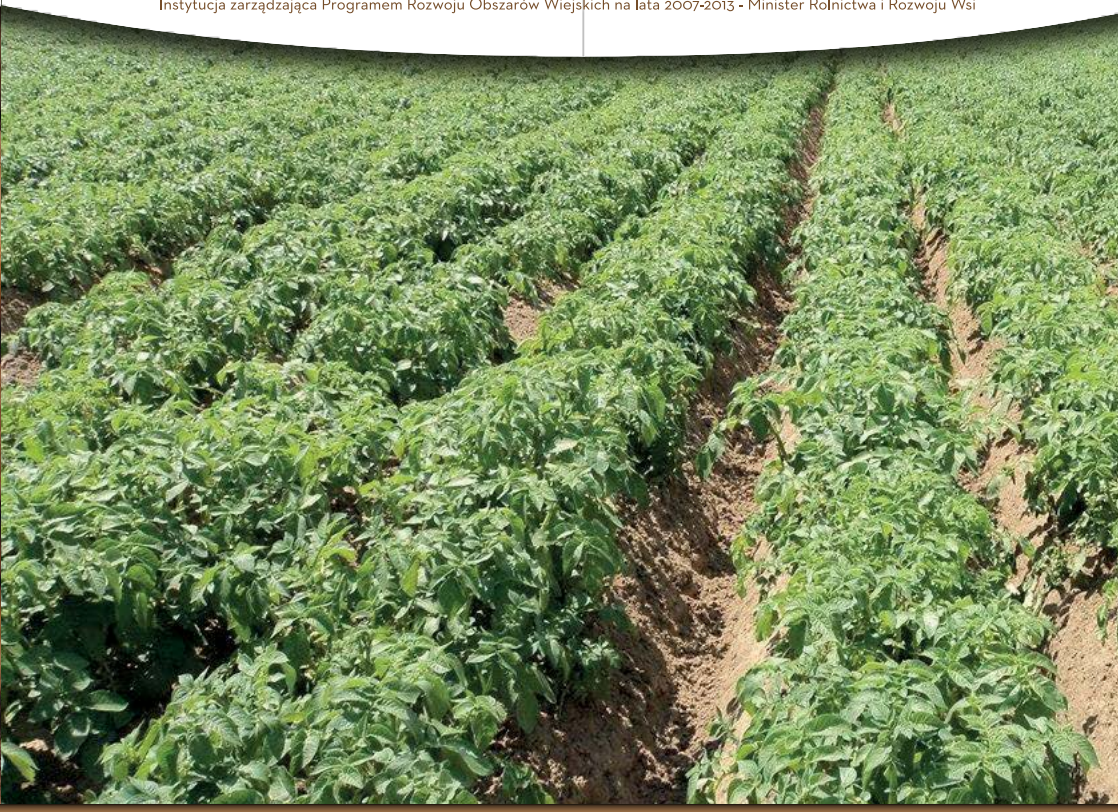
Europejski Fundusz Rolny
na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich

Krajowa Sieć
Obszarów Wiejskich

Program
Rozwoju
Obszarów
Wiejskich
na lata 2007-2013

„Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"
Publikacja opracowana przez Stowarzyszenie EkosystEM-Dziedzictwo Natury.
Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach
Pomocy Technicznej Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013
Instytucja zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi



ZRÓWNOWAŻONE ROLNICTWO I ZDROWE ŚRODOWISKO

Dobre praktyki i rola pożytecznych mikroorganizmów w uprawie ziemniaków z zastosowaniem innowacyjnych, naturalnych technologii

Warszawa 2014

ZRÓWNOWAŻONE ROLNICTWO I ZDROWE ŚRODOWISKO

Dobre praktyki i rola pożytecznych mikroorganizmów w uprawie ziemniaków z zastosowaniem innowacyjnych, naturalnych technologii

„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca wobszary wiejskie."
Projekt opracowany przez Stowarzyszenie EkosystEM~Dziedzictwo Natury
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Pomocy Technicznej
Programu Rozwoju Obszarów Wiej skich na lata 2007-2013
Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiej skich na lata 2007-2013 -Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Redakcja:
Wiktoria Długosz
Bogusław Hezler

Adres do korespondencji:
ul. Krakowskie Przedmieście 66 lok. 4
00-950 Warszawa
www.dziedzictwonatury.pl
biuro@dziedzictwonatury.pl

ISBN: 978-83-939158-2-8

Korekta i skład:
Marek Gacka

Projekt okładki:
Dominik Gacka

Publikacja bezpłatna opracowana w związku z projektem „Zrównoważone rolnictwo i zdrowe środowisko" realizowanym w ramach Planu działania Sekretariatu Centralnego Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich na lata 2014-2015.

Odwiedź portal KSOW - **www.ksow.pl**
Zostań Partnerem Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich

© Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
© Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA

dr inż. Jacek Wereszczaka
mgr inż. Jan Marczakiewicz

ZRÓWNOWAŻONE ROLNICTWO I ZDROWE ŚRODOWISKO

Dobre praktyki i rola pożytecznych mikroorganizmów w uprawie ziemniaków z zastosowaniem innowacyjnych, naturalnych technologii

Warszawa 2014

Spis treści

Wstęp **9**

Rozdział 1 ..... **11**

1.1 Uprawy ziemniaka w Polsce, historia i zachodzące zmiany **11**

Rozdział 2 ..... **18**

2.1 Ziemniak charakterystyka i właściwości **18**

2.1.1 Morfologiczny opis ziemniaka 18

2.1.2 Fazy rozwojowe ziemniaków 19

2.1.3 Wartości odżywcze bulw ziemniaka 21

Rozdział 3 ..... **21**

3.1 Wybór pola, kontrola i przygotowanie gleby **21**

3.2 Uprawki **26**

3.3 Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów KPM ich rola w uprawie roślin i stosowanie **28**

