNE UWARUNKOWANIA PRODUKCJI ZIEMNIAKA EKOLOGICZNEGO

1.1. Wymagania glebowo-klimatyczne uprawy ziemniaka

Ziemniak nie ma bardzo dużych wymagań glebowych i środowiskowych. Do gleb typowych dla uprawy ziemniaka należą gleby wytworzone z piasków gliniastych lekkich i mocnych, rzadziej glin lekkich i pyłów zwięzłych. Są to najczęściej gleby kompleksu żytniego bardzo dobrego, dobrego oraz zbożowo górskiego rzadziej słabego.

Ziemniak uprawiany dla przetwórstwa spożywczego wymaga gleb cięższych o składzie mechanicznym gliny średniej, gliny lekkiej i piasku gliniastego mocnego z dobrze uregulowanymi stosunkami powietrzno-wodnymi, będących w wysokiej kulturze zasobnych w składniki pokarmowe, o odczynie lekko kwaśnym (pH 5,5 – 6,5), wolnych od chwastów korzeniowych i rozłogowych a szczególnie perzu. Gleby te powinny być pozbawione kamieni. Jeśli masa kamieni w warstwie ornej przekracza 10 t/ha, konieczne jest stosowanie odkamieniania i specjalnej technologii. Dobre właściwości fizyko-chemiczne środowiska glebowego poza stabilizacją plonowania pozwalają uniknąć szeregu wad, które decydują o cechach jakości bulw.

Ziemniak jest rośliną wrażliwą na niedobór wody w glebie. Przeciętne zapotrzebowanie ziemniaków na opady w okresie wegetacji wynosi od 250 do 450 mm wody. Ilości te uzależnione są od wielu czynników klimatycznych takich jak: usłonecznienie, temperatura i wilgotność powietrza, siła wiatru. Zdarza się, że ilości opadów optymalne dla plonu różnią się w poszczególnych latach nawet o ponad 100 mm. Ważniejszy od sumarycznej ilości opadów jest ich rozkład, a zwłaszcza jego zgodność z potrzebami roślin.

Dane IMGW-PIB wskazują, że w obszarze zachodniej i centralnej części kraju utrzymuje się stały niedobór opadów. Niedobór opadów dla ziemniaka występuje zwłaszcza w okresie od drugiej dekady lipca do połowy sierpnia. W ostatnich latach niedobór opadów zwiększa się przy równoczesnym wzroście temperatury powietrza co dodatkowo pogarsza warunki rozwoju roślin. Wobec takiej sytuacji nawadnianie staje się coraz bardziej niezbędnym elementem technologii produkcji ziemniaków.

Ostatnie zmiany klimatyczne, które cechuje duża zmienność w intensywności opadów na przemian z okresami suszy i wysokimi temperaturami stwarzają dyskomfort dla prawidłowego rozwoju roślin, a więc i dobrego ich plonowania. Praktycznie w każdym okresie wegetacji w poszczególnych latach występują okresy deficytu lub nadmiaru opadów.

Gleby próchniczne o wysokim kompleksie sorbcyjnym i dużej pojemności wodnej potrzebują mniej opadów i znoszą gorszy ich rozkład a gleby lekkie, piaszczyste o niskiej pojemności wodnej potrzebują częstszych opadów w okresie wegetacji.

1.2. Lokalizacja gospodarstw ekologicznych produkujących ziemniaki

Gospodarstwo ekologiczne powinno być położone w takiej odległości od źródeł pyłów, od zwałowisk odpadów metali ciężkich i od dużych ferm zwierzęcych produkujących gnojowicę, aby można było wykluczyć możliwości stałego wpływu zanieczyszczeń na proces produkcyjny. Odległość gospodarstwa od drogi o dużym natężeniu ruchu (ponad 500 pojazdów na godzinę) powinna wynosić co najmniej 100 m i obiekt gospodarstwa zaleca się ogrodzić od strony drogi gęstym żywopłotem. Gospodarstwo powinno być położone w takiej odległości od cieków z wodą pozaklasową wylewającą wiosną, aby wykluczyć wpływ na jakość wody gruntowej, studziennej i z wodociągu. Pod względem składu chemicznego jak i wskaźników mikrobiologicznych powinna ona odpowiadać normom krajowym. Zawartość metali ciężkich w glebie nie może przekroczyć podanych wartości progowych.

Oprócz najbliższego otoczenia, należy przyjrzeć się również światu zwierząt. Jak wiadomo sprzymierzeńcami człowieka w walce ze szkodnikami roślin są ptaki. W przypadku ziemniaków są to głównie bażanty, kuropatwy, gawrony, które zjadają stonkę i szkodniki glebowe. Te i inne zwierzęta zatrzymują się najchętniej na krzewach śródpolnych i miedzach, ponieważ tam znajdują schronienie i pożywienie. Dlatego tak ważne w produkcji ekologicznej jest występowanie zadrzewień śródpolnych i oczek wodnych. Ich wysokość i gęstość warunkują działanie ochronne przed wiatrem, ograniczają np. naloty mszyc, co w przypadku ziemniaka jest szczególnie istotne, ponieważ te owady są wektorami niektórych wirusów powodujących wyradzanie się roślin.

Ważną sprawą jest również ocena występowania organizmów glebowych. Specjalną rolę w środowisku glebowym odgrywają dżdżownice, które odtwarzają żyzność gleby. Obecność ich świadczy nie tylko o żyzności gleby. System korytarzy dżdżownic ma również duże znaczenie dla odpływu i rozdziału wód opadowych. Oprócz tego przemieszczają duże ilości ziemi leżącej w głębszych warstwach na powierzchnię. Liczebność ich wzrasta przy właściwej uprawie gleby i przy dostatecznym dostarczeniu materiału organicznego. Gleby przeznaczone pod ekologiczną uprawę ziemniaków powinny być zasobne w próchnicę i mikroorganizmy przetwarzające substancje organiczne.

Każdy z kierunków produkcji ziemniaków tj. na wczesny zbiór, zbiór główny na zaopatrzenie zimowe, sadzeniaki czy surowiec do przetwórstwa spożywczego mogą być uprawiane w systemie ekologicznym. Jednak należy przy danym kierunku produkcji uwzględnić warunki przyrodnicze najbliższego regionu.

Produkcja ziemniaków młodych (na wczesny zbiór) może być prowadzona:

- w zimnych obiektach ogrodniczych (tunele foliowe, szklarnie),
- w polu z zastosowaniem okrywy foliowej lub agrowłókniny lub bez okryw
- Niezależnie od stosowanej technologii uprawy jej opłacalność jest silnie uwarunkowana układem czynników pogodowych w okresie wiosny. Dla upraw prowadzonych w polu są to:
- szybkie tempo ogrzewania się gleby w okresie marzec-kwiecień,
- odpowiednio wysokie temperatury powietrza w maju i czerwcu, tzn. układ temperatur kształtuje się następująco: średnia temperatura w maju - 14°C, a w czerwcu - 17°C,
- brak majowych przymrozków,
- korzystny dla gromadzenia plonu rozkład opadów w maju i czerwcu.

Opracowany na podstawie wieloletniego układu temperatur podział naszego kraju na rejony o zróżnicowanej przydatności do produkcji ziemniaków wczesnych przedstawia rysunek 1.1.



- warunki termiczne sprzyjające uprawie ziemniaków na wczesny zbiór
- warunki termiczne sprzyjające uprawie ziemniaków na zbiór o 7 dni późniejszy niż w rejonie 1
- warunki termiczne nie sprzyjające uprawie ziemniaków na tak wczesny zbiór jak w rejonie 1 i 2
- warunki termiczne najmniej sprzyjające uprawie ziemniaków na najwcześniejszy zbiór

Rys. 1.1. Rejony o zróżnicowanej przydatności do polowej uprawy ziemniaków na wczesny zbiór (wg S. Roztropowicz)

1.3. Rynkowe uwarunkowania ekologicznej produkcji ziemniaka

Decydując się na produkcję ekologiczną ziemniaków należy dokładnie zbadać rynek zbytu tej rośliny. Najlepszą lokalizacją byłyby okolice dużych miast, gdzie istnieje sieć sklepów z żywnością ekologiczną. Zapotrzebowanie na tego rodzaju żywność wzrasta wraz ze wzrostem świadomości społeczeństwa. W dużych aglomeracjach, gdzie odsetek ludzi wykształconych i dobrze zarabiających jest największy istnieje większe prawdopodobieństwo zbytu żywności ekologicznej (w tym ziemniaków) niż w małych miejscowościach. Ceny żywności produkowanej metodami ekologicznymi są, ze zrozumiałych względów wyższe niż ceny żywności „konwencjonalnej”. Duża grupa społeczeństwa jest jednak gotowa zapłacić więcej, by zdrowiej się odżywiać.

Analiza tendencji obserwowanych na świecie wskazuje, że w przyszłości popyt na żywność ekologiczną będzie się zwiększać. Musimy nadążyć z podażą tego rodzaju żywności.

Innym rozwiązaniem oprócz lokalizacji produkcji wokół dużych miast jest organizowanie się producentów „ekologicznych” w grupy producenckie. Jednym z podstawowych czynników ograniczających sprzedaż krajową czy eksport żywności produkowanej metodami ekologicznymi jest silne rozproszenie gospodarstw ekologicznych, co utrudnia przygotowanie odpowiednich partii surowca. Bardzo ważnym elementem sprzedaży produktów ekologicznych jest również odpowiedni marketing.

1.4. Okres przestawiania gospodarstwa na system ekologiczny

Każdy rolnik, który zamierza wprowadzić ekologiczne metody produkcji musi w sposób krytyczny przeanalizować kondycję swojego gospodarstwa i postawić sobie zasadnicze pytanie: Czy rolnictwo ekologiczne jako przyszły system gospodarowania jest celem możliwym do zaakceptowania po to, aby wyjść z dotychczasowej specjalizacji produkcji, wyłączenia gospodarstwa ze stosowania chemicznych środków produkcji a wskutek tego pogodzenia się z uzyskiwanymi mniejszymi plonami w produkcji roślinnej i w konsekwencji ograniczenia maksymalizacji wyników produkcyjnych gospodarstwa za każdą cenę?

Nie wszystkie wyspecjalizowane gospodarstwa nadają się do przeprowadzenia takich zmian. Największe ograniczenia, a więc znaczne trudności w przestawianiu gospodarstwa na system ekologiczny dotyczą np.:

- gospodarstw rolnych o aktualnej orientacji monokulturowej wynikającej ze ścisłych powiązań z rynkiem zbytu artykułów rolnych
- gospodarstw nieposiadających infrastruktury do prowadzenia produkcji zwierzęcej
- gospodarstw aktualnie stosujących bardzo intensywny system gospodarowania wynikających z przekonań osobistych rolnika o słuszności takiego gospodarowania

Okres przestawiania gospodarstwa na system ekologiczny jest czasem potrzebnym na zmianę filozofii myślenia i działania. Szczególnej uwadze należy poświęcić obecnemu i przyszłemu krajobrazowi, płodozmianowi, mechanizacji wykonywanych prac oraz zbilansowaniu stanu produkcji roślinnej i zwierzęcej.

W systemie ekologicznym wskazane jest, aby w obrębie pól produkcyjnych lub w najbliższym sąsiedztwie znajdowały się wszelkiego rodzaju zadrzewienia i zakrzaczenia (wolnostojące drzewa, żywopłoty, kępy zadrzewień i zarośli czy śródpolne oczka wodne. Dzięki temu kształtować możemy właściwy mikroklimat (większa wilgotność powietrza, niższa transpiracja roślin, zapobieganie silnym wiatrom, występowaniu erozji powietrznej i wodnej. Badania udowodniły, że właściwie ukształtowany krajobraz zwiększa produktywność wszystkich roślin uprawnych a także może spełniać rolę rekreacyjną, co szczególnie ważne jest w ekologicznych gospodarstwach agroturystycznych.

Pozornie wydawać by się mogło, że nie ma żadnej różnicy pomiędzy rolnictwem konwencjonalnym a ekologicznym, gdy chodzi o stosowanie mechanizacji prac uprawowych, pielęgnacyjnych czy zbioru uzyskanych plonów. Tak jednak do końca nie jest a uwagi zawarte poniżej wynikają z wieloletnich obserwacji problemów z jakimi borykają się gospodarstwa ekologiczne. Oto niektóre sugestie:

- niedoskonałość kombajnowego zbioru wszelkich nasion. Konstrukcje współcześnie eksploatowanych kombajnów zbożowych nie pozwalają na jednoczesny zbiór nasion roślin uprawnych i oddzielnie zbior nasion chwastów. Lżejsze z reguły nasiona chwastów wraz ze słomą pozostają po zbiorze na polu i zwiększają zachwaszczenie pól uprawnych. Dlatego też do rolnictwa ekologicznego powinna być zmieniona konstrukcja maszyn zbierających zboża i rośliny strączkowe. Nie wykluczona jest także koncepcja powrotu do zbioru dwufazowego.
- wyższa wydajność prowadzonych prac uprawowych ogranicza redukcję liczebności szkodników glebowych przez ptaki. W ostatnich latach obserwuje się w rolnictwie nasilone występowanie szkodników glebowych takich jak drutowce, rolnice czy pędraki. Jest wiele przyczyn tego nasilającego się zjawiska a jednym z nich jest prawdopodobnie wysoka wydajność prac uprawowych takich jak orka czy kultywatorowanie nie wspominając już uprawy bezorkowej.

W gospodarstwie ekologicznym powinna być prowadzona obok produkcji roślinnej także produkcja zwierzęca. Wynika to z następujących powodów:

- obornik, gnojowica i gnojówka pochodzące z własnego chowu zwierząt stanowią naturalne nawozy rolnicze wykorzystywane w produkcji roślinnej i zabezpieczają bilans nawozowy gospodarstwa
- produkowane pasze pochodzące z celowej produkcji roślinnej lub będące odpadami tej produkcji mogą być skarmiane przez zwierzęta gospodarskie a poprzez to płodozmiany w gospodarstwach ekologicznych są bardziej rozbudowane i efektywniejsze
- zwiększone spektrum produktów ekologicznych pochodzących z produkcji roślinnej i zwierzęcej w gospodarstwie ekologicznym zwiększa rentowność produkcji rolniczej oraz uatrakcyjnia ekologiczne gospodarstwa agroturystyczne.

Prowadzenie nowoczesnej produkcji zwierzęcej w gospodarstwie ekologicznym jest jednak bardzo trudne i zwiększa zapotrzebowanie na siłę roboczą.

Czas trwania konwersji, czyli przestawienia produkcji prowadzonej w systemie konwencjonalnym na produkcję ekologiczną w gospodarstwie rolnym jest uzależniony od różnych czynników, ale ogólnie rzecz biorąc potrzeba 2-3 lat po to, aby zastosowane w gospodarstwie metody biologiczne produkcji dały pierwsze pozytywne rezultaty. Jest to usankcjonowane w formalno-prawnych uwarunkowaniach rolnictwa ekologicznego.

1.5. Formalno-prawne uwarunkowania ekologicznego systemu gospodarowania

Rolnictwo ekologiczne jako certyfikowany system gospodarowania wymaga szeregu uregulowań prawnych, pozwalających rolnikowi na prowadzenie gospodarstwa zgodnie z przyjętymi zasadami a jednostkom certyfikującym na prowadzenie kontroli nad procesem produkcji. Aktualnie obowiązującymi najnowszymi aktami prawnymi z zakresu rolnictwa ekologicznego są:

- USTAWA z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. z 2009 r. Nr 116, poz. 975)
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 15 lipca 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. z 2020 r., poz. 1324)
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 czerwca 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wzoru formularza wykazu producentów, którzy spełnili wymagania dotyczące produkcji w rolnictwie ekologicznym, oraz sposobu jego przekazywania (Dz. U. z 2019 r., poz. 1315)
- Wytyczne do Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie rodzajów nieprawidłowości lub naruszeń przepisów dotyczących rolnictwa ekologicznego i minimalnych środków, jakie jednostki certyfikujące są obowiązane zastosować w przypadku stwierdzenia wystąpienia tych nieprawidłowości lub naruszeń w ramach kontroli w rolnictwie ekologicznym
- Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 8 sierpnia 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania pomocy finansowej w ramach działania „Rolnictwo ekologiczne” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020

- ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2018/848 z dnia 30 maja 2018 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007
- ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2017/625 z dnia 15 marca 2017 r. w sprawie kontroli urzędowych i innych czynności urzędowych przeprowadzanych w celu zapewnienia stosowania prawa żywnościowego i paszowego oraz zasad dotyczących zdrowia i dobrostanu zwierząt, zdrowia roślin i środków ochrony roślin, zmieniające rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 999/2001, (WE) nr 396/2005, (WE) nr 1069/2009, (WE) nr 1107/2009, (UE) nr 1151/2012, (UE) nr 652/2014, (UE) 2016/429 i (UE) 2016/2031, rozporządzenia Rady (WE) nr 1/2005 i (WE) nr 1099/2009 oraz dyrektywy Rady 98/58/WE, 1999/74/WE, 2007/43/WE, 2008/119/WE i 2008/120/WE, oraz uchylające rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 854/2004 i (WE) nr 882/2004, dyrektywy Rady 89/608/EWG, 89/662/EWG, 90/425/EWG, 91/496/EWG, 96/23/WE, 96/93/WE i 97/78/WE oraz decyzję Rady 92/438/EWG (rozporządzenie w sprawie kontroli urzędowych)

2. UTRZYMYWANIE ŻYZNOŚCI GLEBY ORAZ ODŻYWIANIE ROŚLIN ZIEMNIAKA NA PLANTACJACH EKOLOGICZNYCH

Żyzność gleby można streścić jako naturalny stan zasobności w składniki pokarmowe oraz właściwości fizyczne decydujący o zdolność do zaspakajania potrzeb uprawianych roślin.

Chcąc zapewnić żyzność gleby w systemie gospodarowania ekologicznego, należy zadbać szczególnie o właściwie skonstruowany płodozmian (z uwzględnieniem odpowiedniego udziału w zmianowaniu roślin bobowatych i różnych gatunków roślin międzyplonowych) oraz utrzymanie substancji organicznej w glebie (stosowanie nawozów naturalnych i organicznych). W wyjątkowych przypadkach (stwierzonego niedoboru określonych składników makro- czy mikroelementowych) uzupełnienie nawożenia mineralnego w formie nawozów pochodzących z naturalnych kopalin. Wszystko to decyduje o żyzności gleby, aktywności biologicznej gleby i stabilności plonowania roślin w przedziale wieloletnim. Wysokie wymagania środowiskowe ziemniaka wynikające między innymi z płytkiego systemu korzeniowego, uprawy w szerokich rzędach, mechanicznej pielęgnacji sprzyjającej wzmożonej mineralizacji substancji organicznej, a także z uwagi na uzyskiwaną wysoką masę towarową plonu czy wrażliwość bulw na nieodpowiednie właściwości fizyczne gleby (pogorszenie cech jakości bulw) sprawiają, że wymagania tej rośliny są dość wysokie. Gleba powinna charakteryzować się uregulowanymi stosunkami powietrzno-wodnymi, dużą zawartością próchnicy (najlepiej powyżej 2%) i zasobnością w potas, niezbyt kwaśnym odczynem (pH w KCl 5,5–6,5) i stanowiskiem wolnym od chwastów, szczególnie perzu właściwego i ostrożnia polnego, a także pozbawiona powinna być kamieni. Generalnie niedostateczne wnoszenie lub brak w różnej formie nawozów naturalnych lub organicznych tworzących próchnicę może prowadzić do spadku żyzności gleby i w konsekwencji obniżenia plonu zarówno ziemniaków jak i roślin następczych uprawianych po ziemniakach.

2.1. Płodozmian – ogólne zasady

Płodozmian w systemie produkcji ekologicznej powinien spełniać dwie zasadnicze funkcje: nawozową, poprzez dobór odpowiednich gatunków roślin utrzymanie żyzności gleby i sanitarną, odkażającą oraz ochronną zapobiegającą lub ograniczającą występowanie chorób, szkodników czy chwastów. W systemie produkcji ekologicznej rotacja płodozmiianu powinna stanowić 20-30% udziału roślin bobowatych oraz uwzględniać udział w zmianowaniu od 15 do 30% wsiewek i roślin międzyplonowych. Ważną rolę w ogniwie zmianowania ekologicznego stanowią też okopowe, w tym ziemniak, głównie ze względu na właściwości fitosanitarne i redukcję zachwaszczenia. Udział ziemniaka w strukturze zasiewów nie powinien przekraczać jednak 20–25%, co wyznaczają wysokie wymagania fitosanitarne tej rośliny, szczególnie niebezpieczeństwo występowania wielu chorób pochodzenia bakteryjnego i grzybowego, które ulegają nasileniu w przypadku częstego następstwa po sobie. Oznacza to, że przerwa w uprawie ziemniaków na tym samym polu powinna wynosić 4 do 5 lat. Z kolei udział zbóż w gospodarstwach ekologicznych powinien stanowić 40–60%, co stwarza możliwość uprawy zbóż po przedplonach nie zbożowych (bobowate oddzielenie lub w mieszankach z trawami, okopowe). Dodatkowo należy mieć na uwadze:

- Regularne co 3 - 4 lata stosowanie obornika lub kompostu najlepiej pod rośliny charakteryzujące się ujemnym wpływem na bilans próchnicy w glebie, do których należy ziemniak,
- Po gatunkach roślin o większych wymaganiach pokarmowych uprawianie roślin o mniejszych wymaganiach pokarmowych, dobrze wykorzystujących pozostałe w glebie składniki nawozowe,
- Po roślinach przesuszających silnie warstwę orną, korzeniących się płytko i słabo zacieniających glebę w lecie (zboża) uprawę roślin o głęboko sięgającym systemie korzeniowym, które pobierają wodę i rozpuszczone w niej składniki pokarmowe z warstw głębszych, np. łubiny,
- Po roślinach wzbogacających glebę w azot uprawiać rośliny o dużym zapotrzebowaniu na ten składnik i wykorzystujące dobrze jego pozostałość w glebie, np. zbożowe,
- Po roślinach niszczących strukturę roli w związku z niedostatecznym ocienieniem (zboża) uprawiać rośliny obficie ulistnione (mieszanki pastewne) i odwrotnie,

- Po roślinach względnie silnie zachwaszczających pole należy uprawiać rośliny odchwaszczające (tworzące silne zwarcie i zacienienie) i odwrotnie.
- Po roślinach wzbogacających glebę w substancję organiczną, a tym samym podwyższających żyzność gleby (w największym stopniu drobno i grubonasienne gatunki roślin bobowatych) uprawa roślin zubażających glebę (okopowe, korzeniowe, kukurydza na kiszonkę) i odwrotnie.

2.2. Przedplony i zmianowania z udziałem ziemniaka

Ziemniak należy jednak do roślin tolerancyjnych na stanowisko pod warunkiem jedynie odpowiedniego przygotowania pola (gleba spulchniona) i wniesienia znacznej ilości masy organicznej. Dobre przedplony pod ziemniak stanowią trawy w uprawie polowej, buraki oraz zboża, ale uzupełnione uprawą międzyplonów czy wsiewek szczególnie z roślin bobowatych. Najlepsze jednak stanowisko dla ziemniaka stanowią wieloletnie rośliny bobowate, np. koniczyny, lucerna lub ich mieszanki z trawami oraz jednoroczne rośliny bobowate, np. na glebach lżejszych seradela, wyka ozima, peluszką, łąbin żółty, a na glebach cięższych wyka jara, groch, bobik, łąbin wąskolistny i biały. W systemie produkcji ekologicznej rotacja płodozmianu powinna być minimum 4-letnia, ale optymalna długość rotacji (ilość roślin głównych uprawianych w zmianowaniu) powinna wynosić 5–7 lat. Właściwa struktura zasiewów, czyli procentowy udział poszczególnych gatunków roślin w zmianowaniu pozwala spełnić podstawowe funkcje płodozmianu, czyli nawozową i sanitarną. Przykładowe płodozmiany z udziałem ziemniaka w strukturze zasiewów i doбором pozostałych gatunków roślin na gleby lekkie przedstawiono w tabeli 2.1, natomiast na gleby średnie w tabeli 2.2.

Tabela 2.1. Przykłady płodozmianów na gleby lekkie

Rotacja 4 – polowa (udział ziemniaka w strukturze 25%)			
1.	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺
2.	Żyto + wsiewka seradeli	Żyto + międzyplon (gorczyca)	Żyto
3.	Owies	Łubin żółty + peluszką	Łubin żółty lub peluszką
4.	Łubin żółty lub peluszką	Żyto + wsiewka seradeli	Żyto + międzyplon (facelia)
Rotacja 5 – polowa (udział ziemniaka w strukturze 20%)			
1.	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺
2.	Żyto + wsiewka seradeli	Żyto + międzyplon (facelia)	Żyto + międzyplon (facelia)
3.	Owies + jęczmień jary	Owies + międzyplon (gorczyca)	Łubin żółty + peluszką
4.	Żyto + międzyplon (gorczyca)	Łubin żółty + peluszką	Gorczyca biała
5.	Łubin + peluszką	Żyto + międzyplon (facelia)	Żyto
Rotacja 7 – polowa (udział ziemniaka w strukturze 14,3%)			
1.	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺
2.	Żyto + wsiewka seradeli	Żyto + wsiewka seradeli	Żyto + wsiewka seradeli
3.	Owies lub jęczmień jary	Łubin żółty + peluszką	Owies lub jęczmień jary
4.	Żyto + międzyplon (gorczyca)	Owies + międzyplon (łąbin)	Żyto + międzyplon (facelia)
5.	Facelia	Żyto + międzyplon (facelia)	Łubin żółty + peluszką
6.	Żyto	Gorczyca biała	Gorczyca biała
7.	Łubin żółty lub peluszką	Owies + jęczmień jary	Żyto

⁺⁺ - dawka obornika 25 t/ha.

Tabela 2.2. Przykłady płodozmianów na gleby średnie

Rotacja 4 – polowa (udział ziemniaka w strukturze 25%)			
1.	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺
2.	Pszenica o. + międzyplon groch	Pszenica ozima	Pszenica o. + międzyplon rzepak
3.	Jęczmień jary	Łubin b. lub groch lub bobik	Łubin b. lub groch lub bobik
4.	Łubin b. lub groch lub bobik	Pszenica o. + międzyplon rzepak	Pszenica ozima
Rotacja 5 – polowa (udział ziemniaka w strukturze 20%)			
1.	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺
2.	Pszenica o. + międzyplon groch	Pszenica o. + międzyplon groch	Pszenica o. + międzyplon rzepak
3.	Jęczmień jary	Jęczmień j. + międzyplon rzepak	Łubin biały + groch
4.	Pszenica o. + międzyplon rzepak	Łubin biały + groch	Rzepak
5.	Łubin biały + groch	Pszenica o.+ międzyp. Słonecznik	Pszenica ozima
Rotacja 7 – polowa (udział ziemniaka w strukturze 14,3%)			
1.	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺	Ziemniaki ⁺⁺
2.	Pszenica o. + międzyplon rzepak	Pszenica o.+ międzyp. Słonecznik	Pszenica o. + międzyplon groch
3.	Jęczmień jary	Łubin biały + groch	Jęczmień jary
4.	Pszenica o. + międzyplon groch	Jęczmień j. + międzyplon rzepak	Pszenica o. + międzyplon rzepak
5.	Facelia	Pszenica o. + międzyplon groch	Łubin biały + groch
6.	Pszenica ozima	Rzepak	Rzepak
7.	Łubin b. lub groch lub bobik	Jęczmień jary	Pszenica ozima

⁺⁺ - dawka obornika 25 t/ha.

2.3. Nawozy rolnicze do stosowania w ekologicznej uprawie ziemniaka

2.3.1. Nawozy naturalne i organiczne

Celem utrzymania żyzności gleby, podnoszenia jej aktywności biologicznej i zapewnienia dobrego rozwoju mikroorganizmów w niej bytujących niezbędne jest dostarczenie pożywki. W rolnictwie ekologicznym służyć temu powinny przede wszystkim nawozy wnoszące substancję organiczną. Spośród nawozów naturalnych wykorzystywany powinien być **obornik** i **gnójówka**, a organicznych **kompost** oraz w warunkach braku produkcji zwierzęcej **słoma** i **międzyplony na zielony nawóz**. Nawozy naturalne i organiczne oprócz utrzymywania żyzności gleby w przedziale długofalowym, zwiększają pojemność sorpcyjną gleby, są czynnikiem poprawiającym strukturę i pojemność wodną, źródłem makro- i mikroelementowych oraz energii dla drobnoustrojów. Stosując nawozy naturalne należy pamiętać, że wielkości dawek i terminy stosowania powinny wynikać z zapisu ustawy (Program działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu - Rozporządzenie RM z dn. 12.02.2020 r. Poz. 243), która określa rocznie maksymalną ilość 170 kg/ha azotu wprowadzoną do gleby w ich

formie oraz stosowanie w okresie od 1 marca do 20 października (nawozy płynne), natomiast do 31 października nawozy stałe.

Obornik – obornik stosowany pod ziemniaki powinien być dobrze przefermentowany, czyli taki, w którym stosunek C:N wynosi poniżej 20:1, co warunkuje optymalne jego działanie nawozowe. Obornik słomiasty, w którym stosunek C:N wynosi powyżej 30:1 oprócz utrudnionego przyorania prowadzi również do przesuszenia gleby i w następstwie może być przyczyną rozwoju parcha zwykłego na bulwach. Obornik zaleca się stosować w dawkach 20-25 t/ha. Stosowanie wyższych dawek może być nieefektywne i prowadzić do częściowych start składników, związków fosforu, potasu, ale przede wszystkim azotu, kiedy jeszcze po zbiorze bulw może następować jego rozkład i wymywanie azotanów do wód gruntowych. W uprawie ziemniaków w gospodarstwach ekologicznych obornik najlepiej zastosować wiosną. Jesienne stosowanie obornika, szczególnie w warunkach gleb lżejszych oraz nadmiernych opadów deszczu w okresie jesiennym i słabym przemarzaniu gleby w okresie zimy, stwarza większe niebezpieczeństwo przenikania do wód gruntowych składników nawozowych uwalnianych w wyniku mineralizacji substancji organicznej z obornika, niż ma to miejsce w okresie wiosennego wnoszenia obornika. Stosowanie obornika wiosną sprowadza się powinno do możliwie najwcześniejszego jego zastosowania i wykonania orki przykrywającej ten nawóz. Zawartość składników pokarmowych w oborniku zależy głównie od gatunku zwierząt (tabela 2.3).

Tabela 2.3. Zawartość podstawowych makroelementów (%) w świeżej masie obornika (75% wody) wg Maćkowiaka 2004

Rodzaj obornika	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bydlęcy	0,5	0,3	0,6
Świński	0,5	0,4	0,7
Koński	0,5	0,3	0,9
Owczy	0,8	0,4	1,3
Kurzy	1,2	0,8	0,8

Wykorzystanie przez ziemniaki składników z obornika w pierwszym roku może wynieść do 50%, z czego azotu do 30%, czyli około 40 kg, do 30% fosforu, czyli około 20 kg i do 50% potasu, co stanowi około 90 kg. Wartość nawozowa obornika kształtowana jest w znacznej mierze podczas jego przechowywania. Najlepszym sposobem przechowywania obornika (w największym stopniu minimalizującym straty zawartych w nim składników) jest gnojownia, gdzie powinien być układany warstwami około 30 cm i ugniatany w celu ograniczenia dostępu powietrza. Płyta gnojowa powinna posiadać utwardzone podłoże z odpowiednim spadkiem celem odprowadzenia do specjalnej studzienki wody gnojowej. W oborniku prawidłowo przechowywanym na gnojowni straty azotu stanowiąc mogą do 20%. Natomiast podczas niewłaściwego przechowywania obornika w luźnym stosie straty azotu mogą dochodzić do 50%, na skutek wymywania przez opady i ułatniania się w formie gazowej.

Stosując obornik należy mieć na uwadze, że część azotu w nim zawarta znajduje się w formie amonowej, która może łatwo ułatniać się do atmosfery w formie amoniaku. Aby temu zapobiec, należy obornik po rozrzuconiu na polu przyorać jeszcze w tym samym dniu. Ograniczeniu strat azotu sprzyja również stosowanie obornika w dni bezwietrzne i pochmurne lub dni dżdżyste.

Gnojówka - jest nawozem potasowo - azotowym, zawiera znikome ilości fosforu, więc należy zadbać o uzupełnienie tego składnika stosując tą formę nawozu. Skład chemiczny gnojówki kształtuje się w zależności od gatunku zwierząt (tabela 2.4). Gnojówkę pod ziemniaki najlepiej jest zastosować wiosną w dawce 20–30 m³/ha. Należy zwrócić uwagę, że azot w gnojówce występuje w całości w formie amonowej, łatwo dla roślin dostępnej, ale również łatwo ulegającej stratom do atmosfery. Dla zmniejszenia strat azotu należy gnojówkę stosować w dni bezwietrzne i pochmurne i natychmiast wymieszać z glebą. Działanie nawozowe gnojówki ogranicza się do jednego roku. Gnojówkę można również wykorzystać do polewania przyzmy kompostowej, aby zapobiec jej przesuszeniu lub na słomę celem przyspieszenia jej rozkładu.

Tabela 2.4. Zawartość podstawowych składników (%) w gnojówce (Maćkowiak 2004)

Rodzaj	N	P2O5	K2O
Bydlęca	0,3	0,03	0,8
Świńska	0,3	0,04	0,4

Kompost – proces kompostowania polega na humifikacji materiału organicznego, głównie przez bakterie. Właściwe przemiany w trakcie kompostowania wymagają odpowiednich materiałów, aby stworzyć odpowiednie warunki do rozwoju mikroorganizmów. Wyróżnić można materiały, które mają dużo azotu (C:N poniżej 25:1, np. odpadki żywności, trawa, zielona masa i siano z bobowatych, młode gałęzie, chwasty), które się dobrze kompostują (obornik, resztki warzyw i owoców, kiszonki i sianokiszonki z traw) oraz materiały zawierające dużo węgla (C:N powyżej 35:1, np. trociny, kora z drzew, słoma, plewy, suche liście i łodygi). Najlepiej mieszać ze sobą materiały o dużym stosunku C:N z materiałami o małym stosunku C:N. Przy produkcji kompostów wyjściowy materiał organiczny formuje się w pryzmy i utrzymuje przez kilka miesięcy, zapewniając napowietrzenie (kilkakrotne mieszanie masy organicznej) i wilgotność (polewanie wodą lub gnojówką). Materiał jest gotowy do użycia, gdy stosunek C:N kształtuje się na poziomie 25-20:1, a masa kompostowa zatraci strukturę wyjściowej substancji organicznej i stanie się jednolita. W kompoście gospodarczym ze względu na różnorodność użytych materiałów zawartość składników może się wahać w szerokim zakresie, ale średnie wartości to: 0,6 % N, 0,1 % P, 0,3 % K w świeżej masie. Kompost można zastosować pod ziemniaki według zasad i w dawce podobnej do obornika.

Słoma - dostarcza niewielkie ilości składników pokarmowych w porównaniu z innymi formami nawozów, ale jest dobrym źródłem substancji organicznej. Zawartość składników w słomie różni się w zależności od gatunku (tabela 2.5). Specyficzną cechą słomy jest szeroki stosunek C : N, wynoszący 80–100 : 1, podczas gdy w oborniku stosunek C : N waha się w granicach 20–25:1, zaś w glebie 8–12 : 1. Taki szeroki stosunek C : N w słomie po jej przyoraniu może prowadzić do unieruchomienia azotu w glebie. Chcąc temu zapobiec oraz przyspieszyć rozkład słomy należy zastosować przed jej przyoraniem dodatek azotu (1 kg N na 100 kg przyorywanej słomy). Dobrym rozwiązaniem może być zastosowanie na pociętą słomę gnojówki. Przyorywanie słomy po zbiorze roślin pełnić też może rolę ochronną, wiążąc azot w glebie i nie dopuszczając do jego wymycia.

Tabela 2.5. Zawartość podstawowych makroelementów w różnych gatunkach słomy (%) wg Popławskiego

Gatunek słomy	N	P2O5	K2O
Pszenica	0,7	0,2	1,4
Żyto	0,5	0,2	1,2
Jęczmień	0,6	0,3	2,0
Owies	0,8	0,3	2,7
Kukurydza	0,7	0,6	2,0
Rzepak	0,7	0,3	2,5
Groch i bobik	1,5	0,2	1,3

Słoma roślin zbożowych powinna zostać rozdrobniona najlepiej na odcinki poniżej 10 cm i przyorana bezpośrednio po zbiorze ziarna podorywką na głębokość 10–12 cm.

Zielony nawóz (międzyplony) - to rośliny uprawiane pomiędzy dwoma plonami głównymi. Stanowią przyorywane niedojrzałe rośliny, w których znaczna część azotu i węgla występuje w związkach prostych, łatwiej ulegających w glebie mineralizacji, niż u roślin dojrzałych. Z tego powodu ich działanie nawozowe jest stosunkowo szybsze i krótsze w stosunku do działania nawozowego słomy czy obornika i ogranicza się do 2 lat. Rośliny międzyplonowe uprawiane mogą być jako wsiewki, poplony ozime czy poplony ścierniskowe. Uprawa międzyplonów w ogniwach zmianowania pomiędzy roślinami zbożowymi to: poprawa bilansu materii organicznej i azotu, ograniczenie wymywania azotanów z gleby, zwiększenie aktywności biologicznej gleby, poprawa struktury, ochrona przed erozją wodną i wietrzną, zachwaszczeniem oraz zwiększenie zasobów paszowych gospodarstwa. Dodatkowa korzyść to dzięki głęboko sięgającemu systemowi korzeniowemu przemieszczanie składników z głębszych do wierzchnich warstw gleby (funkcja biologicznego sorbenta). Z uwagi na brak możliwości stoso-

wania mineralnych nawozów azotowych, w międzyplonach powinny dominować rośliny bobowate lub mieszanki z ich udziałem, które stanowią znaczną źródło działającego azotu (tabela 2.6).

Tabela 2.6. Ilość pozostawionego w glebie azotu biologicznie związanego przez bakterie brodawkowe roślin bobowatych.

Roślina	Rodzaj plonu	Ilość N symbiotycznie związanego	
		w 1 t s. m. części nadziemnych lub nasion (kg)	pozostałego w glebie w resztkach roślinnych (kg/ha)
Lucerna	siano	21	112
Koniczyna	siano	18	65
Wyka, peluszka, seradela	poplon	14	18
Bobik, wyka, groch	nasiona	31*	12
Łubiny	nasiona	43*	17
Soja	nasiona	36*	13

* - wraz z odpowiednim plonem ubocznym

Najlepszą formą międzyplonów w rolnictwie ekologicznym są wsiewki poplonowe oraz poplony ścierniskowe, gdyż ich uprawa umożliwia utrzymanie gleby pod okrywą roślinną w stosunkowo długim okresie wegetacji, od kilku do kilkunastu tygodni, chroniąc glebę przed skutkami różnego rodzaju erozji. Mniej korzystne znaczenie mają międzyplony ozime. Zbiór międzyplonów ozimych czy ich przyorywanie może opóźnić sadzenie ziemniaków jako następczej rośliny głównej. Wykaz zalecanych roślin przydatnych do uprawy jako międzyplony pod ziemniaki oraz terminy ich wysiewu i zalecane normy wysiewu przedstawia tabela 2.7.

Tabela 2.7. Zalecane rośliny międzyplonowe pod ziemniaki

Forma	Roślina	Kategoria gleby		Termin siewu	Norma wysiewu kg/ha
		lekka			
Międzyplony ścierniskowe z roślin bobowatych	Peluszka + łubin żółty + seradela	+		do końca lipca	100 + 80 + 20
	Wyka jara + peluszka + łubin żółty	+			40 + 120 + 60
	Łubin żółty + seradela	+			130 + 30
	Wyka ozima + łubin żółty	+			40 + 100
	Łubin żółty + peluszka	+			100 + 100
	Łubin żółty + peluszka + wyka ozima		+		120 + 60 + 40
	Łubin wąskolistny + peluszka		+		140 + 100
	Peluszka		+		200
	Łubin żółty	+			200
	Seradela	+			70
Bobik + peluszka + wyka ozima		+	90 + 60 + 50		
Międzyplony ścierniskowe z innych roślin	Gorczyca biała	+		do 15 sierpnia	20
	Facelia	+			10
	Rzepak		+		10
	Słonecznik		+		35
	Gorczyca biała + facelia	+			15 + 5
Gorczyca biała + rzepak		+	10 + 5		
Międzyplony ścierniskowe z roślin bobowatych i innych	Peluszka + słonecznik		+	do 5 sierpnia	150 + 15
	Łubin żółty + facelia	+			80 + 4
	Facelia + seradela	+			5 + 30
	Seradela + gryka	+			40 + 40
	Facelia + wyka ozima		+		6 + 40
	Bobik + peluszka + słonecznik		+		100 + 100 + 15
	Bobik + wyka jara + słonecznik		+		80 + 100 + 15
	Peluszka + wyka jara + rzepak		+		50 + 20 + 4
	Peluszka + owies	+			200 + 60

2.3.2. Nawozy mineralne i środki do poprawy właściwości gleby

W rolnictwie ekologicznym zastosowane mogą być nawozy mineralne, ale tylko na bazie naturalnych kopalin, uzyskiwane przez mechaniczne rozdrabnianie, a nie przy wykorzystaniu procesów chemicznych, co ma miejsce w przypadku zwykłych nawozów mineralnych przeznaczonych dla rolnictwa konwencjonalnego. W uzasadnionych przypadkach może być tylko dalsza obróbka w celu oddzielenia składników niepożądanych. Najbardziej deficytowymi składnikami w rolnictwie ekologicznym, które mogą zostać uzupełnione w formie naturalnych nawozów mineralnych są, w pierwszej kolejności potas, następnie magnez, szczególnie na glebach lekkich oraz może być fosfor, głównie w gospodarstwach bez produkcji zwierzęcej. Zapotrzebowanie roślin na podstawowy składnik jakim jest azot powinno bezwzględnie być uzupełniane w formie nawozów naturalnych czy organicznych wytwarzanych w gospodarstwie oraz w wyniku biologicznego wiązania tego składnika poprzez uprawę roślin bobowatych. Naturalnym źródłem potasu i magnezu mogą być złoża soli eksploatowane metodą górniczą. Nawozy z nich wyprodukowane występują pod nazwą handlową kainitów (tańsze, o mniejszej koncentracji w/w składników) lub kalimagnezji czy siarczanu potasu (droższe, o wyższej koncentracji składników). Nawozy te oprócz potasu czy magnezu zawierają również znaczne ilości siarki oraz mikroelementów. Przy wyborze rodzaju nawozu należy brać pod uwagę zarówno poziom poszczególnych składników w glebie, jak i jej odczyn. Stąd dobrym źródłem uzupełnienia niedoboru gleby w magnez, a jednocześnie odkwaszającym ją może być zastosowanie wapna dolomitowego. Dodatkową zaletą dolomitów jest jeszcze udział w nawozie wielu mikroelementów. Właściwości odkwaszające glebę z możliwością zastosowania w produkcji ekologicznej posiadają też wapno defekacyjne, produkt uboczny z cukrowi czy różnego pochodzenia skały osadowe (wapienie, margle, kredy, gipsy).