Rozdział 4 ..... **31**

4.1 Kierunki upraw, przeznaczenie i wymagania jakościowe plonu **31**

4.2 Czynniki decydujące o jakości plonów **32**

Rozdział 5 ..... **34**

5.1 Innowacyjne naturalne technologie – przykłady dobrych praktyk **34**

5.1.1 Poprawa jakości gleby przy zastosowaniu probiopreparatów 34

5.1.2 Nawożenie wapnem, a probiotechnologia 35

5.1.3 Bioasekuracja łanu 36

5.1.4 Polecane zabiegi agrotechniczne stosowane w uprawie ziemniaka przy współudziale probiotechnologii 36

5.1.5 Rekomendowane odmiany 40

5.1.6 Przygotowanie materiału sadzeniowego z wykorzystaniem biopreparatów 47

5. 1.7 Sadzenie, uprawki i zabiegi w okresie wegetacji 50

5.1.8 Integrowana ochrona ziemniaków z technologiami naturalnymi 51

5.1.9 Choroby i szkodniki, metody likwidacji warunków sprzyjających ich rozwojowi 59

5.2 Zbiór i uprawki po zbiorze 61
5.3 Przechowywanie i bioasekuracja plonów 62
5.3.1 Etapy przechowywania ziemniaków 63
5.4 Inne przykłady dobrych praktyk w uprawie ziemniaka 68
Podsumowanie 73
6. Biologizacja rolnictwa. O czym należy pamiętać przystępując do upraw 76
Słownik definicji 83
Podstawowe pojęcia z zakresu mikrobiologii oraz krótka charakterystyka najważniejszych gatunków mikroorganizmów znajdujących się w kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów 86
Bibliografia 96

Rozwój rolnictwa w ostatnich dziesięcioleciach w przeważającej mierze opiera się na jego technicyzacji i wdrażaniu intensywnych metod uprawy i hodowli. Przy tym kierunku intensyfikacji produkcji rolnej istnieje konieczność stosowania syntetycznych nawozów i chemicznych środków, które niosą ze sobą zagrożenia zarówno środowiskowe, społeczne jak i gospodarcze, składają się na nie między innymi:

1. koncentracja przemysłowej produkcji roślinnej i zwierzęcej;
2. chemizacja rolnictwa, która w nadmiarze prowadzi do degradacji gleby i skażenia wód;
3. niedocenianie przydatności biologicznych czynników w uprawie gleby, roślin i hodowli zwierząt;
4. ograniczony dostęp do bezpiecznej żywności;
5. spadek opłacalności prowadzenia działalności rolniczej, a tym samym wzrost bezrobocia na wsi.

Tak powszechne stosowanie pestycydów w rolnictwie niesie ze sobą poważne zagrożenia. I choć jeden dolar zainwestowany w pestycydy na powierzchnię 1 ha przynosi farmerowi amerykańskiemu 4 dolary zysku, jednocześnie generuje to aż 42 dolary tzw. kosztów ubocznych (m.in. są to koszty leczenia raka i innych chorób powstałych wskutek stosowania pestycydów, powstawania odporności na pestycydy, czy koszty oczyszczania wody itd.)[1].
W 2005 r. prof. David Pimentel, amerykański biolog i ekolog, podaje, że na ponad 26 milionów zatruć pestycydami na świecie, przypada około 220 tysięcy przypadków śmiertelnych i około 750 tysięcy przewlekle chorych[2]. Tak więc współczesny model rolnictwa wymaga pilnych zmian by możliwie jak najszybciej i najskuteczniej niwelować środowiskowe, gospodarcze i społeczne skutki światowej polityki

[1] Koleva N.G., Shneider U.A. 2009. *The impact of climate change on the external cost of pesticide applications in US agriculture*. International Journal of Agricultural Sustainability, Vol. 7, issue 3, 2009.
[2] Pimentel et al., 2005. *Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. Environment, Development and Sustainability*, 7: 229-252.

rolnej.

W 2010 roku Komisja Europejska opracowała *Strategię na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu Europa 2020*. Podstawa tej Strategii to idea społecznej gospodarki rynkowej, w której priorytetami są:

- rozwój inteligentny: to jest rozwój gospodarki opartej na wiedzy i innowacji;
- rozwój zrównoważony: wspieranie gospodarki efektywniej korzystającej z zasobów przyrody, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej;
- rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu: wspieranie gospodarki o wysokim poziomie zatrudnienia, zapewniającej spójność społeczną i terytorialną.

W 2012 roku Komisja opracowała dokument pn.: Innowacje w służbie zrównoważonego wzrostu: biogospodarka dla Europy. Określa on nie tylko czym jest biogospodarka, jej potencjał, ale również cele jakie powinny być realizowane na rzecz Wspólnoty Europejskiej. „Celem strategii dotyczącej biogospodarki i jej planu działań jest stworzenie podstaw dla bardziej innowacyjnego, zasobooszczędnego i konkurencyjnego społeczeństwa, w którym zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego nie wchodzi w konflikt z zasadami zrównoważonego wykorzystania zasobów odnawialnych dla celów przemysłowych, przy jednoczesnym zapewnieniu ochrony środowiska”[3] Unijne dokumenty i strategie nie pozostają bez wpływu na strategię rozwoju gospodarczego w Polsce. Warto podkreślić, że od kilku lat jej stałym elementem jest pobudzanie działań na rzecz zrównoważonego rozwoju, w tym zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. By efektywniej wdrażać priorytety Strategii Europa 2020, Ministerstwo Gospodarki określiło Krajową Inteligentną Specjalizację. Jednym z jej pięciu podstawowych działów tematycznych jest Biogospodarka rolno-spożywcza, leśno-drzewna i środowiskowa. Z kolei Ministerstwo Rolnictwa w Strategii zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020 wprost określa rolę ochrony środowiska w koncepcji rozwoju obszarów wiejskich: „Kierunek rozwoju obszarów wiejskich ma kluczowe znaczenie dla zachowania i ochrony środowiska naturalnego kraju. Ciągłe zmiany środowiska naturalnego (w szczególności zmiany klimatu i ich skutki) są nadal

[3] *Innowacje w służbie zrównoważonego wzrostu: biogospodarka dla Europy, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów*, Bruksela, 03.02.2012, s. 2.

aktualnym wyzwaniem dla rozwoju społecznego i gospodarczego wsi. Leśnictwo, rolnictwo i rybactwo są głównymi rodzajami działalności, które realizują cele związane z ochroną zasobów naturalnych. Jednocześnie są działalnością, w przypadku której bardzo istotne jest uwzględnianie zasad ochrony środowiska. Działaniom chroniącym zasoby naturalne powinny towarzyszyć zmiany w mentalności społeczeństwa, sposobie funkcjonowania gospodarstw domowych oraz podniesienie środowiskowej odpowiedzialności producentów rolnych i przedsiębiorstw"[4].

Takie cele i zadania ma przed sobą biologizacja, tj. „stosowanie praw biologicznych rządzących procesami zachodzącymi w organizmach żywych do innych dziedzin"[5]. W przypadku biologizacji rolnictwa oznacza ona „operowanie w rolnictwie głównie biologicznymi czynnikami plonotwórczymi (komposty, obornik, biopreparaty, racjonalne płodozmiany, fitomelioracje, wysokoplenne odmiany odporne na agrofagi, retencja azotu biologicznego z roślin motylkowatych) w celu wyprodukowania zdrowszej żywności i ochrony środowiska"[6]. Jedną z metod stosowanych w biologizacji rolnictwa jest probiotechnologia[7]. Probiotechnologia jest naturalną technologią opartą na kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów, która w praktyce nawiązuje do metod wykorzystywanych przez rolników i przetwórców od wielu setek lat m.in. w wytwarzaniu piwa, wina, sera, kiszonych ogórków i kapusty, chleba na zakwasie, kwaśnego mleka, barszczu czerwonego na zakwasie czy fermentowanych na zimno wędlin. Wśród zabiegów agrotechnicznych takich jak orka, płodozmian i wzbogacanie gleby w masę organiczną, aplikacja do gleby pożytecznych mikroorganizmów najszybciej poprawia jakość gleb[8].

Nie można też zapominać o innych naturalnych metodach stosowanych w uprawie gleby przez wiele lat jak stosowanie dobrze przefermentowanej gnojowicy i obornika, które nie tylko są skarbnicą wielu składników odżywczych potrzebnych dla rozwoju roślin, ale też biologicznym czynnikiem plonotwórczym poprawiającym strukturę gleby.
To także swoista metoda inokulacji gleby pożytecznymi mikroorganizmami.

[4] *Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020*, [w:] „Monitor Polski", 09.11.2012, poz. 839

[5] Słownik języka polskiego PWN

[6] L. Zimny, *Leksykon przyrodniczy polsko-angielski*, Wrocław 2014

[7] Pełna definicja probiotechnologii w indeksie definicji.

[8] Sharma Sushil K. et al., *Microbial Community Structure and Diversity as Indicators for Evaluating Soil Quality w Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture*, 2010.

Rezygnacja z ich stosowania oznacza utratę co najmniej kilkunastu kg/ha dostępnego azotu (przy przyjęciu średniego składu chemicznego obornika pochodzącego od różnych zwierząt), podobnej ilości potasu i wapnia, znacznej ilości mikroelementów (cynku, manganu, miedzi, boru) i substancji organicznej niezbędnej dla prawidłowego rozwoju roślin.

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów mogą wykazywać właściwości probiotyczne, przeciwutleniające, jak również bakterio i fungistatyczne wobec patogenów i niepożądanych szczepów mikroorganizmów. Ich szczególną zaletą jest to, że nie wymagają okresu karencji i prewencji oraz fakt, że wspierają likwidację przyczyn rozwoju wielu chorób roślin i zwierząt, a nie tylko ich objawy.

Stowarzyszenie EkosystEM-Dziedzictwo Natury

Wstęp

Jedna z najbardziej popularnych w Polsce dwudziestego wieku roślin uprawnych, zaliczana do grupy okopowych, o szerokim zastosowaniu i bogatych walorach, obecnie zdobywa coraz szersze grono konsumenckie.

Ziemniaki to jedno z najbardziej popularnych warzyw o południowoamerykańskim rodowodzie. Na stałe zagościły nie tylko w polskiej kuchni, ale zdobyły też popularność we wszystkich krajach europejskich. I nic w tym dziwnego, bowiem ta niepozorna roślina okopowa zawiera w sobie wiele cennych mikroelementów oraz stanowi pożywny pokarm zarówno dla ludzi jak i zwierząt. Niejednokrotnie pozwalała przetrwać czas biedy i głodu.

Niezwykłą popularność i szczególne miejsce w historii nie tylko europejskiego, ale również światowego rolnictwa ziemniaki zawdzięczają: mało wygórowanym wymaganiom agrotechnicznym, właściwościom odżywczym bulw i szerokiemu zastosowaniu. Takie możliwości, przeróżne kulinarne kombinacje, niedrogi i nieskomplikowany proces uprawy, sprawiają, że ziemniaki są dostępne dla szerokiej grupy konsumentów. Przestają również być postrzegane jako tuczące, ze względu na niesłusznie przypisywane im właściwości wysokoenergetyczne. Ta nieprawdziwa teza wpłynęła na ograniczenie ich spożywania, bo

warzywa te nie są zaliczane przez dietetyków do szeroko dziś upowszechnianych produktów typu – „light", czyli o niskiej zawartości tłuszczu. A szkoda, bo są bogate w witaminę C, beta-karoten, fosfor i potas. Zawierają wiele witamin i składników mineralnych. Ponadto są lekkostrawne oraz zasadotwórcze. Należy podkreślić, że to nie ziemniaki, a dania i dodatki, z którymi się je najczęściej serwuje są wysokokaloryczne (mięsa i sosy). Gotowane ziemniaki nie tuczą, dopóki nie dodamy do nich tłuszczu i soli. Doskonale komponują się też z innymi artykułami spożywczymi i można przygotowywać z nich wiele kulinarnych przysmaków.