Z kolei podstawowym źródłem uzupełniającym fosfor może być mączka fosforytowa, otrzymywana ze zmielenia naturalnych fosforytów. Mączka fosforytowa może być stosowana bezpośrednio na pole lub jako dodatek do obornika, co zwiększa wartość nawozową obornika i zapobiega rozwiewaniu jej przez wiatr podczas stosowania. Dobre źródło wielu składników zarówno makro jak i mikroelementowych, chociaż o stosunkowo niskiej koncentracji może stanowić też mączka bazaltowa.

W systemie produkcji ekologicznej, podobnie jak produkcji konwencjonalnej należy okresowo kontrolować zawartość składników pokarmowych w glebie, szczególnie podstawowych makroelementów (P, K, Mg) oraz odczyn gleby. Jeżeli wykazany zostanie niski poziom składników w glebie, czy znaczący spadek w stosunku do poprzedniej oceny lub wzrost kwasowości gleby, należy uzupełnić niedobór określonych składników i zapobiec spadkowi kwasowości gleby poprzez zastosowanie dozwolonych do użycia w tym systemie produktów, zamieszczonych między innymi na stronie IUNG http://www.iung.pulawy.pl/images/pdf/Wykaz_ekologia.pdf, jedynej w Polsce jednostki kwalifikującej nawozy dopuszczone do stosowania w tym systemie. Wykaz obejmuje obecnie około 550 produktów (stan z dn. 01.02.2021 rok), które można zakwalifikować do kilku grup: nawozy wapniowe, wapniowo-magnezowe, potasowe (siarczany potasowe), nawozy mineralne makro- i mikroelementowe, nawozy organiczne, organiczno-mineralne i środki poprawiające właściwości gleby. Ich skład oparty jest głównie o różnego pochodzenia skały mineralne i organiczne, a także różnego rodzaju mikroorganizmy glebowe. Produkty te mogą być stosowane dogłębowo lub dolistnie i mają właściwości odkwaszające, próchnicotwórcze, wzbogacające glebę w składniki pokarmowe oraz mogą pełnić rolę biostymulatorów (dzięki zawartości naturalnych substancji bioaktywnych), co zwiększa odporność roślin na stresy środowiskowe. Wytwarzane są w proekologicznych technologiach produkcji, np. nanotechnologii (zmielone na pył skały różnego pochodzenia), w procesie hydrolizy enzymatycznej (pozyskiwanie z białek roślinnych i zwierzęcych aminokwasów przy wykorzystaniu naturalnych enzymów), z wykorzystaniem alg morskich, preparatów zawierających efektywne mikroorganizmy czy przetworzonych skał organicznych jako źródła związków humusowych. Niektóre z tych produktów były przedmiotem badań przeprowadzonych w IHAR-PIB Oddział Jadwisin, gdzie wykazano w różnym stopniu ich korzystny wpływ między innymi na plonowanie bulw ziemniaka (tabela 2.8).

Tabela 2.8. Wpływ nawozów dolistnych odżywczo-biostymulujących na plon bulw ziemniaka w różnych latach

Obiekt	Lata			
	Korzystny		Niekorzystny	
	Plon [t/ha]	Przyrost [%]	Plon [t/ha]	Przyrost [%]
Kontrola*	55,2	100	25,1	100
Tecaminy 4 x 1-3 l/ha	61,4	111	30,4	121
Kontrola*	65,7	100	41,4	100
Fertileader Axis 2 x 5 l/ha	69,6	106	44,5	108
Fertileader Gold 2 x 5l/ha	68,6	104	45,2	109
Kontrola*	52,8	100	46,6	100
Krzemian 2 x 0,8 l/ha	59,4	113	54,8	118
Kontrola*	48,8	100	26,9	100
Herbagreen 2 x 2 kg/ha	52,9	108	29,8	111
Nano Active Forte 2 x 2 kg/ha	51,9	106	30,0	112
Kontrola*	39,8	100	36,5	100
Naturvital Plus 2 x 5 l/ha	42,5	107	45,1	123

*- bez dolistnego dokarmiania.

Nawozy te stosowano dolistnie, w fazach od zwierania roślin w rzędach lub międzyrzędziach do okresu zakończenia kwitnienia. Plonu bulw po ich aplikacji w stosunku do kontroli stanowił przyrost od 4 do 13% w latach o korzystnym układzie warunków pogodowych oraz od 8 do 23% w latach niekorzystnych, wynikających najczęściej z niedoboru opadów oraz wysokiej temperatury powietrza w okresie wegetacji.

2.4. Prowadzenie bilansu składników pokarmowych

Bilansowanie składników nawozowych w gospodarstwie ekologicznym służy racjonalnemu ich wykorzystaniu przez uprawiane gatunki roślin, a jednocześnie pozwala kontrolować i utrzymywać właściwą żyzność gleby. Na przychody w bilansowaniu składników pokarmowych składają się ilości składników wprowadzonych do gleby w formie wymienionych wcześniej form nawozów naturalnych i organicznych (S_{org}), a także w uzasadnionych przypadkach (niska zasobność gleby) naturalnych nawozów mineralnych (S_{min}). W przypadku azotu także dodatkowa ilość tego składnika wiązana symbiotycznie przez rośliny bobowate (S_{bio}) oraz w opadzie atmosferycznym (S_{atm}). Po stronie rozchodów uwzględnić należy ilości składników wynoszonych z plonem głównym (zbieranym ziarnem czy nasionami), jak i ubocznym (słoma) oraz w formie masy np. skarmianych roślin międzyplonowych (S_{wyn}).

$$S_{pp} = S_{org} + S_{min} + S_{bio} + S_{atm} - S_{wyn}$$

gdzie:

S_{pp} – bilans składników na powierzchni pola

S_{org} – ilość składników wprowadzonych do gleby w nawozach naturalnych i organicznych

S_{min} – ilość składników wprowadzonych do gleby w nawozach mineralnych

S_{bio} – ilość azotu wiązanego biologicznie przez bakterie brodawkowe

S_{atm} – ilość składników wprowadzonych do gleby z opadem atmosferycznym

S_{wyn} – ilość składników zbieranych z pola z plonami głównymi i ubocznymi roślin.

Różnica pomiędzy dopływem i odpływem stanowi saldo bilansu, które może być dodatnie (nadmiar składników) lub ujemne (niedobór składników). Dodatnie saldo bilansu sygnalizuje wzbogacenie gleby w określony

składnik, natomiast ujemne świadczyć może o uruchamianiu określonego składnika z rezerw glebowych i tym samym o zubożeniu gleby.

W celu obliczenia ilości składników wnoszonych w nawozach naturalnych, organicznych czy mineralnych należy określić masę zastosowanych nawozów oraz zawartości w nich określonych składników (tabela 2.3, 2.4, 2.5). Obliczenie azotu wiązanego biologicznie polega na uwzględnieniu ilości tego składnika pozostającego w glebie po uprawie roślin bobowatych w zależności od gatunku i formy ich przyorania (tabela 2.6). Do określenia ilości składników z opadu atmosferycznego, średnio dla obszaru Polski, przyjmuje się wartości 17 kg N; 0,9 kg P₂O₅ i 7 kg K₂O na rok.

W celu obliczenia ilości składników wynoszonych z pola z plonami roślin należy określić uzyskane ilości plonów głównych (ziarno, nasiona) i ubocznych (słoma) oraz pobierane przez nie składniki (tabela 2.9).

Wielkość plonu ubocznego jest często trudna do oszacowania, a bardzo istotna przy bilansowaniu składników, dlatego do obliczenia uzyskanej masy można posłużyć się współczynnikami przeliczeniowymi wynikającymi z relacji plonu głównego do ubocznego dla poszczególnych gatunków roślin (tabela 2.10).

Na przykładzie obecnie prowadzonego na glebie lekkiej 5-polowego płodozmianu w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie uwzględniając wielkości uzyskanych plonów głównych i ubocznych oraz pobranie składników N, P, K z plonami (tabela 2.11) wyliczono bilans głównych składników pokarmowych: azotu, fosforu i potasu. W analizowanym płodozmianie uzyskano dodatnie saldo bilansu azotu (7,5 kg N/ha/rok). Uzyskane saldo bilansu azotu oznaczało nadwyżkę bezpieczną dla środowiska naturalnego (do 30 kg N/ha/rok). Zasadniczy wpływ na to saldo miał zastosowany pod ziemniaki obornik oraz biologiczne wiązanie tego składnika przez uprawiany międzyplon (peluszką) oraz mieszanki zbożowo-strączkowe. Wynoszenie azotu w przypadku tego płodozmianu wynikało jedynie ze zbioru plonów głównych: ziarna żyta, owsa i nasion mieszanek zbożowo-strączkowych oraz bulw ziemniaka. Saldo bilansu fosforu i potasu w tym płodozmianie było ujemne (wynosiło odpowiednio 3,4 kg P₂O₅/ha/rok i 8,6 kg K₂O/ha/rok), co wynikało głównie ze znacznego wynoszenia tych składników z bulwami ziemniaka, szczególnie potasu, a dodatkowe ich źródło stanowił zastosowany pod ziemniaki obornik i opad atmosferyczny (tabela 2.12).

Tabela 2.9. Pobranie składników NPK (kg/t) z plonem głównym i ubocznym przez różne gatunki roślin uprawnych wg Jadczyzyn 2013

Roślina	Rodzaj plonu	N	P2O5	K2O
Pszenica ozima	ziarno	18,9	8,2	5,2
	słoma	5,2	1,8	12,0
Pszenica jara	ziarno	21,0	8,7	5,5
	słoma	5,5	1,8	12,8
Żyto	ziarno	15,7	7,8	5,8
	słoma	5,5	2,1	14,2
Pszennyto	ziarno	17,9	8,2	5,5
	słoma	5,9	2,3	14,5
Jęczmień jary	ziarno	16,3	8,0	5,8
	słoma	5,5	2,3	14,4
Jęczmień ozimy	ziarno	17,4	8,0	5,8
	słoma	5,0	2,1	13,9
Owies	ziarno	16,1	8,0	5,6
	słoma	5,9	2,7	18,8
Kukurydza	ziarno	15,5	7,8	5,5
	słoma	12,9	4,6	22,4
Mieszanki zbożowo-strączkowe	ziarno	25,4	9,2	9,5
	słoma	11,4	3,4	18,7
Gorzycza	nasiona	50,0	17,6	9,2
	słoma	7,0	3,9	25,0

Rzepak	nasiona słoma	33,6 6,9	15,6 3,4	10,4 20,4
Słonecznik	nasiona słoma	28,0 15,0	16,0 8,9	23,9 49,8
Ziemniak	bulwy tęty	3,1 2,6	1,2 0,7	5,8 4,1
Burak cukrowy	korzenie liście	1,7 3,6	0,9 0,9	2,3 6,6
Burak pastewny	korzenie liście	1,8 3,3	0,9 0,9	3,4 6,2
Bobik	nasiona słoma	39,8 13,4	12,4 3,2	13,6 20,6
Grochy	nasiona słoma	34,3 16,8	9,6 4,1	12,9 21,1
Łubiny	nasiona słoma	55,0 12,0	15,8 3,7	15,5 18,5
Kukurydza	zielona masa	3,7	1,4	4,6
Trawy	zielona masa	5,1	1,4	5,9
Koniczyna	zielona masa	5,1	11,5	5,3
Koniczyna z trawami	zielona masa	4,8	1,2	5,6
Lucerna	zielona masa	6,1	1,4	5,6
Lucerna z trawami	zielona masa	5,2	1,6	5,9
Słonecznik	zielona masa	4,2	1,6	5,2
Kapusta pastewna	zielona masa	4,2	1,2	6,0
Rzepak	zielona masa	4,5	1,4	5,8
Seradela	zielona masa	4,5	1,4	4,7
Inne nie bobowate	zielona masa	4,0	1,4	4,7
Inne bobowate	zielona masa	4,8	1,4	4,7

Tabela 2.10. Relacje plonu głównego do ubocznego dla wybranych gatunków roślin

Roślina uprawna	Stosunek plon główny/plon uboczny
Pszenica ozima	1/0,9
Pszenica jara	1/0,9
Żyto	1/1,1
Pszennyto	1/1
Jęczmień jary	1/0,8
Jęczmień ozimy	1/0,8
Owies	1/1,1
Kukurydza	1/1
Gorzycza	1/1,5
Rzepak	1/1,5
Słonecznik	1/1,8
Ziemniak	1/0,2
Burak cukrowy	1/0,7
Burak pastewny	1/0,4
Inne korzeniowe	1/0,4
Bobik	1/0,9
Grochy	1/1
Łubiny	1/1
Soja	1/1
Mieszanki zbożowo-strączkowe	1/1

Tabela 2.11. Wielkość plonu i pobranie składników (kg/ha) z plonem roślin głównych i międzyplonów. IHAR-PIB Oddział Jadwisin. Rok 2021

Gatunek	Rodzaj plonu	Plon t/ha	Azot (N)	Fosfor (P ₂ O ₅)	Potas (K ₂ O)
Ziemniak	Główny	25,0	77,5	30,0	145,0
	Uboczny	5,0	13,0	3,5	20,5
Owies	Główny	1,8	29,0	14,4	10,1
	Uboczny	2,0	11,8	5,4	37,6
Pszenżyto jare z peluszką	Główny	1,8	45,7	16,6	17,1
	Uboczny	1,8	20,5	6,1	33,7
Owies z łubinem żółtym	Główny	1,6	40,6	14,7	15,2
	Uboczny	1,6	12,5	5,4	29,9
Żyto	Główny	2,2	34,5	17,2	12,8
	Uboczny	2,4	13,2	5,0	34,1
Międzyplon peluszką	Zielona masa	15,0	72,0	21,0	70,5
Międzyplon gorzycza biała	Zielona masa	12,0	48,0	16,8	56,4

Tabela 2.12. Bilans NPK (kg/ha) płodozmianu. IHAR-PIB Oddział Jadwisin

Roślina	Składniki wniesione			Składniki wyniesione			Różnica bilansowa		
	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
Ziemniak Obornik**	+125	+75	+150	-77,5	-30	-145	+47,5	+45	+5
Owies Peluszka*!	+46			-29,0	-14,4	-10,1	+17	-14,4	-10,1
Pszenżyto j.+Peluszka! Gorczyca biała*	+33,9			-45,7	-16,6	-17,1	-11,8	-16,6	-17,1
Owies+ Łubin żółty!	+42,9			-40,6	-14,7	-15,2	+2,3	-14,7	-15,2
Żyto				-34,5	-17,2	-12,8	-34,5	-17,2	-12,8
Opad	+17						+17	+0,9	+7,2
				Saldo bilansu			+7,5	-3,4	-8,6

* - międzyplon; ** - obornik bydłocy 25 t/ha

! - obliczenie ilości N symbiotycznie związanego wg tab. 2.6

(peluszka, plon 15 t/ha x 13,4% s.m.=2,0 t/ha s.m. x 14 kg + 18 kg/ha=46 kg/ha;
 pszenżyto + peluszka, plon 1,8 t/ha x 31 kg=55,8 kg + 12 kg/ha=67,8 kg x 0,5=33,9 kg/ha
 owies + łubin żółty, plon 1,6 t/ha x 43 kg=68,8 kg + 17 kg/ha=85,8 kg x 0,5=42,9 kg/ha)
 0,5 - 50% udziału zboża w mieszance.

2.5. Bilansowanie substancji organicznej

Podstawowym składnikiem utrzymującym żyzność gleby jest próchnica. Dlatego kontrola poziomu próchnicy w glebie stanowi główny czynnik oceny poprawności gospodarowania. Najlepszym sposobem przeprowadzania tej oceny jest bilansowanie glebowej materii organicznej. W tym celu wykorzystać można metodę Ericha i Kundlera nazywaną reprodukcyjno - degradacyjną, polegającą na przyporządkowaniu poszczególnym grupom roślin oraz nawozom naturalnym i organicznym współczynników, które określają czy dany element oddziałuje korzystnie (+) czy negatywnie (-) na glebową materię organiczną (tabela 2.13).

Tabela 2.13. Współczynniki reprodukcji (+) i degradacji (-) glebowej substancji organicznej (wg Ericha i Kundlera)

Roślina lub nawóz organiczny	Współczynniki w t substancji organicznej na ha dla gleb		
	Lekkich	średnich	ciężkich
Okopowe, warzywa korzeniowe 1 ha	-1,26	-1,40	-1,54
Kukurydza, warzywa liściowe 1 ha	-1,12	-1,15	-1,22
Zboża, oleiste, włókniste 1 ha	-0,49	-0,53	-0,56
Strączkowe 1 ha	+0,32	+0,35	+0,38
Trawy 1 ha	+0,95	+1,05	+1,16
Motylikowate, mieszanki 1 ha	+1,89	+1,96	+2,10
Międzyplony na zielony nawóz 1 ha	+0,63	+0,70	+0,77
Obornik 1 t suchej masy	+0,35		
Gnojowica 1 t suchej masy	+0,28		
Słoma 1 t suchej masy	+0,21		

Metoda ta uwzględnia również kategorię agronomiczną gleby, co oznacza, że im gleba cięższa tym oddziaływanie degradacyjne lub reprodukcyjne jest większe. Spośród uprawianych roślin w plonie głównym najkorzystniej na współczynnik reprodukcji próchnicy oddziałują wieloletnie bobowate, trawy oraz ich mieszanki. Korzystnymi właściwościami charakteryzują się również rośliny jednoroczne należące do rodziny bobowatych. Natomiast okopowe przyczyniają się do degradacji gleby, co wynika głównie z prowadzonego sposobu ich uprawy, a przede wszystkim wykonywania mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych. Do pogorszenia współczynnika degradacji przyczynia się również mała ilość resztek pozbiorowych pozostałych na polu po uprawie okopowych, w tym ziemniaka. Z ww. współczynników wynika, że dla zrównoważenia ubytku substancji organicznej spowodowanej, np. uprawą ziemniaka zużyć należy 3,6 t/ha suchej masy obornika ($-1,26 : 0,35 = 3,6$ t/ha obornika). Do niekorzystnego współczynnika glebowej substancji organicznej przyczyniają się również zboża, które zajmują na ogół największy udział w płodozmianach. Stąd po ich uprawie należy wykorzystywać rekompensującą rolę międzyplonów i plony uboczne w formie przyorywania słomy. Bilansowanie glebowej materii organicznej może być alternatywą dla wykonywania analiz chemicznych zawartości próchnicy w glebie. Poniżej wyliczono bilans substancji organicznej w oparciu o współczynniki reprodukcji i degradacji dla płodozmianu zlokalizowanego w IHAR-PIB Oddział Jadwisin:

- ziemniak (-1,26) + obornik 6,25 t (+2,18)
- owies (-0,49) + słoma 2,0 t (+0,42) + międzyplon (+0,63)
- pszenżyto j. + peluszką (-0,49;+0,32) + słoma 1,8 t (+0,38) + międzyplon (+0,63)
- owies + łubin żółty (-0,49;+0,32) + słoma 1,6 t (+0,34)
- żyto (-0,49) + słoma 2,4 t (+0,50)
- łącznie - degradacja (-3,22); reprodukcja (+5,72) = (+2,50)

Dodatni współczynnik reprodukcji w dłuższym przedziale czasowym zapewnia stabilizację próchnicy w glebie. Z kolei ujemny wskazuje na niezbędne zmiany w strukturze zasiewów, np. wprowadzenie roślin o dodatnim współczynniku lub zwiększenie dawek nawozów naturalnych czy organicznych. Dodatni bilans próchnicy na przykładzie przedstawionego płodozmianu wynika głównie z tego, że przyorywana jest słoma i międzyplony oraz pod ziemniaki stosowany jest obornik.

3. UPRAWA GLEBY POD ZIEMNIAKI

Aby utrzymać właściwą żyzność gleby, co jak wcześniej podkreślono, jest celem nadrzędnym w ekologicznym systemie produkcji zadbać również należy o prawidłowość wykonywania poszczególnych zabiegów uprawowych, które w pełnym kształcie stanowić powinny zespół pozwalający utrzymywać glebę w dobrej kulturze. Stąd uprawa gleby pod ziemniaki w systemie ekologicznym musi uwzględniać dobre jej doprowadzenie, co zapewni utrzymanie właściwych stosunków powietrzno-wodnych, struktury i odchwaszczenie.

Celem pierwszych zabiegów uprawowych po sprzęcie przedplonu powinno być przerwanie parowania gleby, przykrycie resztek poźniwnych i zapoczątkowanie procesu ich rozkładu oraz zniszczenie kiełkujących chwastów. Po sprzęcie zbóż, które z reguły są najczęstszym przedplonem dla ziemniaka zabiegi uprawowe rozpocząć należy od wykonania podorywki na głębokość 8-10 cm, a następnie zabronowania pola. W przypadku przyorywania rozdrobnionej słomy należy wykonać głębszą podorywkę, do 15 cm. Ziemniak wymaga gleb starannie doprowadzonych i odchwaszczonych, dlatego zabiegi pielęgnacyjne po podorywce powinny sprowadzać się do co najmniej 3-krotnego bronowania w odstępach około 2-3 tygodniowych, które oprócz zniszczenia kiełkujących chwastów powodują również przerwanie parowania gleby. Jednak szczególnych zabiegów odchwaszczających wymagają pola, na których występuje jeden z najbardziej uciążliwych chwastów dla ziemniaka jakim jest perz właściwy. Wtedy zabiegi uprawowe już w okresie poźniwnym powinny sprowadzać się do wykonania głębszej podorywki (10-12 cm) oraz kilkukrotnego użycia kultywatora o zębach sprężynowych, umożliwiającego wyciągnięcie rozłogów perzu. Rozłogi wysuszone można usunąć z pola lub przyorać orką przedzimową. W przypadku zaperzonego pola można też zastosować bardziej pracochłonną mechaniczną metodę zwalczania tego chwastu „zmęczenia rozłogów perzu”. Głównym zabiegiem w tej metodzie jest orka (3-4 razy), która początkowo utrudnia rozwój perzu, a w końcowej fazie głębokie przyoranie rozłogów powoduje jego zamieranie na głębokości około 20 cm z powodu ograniczonego dostępu powietrza. Metoda ta jest bardziej skuteczna w warunkach zmiennej, wilgotnej pogody. W szczególnym przypadku, stwierdzenia w podglebiu twardej warstwy, tzw. podeszwy płużnej dodatkowym zabiegiem uprawowym w okresie jesiennego przygotowywania gleby pod uprawę ziemniaków może być wykonanie zabiegu głęboszowania. Głęboszowanie oprócz zlikwidowania podeszwy płużnej powoduje również spulchnienie i rozluźnienie warstwy podornej bez jej wydobywania na powierzchnię oraz poprawę stosunków wodnych w glebie. Głęboszowanie można wykonać na ściernisku po zebraniu słomy lub na kilka dni przed orką przedzimową na głębokość około 50 cm na glebach lżejszych i około 60 cm na glebach cięższych. Kolejne zabiegi uprawowe wykonywane w okresie jesiennym, oprócz utrzymania gleby bez zachwaszczenia powinny mieć na celu wniesienie i równomierne rozmieszczenie nawozów naturalnych czy organicznych, a w uzasadnionych przypadkach również dozwolonych mineralnych. Zabiegi po zastosowaniu niezbędnych nawozów można wykonać za pomocą kultywatora o zębach sprężynowych lub sztywnych (grubera), brony zwykłej i talerzowej oraz pługa. Zakończeniem jesiennych zabiegów uprawowych pod uprawę ziemniaka powinno być wykonanie orki przedzimowej. Orka przedzimowa powinna być wykonana na głębokość około 20 cm, aby nie wydobywać martwicy z podglebia. Na glebie lekkiej orkę najlepiej pozostawić na zimę w ostrej skibie, co sprzyja lepszemu gromadzeniu wód opadowych i zatrzymywaniu śniegu. Na glebach średnio zwięzłych i zwięzłych lepsze jest wyrównanie powierzchni pola, aby gleba szybciej i równomierniej obsychała, co z kolei pozwoli na wykonanie wcześniej wiosennych zabiegów uprawowych. Dlatego za pługiem najlepiej zaczepić bronę kolczatkę lub zębową. W przypadku przyorywania międzyplonu najlepiej orkę wykonać z przedpłużkiem, co zapewni lepsze przykrycie biomasy i szybszy, równomierny jej rozkład. Kierunek orki przedzimowej powinien być prostopadły do kierunku sadzenia bulw. Po okresie zimowym, do wiosennych zabiegów uprawowych przygotowujących pole bezpośrednio do sadzenia ziemniaków należy przystąpić możliwie najwcześniej, jeżeli tylko zaistnieje możliwość wjazdu w pole. Celem ich powinno być zabezpieczenie i ograniczenie strat wody pochodzącej z zapasów zimowych, zniszczenie kiełkujących chwastów, wytworzenie pulchnej i nośnej warstwy gleby dla zapewnienia dobrej pracy sadzarki, dokładne rozdrobnienie i pokruszenie brył na glebach zwięzłych. Stąd pierwszym zabiegiem uprawowym wykonywanym wiosną, po orce przedzimowej powinno być wyrównanie skib przy użyciu brony, włóki lub kultywatora zagregatowanego z broną. Jeżeli zachodzi konieczność wysiania nawozów mineralnych, spośród dozwolonych w rolnictwie ekologicznym, co powinno wynikać z analizy gleby, to można wykonać ten zabieg już przed zastosowaniem brony, włóki czy kultywatora. Następnym narzędziem spełniającym wymagania pod względem przygotowania roli przed sadzeniem jest agregat uprawowy składający się z kultywatora gęstośladowego spulchniającego glebę na głębokość 15 cm oraz wału strunowego zagęszczającego

jącego glebę na głębokość 2–3 cm. Na glebie lekkiej narzędziem przygotowującym glebę przed sadzeniem może być też kultywator zagregatowany z broną zębową. Na glebach zwięzłych, skłonnych do zbrylania (głina lekka, glina średnia) można zastosować narzędzia aktywne, czyli brony wahadłowe, wirnikowe, które intensywniej spulchniają glebę. Narzędzia te także powinny współpracować z wałem strunowym. Na polach, gdzie przewiduje się stosowanie obornika czy kompostu, należy roztrząsnąć te nawozy możliwie jak najwcześniej i wykonać orkę tzw. odwrotkę na głębokość 18–20 cm, a następnie pole wyrównać stosując bronowanie.

Ogólnie podstawową zasadą uprawy roli w rolnictwie ekologicznym jest odejście od głębokich zabiegów uprawowych, gdyż stosowane nawozy naturalne czy organiczne powinny być wymieszane z małą objętością gleby, aby były obecne tylko w warstwie uprawnej, gdzie znajduje się główna masa korzeni. Najlepiej, jeżeli zabiegi te wykonywane są przy zmiennej głębokości, od 10 do 20 cm z użyciem zarówno narzędzi biernych (pług, kultywator, agregat uprawowy, brona talerzowa lub zwykła, czy wał gładki lub strunowy), jak i aktywnych (glebogryzarka, brona wahadłowa, brona wirnikowa).

4. DOBÓR ODMIAN ZIEMNIAKA DO UPRAWY EKOLOGICZNEJ

Z wieloletnich badań i praktyki rolniczej wynika, że do uprawy ziemniaków w systemie ekologicznym najbardziej przydatne są odmiany bardzo wczesne i wczesne, albo odmiany o dłuższym okresie wegetacji, ale o podwyższonej odporności na choroby, a głównie na zarazę ziemniaka. Na tej podstawie ustalono 2 podstawowe kryteria doboru odmian:

- I. Okres wegetacji tak krótki, aby około 75 % plonu bulw było gromadzone do wystąpienia zarazy ziemniaka.
- II. Uprawa odmian tak odpornych na zarazę ziemniaka, aby można było całkowicie uniknąć ochrony chemicznej przed tą chorobą lub wystarczające byłoby stosowanie dozwolonych preparatów miedziowych do zabezpieczenia się przed dużymi stratami powodowanymi przez zarazę.

W tabeli 4.1. podano cechy najbardziej istotne u odmian wybieranych wg wyżej wymienionych kryteriów.

Tabela 4.1. Cechy odmian ziemniaka istotne w produkcji ekologicznej

Cecha wiodąca: wczesność uzyskiwania plonu handlowego	Cecha wiodąca: odporność na zarazę
1. Szybkie tempo wzrostu w początkowej fazie rozwoju	1. Wysoka odporność na zarazę
2. Dobra reakcja na podkietkowywanie i pobudzenie sadzeniaków.	2. Szybkie tempo wzrostu w początkowej fazie rozwoju i duża masa nadziemna
3. Szybkie tempo gromadzenia plonu handlowego	3. Dobra jakość bulw
4. Dobra jakość bulw.	4. Wysoka plenność
5. Małe wymagania glebowe i nawozowe	5. Małe wymagania glebowe i nawozowe
6. Wysoka odporność na wirusy	6. Wysoka odporność na wirusy
7. Podwyższona odporność na zarazę	7. Dobra trwałość przechowalnicza bulw

Pierwsze kryterium doboru odmian może więc być bardziej przydatne w Polsce południowo-zachodniej i centralnej, drugie kryterium powinno mieć większe zastosowanie w Polsce północnej i wschodniej.

4.1. Cechy agrotechniczne i użytkowe odmian

Szybkie tempo gromadzenia plonu handlowego

Najbardziej pożądane w uprawie na wczesny zbiór są odmiany bardzo szybko gromadzące plon, o dobrej wydajności bulw handlowych i dobrej ich jakości (brak zniekształceń, deformacji itp.) W przypadku upraw ekologicznych bardzo szybkie gromadzenie plonu handlowego pozwala na uzyskanie przed wystąpieniem zarazy ziemniaka do 75% plonu końcowego. Do odmian szybko gromadzących plon handlowy można zaliczyć: odmiany bardzo wczesne: Denar, Impresja, Lord, Miłek, Riviera, Viviana, odmiany wczesne: Augusta, Bohun, Carrera, Gwiazda, Lawenda, Owacja, Vineta.

Szybkie tempo wzrostu w początkowej fazie rozwoju

Cecha ta wiąże się z konkurencyjnością wzrostu roślin ziemniaka w stosunku do wzrostu chwastów. W uprawach ekologicznych jedynymi dopuszczonymi metodami walki z chwastami są metody mechaniczne. Skuteczność ich uzależniona jest od wielu czynników, a jednym z nich jest szybkie pokrycie gleby przez roślinę uprawną. Odmiany ziemniaka różnią się pod względem tempa wzrostu w początkowej fazie rozwoju, jak i wielkością masy nadziemnej w późniejszym okresie wzrostu, a tempo rozwoju i wielkość masy nadziemnej mają ścisły związek z wielkością zachwaszczenia.

Odmiany bardzo wczesne i wczesne charakteryzują się na ogół znacznie mniejszą masą liści i łodyg w porównaniu do odmian późniejszych, ale wśród tej samej grupy wczesności również występują znaczne różnice dotyczące tej cechy. Różnice w wielkości masy nadziemnej roślin najbardziej obrazuje wskaźnik pokrycia gleby przez liście LAI. Jest to wielokrotność powierzchni asymilacyjnej rośliny wyrażona w cm² w stosunku do wielkości powierzchni gleby przeznaczonej dla jednej rośliny. Odmiany wczesne mają generalnie mniejszy wskaźnik pokrycia gleby, a wśród odmian późniejszych występuje spore zróżnicowanie dotyczące tej cechy. Z punktu widzenia walki z chwastami najbardziej przydatne były by odmiany o największej masie nadziemnej, najlepiej pokrywające glebę.

Dobra reakcja na zabieg podkietkowania

Podkietkowanie sadzeniaków jest zabiegiem powszechnie zalecanym w uprawie ziemniaków, ale szczególnego znaczenia powinno nabierać w produkcji ekologicznej. Powoduje ono bowiem:

- przyspieszenie wschodów o 1–2 tygodnie, w zależności od stanu fizjologicznego sadzeniaków i pogody od momentu sadzenia do wschodów, co sprzyja tzw. „ucieczce przed zarazą”,
- przesunięcie wegetacji na okres lepszego nasłonecznienia (zwiększenie wydajności fotosyntezy i większe przyrosty plonu),
- lepszy rozwój systemu korzeniowego, a więc lepsze wykorzystanie wody i składników pokarmowych,
- zwiększenie odporności roślin na porażenie przez wirusy,
- przyspieszenie zbioru na okres wyższych temperatur, co wpływa na zmniejszenie uszkodzeń mechanicznych i lepszą przechowywalność bulw.

Reakcja odmian na ten zabieg jest jednak zróżnicowana, bowiem są odmiany reagujące bardzo dużą zwiększoną plonem i odmiany o słabszej reakcji na podkietkowanie. Do upraw ekologicznych powinno wybierać się, jeśli to możliwe, odmiany o jak najlepszej reakcji na ten zabieg. Z nowszych odmian bardzo wczesnych i wczesnych dobrą reakcją na zabieg podkietkowania cechują się takie odmiany jak np: Bellarosa, Berber, Bila, Impala, Justa, Lady Claire, Lawenda, Michalina, Miłek, Vineta.

Odporność na zarazę ziemniaka i inne choroby

Cecha ta jest o wiele bardziej istotna w produkcji ekologicznej niż w konwencjonalnej, ze względu na ograniczoną możliwość ochrony plantacji. Idealną odmianą do uprawy ekologicznej byłaby odmiana o maksymalnie wysokiej odporności na większość chorób. W uprawie ziemniaka, bez stosowania chemicznych środków ochrony lub przy bardzo dużym ich ograniczeniu, największy problem stanowi jednak zaraza ziemniaka. Wykorzystanie odporności na tę chorobę jest jednym ze sposobów ucieczki przed powodowanymi przez nią stratami. Według

Kapsy (2005) odmiany o stopniu odporności 7–8 (w skali 9-stopniowej) mogą pozostawać w latach, o późnym pojawieniu się zarazy, niechronione lub też wystarczająco skuteczna może być ochrona ograniczona.

Spośród prawie 100 odmian ziemniaka znajdujących się w polskim rejestrze zaledwie 5 wykazuje podwyższoną odporność na zarazę (ocena 7-9) i jedynie te odmiany w uprawach ekologicznych mogłyby pozostawać całkowicie niechronione przy niskiej presji infekcyjnej patogenu. Są to wprawdzie odmiany skrobiowe, ale niektóre z nich charakteryzują się bulwami o dobrych walorach konsumpcyjnych i dlatego mogą znaleźć zastosowanie jako ziemniaki jadalne w uprawach ekologicznych. Za przykład może posłużyć odmiana Bzura, która była uprawiana w naszych doświadczeniach ekologicznych i uchodziła za jedną z lepszych odmian. Zaledwie 5 odmian można zaliczyć do odmian o zadawalającej odporności na zarazę tj. 6–6,5 w skali 9-stopniowej i są to też odmiany skrobiowe. Dużą nadzieję wiąże się z wyhodowaną w ostatnich latach odmianą Gardena. Jest to jedyna odmiana jadalna należąca do grupy średnio wczesnych o odporności na zarazę wynoszącej 8 (tabela 4.2). Obecnie trwają prace nad wprowadzeniem jej do szerokiej praktyki.

Tabela 4.2. Odmiany ziemniaka o podwyższonej odporności na zarazę wg IHAR-PIB, 2020

Odmiany	Stopień skali		
	8	7	6-6,5
Jadalne	Gardena	-	-
Skrobiowe	Bzura, Kuras	Hinga, Investor	Jasia, Mieszko, Rudawa, Skawa, Widawa

Zdecydowanie największą grupę odmian stanowią odmiany podatne i bardzo podatne o stopniu odporności 2–3. Są to przede wszystkim odmiany jadalne bardzo wczesne i wczesne. W przypadku tych odmian należy zatem stosować w uprawach ekologicznych zabiegi sprzyjające „ucieczce przed zarazą” czyli przyspieszające wzrost i rozwój roślin.

Ważną cechą odmian jest również ich odporność na alternariozę. Choroba ta rozwija się głównie w warunkach suchych i ciepłych, a te występują ostatnio coraz częściej. Grzyb *Alternaria* sps. atakuje przede wszystkim rośliny słabsze, mniej odżywione i takie w przypadku uprawy ekologicznej (bez nawożenia mineralnego) najczęściej porażają się jako pierwsze. Odmiany bardzo wrażliwe, w warunkach sprzyjających rozwojowi choroby mogą reagować dużą niższą plonem. Wybierając więc odmiany do uprawy w systemie ekologicznym należy na tę cechę również zwracać uwagę. Należy zaznaczyć, że preparaty miedziowe stosowane przeciwko zarazie ziemniaka nie zawsze są skuteczne przeciwko alternariozie.

Poza wymienionymi głównymi chorobami, odmiany ziemniaka do uprawy w systemie ekologicznym powinny charakteryzować się jak największą odpornością na czarną nóżkę, mokrą i suchą zgniliznę a również parca zwykłego i srebrzystego.

Wysoka plenność

Dokonując wyboru odmiany do uprawy ekologicznej należy zwrócić również uwagę na jej potencjał plonotwórczy. Odmiany nisko plonujące w produkcji konwencjonalnej dają na ogół niskie plony w produkcji ekologicznej a tym samym uprawa takich odmian jest mało opłacalna. W Polskim Rejestrze Odmian możemy znaleźć ponad 50 odmian plonujących na poziomie powyżej 40 t/ha i z pośród nich powinniśmy wybierać genotypy do tego typu produkcji. Z wieloletnich badań wynika, że plon tych samych odmian uprawianych w systemie ekologicznym jest ok. 20–40 % niższy w porównaniu do uprawy konwencjonalnej. Wybierając odmianę plonującą na poziomie ok. 40 t/ha możemy uzyskać zupełnie przyzwoite plony w uprawie ekologicznej. Wykaz odmian plonujących na poziomie 40 t/ha i więcej podano tabeli 4.3.

Tabela 4.3. Wykaz odmian jadalnych ziemniaka plonujących na poziomie 40 t/ha i więcej w COBORU, 2020

Wczesność	Odmiany
Bardzo wczesne i wczesne	Denar, Impresja, Lord, Miłek, Pogoria, Riviera, Tacja, Tonacja, Viviana, Altesse, Augusta, Bohun, Gwiazda, Hetman, Ignacy, Innovator, Ismena, Lawenda, Madeleine, Michalina, Owacja, Stokrotka
Średnio wczesne	Astana, Asterix, Bojar, Cekin, Finezja, Folva, Gardena, Honoratra, Irmina, Jurata, Jurek, Laskara, Lech, Malaga, Monitou, Mazur, Oberon, Orchestra, Otolia, Sagitta, Sante, Satina, Tajfun, Victoria
Średnio późne	Bryza, Eurostar, Jelly

Czerwony – odmiany bardzo wczesne, oliwkowy – wczesne, niebieski – średnio wczesne, zielony – średnio późne. Oznaczenia dotyczą wszystkich tabel.

Małe wymagania glebowe i nawozowe

Odmiany ziemniaka charakteryzują się zróżnicowanymi wymaganiami glebowymi. W celu optymalnego wykorzystania w uprawie ekologicznej potencjału plonotwórczego odmian należy w miarę możliwości wybierać do uprawy odmiany o wymaganiach glebowych dostosowanych do warunków środowiska. Do produkcji ekologicznej powinno się wybierać odmiany o mniejszych wymaganiach glebowych (szczególnie na glebach lżejszych), oraz, jeśli nie ma możliwości nawadniania, o większej tolerancji na niedobory wody i o mniejszych wymaganiach nawozowych. Wykaz odmian o mniejszych wymaganiach glebowych i nawozowych podano w tabeli 4.4.

Tabela 4.4. Wykaz odmian jadalnych ziemniaka o mniejszych wymaganiach glebowych i nawozowych wg IHAR-PIB, 2020

Wczesność	Wymagania glebowe – średnie i małe	Wymagania nawozowe – małe
Bardzo wczesne i wczesne	Justa, Lord, Miłek, Riviera, Viviana, Altesse, Augusta, Bellarosa, Bila, Carrera, Ignacy, Innovator, Lady Claire, Michalina, Vineta	Impala, Miłek, Viviana, Bila, Ignacy, Latona, Owacja
Średnio wczesne	Cekin, Tajfun	Asterix, Ditta, Laskara, Malaga, Mazur, Satina
Średnio późne	Fianna,	Fianna, Jelly

Wysoka odporność na wirusy

Wysoka odporność na wirusy odmian wybieranych do uprawy w systemie ekologicznym jest ważna dlatego, że cecha ta decyduje o częstotliwości wymiany sadzeniaków, a wymiana sadzeniaków jest jedynym sposobem na zagwarantowanie zdrowotności plantacji ekologicznej na takim poziomie, który nie zagraża spadkowi plonów z powodu degeneracji wirusowej roślin ziemniaka. Największe zagrożenie stanowi obecnie wirus Y i wirus liściozwoju (PVY i PLRV).

W kryterium I, w którym cechą wiodącą jest wczesność uzyskiwania plonu handlowego, należy liczyć się z koniecznością częstszej wymiany sadzeniaków (co 2–3 lata), gdyż w tej grupie odmian są również odmiany o mniejszej odporności na wirusy. W kryterium II, w którym cechą wiodącą jest maksymalna odporność na zarazę, częstotliwość wymiany może być mniejsza (nawet co 4 lata), gdyż w tej grupie odmian odporność na wirusy jest większa. Wykaz odmian o podwyższonej odporności na wirus Y podano w tabeli 4.5.

Tabela 4.5. Wykaz odmian jadalnych o podwyższonej odporności na wirus Y (PVY) wg IHAR-PIB, 2020

Grupa wczesności	Stopień odporności w skali 9°		
	9	8	7,5 - 7
Bardzo wczesne i wczesne	Tacja, Tonacja Lawenda, Magnolia, Owacja	Pogoria, Riviera, Hetman, Ismena, Madeleine	Denar, Lord, Miłek, , Bila, Gwiazda, Ignacy, Michalina, Stokrotka Vineta
Średnio wczesne	Bojar, Finezja, Jurek, Lech, Malaga, Oberon, Sagitta, Sante	Aldona, Astana, Irmina, Jurata, Orchestra	Gardena, Irga, Mazur, Otolia, Tajfun
Średnio późne i późne	-	-	-

Odmiany ziemniaka zalecane do produkcji ekologicznej powinny również wykazywać odporność na mątwika ziemniaczanego. Wybór odmian pod tym kątem nie powinien przysparzać większych trudności, ponieważ zdecydowana większość odmian znajdujących się w polskim rejestrze jest odporna na ten patogen. Wprawdzie w produkcji ekologicznej obowiązuje co najmniej 4-letni płodozmian i nie ma aż tak dużego zagrożenia wystąpienia mątwika jak w produkcji intensywnej, to jednak uprawa odmian odpornych zabezpiecza plantację przed wystąpieniem tego groźnego szkodnika.

Dobra przechowywalność bulw

Odmiany wykazują zróżnicowaną, genetycznie uwarunkowaną, trwałość przechowalniczą. Zależy ona głównie od poziomu ubytków naturalnych oraz strat wywołanych procesem kiełkowania i rozwojem patogenów chorobotwórczych. Odmiany o wyższej trwałości przechowalniczej odznaczają się niższymi stratami ilościowymi (masa bulw) i jakościowymi (wewnętrzne cechy jakości i wygląd bulw) w procesie przechowywania. Przy doborze odmian na zaopatrzenie zimowe i wiosenne należy wybierać odmiany o wyższej trwałości przechowalniczej.

Jakość bulw

Nawet najbardziej odporna na większość chorób odmiana nie spełni swojej roli w uprawie ekologicznej, jeśli nie będzie charakteryzowała się dobrymi cechami konsumpcyjnymi. Składają się na nie tzw. jakość handlowa, czyli wygląd zewnętrzny bulw: kształt, głębokość oczek, brak deformacji, spękań, uszkodzeń mechanicznych, porażenia chorobami oraz walory smakowe i kulinarne takie jak ciemnienie mięszu surowego i po ugotowaniu. Nie bez znaczenia jest również kolor i zwięźłość mięszu. W tabeli 4.6 podano wymagania jakościowe ziemniaków przeznaczonych na cele jadalne.

Tabela 4.6. Wymagania odnośnie jakości ziemniaków przeznaczonych na cele jadalne wg Zgórskiej, 2009

Cechy jakości	Ziemniaki jadalne
Kształt bulw	okrągłe – podłużne
Głębokość oczek*	>7
Średnica poprzeczna (cm)	>4
Regularność kształtu	>7
Zawartość skrobi - %	12-16
Zawartość suchej masy - %	18-22
Zawartość cukrów redukujących w św. masie- %	≤ 0,5
Typ kulinarny	A-C
Ciemnienie mięszu surowego*	>6,5
Ciemnienie mięszu po ugotowaniu*	>7,5
Skłonność do powstawania ciemnej plamistości i uszkodzeń mechanicznych	możliwie najmniejsza

*- 1- cecha najgorsza; 9- cecha najlepsza; A- typ sałatkowy, B -wszechstronnie użytkowy, BC-wszechstronnie użytkowy do mączystego, C- mączysty, D- bardzo mączysty

Jak wynika z zestawienia zawartego w tabeli 4.6 odmiany przeznaczone na cele jadalne powinny mieć płytkie oczka, średnicę poprzeczną nie mniejszą niż 4 cm, regularny kształt, odpowiednią zawartość suchej masy i skrobi, typ kulinarny w zależności od przeznaczenia od sałatkowego (A) do mączystego (C), niską zawartość cukrów i małą skłonność do ciemnienia mięszu, ale przede wszystkim powinny być smaczne. Większe szanse sprzedaży mają odmiany popularne na danym rynku regionalnym oraz o cechach dostosowanych do gustów miejscowych konsumentów. W Polsce istnieją regionalne preferencje dotyczące głównie barwy mięszu. Zachodnia Polska i Śląsk preferują bulwy o mięszu żółtym, zaś centralna i wschodnia Polska – bulwy o mięszu białym. Bez względu na różnice regionalne zasadniczą sprawą jest jednak jakość bulw. W uprawach ekologicznych uzyskanie bardzo ładnego wyglądu bulw jest trudniejsze niż w uprawie konwencjonalnej. Zakaz stosowania chemicznych środków ochrony roślin często uniemożliwia uzyskanie plonu zupełnie wolnego od objawów niektórych chorób, uszkodzeń przez szkodniki. Dlatego, tym większego znaczenia nabiera dobór odmiany np. o podwyższonej odporności na parcha, czy rizoktoniozę.

4.2. Odmiany ziemniaka rekomendowane do produkcji ekologicznej

Właściwy dobór odmiany do uprawy w systemie ekologicznym jest jednym z kluczowych czynników decydujących o powodzeniu produkcji. Idealną byłaby odmiana o bardzo wysokiej odporności na większość chorób i szkodników, wysoko plonująca, o ładnym wyglądzie bulw i dobrych walorach smakowych i kulinarnych. Dodatkowo, roślina powinna szybko pokrywać glebę, aby być konkurencyjną dla chwastów, szybko gromadzić plon, mieć małe wymagania glebowe i nawozowe, oraz dobrze się przechowywać itp. Niestety takiej odmiany jeszcze nie wyhodowano. Cały czas trwają prace hodowlane mające na celu stworzenie odmian z jak największą ilością wymienionych cech, ale dopóki nie dysponujemy takimi odmianami powinniśmy wybierać takie, które mają ich najwięcej. Oferta odmian znajdujących się w Polskim Rejestrze pozwala na wytypowanie genotypów spełniających wymogi stawiane w uprawach ekologicznych. Przed przystąpieniem do uprawy ziemniaka w tym systemie produkcji należy dokładnie przeanalizować wszystkie wskazówki, aby możliwie najmniejszym nakładem kosztów uzyskać najlepsze efekty. W tabeli 4.7 podano wykaz odmian spełniających w dużej mierze kryteria dobru do uprawy ekologicznej.

Tabela 4. 7. Wykaz odmian spełniających kryteria doboru do produkcji ekologicznej wg Zarzyńskiej 2020

Wg kryterium I		Według kryterium II	
Odmiana	Uzasadnienie	Odmiana	Uzasadnienie
Bila	Odmiana wczesna, szybko gromadząca plon handlowy o dobrej jakości, odporna na wirusy Y i liściozwoju, O mniejszych wymaganiach glebowych i nawozowych.	Gardena	Odmiana średnio wczesna, bardzo wysoka odporność na zarazę, dość wysoko plonująca, plon dość dobrej jakości, wysoka odporność na wirus liściozwoju
Denar	Odmiana bardzo wczesna, szybko gromadząca wysoki plon handlowy o dobrej jakości, wysoka odporność na wirusy.	Finezja	Odmiana średnio wczesna, wysoko plonująca, dobra jakość plonu, wysoka odporność na wirus Y i liściozwoju, podwyższona odporność na zarazę.
Gwiazda	Odmiana wczesna, o szybkim tempie wzrostu, wysoko plonująca, plon dobrej jakości, wysoka odporność na wirusy	Malaga	Odmiana średnio wczesna, wysoka odporność na wirusy Y i L, bardzo wysoki plon dobrej jakości
Ignacy	Odmiana wczesna, dość szybkie tempo wzrostu, wysoki plon bulw dobrej jakości, wysoka odporność na wirusy	Mazur	Odmiana średnio wczesna wysoka odporność na wirusy Y i L, podwyższona odporność na zarazę, wysoki plon dobrej jakości
Lord	Odmiana bardzo wczesna, o szybkim tempie wzrostu, szybko gromadząca wysoki plon handlowy o dobrej jakości, wysoka odporność na wirusy.	Oberon	Odmiana średni wczesna, bardzo wysoka odporność na wirus Y, wysoki plon bardzo dobrej jakości
Magnolia	Odmiana wczesna, o szybkim tempie wzrostu, całkowicie odporna wirusa Y, dosyć odporna na zarazę, wysoko plonująca.	Otolia	Odmiana średnio wczesna, wysoka odporność na wirusy Y i L, podwyższona odporność na zarazę, wysoki plon dobrej jakości.
Michalina	Odmiana wczesna, dość szybkie tempo wzrostu, wysoki plon dobrej jakości, odporna na wirus Y	Tajfun	Odmiana średnio wczesna, wysoka odporność na wirusy Y i L, podwyższona odporność na zarazę, dość wysoki plon o dobrej jakości, odporna na suszę
Miłek	Odmiana bardzo wczesna, o szybkim tempie wzrostu, szybko gromadząca plon handlowy o dobrej jakości, wysoka odporność na wirusy		
Owacja	Odmiana wczesna, dość szybkie tempo wzrostu, wysoki plon dobrej jakości, całkowita odporność na wirus Y i wysoka na wirus liściozwoju, podwyższona odporność na zarazę.		
Vineta	Odmiana wczesna, dość szybkie tempo wzrostu, wysoki plon dobrej jakości, wysoka odporność na wirusy.		

5. PRZYGOTOWANIE SADZENIAKÓW I TECHNOLOGIA SADZENIA

5.1. Wymagania prawne dotyczące materiału sadzeniakowego

W rolnictwie ekologicznym należy stosować przede wszystkim materiał siewny, nasiona lub wegetatywny materiał nasadzeniowy wyprodukowany metodami ekologicznymi (art. 12 ust. 1 pkt i [rozporządzenia Rady WE nr 834/2007](#)). Stosowany w rolnictwie ekologicznym materiał siewny musi spełniać wymagania dotyczące wytwarzania, jakości oraz obrotu określone w [Ustawie z dnia 9 listopada 2012 r. o nasiennictwie](#) oraz rozporządzeniach wykonawczych do tej ustawy. Informacja o dostępnym materiale siewnym nasionach lub wegetatywnym materiale nasadzeniowym wyprodukowanym metodami ekologicznymi zamieszczone są na stronie internetowej Głównego Inspektoratu Ochrony Roślin i Nasiennictwa pod adresem: <http://piorin.gov.pl> w zakładce „ROLNICTWO EKOLOGICZNE”, w dokumencie pt.: „Wykaz materiału siewnego, nasion i wegetatywnego materiału nasadzeniowego wyprodukowanego metodami ekologicznymi prowadzony przez Głównego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa”.

W przypadku braku w wyżej wymienionym Wykazie materiału, którym zainteresowany jest producent ekologiczny może on wystąpić z wnioskiem do Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa o pozwolenie na zastosowanie materiału niewyprodukowanego metodami ekologicznymi (konwencjonalnego). W drugim roku (i latach następnych) ekologicznej produkcji ziemniaków (produkcja certyfikowana) możemy już stosować sadzeniaki z własnej reprodukcji ekologicznej. W tym przypadku ważnym jest uprawianie odmian ziemniaka o wysokiej odporności na wirusy (minimum 6,5–7 w skali 9-stopniowej), co pozwala na utrzymanie dobrej zdrowotności reprodukowanych sadzeniaków (wysoka odporność przeciwdziała szybkiej degeneracji, czyli wyradzaniu się ziemniaków). Uwzględniając powyższe, sadzeniaki stosowane w certyfikowanej produkcji ekologicznej ziemniaka mogą pochodzić:

- z zakupu w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych (sadzeniaki wyprodukowane według zasad prawnych „Ustawy o nasiennictwie” i „Ustawy o rolnictwie ekologicznym”),
- z zakupu w komercyjnych przedsiębiorstwach nasiennych (produkcja wg zasad „Ustawy o nasiennictwie”), po uzyskaniu zezwolenia na odstąpienie od stosowania ekologicznych materiałów nasiennych,
- z własnej certyfikowanej reprodukcji sadzeniaków ekologicznych.

Ponadto w Programie dla Polskiego Ziemniaka został wprowadzony obowiązek wysadzania ziemniaków wolnych od bakterii *Clavibacter Sepedonicus*. Obowiązek wysadzania jedynie ziemniaków o znanej zdrowotności zarejestrowanych przez PIORIN obejmuje producentów zarejestrowanych w PIORIN (tj. produkujących na rynek - zarówno z przeznaczeniem ziemniaków na cele konsumpcyjne, jak i przemysłowe).

5.2. Podstawowe zasady ekologicznej reprodukcji sadzeniaków

Ekologiczna produkcja sadzeniaków na własne potrzeby powinna być prowadzona w oparciu o zasady stosowane w produkcji nasiennej, co zwiększa szanse uzyskania sadzeniaków o dobrej zdrowotności. Zdrowotność sadzeniaków jest uzależniona od stopnia porażenia chorobami, z których największe znaczenie mają choroby wirusowe. Z chorób tych, najgroźniejsze są wywołane porażeniem roślin ziemniaka wirusem Y (potato virus Y - PVY) i wirusem liściozwoju (potato leaf rollvirus - PLRV) oraz wirusem M (potato virus M-PVM). Każdy z tych wirusów może w sprzyjających warunkach spowodować, w ciągu kilku lat reprodukcji, obniżkę plonów sięgającą od kilkunastu (PVM) do 50-60% (PVY, PLRV).

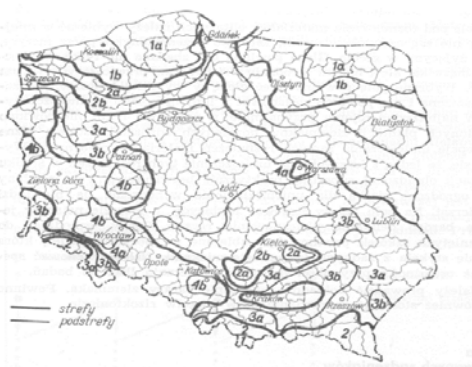
5.2.1. Objawy porażenia roślin ziemniaka wirusami

Wirus liściozwoju (PLRV) – rośliny porażone wirusem są nieco jaśniejsze, skarłate ze względu na zaburzenie wzrostu oraz często przybierają kształt miotlasty. Typowym objawem porażenia roślin tym wirusem jest żółczekowane zwijanie się dolnych liści, które ponadto stają się skórzaste, kruche i łatwo łamliwe a przy ich zgniataniu słychać charakterystyczny chrzęst. Objawy te są spowodowane nagromadzeniem w liściach skrobi i cukrów redukujących, w wyniku uszkodzenia przez wirus wiązek przewodzących.

Wirus Y (PVY) – w Polsce występują głównie dwa szczepy tego wirusa: szczep zwykły (Y^0) oraz szczep nekrotyczny (Y^N), który obecnie dominuje w uprawach ziemniaka. Reakcja roślin na porażenie szczepem Y^N jest słaba lub bardzo słaba, szczególnie u odmian odpornych, co znacznie obniża efektywność zabiegów selekcji negatywnej. Spotykane dawniej typowe, bardzo silne na ogonkach liści i łodyg (smugowatość) oraz nerwach liści nekrozy prowadzące do zamierania i opadziny dolnych i środkowych liści (liściozwis), są obecnie rzadko spotykane. Obecnie rośliny porażone wirusem Y reagują z reguły słabą lub silniejszą mozaiką (jest to jednak również objaw porażenia wirusem M). Rośliny niektórych odmian ziemniaka reagują również nekrozami, które występują na drobnych nerwach liści. Nekrozy te są delikatne, barwy ciemnobrązowej. Dla wprawnego oka charakterystycznym objawem porażenia roślin wirusem jest delikatne skarbowanie powierzchni liści dolnych pięt przy jednoczesnym, lekkim zgięciu wierzchołków blaszek liściowych ku dołowi. Blaszki liściowe górnych i części środkowych pięt liści są gładkie i wyprostowane w porównaniu do liści dolnych.

Wirus M (PVM) – Wirus ten z reguły wywołuje na roślinach objawy słabe, występuje też w formie utajonej. Najczęściej rośliny reagują słabą mozaiką i lekkim zwijaniem się górnych liści. Znacznie rzadziej występują objawy bardzo ostre: roślina jest silnie skarłata, na ogonku liściowym i głównym nerwie liścia występują nekrozy w formie przerywanej linii barwy jasnobrązowej, które powodują silne podwijanie się ku dołowi blaszek liściowych. Plon bulw u takich roślin jest niewielki, jednakże rośliny wyrosłe z tych bulw dają objawy zarówno słabe jak i silne.

Za przenoszenie i rozprzestrzenianie się wirusów odpowiedzialne są mszyce, spośród których największe znaczenie ma mszyca brzoskwińczoziemniaczana (*Myzus persicae*) główny wektor wirusa liściozwoju oraz mszyca szakłakowoziemniaczana (*Aphis nasturtii*) - wektor wirusów Y i M. W integrowanej i konwencjonalnej produkcji nasiennej mszyce są skutecznie zwalczane metodą chemiczną przy pomocy insektycydów. Wobec zakazu stosowania w ekologicznej produkcji nasiennej środków chemicznych zwalczających mszyce (wektory wirusów), szczególnego znaczenia w produkcji zdrowych sadzoniaków nabierają inne czynniki ograniczające porażenie wirusami a przede wszystkim strefa zagrożenia wirusami (presja infekcyjna) oraz odporność odmian. W Polsce wyróżnia się 4 główne strefy presji infekcyjnej wirusów (rys.5.1).



Rys. 5.1. Strefy zagrożenia chorobami wirusowymi, wg Instytutu Ziemniaka

Najmniejsze zagrożenie wirusami dla roślin ziemniaka występuje w Polsce północnej i północno-wschodniej (strefa 1 i 2) a największe na zachodzie i południu kraju (strefa 4). Ekologiczna produkcja sadzoniaków powinna być zlokalizowana w strefie 1 i 2, co znacznie zwiększa szansę uzyskania materiału sadzoniakowego o dobrej zdrowotności. Dla lepszej organizacji i poprawy warunków fitosanitarnych produkcję sadzoniaków należy koncentrować w tzw. rejonach zamkniętych.

Rejony zamknięte są to wydzielone rejon, w których zarówno na plantacjach nasiennych jak i na polach produkcyjnych uprawia się jedynie ziemniaki o dobrej zdrowotności. Rejon zamknięty musi być otoczony naturalnymi pasami izolacyjnymi lub taki pas musi być utworzony przez usunięcie z niego uprawy porażonych ziemniaków. Ziemniaki nie mogą być uprawiane w rotacji rzadszej niż 4-5 lat a dla gospodarstwa musi być prowadzony urzędowy atest potwierdzający nieobecność kwarantannowych organizmów szkodliwych. Planowaną plantację nasienną należy założyć na polu o uregulowanych stosunkach wodnych. Procedura kwalifikacji nasiennej na plantacji ziemniaka jest prowadzona równoległe z certyfikacją ekologiczną całego gospodarstwa.

Do ekologicznej produkcji nasiennej nie są przydatne odmiany o niskiej i średniej odporności na wirusy. W tym typie produkcji zaleca się uprawiać odmiany o wysokiej odporności na wirusy (minimum 6,5-7,0 w skali 9-stopniowej, gdzie 9 oznacza całkowitą odporność). Szczególnie ważna jest odporność odmian na wirus Y, który obecnie stanowi największe zagrożenie w Polsce.

W ekologicznej produkcji nasiennej należy też stosować inne zabiegi agrotechniczne poprawiające zdrowotność materiałów nasiennych. Zabiegi podkietkowania czy pobudzania sadzeniaków oraz wczesny termin sadzenia przyspieszają nabywanie przez rośliny odporności na wirusy związanej z wiekiem. Wyższa odporność roślin na zakażenie wirusami (uzyskana dzięki tym zabiegom) w momencie lotu mszyc ogranicza możliwość infekcji wirusowej, w efekcie czego uzyskujemy niższe porażenie bulw.

Bardzo ważnym zabiegiem wydatnie poprawiającym zdrowotność sadzeniaków jest selekcja negatywna. Zabieg ten jest na tyle ważny w nasiennictwie ziemniaka, że o ile niektóre inne zabiegi można czasem pominąć to zabiegi selekcji negatywnej na plantacjach nasiennych muszą być bezwzględnie przeprowadzane, niezależnie od strefy zagrożenia wirusami i odporności odmiany. Podczas przeprowadzonego zabiegu usuwamy z plantacji wszystkie rośliny z objawami chorób wirusowych, grzybowych i bakteryjnych oraz rośliny obcych odmian. Nie usunięte w porę chore rośliny stają się potencjalnym źródłem infekcji dla sąsiednich, zdrowych roślin. Najlepsze efekty daje selekcja wykonywana na plantacji wyrównanej, na której rośliny mają jednakowe warunki do wzrostu i rozwoju. Na takiej plantacji łatwiej jest odróżnić rośliny chore, które często znacznie odbiegają wyglądem od roślin zdrowych. Z tego względu należy dołożyć wszelkich starań, aby osiągnąć jak największe wyrównanie roślin na polu. Wyrównaniu roślin na plantacji sprzyja staranna uprawa gleby, równomierne rozsianie nawozów, rozfrakcjonowanie bulw oraz pobudzanie lub podkietkowanie sadzeniaków. Decydującym warunkiem skutecznej selekcji negatywnej jest termin pierwszego jej przeprowadzenia. Skuteczność zabiegu jest tym wyższa, im wcześniej zostaną usunięte z plantacji źródła infekcji. Z tego względu należy starać się zrobić wszystko, aby pierwszy zabieg przeprowadzić jak najwcześniej. Wczesne sadzenie sadzeniakami podkietkowanymi lub pobudzonymi umożliwia przeprowadzenie pierwszej selekcji negatywnej we wcześniejszym terminie, co ma szczególnie duże znaczenie w rejonach mniej degeneracyjnych, gdzie często udaje się przeprowadzić pierwszy zabieg jeszcze przed lotem mszyc - wektorów wirusów. Usuwanie chorych roślin, jeszcze przed lotem mszyc, bardzo podnosi efektywność zabiegu. Przeprowadzenie zabiegu selekcji negatywnej jest oczywiście możliwe dopiero po ukazaniu się objawów porażenia na roślinach, co ma miejsce po ok. 2-3 tyg. od wschodów a w sprzyjających, rozwojowi roślin warunkach nawet nieco wcześniej. Opóźnienie pierwszej selekcji w stosunku do optymalnego w danych warunkach terminu wpływa na znaczne zmniejszenie jej efektywności.

5.3. Zabiegi przygotowujące sadzeniaki do sadzenia

Przed sadzeniem, korzystnym jest dla wzrostu i rozwoju roślin odpowiednie przygotowanie sadzeniaków do sadzenia. Osiągamy to stosując zabiegi rozfrakcjonowania i podkietkowania bulw (stosowany w innych systemach produkcji zabieg chemicznego zaprawiania bulw jest w produkcji ekologicznej zabroniony). Rozfrakcjonowanie bulw na przynajmniej dwie frakcje pod względem wielkości zapewnia lepszą pracę sadzarek uwidocznioną mniejszą liczbą przepustów oraz dokładnością sadzenia. Ponadto w wyniku rozfrakcjonowania bulw uzyskujemy wyrównane wschody, czego następstwem jest wyrównana pod względem rozwoju roślin plantacja, co rzutuje dodatnio na plony oraz zwiększa efektywność przeprowadzonych w ekologicznej produkcji nasiennej zabiegów selekcji negatywnej (na wyrównanej plantacji łatwiej dostrzec chore rośliny). Ważną rolę w ekologicznej produkcji ziemniaka odgrywa zabieg podkietkowania sadzeniaków. Oprócz wspomnianego wcześniej dodatniego wpływu na zdrowotność materiałów nasiennych, zabieg ten przynosi również wiele korzyści w ekologicznej produkcji towarowej ziemniaków. Podkietkowanie sadzeniaków skraca okres od posadzenia do wschodów o 7-10 dni, wpływa na wyrównanie wschodów oraz przyspiesza wzrost i rozwój roślin, dzięki czemu zmniejsza się porażenie rizoktoniozą oraz zarazą ziemniaka - choroby szczególnie groźnej w produkcji ekologicznej. Przyspieszenie wschodów, uzyskane dzięki temu zabiegowi, pozwala „uciec” przed tą chorobą. Ma to szczególnie duże znaczenie w produkcji odmian wczesnych, które w momencie wystąpienia tej choroby praktycznie zdążą już wytworzyć plon bulw.



Fot. 5.1. Prawidłowo podkiętkowane sadzeniaki ziemniaka

5.4. Technologia sadzenia

W obecnej dobie powszechne jest stosowanie sadzenia mechanicznego przy pomocy sadzarek automatycznych, co znacznie skraca okres sadzenia (duża wydajność). Na małych powierzchniach można stosować sadzenie ręczne, którego zaletą jest większa dokładność sadzenia oraz bardzo niski procent obłąmywanych kielków u sadzeniaków podkiętkowanych. W technologii sadzenia istotną rolę odgrywają takie czynniki jak: termin, gęstość i głębokość sadzenia. Termin sadzenia jest uzależniony od temperatury gleby. Ziemniaki niepobudzone sadzimy, gdy temperatura gleby na głębokości 10 cm osiągnie 7–8°C, natomiast bulwy podkiętkowane lub pobudzone możemy sadzić wcześniej - przy temperaturze gleby 5–6°C. W zależności od rejonu kraju okres ten przypada najczęściej na II i III dekadę kwietnia. Opóźnienie terminu sadzenia do około połowy maja (u odmian późniejszych) może spowodować 20 a nawet 30 procentową stratę plonu. Czynnikiem wpływającym na jakość plonu oraz stopień porażenia roślin chorobami (szczególnie zarazą ziemniaka) jest gęstość sadzenia ściśle związana z wielkością wysadzanych bulw.



Fot. 5.2. Optymalnym terminem sadzenia ziemniaków jest faza kwitnienia mniszka lekarskiego

W ekologicznym systemie produkcji zaleca się stosować rozstawę rzędów co 75 cm (i większą), która przy mniejszych roślinach uprawianych w tej technologii zapewnia szybsze obsychanie naci ziemniaczanej, co z kolei ogranicza rozwój zarazy ziemniaka. Przy szerszej rozstawie redliny są bardziej pojemne, co pozwala pomieścić duży plon bulw zapobiegając w ten sposób ich zazielenieniu.

Dodatkową korzyścią szerszej rozstawy redlin jest ponadto mniejsza ilość uszkodzeń mechanicznych bulw przy zbiorze kombajnowym. Sadzeniaki o mniejszej średnicy (a tym samym masie) sadzimy gęściej. Przy rozstawie rzędów 75 cm bulwy o średnicy 3–4 cm (ok. 40 g) zaleca się sadzić co 21 cm w rzędzie, sadzeniaki średnie

(4–5 cm) co 27 cm a duże (5–6 cm) co 34 cm. Wysadzane bulwy należy umieszczać w glebie stosunkowo płytko, co zapewnia wcześniejsze wschody oraz zmniejsza ilość odsiewanej gleby podczas zbioru, czego efektem jest ograniczenie liczby uszkodzeń bulw podczas zbioru oraz zmniejszenie zużycie paliwa. Zalecana głębokość sadzenia powinna się równać średnicy sadzeniaka plus 1cm, czyli bulwa powinna się znajdować na głębokości 1 cm poniżej wyrównanej powierzchni pola. W zależności od wielkości użytych sadzeniaków wynosi ona 3,5–6 cm. Sadzeniaki przykrywamy warstwą gleby grubości 12–14 cm licząc od górnej powierzchni bulwy.



Fot. 5.3. Prawidłowo uformowane redliny Ziemniaka



Fot. 5.4. Wadliwa obsada roślin na plantacji wynikająca ze złej jakości sadzeniaków

Takie parametry sadzenia wymagają posiadania nowoczesnych sadzarek. W Polsce występują sadzarki o trzech typach zespołu współdziałającego:

- sadzarki tarczowo-chwytakowe.
- Wadą tych sadzarek jest dość duża nierównomierność sadzenia (czynnik szczególnie istotny w produkcji nasiennej) oraz znaczna ich awaryjność.
- sadzarki łańcuchowo-czerpakowe.
- Wadami tego typu sadzarek jest mały zakres gęstości sadzenia oraz znaczne uszkodzenia sadzeniaków.
- sadzarki taśmowo-czerpakowe.

Ten typ sadzarek charakteryzuje duża zmienność rozstawy międzyrzędzi, kilkanaście możliwości ustawienia gęstości sadzenia oraz możliwość zmiany wielkości czerpaków w zależności od wielkości sadzeniaków. Są to sadzarki z reguły czterorzędowe produkowane na potrzeby dużych plantacji (S 211/1, S 221/1 Super, Kora 4, Kora 4H i Kora 4 HP).

Wymagania dotyczące parametrów sadzenia w produkcji nasiennej najlepiej spełniają sadzarki taśmowo-czerpakowe.

6. PIELĘGNOWANIE EKOLOGICZNEJ PLANTACJI ZIEMNIAKA

Ziemniak należy do roślin o dużej wrażliwości na zachwaszczenie, co wynika z powolnego początkowego rozwoju tej rośliny. Okres od posadzenia do wschodów, a następnie do zwarcia rzędów jest długi i brak w nim konkurencji ze strony rośliny uprawnej. Stwarza to doskonałe warunki do rozwoju chwastów. O szkodliwości chwastów decyduje ich konkurencyjność w stosunku do rośliny uprawnej. Większość chwastów kielkuje wcześniej, co daje przewagę już na starcie. System korzeniowy penetruje głębsze warstwy ziemi, dzięki czemu te niepożądane rośliny mają większy dostęp do składników mineralnych i wody. Szybciej rosną i rozwijają liście zacinając rośliny uprawne, które muszą walczyć z chwastami nie tylko o wodę i składniki mineralne, ale także o światło i przestrzeń. Dodatkowo zacienienie powierzchni gleby wpływa na obniżenie jej temperatury, co powoduje opóźnienie wschodów roślin uprawnych i osłabienie ich początkowego wzrostu. Kolejną cechą, która daje chwastom przewagę jest bardzo wysoki współczynnik rozmnażania. Oznacza to, iż wytwarzają one ogromne ilości (nawet 200 tys. – żółtlica drobnokwiatowa) nasion, które charakteryzują się bardzo wysoką żywotnością (kielkują nawet po 50 latach – powój polny, gwiazdnica pospolita) i mogą być źródłem zachwaszczenia przez wiele sezonów wegetacyjnych. Niekorzystny wpływ chwastów na plantacji ujawnia się już od momentu posadzenia bulw ziemniaka (zachwaszczenie pierwotne), aż do chwili zbioru (zachwaszczenie wtórne). Szkodliwość chwastów w pierwszym okresie – od momentu posadzenia bulw, aż do okresu zwarcia międzyrzędzi, polega w głównej mierze na konkurencyjnym działaniu względem rośliny uprawnej (silne pobieranie makroskładników – NPK i wody). Natomiast szkodliwość chwastów pod koniec wegetacji (przed zbiorem) polega przede wszystkim na ograniczeniach w samym zbiorze, co często przekłada się na zwiększoną liczbę uszkodzonych bulw ziemniaka. Ponadto intensywne zachwaszczenie stwarza bardzo dobre warunki (zacienienie, wysoka wilgotność) do rozwoju chorób grzybowych (zaraza ziemniaka) czy wirusowych przenoszonych przez mszyce.

Źródłem zachwaszczenia w ekologicznej uprawie ziemniaka może być stosowany obornik. Nasiona wielu chwastów (chwastnicy jednostronnej, gwiazdnicy pospolitej, komosy białej, szarłatu szorstkiego) są odporne na działanie soków trawiennych zwierząt i przechodzą przez ich przewód pokarmowy, a niektóre później nawet lepiej kielkują. Większe zachwaszczenie pola, po zastosowaniu obornika, może być spowodowane nie tylko wzniesieniem do gleby chwastów, ale także poprawą warunków wzrostu i pobudzeniem kiełkowania nasion przez azotany tworzące się w procesie fermentowania obornika.

6.1. Klasyfikacja chwastów

W zależności od zastosowanych kryteriów (min. cechy morfologiczne czy wymagania życiowe) możemy dokonywać różnego podziału chwastów.

Chwasty jednoliścienne i dwuliścienne

Najbardziej ogólny dotyczy podziału na dwie klasy:

- rośliny jednoliścienne - wytwarzają tylko jeden liścień w czasie kiełkowania. Jest to klasa, w której najliczniejszą grupę stanowią trawy.
- rośliny dwuliścienne – gatunki, które w czasie wschodów wytwarzają dwa liścienie.

Chwasty krótkotrwałe, dwuletnie, wieloletnie

Na podstawie różnic w sposobach rozmnażania, w budowie organów rozmnażania, długości życia osobniczego oraz sposobów odżywiania się chwastów polnych, wyróżniamy następujące grupy biologiczne:

- chwasty krótkotrwałe,
- chwasty dwuletnie,
- chwasty wieloletnie.

Chwasty krótkotrwałe to chwasty żyjące niespełna rok, czasem dwa lata. Raz tylko kwitną i owocują, a następnie giną. Rozmnażają się tylko za pomocą nasion. Ich korzenie zamierają równocześnie z pędami. Ze względu na czas rozwoju oraz stosunek do pory zimowej w tej grupie roślin wyróżniamy:

- chwasty krótkotrwałe jare - obejmują gatunki, których pełny rozwój zamyka się w ciągu jednego okresu wegetacyjnego. Nasiona kiełkują i siewki wschodzą wiosną lub latem. Nasiona dojrzewają jesienią lub na początku zimy, po czym rośliny obumierają (pod wpływem niskich temperatur). Do tej grupy zaliczamy min.: chwastnicę jednostronną, gorczycę polną i żółtlicę drobnokwiatową,
- chwasty krótkotrwałe zimujące – obejmują gatunki, którym nie jest potrzebna do rozwoju niska temperatura, a rośliny pochodzące z nasion kiełkujących jesienią są zdolne przetrwać zimę np. tasznik pospolity, gwiazdnica pospolita czy starzec zwyczajny. Zaliczamy tu też miotłę zbożową,
- chwasty krótkotrwałe ozime – kiełkowanie nasion i wschody rozpoczynają się jesienią, po czym rośliny wykształcają skrócony pęd. Gatunki dwuliścienne najczęściej zimują w postaci rozety, zakwitają wiosną następnego roku, a latem wytwarzają nasiona. Warunkiem kwitnięcia i wydania nasion jest okres tzw. jarowizacji, czyli przebywania nasion przez pewien okres w temperaturze poniżej 0°C. Należą tu min. przetacznik trójlistkowy, stokłosa polna i żytnia.

Chwasty dwuletnie – pełny cykl życiowy trwa dwa lata. W pierwszym roku rośliny wytwarzają silnie rozwiniętą część wegetatywną. W organach podziemnych gromadzą zapasy pokarmu. Zimują tylko organy podziemne, część zielona obumiera. W drugim roku wydają owoce i nasiona. Do tej grupy zaliczamy np. bniec biały.

Chwasty wieloletnie – czyli trwałe, po pierwszym zaowocowaniu nie giną, ale nadal rozmnażają się za pomocą kłaczy, rozłogów, korzeni itp. Do najczęściej spotykanych chwastów wieloletnich należą: mniszek pospolity, ostrożeń polny, perz właściwy i powój polny. Oprócz rozmnażania wegetatywnego, mogą się rozmnażać generatywnie, wydają znaczne ilości nasion i rozprzestrzeniają się na znaczne obszary pól uprawnych.

6.2. Gatunki chwastów na plantacji ziemniaka

6.2.1. Chwasty jednoliścienne

Chwastnica jednostronna łac. (*Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. P.B.) zalicza jest do roślin jednorocznych, jarych, nie zimuje (fot. 6.1). Posiada liście w kolorze ciemnozielonym, szerokie na około 2 cm. W zależności od okazu, mogą płożyć się po ziemi lub być uniesione do góry. Łodyga podnosząca się, u dołu fioletowo zabarwiona. Kłosa chwastnicy są wizualnie podobne do kłosów prosa. Wzrost znaczny – może osiągać wysokość nawet do jednego metra. Zaliczana do groźnych rywali wobec roślin uprawnych, ponieważ cechuje ją duża konkurencyjność wobec płodów rolnych. Szczególnie niebezpieczna dla upraw wysiewanych w rzędy o dużej szerokości – przykładami są rośliny okopowe, warzywa czy kukurydza.



Fot.6.1. Chwastnica jednostronna

Perz właściwy łac. (*Agropyron repens* (L.) P.B.) jest rośliną wieloletnią, o dużej ekspansywności wynikającej przede wszystkim ze sposobów rozmnażania (fot. 6.2). Posiada długie i liczne rozłogi podziemne i to one stanowią źródło nowych egzemplarzy. Podejmowane przez rolników zabiegi uprawowe sprzyjają rozmnażaniu wegetatywnemu, co w sposób niezamierzony dobrze służy perzowi. To niebezpieczny gatunek chwastu w uprawie ziemniaka. Perz właściwy może wystąpić zasadniczo w każdej uprawie podejmowanej w ramach działalności rolniczej. Czuje się dobrze na glebach dowolnego rodzaju, ale szczególnie upodobał sobie warianty piaszczyste i o niskim wskaźniku pH. Rośliny uprawne pozbawia wody oraz dostępu do światła.



Fot. 6.2. Perz właściwy

Wiechlina roczna łac. (*Poa annua* L.) jest rośliną jarą, dobrze zimuje i, jak wskazuje nazwa, należy do roślin jednorocznych (fot. 6.3). Rozwija się dość intensywnie w całym okresie wegetacyjnym, do kilku pokoleń w ciągu roku. Namnażanie się przebiega w szybkim tempie, przez co roślina zajmuje coraz większy obszar. Błazka liściowa pofałdowana, wierzchnia strona matowa do lekko połyskującej, spodnia strona matowa. Występuje zasadniczo we wszystkich uprawach, choć częściej wśród roślin sadzonych w szerokie rzędy (rośliny okopowe i kukurydza). Wiechlinę można spotkać również na stanowiskach ruderalnych, terenach przydrożnych i użytkach trwałych. Zdarza się, że wiechlina roczna jest żywicielem mączniaka prawdziwego zbóż i traw, będącego znanym w rolnictwie szkodnikiem. Preferuje ziemię żyzną o umiarkowanej wilgotności, ale jest w tym względzie uniwersalna.



Fot. 6.3. Wiechlina roczna

Włośnica zielona łac. (*Setaria viridis* (L.) P.B.) jest chwastem jarym, nie wykazuje tendencji do zimowania (fot. 6.4). Lubi wysokie temperatury i wschodzi dość późno. Największa skala występowania notowana wśród roślin okopowych oraz kukurydzy. Najczęściej zachwaszcza w sposób wtórny. Uwagę przykuwa wizualna strona rośliny. Posiada kwiaty w formie podłużnej wiechy o kształcie kłosa, więc na pierwszy rzut oka może być mylona z dzikim samosiewem jakiegoś zboża. Rozwojowi sprzyjają gleby o znacznej wilgotności i żyzności – zarówno gliniaste, jak i piaszczyste. Włośnica zielona należy do chwastów bardzo inwazyjnych o dużej ekspansywności. Pojedynczy egzemplarz może wytworzyć nawet 7 tysięcy nasion. Oznacza to, że w sprzyjających warunkach zachwaszczenie może przybierać dużą skalę i poważnie zagrozić plonom.



Fot. 6.4. Włośnica zielona

6.2.2. Chwasty dwuliścienne

Dymnica pospolita łac. (*Fumaria officinalis* L.) zalicza jest do roślin jednorocznych, jarych (fot. 6.5). Jej pierwsze wschody da się odnotować jesienią, ale roślina nie wykazuje tendencji do zimowania. Raczej nie jest zaliczana do chwastów uciążliwych, jednak w sprzyjających dla siebie warunkach może wywierać znaczną presję i, co za tym idzie, obniżać plony w sposób zauważalny. Cechą charakterystyczną tego gatunku jest sina lub szarzielona barwa liści i łodyga pokryta niebieskozielonym nalotem. Wiosenne wschody dymnicy zachwaszczają uprawy do zbiorów. Najlepiej rośnie na stanowiskach o dużej wilgotności i zasobnych w składniki odżywcze glebach. Preferuje gleby gliniasto - piaszczyste i gliniaste o dobrych stosunkach powietrzno - wodnych. Częste występowanie notuje się w roślinach okopowych, ale nie tylko.



Fot. 6.5. Dymnica pospolita

Iglica pospolita łac. (*Erodium cicutarium* L.) przynależy do rodziny bodziszkowatych (fot. 6.6). Iglica pospolita jest jednoroczną lub dwuletnią rośliną zielną, tworzącą mocny, palowy i długi system korzeniowy oraz wiotki, rozgałęziony, pokładający się lub wzniesiony pęd, w całości pokryty gęstymi włoskami i zabarwiony u podstawy na czerwono. W czasie wegetacji na pędzie rozwijają się liczne, wydłużone, zielone, pierzastosieczne liście, złożone z niewielkich, lancetowatych listków, ułożonych naprzeciwlegle wzdłuż ogonka liściowego. Pojedynczy liść jest siedzący lub krótkoogonkowy, a jego blaszka liściowa na brzegach jest mocno powcinana. Kwiaty barwy różowej, białej lub liliowej. Najczęściej spotykana w uprawach polnych warzyw, wśród roślin okopowych oraz w kukurydzy. Zauważalna również na terenach przydrożnych, w obszarze nieużytków, w miedzach, a także w sadach owocowych. Pojawia się także w zbożach. Rozwija się bardzo dobrze w glebach piaszczystych i gliniastych o niskim wskaźniku pH. W polskich warunkach spotykana w największym stopniu na terenach nizinnych. Stanowi duże zagrożenie dla siewek roślin uprawnych, ponieważ ma duże zapotrzebowanie na składniki odżywcze gleby. Iglica pospolita wyrasta do 50 cm wysokości. Nasiona iglicy potrafią przetrwać w temperaturach poniżej zera – jedna sztuka jest zdolna wydać do 600 nasion.



Fot. 6.6. Iglica pospolita

Komosa biała łac. (*Chenopodium album* L.) jest jednoroczną rośliną jarą (fot. 6.7). Komosa biała ma jasnozielony kolor i pokryta jest jasnym, lekko srebrzystym meszkiem – od którego wzięt się drugi człon jej nazwy w klasyfikacji roślin. Osiąga wysokość od kilkunastu centymetrów do ok. 1 metra. Jest rośliną samosiewną, a wiatr bardzo łatwo rozsiewa jej nasiona. Kwitnie od czerwca do nawet października, kiełkuje w całym okresie wegetacji. Najbardziej konkurencyjna wobec roślin uprawianych w szerokich rzędach. Komosa biała największe problemy sprawia hodowcom roślin okopowych, kukurydzy oraz jarzyn. Jeśli nie zostaną podjęte właściwe kroki mające na celu jej zwalczanie, może całkowicie zredukować plon oraz technicznie utrudnić zbiór. Preferuje gleby o dużej zawartości azotu. Komosa biała w przypadku najdorodniejszych okazów może osiągnąć do metra wysokości. Postać surowa wykazuje silne działanie toksyczne zarówno wobec zwierząt hodowlanych, jak i ludzi. Pojedynczy egzemplarz potrafi wytworzyć do 3 tysięcy nasion, mogących przetrwać w ziemi nawet 10 lat.