Roślina ta jest różnie nazywana, najczęściej mówimy: '*ziemniak*', '*kartofel*'. Pojawiają się również leksemy typowe dla danego regionu kraju, jak np. 'pyra' w Poznańskiem, '*bulba*' używana w ujęciu żartobliwym w południowo-wschodnich rejonach Polski albo '*bulwa*' na Kaszubach, czy wreszcie góralska '*grula*'. Mniej znane nazwy to: *barabola*, *kompera*, *rzepa*, *swapka* lub *jabłka z ziemi*.

Łacińska nazwa ziemniaka brzmi: *Solanum tuberosum L.* Odnosi się ona do gatunku należącej do rodziny psiankowatych i określających nie tylko jadalne, bogate w skrobię bulwy pędowe, ale i pozostałe części rośliny, a więc toksyczne: łodygę, kwiaty, czy owoce.

Solanum tuberosum L., to gatunek ziemniaka uprawnego, który prawdopodobnie powstał dzięki eksperymentom krzyżówkowym słodkiego ziemniaka – batata, znanego Indianom z Południowej Ameryki, z dzikimi gatunkami ziemniaka, występującego naturalnie w górzystych rejonach pasa zachodniego Ameryki Południowej i Środkowej.

Prekursorami przetwórstwa ziemniaka i stosowania go jako wartościowego pożywienia byli Indianie zamieszkujący Andy. Doceniali oni walory *Solanum tuberosum L.* i szukali różnych sposobów jego zastosowania oraz przechowywania w niełatwych, górskich warunkach. Udało im się nawet uzyskać ekstrakt ziemniaczany, zwany *chumo*. Dzięki zamrażaniu i wysuszaniu bulw zyskiwał on dłuższą przydatność do spożycia i jedzono go zamiast chleba.

Jako roślina okopowa z jadalną bulwą szybko rozpowszechniła się na całym świecie, dając początek coraz to nowszym odmianom. Współcześnie szacuje się, że używa się ponad 2000 odmian. Różne są też jej technologie uprawy: począwszy od konwencjonalnych, bazujących na środkach chemicznych, mineralnych nawozach sztucznych i syntetycznych stymulatorach wzrostu, poprzez Integrowaną Produkcję, łączącą różne rozwiązania, ale mającą też na uwadze dobro środowiska naturalnego i uprawę ekologiczną, odrzucającą „chemikalia" oraz uprawy bazujące na założeniach biologizacji rolnictwa.

Rozdział 1

1.1 Uprawy ziemniaka w Polsce, historia i zachodzące zmiany

Rodowód ziemniaka związany jest z Ameryką Południową. Wartości odżywcze tej bulwiastej rośliny okopowej dostrzeżono w środkowych Andach, na terenach dawnego peruwiańskiego państwa Inków – Tahuantinsuyo, już ok. 8 tysięcy lat p.n.e. Ojczyzną ziemniaka są zatem tereny dzisiejszego Peru, Chile, Boliwii i Ekwadoru. Pierwszeństwo pod względem uzyskiwanych zbiorów przypisuje się obecnie Chinom.

Do Europy ziemniak trafił dopiero pod koniec XVI stulecia, w 1570 r. za sprawą żeglarzy hiszpańskich. Potem został dostarczony do Włoch, gdzie miał służyć za lekarstwo dla papieża Piusa V. Z czasem zyskał popularność w Belgii, Austrii, Niemczech czy Wielkiej Brytanii. Dopiero po ekspansji kontynentu europejskiego i rosnącej fali entuzjazmu, ogarniającej smakoszy ziemniaka i potraw z niego sporządzonych, dotarł do Ameryki Północnej, Azji, Afryki i Oceanii. Jednocześnie odegrał dużą rolę w emigracji rolników irlandzkich do USA. Błędy agrotechniczne spowodowały w Irlandii klęskę wywołaną porażeniem ziemniaka chorobą grzybową – zaraza ziemniaczana (*Phytophthora infestans*), która do dziś spędza sen z powiek niejednemu hodowcy roślin z rodziny psiankowatych,

Duże zasługi w propagowaniu walorów ziemniaka odnieśli Francuzi: aptekarz Antoine Parmentier, prowadzący pionierskie badania nad ziemniakiem i król Ludwik XVI. W ciągu następnych wieków ziemniak szybko zagościł w kuchniach całego świata.

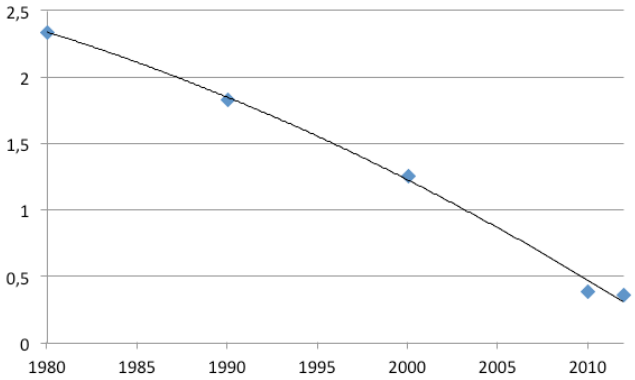
Początkowo z dystansem podchodzono do tej rośliny jako warzywa, nazywano go „diabelskim jabłkiem z ziemi" i łączono z arystokratycznymi lub zakonnymi stołami. Sądzono nawet, że jego spożywanie może powodować choroby, np. trąd. Z czasem obalono te przesądy i rolnicy z większości krajów świata zaczęli masowo uprawiać ziemniaki. Wielu z nich dorobiło się majątków, a zakonnicy ukuli nawet stwierdzenie, że nie złoto i diamenty przynoszą ludzkości bogactwa, ale ziemniaki.