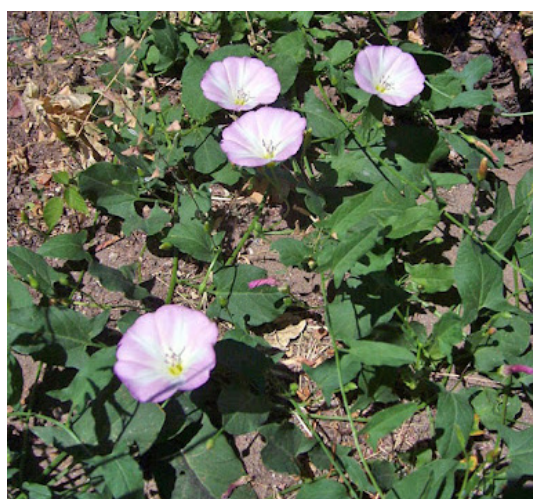
Fot. 6.7. Komosa biała

Ostrożeń polny łac. (*Cirsium arvense* L. Scop.) jest on chwastem wieloletnim i uciążliwym, o bardzo wysokim stopniu szkodliwości (fot. 6.8). Zdaniem ekspertów już 0,5 sztuki na metrze kwadratowym stanowi zagrożenie dla roślin uprawnych. Rozmnaża się generatywnie oraz wegetatywnie. Niebezpieczny dla upraw w szerokich rzędach, ale może też całkowicie zagłuszyć plon zbóż oraz rzepaku. Rozrasta się bardziej niż łany, dodatkowo utrudniając zbiory w wymiarze technicznym. Negatywnie wpływa na jakość paszy. Dobrze rośnie na różnych typach gleb, ale zwłaszcza tych bogatych w wartości odżywcze. Wyróżniają go ostre kolce i fioletowe kwiaty o kształcie koszyczków. Ostrożeń polny kwitnie pomiędzy lipcem a październikiem.



Fot. 6.8. Ostrożeń polny

Powój polny (*Convolvulus arvensis* L.) bywa określany jako wiciowe torebki, wilec, powoik, dzwonki czy panny (fot. 6.9). To gatunek wieloletni i trwały. Posiada rozbudowany system korzeniowy i między innymi to decyduje o tym, że jest chwastem trudnym do eliminacji. Na polach daje znać o sobie głównie w roślinach sianych bądź sadzonych w szerokich rzędach. Mniej powszechnie w zbożach czy w lnieniu. Warunkiem sprzyjającym rozwojowi powoju jest upraszczanie upraw. Spotykany także na terenach przydrożnych, pastwiskach oraz na nieużytkach rolniczych. Roślina ta wije się po ziemi. To sprawia, że powój polny utrudnia gatunkom uprawnym prawidłowy rozwój. Ma tendencję do oplatania innych roślin, wymuszając ich pochylenie. Roślina kwitnie od maja do września, a jej kwiaty przekwitają już po jednym dniu. Białe lub różowe kwiaty powoju polnego wydzielają charakterystyczny zapach migdałów. To chwast o wysokim wskaźniku konkurencyjności, stanowiący duże zagrożenie dla upraw.



Fot. 6.9. Powój polny

Rdest powojowaty łac. (*Polygonum convolvulus* L.) zalicza się do chwastów jednorocznych i jarych (fot. 6.10). Wschodzi przede wszystkim w maju i czerwcu, a także na początku jesieni. Najpowszechniej występuje w roślinach okopowych, w uprawach zbóż, a także w kukurydzy. Jeśli dojdzie do dużej presji, roślina silnie zagęszcza łąn, prowadzi także do jego zacinienia. Najlepiej czuje się w glebach średnich oraz lekkich, o niskiej zasobności w składniki odżywcze. Łodyga osiąga do jednego metra wysokości, liście mają kształt sercowaty. Rdest powojowaty posiada pędy, które płożą się na powierzchni gruntu i zazwyczaj owijają się wokół łodyg sąsiadujących roślin. Zwalczanie może być skuteczne, ale musi rozpocząć się jak najwcześniej, aby chwast nie zdążył się rozrosnąć i tym samym zagroził gatunkom pożądanym.



Fot. 6.10. Rdest powojowaty

Szarłat szorstki łac. (*Amaranthus retroflexus* L.) to bardzo popularna w Polsce roślina jednoroczna z rodziny szarłatowatych (fot. 6.11). Roślina tworzy mocny, prosty korzeń palowy (dzięki czemu jest stosunkowo odporna na suszę) i silną, wyprostowaną, grubą, zieloną lub czerwonawą, najczęściej pojedynczą (rzadziej rozgałęzioną) łodygę. Na całej długości łodygi rozwijają się dość duże, jajowate, lekko ząbkowane na brzegach liście z wyraźnie widocznym unerwieniem i czerwonym odcieniem spodniej strony blaszki liściowej. Pierwsze, młode liście są mniejsze, gładkie, zielone z lekkim, czerwonym zabarwieniem od spodu, owłosione jedynie przy ogonku liściowym, starsze natomiast są większe, wyraźnie unerwione, posiadające lekko pomarszczoną blaszkę liściową i połączone z łodygą sztywnym, owłosionym ogonkiem liściowym. Cała roślina łącznie z kwiatostanem jest szorstko owłosiona, czemu prawdopodobnie szarłat zawdzięcza swoją nazwę gatunkową. Pojawia się głównie wśród roślin okopowych oraz kukurydzy. Rzadziej występuje w zbożach jarych oraz wśród gatunków strączkowych. Bardzo lubi światło oraz wysokie temperatury. Gdy jego zwalczanie nie będzie prowadzone w skuteczny sposób, trzeba liczyć się z ograniczeniem skali plonowania oraz komplikacjami w prowadzeniu zbioru mechanicznego. Można spotkać go w zasadzie na wszystkich typach gleb, aczkolwiek preferuje te lżejsze, zasobne w azot. Zwyczajowa i powszechnie używana nazwa to amarantus – jego nasiona są cenione wśród zwolenników zdrowej żywności. Szarłat szorstki w uprawach jest chwastem, który może wyrządzić duże szkody. Rywalizuje z gatunkami pożądanymi o składniki odżywcze zawarte w ziemi. Z uwagi na dużą ekspansywność, zwalczanie trzeba rozpocząć jak najwcześniej.



Fot. 6.11. Szarłat szorstki

Żółtlica drobnokwiatowa łac. (*Galinsoga parviflora*) to jednoroczna roślina jara, dorastającą do wysokości ok.10 – 20 cm., a w sprzyjających warunkach nawet do 70 cm (fot. 6.12). Tworzy długi, mocny korzeń palowy z licznymi korzeniami bocznymi oraz wzniesione, sztywne, delikatnie owłosione, mocno rozgałęzione łodygi, pokryte dużymi, romboidalnymi lub lancetowatymi, zielonymi liśćmi, wyrastającymi na pędzie naprzeciwległymi parami. Błyszcząca blaszka liściowa na zewnętrznej stronie posiada wyraźnie zaznaczone unerwienie i podobnie jak łodyga, pokryta jest rzadkim, delikatnym meszkiem. Kwiaty rozwijają się na pędach od IV do późnej jesieni (do pierwszego przymrozku). Kwiaty brzeżne mają białą barwę, natomiast kwiaty wewnętrzne są rurkowe i żółte. Żółtlica drobnokwiatowa preferuje gleby dobrej jakości, żyzne, próchnicze, gliniaste, przepuszczalne, umiarkowanie wilgotne, zasobne w składniki pokarmowe oraz bogate w azot, ale zniesie również nieco słabsze warunki.



Fot. 6.12 Żółtlica drobnokwiatowa

6.3. Dozwolone metody regulacji zachwaszczenia w uprawach ekologicznych

Ochrona plantacji przed zachwaszczeniem w gospodarstwach ekologicznych nie należy do łatwych zadań, z uwagi na to, iż stosowanie herbicydów w tego typu gospodarstwach jest niedopuszczalne.

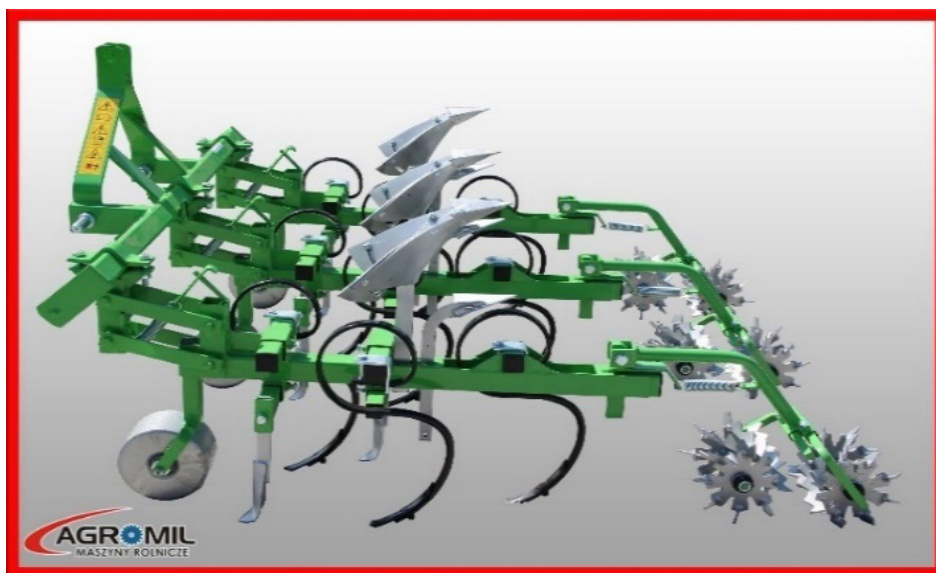
W ekologicznym systemie uprawy ograniczenie zachwaszczenia realizowane jest poprzez działanie zapobiegawcze oraz poprzez bezpośrednie zwalczanie chwastów. Profilaktyczne zwalczanie zachwaszczenia obejmuje właściwy płodozmian i zmianowanie, kompostowanie materiałów organicznych, dobór odmian, uprawę międzyplonów i śródplonów, uprawę roli oraz mulczowanie i ściółkowanie gleby. Bezpośrednie regulowanie zachwaszczenia w łanie ziemniaka, w systemie rolnictwa ekologicznego, oparte jest na metodach mechanicznych, polegającym na kilkakrotnym bronowaniu i obredlaniu aż do zwarcia rzędów. Ważne jest, by zabiegi te były przeprowadzone we właściwym terminie. Najważniejszy jest okres od posadzenia do wschodów ziemniaka. W tym czasie zalecane jest trzykrotne bronowanie i obsypywanie roślin (fot. 6.13).



Fot. 6.13. Obsypywanie ziemniaków

Kolejne dwa zabiegi: pielienia i obsypywania należy wykonać w okresie od wschodów do zwarcia rzędów roślin. Efektywne zwalczanie chwastów, we wczesnym okresie wzrostu ziemniaka, zmniejsza intensywność zachwaszczenia wtórnego w drugiej połowie okresu wegetacji.

Bezpośrednie zwalczanie chwastów wykonuje się za pomocą powszechnie dostępnych narzędzi, takich jak: pielnik, pielniko-obsypnik, obsypnik, brona-chwastownik itp. Skuteczność tych zabiegów zależy od stopnia i rodzaju zachwaszczenia, jak również zachowania optymalnych terminów ich stosowania, które powinny uwzględniać stadium rozwoju chwastów. Sekcje robocze pielniko-obsypnika zbudowane są w taki sposób, aby podczas pracy zapewnić pielienie, spulchnienie i obsypywanie redlin (fot. 6.14). O uniwersalności zastosowania tego narzędzia decyduje fakt, iż możliwa jest regulacja rozstawu jego sekcji roboczych (w zależności od różnych odległości rzędów roślin na plantacji), w wyniku czego może być on wykorzystany nie tylko przy pielęgnacji roślin ziemniaka, lecz również innych roślin, np. marchwi. Brona chwastownik jest powszechnie stosowana w gospodarstwach ekologicznych do zabiegów uprawowych i pielęgnacyjnych, zwłaszcza do ograniczania wczesnie wschodzących chwastów. Sprężysta budowa zębów tego narzędzia, w połączeniu z luźno zawieszonymi segmentami poszczególnych sekcji roboczych sprawia, że brona ta doskonale dopasowuje się do powierzchni roli. Dzięki takiej budowie chwastownik niszczy słabiej zakorzenione chwasty, spulchnia glebę, polepsza dostęp składników pokarmowych oraz intensyfikuje napowietrzanie gleby.



Fot.6.14. Pielniko-obsypnik do ziemniaków

7. OCHRONA EKOLOGICZNEJ PLANTACJI ZIEMNIAKA PRZED CHOROBAMI

Duże niebezpieczeństwo wystąpienia chorób, przy jednoczesnym ograniczeniu do minimum możliwości stosowanie środków chemicznych na plantacjach ekologicznych, sprawia, że ziemniaki zaliczane są do grupy roślin trudnych do uprawy w tym systemie. Pomimo tego, uprawa ziemniaka, z uwagi na korzystne oddziaływanie tego gatunku na całokształt zmianowań stanowi ważny element ekologicznego systemu produkcji.

Podstawowymi elementami uprawy wpływającymi na stan fitosanitarny plantacji ziemniaka są:

- właściwy płodozmian (najbardziej odpowiednim przedplonem dla ziemniaka pod względem fitosanitarnym jest zboże),
- prawidłowe przygotowanie gleby,
- w miarę możliwości uprawa odmian odpornych na patogeny ziemniaka,
- używanie zdrowych sadzeniaków pochodzących z plantacji o sprawdzonej zdrowotności lub potwierdzonej paszportem,
- prowadzenie systematycznego monitoringu stanu roślin i w razie potrzeby przeprowadzenie selekcji negatywnej,
- skuteczna ochrona przed zachwaszczeniem,
- terminowo wykonywany i technicznie prawidłowy zbiór,
- staranne usuwanie i niszczenie resztek pozbiorowych, w których patogeny mogą zimować i stanowić zagrożenie dla następnej uprawy.

7.1. Choroby ziemniaka okresu wegetacji

Do najgroźniejszych a zarazem najważniejszych gospodarczo chorób ziemniaka należą: **zaraza ziemniaka**, **alternarioza**, **rizoktonioza** i **czarna nóżka**.

Zaraza ziemniaka i alternarioza, to choroby epidemiczne, czyli takie, których wystąpienie jest związane z pojawianiem się objawów infekcji na wszystkich roślinach na danej plantacji, a rozwój patogenu prowadzi do zniszczenia części nadziemnej roślin, powodując tym samym zakończenie ich rozwoju i akumulacji plonu. Termin pojawu patogenu i tempo rozwoju tych chorób są silnie determinowane przez układ czynników meteorologicznych, ale porażenie roślin jest związane także ze stopniem zaawansowania ich rozwoju oraz odmianową odpornością na atakujący je patogen.

Czarna nóżka i rizoktonioza są natomiast chorobami poszczególnych roślin, a infekcje i wystąpienia symptomów choroby mogą mieć miejsce w różnych fazach ich rozwoju. Pierwotnym źródłem tych chorób są zainfekowane sadzeniaki i w nieco mniejszym stopniu również gleba.

7.1.1. Rizoktonioza

Sprawcą tej choroby jest saprofityczny grzyb *Rhizoctonia solani*. Zmiany chorobowe stanowiące następstwo infekcji tym patogenem występują na roślinach ziemniaka w różnych fazach ich rozwoju oraz na bulwach.

Najwcześniej obserwowanymi objawami ryzoktoniozy są braki wschodów i nierówny rozwój wschodzących roślin. Objawy te są wynikiem niszczenia rozwijających się kielków przez patogen. Mają one postać nekroz, które mogą obejmować zarówno wierzchołek rozwijającego się kielka, jak i niższe jego partie (fot.7.1). Obumierające kielki prowadzą do wspomnianych braków w obsadzie bądź występowania na plantacji roślin opóźnionych w rozwoju - jednopędowych lub nadmiernej liczbie słabych, cienkich pędów, dających małe rośliny.



Fot. 7. 1. Zgorzel kielków

Źródłem zakażenia kielków ziemniaka są strzępki grzybni wyrastające ze sklerocjów znajdujących się w glebie i na powierzchni bulw użytych do sadzenia. Należy podkreślić, że sadzenie ziemniaków w niedostatecznie ogrzaną glebę i związane z tym wydłużenie okresu wschodów stanowi czynnik sprzyjający porażeniu kielków przez patogen. W późniejszych fazach rozwoju roślin, w warunkach sprzyjających chorobie, na łodygach grzyb wywołuje wgłębione nekrozy tkanek, często sięgające do rdzenia, prowadząc do próchnienia jej podstawy (fot.7.2). Nekrozy powodują utrudnienia w pobieraniu wody i substancji pokarmowych co wywołuje chlorozy liści i zwijanie ku górze młodych listków.

Przy znacznych zaburzeniach w przewodzeniu asymilatów pojawiają się na łodygach bulwy powietrzne wyrastające u nasady pędów bocznych bądź liści (fot. 7.3).

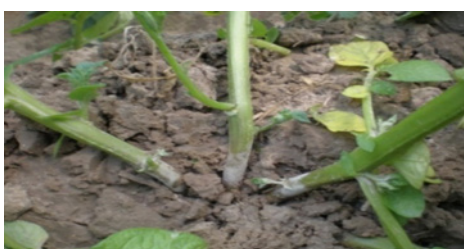


Fot. 7. 2. Próchnienie podstawy łodygi



Fot. 7. 3. Bulwy powietrzne

Innym objawem porażenia roślin, obserwowanym przede wszystkim w sezonach wegetacyjnych o wyższej sumie opadów jest opilśń łodygowa (nazywana też białym kołnierzykiem) obecna na przyziemnym odcinku łodyg (fot.7.4). Pojawienie się grzybni na łodydze nie powoduje na ogół bezpośredniego zagrożenia dla ilości i jakości plonu, ale jest jednym z elementów nagromadzania się patogenu w środowisku, zatem i wzrostu zagrożenia infekcją w kolejnych stadiach rozwoju. Plon roślin porażonych przez grzyba *R. solani* cechuje duża liczebność bulw oraz ich znaczne zdrobnienie.

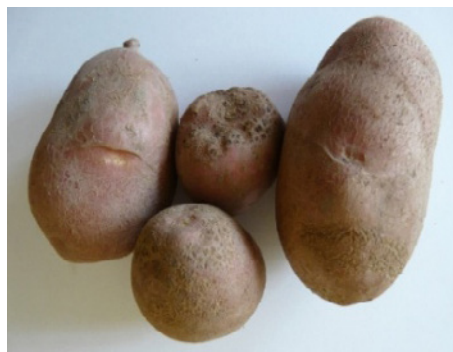


Fot. 7. 4. Opilśń łodygowa - biały kołnierzyk

Ponadto, pojedyncze bulwy mają często charakterystyczne deformacje (kanciasty kształt) i chropowatość skórki, określaną jako „skórka stoniowata” (fot.7.5, 7.6)



Fot. 7.5. Deformacje - kanciastość bulw



Fot.7.6. Zmiany stanu skórki (stoniowatość)

Najbardziej charakterystycznym objawem choroby jest ospowatość bulw (fot. 7.7). Podczas dojrzwania bulw grzyb *R. solani* tworzy na powierzchni skórki ciemne skupiska przetrwalnikowej grzybni tzw. sklerocja. Grzybnia nie przerasta w głąb bulwy i sklerocja dają się stosunkowo łatwo usuwać mechanicznie, nie pozostawiając żadnych zmian.

Bulwy ospowate użyte jako sadzeniaki stają się głównym źródłem choroby zakażenia ziemniaków w polu. Już stosunkowo niewielkie pokrycie sadzeniaków ospowatością (ok. 20% powierzchni bulwy) wywołuje objawy rizoktoniozy na roślinach ziemniaka.



Fot. 7.7. Ospowatość bulw

7.1.2. Czarna nóżka

Jest chorobą, którą wywołują bakterie z rodzaju *Dickeya* i *Pectobacterium*. Efektem porażenia jest rozkładanie i gnienie naci oraz bulw ziemniaka. Wystąpienie czarnej nóżki zależy od zdrowotności materiału sadzeniakowego oraz przebiegu pogody w okresie wegetacji ziemniaków. Sadzeniaki są głównym źródłem zakażenia. Bakterie najczęściej przenoszą się razem z bulwami porażonymi bezobjawowo. Dopiero wystąpienie temperatury sprzyjającej namnażaniu bakterii powoduje ich uaktywnienie. Temperatura powietrza optymalna do wzrostu bakterii z rodzaju *Dickeya* i *Pectobacterium* jest wysoka, wynosi od 27 do 37°C.

W okresie po posadzeniu, rozwój bakterii na bulwach matecznych, powoduje ich gnienie, stając się przyczyną braków w obsadzie. Z takim samym efektem spotykamy się wówczas, gdy nastąpi bakteryjne zniszczenie rozwijających się kielków. Rozwój choroby w późniejszym okresie tj. krótko po wschodach stanowi przyczynę zahamowania wzrostu młodych roślin, żółknięcia liści i czernienia łodyg.

Choroba może zniszczyć zarówno tylko pojedyncze łodygi jak też całą roślinę. Jednocześnie z gniciem części nadziemnej, w glebie następuje destrukcja systemu korzeniowego. W rezultacie, chore pędy łatwo dają się wyciągnąć z gleby. Im wcześniej nastąpi rozwój choroby tym szybciej rośliny zamierają nie wydając plonu (fot. 7.8, 7.9). Jednak pozostając na plantacji stanowią źródło infekcji dla roślin sąsiadujących. Poprzez śluz bakteryjny, który wydostaje się z zainfekowanych łodyg lub gnijącego sadzeniaka porażeniu ulega także gleba.



Fot. 7.8. Objawy czarnej nóżki na łodygach



Foto 7.9. Wystąpienie choroby we wcześniejszych stadiach rozwoju prowadzi do całkowitego zniszczenia rośliny

Szczególnie niebezpieczne jest występowanie choroby w pełni lub pod koniec okresu wegetacji roślin, co obserwuje się w ostatnich latach (fot. 7.10).

W takiej sytuacji dochodzi do porażenia plonu zgromadzonego przez rośliny. Zwykle bulwy te nie ulegają zniszczeniu przez patogen w danym roku, ale pozostają nim porażone i w przypadku wykorzystania jako sadzeniaki „przenoszą” źródło infekcji na następny sezon wegetacyjny. W sprzyjających warunkach w przechowalni, choroba może rozwijać się w postaci mokrej zgnilizny bulw.



Fot 7.10. Bulwy potomne rośliny, u której objawy choroby widoczne są w pełni wegetacji i później zwykle nie wykazują objawów choroby ale są zainfekowane

7.1.3. Zaraza ziemniaka

Zaraza ziemniaka powodowana przez organizm grzybopodobny *Phytophthora infestans* jest bardzo groźną chorobą, stanowiącą największe niebezpieczeństwo na ekologicznych plantacjach ziemniaków.

Aktualnie występujące genotypy sprawcy choroby charakteryzują się zwiększoną agresywnością. Jest to związane z pojawieniem się nowego typu kojarzeniowego A2 i występowaniem płciowego rozmnażania się tego patogenu.

Jego genotypy powstające w efekcie rozmnażania płciowego łatwiej przystosowują się do zmieniających się warunków środowiska, a dzięki grubościennym oosporom mogą przetrwać zimę nie tylko w porażonych bulwach, ale także w glebie w resztkach chorych roślin. Zmiany w zachowaniu organizmu chorobotwórczego i ogra-

niczne możliwości stosowania środków chemicznych do ochrony roślin na plantacjach ekologicznych sprawiają, że walka z tą groźną chorobą jest trudna i nie zawsze skuteczna (fot.7.11).



Fot. 7.11. Silna epifitoza zarazy ziemniaka

Występowanie choroby jest ściśle związane z układem warunków termiczno-wilgotnościowych. Zakażeniu roślin sprzyja wysoka wilgotność powietrza współwystępująca z temperaturą 12–15°C, zaś dalszy rozwój porażenia przebiega intensywniej w temperaturach powyżej 18°C i także wysokiej wilgotności. Korzystny dla rozwoju Ph. Infestans przebieg pogody występuje wtedy, kiedy po opadach deszczu następuje okres podwyższonej wilgotności powietrza, a obfite rosy i mgły utrzymują się do późnych godzin popołudniowych. Ważnym elementem, jest także stan plantacji decydujący o tym jak długo rośliny pozostają wilgotne. Na plantacjach zachwaszczonych, źle przewietrzanych wysoka wilgotność roślin w łanie będzie utrzymywała się dłużej, tym samym warunki do rozwoju patogenu będą korzystniejsze.

Pierwsze objawy choroby pojawiają się na spodniej stronie liści i mają postać jasno-zielonych plam z białym nalotem na obrzeżach, nigdy na ich powierzchni (fot. 7.12).



Fot. 7.12. Objawy zarazy ziemniaka na liściach

Najpierw występują na dolnych liściach rośliny tj. tam, gdzie wilgotność jest najwyższa. W miarę postępu choroby plam przybywa, stają się one coraz większe, aż z czasem zniszczeniu ulega cały liść. Na porażonych łodygach, młodych wierzchołkach pędów, ogonkach liściowych plamy chorobowe przyjmują postać tłustych, wydłużonych ciemno-brunatnych lub czarnych przebarwień (fot.7.13).



Fot.7.13. Zaraza łodygowa

Bezdeszczowa i słoneczna pogoda nie niszczy patogenu, a jedynie hamuje rozpoczęty proces chorobowy. Porażone rośliny przedwcześnie zasychają wydając niższy, gorszej jakości plon. Szkodliwość zarazy ziemniaka uzależniona jest od terminu jej wystąpienia i stopnia porażenia roślin. W tzw. lata „zarazowe” w warunkach naszego kraju straty plonu na niechronionych plantacjach mogą przekraczać 70%. Konsekwencją występowania zarazy na roślinach jest porażenie bulw. Dochodzi do niego w czasie wegetacji, gdy zarodniki grzyba wraz z deszczem lub obfitą rosą spływają z porażonej części nadziemnej do gleby.

Inny moment zakażenia bulw to czas zbioru, kiedy bulwy mają styczność z porażonymi łętami. Na powierzchni chorych bulw występują nieregularne, ołowiowo-szare plamy. W miejscu ich występowania widoczne są rdzawe zacieki postępujące w głąb miąższu (fot. 7.14). Porażone bulwy nie gniją podczas przechowywania o ile nie dojdzie do ich wtórnego porażenia chorobami okresu przechowywania np. mokrą bądź suchą zgnilizną.

Chore bulwy użyte jako sadzeniaki stanowią ognisko pierwotnego porażenia w następnym okresie wegetacyjnym. Pierwotne źródło infekcji zarazowej stanowią również porażone samosiewy ziemniaka, które wyrastają z zakażonych bulw pozostawionych na polu lub na wysypiskach. Dlatego chore bulwy odrzucone podczas wiosennego przebierania należy głęboko zakopać lub też po usunięciu na wysypisko szczelnie okryć czarną folią, tak by znajdujące się na nich zarodniki nie były roznoszone przez wiatr i wypływającą spod wysypiska wodę, a także by nie doszło do rozwoju wspomnianych samosiewów.



Fot. 7.14. Objawy zarazy ziemniaka na bulwie

7.1.4. Alternarioza

Alternarioza wywoływana jest przez dwa gatunki grzybów *Alternaria solani* – sprawca suchej plamistości liści i *Alternaria alternata* – sprawca brunatnej plamistości liści. Choroba stanowi problem głównie na plantacjach, które są zlokalizowane na glebach lżejszych, uboższych w składniki pokarmowe i okresowo za suchych. Nasileniu występowania choroby sprzyjają ciepłe lata, szczególnie kiedy po okresie deszczowym przychodzą ciepłe, suche i wietrzne dni. Źródłem infekcji jest patogen, który zimuje w postaci grzybni i zarodników w resztkach porażonych roślin, bulwach i w glebie.

Objawy alternariozy występują najwcześniej na odmianach podatnych, głównie wczesnych, szybko dojrzewających, na roślinach zawirusowanych, z objawami innych chorób oraz słabo odżywionych – z czego wynika większe prawdopodobieństwo występowania alternariozy na plantacjach ekologicznych.

Rośliny wyrosłe z sadzeniaków podkiełkowanych są bardziej narażone na infekcję, gdyż wcześniej rozpoczynając wegetację, szybciej wyczerpują składniki pokarmowe i jako starsze fizjologicznie wcześniej ulegają infekcji niż rośliny młodsze, np. wyrosłe z sadzeniaków niepodkiełkowanych.

Symptomami suchej plamistości liści (*A. solani*) są brunatno- czarne plamy o średnicy 10-20 mm (fot. 7.15). W miarę rozwoju choroby plamy stają się większe, wyglądem przypominają słoje drzew. Dookoła plam może być widoczna żółta obwódka. Objawami brunatnej plamistości liści (*A. alternata*) są drobne i liczne ciemne plamy o średnicy 1-5 mm (fot. 7. 16).



Fot. 7.15. Charakterystyczne zmiany chorobowe wywołane *A. solani* (sucha plamistość liści) przypominają słoje drzew



Fot. 7.16. Objawy brunatnej plamistości liści spowodowane przez *A.alternata*

Pierwsze objawy choroby w postaci małych, suchych nekrotycznych plam pojawiają się na dolnych, najstarszych liściach roślin (fot. 7.17), później występują także na liściach wyższych piętrow rośliny.



Fot. 7.15. Charakterystyczne zmiany chorobowe wywołane *A. solani* (sucha plamistość liści) przypominają słoje drzew

Przy dużym nasileniu choroby plamy te zlewają się ze sobą powodując zamieranie części lub nawet całych liści, a plantacja wyglądem przypomina nieco plantację porażoną przez zarazę ziemniaka. W latach sprzyjających

chorobie tj. takich, kiedy w czerwcu i na początku lipca występują wyższe temperatury, a podwyższona wilgotność powietrza zdarza się tylko po krótko występujących opadach, bądź jest efektem obfitych ros lub mgieł, straty plonu mogą dochodzić nawet do 45%.

7.2. Działania zapobiegające występowaniu chorób oraz ograniczające straty powodowane przez choroby ziemniaka na plantacji ekologicznej

W produkcji ekologicznej istotnym zabiegiem ochronnym, przeciwdziałającym zagrożeniu, jakie stanowi czarna nóżka jest **prowadzenie selekcji negatywnej**. Zabieg ten jest bardzo ważny także w ograniczaniu występowania rizoktoniozy. Selekcja negatywna polega na usuwaniu roślin wykazujących objawy porażenia czarną nóżką oraz silnego porażenia rizoktoniozą. Pierwsza selekcja powinna zostać wykonana bezpośrednio po zakończeniu wschodów. Chore rośliny należy usuwać razem z bulwą mateczną. Kolejną selekcję należy wykonać po 2–3 tygodniach od pierwszej. Bardzo ważne jest by usuwane z plantacji rośliny nie pozostawały na skraju pola, a były wywożone w miejsce położone daleko od uprawy ziemniaków i odpowiednio utylizowane.

Z licznych względów, w ekologicznym systemie produkcji zabiegiem bardzo polecanym jest stosowanie sadzeniaków podkiełkowanych. Jest ono wskazane także ze względów fitosanitarnych. Otóż w trakcie podkiełkowania na ogół dochodzi do ujawniania się infekcji bakteryjnych i grzybowych w postaci gnicia. Usunięcie przed sadzeniem takich chorych bulw jest selekcją najprostszą i najbardziej efektywną.

Zaprawianie sadzeniaków preparatem grzybobójczym jest dość powszechne. **Proradix** to aktualnie dozwolony do stosowania w rolnictwie ekologicznym biologiczny środek ochrony roślin polecany do zaprawiania sadzeniaków. Biofungicyd zawiera występujące naturalnie w środowisku bakterie z rodzaju *Pseudomonas*, które ograniczają rozwój grzyba wywołującego rizoktoniozę.

W produkcji ekologicznej, ochrona przed porażeniem roślin rizoktoniozą (*R. solani*) i czarną nóżką (*Pactobacterium* ssp. i *Dickeya*) sprowadza się głównie do właściwej profilaktyki ograniczającej prawdopodobieństwo infekcji. Do tych zabiegów należy:

- przestrzeganie odpowiedniego następstwa roślin, przynajmniej 4-letnie przerwy w uprawie ziemniaków na tym samym polu,
- stosowanie zdrowych, dobrze przygotowanych sadzeniaków tj. przynajmniej po zabiegu pobudzenia,
- unikanie krojenia sadzeniaków,
- zachowanie optymalnego terminu sadzenia tj. wykonywanie tej czynności wówczas, kiedy gleba jest odpowiednio wygrzana (temperatura gleby w trakcie sadzenia powinna wynosić ok. 8°C dla sadzeniaków niepodkiełkowanych i ok. 6°C dla podkiełkowanych),
- dostosowanie głębokości sadzenia do wielkości sadzeniaków i składu mechanicznego gleby oraz prawidłowe obsypanie wysadzonych bulw matecznych (warstwa gleby nad sadzeniakiem powinna zapewniać mu ochronę przed nocnym chłodem, ale powinna być na tyle niska by ciepło gromadzone w glebie w ciągu dnia stymulowało rozwój kiełków, gdyż te będące w gorszej kondycji łatwiej ulegają porażeniu),
- możliwie wczesny termin zbioru, zwłaszcza w latach o wilgotnej jesieni, co stanowi istotny czynnik zapobiegawczy przeciwko osadzaniu się sklerocjów *R. solani* na bulwach,
- minimalizowanie uszkodzeń podczas zbiorów.

W przypadku zarazy ziemniaka fizyczne wyeliminowanie patogena poprzez usunięcie chorej rośliny nie jest możliwe. Dlatego też ogromne znaczenie mają te zabiegi, które prowadzą do **likwidacji źródeł infekcji zarazowej**. Zaliczamy do nich:

- stosowanie tylko zdrowych, wolnych od plam zarazowych sadzeniaków,
- niedopuszczenie do pojawiania się samosiewów zarówno na plantacji ziemniaków, jak i w innych uprawach oraz na obrzeżach pól i wysypiskach.

Ponadto, elementami ochrony roślin przed zarazą i łagodzenia skutków jej występowania na plantacji ekologicznej jest stwarzanie roślinom ziemniaka korzystnych warunków do wzrostu i szybkiego gromadzenie plonu poprzez stosowanie sprzyjających tym procesom zabiegów agrotechnicznych, do których należą:

- **Uprawa odmian bardzo-wczesnych i wczesnych** – szybkie gromadzenie plonu, już od początku wegetacji, zapewnia, że do czasu wystąpienia warunków pogodowych korzystnych dla rozwoju zarazy ziemniaka, plon przez nie wytworzony jest dość wysoki. Takie rozwiązanie jest skuteczną formą ucieczki przed chorobą w latach, w których choroba pojawia się na polu późno, pod koniec ich sezonu wegetacji. Niestety w sytuacji wczesnego jej pojawu i szybkiego rozwoju, straty plonu przy uprawie takich odmian, bardziej podatnych na zarazę niż odmiany późniejsze, mogą być duże. Poza tym, porażone zarazą plantacje wczesnych odmian stają się poważnym źródłem choroby dla odmian późniejszych.
- **Wczesne sadzenie podkiełkowanych lub pobudzonych sadzeńiaków** - pozwala roślinom wcześniej wejść w fazę intensywnego wzrostu i wytworzyć większą część plonu przed wystąpieniem choroby.
- **Właściwe uformowanie redlin** - wysokie, prawidłowo uformowane redliny dobrze chronią rosnące bulwy przed porażeniem w czasie wegetacji.
- **Prawidłowa pielęgnacja uwzględniająca ręczne odchwaszczanie** - w dobrze odchwaszczonej plantacji warunki wilgotnościowe wewnątrz łanu są mniej sprzyjające dla rozwoju patogenu, a ponadto nie występuje konkurencja pomiędzy roślinami ziemniaków a chwastami o wodę i składniki pokarmowe, więc rośliny są silniejsze i szybciej gromadzą plon.
- **Prowadzenie zbioru w warunkach bezdeszczowych i przy niezbyt niskiej temperaturze** - powyższe warunki istotnie ograniczają powstawanie mechanicznych uszkodzeń skórki bulw, tym samym ograniczając ryzyko ich zakażenia zarazą w czasie zbioru i chorobami okresu przechowywania.
- **Uprawa odmian o podwyższonej odporności** - jest najtańszą metodą pozwalającą ograniczyć straty powodowane przez zarazę. Genetycznie uwarunkowana wyższa odporność oznacza, że w tych samych warunkach pogodowych na roślinach odmian odporniejszych, objawy porażenia występują później i choroba szerzy się wolniej. Szczególnie cenne w uprawach ekologicznych są odmiany, które charakteryzują się podwyższoną odpornością na zarazę tj. 7-8 w skali 9-stopniowej. Odmiany te, w warunkach lat o niskiej presji infekcyjnej mogą nie wymagać ochrony. U odmian o zadowalającej odporności na zarazę tj. 6-6,5 w latach o późnej infekcji i słabym nasileniu choroby, ochrona w postaci trzech zabiegów preparatami miedziowymi wystarczająco spowolni rozwój choroby. Natomiast w latach z wczesną infekcją i silną presją infekcyjną, w przypadku tych odmian należy się liczyć ze znaczną obniżką plonu. Lista odmian o podwyższonej i zadowalającej odporności na zarazę ziemniaka znajduje się w rozdziale 4.1. w tabeli 4.2.

Ochrona chemiczna

Pozytywne oddziaływanie wszystkich wymienionych działań profilaktycznych jest jednak ograniczone i ulega drastycznemu zmniejszeniu wraz z nastaniem warunków pogodowych silnie stymulujących rozwój *Ph. infestans*. Jedynym możliwym sposobem na podjęcie skutecznej walki z chorobą jest wówczas stosowanie ochrony z wykorzystaniem nalistnych środków chemicznych.

W ekologicznych uprawach ziemniaków może być prowadzone opryskiwanie roślin fungicydami miedziowymi, z tym, że ich stosowanie musi być zgodne z określonymi wymogami. W sezonie wegetacyjnym na 1ha ziemniaków uprawianych ekologicznie można zastosować do 6 kg substancji aktywnej. Przy uwzględnieniu składu chemicznego zalecanych do zwalczania zarazy ziemniaka preparatów oznacza to, że na plantacji wykonane mogą być tylko trzy takie zabiegi ochronne. Do ich przeprowadzania zalecane są preparaty podane w tabeli 7.1.

Środki ochrony roślin dozwolone do stosowania w uprawach ekologicznych znajdują się na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi: „Lista środków ochrony roślin, których stosowanie jest zgodne z wymogami przepisów dotyczących rolnictwa ekologicznego (stan na maj 2021 r.)” (<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/rodki-ochrony-roslin-splniajace-wymogi-produkcji-ekologicznej>).

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy także udostępnia „Wykaz zakwalifikowanych przez IOR-PIB środków ochrony roślin” wraz z etykietami (<https://www.ior.poznan.pl/1631,srodki-ochrony-roslin-do-upraw-ekologicznych>).

Tabela 7.1. Wykaz fungicydów zalecanych do ochrony ziemniaka na plantacji ekologicznej, zgodny z listą MRiRW (stan na maj 2021 r.).

Nazwa fungicydu	Substancja aktywna	Zalecana dawka (kg/l/ha)	Karencja (dni)
Airone SC	Tlenochlorek miedzi, wodorotlenek miedzi	2,5-3 l/ha	7
Badge WG	Tlenochlorek miedzi, wodorotlenek miedzi	2,0-3,0 kg/ha	7
Cuprablau Z 35 WP	Tlenochlorek miedzi	2,4 kg/ha	14
Cuprozin Progress	Wodorotlenek miedzi	2,0 l/ha	14
Funguran PRO	Wodorotlenek miedzi	2,0 kg/ha	14

Preparaty miedziowe działają, zarówno na zarazę ziemniaka, jak i na alternariozę. Fungicydy te działają kontaktowo i chronią tylko części rośliny, na które zostały naniesione, toteż, by były skuteczne, muszą być zastosowane zanim dojdzie do zakażenia. Ochrona nowych przyrostów oraz zabezpieczanie roślin po ulewnych opadach wymaga powtarzania zabiegów co 5–7 dni. Skuteczność fungicydów kontaktowych w roku niskiej presji infekcyjnej będzie wystarczająca. Natomiast w roku z układem warunków pogodowych korzystnych dla rozwoju zarazy, trzy zabiegi fungicydami miedziowymi najprawdopodobniej będą niewystarczające.

Chroniąc plantację ziemniaków warto korzystać z **internetowego systemu informacji o aktualnym zagrożeniu upraw przez najważniejsze agrofagii** w danym rejonie. System ten ułatwia rolnikowi podjęcie decyzji o wykonaniu oprysku w oparciu o informacje meteorologiczne i sygnalizację pojawu patogenów. Takie dane udostępniają za pośrednictwem internetu następujące instytucje:

- Instytut Ochrony Roślin PIB w Poznaniu, <http://stanfit.ior.agro.pl>
- Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, <http://piorin.gov.pl/sygn/start.php>
- Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB w Puławach, <http://www.ipm.iung.pulawy.pl>

Do ograniczania występowania patogenów chorobotwórczych ziemniaka na plantacjach ekologicznych polecane są również różnego rodzaju **substancje naturalne**, w postaci wyciągów z roślin, biostymulatory, antagonistyczne grzyby i bakterie. Zezwala na to rozporządzenie UE 834/2073, artykuł 16 punkt 5, w którym zapisano: „5. Stosowanie produktów i substancji nieobjętych ust. 1 i 4, pod warunkiem przestrzegania celów i zasad określonych w tytule II oraz ogólnych kryteriów tego artykułu, jest dozwolone w rolnictwie ekologicznym”. Produkty zakwalifikowane dla rolnictwa ekologicznego na podstawie artykułu 16. i punktu 5 można znaleźć na dodatkowej liście produktów naturalnych prowadzonej przez IUNG w Puławach pod linkiem:

http://www.iung.pl/wp-content/uploads/2021/08/Wykaz_produkow_naturalnych1.pdf

W wykazie znajdują się preparaty biologiczne zawierające m.in. kwasy humusowe, bakterie rodzaju *Bacillus*, *Pseudomonas* oraz grzyby *Trichoderma* sp. Działanie tych preparatów polega głównie na ograniczaniu występowania patogenów chorobotwórczych w glebie oraz polepszeniu warunków wzrostu i kondycji roślin, co wpływa korzystnie na ich odporność na patogeny. Wyniki badań potwierdzają przydatność preparatów biologicznych w ograniczaniu rozwoju objawów chorobotwórczych, ale często o ich skuteczności decydują warunki lokalne gospodarstwa.