I tak ziemniak z dworu trafił pod strzechy, stał się głównym pożywieniem mieszkańców wsi. Zamożniejsi ludzie rezygnowali z jego konsumpcji, bo zaczęli postrzegać go jako powszedni pokarm biedniejszej części społeczeństwa, rzekomo „niegodny ich żołądków".

Już pod koniec XIX wieku ziemniaki stały się podstawowym składnikiem wielu potraw z różnych kuchni. Ich szerokie zastosowanie kulinarne i mnogość sporządzanych z nich dań wpłynęła na wzrost spożycia. W wielu regionach Europy ziemniaki przyczyniły się do zmniejszenia skutków głodu (m.in. we Francji, Irlandii, czy Wielkiej Brytanii) oraz wzrostu liczby ludności.

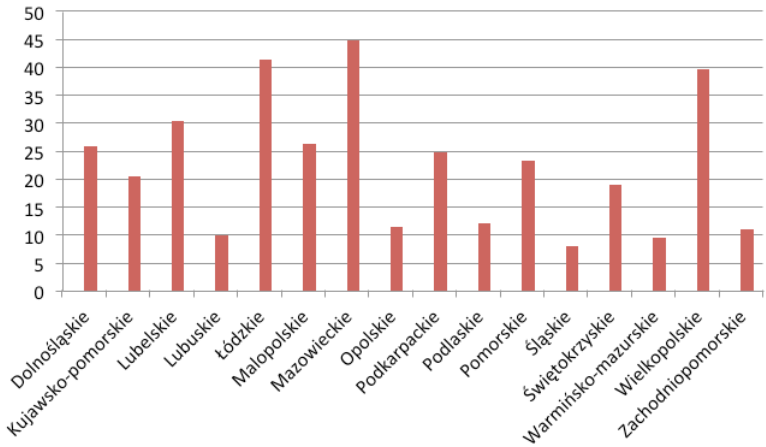
Do Polski ziemniak trafił po odsieczy wiedeńskiej Jana III Sobieskiego. Początkowo uprawiano go wzorem innych krajów, jako egzotyczną roślinę ozdobną. Wiele upłynęło lat nim ziemniak zdobył uznanie wśród konsumentów i popularność rolników. Pod koniec XIX wieku ziemniak jako warzywo był w Polsce podstawowym pożywieniem, zwłaszcza ludności niemajętnej i biedoty. Stanowił też podstawę żywienia niektórych zwierząt hodowlanych. Z czasem zyskał powszechne uznanie konsumentów, rolników, przetwórców. Doceniono jego wszechstronność. Coraz częściej rozważa się ziemniaki jako alternatywny surowiec do produkcji biopaliw. Pozostałości uzyskiwane z obróbki ziemniaka mogą mieć zastosowanie w formie przefermentowanej materii organicznej jako substancja polepszająca wartość i strukturę gleby.

Popularność ziemniaka w Polsce stale wzrastała, by osiągnąć szczyt uprawy w latach 70. XX wieku. Wtedy to powierzchnia upraw tej rośliny w naszym kraju wynosiła przeszło 2,5 mln hektarów, a plony sięgały prawie 50 mln ton rocznie. Polska stała się wówczas drugim po Związku Socjalistycznych Republik Radzieckich (ZSRR) producentem ziemniaków na świecie, uprawy te stanowiły 1/5 struktury zasiewów. Zmiany powierzchni upraw ziemniaka w okresie 1980-2012 przedstawiono na wykresie 1.



Wykres 1. Zmiany powierzchni upraw ziemniaka w Polsce w latach 1980 -2012 (mln ha)
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Jak podaje GUS (2013) w 2012 roku w ogólnej powierzchni kraju 31 628 tys. ha 60,2% stanowiły użytki rolne, w tym w dobrej kulturze rolnej 14 529,4 tys. ha. Powierzchnia uprawy ziemniaka wyniosła 358,8 tys. ha. Największą powierzchnię upraw zanotowano w woj. mazowieckim, a najniższą w woj. śląskim, odpowiednio 54,2 i 8,1 tys. ha (wykres 2).



Wykres 2. Powierzchna uprawy ziemniaka w poszczególnych województwach w 2012 r. (tys. ha); Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS 2013

Odnotowane średnie plony bulw wyniosły 244,0 dt/ha (1 decytona[dt] = 0,1tony[t] = 1kwintal[q] = 100kilogramów[kg])/hektar) były wyższe o 26% w porównaniu do uzyskanych w 2002 r. Znaczne ograniczenie powierzchni upraw skutkowało niższymi zbiorami. W 2012 roku wyniosły one 8 740,4 tys. ton, co w porównaniu do zbiorów w 2002 rok stanowiło jedynie 56%.

Dziś produkujemy zaledwie ponad 10 mln ton ziemniaków i stanowią one około 5% powierzchni zasiewów Do niedawna w uprawie tej rośliny specjalizowały się takie regiony Polski jak: ziemia siedlecka, łódzka, Mazowsze, Wielkopolska, Lubelszczyzna, Małopolska i Podkarpacie. Obecnie zauważa się tendencję przenoszenia uprawy ziemniaka do gospodarstw specjalistycznych, dysponujących odpowiednim sprzętem i wyposażeniem.