8. OCHRONA EKOLOGICZNEJ PLANTACJI ZIEMNIAKA PRZED SZKODNIKAMI

Plantacje ziemniaka są często zasiedlane przez organizmy, których masowe żerowanie prowadzi do szkód o znaczeniu gospodarczym. Ich liczebność na polach zależy przede wszystkim od regionu kraju a także od aktualnych warunków pogodowych. Rozwój nie tylko szkodników, ale i pozostałych organizmów zasiedlających uprawy ziemniaka uwarunkowany jest przede wszystkim temperaturą i wilgotnością środowiska, które zamieszkują.

Niezwykle ważne jest monitorowanie plantacji pod kątem pojawienia się szkodników poczynając od fazy wschodów ziemniaka. Już wczesną wiosną na roślinach ziemniaka pojawiają się owady przelatujące z okolicznych pól lub zadrzewień. Początkowo zasiedlane są rośliny rosnące w brzegowych partiach i od nich należy rozpocząć obserwacje. Monitorowanie jest ważnym elementem prowadzącym do podjęcia decyzji o zastosowaniu odpowiednich praktyk lub zabiegów zmierzających do zmniejszenia liczebności szkodników na plantacji, co w istotny sposób może rzutować na zwiększenie wielkości i jakości plonu. Podejmując decyzję o zastosowaniu zabiegów ochroniarskich należy uwzględniać próg ekonomicznej szkodliwości danego agrofaga, który wskazuje przy jakim nasileniu szkodnika wartość spodziewanych strat w plonie będzie wyższa od łącznych kosztów zabiegów. Progi szkodliwości gospodarczej są ustalane dla organizmów powodujących najwięcej zniszczeń w uprawach.

Mając na uwadze ochronę ekologicznej plantacji ziemniaka przed szkodnikami należy, przede wszystkim, zapewnić roślinom optymalne warunki wzrostu i plonowania. Zabiegi agrotechniczne, m.in. właściwy płodozmian, optymalny termin sadzenia i zbioru, dobór odpowiedniej odmiany, mają istotny wpływ na ograniczanie szkodliwego działania wielu organizmów w okresie wegetacji. Ponadto należy zwrócić uwagę na obecność wrogów naturalnych, czyli sprzymierzeńców człowieka w walce z fitofagami. Organizmy te, w sprzyjających warunkach, mogą skutecznie zmniejszać liczebność szkodników w ekologicznej uprawie ziemniaka.

8.1. Szkodniki części nadziemnej

Szeroko rozpowszechnionym szkodnikiem jest wyspecjalizowany roślinożerca gatunków z rodziny psiankowatych (*Solanaceae*) – stonka ziemniaczana (*Leptinotarsa decemlineata*). Na plantacjach występują też organizmy wielożerne, takie jak ślimaki (*Gastropoda*) i mszyce (*Aphidoidea*). Objawem żerowania stonki ziemniaczanej i ślimaków są wygryzienia i dziury w liściach, z gołóżkami włącznie. Niewielkie mszyce, których długość nie przekracza 2,5 mm wysysają soki z liści.

Stonka ziemniaczana

Dorośle osobniki zimują w glebie. Masowy pojaw chrząszczy na roślinach ziemniaka zbiega się z kwitnieniem bzu czarnego i jaśminu. Osobniki dorosłe intensywnie żerują i odkładają jaja na liściach, co zapewnia kolejnym stadiom szkodnika natychmiastowy dostęp do pokarmu. Larwy przechodzą cztery stadia rozwojowe. Szczególnie duża żarłoczność cechuje larwy w trzecim i czwartym stadium rozwoju. Larwy przepoczwarczają się w glebie na niewielkiej głębokości. Młode chrząszcze kolejnego pokolenia, które wychodzą z gleby w drugiej połowie sezonu wegetacyjnego, również intensywnie żerują, aby przygotować się do zimowania. Intensywne wspólne żerowanie starszych larw i chrząszczy prawie całkowicie pozbawia roślinę liści pozostawiając tylko unerwienie; powstają charakterystyczne gołóżery. Straty w plonie bulw mogą dochodzić do 35-40%, a w uprawie odmian bardzo wczesnych – nawet do 60%.

Temperatura powietrza jest decydującym czynnikiem wpływającym na tempo rozwoju stonki ziemniaczanej. Chłodna i deszczowa wiosna sprawia, że wychodzenie zimujących w glebie chrząszczy może być przeciągnięte w czasie. Takie warunki pogodowe wpływają również niekorzystnie na rozwój najmłodszych stadiów larwalnych. Sprzyjające warunki do rozwoju stonki ziemniaczanej to temperatura 20-25°C i brak opadów. Przy wydłużonym okresie występowania wysokich temperatur możliwe jest skracanie czasu trwania rozwoju pierwszego pokolenia i pojawianie się kolejnych.

W zapobieganiu szkód wywołanych żerowaniem stonki ziemniaczanej pomagają zabiegi agrotechniczne, takie jak: właściwy płodozmian oraz izolacja przestrzenna plantacji ziemniaka. Należy mieć na uwadze unikanie zakładania plantacji w pobliżu potencjalnych miejsc zimowania szkodnika, np. ubiegłorocznych upraw ziemniaków.

W ochronie ekologicznej uprawy ziemniaka znajdują zastosowanie preparaty oparte na działaniu naturalnych produktów (tabela 8.1). Kluczowym elementem skuteczności stosowania naturalnych środków jest przestrzeganie progów ekonomicznej szkodliwości, które dla stonki ziemniaczanej wynoszą: 15 wylętych larw na roślinie, 1 chrząszcz na kolejnych 25 roślinach w rzędzie oraz 1 złożone jaj na 10 roślinach. Najczęściej zabiegi nalistne przeciwko stonce ziemniaczanej są wykonywane w okresie masowego pojawienia się larw pierwszego i drugiego stadium rozwojowego.

Tabela 8.1 Lista środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w ekologicznej uprawie ziemniaka do zwalczania stonki ziemniaczanej (stan na dzień 05.10.2021 r. – źródło: MRiRW)

Nazwa	Substancja biologicznie czynna	Działanie	Zwalczane stadia	Zalecana dawka do jednorazowego zastosowania
Max Spin	spinosad – 240 g/l	kontaktowe i żołądkowe; powoduje paraliż larw	larwy we wczesnych stadiach rozwojowych	0,1-0,15 l/ha
NeemAzal-T/S	azadyrachtyna A – 9,8 g/l	larwy przestają żerować, zatrzymują się w rozwoju i giną	larwy we wczesnych stadiach rozwojowych	2,5 l/ha
Novodor SC	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i> – 20 g w 1 kg środka	żołądkowe; powoduje paraliż układu pokarmowego larw	larwy we wczesnych stadiach rozwojowych	3–5 l/ha
SpinTor 240 SC	spinosad – 240 g/l	kontaktowe i żołądkowe; powoduje paraliż larw	larwy we wczesnych stadiach rozwojowych	0,1-0,15 l/ha
Spruzit koncentrat na szkodniki EC	pyretryny – 4,59 g, olej rzepakowy – 825,3 g	kontaktowe; pyretryny działają paraliżująco; olej rzepakowy tworzy film na powierzchni ciała szkodnika powodujący uduszenie się owadów	stosować po zauważeniu szkodnika lub pierwszych objawów żerowania	8 l/ha

Aktualne informacje o preparatach zawiera „Lista środków ochrony roślin, których stosowanie jest zgodne z wymogami przepisów dotyczących rolnictwa ekologicznego (stan na maj 2021 r.)” (<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/rodki-ochrony-roslin-spelniajace-wymogi-produkcji-ekologicznej>). „Wykaz zakwalifikowanych przez IOR-PIB środków ochrony roślin” w uprawach ekologicznych wraz z etykietami jest udostępniany przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy (<https://www.ior.poznan.pl/1631.srodki-ochrony-roslin-do-upraw-ekologicznych>).

Ślimaki

Szkodnikami w ekologicznej uprawie ziemniaka mogą okazać się dwa gatunki ślimaków: powszechnie występujący pomrowik plamisty (*Deroceras reticulatum*) oraz zawleczony z Europy Zachodniej ślinik pospolity (*Arion vulgaris*).

Ślimaki wygryzają otwory w liściach i pędach podczas całego okresu wegetacji ziemniaków. Żerują pod osłoną nocy, zdradzić je może pozostawiony zaschnięty śluz. Wygryzają otwory i drążą kanały również w bulwach. Mogą niszczyć bulwy podczas ich przechowywania. Bardziej podatne na uszkodzenia są odmiany ziemniaka z niską zawartością alkaloidów.

Ślimaki są wrażliwe na niedobór wilgotności w glebie i w powietrzu. Podczas słonecznej pogody oraz w okresie suszy kryją się w glebie lub pod roślinami. Mogą ukrywać się na miedzach, nieużytkach i w zarośniętych rowach.

Częste zabiegi agrotechniczne ograniczają rozwój ślimaków i niekorzystnie wpływają na znajdujące się w glebie jaja. Zaleca się głęboką orkę, podorywki, bronowanie i ugniatanie gleby w międzyrzędziach. Duży rozstaw roślin, usuwanie samosiewów, chwastów i resztek roślinnych oraz wykaszanie miedz i rowów w sąsiedztwie uprawy prowadzi do zmniejszenia liczebności ślimaków. Szczyt ich liczebności przypada najczęściej pod koniec lata i wczesną jesienią; dlatego też na terenach zagrożonych przez ślimaki sprawdza się uprawa wczesnych odmian ziemniaka.

Mszyce

Do najczęściej występujących na ziemniaku mszyc należą: mszyca brzoskwiniowo-ziemniaczana (*Myzus persicae*), mszyca szakłakowo-ziemniaczana (*Aphis nasturtii*), mszyca kruszynowo-ziemniaczana (*Aphis frangulae*).

Uskrzydłone osobniki dorosłe posiadają ciemną głowę i tułów, ich odwłok jest jasno- lub ciemnozielony. Ciało larw jest mniejsze, owalne, bezskrzydłe, koloru zielonego, oliwkowego lub żółtozielonego.

Mszyce występują pojedynczo lub tworzą zwarte kolonie najczęściej na spodniej stronie liści. Nakłuwają liście przystosowanym do tego aparatem gębowym i wysysają z nich soki. W wyniku żerowania mszyc liście skręcają się, żółkną i zasychają; obserwuje się zahamowanie wzrostu roślin. Podczas nakłuwania liści mszyce często wprowadzają do roślin wirusy wywołujące groźne choroby ziemniaka, przyczyniając się tym samym, w sposób pośredni, do obniżenia plonowania bulw. Próg ekonomicznej szkodliwości wynosi 20 mszyc na 100 liści.

Mszyca brzoskwiniowo-ziemniaczana przenosi wirusa liściozwoju ziemniaka (PLRV), smugowatości ziemniaka (PVY) oraz mozaiki kędzierzawej (PVM). Mszyca szakłakowo-ziemniaczana i mszyca kruszynowo-ziemniaczana są przede wszystkim wektorami wirusów PVY i PVM. Zdolność przenoszenia wirusów przez mszyce jest najmniej pożądana na plantacjach nasiennych oraz w uprawie sadzeniaków. Porażone wirusem sadzeniaki stają się źródłem rozprzestrzeniania chorób na całej plantacji.

Większość gatunków mszyc posiada dwóch gospodarzy. Mszyce zimują w formie jaj na korze gospodarzy zimowych: mszyca brzoskwiniowo-ziemniaczana na brzoskwini (*Prunus persica*) i kolcowoju (*Lycium barbarum*), mszyca kruszynowo-ziemniaczana na szakłaku pospolitym (*Rhamnus cathartica*) a mszyca kruszynowo-ziemniaczana na kruszynie pospolitej (*Frangulae alnus*). Wiosną z jaj rozwijają się osobniki bezskrzydłe, które zasiedlają młode pędy drzew. Pojawiające się w następnych pokoleniach osobniki uskrzydłone przelatują na żywicieli letnich (pośrednich). Na licznych gatunkach roślin zielnych, m.in. na ziemniaku rozwija się kilka kolejnych generacji mszyc.

Temperatura powietrza jest głównym czynnikiem wpływającym na rozwój mszyc. Przy jej spadku poniżej 15°C następuje zahamowanie rozwoju szkodnika. Wiatr dodatkowo utrudnia migrację uskrzydłonych osobników. Przy temperaturze 18-25°C i niskim poziomie opadów bądź ich braku mszyce mogą masowo zasiedlać żywicieli pośrednich, takich jak rośliny ziemniaka.

Profilaktycznie należy zadbać o ograniczenie masowych nalotów mszyc poprzez izolację przestrzenną od innych plantacji ziemniaka, od gospodarzy zimowych mszyc oraz od szklarni, w których szkodniki znajdują optymalne warunki do rozwoju. Pomocnym może okazać się umiejscowienie uprawy w sąsiedztwie lasu, szpaleru drzew lub innej naturalnej przeszkody dla osobników uskrzydłonych.

Wśród metod agrotechnicznych sprawdza się niszczenie chwastów (również na miedzach), które mogą być potencjalnym źródłem wirusów i żywicielami niektórych gatunków mszyc. Zaleca się wysiewanie roślin pułapkowych, takich jak soja, pszenica czy owies wokół plantacji a także pokrywanie redlin rozdrobnioną słomą zbóż.

Produkty stwarzające niekorzystne dla rozwoju szkodników środowisko są skuteczne w zwalczaniu mszyc. Można stosować olej sojowy (preparat Calmer) lub preparat na bazie oleju rydzowego (Emulpar 940 EC). Dodatkowe informacje znajdują się w „Wykazie produktów naturalnych innych niż nawozy i środki poprawiające właściwości gleby, które mogą być stosowane w rolnictwie ekologicznym w celu wytworzenia produktów rolnych wysokiej jakości zgodnie z art. 16 ust. 5 rozporządzenia Rady nr 834/2007” (http://www.iung.pl/wp-content/uploads/2021/08/Wykaz_produkow_naturalnych1.pdf). NeemAza-T/S stosowany w zwalczaniu stonki ziemniaczanej zmniejsza również liczebność mszyc w uprawie ziemniaka.

8.2. Szkodniki korzeni i bulw okresu wegetacji

Gleba jest siedliskiem sprzyjającym rozwojowi wielu szkodników. Należą do nich nicienie (Nematoda) oraz larwy niektórych owadów często występujące na plantacjach ziemniaków. Poszczególne gatunki nicieni wyspecjalizowały się w porażaniu roślin z rodziny psiankowatych. Większość szkodników glebowych żeruje także na innych gatunkach roślin uprawnych i chwastach. Mikroskopijne larwy i osobniki dorosłe nicieni wysysają soki z korzeni i bulw a larwy owadów podgryzają korzenie, bulwy, często też stolony.

Nicienie

Spośród glebowych nicieni w uprawie ziemniaków żerują m.in.: mątwiki, niszczyk ziemniaczak (*Ditylenchus destructor*) oraz krępaki (*Trichodorus* i *Paratrachodorus*).

Wyspecjalizowane gatunki nicieni w uprawie ziemniaka to mątwik ziemniaczany (*Globodera rostochiensis*) i mątwik agresywny (*Globodera pallida*). Objawem żerowania mątwików jest pojawienie się wiosną skupisk roślin ziemniaka wyraźnie mniejszych od zdrowych, których liście więdną, i żółkną. Końce liści brązowieją zwijając się ku górze. Uszkodzone przez mątwiki tkanki korzeni mogą stać się naturalnymi miejscami wnikania patogenów wywołujących choroby. W porze kwitnienia na korzeniach roślin ziemniaka można zaobserwować samice nicieni w postaci złotych (*G. rostochiensis*) lub mleczno-białych (*G. pallida*) kulek wielkości łebka od szpilki. Straty w plonie spowodowane żerowaniem mątwików mogą dochodzić do 80%.

Próg ekonomicznej szkodliwości dla mątwika ziemniaczanego wynosi 10 cyst z larwami w 1 g gleby. Mątwiki należą do szkodników kwarantannowych i podlegają obowiązkowi zwalczania. Wprowadzanie do obrotu ziemniaków ze stref porażenia jest zabronione. Dopuszcza się uprawę odmian ziemniaka odpornych na mątwiki. Wykaz odmian można znaleźć w publikacji pt. „Lista opisowa odmian roślin rolniczych 2021 Ziemniak” (https://coboru.gov.pl/Publikacje_COBORU/Listy_opisowe/LOORR%20-%20ziemniak%202021.pdf) oraz w „Charakterystyce krajowego rejestru odmian ziemniaka” (<http://pw.ihar.edu.pl/wp-content/uploads/2020/10/Charakterystyka-2020.pdf>).

Niszczyk ziemniaczak poraża wiele gatunków roślin. Wczesne oznaki porażenia bulw ziemniaka objawiają się w postaci białych plamek pod skórą. Z czasem porażone tkanki zapadają się a pokrywająca je cienka skórka pęka. Jeśli porażone przez nicienie miejsca zostaną zasiedlone przez wtórne patogeny grzybowe rozwija się zgnilizna. Straty plonu mogą sięgać nawet 30-40%.

Krępaki, żerujące na korzeniach wielu gatunków roślin, mogą przenosić wirusy, m.in. wirusa nekrotycznej kędzierzawki tytoniu (Tabaco Rattle Virus – TRV). U porażonych roślin ziemniaka obserwuje się żółte plamy na liściach, zniekształcenia liści i łodyg oraz czopowatość bulw.

W zwalczaniu nicieni ważną kwestią jest przestrzeganie płodozmianu uwzględniającego zboża, których nicienie zasiedlające uprawy ziemniaków nie porażają. Należy usuwać chwasty i resztki roślinne – potencjalne rezerwuary nicieni. Zalecana jest głęboka orka zimowa. Nieodzownym staje się czyszczenie narzędzi i sprzętu po pracach polowych na obszarze występowania nicieni, aby nie rozprzestrzeniać ich na inne pola. Wsadzanie zdrowego kwalifikowanego materiału zapobiega wprowadzaniu nicieni na pole.

Zastosowanie preparatu mikrobiologicznego Fungilic (znajdującego się w „Wykazie produktów naturalnych innych niż nawozy i środki poprawiające właściwości gleby, które mogą być stosowane w rolnictwie ekologicznym w celu wytworzenia produktów rolnych wysokiej jakości zgodnie z art. 16 ust, 5 rozporządzenia Rady nr 834/2007”) zawierającego bakterie glebowe *Paenibacillus polymyxa* może zmniejszyć liczebność nicieni w uprawie ziemniaka.

Larwy owadów

Najczęściej spotykane larwy owadów w uprawie ziemniaków to: pędraki (Scarabaeidae), drutowce (Elate-ridae) i rolnice (Noctuidae). Pędraki i drutowce to larwy chrząszczy a rolnice to gąsienice motyli.

Ciało pędraków o zabarwieniu kremowo-żółtym jest wygięte w podkowę i u niektórych gatunków osiąga długość 6,5 cm. Larwy rozwijają się w glebie w ciągu od jednego roku do 5 lat w zależności od gatunku chrząsz-

cza. Największe szkody wyrządzają pędraki w trzecim roku rozwoju. Straty plonu ziemniaków mogą dochodzić do 40-50%.

Drutowce mają robakowate ciało długości do 2 cm, które u najstarszych larw przybiera barwę żółtą lub żółtobrazową. Cykl rozwojowy larw trwa od 2 do 5 lat. Szkodnikami są starsze larwy żerujące na korzeniach, stolonach i bulwach. Straty plonu zazwyczaj nie przekraczają 10-15%. Przy większej liczebności larw mogą one dochodzić do 30-50%.

Jaja odkładane do gleby oraz rozwijające się z nich pędraki i drutowce są wrażliwe na brak wilgoci w podłożu. Bardzo sucha pogoda w tym okresie może być przyczyną ich wysokiej śmiertelności.

Rolnice o długość ok. 5-6 cm mają ciemną barwę, spód ich ciała jest jaśniejszy. Zaniepokojone zwijają się spiralnie. Młodsze stadia żerują na liściach, mogą również podcinać łodygi u nasady. Późniejsze stadia gąsienic żyją w glebie żerując na korzeniach i bulwach. Straty powodowane przez rolnice mogą sięgać 50% plonu bulw.

Rozwojowi rolnic sprzyja ciepła i sucha pogoda. Intensywne opady deszczu lub zastosowanie nawadniania zwiększają śmiertelność pierwszych stadiów larwalnych.

Próg zagrożenia ze strony pędraków określono na 5 larw dużych na 1 m² powierzchni pola. Próg ekonomicznej szkodliwości dla drutowców wynosi 11 larw dużych na 1 m² powierzchni pola, a w specjalistycznych uprawach (np. na frytki, chipsy) - 6 larw dużych na 1 m² powierzchni. Próg szkodliwości dla rolnic wiosną wynosi 5 gąsienic na 1 m² powierzchni gleby.

Ograniczenie liczebności larw owadów można uzyskać stosując podorywkę, głęboką orkę i spulchnianie gleby. Zabiegi agrotechniczne naruszają cykl rozwojowy szkodników, które są wydobywane na powierzchnię gleby. Niszczenie chwastów dodatkowo pozbawia szkodniki glebowe potencjalnych żywicieli. W ograniczaniu występowania drutowców sprzyja izolacja przestrzenna od użytków zielonych a w przypadku rolnic - od rozległych ugorów. Właściwy płodozmian powinien uwzględniać rośliny niezbyt chętnie atakowane przez szkodniki glebowe. W przypadku drutowców, takimi gatunkami są: groch, fasola, bobik, soja, gorczyca, rzepak i facelia.

8.3. Ssaki - szkodniki w uprawie ziemniaków

Szkodnikami często występującymi na plantacjach ziemniaków są: nornik polny (*Microtus arvalis*), dzik europejski (*Sus scrofa*), jeleń szlachetny (*Cervus elaphus*) i inne ssaki jeleniowate (Cervidae).

Nornik polny jest uciążliwym gryzoniem w niektórych rejonach kraju. Największe straty gospodarcze powoduje w uprawie zbóż. Na ziemniaku żeruje zwykle po żniwach zbożowych. Skuteczną metodą mechanicznie niszczącą zarówno gryzonia jak i ich gniazda jest podorywka i głęboka orka.

Dzik europejski i ssaki jeleniowate mogą stać się kłopotliwymi szkodnikami na niektórych plantacjach ziemniaków. Ssaki te żerują nocą we wszystkich fazach rozwoju roślin. Bulwy ziemniaków stają się pożywieniem ssaków, zwłaszcza kiedy plantacja jest usytuowana w pobliżu lasów, trzcinowisk, bagien a także pól rzepaku ozimego.

W celu ograniczenia dostępu dzików i ssaków jeleniowatych do plantacji można stosować ogrodzenia, pastuchy elektryczne, urządzenia odstraszające (np. dźwiękowe, oddziałujące światłem lub zapachem).

8.4. Organizmy pożyteczne w ekologicznej uprawie ziemniaków

W uprawie ekologicznej należy stworzyć warunki, które zapewnią utrzymanie naturalnej bioróżnorodności na wysokim poziomie i przywrócenie równowagi pomiędzy organizmami zasiedlającymi plantację. Każdy gatunek szkodnika posiada swoich naturalnych wrogów przebywających na tym samym polu lub w jego otoczeniu. Organizmy pożyteczne nie dopuszczają do nadmiernego rozrostu populacji szkodników. Potencjał pożytecznych organizmów może być wykorzystany do kontrolowania liczebności szkodników na plantacjach. Dużego znaczenia nabierają więc działania mające na celu stworzenie warunków niezbędnych do zasiedlania plantacji przez rodzime organizmy pożyteczne oraz warunków optymalnych do ich rozwoju. Nieodzownym staje się za-

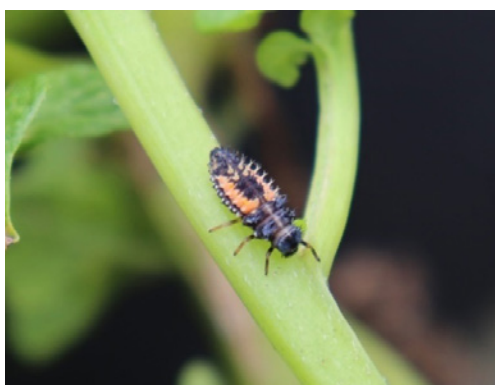
pewnienie dostępu do pokarmu, szczególnie w przypadku gatunków, których postać larwalna i osobnik dorosły mają odrębne, często kontrastujące wymagania. Przykładem są larwy złotooka zjadające mszyce i rozwijające się z nich osobniki dorosłe, które odżywiają się nektarem.

Wzajemnie relacje między wrogami naturalnymi i szkodnikami roślin mogą mieć charakter drapieżnictwa lub pasożytnictwa. Zwierzęta drapieżne zjadają zazwyczaj różne stadia rozwojowe mniejszych od siebie ofiar. Pasożyty natomiast żerują na swoich gospodarzach wyniszczając ich organizmy, co może prowadzić do śmierci.

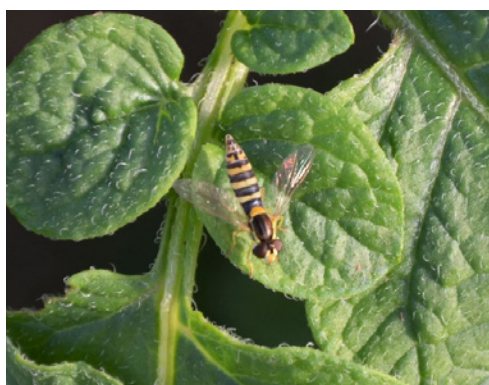
Najbardziej pożądane owady **drapieżne** w uprawie ziemniaków to: biedronkowate (Coccinellidae), bzygowate (Syrphidae) i złotooki (Chrysopidae). Przedstawiciele tych rodzin mogą z powodzeniem zmniejszać liczebność mszyc w uprawach.

Często występujące gatunki biedronkowatych to: biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata*) i biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata*).

Zarówno owady dorosłe jak i larwy (fot. 8.1) żywią się przede wszystkim mszycami. Jedna larwa biedronki może zjeść w ciągu całego swojego rozwoju od 100 do 2000 mszyc w zależności od gatunku. Owad dorosły zjada dziennie do 250 mszyc. Biedronki mogą niszczyć również jaja stonki ziemniaczanej. Larwy bzygowatych należą również do wyspecjalizowanych drapieżców mszyc. W ciągu całego swojego rozwoju jedna larwa zjada od 200 do 1000 mszyc. Drapieżne larwy złotooków chętnie odżywiają się mszycami. Jedna larwa jest w stanie zjeść około 400 mszyc. Larwy złotooków mogą zjadać również jaja stonki ziemniaczanej. Owady dorosłe bzygowatych (fot. 8.2) i złotooków odżywiają się pyłkiem i/lub nektarem kwiatowym. Dlatego też celowe staje się tworzenie skupisk roślin, tzw. miododajnych, do których należą m.in. facelia i rośliny baldaszkowate.



Fot. 8.1. Larwa biedronkowatych



Fot. 8.2. Osobnik dorosły bzygowatych

Aby utrzymać liczebność naturalnych wrogów mszyc na wysokim poziomie należy zadbać o miejsca zimowania owadów dorosłych. Najczęściej zimują one pod korą drzew, pod uschniętymi liśćmi, wśród resztek gałęzi. Z tego względu celowym jest pozostawienie porośniętych miedz, nieużytków oraz skupisk drzew w sąsiedztwie ekologicznej plantacji ziemniaka.

Ważną rodziną drapieżnych owadów, objętych ochroną prawną, są biegaczowate (Carabidae). Zarówno larwy jak i owady dorosłe cechuje ogromna żarłoczność. Odżywiają się głównie larwami innych owadów, także ślimakami. Gatunek *Carabus auratus* zjada stonkę ziemniaczaną. W ekologicznej uprawie ziemniaka nietrudno zauważyć liczne gatunki pajaków (Araneae). Ich pożywieniem są najczęściej te owady, których w danym środowisku jest najwięcej. Zarówno larwy jak i dorosłe osobniki stonki ziemniaczanej mogą padać ich ofiarą (fot. 8.3).

Szkodniki ziemniaków są chętnie zjadane przez niektóre gatunki ssaków. Naturalnymi wrogami rolnic są kret europejski (*Talpa europaea*) i gawrony (*Corvus frugilegus*). Stonka ziemniaczana niszczone jest przez szpaki (*Sturnus vulgaris*) i bażanty (*Phasianus colchicus*). Ślimaki zjadane są przez jeże (*Erinaceus*), ropuchy (*Bufo*) i ptaki, takie jak kosy (*Turdus merula*), gawrony, szpaki i bażanty. W efektywnym zwalczaniu nornika pomagają ptaki z rodziny jastrzębiowatych (Accipitriformes), sowy (Strigiformes), krukowate (Corvidae) a także lisy (*Vulpes*) i łasice (*Mustela nivalis*).



Fot. 8.3. Pająk zjadający larwę stonki ziemniaczanej

W ekologicznej uprawie ziemniaka należy docenić rolę **pasożytów** skutecznie zmniejszających liczebność szkodników. Do najbardziej pożądaných należą: błonkówki (*Hymenoptera*), grzyby nicieniobójcze oraz grzyby i nicienie owadobójcze.

Mszycarzowate (*Aphidiidae*) to rodzina błonkówek pasożytująca głównie na mszycach, m.in. na mszycy brzoskwiowo-ziemniaczanej. Samice błonkówek składają jaja pojedynczo do ciała mszyc. Z jaj wylęgają się larwy, które odżywiają się ciałem mszycy. Samica mszycarzowatych w ciągu swojego życia składa do 300 jaj.

Siedliskiem życia grzybów nicieniobójczych oraz grzybów i nicieni owadobójczych jest przede wszystkim gleba. Dlatego też porażają one te stadia rozwojowe szkodników, które w sposób naturalny związane są z glebą: jaja nicieni roślinożernych, zimujące chrząszcze stonki ziemniaczanej oraz larwy niektórych owadów. Ich efektywność zależy w znacznym stopniu od wilgotności gleby. Grzyby nicieniobójcze (*Paecilomyces lilacinus* i *Pochonia chlamydosporia*) infekują jaja, larwy i samice mątwików skutecznie redukując ich liczebność w glebie. Grzyby owadobójcze (*Beauveria bassiana* oraz *Metarhizium anisopliae*), szczególnie przy ciepłej i wilgotnej zimie, powodują znaczną śmiertelność stonki ziemniaczanej (fot. 8.4) oraz larw pędraków, drutowców i rolnic. Rozwojowi grzybów nicieniobójczych i owadobójczych sprzyja sąsiedztwo naturalnych siedlisk zapewniających dostateczną ilość wilgoci w podłożu, czyli m.in. lasy, zadrzewienia, uprawy wieloletnie.



Fot. 8.4. Osobnik dorosły stonki ziemniaczanej porażony grzybem owadobójczym

Czynnikami ograniczającym mogą być okresy suszy w sezonie wegetacyjnym.

Mikroskopijnych rozmiarów nicienie owadobójcze są w stanie zapobiec masowemu pojawowi szkodników w uprawach ekologicznych. W ich rozwoju występują tzw. larwy inwazyjne, które żyją w glebie i zarażają kolejnych żywicieli. Pozostałe stadia rozwojowe rozwijają się w ciele porażonego owada. Z jednego owada-gospodارza może wyjść od 1 do 200 tysięcy larw inwazyjnych. Do zabicia kolejnego owada wystarcza obecność jednego nicienia. Szczególnie efektywne są gatunki z rodzajów *Steinernema* i *Heterorhabditis*. Mogą one mieć duże znaczenie w ograniczaniu liczebności stonki ziemniaczanej oraz szkodników żerujących na bulwach w okresie wegetacji (pędraki, drutowce, rolnice).

9. STRESY ABIOTYCZNE (STRES SUSZY I WYSOKIEJ TEMPERATURY) A UPRAWA ZIEMNIAKA W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM

Susza i niedobory wody zagrażają plantacjom ziemniaka nie tylko z powodu obniżki plonów. Stres związany z tymi zjawiskami negatywnie odbija się także na jakości uzyskanego plonu. Przejściowe lub stale wysokie temperatury również mogą powodować wiele zmian w roślinie ziemniaka na poziomie morfologicznym, anatomicznym czy fizjologicznym, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia ilości i jakości plonu.

Ziemniak jest uznawany za roślinę wrażliwą na niedobory wody w glebie praktycznie w każdej fazie rozwojowej. Ziemniak jest typową rośliną klimatu umiarkowanego. Optymalna temperatura dla rozwoju części nadziemnej to 20-25°C, a dla tworzenia i rozwoju bulw 15-20°C. Temperatura wyższa od optymalnej powoduje ograniczenie lub całkowite zahamowanie tuberyzacji oraz intensyfikację wzrostu części nadziemnej roślin.

Nie jesteśmy w stanie przewidzieć wystąpienia stresu suszy, możemy jednak maksymalnie chronić plantację, zapewniając roślinom komfortowe warunki przez cały okres wegetacji. Negatywne skutki stresu suszy oraz stresu cieplnego mogą być złagodzone przez wprowadzenie do uprawy roślin odmian o ulepszonej odporności na suszę glebową oraz o ulepszonej termoregulacji. Problem suszy i wysokiej temperatury dotyczy w większym stopniu plantacji ekologicznych ziemniaka, na których istnieją większe ograniczenia w stosowaniu środków ochrony roślin i nawozów mineralnych.

Zapotrzebowanie roślin ziemniaka na wodę wynosi od 400 do 600 litrów potrzebnych do wyprodukowania 1 kg suchej masy bulw. W warunkach polowych wymagania wodne wahają się między 350 a 500 mm w ciągu sezonu wegetacyjnego, w zależności od okresu uprawy, warunków środowiskowych oraz rodzaju gleby, a także od odmiany. Plonowanie zależy od dobrze zaplanowanego nawadniania obejmującego niewielkie objętości wody i dużą częstotliwość prowadzenia zabiegów.

Potrzeby wodne ziemniaka zmieniają się w ciągu okresu wegetacji wraz z rozwojem roślin i są różne w różnych fazach rozwojowych. Posługiwanie się terminami kalendarzowymi jest mniej precyzyjne, gdyż rozwój roślin jest modyfikowany zarówno przez czynniki klimatyczne, jak i agrotechniczne, które mogą przyspieszać lub opóźniać występowanie kolejnych faz rozwojowych roślin. Wymagania te w poszczególnych fazach rozwojowych przedstawia tabela 9.1.

Tabela 9.1. Wymagania wodne ziemniaka w poszczególnych fazach rozwojowych roślin ziemniaka

Faza rozwojowa roślin	Okres kalendarzowy dek. m-ce	Optymalne opady (mm/dekadę)
Sadzenie	I. 04 – I. 05	< 10
Od posadzenia do końca wschodów	I. 04 – III. 05	15
Od zakończenia wschodów do zawiązania pąków kwiatowych	II. 05 – III. 06	15 – 25
Okres kwitnienia	II. 06 – III. 07	25 – 30
Kumulacja plonu bulw	III. 06 – III. 08	30-35
Dojrzewanie (żółknięcie) roślin	I. 08 – III. 09	ok. 15 – 20
Zbiór	I. 09 – I. 10	ok. 10 – 15

Stres suszy, nierównomierne zaopatrzenie w wodę jak również stres temperatury powoduje wiele chorób oraz zmian fizjologicznych bulw ziemniaka.

Okres od zakończenia wschodów do początku kwitnienia

W okresie tym potrzeby wodne roślin stopniowo wzrastają. Okres tworzenia pąków na ogół odpowiada okresowi wiązania bulw, czyli tuberyzacji. Jest to okres dużych potrzeb wodnych oraz dużej wrażliwości na suszę. Deficyt wody w okresie tuberyzacji może powodować zawiązywanie mniejszej liczby bulw. Niedobór opadów w okresie tuberyzacji jest przyczyną porażenia bulw parchem zwykłym – chorobą skórki obniżającą plon handlowy.

Okres od początku kwitnienia do dojrzewania (żółknięcia) roślin

W fazie tej, gdy bulwy powiększają swoją wielkość i masę, potrzeby roślin są największe i również największa jest ich wrażliwość na suszę. W tym okresie pożądane są równomiernie rozłożone opady. Jeżeli opady są nierównomierne, występują zakłócenia wzrostu bulw, objawiające się deformacjami, spękaniem fizjologicznymi oraz wtórnym wzrostem (paciorkowatością) (fot. 9.1).

Odrosty wtórne



Spękanie bulw



Fot. 9.1. Niektóre wady bulw spowodowane nierównomiernym zaopatrzeniem w wodę

Okres dojrzewania i zbioru

W okresie pełni dojrzewania następuje zahamowanie intensywności asymilacji, rośliny zmniejszają pobieranie wody i składników z gleby. Warunki wilgotnościowe wpływają na występowanie dwu wad miąższu: rdzawej plamistości i pustowatości. Rdzawa plamistość miąższu jest wadą fizjologiczną powstającą na skutek obumierania komórek miąższu bulw, które z czasem stają się zbrunatniałe i gąbczaste. Ponadto następuje zanikanie skrobi w komórkach otaczających, co powoduje szklistość w otoczeniu komórek obumierających. Wraz ze wzrostem opadów w miesiącu lipcu obserwujemy spadek procentowego udziału bulw z objawami rdzawej plamistości. Pustowatość bulw jest również wadą fizjologiczną związaną z obumieraniem komórek miąższu. W centralnej części bulwy następuje rozerwanie tkanki miąższu bulwy i powstaje kawerna. Komórki otaczające pustą przestrzeń obumierają i brunatnieją. Wada ta występuje zazwyczaj w bulwach dużych. Wzrost sumy opadów w miesiącu lipcu i sierpniu wiąże się ze wzrostem procentowego udziału bulw z objawami rdzawej plamistości.

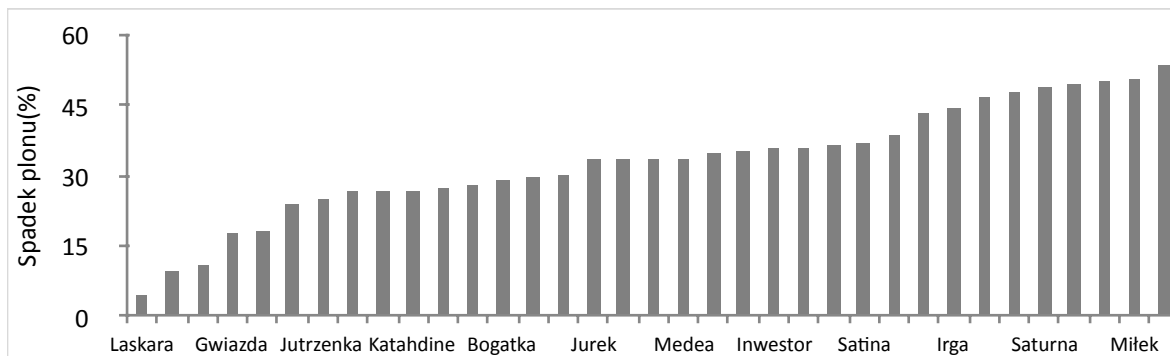
Dobór odmian uwzględniający tolerancyjność na stres suszy i wysokiej temperatury

W produkcji ziemniaka cenione są odmiany, które w warunkach gorszego zaopatrzenia w wodę są zdolne wytworzyć dobry plon, a więc istnieje potrzeba oceny tej cechy u poszczególnych odmian.

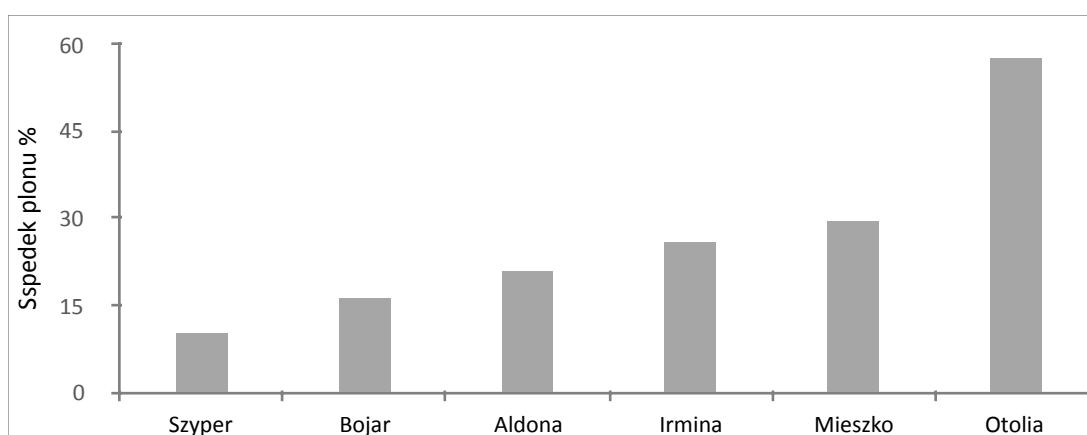
Na wrażliwość odmiany w stosunku do suszy wpływa wiele cech m.in.: budowa systemu korzeniowego, funkcjonowanie aparatów szparkowych liści, które tworzą złożony układ. U różnych odmian inna cecha odpowiedzialna za gospodarkę wodną jest bardziej lub mniej dominująca. Jedna odmiana może mieć np. mniej rozbudowany system korzeniowy a większą efektywność aparatów szparkowych lub odwrotnie. Reakcją odmiany na stres suszy będzie bilans, czyli wypadkowa cech wzajemnie na siebie oddziałujących. Badanie pojedynczej cechy może być tylko jednym ze wskaźników, natomiast ocena reakcji odmiany może zapewnić ocenę całościową.

Jedną z możliwości jest określenie wrażliwości poszczególnych odmian na niedobory wody po ok. 3 tygodniach od momentu rozpoczęcia tuberyzacji, czyli w fazie największego zapotrzebowania na wodę. Badania tego typu prowadzone są w Zakładzie Agronomii Ziemniaka IHAR w Jadwisinie. W tym czasie na dwa tygodnie wstrzymuje się podlewanie roślin, podczas gdy rośliny kontrolne podlewane są regularnie. Po zakończeniu okresu suszy aż do końca okresu wegetacji rośliny są ponownie podlewane taką dawką wody, która zapewnia im utrzymanie optymalnej wilgotności gleby.

Zróznicowaną reakcję odmian na stres suszy, której głównym kryterium jest spadek plonu przedstawia rysunek 9.1. Natomiast zróznicowaną reakcję odmian na stres suszy i wysokiej temperatury występujących jednocześnie przedstawia rysunek 9.2.



Rys. 9.1. Reakcja odmian na stres suszy, której głównym kryterium jest spadek plonu



Rys. 9.2. Reakcja odmian na stres suszy i wysokiej temperatury, której głównym kryterium jest spadek plonu

10. STOSOWANIE NAWADNIANIA W GOSPODARSTWIE EKOLOGICZNYM UPRAWIAJĄCYM ZIEMNIAKI

10.1. Znaczenie optymalnego zaopatrzenia roślin w wodę

Eliminacja deficytu opadów naturalnych w okresie wegetacji ziemniaka przy pomocy nawadniania zawsze służy zwiększeniu plonów bulw, a bardzo często (ale nie zawsze) także poprawie jakości bulw wyrażanej wyglądem bulw (morfologia) lub lepszymi parametrami technologicznymi. Bardzo rzadko zdarza się, bowiem w klimacie Polski, aby rozkład opadów był optymalny i odpowiadał wymaganiom wodnym w poszczególnych okresach rozwoju roślin ziemniaka.

Przeprowadzona analiza rozkładu opadów w ostatnim 30-leciu w Polsce wykazała, że w większości rejonów kraju a szczególnie w rejonie centralnym, północno-wschodnim i środkowo-zachodnim występują bardzo duże deficyty opadów, które limitują poziom plonowania ziemniaków.

Niski poziom plonów ziemniaka w Polsce jest limitowany głównie przez dwa czynniki: okresowe susze trwające w okresie wegetacji (lipiec, sierpień) szczególnie na glebach lekkich lub wcześniej występująca (na początku lipca) epifitoza zarazy ziemniaka wywoływana przez *Ph. infestans* na plantacjach słabo chronionych, których niestety jest najwięcej w naszym kraju.

Statystyka plonowania ziemniaka w Polsce pokrywa się wielkością opadów w poszczególnych okresach wegetacji. Lata suche były jednocześnie latami o najniższych plonach krajowych ziemniaka.

Tabela 10.1 Plon ogólny ziemniaków (t/ha) w zależności od warunków klimatycznych oraz stosowanego systemu produkcji w Polsce w latach 2004-2020

Lata	System produkcji				Średnio w kraju wg GUS
	konwencjonalny		Certyfikowany		
	profesjonalny	ekstensywny	integrowany	ekologiczny	
2004 S	40,3	17,4	43,6	33,9	19,4
2005 S	38,1	15,2	26,8	16,5	17,6
2006 S	36,7	13,1	21,4	22,0	15,0
2007 W	45,2	18,3	32,0	22,6	20,7
2008 S	50,5	18,1	30,5	32,0	19,1
2009 N	50,3	16,7	28,0	34,1	19,1
2010 W	44,7	15,3	23,6	21,9	17,9
2011 N	54,2	18,6	38,6	24,2	23,5
2012 N	51,9	18,8	43,2	27,7	24,2
2013 W	36,8	16,5	30,2	19,3	21,0
2014 N	48,8	20,0	44,3	28,5	27,8
2015 S	37,0	18,9	33,2	19,5	21,0
2016 N	55,2	19,9	45,0	20,7	28,5
2017 W	57,2	20,2	47,8	25,1	27,9
2018 S	39,0	20,1	25,0	23,6	25,1
2019 S	35,0	19,0	21,5	20,0	21,4
2020 N	45,0	24,0	30,0	24,2	34,5
Średnio	42,4	18,3	32,6	24,5	22,1

gdzie: S – lata z deficytem opadów, W – lata z wysokimi opadami, N – lata z opadami zbliżonymi do optymalnych

Źródło: Wyniki badań monitoringowych IHAR-PIB, Oddział w Jadwisinie oraz dane GUS.

Na nawadnianych plantacjach plony ziemniaka stabilizują się na względnie wysokim poziomie i zależą tylko od poziomu stosowanej agrotechniki w gospodarstwie. Najczęściej gospodarstwa, które stosują nawadnianie ziemniaków należą do czołówki w branży ziemniaczanej a poziom agrotechniki jest w tych gospodarstwach najwyższy. Ich filozofia działania jest bowiem taka, że stosując bardzo kosztowną technologię uprawy (kwalifikowane sadzeniaki, właściwa pielęgnacja i ochrona plantacji, optymalne terminy wykonywania zabiegów itp.) nie należy zbytnio uzależniać poziomu plonowania od warunków klimatycznych, bo w przypadku wystąpienia suszy strata ekonomiczna będzie wysoka, a więc stosują także nawadnianie plantacji. Są to najczęściej gospodarstwa specjalizujące się w uprawie ziemniaka jadalnego pod potrzeby zaopatrywania sieci sklepowych lub gospodarstwa uprawiające ziemniaki dla przetwórstwa spożywczego produkującego frytki lub chipsy.

Szacuje się, że takich gospodarstw jest aktualnie w kraju tylko około 10% uwzględniając wszystkie gospodarstwa uprawiające ziemniaki, ale produkujących około 40% krajowej masy towarowej. Plonowanie ziemniaków w tych gospodarstwach kształtuje się na poziomie 35-45 ton z hektara każdego roku niezależnie od przebiegu pogody.

Zakład Agronomii Ziemniaka IHAR w Jadwisinie od wielu już lat prowadzi badania nad wpływem nawadniania na plonowanie różnych odmian ziemniaka oraz na zmiany cech jakości uzyskanego plonu.

Uzyskane wyniki potwierdzają następujące zależności:

- poziom plonowania ziemniaków jest ściśle skorelowany z odmianą oraz latami uprawy lub dokładniej z warunkami klimatycznymi okresu wegetacji,
- stosowanie nawadniania zwiększa poziom plonu, ale w różnym stopniu zależy to od odmiany i wielkości deficytu opadów lub ich rozkładu w czasie wegetacji.

Wielkość przyrostu plonu bulw pod wpływem nawadniania uzależniona jest w głównej mierze od ilości zużytej wody w okresie wegetacji oraz od rozkładu stosowanych nawodnień. Odmiany o dużym potencjale plonowania i wysokich wymaganiach wodnych charakteryzują się wyższym przyrostem plonu. Należy także podkreślić, że każda odmiana ziemniaka posiada w swym rozwoju okres największego zapotrzebowania na wodę a przypada on wtedy, gdy przyrost masy bulw jest największy. Jeśli w tym samym czasie wystąpi niedobór opadów przyrost plonu pod wpływem nawadniania jest największy.

Optymalne zaopatrzenie roślin w wodę według badań wpływa na:

- większe wyrównanie wielkości bulw w kierunku jednoczesnego zwiększenia ich masy (mniej jest w plonie bulw drobnych),
- zwiększenie regularności kształtu bulw i przeciwdziałanie powstawaniu deformacji bulw typu lalkowatość, dzieciuchowatość, paciorkowatość,
- zmniejszenie porażenia bulw parchem zwykłym (optymalna wilgotność gleby w momencie tuberyzacji bulw),
- zmniejszenie ilości bulw z pustowatością miąższu,
- zmniejszenie ilości bulw ze spękaniem fizjologicznymi zabliznionymi (tzw. kajzerkowatość bulw),
- poprawa jakości użytkowej i technologicznej bulw w tym:
 - zmniejszenie zawartości azotanów i glikoalkaloidów (tych ostatnich wtedy, gdy nie nastąpi rozmycie redlin podczas deszczowania i nie wzrośnie tym samym liczba bulw zazielenionych)
 - zmniejszenie zawartości cukrów redukujących, a więc polepszenie barwy produktów ziemniaczanych smażonych (frytki, chipsy).

Poprawa jakości bulw jest gwarantowana wówczas, gdy nawadnianie plantacji prowadzi się równomiernie podczas całego okresu wegetacji zapewniając stały komfort zaopatrzenia roślin ziemniaka w wodę. Źle prowadzone nawadnianie tj. sporadyczne przeplatane okresami występowania suszy glebowej może doprowadzić nawet do obniżenia jakości bulw. Dotyczy to szczególnie gleb lekkich, gdy wahania wilgotności gleby są duże i tam zaleca się częste nawadnianie, ale mniejszymi dawkami wody. W tego typu przypadkach zaleca się stosowanie nawadniania kropelkowego zamiast systemu deszczującego.

Syntetycznym miernikiem wzrostu jakości bulw pod wpływem nawadniania jest przyrost udziału plonu handlowego w plonie ogólnym. Za plon handlowy przyjmujemy tą część plonu ogólnego, która nie zawiera bulw z wadami wyglądu, a więc bulw drobnych ($\square < 35$ mm), zdeformowanych, porażonych parchem zwykłym, zazielenionych, uszkodzonych przez szkodniki glebowe itp.

10.2. Stosowanie nawadniania w gospodarstwie ekologicznym

W gospodarstwie ekologicznym nawadnianie posiada jeszcze dużo ważniejszą funkcję niż w uprawach prowadzonych w systemach konwencjonalnych. Ideą rolnictwa ekologicznego jest między innymi stałe utrzymanie żyzności gleby, ale bez możliwości stosowania nawożenia mineralnego. Źródłem składników pokarmowych i substancji organicznej wprowadzanych do gleby są nawozy rolnicze (obornik, komposty) oraz nawozy zielone pochodzące z przyorywanej masy roślin międzyplonowych. Aby móc je zabezpieczyć w wystarczającej ilości, konieczne jest uzyskiwanie dużej ilości biomasy uprawianych międzyplonów niezależnie od panujących warunków klimatycznych. Susza występująca w sierpniu i wrześniu często uniemożliwia optymalny wzrost poplonów ścierniskowych, a więc może spowodować zmniejszenie przyoranej biomasy a ten czynnik będzie limitował plonowanie w następnym roku roślin uprawianych na tym polu. Obornik czy kompost zastosowany w suchym roku nie będzie wykorzystany optymalnie przez rośliny, ponieważ nie zostaną z niego uwolnione składniki pokarmowe. Nawadnianie w rolnictwie ekologicznym spełnia więc obok zapewnienia roślinom komfortu wodnego potrzebnego dla prawidłowego ich rozwoju oraz plonowania, także funkcję stymulowania zaopatrzenia roślin uprawnych w składniki pokarmowe. Optymalna wilgotność gleby przyczynia się do prawidłowego przebiegu procesów mikrobiologicznych, a więc procesu mineralizacji i humifikacji w glebie.

Przeprowadzone w Jadwisinie badania nad wpływem stosowania nawadniania w systemie ekologicznym dowiodły, że zabieg ten w przypadku wystąpienia suszy klimatycznej może istotnie zwiększyć poziom plonowania roślin zbioru głównego a jednocześnie utrzymać żyzność gleby na stałym poziomie a nawet poprawić poziom kwasowości gleby.

Reasumując, w rolnictwie ekologicznym nie powinno stosować się wybiórczego nawadniania poszczególnych upraw celem zwiększenia ich poziomu plonowania, ale nawadnianie powinno być trwałym elementem w stosowanej technologii uprawy wszystkich gatunków płodozmianu a szczególnie stosowanych dla tych roślin międzyplonowych jako źródło biomasy służącej przyoraniu. Zwiększony plon pod wpływem nawadniania i wyniesione z nim z gleby składniki pokarmowe powinny być zrekompensowane zwiększonym dostarczeniem biomasy do gleby w postaci obornika, kompostu czy nawozów zielonych. Dobre uwilgotnienie gleby sprzyja także powstawaniu próchnicy i stałemu podnoszeniu żyzności gleby.

10.3. Zasady nawadniania ekologicznych plantacji ziemniaka

Prowadzenie nawadniania upraw w gospodarstwie ekologicznym jest dużo trudniejsze niż w systemie konwencjonalnym. Generalnie w ekologii należy kierować się następującymi zasadami:

- W uprawach redlinowych lub pasowo-rzędowych należy stosować nawadnianie kroplujące. W pozostałych uprawach stosować należy deszczowanie.
- Intensywność nawadniania upraw towarowych uzależnić należy od aktualnego stanu żyzności gleby. Uzupełniające nawadnianie prowadzić także w uprawie międzyplonów aby zwiększyć ilość produkowanej biomasy przeznaczonej na przyoranie.
- Należy nawadniać jednorazowymi małymi dawkami wody, aby nie powodować przemieszczania składników pokarmowych w głębsze warstwy gleby.
- Częstotliwość nawadniania musi wynikać z bieżących potrzeb poszczególnych gatunków roślin i dokładnego pomiaru deficytu opadów.
- Nawadnianie zwiększa zagrożenie plantacji agrofagami i wzrostem zachwaszczenia, co należy uwzględnić w programach ochrony i pielęgnacji plantacji ekologicznych.

- Stosowanie nawadniania należy oprzeć na kalkulacji ekonomicznej z uwzględnieniem rachunku ciągłego (bilans korzyści i poniesionych kosztów) w dłuższym czasie.

Generalne zasady nawadniania plantacji ziemniaka

Przy nawadnianiu trzeba pamiętać o kilku ważnych zasadach. Należy przestrzegać wyznaczonych na podstawie pomiarów terminów nawadniania oraz nie dopuścić do zbyt dużych wahań wilgotności gleby. Optymalne uwilgotnienie gleby wynoszące 65–70 % polowej pojemności wodnej, zwiększa wykorzystanie przez rośliny składników pokarmowych.

Nawadnianie powinno się rozpoczynać:

- dla odmian bardzo wczesnych w II dekadzie maja (dotyczy to szczególnie produkcji ziemniaków dla wczesnego zbioru)
- dla odmian wczesnych w I dekadzie czerwca,
- dla odmian późnych w połowie czerwca lub na początku lipca.

Przeciętne zapotrzebowanie ziemniaka na opady w okresie wegetacji:

- dla odmian bardzo wczesnych 300–350 mm (w okresie IV–VIII)
- dla odmian późniejszych 350 – 450 mm (w okresie V – IX)

Ilości te nie są ściśle określone. Zależą one od wielu czynników klimatycznych: usłonecznienie, temperatura, wilgotność powietrza, siła wiatru, itd. Ważnym czynnikiem jest również rodzaj gleby. Na glebach lżejszych pojedyncze dawki wody powinny być mniejsze niż na glebach cięższych.

Najbardziej pożądanym sposobem uzupełniania deficytu opadów jest częste nawadnianie małymi dawkami wody. Maksymalna jednorazowa dawka polewowa podczas deszczowania nie powinna być większa niż 15–25 mm.

Najlepszą metodą nawadniania na plantacjach ziemniaka jest nawadnianie przy pomocy linii kroplujących rozkładanych w redlinach.

Orientacyjną ocenę potrzeby nawadniania można uzyskać przez porównanie ilości opadów naturalnych z potrzebami roślin przy pomocy pomiaru wilgotności gleby.

Sposoby nawadniania

W świecie stosuje się następujące systemy nawadniania plantacji ziemniaka:

- zalewowe, wykorzystywane w rejonach o specyficznym położeniu pól, na które rozlewa się wodę z rowów przylegających do pól przy pomocy zastawek lub grawitacyjnych węży przelewowych,
- nawadnianie podsiąkowe, stosowane głównie na torfach lub czarnoziemach,
- deszczowanie jako najbardziej rozpowszechniona metoda o różnych technicznych rozwiązaniach:
 - a) deszczownie półstałe, stosowane na małych powierzchniach,
 - b) deszczownie przenośne, bardzo pracochłonne również stosowane na małych powierzchniach,
 - c) deszczownie samoistnie przetaczane (starszego typu deszczowanie tzw. kroczące),
 - d) deszczownie szpulowe z działkiem wodnym lub belką rozlewającą (najpopularniejsze obecnie w Polsce),
 - e) deszczownie mostowe kroczące lub obrotowe, stosowane na dużych powierzchniach pól nawadnianych.
- nawadnianie przy pomocy linii kroplujących, najnowocześniejsza metoda nawadniania warzyw, owoców i ziemniaków i najbardziej przyjazne dla roślin.

Każda z metod nawadniania ma swe zalety i wady. Ich stosowanie jest uzależnione od lokalnych warunków klimatycznych, glebowych, organizacyjnych i ekonomicznych jakimi dysponuje rolnik.

W Polsce najbardziej popularne są następujące systemy nawadniania:

- deszczownie szpulowe z działkiem wodnym o różnej wydajności dostosowanej do wielkości nawadnianych pól,
- deszczownie szpulowe z belką rozlewającą (boom) stosowane na mniejszych powierzchniach (np. warzywa, rośliny ozdobne itp.), gdzie wymagane jest drobnokropliste i delikatne deszczowanie,
- deszczownie mostkowe stosowane na dużych powierzchniach nawodnieniowych,
- systemy nawadniania kroplującego stosowane na plantacjach jagodowych i w uprawach warzywnych oraz w ziemniakach i innych uprawach redlinowych lub pasowych.

Każdy system nawodnieniowy składa się z następujących elementów składowych:

- źródło wody, którym może być naturalny zbiornik wodny (jezioro, rzeka, strumień, zalew, staw), sztuczny zbiornik retencyjny specjalnie wybudowany dla celów nawadniania oraz studnie głębinowe,
- ujęcie wody obejmujące czerpnię, pompę, napęd pompy (elektryczny, spalinowy), filtry, urządzenia sterujące pracą pompy itp.,
- linie przesyłowe łączące źródło poboru wody z polem nawodnieniowym (systemem pól) w postaci rurociągów podziemnych lub nadziemnych wykonanych z rur żeliwnych, aluminiowych lub obecnie z tworzyw sztucznych (PCV lub PE),
- system nawodnieniowy deszczujący lub kroplujący (deszczownie wszelkiego typu, zraszacze, działka wodne, belki rozlewające, linie kroplujące o różnej konstrukcji i trwałości) wraz z instalacją towarzyszącą (hydranty, pompy nawozowe, sterowniki, zawory, filtry itp.).

Pomocą w podjęciu decyzji o nawadnianiu i wyborze rodzaju systemu nawodnieniowego powinna być analiza techniczno-ekonomiczna wykonana dla konkretnego gospodarstwa. Na plantacjach ziemniaka w Polsce stosuje się głównie systemy deszczujące.

Deszczownie

Deszczownia szpulowa składa się z bębna z nawiniętym węzem oraz lekkiego wózka, na którym zamontowany jest zraszacz (**działko wodne**). Wózek połączony jest węzem z maszyną szpulową, na którą nawijany jest wąż. Przy szpuli zamontowane są urządzenia regulacji napędu. Zabieg nawadniania za pomocą deszczowni szpulowej wygląda w ten sposób, że maszyna szpulowa ustawiana jest na skraju pola, a wózek ze zraszaczem za pomocą ciągnika przetaczany jest na drugi koniec pola. Zraszacz rozpoczyna deszczowanie po podłączeniu maszyny do hydrantu i uruchomieniu pompy tłoczącej wodę. Ciągnięty przez nawijający się na szpulę wąż porusza wózek w kierunku szpuli. Działko wodne może być zastąpione przez tzw. **konsolę rozlewającą**. Szerokość nawadniania konsolą jest znacznie mniejszy w porównaniu z działkiem deszczującym, ale bardziej efektywny pod względem równomierności nawadniania szczególnie w czasie silnego wiatru.



Fot.10.1. Widok deszczowni szpulowej



Fot. 10.2. Widok działka wodnego przygotowanej do pracy deszczowni szpulowej w pracy na plantacji ziemniaka

Tabela 10.2. Parametry dostępnych na rynku deszczowni szpulowych

Parametry	Zakres wartości	Najczęściej używane
Średnica węża (mm)	32-140	75-82
Długość węża na szpuli (m)	90-700	400-450
Średnica dysz zraszacza (mm)	8-42	16-22
Zakres ciśnienia roboczego (bar)	3,5-14	7-9
Zapotrzebowanie wody (m ³ /h)	2,8-180	19-40
Maksymalna szerokość robocza (m)	37-138	60-80
Szerokość robocza efektywna (m)	31-117	50-70
Szerokość konsoli (m)	14-72	30-40
Maksymalna szerokość podlewania konsolą (m)	20-90	35-50
Prędkość zwijania węża (m/h)	5-200	100

Na plantacjach wielkoobszarowych stosowane są **deszczownie mostowe**. Są to kratownicowe konstrukcje wyposażone w szereg niskociśnieniowych zraszaczy. Porusza się na dwukołowych wózkach rozmieszczonych co 40-60m, napędzanych silnikami elektrycznymi. Szerokość pasa nawadnianego wynosi kilkaset metrów.

Nawadnianie przy pomocy linii kroplujących

Coraz częściej stosowanym systemem nawodnieniowym jest ostatnio **system rur kroplujących**. Są to węże plastikowe (średnica 14-30 mm), w których co 30-60 cm zamontowane są emiterzy, czyli elementy zapewniające powolny, równomierny na całej długości wypływ wody (o wydajności 1,2-2,5 l/h). Linie kroplujące podłączone są do wspólnego kolektora, który łączy się z rurociągiem zasilającym i blokiem sterującym. System wymaga filtrowania wody, aby praca emiterów była prawidłowa. Rury kroplujące instaluje się na plantacji ziemniaka: na grzbietach wszystkich redlin lub w bruzdach - jedna linia na 2 rzędy roślin. Przy uprawie zagonowej stosuje się różne konfiguracje: 1 linia/3 rzędy roślin, 2 linie/4 rzędy roślin, itp.

Nawadnianie kropłowe polega na dostarczaniu małych dawek wody, podawanych z dużą częstotliwością bezpośrednio do strefy korzeniowej roślin. Mały wydatek wody można uzyskać poprzez redukcję ciśnienia w emiterach wskutek przepływu wody przez małe otwory lub na zasadzie oporów hydraulicznych przy przepływie wody przez rurki o małej średnicy i odpowiedniej długości.

Przed zbiorem rury kroplujące są zbierane z redlin i cały system jest w dość prosty sposób demontowany. Rury kroplujące w zależności od typu są jednorazowe lub nadają się do wielokrotnego stosowania (nawet przez 8-10 lat). System taki posiada szereg zalet: jest łatwy w obsłudze, może być w pełni lub częściowo zautomatyzowany, umożliwia precyzyjne dawkowanie wody i podawanie wraz z wodą nawozów mineralnych. Plusem jest również to, że woda jest dostarczana w sąsiedztwo korzeni roślin, zaś liście pozostają nie zamoczone. Zmniejsza to zagrożenie porażenia roślin przez zarzę ziemniaka (*Phytophthora infestans*) i obniża koszty ochrony. Nawadnianie kropłowe powoduje zwilżenie stosunkowo niewielkiej powierzchni gleby, co ogranicza straty wody przez parowanie. Natomiast stosowanie małych dawek wody ogranicza straty spowodowane odpływem wody poza zasięg systemu korzeniowego roślin. Tym sposobem oszczędność wody przy użyciu tego systemu może dochodzić nawet do 40% w porównaniu z innymi sposobami nawadniania. Bardzo dużą zaletą tego systemu nawadniania jest brak zraszania roślin a poprzez to ograniczenie rozwoju chorób grzybowych na plantacjach z nawadnianiem. Wadą stosowania systemu linii kroplujących jest ich wysoka cena wynikająca m. in. z konieczności użycia dużej ilości rur kroplujących użytych na każdy hektar plantacji.



Fot. 10.3. Obredlanie plantacji ziemniaka wraz z przykryciem linii kroplujących



Fot. 10.4. Podsiąk wody widoczny rozprowadzanej liniami kroplującymi na redlinie

Firmy oferują linie o różnej budowie emiterów bez lub z kompensacją ciśnienia oraz o różnej trwałości.

Przy wyborze linii kroplującej konieczna jest konsultacja ze specjalistami z zakresu budowy tego typu instalacji nawodnieniowych. Dla określenia efektywności technologiczno-ekonomicznej każdego systemu nawodnieniowego należy dysponować następującymi danymi:

- koszty całkowite instalacji danego systemu,
- koszty eksploatacji (zmienne) systemu,
- uwarunkowanie techniczno-technologiczne danych systemów nawodnieniowych,
- przewidywany wzrost plonów lub ich stabilizacja w latach,
- uwarunkowania rynkowe intensyfikacji produkcji pod wpływem nawadniania.

Każdy system nawadniania posiada swoje zalety i wady

Generalną różnicą pomiędzy obydwooma systemami jest ich zakres stosowania. Linie kroplujące mogą być zastosowane tylko w uprawie redlinowej lub pasowo-rzędowej, natomiast deszczownie mogą pracować na wszystkich plantacjach.

Koszty inwestycyjne związane z zakupem deszczowni szpulowej dla skali uprawy ziemniaka wynoszącej ok. 20ha w przeliczeniu na 1 ha plantacji nawadnianej wynoszą od 5 do 7 tys. złotych, natomiast koszty eksploatacji to około 1,8 tys. złotych rocznie przy 5-krotnym stosowaniu nawadniania plantacji. Koszt inwestycyjny nawadniania kroplującego jest około 4-krotnie wyższy od nawadniania deszczującego. Na koszt nawadniania (PLN/ha) w dużym stopniu wpływa wielkość gospodarstwa i powierzchnia nawadniania. Im wielkość gospodarstwa jest większa, tym koszty jednostkowe nawadniania są niższe.

Tabela 10.3. Zalety i wady stosowania nawadniania deszczowego oraz kroplowego

System nawadniania	Zalety	Wady
Deszczownia szpulowa z działkiem wodnym	<ul style="list-style-type: none"> dowolność i szybkość ustalania wysokości dawki polewowej (przekładnia wielostopniowa) łatwość rozstawienia deszczowni do pracy i zakończenia pracy względnie duża szerokość jednorazowego pasa nawodnieniowego 	<ul style="list-style-type: none"> wymagane wysokie ciśnienie wody (7-10 bar) znoszenie strumienia przez wiatr (zmiana szerokości pasa nawodnieniowego) rozmywanie redlin konieczna zwiększona ochrona roślin zagęszczenie gleby
Deszczownia szpulowa z belką rozlewającą	<ul style="list-style-type: none"> delikatne strumienie wody nie uszkadzające roślin i redlin duży wydatek cieczy w jednostce czasu możliwość nawadniania przy umiarkowanym wietrze mniejsze ciśnienie robocze 	<ul style="list-style-type: none"> konsola droższa od działka wodnego w zakupie trudności w prowadzeniu konsoli na nierównościach terenu i przy bardzo silnym wietrze możliwość spływu powierzchniowego przy nierównościach powierzchni pola (przeciwdziałanie – zastosowanie dołownika redlinowego) konieczna zwiększona ochrona roślin
System kroplujący	<ul style="list-style-type: none"> małe zużycie wody możliwość uzyskania optymalnego uwilgotnienia gleby (zapewnienie komfortu dla roślin) możliwość stosowania dokarmiania roślin do ich aktualnych potrzeb niskie nakłady pracy podczas sezonu nawodnieniowego (praktycznie nie istnieją) brak konieczności zwiększenia intensywności ochrony roślin oszczędności w stosowaniu nawozów 	<ul style="list-style-type: none"> wysoki koszt inwestycyjny (linie kroplujące, linie zasilające, sterownik, pompa nawozowa, elektrozapory itp.) duże nakłady pracy przy zakładaniu i demontażu systemu dysponowanie czystą wodą lub urządzeniami filtrującymi

Tabela 10.4 Koszty jednostkowe nawadniania plantacji ziemniaków przy pomocy deszczowni szpulowej w Polsce (dane szacunkowe) – zł/ha

Wyszczególnienie	zł/ha
Amortyzacja	616
Energia elektryczna	243
Woda	400
Obsługa	500
Razem	1.759

Koszty inwestycyjne przy systemie kroplującym są wyższe niż przy systemie deszczującym (zakup ok. 13000 m linii kroplujących na 1 ha) ale koszty eksploatacji i przyrosty plonów z tytułu lepszego, bardziej precyzyjnego aplikowania wody są korzystniejsze dla rolnika. Ekonomicznym mankamentem stosowania systemu kroplującego jest to, że konieczne jest jego coroczne rozłożenie i demontaż na polu planowanym do nawadniania bez względu na to, czy zajdzie konieczność nawadniania czy też nie w danym sezonie wegetacyjnym.

11. ZBIÓR PLONU

11.1. Przygotowanie plantacji do zbioru

Zbiór bulw jest jednym z najważniejszych elementów technologii produkcji. Od sposobu i terminowości zbioru zależy jakość konsumpcyjna ziemniaka jadalnego, ilość pozyskiwanego surowca dla przemysłu i przetwórstwa oraz wartość nasienna materiałów sadzeniakowych. Od jakości zbioru bulw zależy ich trwałość przechowalnicza i ubytki w każdym sposobie przechowywania.

Mechaniczny zbiór ziemniaka należy wykonać po osiągnięciu pełnej dojrzałości bulw (tj., gdy naskórek bulwy nie złuszcza się pod naciskiem kciuka) przy temperaturze gleby powyżej 10°C i wilgotności nie większej niż 15%. Im niższa temperatura gleby i większa wilgotność, tym większa podatność bulw na uszkodzenia mechaniczne. Przy niskiej temperaturze gleby naskórek bulw staje się mniej elastyczny i w większym stopniu narażony jest na obicia przez pręty kopaczek lub kombajnów, a także w transporcie i rozładunku.

Jakość zebranych bulw ziemniaka oraz prawidłowe wykonanie mechanicznego zbioru zależy od właściwego przygotowania plantacji, które ma na celu:

- przyspieszenie dojrzewania bulw, szczególnie odmian średnio późnych i późnych, pozwalające na łatwiejsze oddzielenie bulw od stolonów i zwiększenie ich odporności na uszkodzenia mechaniczne;
- ułatwienie pracy maszyn zbierających;
- w przypadku plantacji nasiennych uzyskanie wyższego plonu sadzeniaków o lepszej zdrowotności.

Zbiór powinien nastąpić po 3-4 tygodniach od momentu zasychania łętów, które następuje wskutek silnego porażenia przez zarzę ziemniaka lub w procesie naturalnego dojrzewania. Jeśli na 3-4 tygodnie przed planowanym zbiorem łęty jeszcze nie zasychają, należy zniszczyć je rozdrabniaczem łęcin (fot.11.1).



Fot. 11.1. Rozdrabniacz łęcin

Zniszczenie naci i chwastów ułatwia obsychanie i ogrzewanie gleby oraz bulw, przez co ich naskórek w wyższej temperaturze staje się bardziej elastyczny i mniej podatny na uszkodzenia mechaniczne. Niszczenie łętów i przygotowanie plantacji do zbioru w ekologicznej uprawie ziemniaka można przeprowadzić jedynie sposobem mechanicznym przy pomocy rozdrabniacza łęcin (fot. 11.2).



Fot. 11.2. Mechaniczne rozdrabnianie łęcin

11.2. Technologia zbioru

Sposób zbioru związany jest z ogólną technologią produkcji ziemniaka. Ponadto przy wyborze techniki zbioru powinny być uwzględnione warunki: ekonomiczne, klimatyczne i glebowe. W trosce o jakość zbioru i trwałość przechowalniczą, na coraz większą skalę stosuje się zbiór dwuetapowy, zarówno w produkcji ziemniaka jadalnego, jak i sadzeniaków. W pierwszej kolejności stosuje się kopaczki układające wykopane bulwy za sobą na wały podłużne (fot. 11.3). Następnie, po 2–3 godzinach, gdy bulwy ziemniaka obeschną i ogrzeją się na powierzchni gleby, do ich podbierania stosuje się kombajny wyposażone w podbieracze łopatkowe lub szczotkowe (fot. 11.4).



Fot. 11.3. Dwuetapowy zbiór ziemniaków



Fot. 11.4. Kombajn z podbieraczem

Do korzyści ze stosowania dwuetapowego zbioru ziemniaka można zaliczyć:

- szybsze obeschnięcie skórki bulwy i zakończenie procesu oddychania;
- zmniejszenie uszkodzeń bulw ze względu na ich wyższą temperaturę podczas podbierania;
- otrzymanie oryginalnego koloru skórki, znaczne obniżenie zanieczyszczeń bulw a w konsekwencji zmniejszenie infekcji bulw;
- skuteczniejsze sortowanie masy materiału zawierającego mniej zanieczyszczeń, co w efekcie wpływa na jakość przechowywania;
- brak potrzeby używania wentylacji do obsuszenia bulw, co obniża zużycie energii;
- utrzymanie dobrej jakości bulw w długim okresie przechowywania.

Dwufazowy zbiór ziemniaków zalecany jest na glebach lekkich i średnich, niezakamienionych i dobrze odsewialnych do zbioru ziemniaków jadalnych i plantacji nasiennych. W przypadku nagłej zmiany pogody i spodziewanych nocnych przymrozków przygotowano specjalne jednorzędowe obsypniki talerzowe, które przysypują ziemią wykopane rzędy ziemniaków; zbierane są one wówczas, gdy będą odpowiednie warunki pogodowe. Zaletą dwufazowego zbioru ziemniaków jest także wyższa dzienna wydajność maszyn zbierających i lepsza jakość zbieranego plonu.

Na dużych plantacjach pełna mechanizacja zbioru jest oparta na zbiorze bezpośrednim. Do tego celu służą stosowane kombajny umożliwiające kopanie bulw ziemniaka, oddzielanie bulw od gleby, łętów, kamieni i innych zanieczyszczeń oraz gromadzenie bulw w zbiorniku maszyny lub ich przenoszenie bezpośrednio na jadący obok zestaw transportowy (fot. 11.5).



Fot. 11.5. Kombajn samojezdny do ziemniaków GRIMME VARITRON 470

12. PLONOWANIE I JAKOŚĆ HANDLOWA BULW Z EKOLOGICZNYCH PLANTACJI ZIEMNIAKA

12.1. Wpływ warunków środowiska na wielkość plonu

Liczne badania i praktyka wskazują, że ekologiczny system produkcji daje niższe, bardziej zmienne plony niż systemy wykorzystujące nawozy syntetyczne i chemiczne środki ochrony roślin. Jednak różnica w plonach między tymi systemami jest zależna od gatunku rośliny, przy czym rośliny okopowe wykazują większą różnicę niż zboża. Plony ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym są od 10 do 50 % niższe niż w systemie konwencjonalnym. Niektórzy autorzy wykazują nawet większe różnice dochodzące do 70%. Podkreśla się również dużą zmienność plonowania w latach.

Czynnikami, które w największym stopniu limitują poziom plonowania są ograniczenia w stosowaniu pestycydów, oraz występujący na niektórych glebach deficyt składników pokarmowych wskutek niestosowania nawozów mineralnych. Słabszy rozwój części nadziemnej roślin uprawianych w systemie ekologicznym ma bezpośredni wpływ na wielkość plonu bulw i jego strukturę. Stosunkowo dużą różnicę w plonach między ekologiczną i konwencjonalną produkcją ziemniaków przypisuje się głównie nieodpowiedniej ochronie przed zarazą ziemniaka wywoływanej przez organizm grzybopodobny *Phytophthora infestans*.

Wpływ warunków klimatyczno-glebowych na wielkość plonu bulw i jego strukturę przedstawiono na podstawie badań prowadzonych w latach lat 2005-2016 w dwóch miejscowościach położonych w różnych rejonach Polski, o zróżnicowanych warunkach glebowo klimatycznych. Jednym punktem doświadczalnym była Stacja Doświadczalna IUNG w Osinach k. Puław (południowo- wschodnia Polska i drugim Jadwisin-centralna Polska). W Osinach ziemniaki uprawiane były na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego a w Jadwisinie na glebie kompleksu żytniego dobrego. W obu punktach doświadczalnych płodozmiian dostosowany był do warunków glebowych. Badania prowadzone były w cyklach 3-letnich. Oceniając plon bulw odnoszono się do warunków okresu wegetacji panujących w poszczególnych miejscowościach.

Wielkość plonów miała ścisły związek z warunkami atmosferycznymi w danej miejscowości. Średnio w obu miejscowościach najwyższe plony uzyskano w latach: 2009, 2012 i 2016 tj. jest latach o najlepszym uwilgotnieniu a najniższe w 2005, 2006 i 2013 o najniższych opadach. Na glebie mocniejszej wykazano większą stabilność plonowania w poszczególnych latach (tabela 12.1).

Tabela 12.1 Plon bulw (t/ha) w zależności od miejsca uprawy i lat badań (średnio dla odmian)

Rok	Miejsce uprawy	Plon bulw (t/ha)	Średnio dla lat badań
2005	Jadwisin	7,3	12,1
	Osiny	16,8	
2006	Jadwisin	12,4	18,6
	Osiny	24,8	
2007	Jadwisin	22,0	21,0
	Osiny	20,0	
2008	Jadwisin	32,0	26,0
	Osiny	20,0	
2009	Jadwisin	34,2	27,5
	Osiny	20,6	
2010	Jadwisin	24,1	22,0
	Osiny	19,9	

2011	Jadwisin	25,8	22,4
	Osiny	19,9	
2012	Jadwisin	25,8	28,3
	Osiny	18,9	
2013	Jadwisin	14,1	16,5
	Osiny	19,0	
2014	Jadwisin	33,5	24,8
	Osiny	16,2	
2015	Jadwisin	17,4	19,6
	Osiny	21,9	
2016	Jadwisin	32,1	32,1
	Osiny	32,1	
Średnio	Jadwisin	23,7	22,7
	Osiny	21,7	

Omawiając wpływ warunków okresu wegetacji na wielkość plonu, nie można pominąć wpływu tego czynnika na rozwój chorób, a głównie zarazy ziemniaka, która powoduje największe straty w plonie. Analiza przebiegu pogody w poszczególnych latach potwierdza zasadę, że lata tzw. „zarazowe”, tzn. z dużą ilością opadów, są latami wysokich plonów ziemniaków. Dotyczy to szczególnie upraw konwencjonalnych, gdzie możliwe jest stosowanie pestycydów i nawozów mineralnych. W uprawach ekologicznych sytuacja jest bardziej skomplikowana. Dlatego też, plonowanie roślin w systemie ekologicznym jest mocniej uzależnione od warunków klimatycznych niż w systemie konwencjonalnym. Do ochrony roślin ziemniaka przed zarazą w uprawach ekologicznych dozwolone są wprawdzie fungicydy miedziowe, ale skuteczność ich nie jest tak wysoka jak innych fungicydów. Obowiązują też limity stosowania miedzi, a w niektórych krajach całkowity zakaz jej używania.

W systemie ekologicznym odnotowuje się duże zmiany w strukturze plonu bulw w porównaniu z systemem konwencjonalnym. Największe zmiany dotyczą udziału bulw najmniejszych (<35 mm) i największych (>60mm). Generalnie, występuje duże zdrobnienie plonu.

12.2. Plonowanie odmian

W ciągu 12 lat prowadzenia badań w obu miejscowościach przebadano 30 odmian ziemniaka należących do różnych grup wczesności. Ich zróżnicowanie pod względem wielkości plonu było istotne. Najwyżej plonowały odmiany (średnio dla lat badań i miejsca uprawy): Jurata, Tajfun, Ursus, Ignacy, Michalina, Vitara, Owacja, Agnes, Finezja, Oberon i Malaga (powyżej 25 t/ha), najstąbiej zaś Drop i Gracja (poniżej 15 t/ha). W Jadwisinie największa liczba odmian plonowała powyżej 25 t/ha, w Osinach w przedziale 21-25 t/ha. Niektóre odmiany osiągające najwyższe plony w Osinach dawały jedne z niższych plonów w Jadwisinie i odwrotnie. Do odmian skrajnie różniących się poziomem plonowania w obu miejscowościach należy zaliczyć odmiany: Bartek, Berber i Vitara.

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 11.2 na glebie lżejszej zróżnicowanie dotyczące plonowania odmian było większe niż na mocniejszej. W Jadwisinie aż 26 odmian uplasowało się w skrajnych grupach. Jedenaście odmian plonowało poniżej 21t/ha, 15 odmian powyżej 25t/ha i tylko 4 odmiany znalazły się w grupie środkowej. W Osinach natomiast aż 14 odmian plonowało na średnim poziomie, 10 uplasowało się w grupie odmian najniżej plonujących i tylko 6 w grupie o najwyższych plonach (tabela 12.2).

Tabela 12.2. Podział odmian na grupy o zróżnicowanym poziomie plonowania w 2 miejscowościach (Osiny, Jadwisin, 2005-2016)

Odmiany plonujące <21,0 t/ha		Odmiany plonujące na poziomie 21-25 t/ha		Odmiany plonujące >25 t/ha	
Jadwisin (11)	Osiny (10)	Jadwisin (4)	Osiny (14)	Jadwisin (15)	Osiny (6)
Bartek, Bogatka, Drop, Gracja, Gustaw, Korona, Medea, Syrena, Triada, Viviana, Zeus	Berber, Bogatka, Cyprian, Drop, Fianna, Gracja, Miłek, Syrena, Vitara, Vivianna	Cyprian, Fianna, Finezja, Flaming	Agnes, Eugenia, Flaming, Gustaw, Jurata, Korona, Lord, Malaga, Medea, Oberon, Owacja, Triada, Vineta, Zeus	Agnes, Berber, Eugenia, Ignacy, Jurata, Lord, Malaga, Michalina, Miłek, Oberon, Owacja, Tajfun, Ursus, Vineta, Vitara	Bartek, Finezja, Ignacy, MichalinaTajfun, Ursus

Należy zauważyć, że duża liczba przebadanych odmian została już skreślona z Krajowego Rejestru Odmian, ale dla zobrazowania szerokiej gamy genotypów i ich reakcji na uprawę w systemie ekologicznym podajemy dane dotyczące również tych odmian.

12.3. Jakość handlowa bulw z uprawy ekologicznej

Mówiąc o jakości handlowej bulw mamy na myśli ich wygląd zewnętrzny tj. występowanie wad skórki (parch, ospowatość), deformacje, uszkodzenia przez szkodniki, zazielenienia, spękania, uszkodzenia mechaniczne oraz wady wewnętrzne takie jak rdzawa plamistość miąższu czy pustowatość. Wady te wpływają na ocenę wizualną plonu i w dużej mierze decydują o zakupie konkretnej odmiany. Plon pochodzący z upraw ekologicznych charakteryzuje się na ogół gorszą jakością zewnętrzną, ze względu na większe zdrobnienie bulw i porażenie ich chorobami wynikające z braku możliwości całkowitej ochrony chemicznej. Jedną z ważniejszych wad skórki, wpływającą na wygląd bulw jest parch zwykły.