Towarowa produkcja ziemniaków, głównie ukierunkowana na frytki, chipsy, snacki czy półprodukty mrożone skupia się w pobliżu zakładów przetwórstwa spożywczego, np. na Mazowszu – *Frito Lay, Star Foods Tomaszów Mazowiecki* czy *Food Land* przyjmujące surowiec od odbiorców nie tylko

z Mazowsza, ale i ziemi łódzkiej czy Wielkopolski. Ziemniaki na szeroką skalę uprawiane są również na Dolnym Śląsku i Pomorzu (fabryki: *Farm Frites, Stolon* – Słupsk; *Lorenz Bahlsen* – Oława, *McCain Poland* – Chociwel)[9], rzadziej na Podkarpaciu, Podlasiu czy w województwie warmińsko-mazurskim bądź opolskim, gdzie problemem jest rynek zbytu.

Do dziś w większości regionów kraju uprawia się ziemniaki. Obok dużych plantacji są też średnie i małe gospodarstwa uprawiające ziemniaki na potrzeby własne i dalszej rodziny. W przypadku tych ostatnich są to małe areały, bo efektywna i dochodowa uprawa ziemniaków wymaga dużego obszaru gruntów o odpowiedniej klasie bonitacyjnej, właściwego sprzętu i dużego nakładu pracy, zwłaszcza w pierwszych etapach uprawy. Ponadto sam zakup kwalifikowanych sadzeniaków, z odpowiednimi paszportami: tzw. elitarnymi (o białej etykiecie), czy oryginalnymi (paszport w niebieskim kolorze) jest jednym z najdroższych wydatków w całej uprawie[10]. Wysokością kosztów sadzeniaki przewyższają nawet środki ochrony roślin i zabiegi pielęgnacyjne prowadzone podczas całej wegetacji. Wahania pogodowe i różne anomalie, które często występują w ostatnich latach (susze, powodzie, gradobicia, choroby) skutecznie odstręczają młodych rolników od decyzji związania się z niestabilnym niewątpliwie sektorem ziemniaczanym.

W światowej produkcji ziemniaków Polska zajmuje 8 miejsce. W czołówce, niezmiennie od wielu lat, znajdują się Chiny, Rosja i Indie. „W 2013 r. w Polsce powierzchnia uprawy ziemniaków, według szacunków IERiGŻ-PIB wyniosła ok. 300 tys. ha (…). Plony szacuje się na 214 ha^{-1} wobec 242 ha^{-1} w roku 2012 i 190 ha^{-1} średnio w latach 2006-2010 zbiory wyniosły 6,4 mln ton."[11]

Jak podawali w 2002 r. Adamicki i Czerko[12], główne kierunki zagospodarowania to ziemniaki jadalne – 5 000 tys. ton, sadzeniaki – 3 100 tys. ton, przemysłowe – 600–2 000 ton i eksport – 70–150 tys. ton (tab. 1). Pozostałe 50% zbiorów przeznaczane jest na paszę. Wraz z obniżaniem w Polsce powierzchni uprawy

[9] Firmy takie przyjmują od odbiorcy surowiec, ale pod warunkiem spełniania narzuconych norm, czy posiadania odpowiednich certyfikatów

[10] Rozwiązaniem w obniżeniu kosztów uprawy ziemniaków mają być tzw. mini bulwy, stanowiące w nasiennictwie bulw alternatywę dla tradycyjnych sadzeniaków. To uzyskane z roślin lub mikro bulwek in vitro ziemniaki o średnicy 10-25 mm, wolne od wirusów, patogenów i mogące wydawać (pod osłonami) dwukrotny plon. Sadzeniaki genetycznie modyfikowane, czy wykorzystywanie ziemniaków w czerwonej biotechnologii, na potrzeby medycyny - do wyrobu szczepionek, to kolejne dyskusyjne nowości.

[11] Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy, nr 40, oprac. zbiór., s. 3.

[12] F. Adamicki, Z. Czerko, Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka, Poznań 2002, s. 274.

ziemniaka, maleje jego spożycie. Natomiast obserwuje się wzrost konsumpcji przetworów ziemniaczanych, tj. produktów smażonych: chipsów, frytek; produktów mrożonych i konserwowanych, czy potrawowych, tzw. galanterii ziemniaczanej (pyzy, kluski, knedle, placki itp.) oraz suszu z ziemniaków surowych czy gotowanych. Tendencja taka zaczęła kształtować się w Polsce wraz z pojawieniem się w latach 90. zachodnich koncernów zajmujących się przetwórstwem spożywczym ziemniaka, np. Farm Frites, McCain, Frito Lay, Lorenz Bahlsen, Snack World.

Tabela 1. Uprawa ziemniaków w Polsce w latach 2000 – 2009.[13]

Wyszczególnienie	Sezon zbiór /przechow. 2000/2001	Sezon zbiór /przechow. 2003/2004	Sezon zbiór /przechow. 2007/2008	Sezon zbiór /przechow. 2009/2010
Powierzchnia uprawy	1,25 mln ha	0,77 mln ha	0,57 mln ha	0,49 mln ha
Przeciętne plony dt.ha^{-1} (q/ha)	19,4	17,9	20,7	18,9
Zbiory	24 232 tys. t	13 731 tys. t	11 791 tys. t	9 200 tys. t
Import	40 tys. t	25 tys. t	84 tys. t	-
Razem do dyspozycji	24 272 tys. t	13 756 tys. t	11 875 tys. t	-
Ubytki i straty	3 390 tys. t (13,9 %)	1 590 tys. t (11,5 %)	950 tys. t (8 %)	-

Wysokie spożycie tego warzywa od wielu lat utrzymuje się w Europie Środkowej, np. na Białorusi, Ukrainie, Litwie, ale i w Holandii oraz europejskiej części Rosji. Wynika to z głęboko zakorzenionych ziemniaczanych tradycji kulinarnych. Bulwy są tutaj jednym z podstawowych składników codziennej diety, stąd ich niemalże masowa uprawa i spożycie roczne przekraczające 100 kg na osobę. Duże zainteresowanie ziemniakami jako wartościową rośliną uprawną pojawiło się także w rejonach, w których dotąd niemal nie uprawiano ziemniaków, np. w Azji Południowo–Wschodniej. Złoty okres uprawy *Solanum tuberosum L.*, jaki miał miejsce w XX wieku, minął bezpowrotnie i paradoksalnie przyczyniły się do tego wysokie zbiory. Duża ilość zebranych bulw nie pozwalała znacznej grupie rolników na przeprowadzanie właściwych i terminowych zabie-

[13] Dane w tabeli za E. Bernatem, Top Agrar Polska, wydanie specjalne: Ziemniaki w mistrzowskiej uprawie, s.106, wyd. I, Poznań 2010.

gów pielęgnacyjnych, co wkrótce poskutkowało złą jakością oferowanych ziemniaków i szerzeniem się chorób wirusowych. Spadek masowej uprawy ziemniaka podyktowany jest także zmianą w sposobie odżywiania ludzi. Szybki tryb życia niejednokrotnie wymusza sięganie po gotowe, wysoko przetworzone artykuły spożywcze w tym przetwory ziemniaczane zamiast ziemniaków.

Popularyzacja i wdrażanie uprawy ziemniaka

Ze względu na historię upraw ziemniaka oraz jej rolę w ocaleniu przed śmiercią głodową milionów ludzi na świecie, Organizacja Narodów Zjednoczonych uznała rok 2008 za Międzynarodowy Rok Ziemniaka. Na cześć ziemniaka wznoszone są też pomniki. W Polsce taki pomnik można podziwiać m.in. na Pomorzu Zachodnim w Biesiekierzu, czy w Łęgach Dębińskich. Powstają także dzieła literackie i plastyczne sławiące odżywcze wartości tej rośliny. Ziemniaka w swoich utworach upamiętnili na przykład Adam Mickiewicz i Eliza Orzeszkowa.

Interesująco o ziemniaku, opisując obyczaje za panowania Augusta III, wypowiadał się Jędrzej Kitowicz – polski historyk i pamiętnikarz: „Jabłka zaś ziemne, czyli ziemniaki, a po teraźniejszemu kartofle, bądź świeże, bądź stare, w jednej utrzymując się porze, równą też apetytowi sprawują satysfakcją. To z okoliczności związku namieniwszy, przystępuję teraz do czasu, którego się kartofle w Polszcze i gdzie najpierwej zjawiły. Zjawiły się najprzód za Augusta III w ekonomiach królewskich, które samymi Niemcami, Sasami-ekonomistami osadzone były, a ci dla swojej wygody ten owoc z Saksonii z sobą przynieśli i w Polsce rozmnożyli."[14]

Dziś w Polsce działania promocyjne i popularyzujące ziemniaka podejmuje powołane w tym celu *Stowarzyszenie Polski Ziemniak*. W wielu krajach działają samodzielne instytuty zgłębiające problematykę bulw. Do roku 1996 prowadził swoją działalność *Instytut Ziemniaka*. Obecnie badania takie prowadzone są w *Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*. Nasiennictwem i ochroną ziemniaka zajmuje się specjalnie powołany do tego zadania *Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka IHAR – PIB* w Boninie. Z kolei w Jadwisinie badane i doskonalone są: agrotechnika, magazynowanie i przetwórstwo, w Młochowie – genetyka i materiały – bank genów niezbędnych do uprawy odmian ziemniaka, a w Bydgoszczy i Radzikowie organizmy kwarantannowe ziemniaka. Dodatkowo

[14] O kartoflach. Jędrzej Kitowicz. Opis obyczajów za panowania Augusta III.

zajmują się także nim w różnej skali inne krajowe instytuty i laboratoria, np. uczelnie w Warszawie, Lublinie, Siedlcach czy Olsztynie. Informacje na jego temat można także uzyskać w Ośrodkach Doradztwa Rolniczego.

Wszyscy badacze ziemniaka zgodnie podkreślają, że jest to cenne żywnościowo warzywo, niestety nadal niedoceniane i niewykorzystane w pełni. Niewątpliwie trzeba dbać o popularyzację ziemniaka, zabiegać o wzrost powierzchni jego uprawy przez polskich rolników, bo to roślina nie tylko zapewniająca bezpieczeństwo żywnościowe, ale także wysoko wydajna roślina energetyczna i paszowa.

Konsumenci najczęściej wybierają odmiany ziemniaka już znane, rzadko sięgają po nowe. Ten stan rzeczy zmienić mają akcje służące popularyzacji i promocji nowych odmian ziemniaków, takie jak: targi, wystawy rolnicze, reklamy czy pikniki. Od lat popularnością cieszą się spotkania i seminaria kulinarne organizowane przez IHAR w Jadwisinie, czy Dni Ziemniaka, np. w Żelaznej lub Przysieku. Można na nich zgłębić nie tylko wiedzę o uprawie i pielęgnacji tej rośliny, ale też poznać m.in. bogaty świat odmian ziemniaka jadalnego, jego kulinarne zastosowania czy dowiedzieć się jak stworzyć atrakcyjną handlową ofertę, adresowaną do szerokiej grupy konsumentów.