Porażenie bulw zależy w dużej mierze od warunków klimatyczno-glebowych panujących w okresie wegetacji, a szczególnie warunków wilgotnościowych w okresie tworzenia się bulw. Na glebach lżejszych porażenie jest na ogół większe niż na glebach mocniejszych, ale nie jest to regułą. Większemu porażeniu bulw parchem sprzyja również nawożenie obornikiem, stąd można oczekiwać, że na plantacjach ekologicznych udział bulw porażonych będzie większy.

Dosyć powszechnie występującą wadą skórki, chociaż mniej rzutującą na wygląd bulw jest ospowatość. Nasilenie występowania tej wady związane jest z występowaniem grzyba *Rizoctonia solani*. Rozwój grzyba zależy zaś od warunków panujących w okresie wegetacji. Szczególnie mokra i chłodna wiosna sprzyja rozwojowi choroby. Jednym z jej objawów jest ospowatość, czyli małe czarne sklerocja występujące na skórcie. Na ogół w systemie ekologicznym porażenie ospowatością jest większe niż w systemie konwencjonalnym, ponieważ warunki do rozwoju choroby są bardziej sprzyjające (gleba o dużej ilości substancji organicznej).



Fot. 12.1. Objawy parcha zwykłego na bulwie

Kolejną, najczęściej występującą wadą bulw są różnego rodzaju deformacje. Zaliczyć tu można: zniekształcenia, wtórne przyrosty, lalkowatość, dzieciuchowatość itp. Wady te powstają najczęściej w niesprzyjających warunkach wzrostu roślin, a głównie na skutek nierównomiernego zaopatrzenia w wodę. Sam system uprawy nie decyduje w sposób zasadniczy o ilości tego rodzaju wad. Oceniając plon bulw pod kątem ilości deformacji nie dało się zauważyć zasadniczych różnic zarówno między systemami produkcji, jak i warunkami glebowo-klimatycznymi. Cecha ta zależała w największym stopniu od warunków pogodowych i odmiany. Poważną wadą rzutującą na jakość bulw są bulwy spękane.

Wada ta jest głównie cechą odmianową, ale też w dużym stopniu zależy od warunków klimatycznych panujących w okresie wegetacji, a głównie ilości i równomierności opadów. Analizując udział tej wady w zależności od takich czynników jak: system produkcji, jakość gleby, odmiana zauważono, że więcej spękań miały bulwy pochodzące z systemu ekologicznego z gleby cięższej, niezależnie od systemu produkcji. Bardzo duży wpływ miał również czynnik genetyczny tj. odmiana.



Fot. 12.2. Bulwa ziemniaka ze spękaniem fizjologicznym

W uprawach ekologicznych częstą wadą bulw są uszkodzenia przez szkodniki. Zdarza się to głównie wtedy, kiedy ziemniaki uprawiane są po roślinach wieloletnich, mieszankach bobowatych z trawami itp. W naszych badaniach dało się to szczególnie zauważyć w systemie ekologicznym na glebie mocniejszej w Osinach, gdzie ziemniaki następowały po koniczynie z trawami uprawianej przez 2 lata. Nie bez znaczenia są również warunki atmosferyczne w okresie wegetacji a głównie poziom opadów. Niedobór wody w okresie wegetacji sprzyja rozwojowi szkodników glebowych i zwiększa ilość powodowanych przez nie uszkodzeń. Istnieje opinia, że szkodniki glebowe preferują, podobnie jak ludzie, odmiany smaczniejsze. Z naszych badań wynika jednak, że bardziej uszkodzonymi odmianami były te, które rosły na skraju pola.

Kolejną wadą rzutującą na plon handlowy są bulwy zielone. Udział bulw zielonych zależy w dużym stopniu od ich wielkości. Bulwy duże są bardziej narażone na działanie światła niż bulwy małe. W systemie ekologicznym, gdzie uzyskuje się mniejszy i bardziej zdrobniaty plon, udział bulw z tą wadą powinien więc być mniejszy. Z drugiej jednak strony, w tym systemie produkcji wykonuje się więcej uprawek mechanicznych, często ręczne usuwanie chwastów, co naraża bulwy na odstonięcie i działanie światła. W naszych badaniach dało się zauważyć głównie wpływ systemu produkcji i odmiany na udział bulw zielonych w plonie. Bulwy pochodzące z systemu konwencjonalnego i bulwy odmian grubo-kłębowych były bardziej narażone na zazielenienia.



Fot. 12.3. Zielenienie bulw jest poważną wadą w zbieranym plonie ziemniaków

Kupując ziemniaki zarówno z produkcji ekologicznej jak i konwencjonalnej nie mamy możliwości ocenić ich pod względem udziału wad wewnętrznych. Podstawowe z nich to rdzawa plamistość miąższu i pustowatość. Wady te zależą głównie od genotypu, ale duży wpływ na ich udział ma też jakość gleby i warunki pogodowe okresu wegetacji.



Fot. 12.4. Rdzawa plamistość miąższu



Fot. 12.5. Pustowatość bulw

12.4. Możliwość poprawy wielkości i jakości plonu poprzez wybrane zabiegi uprawowe

Jak wcześniej wykazano, zarówno wielkość i jakość plonu z systemu ekologicznego są nieco gorsze niż z systemu konwencjonalnego, dlatego też ciągle poszukuje się nowych rozwiązań, mających na celu poprawę efektywności uprawy w systemie ekologicznym, wzrost plonowania, ograniczenie porażenia chorobami i poprawę jakości plonu. Do zabiegów tych można zaliczyć właściwe przygotowanie sadzeniaków, nawadnianie plantacji czy stosowanie efektywnych mikroorganizmów. W naszych badaniach oceniliśmy wpływ tych zabiegów na wielkość, strukturę plonu i udział poszczególnych wad bulw. Zabiegiem najbardziej skutecznym okazało się nawadnianie plantacji.

Nawadnianie plantacji wpłynęło istotnie na wzrost plonu ogólnego oraz poprawiło jego strukturę. Zabieg zwiększył plon handlowy i plon bulw dużych. Podkiełkowanie sadzeniaków zwiększyło plon ogólny bulw, ale nie były to różnice istotne statystycznie. Zabieg zwiększył istotnie jedynie plon bulw dużych, tj. o średnicy ponad 60 mm. Zastosowane efektywne mikroorganizmy nie wpłynęły w sposób istotny ani na wielkość plonu ogólnego, ani na plon bulw poszczególnych frakcji.

Wpływ zastosowanych zabiegów na jakość handlową bulw był również zróżnicowany. Podobnie jak w przypadku wielkości i struktury plonu, na udział wad w plonie największy wpływ miało nawadnianie plantacji. Ograniczyło ono w sposób istotny porażenie bulw parchem zwykłym, zmniejszyło udział bulw zdeformowanych oraz udział bulw ze rdzawą plamistością mięszu. Podkiełkowanie sadzeniaków istotnie ograniczyło tylko udział bulw ze rdzawą plamistością mięszu a zastosowanie efektywnych organizmów wpłynęło na znaczące zmniejszenie porażenia parchem.

13. PRZECHOWYWANIE I OBRÓBKA ZIEMNIAKA

13.1. Przygotowanie bulw do długotrwałego przechowywania

Okres przechowywania bulw jest nie mniej ważnym etapem w produkcji ziemniaków niż sama ich uprawa. Maksymalny czas przechowywania bulw dochodzi w polskich warunkach klimatycznych do 9 miesięcy, a więc jest dłuższy niż okres wegetacji ziemniaka. W tym czasie bulwy powinny zachować nie zmienione własności odżywcze, utrzymać dobrą jakość a straty masy powinny być jak najmniejsze.

Znajomość procesów życiowych zachodzących w bulwach podczas przechowywania jest podstawą do właściwego urządzenia sposobów i metod składowania i przechowywania bulw. Profilaktyka, a więc zapobieganie powstawaniu strat przechowalniczych jest najważniejszą w ekologicznym systemie produkcji ziemniaków. Jednym z elementów tej profilaktyki jest właściwe przygotowanie bulw do długotrwałego przechowywania. Generalną zasadą powinno być, aby do przechowywania przeznaczać tylko bulwy w pełni dojrzałe ze skorkowaciałą skórką, suche, dobrze oczyszczone z resztek łęcin i chwastów, nieuszkodzone oraz bez widocznych plam chorobowych.

Bulwy uszkodzone mechanicznie w czasie zbioru, nadgnięte, z widocznymi plamami chorej skórki, nadmarżnięte i zazielenione powinny być odseparowane od zasadniczej masy plonu, którą rolnik przeznacza do przechowywania. Bulwy mokre powinny być przed długotrwałym przechowywaniem osuszone.

13.2. Procesy zachodzące w bulwach podczas przechowywania

Zdrowy surowiec złożony do miejsc przechowywania jest podstawą do minimalizowania strat jakie zawsze powstają wskutek trwania procesów życiowych w bulwach. Do podstawowych procesów życiowych w wyniku, których powstają ubytki naturalne (tzw. „osuszka”) i zmienia się skład chemiczny bulw należą: oddychanie, transpiracja i kiełkowanie bulw. Intensywność tych procesów zależna jest od stanu fizjologicznego bulw, warunków uprawy i zbioru oraz od warunków termiczno-wilgotnościowych w miejscach przechowywania.

Oddychanie bulw polega na utlenianiu węglowodanów zawartych w bulwach, wskutek czego uwalnia się dwutlenek węgla, woda oraz energia cieplna. Intensywność oddychania zależy od temperatury bulw, składu powietrza otaczającego bulwy, dojrzałości bulw, czasu przechowywania oraz intensywności uszkodzeń mechanicznych. Bulwy ziemniaka wcześniej zebrane oddychają intensywniej niż zebrane jesienią. Również bulwy niedojrzałe oddychają intensywniej niż w pełni dojrzałe. Tuż po zbiorze oddychanie jest intensywniejsze niż w długotrwałym okresie przechowywania. Również wysoka lub niska temperatura bulw (8 oraz 2°C) sprzyja intensywności oddychania. Uszkodzenia mechaniczne, rozwijające się choroby bulw zwiększają intensywność oddychania. Konsekwencją praktyczną procesu oddychania jest zwiększająca się koncentracja w przyzbie CO₂, samoistne podnoszenie się temperatury bulw składowanych bulw, wydzielanie się wody oraz utrata zawartości skrobi i suchej masy bulw.

Transpiracja, czyli parowanie bulw jest procesem, który w mniejszym lub większym stopniu zachodzi podczas całego okresu przechowywania. Intensywność transpiracji związana jest z budową komórek perydermy oraz jej przepuszczalnością. Cienka, lecz elastyczna peryderma jest mniej przepuszczalna dla wody niż gruba i twarda. Bulwy niedojrzałe o łuszczącej się skórcie intensywniej odparowują wodę. Wysoki deficyt pary wodnej w powietrzu otaczającym składowane bulwy zwiększa intensywność transpiracji. Również intensywne przewietrzanie bulw suchym powietrzem zwiększa parowanie. Bulwy skiełkowane tracą dużo więcej wody niż bulwy nie pobudzone. Największe odparowanie wody z bulw następuje tuż po ich złożeniu do przechowywania. Praktyczną konsekwencją procesu transpiracji jest tzw. „osuszka” czyli utrata masy bulw. Zbyt intensywna transpiracja prowadzić może do utraty turgoru, więdnienia bulw a nawet ciemnienia miąższu, a więc pogorszenia jakości bulw.

Kiełkowanie bulw jest naturalnym procesem uruchamianym po okresie spoczynku bulw. Bezpośrednio po zbiorze bulwy ziemniaka nie kiełkują, ponieważ znajdują się w stanie fizjologicznego spoczynku. Długość okresu spoczynku uzależniona jest od temperatury i opadów w okresie wegetacji, od odmiany oraz od stanu zdrowot-

ności bulwy (uszkodzenia, choroby). Sucha i ciepła pogoda w okresie wegetacji skraca okres spoczynku bulw. Do długotrwałego przechowywania nie powinno się w zasadzie przeznaczać odmian o krótkim okresie spoczynku. Odmiany rozpoczynające kiełkowanie wcześniej i o intensywnym wzroście kielków należy w pierwszej kolejności przygotowywać do sprzedaży a odmiany o długim okresie spoczynku pozostawiać do wiosennej sprzedaży.

Skiełkowane bulwy szybko tracą turgor, pogarsza się ich smak, stają się podatniejsze na powstawanie ciemnej plamistości po-uderzeniowej a przede wszystkim obniża się ich masa.

13.3. Choroby okresu przechowalniczego oraz zapobieganie ich występowaniu

W okresie przechowywania bulw ziemniaka mogą rozwijać się niektóre choroby pochodzenia grzybowego lub bakteryjnego. Powodować to może straty w postaci gnicia bulw, które musimy odrzucać w momencie obróbki surowca przed sprzedażą. Do najbardziej szkodliwych gospodarczo chorób bulw okresu przechowalniczego zalicza się: zarazę ziemniaka, mokrą, suchą i mieszaną zgniliznę bulw, fomozę oraz parcha srebrzystego.

Zaraza ziemniaka jest powodowana przez organizm *Phytophthora infestans*. Zainfekowane bulwy w okresie wegetacji lub w czasie zbioru mogą trafić do miejsc przechowywania. Na powierzchni bulw widoczne są lekko wgłębione, ołowianej barwy plamy, które w miarę rozwoju choroby są coraz wyraźniejsze a miąższ w tych miejscach przybiera barwę rdzawą. Wtórne porażenie przez inne grzyby lub bakterie w czasie przechowywania, gdy zwiększona jest wilgotność przyzmy, powoduje masowe gnicie bulw. Dlatego też bulwy z objawami choroby należy przed przechowaniem (lub po okresie wstępnym) bezwzględnie odrzucić. Utrzymywanie niskiej wilgotności i niskiej temperatury w miejscach składowania ziemniaków ogranicza rozwój choroby.

Sucha zgnilizna jest powodowana przez grzyby z rodzaju *Fusarium spp.* Infekcji tej choroby sprzyjają uszkodzenia skórki bulw powstające podczas zbioru, transportu i obróbki. Na powierzchni bulwy są widoczne początkowo ciemnobrunatne plamki, które później powiększają się, mięknią i zapadają. Gnijący miąższ jest jasny do beżowego, opanowuje całą bulwę, która wysycha i ulega mumifikacji. Suche zgniliznie sprzyja wysoka temperatura w czasie przechowywania i podwyższona koncentracja CO₂. Metodami ekologicznymi ograniczającymi rozwój choroby oprócz zdrowej bulwy zbieranej w odpowiednich warunkach jest uprawa odmian o podwyższonej odporności na suchą zgniliznę. W okresie przechowywania należy utrzymywać niską temperaturę i dobrze przewietrzać przyzmę, jednak ciągła wentylacja także stymuluje rozwój suchej zgnilizny.

Mokra zgnilizna jest chorobą wywoływaną przez bakterie z rodzaju *Erwinia spp.* Występowanie i rozwój choroby uzależniona od środowiska wytworzonego w przyzmy przechowywanych ziemniaków. Choroba rozwija się szybciej, gdy jest wysoka temperatura i wilgotność powietrza oraz gdy zwiększa się stężenie CO₂ w przyzmy. Metodami ekologicznymi ograniczającymi rozwój choroby jest używanie zdrowych sadzeniaków, wykonywanie selekcji negatywnej na plantacjach, unikanie uszkodzeń bulw w czasie zbioru, przeprowadzenie dezynfekcji urządzeń obróbczych w przechowalniach, utrzymywanie właściwego mikroklimatu podczas przechowywania bulw.

Zgnilizna mieszana. W praktyce rzadko dochodzi do infekcji bulw przez pojedynczego patogena. Najczęściej gnicie bulw jest efektem porażenia przez kilka patogenów. Infekcja może wystąpić jednocześnie bądź w różnych terminach. Najczęściej dochodzi do wtórnego zakażenia przez bakterie z rodzaju *Erwinia spp.* na wcześniej porażoną bulwę przez grzyb z rodzaju *Fusarium spp.*. Tego typu porażenia bulw powodują największe straty przechowalnicze masy w porównaniu do pojedynczych infekcji. Przy wyborze odmian do produkcji ekologicznej należy uwzględnić ich odporność genetyczną na poszczególne patogeny: zarazę ziemniaka, czarną nóżkę i suchą zgniliznę.

Parch srebrzysty jest chorobą wywoływaną przez grzyb *Helminthosporium solani*. Objawy porażenia widoczne są najczęściej dopiero po przechowaniu bulw. Są to srebrzysto-szare plamy pokrywające skórę bulw. Chorobę dobrze widać na bulwach umytych. Choroba obniża wartość handlową bulw z uwagi na zły wygląd. Do zakażenia chorobą dochodzić może w polu (w glebie), podczas zbioru i w czasie przechowywania. Porażeniu bulw tym patogenem sprzyja wysoka wilgotność w czasie przechowywania.

Fomoza jest chorobą wywoływaną przez grzyb z rodzaju *Phoma spp.* Widocznymi objawami na bulwach są małe, ciemne zagłębione plamy, które z czasem się powiększają przypominając odcisk kciuka. Grzybnia wystę-

puje wewnątrz miąższu z charakterystyczną jamą. Rozwojowi choroby sprzyja niska temperatura przechowywania bulw i suche powietrze. Jest to choroba głównie sadzeniaków, które są przechowywane w niskiej temperaturze (2-3°C).

13.4. Straty przechowalnicze

Wielkość strat przechowalniczych składowanych ziemniaków jest pochodną wielu czynników a do najważniejszych należą: jakość przechowywanych bulw, czas składowania oraz warunki termiczno-wilgotnościowe w miejscach składowania. Z kolei na jakość przeznaczonych do składowania bulw składa się: trwałość przechowalnicza odmian, warunki klimatyczne w okresie wegetacji oraz stosowana agrotechnika a szczególnie stosowany system ochrony roślin w czasie wegetacji.

Przeprowadzone badania nad trwałością przechowalniczą ziemniaków uprawianych w dwóch systemach: ekologicznym i integrowanym na tej samej grupie odmian i w tych samych warunkach glebowych i klimatycznych dowiodły, że straty przechowalnicze ogółem, a więc obejmujące ubytki naturalne (osuszka), masa bulw odpadających z tytułu porażenia chorobami oraz straty masy powodowane przez kiełkowanie były zbliżone poziomem dla obydwu systemów gospodarowania. Szczegółowa analiza strat przechowalniczych wykazała, że osuszka z reguły jest niższa w ziemniakach ekologicznych niż pochodzących z uprawy integrowanej. Z kolei w ziemniakach ekologicznych wyższy jest poziom strat z tytułu skiełkowania bulw po okresie przechowywania. Można to tłumaczyć wcześniejszym osiągnięciem dojrzałości bulw oraz bardziej dojrzałą skórką bulw pochodzących z uprawy ekologicznej. Porażenie chorobami jest związane głównie z odmianą i ten czynnik istotnie różnicuje odmiany uprawiane zarówno w systemie ekologicznym jak i integrowanym. Nieco mniejsze straty przechowalnicze ziemniaków z upraw ekologicznych związane mogą być z kalibrażem bulw (z reguły mniejsze) a tym samym mniejszym prawdopodobieństwem występowania uszkodzeń mechanicznych.

Tabela 13.1. Ocena trwałości przechowalniczej odmian ziemniaka. Dane IHAR – PIB O/Jadwisin

Trwałość przechowalnicza odmian ziemniaka w skali 1-90	Odmiany jadalne i odmiany skrobiowe ziemniaka
1-3	Bryza, Fontane, Irga, Jelly, <i>Harpun*</i> , Mieszko, Pasat, Rumpel, Ikar, Pasja Pom., Bzura
4-5	Aldona, Arrow, Bojar, Gardena, Jazzy, Justa, Lech, Boryna, Kaszub, Hinga, Inwestor, Skawa, Szyper, Widawa
6-7	Agata, Denar, Glada, Irys, Julinka, Lech, Lady Rosetta, Michalina, Otolia, Sagitta, Stokrotka, Volumia, <i>Jubilat*</i> , Kuba, Kuras, Rudawa, Zuzanna,
8	Anuschka, Aruba, Asterix, Bernina, Bila, Constance, Fianna, Finezja, Gwiazda, Ignacy, Impresja, Irmina, Jurek, Lady Claire, Lawenda, Lord, Malaga, Mazur, Manitou, Mazur, Oberon, Ricarda, Riviera, Satina, Tacja, Tajfun, Victoria, Viviana, <i>Jasia*</i> ,
9	Altesse, Augusta, Baltic Rose, Bellarosa, Bohun, Carrera, Catania, Colomba, Cekin, Ditta, Eurostar, Gala, Honorata, Ingrid, Innovator, Ivory Russet, Jurata, Laskara, Madelaine, Magnolia, Melody, Miłek, Owacja, Red Sonia, Tonacja, Vineta, VR 808,

*Kursywą oznaczono odmiany skrobiowe

13.5. Optymalne warunki termiczno-wilgotnościowe okresu przechowywania

W oparciu o dynamikę procesów życiowych zachodzących w przechowywanych bulwach określono optymalne warunki termiczno-wilgotnościowe dla ziemniaków. W produkcji ekologicznej ziemniaków ma to bardzo duże znaczenie praktyczne.

W okresie przechowywania wydziela się następujące etapy:

I. okres wstępny osuszania bulw. Jest to krótkotrwały okres tuż po zbiorze. Jego zadaniem jest maksymalne osuszenie bulw z powierzchniowej wody szczególnie wówczas, gdy zbiór był wykonywany kombajnem a jeszcze gorzej, gdy gleba w czasie zbioru była zbyt wilgotna. Osuszenie bulw w ciągu kilku dni (3-4) przeciwdziała rozwojowi chorób, które mogą wówczas porażać bulwy świeżo uszkodzone w czasie zbioru. W obiektach przechowalniczych to okres intensywnego przewietrzania przy pomocy palet skrzyniowych.

II. okres dojrzewania, zablźniania uszkodzeń mechanicznych oraz korkowacenie skórki.

Po krótkotrwałym okresie osuszania bulw następuje okres trwający około 2 tygodni, w którym zachodzi korkowacenie skórki bulw oraz zablźnianie ran powstałych w czasie zbioru i transportu ziemniaków. W tym czasie bulwy wydzielają dużą ilość wody, CO₂ i ciepła. Dla szybkiego gojenia zranień potrzebna jest wysoka temperatura i wysoka wilgotność powietrza. Zaleca się, aby w okresie dojrzewania temperatura wynosiła 12-18°C a wilgotność względna powietrza – 95%. W tym okresie wentylacja ziemniaków w przechowalniach powinno być ograniczone do minimum.

III. okres schładzania bulw.

Proces schładzania bulw powinien następować stopniowo i w praktyce jest on uzależniony od warunków atmosferycznych panujących w tym czasie w naszych warunkach klimatycznych. Okres schładzania bulw jest fazą przygotowawczą do długotrwałego przechowywania. Nie powinien trwać dłużej niż około 3 tygodni a tempo obniżania temperatury bulw nie powinno być szybsze niż 0,5-10°C na dzień.

IV. okres długotrwałego przechowywania.

W tym czasie wymagane jest utrzymanie stabilnej temperatury i wilgotności. Jest to możliwe w przechowalniach z aktywną wentylacją, gdzie możemy odpowiednio gospodarować chłodem naturalnym w okresie zimy i wczesnej wiosny. Trudniej jest utrzymać stałą temperaturę w kopcach i piwnicach, chociaż dobrze zaizolowane termicznie również spełniają znakomicie swe zadania.

Najniższej temperatury w okresie przechowywania wymagają sadzeniaki i ziemniaki przemysłowe (2-40°C). Chodzi o to, aby jak najdłużej utrzymać okres spoczynku i ograniczyć wzrost kiełków. Ziemniaki jadalne powinno się przechowywać w temperaturze 4-60°C, co zabezpiecza ich przed przechłodzeniem. Najtrudniej w produkcji ekologicznej utrzymać surowiec przeznaczony do przetwórstwa spożywczego. Bulwy do tego celu powinny być przechowywane w temperaturze 7-90°C a wówczas następuje ich szybkie kiełkowanie i utrata turgoru.

W produkcji ekologicznej można stosować naturalne środki hamujące kiełkowanie bulw. Są to wyciągi z mięty, kminku i pomarańczy. Pewnym rozwiązaniem wychodzącym naprzeciw rozwiązaniu ograniczenia kiełkowania jest stosowanie tzw. rekondycjonowania bulw. Polega to na tym, że w długotrwałym okresie przechowywania utrzymuje się niską temperaturę bulw a na 2 tygodnie przed datą ich użycia podwyższa się temperaturę do 10-150°C i wówczas następuje zmniejszenie ilości skumulowanych wcześniej cukrów redukujących.

W okresie długotrwałego przechowywania bulw należy kontrolować stan bulw. Wszystkie ogniska gnilne muszą być usuwane, nie wolno dopuszczać do zawilgocenia bulw a odmiany wcześniej kiełkujące w pierwszej kolejności przeznaczać do użytkowania.

V. okres przygotowania do użytkowania.

Jest to okres około 10 dni, w którym należy podnieść temperaturę bulw do 10-120°C. Ma to na celu zwiększenie odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne w czasie przeładunków i obróbki ziemniaków. Bulwy przeznaczone do sadzenia w tym czasie powinny być podkiełkowane na świetle.

Tabela 13.2 Optymalne warunki termiczno-wilgotnościowe okresu przechowywania ziemniaków

Okres przechowywania	Czas trwania (dni)	Optymalna temperatura (0C)	Wilgotność względna powietrza (%)
Osuszanie	do 7	12-18	75-95
Dojrzewanie	7-14	12-18	90-95
Schładzanie	14-21	spadek 0,5-1 ^o /dzień	90-95
Długotrwałe przechowywanie	do 8 m-cy	jadalne – 4-6	90-95
		sadzeniaki – 2-4	85-90
		przetwór. spoż. – 6-8	90-95
Przygotowanie do obróbki	10dni	10-12	85-95

13.6. Metody przechowywania ziemniaków

Bulwy ziemniaka mogą być przechowywane w kopcach ziemnych lub technicznych, w piwnicach, w budynkach gospodarczych zaadaptowanych na przechowalnię oraz w specjalnie do tego celu wybudowanych przechowalniach. Wybór metody przechowywania zależy od skali produkcji ziemniaków w gospodarstwie, od kierunku przeznaczenia produkcji i oczywiście od znaczenia ekonomicznego ziemniaków w danym gospodarstwie.

W produkcji ekologicznej mogą być stosowane wszystkie metody przechowywania ziemniaków, jeśli nie stosuje się w nich preparatów chemicznych w myśl prawa zabronionych.

Do dezynfekcji miejsc składowania ziemniaków (budynki, piwnice, przechowalnie) oraz sprzętu obróbczego i przechowalniczego można stosować następujące środki: woda i para wodna, mleko wapienne, wapno, soda kaustyczna, alkohol etylowy, węglan sodu, mydło potasowe i sodowe (szare mydło), woda utleniona oraz siarka.

Pomieszczenia gospodarcze adaptowane na przechowalnię ziemniaków.

Większość budynków gospodarskich (stodoły, obory, garaże) po większej lub mniejszej przebudowie nadaje się do przechowywania ziemniaków. Skala zakresu przebudowy zależy od stanu istniejącego budynku. Najczęściej są to:

- wykonanie izolacji termicznej ścian, stropów i fundamentów
- wykonanie lub wzmocnienie ścian oporowych w przypadku składowania ziemniaków luzem w wysokich przymach
- wykonanie systemu wentylacyjnego w postaci czerpni powietrza, zamontowanie wentylatorów, wykonanie kanałów wentylacyjnych i wyrzutni powietrza
- zmechanizowanie prac za i wyładunkowych
- wykonanie palet skrzyniowych w przypadku składowania ziemniaków w paletach

Przed adaptacją budynku na przechowalnię powinna być szczegółowo przeprowadzona analiza techniczna i ekonomiczna całego przedsięwzięcia.

Piwnice są to najczęściej małe pojemnościowo budowle zagłębione w ziemi o naturalnej wentylacji grawitacyjnej. Ich cechą dodatnią jest utrzymywanie stabilnej temperatury powietrza i o wysokiej wilgotności w ciągu całego okresu przechowywania. Cechą ujemną jest brak mechanizacji prac, co na większą skalę produkcji ziemniaków trudno jest akceptować.

Przechowalnie do ziemniaków w gospodarstwach rolnych są pojemności od 80-100 ton do kilku tysięcy ton. Są to budowle w pełni przystosowane do właściwego przechowywania, a więc dobrze izolowane termicznie z odpowiednim układem funkcjonalnym pomieszczeń, wyposażone w system wentylacji lub system chłodniczy i o odpowiednim stopniu mechanizacji prac. Są wyposażone w system kontroli temperatury, układ sterowania mikroklimatem a wszystko po to, aby jak najlepiej przechować ziemniaki przez najdłuższy czas.

Przechowalnie mogą być urządzone do składowania ziemniaków luzem w przyzmach wysokości 2,5-4 m lub do składowania w paletach skrzyniowych różnej wielkości (od około 400 kg do 1000 kg i więcej). Najczęściej wraz z częścią przechowalniczą są urządzone hale obróbki i magazyn gotowego towaru.

Koszty budowy przechowalni lub centr przechowalniczo-obróbczych są duże. Trudno jest jednak wyobrazić sobie obecnie nowoczesną produkcję ziemniaka bez dysponowania przechowalnią. Wymagania rynkowe wymusiły rozwój nowoczesnego przechowalnictwa ziemniaka.

13.7. Technologia obróbki ziemniaków

Zgodnie z wymaganiami ustawy o rolnictwie ekologicznym również budynki a w nich linie technologiczne muszą być wyodrębnione do obróbki produktów ekologicznych. Wynika więc, że centrum przechowalniczo-obróbcze ziemniaków jadalnych może być w całości przeznaczone do przechowywania i konfekcjonowania ziemniaków ekologicznych (dodatkowo można zwiększyć jego wykorzystanie dla innych tego typu warzyw – buraki, cebula, marchew, itp.), bądź przeznaczone tylko okresowo lub na wydzielonej linii dla surowców ekologicznych. Każde z rozwiązań musi być uzgodnione z jednostką certyfikującą produkt ekologiczny.

Dobrze urządzone centrum przechowalniczo-obróbcze ziemniaków powinno w swej strukturze przestrzennej posiadać następujące pomieszczenia:

- komory długotrwałego składowania ziemniaków, których ilość i wielkość zależą od metody składowania, ilości przerabianych rocznie ziemniaków, czasu przewidywanego do za i wyładunku (ten czas powinien być możliwie najkrótszy)
- zadaszenie technologiczne służące rozładunkowi i załadunkowi środków transportowych
- hala konfekcjonowania zajmująca 10-25% całkowitej powierzchni centrum z ustawionymi liniami technologicznymi
- magazyn przejściowy służący gromadzeniu surowca w ilości wystarczającej do przerobu na okres około 10 dni, gdzie bulwy ziemniaka osiągają wyższą temperaturę celem ograniczenia obić i uszkodzeń podczas samej obróbki
- magazyn gotowego towaru
- magazyn opakowań jednostkowych i zbiorczych
- laboratorium, w którym dokonuje się analizy jakościowej surowca
- inne pomieszczenia towarzyszące (biuro, pomieszczenie sanitarne, itp.).

Małe gospodarstwa ekologiczne a tych jest najwięcej w Polsce, które we własnym zakresie chcą przygotować ekologiczne ziemniaki na sprzedaż mogą to zrobić w wydzielonym pomieszczeniu gospodarskim (w przechowalni) na uproszczonej linii technologicznej a większość prac związanych z konfekcjonowaniem bulw wykonać ręcznie (mycie, pakowanie, etykietowanie, itp.).

Dobór maszyn do obróbki ziemniaków jadalnych zależy głównie od skali produkcji i wymagań odbiorcy rynkowego. Małe gospodarstwa ekologiczne produkujące ziemniaki jadalne zastępują maszyny specjalistyczne pracą ręczną. Dla tych gospodarstw technologia obróbki wygląda następująco:

- transport z miejsc składowania ziemniaków do miejsc obróbki (taczki, przyczepy, wózki)
- ręczne wybieranie bulw według ich wielkości odrzucając bulwy z wadami. Często w tym procesie stosuje się sortowniki o małej wydajności (2-4 ton/godzinę), które mogą być także wyposażone w stoły selekcyjne
- ważenie ręczne porcji (2 kg, 5 kg, 10 kg, 20 kg, 25 kg, 30 kg)
- ręczne napełnianie siatek, worków, toreb, skrzynek, itp.
- ręczne etykietowanie i zestawianie większych partii.

Wszystkie prace przeładunkowe w takiej technologii są wykonywane ręcznie. Dlatego wydajność dzienna tej technologii nie przekracza najczęściej 5-10 ton przy zatrudnieniu 2-3 osób w zależności od przygotowanych wielkości opakowań.

Obróbka ziemniaków w przechowalniach najczęściej odbywa się w dwóch etapach. Pierwszy etap ma miejsce podczas załadunku komór i obejmuje oddzielenie zanieczyszczeń (łęczyny, bryły ziemi, kamienie), odrzucenie bulw chorych oraz wstępne sortowanie (wydzielenie zasadniczej frakcji jadalnej). Drugi etap obróbki jest konfekcjonowaniem i odbywa się tuż przed sprzedażą towaru i obejmuje już dokładne sortowanie, czyszczenie bulw, przebieranie, ważenie i pakowanie. Dla optymalnego doboru maszyn i urządzeń konieczna jest znajomość ich parametrów technicznych.

14. RYNEK EKOLOGICZNYCH ZIEMNIAKÓW

Rynek produktów ekologicznych w Polsce nieustannie wzrasta o czym świadczą powstające nowe miejsca sprzedaży. Są one zlokalizowane najczęściej w większych miastach, gdzie jest więcej klientów kupujących produkty ekologiczne. Są one z reguły droższe od produktów rolnictwa konwencjonalnego. Rodzi się także przetwórstwo produktów ekologicznych. Dzięki temu wielu rolników gospodarujących w systemie ekologicznym będzie widzieć sens swej działalności, bo znajdą się odbiorcy hurtowi na produkowane surowce. Ziemniaki są w tej korzystnej sytuacji, że z reguły sprzedawane są w stanie świeżym jako warzywo i nie wymagają przetwórstwa.

14.1. Jakość oferty rynkowej ekologicznych ziemniaków

Ziemniaki wyprodukowane metodami ekologicznymi z jednej strony są z założenia produktem żywnościowym bardziej wartościowym i cenionym niż ziemniaki jadalne pozyskane z upraw konwencjonalnych. Z drugiej strony odejście od stosowania chemicznych środków ochrony prowadzi niekiedy do pogorszenia ich wyglądu.

Aby osiągnąć cel rynkowy i dobrze sprzedać wyprodukowane ziemniaki metodami ekologicznymi należy je odpowiednio przygotować do sprzedaży i dysponować odmianami, które są poszukiwane przez klientów a jednocześnie najlepiej się sprawdzają w produkcji ekologicznej. Ważne są więc takie parametry jak:

- dobry smak bulw po ugotowaniu (także po przechowaniu)
- dysponowanie odmianami o różnym typie kulinarnym
- ładny wygląd bulw (płytkie oczka, regularny kształt, bez chorób skórki)
- czystość bulw (uzyskana przez czyszczenie lub mycie)
- kolor miąższu, który odpowiada nabywcy (żółty, jasno żółty, biały, kremowy, fioletowy).

Ekologiczne podobnie jak i konwencjonalne ziemniaki jadalne według danych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi muszą odpowiadać określonym w tabeli 14.1. wymaganiom i tolerancjom.

Tabela 14.1 Szczegółowe wymagania w zakresie jakości handlowej ziemniaków wczesnych i ziemniaków jadalnych

Lp.	Wymagania jakościowe	Ziemniaki wczesne	Ziemniaki jadalne
1	Wielkość bulw: minimalna średnica bulw okrągłych i okrągło-owalnych minimalna średnica bulw podłużnych	poprzeczna 28 mm poprzeczna 28 mm	poprzeczna 35 mm poprzeczna 30 mm a podłużna 2 razy większa od poprzecznej
2	Maksymalny udział wagowy bulw: zazieleniałych z wadami wewnętrznymi porażonych zgnilizną zanieczyszczonych mineralnie i organicznie o mniejszej średnicy niż określono dla bulw wymienionych w lp.1 porażonych parchem zwykłym uszkodzonych niekształtnych nieodjrzałych innych odmian	do 1% nie dotyczy do 1% do 2% do 3% (nie mniejszej jednak niż 15 mm) nie dotyczy do 2% nie dotyczy nie dotyczy do 2%	łącznie do 2% do 1% do 1% do 2% (nie mniejszej jednak niż 28 mm) do 3% do 3% do 3% do 2% do 2%

3	Maksymalny łączny udział wagowy bulw, o których mowa w lp.2 pkt. 1 3-5	do 5%	nie dotyczy
4	Maksymalny łączny udział wagowy bulw, o których mowa w lp.2 pkt. 1-7	nie dotyczy	do 6%
5	Maksymalny łączny udział wagowy bulw, o których mowa w lp.2	nie dotyczy	do 8%
6	Bulwy: porośnięte kielkami powyżej 3 mm nadmiernie zawilgocone na powierzchni zaparzone zapleśniałe zmarznięte zanieczyszczone środkami ochrony roślin	nie dotyczy nie dopuszcza się nie dopuszcza się nie dopuszcza się nie dopuszcza się nie dopuszcza się	nie dopuszcza się nie dopuszcza się nie dopuszcza się nie dopuszcza się nie dopuszcza się nie dopuszcza się

14.2. Przygotowanie do sprzedaży

Istotą obróbki ziemniaków po zbiorze lub przechowywaniu jest właściwe przygotowanie bulw do sprzedaży. Proces obróbki jest zróżnicowany w zależności od ich przyszłego kierunku użytkowania. W przypadku ziemniaków jadalnych obróbka jest najbardziej złożona i często jest nazywana konfekcjonowaniem. To pojęcie dotyczy takiej obróbki w wyniku, której ziemniaki są finalnie pakowane w jednostkowe opakowania małej pojemności po uprzednim ich oczyszczeniu i skalibrowaniu.

Pełny proces konfekcjonowania składa się z następujących etapów:

- wstępne oddzielenie plonu bulw od zanieczyszczeń mineralnych i organicznych oraz bulw chorych
- rozdzielenie bulw na frakcje wielkościowe (według wymiaru średnicy poprzecznej lub podłużnej bulw lub według ich masy) zgodnie z wymaganiami odbiorcy
- separacja bulw z wadami wyglądu (zazielenienia, deformacje, uszkodzenia mechaniczne, uszkodzenia przez szkodniki, choroby skórki, zgnilizny, bulwy innych odmian)
- czyszczenie bulw (na sucho lub na mokro)
- osuszanie bulw i ich konfekcjonowanie
- naważanie jednostkowych porcji (od 1 kg do 25 kg)
- pakowanie i etykietowanie jednostkowych porcji
- zestawianie opakowań zbiorczych.

Proces konfekcjonowania powinien być poprzedzony analizą surowca pod względem występowania wad wewnętrznych bulw (rdzawa plamistość miąższu, pustowatość), a także kontrolą ciemnienia miąższu wywołanego obciami. Bulwy ze znaczną ilością wad nie powinny być konfekcjonowane i kierowane do sprzedaży.

Konfekcjonowanie ekologicznych ziemniaków jadalnych jest w pełni uzasadnione, ponieważ podnosi ich atrakcyjność na rynku, umożliwia sprzedaż w dużych sklepach, w hurtowniach i na eksport. Przeszkodą w upowszechnianiu konfekcjonowania ziemniaków jadalnych jest najczęściej mała skala produkcji w pojedynczym gospodarstwie (zwłaszcza ekologicznym) a duże koszty przy urządzaniu pełnej linii technologicznej do konfekcjonowania z uwagi na dużą wydajność maszyn i konieczność ich maksymalnego wykorzystania w czasie. Dlatego też konfekcjonowaniem na dużą skalę ziemniaków jadalnych ekologicznych powinny się zajmować:

- grupy producentów ziemniaka jadalnego (w tym także ekologicznego)
- prywatne firmy hurtowe współpracujące z rolnikami dostarczającymi surowiec ekologiczny w oparciu o umowy kontraktacyjne
- duże gospodarstwa ekologiczne.

Stosując technologię konfekcjonowania ziemniaków jadalnych, niezależnie od stosowanej techniki, należy kierować się pewnymi zasadami. Obróbka ziemniaków jadalnych musi być prowadzona w takich warunkach, aby

sprzyjała utrzymaniu wysokiej jakości produktu finalnego. Procesowi konfekcjonowania powinien być poddany surowiec tylko najwyższej jakości a to oznacza, że bulwy powinny być:

- odmian o płtykich oczkach i regularnym kształcie
- odmian preferowanych na danym rynku lokalnym (kolor miąższu, typ kulinarny, barwa skórki, itd.)
- gładkiej skórce i o ładnym wyglądzie tj. nie uszkodzone mechanicznie i przez szkodniki, nie obite, wolne od chorób skórki, nie zazielenione
- maksymalne wyrównanie wielkości bulw w danej frakcji handlowej np. 40-50 mm, 50-60 mm, powyżej 60 mm
- o dobrym smaku i bez wad wewnętrznych miąższu.
- Do podstawowych reguł, które należy przestrzegać podczas konfekcjonowania należą:
- bulwy poddane obróbce powinny mieć temperaturę nie niższą niż 8-10°C, aby uniknąć obić i pęknięć
- swobodny spadek bulw nie powinien przekraczać 30 cm wysokości przy przechodzeniu przez linię
- wszelkie powierzchnie, na które spadają bulwy powinny być wyłożone amortyzującymi materiałami (guma, plastik, poliuretan, itp.)
- mycie bulw stosować szczególnie w surowcu pochodzącym z ciężkich gleb, gdy trudno usunąć ziemię przez szczotkowanie
- przed pakowaniem bulw w torby foliowe myte ziemniaki muszą być osuszone
- najbardziej przyjaznym dla środowiska (i dla bulw) są opakowania papierowe z tzw. okienkiem
- opakowania foliowe muszą być perforowane i o odpowiedniej grubości folii dostosowanej do wielkości opakowania
- unikać stosowania toreb foliowych do ziemniaków młodych lub mokrych
- opakowanie musi być trwałe i chroniące przed łatwym rozerwaniem (miejsca zszyć, zgrzewów, klipowania)
- należy maksymalnie skracać czas od daty pakowania do daty sprzedaży. Ziemniaki po myciu są produktem nietrwałym (szybko zieleńią i psują się)
- opakowania foliowe i siatki muszą być tak zaprojektowane, aby chroniły maksymalnie bulwy przed ich naświetleniem, co powoduje ich zieleńienie (w sklepach) i powstawanie szkodliwych dla zdrowia glikoalkaloidów

Informacje na opakowaniach (taśmy, nadruki, etykiety) powinny zawierać nazwę i adres producenta, wagę opakowania, cenę, typ użytkowy odmiany, kolor miąższu, specyficzne walory produktu a dodatkowo nazwę odmiany, datę pakowania, sposoby użytkowania (przepisy) i inne dodatkowe informacje wynikające z poprzedzających badań rynkowych. Ziemniaki ekologiczne muszą być opatrzone znakiem jednostki certyfikującej.

14.3. Pakowanie i oznakowanie produktu ekologicznego

Opakowanie towaru jest kolejnym elementem marketingu. Rodzaj opakowania, jego wielkość oraz oznakowanie towaru powinny odpowiadać zapotrzebowaniu klienta i wyczerpująco go informować o wartości danego produktu. Ziemniaki jadalne mogą być także sprzedawane luzem i wówczas informacja o produkcie powinna być wywieszona w miejscu sprzedaży. Jednostkowymi opakowaniami dla ziemniaków jadalnych są:

- woreczki raszłowe polipropylenowe
- siatki raszłowe obustronnie zamykane (cięte z rękawa)
- torby foliowe
- torby papierowe.

Wielkość opakowań najczęściej stosowanych to 2 kg, 2,5 kg, 3 kg, 5 kg, 10 kg, 20 kg, 25 kg i 30 kg, rzadko już 50 kg.

Torby foliowe muszą być perforowane, aby nie dopuścić do zaparowania bulw. Toreb foliowych należy unikać do pakowania ziemniaków młodych. Opakowanie foliowe powinno chronić bulwy przed światłem, ale nie zupełnie (jedna strona torby powinna być zamalowana a druga lekko zabarwiona, aby była możliwość obejrzenia bulw). Zamknięcie torby musi być mocne, aby chronić towar przed rozsypaniem.

Siateczki są najczęściej cięte z „rękawa” a zamykane klipsami. Siatki ażurowe są obecnie najbardziej rozpowszechnioną metodą pakowania ziemniaków mytych. Do siatek doczepiane są etykiety lub pasy folii z informacją o produkcji.

Torby papierowe są rzadko spotykane w handlu ziemniaków, ale są najbardziej przyjazne dla środowiska. Są to opakowania najdroższe z uwagi na konieczność wykonania okienka z folii lub innego przezroczystego materiału celem obejrzenia jakości bulw w środku opakowania. Mają również tę zaletę, że chronią bulwy przed zażelenieniem.

Kartony stosuje się głównie do ziemniaków najwyższej jakości np. do pieczenia, z których klienci mogą wybierać pojedyncze bulwy i kupować ziemniaka na sztuki.

Worki raszlowe są największymi opakowaniami jednostkowymi i służą hurtowej sprzedaży ziemniaków w sklepach i na targowiskach bądź bezpośrednio z gospodarstwa.

Niezależnie od zastosowanego opakowania ziemniaki sprzedawane na zewnątrz gospodarstwa powinny być, w myśl ustawy o rolnictwie ekologicznym i ustawy o handlu artykułami rolno-spożywczymi, odpowiednio oznakowane.



Fot. 14.1. Oznakowanie produktów rolnictwa ekologicznego stosowane w krajach UE

Oznakowanie produktu ekologicznego polega na zamieszczeniu na etykiecie lub opakowaniu tego produktu napisu „produkt rolnictwa ekologicznego” oraz nazwy produktu, numeru certyfikatu zgodności, nazwy upoważnionej jednostki certyfikującej i jej numeru identyfikacyjnego. Dodatkowa informacja może być dołączona o nazwie odmiany, typie użytkowym oraz według uznania producenta jeszcze inne dane o produkcie (przepisy kulinarne, itp.). Oznakowane produkty rolnictwa ekologicznego przeznaczone do obrotu lub dalszego przetwarzania należy przechowywać oddzielnie od innych produktów rolnych.

Przechowywanie i obrót tymi produktami odbywa się tylko w zamkniętych opakowaniach lub kontenerach zaopatrzonych w etykiety zawierające:

- nazwisko lub nazwę oraz adres lub siedzibę producenta
- obecnie obowiązujące oznakowanie produktu ekologicznego
- nazwę upoważnionej jednostki certyfikującej, jej numer identyfikacyjny i numer certyfikatu zgodności.

Obowiązek zamykania opakowań nie dotyczy przewozów ziemniaków ekologicznych pomiędzy producentem i przetwórcą tych ziemniaków. Zamieszczenie napisu „produkt rolnictwa ekologicznego” lub zapisu sugerującego taki produkt na towarze nie ekologicznym (w myśl ustawy o rolnictwie ekologicznym) jest karane grzywną (niestety praktyka jest często inna).

14.4. Metody sprzedaży ziemniaków ekologicznych

Każdy producent ziemniaków ekologicznych marzy o dużej sprzedaży i po atrakcyjnej cenie. Potrzebna jest do tego wiedza o rynku ziemniaków. Badanie rynku lokalnego obejmuje:

- chłonność rynku (całoroczny popyt)
- okresy, kiedy sprzedaż wzrasta lub maleje
- preferencje konsumenta dotyczące towaru (odmiana, kolor miąższu, typ użytkowy, barwa skórki, itp.)
- najlepiej sprzedające się opakowanie (jego wielkość i rodzaj)
- zmiany cen w sezonie
- atuty konkurencyjnych dostawców.

Badanie rynku można prowadzić w oparciu o obserwacje rynku dostawców i odbiorców, wywiady bezpośrednie i telefoniczne, testowanie eksperymentalne (wprowadzanie nowych odmian, opakowań, itp.), zwiedzenie targów i wystaw, informacje statystyczne, itp.).

W oparciu o wyniki badania rynku producent ziemniaków ekologicznych podejmuje stosowne decyzje o skali produkcji, doborze odmian, stosowanym opakowaniu, stopniu uszlachetnienia towaru, ustaleniu wysokości ceny, terminach sprzedaży, itp.

Istotnym elementem aktywizacji sprzedaży jest promocja.

Jej zadaniami są:

- przekonanie konsumentów do nowego produktu np.: ekologicznej odmiany
- zwiększenie atrakcyjności swego produktu w stosunku do konkurencji
- pozyskanie nowych konsumentów lub zwiększenie zakupów
- ożywienie sprzedaży przy dużych zapasach
- wzmocnienie pozycji marki produktu na rynku oraz utrwalenie jej w oczach konsumentów

Środkami promocji w sprzedaży ziemniaków mogą być:

- okresowe obniżki cen
- zwiększanie wagi opakowania przy dotychczasowej cenie
- dystrybucja bezpłatnych próbek towaru wśród klientów
- wystawy w punktach sprzedaży
- pokazy, demonstracje w punktach sprzedaży
- reklama (ulotki, prasa, ogłoszenia, itp.).

Istnieje kilka możliwych form sprzedaży ziemniaków jadalnych. Ziemniaki z upraw ekologicznych mogą być najskuteczniej sprzedawane w następujący sposób:

a. bezpośrednio z gospodarstwa

Ta forma ma tę zaletę, że buduje bezpośrednią więź pomiędzy rolnikiem i klientem, który przekonuje się bardziej do kupowania żywności ekologicznej. Najczęściej klienci kupują w gospodarstwie także inne produkty również ekologiczne (jaja, mleko, warzywa, itp.). Wadą tej formy sprzedaży jest jej lokalny charakter. Z tej formy mogą korzystać gospodarstwa położone blisko dużych traktów komunikacyjnych i aglomeracji miejskich.

b. Rolniczy Handel Detaliczny

Taka forma sprzedaży ziemniaków i produktów z nich wytworzonych może być realizowana bezpośrednio w gospodarstwie jak i wysyłkowo na podstawie zgłaszanych przez klientów zamówień (telefonicznie, poprzez internet, pocztą wysyłkową, itp.). Taka forma sprzedaży ma największą przyszłość w najbliższych latach, ponieważ jest wspierana poprzez odpowiednie uregulowania finansowe wspierające skracanie łańcuchów dostaw żywności.

c. specjalistyczne sklepy z ekologiczną żywnością

Są to coraz częściej uruchamiane placówki handlowe specjalizujące się w sprzedaży żywności ekologicznej. Mają one swoją klientelę dość wierną i stabilną w zakupach. Aktywność promocyjno-handlowa danej placówki decyduje o zdobywaniu nowych odbiorców (klientów).

d. super i hipermarkety

Te sieci sklepów o dużych obrotach są dość dobrą formą sprzedaży żywności ekologicznej. Wśród dużej ilości klientów zawsze jest pewien procent tych, którzy są zainteresowani zakupem żywności ekologicznej. Sklepy te poszukują ziemniaków ekologicznych, konfekcjonowanych dostarczanych przez cały rok i w określonej ilości. Prowadzona aktywnie kampania reklamowo-promocyjna przez te placówki prowadzi do ciągłego wzrostu sprzedaży. Wśród wielkopowierzchniowych sklepów są placówki z żywnością droższą z ofertą produktów ekologicznych oraz placówki z żywnością tańszą, które nie są zainteresowane produktami ekologicznymi.

e. targowiska miejskie

Jest to forma sprzedaży najbardziej popularna w Polsce, jednak produkty ekologiczne na targowisku mogą ginąć wśród innych podobnych produktów o bardzo zróżnicowanych cenach. Należy także podczas zakupów na targowiskach wziąć pod uwagę fakt, że wiele ofert targowiskowych sprzedawanego towaru jest reklamowana jako produkty ekologiczne a w rzeczywistości nie mającymi nic wspólnego z tym systemem gospodarowania. Dlatego bardzo ważne jest zidentyfikowanie na opakowaniu znaku produktu ekologicznego wraz z identyfikacją jednostki certyfikującej. Klientami targowisk są najczęściej ludzie o niskich i średnich dochodach i niestety produkty ekologiczne o wyższych cenach mogą spotkać się z barierą popytową. W niektórych krajach, także ostatnio w Polsce urządzone są w większych miastach specjalne targowiska oferującą tylko żywność ekologiczną.

15. WARTOŚĆ ODŻYWCZA ZIEMNIAKÓW EKOLOGICZNYCH

Na jakość ziemniaków, ich skład chemiczny i wartość odżywczą ma wpływ wiele czynników. Są to nie tylko uwarunkowania genetyczne, ale również czynniki działające na roślinę w czasie wzrostu tj. stosowany płodozmian, nawożenie, warunki klimatyczno-glebowe, środki ochrony roślin itp. W stosunku do ziemniaków przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji stawiane są ściśle określone wymagania. Musi on charakteryzować się dobrymi cechami sensorycznymi oraz posiadać odpowiednią wartość odżywczą. Ta zaś zależy przede wszystkim od ich składu chemicznego. Składnikami decydującymi o ich wartości odżywczej są związki węglowodanowe, białko, witamina C i składniki mineralne. Ziemniaki konsumpcyjne nie powinny zawierać lub zawierać jak najmniej substancji szkodliwych dla zdrowia tj. glikoalkaloidów, azotanów, metali ciężkich, pestycydów.

Głównym składnikiem suchej masy ziemniaków jest skrobia. Jej ilość w ziemniakach konsumpcyjnych nie powinna przekraczać 15-16 %. Zawartość suchej masy i skrobi w ziemniakach zależy przede wszystkim od odmiany, nawożenia azotowego i sezonu wegetacyjnego. Umiarkowane nawożenie mineralne nie ma istotnego wpływu na zawartość skrobi w bulwach, natomiast wyższe dawki nawozu, a zwłaszcza azotu powodują obniżenie zawartości tego składnika.

Ziemniaki zawierają spore ilości witaminy C. Ilość jej waha się w granicach 10– 30 mg na 100g. Na zawartość witaminy C w bulwach ma również wpływ sposób uprawy i nawożenie. Stosowanie wysokich dawek azotu skutkuje obniżeniem zawartości tego związku.

Zawartość azotanów w bulwach jest podstawową cechą, według której ocenia się między innymi jakość ziemniaków przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji. Głównym czynnikiem wpływającym na gromadzenie tych szkodliwych związków jest nawożenie azotem. Dużą rolę odgrywają również warunki klimatyczno – glebowe panujące w okresie wegetacji oraz właściwości odmianowe.

Glikoalkaloidy (TGA) są substancjami naturalnie występującymi w całej rodzinie Solanacea. Stanowią one jeden z elementów wieloskładnikowego mechanizmu odpornościowego roślin ziemniaka. Występują w liściach, łodygach, kwiatach, bulwach i kielkach. Zawartość TGA powyżej 100 mg² kg⁻¹ w świeżej masie bulw pogarsza smak, a stężenie powyżej 200 mg²g⁻¹ może wpływać niekorzystnie na zdrowie ludzkie. Zawartość glikoalkaloidów w bulwach uwarunkowana jest przez czynniki genetyczne i środowiskowe. W wyniku wysokiego nawożenia azotem zawartość glikoalkaloidów może ulec zwiększeniu.

Liczne badania przeprowadzone w Polsce i na świecie wskazują, że ziemniaki pochodzące z produkcji ekologicznej są zasobniejsze w wiele cennych dla zdrowia związków bioaktywnych o charakterze antyoksydacyjnym. Powstaje pytanie jakie są przyczyny różnic jakościowych między roślinami uprawianymi ekologicznie i konwencjonalnie. Wyższa zawartość związków bioaktywnych w ekologicznych produktach wynika z mniejszej dostępności dla roślin azotu mineralnego w systemie ekologicznym w stosunku do konwencjonalnego. Według teorii Worhingtona (2001) gdy w glebie jest dużo łatwo przyswajanego azotu, co ma miejsce w konwencjonalnym systemie uprawy, to w pierwszej kolejności produkują one związki zawierające właśnie azot np. białka dla prawidłowego wzrostu oraz wtórne metabolity zawierające azot, jak np. alkaloidy. W ekologicznym systemie produkcji, gdy zawartość azotu w glebie jest niższa, procesy metaboliczne zachodzące w roślinach zmieniają się w kierunku związków zawierających węgiel np. skrobi, celulozy i innych wtórnych metabolitów, jak polifenole i terpeny (np. karotenoidy) oraz inne barwniki czy witaminy (np. wit. C). W roślinnej produkcji ekologicznej zabronione jest stosowanie syntetycznych pestycydów, syntetycznych nawozów mineralnych oraz substancji wzrostowych. Limitowane jest też stosowanie obornika do 170kg N/ha/ rok. Jeżeli wszystkie wymagania są spełnione, można oczekiwać pozytywnych rezultatów jakościowych.

Lepszy skład jakościowy produktów ekologicznych wynika z jednej strony z redukcji składników niepożądanych, a z drugiej ze zwiększenia ilości składników o korzystnym działaniu dla zdrowia człowieka.

15.1. Skład chemiczny bulw ziemniaka w zależności od systemu produkcji

Składniki niepożądane

Azotany i azotyny

Wiele danych świadczy o wyraźnie wyższej zawartości azotanów i azotynów w konwencjonalnie produkowanych ziemniokach w porównaniu z produkowanymi ekologicznie. Jest to ważne, ponieważ azotany łatwo przekształcają się w azotyny, które mogą powodować niebezpieczną chorobę zwaną methemoglobinemią u noworodków, małych dzieci i ludzi starszych.

Składniki pożyteczne

Sucha masa, skrobia.

Jest wiele doniesień wskazujących na wyższą zawartość zarówno suchej masy, jak i skrobi w ziemniakach pochodzących z produkcji ekologicznej. W naszych badaniach nie zawsze dawało się to potwierdzić. W wielu przypadkach na przestrzeni lat wartości tych substancji były nieco wyższe, w innych niewiele niższe.

Antyoksydanty

Warzywa, w tym ziemniaki odgrywają bardzo ważną rolę w żywieniu człowieka ze względu na zawartość witamin, składników mineralnych, kwasów organicznych, błonnika pokarmowego oraz antyoksydantów (m.in. wit C, beta-karotenu, związków fenolowych), które składają się na ogólny potencjał przeciwutleniający. Im większy potencjał przeciwutleniający, tym więcej związków biologicznie aktywnych zawiera warzywo, a tym samym większa jest jego wartość żywieniowa. Antyoksydanty zawarte w warzywach mają zdolność zmiatania wolnych rodników, które nagromadzone w dużych ilościach w organizmie przyczyniają się do powstawania stresu oksydacyjnego, będącego przyczyną wielu chorób takich jak: nowotwory, zawały udary, oraz przyspieszają procesy starzenia się. W warunkach polskich, na liście spożywanych produktów ziemniak zajmuje drugie miejsce po produktach zbożowych, warto więc przyjrzeć się różnicom w składzie zawartości substancji bioaktywnych ziemniaków pochodzących z różnych systemów produkcji.

Witamina C

Podstawowym związkiem o działaniu antyoksydacyjnym w ziemniaku jest witamina C. Pełni ona w organizmie ludzkim podstawową rolę dla kilku metabolicznych funkcji, a głównie zapewnia prawidłowe funkcjonowanie systemu odpornościowego, ale także hamuje powstawanie rakotwórczych nitrozoamin, zmniejszając negatywny wpływ azotanów na organizm ludzki. Ziemniaki pochodzące z produkcji ekologicznej mają na ogół wyższą zawartość witaminy C niż ziemniaki uprawiane w innych systemach produkcji.

Karotenoidy i polifenole

Ziemniaki zawierają w swoim składzie również inne związki bioaktywne, a główne z nich to karotenoidy. Karotenoidy to grupa związków organicznych, do których zaliczamy karoteny i ksantofile. Podobnie jak witaminy pełnią one funkcję przeciwutleniaczy przez co chronią komórki przed szkodliwym działaniem reaktywnych form tlenu. W ziemniaku występują: beta karoten i luteina. Inną grupę antyoksydantów obecną w ziemniaku stanowią polifenole, które odpowiadają za barwę, smak i zapach oraz podobnie jak glikoalkaloidy chronią rośliny przed atakiem ze strony owadów i grzybów. Z polifenoli w ziemniaku oznaczono kwasy fenolowe oraz flawonoidy. Zawartość tych związków jest wprawdzie znacznie niższa w ziemniakach niż w innych warzywach, ale ze względu na ich częste spożywanie stają się istotnym źródłem tych składników. W prowadzonych przez nas badaniach zawartość zarówno karotenoidów, jak i polifenoli była zawsze wyższa w ziemniakach pochodzących z produkcji ekologicznej niż konwencjonalnej.

Związki mineralne.

O wartości żywieniowej bulw ziemniaka decyduje również zawartość składników mineralnych, które po strawieniu i wchłonięciu do krwi wykorzystywane są przez organizm jako budulec lub czynnik regulujący procesy życiowe. Aby organizm człowieka mógł prawidłowo funkcjonować, musi otrzymać z zewnątrz wszystkie niezbędne składniki odżywcze w tym składniki mineralne. Z badań wynika, że system produkcji ma wpływ na zawartość zarówno makro, jak i mikroelementów. W systemie ekologicznym ilość większości tych pierwiastków jest na ogół wyższa niż w systemie konwencjonalnym. Wyjątek stanowi azot.

15.2. Jakość kulinarna

O jakości kulinarnej ziemniaków decydują takie cechy jak: typ kulinarny, ciemnienie miąższu bulw surowych i po ugotowaniu oraz smakowość obejmująca kilka cech oznaczanych organoleptycznie. Cechy sensoryczne to: smak, aromat, konsystencja oraz barwa i jej zmiany zachodzące pod wpływem procesów ciemnienia; są one, poza konsystencją i barwą, niemożliwe do obiektywnego oznaczenia. Ocena tych właściwości, zwłaszcza smaku i aromatu, oparta jest na subiektywnych odczuciach osób oceniających. Cechy sensoryczne mają istotne znaczenie, gdyż ich oddziaływanie na zmysły konsumenta wpływa na wydzielanie soków trawiennych, co powoduje przyswajanie składników spożywanego produktu. Cechy te są odbierane subiektywnie w zależności od gustów i przyzwyczajeń konsumentów, dlatego trudno preferować określone właściwości bulw. Przygotowany do spożycia ziemniak nie może mieć jednak niewłaściwego smaku i aromatu oraz szarego zabarwienia, czy maziastej konsystencji.

Ziemniaki pochodzące z produkcji ekologicznej charakteryzują się na ogół lepszą smakowością i mniejszym ciemnieniem miąższu. Ma to związek z mniejszą ilością stosowanego azotu.

Podsumowując wyniki zarówno badań literaturowych jak i własnych należy podkreślić, że istnieją istotne z punktu widzenia wartości odżywczej różnice składu między ziemniakami pochodzącymi z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Są to głównie: wyższe stężenie przeciwutleniaczy, niższy poziom azotanów i azotynów. Lepszy skład chemiczny bulw pochodzących z uprawy ekologicznej powinien mieć pozytywny wpływ na zdrowie ludzi spożywających taki produkt.

16. EKONOMIKA EKOLOGICZNEJ PRODUKCJI ZIEMNIAKA

Tak jak każdy system gospodarowania, również system ekologiczny będzie się w Polsce rozwijał, jeśli oparty będzie o zdrowe zasady ekonomiczne. Stymulowanie rozwoju rolnictwa ekologicznego wszelkiego typu dopłatami jest potrzebne na początku jego wdrażania, ale w przyszłości działalność rolnika ekologicznego musi być opłacalna i przynosić zyski producentowi. Rolnictwo ekologiczne nie jest systemem droгим z założenia, ale mniej dochodowym z tytułu chociażby uzyskiwania niższych plonów.

Uprawa ziemniaka w obecnie funkcjonującym rolnictwie ekologicznym nie jest popularna dlatego, że ziemniak jest droгим gatunkiem na tle uprawy zbóż i roślin paszowych. Przynosić jednak może wysokie dochody porównywalne do dochodów z uprawy innych warzyw polowych. Warunkiem uzyskiwania dodatniej rentowności są relatywnie wysokie ceny zbytu surowców ekologicznych. Powszechnie przyjmuje się, że produkty ekologiczne są droższe od produktów konwencjonalnych o 30-50%. W praktyce aktualnie ceny detaliczne produktów ekologicznych są wyższe od konwencjonalnych nawet o 100% i więcej. Być może taka sytuacja zniechęca potencjalnych klientów do zakupów produktów ekologicznych. Prowadzony przez IHAR od kilku lat monitoring sprzedaży ziemniaków w aglomeracji warszawskiej udowadnia, że ziemniaki ekologiczne sprzedawane są tylko w sklepach z żywnością ekologiczną natomiast inne placówki handlowe oferują z reguły tylko ziemniaki z upraw konwencjonalnych. Bardzo rzadko można spotkać w supermarketach i mniejszych sklepach spożywczych ziemniaki ekologiczne. Ziemniaki ekologiczne są przy tym bardzo drogie.

16.1. Koszty produkcji ziemniaka ekologicznego

Koszty bezpośrednie produkcji ziemniaków metodami ekologicznymi różnią się w stosunku do uprawy konwencjonalnej. Wynika to z innej technologii produkcji:

- wzrost poziomu nawożenia organicznego (obornik, gnojowica, nawozy zielone)
- wyeliminowanie nawożenia mineralnego (szczególnie azotowego)
- zastąpienie chemii w pracach pielęgnacyjnych metodami mechanicznymi (kontrola zachwaszczenia)
- radykalna redukcja zabiegów ochronnych (dotyczy to zwalczania zarazy ziemniaka) lub stosowanie preparatów (zwalczanie stonki ziemniaczanej)
- zwiększone nakłady pracy w ciągu całego cyklu produkcyjnego.

Dodatkowymi kosztami w metodzie ekologicznej są koszty certyfikacji i kontroli gospodarstwa ekologicznego.

O rentowności produkcji ziemniaków ekologicznych oprócz kosztów decydują:

- uzyskiwane ceny za gotowy produkt w sezonie
- poziom plonów i wielkość strat w okresie przechowywania
- zmiana kosztów stałych gospodarstwa z tytułu transformacji na system rolnictwa ekologicznego.

W praktyce każde gospodarstwo może osiągnąć inny wskaźnik rentowności przede wszystkim z tytułu innej uzyskanej ceny rynkowej za ziemniaki ekologiczne. Wyższą rentowność uzyskuje się także za ziemniaki wczesne sprzedawane w czerwcu i pierwszych dniach lipca. Również poziom ponoszonych kosztów może być w każdym gospodarstwie inny.

16.2. Plon i jego wartość

Poziom plonowania ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym jest z reguły niższy w porównaniu z systemem konwencjonalnym intensywnym oraz systemem Integrowanej Produkcji, ale wyższy od uzyskiwanego w systemie ekstensywnym i średnio-krajowego plonu ziemniaka określanego corocznie przez GUS. Świadczą o tym wieloletnie wyniki badań prowadzone przez IHAR – PIB w Jadwisinie. Oczywiście jak i w pozostałych systemach, poziom plonowania ziemniaka w systemie ekologicznym ulega wahaniom w latach co jest związane z warunkami klimatycznymi okresu wegetacji a także uprawianymi odmianami. Poziom 25 ton ziemniaków z hektara za ostatnie 10-lecie pokazuje, że w systemie ekologicznym można uprawiać ziemniaki z dobrym skutkiem i co gwarantować może opłacalność tej działalności.

Ważnym czynnikiem w opłacalności uprawy ziemniaka jest jednak także jakość uzyskiwanego plonu, w tym udział plonu handlowego w plonie ogólnym. Wskaźnik ten w systemie ekologicznym rzadko przekracza 70% i jest uzależniony od uprawianej odmiany.

Udział plonu handlowego w plonie ogólnym decyduje o wysokości przychodów ze sprzedaży zbiorów ziemniaka. Ziemniaki dobrej jakości zakwalifikowane jako handlowe sprzedawane są po aktualnych cenach rynkowych, natomiast ziemniaki odpadowe a więc bulwy zdeformowane, zazielenione, porażone parchem zwykłym, uszkodzone mechanicznie oraz z innymi wadami wyglądu mogą być sprzedane jako paszowe lub dla przemysłu gorzelniczego po dużo niższej cenie. W tych samych warunkach glebowo-klimatycznych różne odmiany mogą charakteryzować się różnym udziałem plonu handlowego w plonie ogólnym, a więc i uzyskiwać różny przychód ze sprzedaży.

16.3. Rentowność ekologicznej produkcji ziemniaka

Opłacalność każdej działalności w tym także w rolnictwie jest pochodną ponoszonych kosztów w procesie produkcyjnym oraz wartości produkcji uzyskanej w wyniku tego procesu. W produkcji roślinnej opłacalność mierzona jest różnicą wartości uzyskanych plonów i zbiorów poszczególnych gatunków roślin uprawnych oraz kosztów zastosowanych technologii uprawy oraz przechowywania i przygotowania do handlu. Koszty uprawy ziemniaka są wysokie w relacji do uprawy zbóż, ale również wartość sprzedanych zbiorów ziemniaka jest także dużo wyższa. Prowadzenie nawadniania uprawy ziemniaka w systemie ekologicznym podobnie jak i w systemie konwencjonalnym w latach suchszych zwiększa rentowność produkcji tego gatunku. W lata o lepszym rozkładzie opadów stosowane nawadnianie kroplujące w uprawie ziemniaka może obniżyć rentowność produkcji z uwagi na poniesione koszty użycia systemu (rozłożenie i zwinięcie systemu linii kroplujących bez jego użycia).

Przeprowadzone porównanie opłacalności produkcji ziemniaka w systemie ekologicznym i konwencjonalnym zrównoważonym udowadnia, że obydwa systemy przynoszą zysk rolnikom uprawiającym ten gatunek. Oczywiście jest to uzależnione od uzyskiwanych cen w poszczególnych latach. Do kalkulacji w obu systemach przyjęto średnie ceny sprzedaży towaru z ostatnich lat. Pomimo niższych uzyskiwanych plonów ziemniaka jadalnego w systemie ekologicznym w porównaniu do konwencjonalnego, ale za to uzyskiwanych wyższych cenach za produkty ekologiczne, rentowność ekologicznej produkcji ziemniaka przewyższa rentowność w systemie konwencjonalnym nie uwzględniając obowiązujących dodatkowych dopłat do tego systemu, które powinny pokryć koszty certyfikacji.

Tabela 16.1. Szacunkowa kalkulacja kosztów i opłacalności produkcji rynkowej ziemniaków jadalnych produkowanych metodami konwencjonalnymi i ekologicznymi (dane IHAR - PIB O/ Jadwisin)

Rodzaj nakładu	Produkcja konwencjonalna	Produkcja ekologiczna
Przyjęty poziom plonu ogólnego – t/ha	40,0	30,0
w tym:		
– handlowy – t/ha	35,0	25,0
– uboczny – t/ha	5,0	5,0
Przyjęta cena sprzedaży (plonu głównego)		
– hurtowej – zł/t	400	600
– konfekcjonowanej – zł/t	600	850
– plonu ubocznego – zł/t	100	150
Wartość produkcji razem – zł/ha		
– przy sprzedaży hurtowej	14500	15750
– przy sprzedaży konfekcjonowanej	21500	22000
Koszty – zł/ha:		
Sadzeniaki	3650	3950
Środki ochrony roślin	1150	600
Nawozy mineralne/użyźniacze	1302	300
Eksploatacja maszyn	1150	1050
Siła pociągowa	1310	1350
Praca ludzka	1200	1500
Koszty bezpośrednie uprawy razem	9762	8750
Koszty pośrednie (10%)	976	875
Razem koszty całkowite uprawy	10738	9625
Jednostkowe koszty (zł) całkowite 1 t plonu handlowego	307	385
Zysk z 1 ha uprawy przy sprzedaży hurtowej – zł/ha	3762	6125
Koszt całkowity konfekcjonowania – zł/t	150	150
Zysk z 1 ha uprawy przy sprzedaży ziemniaków konfekcjonowanych – zł/ha	5512	8625
Subwencja do 1 ha upraw ekologicznych	–	ustalana corocznie
Koszty certyfikacji w gospodarstwie ekologicznym	–	ustalana corocznie

Reasumując, należy stwierdzić, że światowe trendy w gospodarce rolnej są bardzo korzystne dla polskich rolników, przed którymi istnieje realna i łatwa szansa przestawienia się na rolnictwo ekologiczne. Mamy ku temu odpowiednie warunki przyrodnicze, sprzyjającą strukturę agrarną i olbrzymie doświadczenie rolników w produkcji zdrowej żywności. Potrzebne jest tylko usankcjonowanie formalne i poddanie się procedurze wymaganej dla rolnictwa ekologicznego.

17. CERTYFIKACJA GOSPODARSTW EKOLOGICZNYCH

17.1 Wykaz jednostek certyfikujących

Zgodnie z art. 5 ust. 1 ustawy z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym (t.j. Dz. U. z 2019 r., poz. 1353) Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi upoważnia, w drodze decyzji, jednostki certyfikujące do przeprowadzenia kontroli oraz wydawania i cofania certyfikatów zgodności w zakresie rolnictwa ekologicznego.

Na podstawie art. 9 ust. 3 ustawy o rolnictwie ekologicznym każda z jednostek certyfikujących, upoważnionych przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi do działania w zakresie rolnictwa ekologicznego, ogłasza oraz udostępnia na wniosek zainteresowanego podmiotu, za pośrednictwem środków komunikacji elektronicznej, wykaz producentów ekologicznych, objętych kontrolą, o której mowa w art. 7 ust. 1 ustawy o rolnictwie ekologicznym, prowadzoną przez daną jednostkę certyfikującą. Poniżej przedstawiono wykaz jednostek certyfikujących system rolnictwa ekologicznego w Polsce.

Tabela 17.1 Lista jednostek certyfikujących wraz z odnośnikami do stron internetowych z wykazem producentów ekologicznych

Numer identyfikacyjny	Nazwa upoważnionej jednostki certyfikującej
PL-EKO-01	EKOGWARANCJA PTRE Sp. z o. o.
PL-EKO-02	PNG Sp. z o. o.
PL-EKO-03	COBICO Sp. z o. o.
PL-EKO-04	BIOEKSPERT Sp. z o. o.
PL-EKO-05	BIOCERT MAŁOPOLSKA Sp. z o. o.
PL-EKO-06	Polskie Centrum Badań i Certyfikacji S.A.
PL-EKO-07	AGRO BIO TEST Sp. z o. o.
PL-EKO-08	TÜV Rheinland Polska Sp. z o.o.
PL-EKO-09	Centrum Jakości AgroEko Sp. z o.o.
PL-EKO-10	SGS Polska Sp. z o.o.
PL-EKO-11	DQS Polska Sp. z o.o.
PL-EKO-12	Bureau Veritas Polska Sp. z o.o.
PL-EKO-13	Krajowe Centrum Badań i Certyfikacji „Gwarantowana Jakość” Sp. z o.o.

18. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Bilski Z., Pikosz M. 2020. Zasady układania płodozmianu. CDR Brwinów, Oddział Poznań, ss. 35
2. Chmura K., Dmowski Z., Nowak L. 2006 Znaczenie nawadniania w produkcji roślinnej. Mat. Seminarium Warszawa 22 marca 2006 IHAR O/Jadwisin, 10-18
3. Chołownicki R., Kuboń M. 2013. [Red.] Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania. Monografia, Tom III., ss. 443. Wyd. Pol. Inż. Rol., ISBN: 978-83-935020-4-2
4. Dobrzański A., Adamczewski K. 2006. Perspektywy wykorzystania nowych narzędzi i maszyn do regulacji zachwaszczenia w integrowanej i ekologicznej produkcji roślinnej. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 46(1): 11-18
5. Duer I. 2001. Kształtowanie żyzności gleby w rolnictwie zrównoważonym. Mat. szkoleniowe 80/01. IUNG Puławy
6. Dzieżyc J. 1989. (pr. zbiorowa). Potrzeby wodne roślin uprawnych. PWN Warszawa, ss. 419
7. Erlichowski T. 2007. Szkodniki glebowe w uprawie ziemniaka – zagrożenie, występowanie oraz sposoby zwalczania. Ziemniak Polski, 2: 33-37
8. Erlichowski T. 2010. Zwalczanie szkodników glebowych w uprawie ziemniaka – co nowego? Ziemniak Polski, 2: 42-45
9. FAO, 2008. International Year of the potato nutrition and diet <http://www.potato2008.org/en/potato/factsheets.html>
10. Fedorko J. 1975. Wpływ żerowania stonki ziemniaczanej na plon ziemniaków przy częściowej i pełnej ochronie chemicznej. Z prac Inst. Ziemn., 5: 10-15
11. Gabriel W. 1989. Epidemiologia chorób wirusowych ziemniaka. PWN Warszawa
12. Gajewska M., Krysztoforski M. 2019. Nawozy w rolnictwie ekologicznym. CDR Brwinów, Oddział Radom, ss. 24
13. Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R. 2004. Allelopatia – nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami. Kosmos Problemy Nauk Biologicznych, 53, 2(263): 207-217
14. Goliszewski W. 2009. Ekologiczne nasiennictwo ziemniaka – argumenty za i przeciw. Wieś Jutra, 2: 35-36
15. Gorlach E., Mazur T. 2001. Chemia rolna – Podstawy żywienia i zasady nawożenia roślin. PWN Warszawa
16. Holubowicz – Kliza G. 2004. Rolniczy atlas chwastów. Wyd. IUNG- Puławy, ss. 206
17. http://www.iung.pulawy.pl/images/pdf/Wykaz_ekologia.pdf
18. <http://ziemniak-bonin.pl/katalogi/szkodniki/> (07.10.2021)
19. Igras J. (red.). 2013. Dobre praktyki w nawożeniu użytków rolnych. CDR Brwinów, Oddział Radom, ss. 67
20. Jabłoński K. 2011. Mechanizacja zbioru ziemniaków na małych i dużych plantacjach. Wieś Jutra, 1-2(150-151): 37-41
21. Kaniszewski S. 2005 Nawadnianie warzyw polowych. Plantpress Kraków, ss. 85
22. Kita W., Kowalska J., Kurowski T., Puszczyk W., Sas-Paszt L., Sądej W., Tyburski J., 2013. Ochrona roślin rolniczych w rolnictwie ekologicznym. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
23. Kowalska J. 2010. Zwalczanie stonki ziemniaczanej w ekologicznej uprawie ziemniaków. Ulotka IOR Poznań
24. Krysztoforski M., Stachowicz T. 2008. Płodozmian w gospodarstwie ekologicznym. Wyd. CDR Radom
25. Leszczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. Żywność, 4(25): 5-27
26. Lutomińska B. 2010. Wpływ ospowatości sadzeniaków ziemniaka na akumulację plonu oraz występowanie objawów porażenia *Rhizoctonia solani* na roślinach i bulwach potomnych. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 50 (1): 665-670
27. Maćkowiak Cz. 2004. Stosowanie agrochemikaliów. [W] Zasady stosowania nawozów naturalnych i organicznych. Mat. szkoleniowe nr 90. Wyd. IUNG Puławy
28. mediweb.pl › [Żywność](#) › [Witaminy i minerały](#)
29. Mercik S. (red.) 2002. Chemia rolna – Podstawy teoretyczne i praktyczne. Wyd. SGGW Warszawa
30. Nowacki W.: 2020 Profesjonalna produkcja ziemniaka. Monografia CDR Brwinów. ss. 86
31. Nowacki W. (red.). 2013. Ekologiczna produkcja ziemniaka. Wyd. MR i RW, ss. 247
32. Nowacki W. 2006 Ekologiczna uprawa ziemniaków szansą dla małej średniej wielkości gospodarstw rolnych. Journal of Applications in Agricultural Engineering. Poznań vol. 51(2), 123-130

33. Nowacki W. 2009 Nawadnianie czynnikiem modyfikującym opłacalność uprawy ziemniaka w systemie ekologicznym. *Journal of Applications in Agricultural Engineering*. Poznań vol. 54(4), 32-35
34. Nowacki W. 2010 Nawadnianie plantacji ziemniaka w różnych systemach produkcji. *Jadwisin* 2010, ss. 56
35. Paradowski A. 2009. *Atlas chwastów*. Wyd. Plantpress, ss. 229
36. Pawińska M. 2010. Rozwój badań i problemy ochrony przed stonką ziemniaczaną. *Ziemniak Polski*, 2: 33–37
37. Praca zbiorowa pod redakcją J. Chotkowskiego 1997. *Produkcja ziemniaków, Technologia -Ekonomika - Marketing*, Bonin ss. 351
38. Stalenga J., Jończyk K., Kuś J. 2004. Bilans składników pokarmowych w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 1, s. 383–389
39. Tomalak M., Sosnowska D. (red.), 2008. *Organizmy pożyteczne w środowisku rolniczym*. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
40. Trawczyński C. 2010. Bilans składników w ekologicznym systemie produkcji roślinnej na glebie lekkiej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 55(4): 166–168
41. Trawczyński C. 2013. Bilans azotu, fosforu i potasu w systemie produkcji ekologicznej na glebie lekkiej. *Biul. IHAR* 269: 115-122
42. Trawczyński C. 2018. The effect of foliar preparation with silicon on the yield and quality of potato tubers in compared to selected biostimulators. *Fragm. Agron.* 35 (4): 113-122
43. Trawczyński C., Bogdanowicz P. 2007. Wykorzystanie Użyźniacza Glebowego w aspekcie ekologicznej uprawy ziemniaka. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Poznań, Vol. 52(4): 94–97
44. Trawczyński C., Prokop W. 2017. Wpływ nawozów wieloskładnikowych z dodatkiem alg morskich na plon i jakość bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 34 (3): 109-118
45. Turska E. 2001. Produkcja sadzeniaków ziemniaka – zróżnicowane wymagania odmian. *Ziemniak Polski* 4: 4–12
46. Tyburski J., Jończyk K., Kibler M., Krysztoforski M. 2008. Zawartość składników pokarmowych w glebach gospodarstw ekologicznych. Wyd. CDR Radom
47. Tyburski J., Żakowska-Biemans S. 2007. *Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego*. Wyd. SGGW. ss. 278
48. Walczak F., Złotkowski J., 2013. *Metodyki ochrony ziemniaka i buraka przed mszycami (Aphididae)*. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
49. Wójtowicz A., Mrówczyński M. (red.), 2016. *Poradnik sygnalizatora ochrony ziemniaka*. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
50. Zarzyńska K., Goliszewski W. 2005. Różnice w rozwoju roślin ziemniaka uprawianych w dwóch systemach produkcji: ekologicznym i integrowanym na różnych typach gleb. *Biuletyn IHAR*: 133–141
51. Zarzyńska K. 2010. Struktura plonu bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym i integrowanym w różnych warunkach środowiskowych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol 55 (4): 181-185
52. Zarzyńska K. 2011. Rola wybranych czynników agrotechnicznych w kształtowaniu jakości handlowej ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym. *Biuletyn IHAR* 259: 243-250
53. Zarzyńska K. 2017. Zmienność plonowania odmian ziemniaka w systemie ekologicznym w wybranych mezo-regionach Polski. *Ziemniak Polski* 2: 9-15
54. Zarzyńska K., Pietraszko M., Barbaś P. 2020. Występowanie parcha zwykłego i ospowatości bulw w wybranych odmianach ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. *Progress in Plant Protection*
55. Zarzyńska K., Wroniak J. 2007. Różnice w jakości plonu bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol 52 (4): 148–158
56. Zarzyńska K., Boguszewska-Mańkowska D., Barbaś P. 2019. Współczynnik plonowania odmian ziemniaka uprawianych w dwóch systemach produkcji *BIUL IHAR* 287:67-72
57. Zarzyńska K., Goliszewski W. 2006. Problemy zwalczania agrofagów ziemniaka na plantacjach ekologicznych. *Ziemniak Polski*, 2: 20–23
58. Zarzyńska K., Goliszewski W. 2007. Zachwaszczenie plantacji ziemniaka w zależności od systemu uprawy i kompleksu glebowego. 2007. *Biuletyn IHAR* 246: 95–107

59. Zarzyńska K., Goliszewski W., 2008. Ocena przydatności kilku odmian ziemniaka do uprawy w systemie ekologicznym i integrowanym na różnych kompleksach glebowych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 53 (4): 148–153
60. Zarzyńska K., Szutkowska M. 2012. Rozwój chorób okresu wegetacji na ekologicznej i konwencjonalnej plantacji ziemniaka, a plon bulw. *Journal of Research and Application in Agricultural Engineering* Vol. 57 (4): 205-210



MINISTERSTWO
**ROLNICTWA
I ROZWOJU WSI**