Oferta taka powinna zawierać propozycje różnych odmian, reprezentujących wszystkie typy kulinarne, ze szczególnym uwzględnieniem odmian użytkowych oraz możliwością wyboru wielkości opakowania jednostkowego – mogą to być worki raszlowe, torby papierowe, foliowe czy siatki o masie 1 kg, 2,5 kg, 5 kg, 10 kg i 20 kg lub ziemniaki sprzedawane luzem bądź w skrzynkach. Przygotowując taką ofertę, nie można też pominąć: zagadnienia wielkości oferowanych bulw – od dużych, poprzez średnie, aż do małych, kwestii upraw: ekologicznej, konwencjonalnej czy integrowanej; sposobu przygotowania ziemniaków do handlu: myte, czyszczone, czy uszlachetnione torfowaniem oraz ceny. Dla ułatwienia klientowi odróżniania typów kulinarnych odmian ziemniaka, sprzedający powinni wprowadzić system znakowania wartości kulinarnej oferowanych na rynku gatunków np. poprzez zastosowanie symboli wyrażonych kolorami, odpowiadających poszczególnym typom użytkowym (zielony – sałatkowy: *Almera, Bard, Irys, Lord, Orchestra, Vineta*; czerwony – ogólnoużytkowy: *Irga, Orlik, Roxana, Żagiel*; i niebieski – mączysty, do pieczenia: *Bryza, Bursztyn, Ibis, Lady Claire, Tajfun*)[15].

[15] Nowacki W., Ziemniaki, cenne warzywo w polskiej tradycji kulinarnej, Warszawa 2010.

Rozdział 2

2.1 Ziemniak charakterystyka i właściwości

2.1.1 Morfologiczny opis ziemniaka

Łodyga

Gruba, mięsista, do 100 cm wysokości, wykształca rozgałęzione kłącza (stolony) z podziemnymi bulwami bogatymi w skrobię. Łodyga jest pokryta przylegającymi włoskami.

Liście

Przerywano pierzaste, u nasady łatki jajowate lub sercowate.

Kwiaty

O zrośniętych płatkach i 5 łatkach, średnicy do 3–4 cm, barwy białej, różowej, błękitnej lub fioletowej. Wewnątrz korony 1 słupek i 5 pręcików zrośniętych w rurkę wokół słupka. Zebrane w dwuszypułkowe, pozornie szczytowe skrętki. Intensywność kwitnienia (od czerwca do lipca), a także kolor zależą od gatunku ziemniaka. Jedne kwitną bardzo długo, inne szybko zrzucają pąki kwiatowe, są też odmiany, które w ogóle nie kwitną i nie wiążą owoców. Kwitnąca plantacja ziemniaków jest zjawiskiem imponującym, dodatkowo informuje nas o rozpoczęciu tuberyzacji, ale również o wysokich potrzebach wodnych.

Owoce

Zielone jagody, w których zawarte są nasiona, z czasem opadają. Ze względu na dużą zawartość glikoalkaloidów, są trujące i bezwartościowe.

Ziemniak jest byliną trującą. Cały nadziemny pęd (łodyga, liście, kwiaty i owoce) jest szkodliwy. Zawiera trującą solaninę (glikoalkaloidy), powodującą poważne zatrucia pokarmowe. Wykazuje ona również działanie rakotwórcze. W celach spożywczych użytkowane są bulwy, które nie zawierają solaniny. W wyniku wypłukania gleby przez ulewne deszcze i eksponowanie rośliny na słońcu, skórka ziemniaka zielenieje i również staje się trująca. Duże stężenie solaniny występuje w kiełkach i oczkach, dlatego powinny być one usuwane przed spożyciem (Herse i wsp. 1981, Niewiadomski i wsp. 1993, Radomski i Jasnowska 1982).

2.1.2 Fazy rozwojowe ziemniaków

W użyciu funkcjonuje kilka modeli faz rozwojowych, które różnią się między sobą nazewnictwem i liczbą zawartych w nich etapów.

Przykład pierwszy, popularyzowany przez jedną z firm działających na rynku rolnym:

- Sadzenie
- Kiełkowanie
- Wschody
- Wytwarzanie pędów bocznych
- Wzrost roślin
- Zakrywanie międzyrzędzi
- Początek kwitnienia
- Kwitnienie (fot. 1)
- Koniec kwitnienia
- Dojrzewanie
- Zasychanie łęcin

Zdjęcie 1. Ziemniaki w fazie kwitnienia

Przykład drugi, upowszechniany przez inną firmę, wzbogacony o szacunkową klasyfikację faz rozwojowych - BBCH . Ta uniwersalna klasyfikacja pomaga określać, kiedy wykonywać poszczególne głównie chemiczne zabiegi pielęgnacyjne i ochronne u roślin, na jakim etapie ich rozwoju.

- Wschody (00-09)
- Tworzenie liści i łodyg (10-19)
- Wzrost części nadziemnych (20-29)
- Zwarcie międzyrzędzi (30-39)
- Formowanie stolonów i bulw (40-49)
- Początek kwitnienia (50-59)
- Pełnia kwitnienia (60-69)
- Tworzenie jagód (70-79)
- Dojrzałość jagód i nasion (80-89)
- Zasychanie naci (91-93)
- Dojrzałość bulw (93-97)

Przykład trzeci, autorstwa kolejnej firmy (uwzględnia dwie fazy: rozwoju pędu i bulwy, także podaje BBCH)[16]:

Rozwój pędu:

- Kiełkowanie (01-09)
- Wschody, pierwsze liście (11-19)
- Tworzenie łodyg, rozwój pędów bocznych (21-29)
- Wzrost łodyg i pędów bocznych, zwarcie w rzędzie (31-39)
- Wzrost łodyg, pędów bocznych (41-49)
- Tworzenie pąków kwiatowych (51-59)
- Kwitnienie (61-69)
- Rozwój jagód (71-79)
- Dojrzewanie jagód, żółknięcie liści (81-89)
- Dojrzałość, zamieranie łęcin (91-99)

[16] Klasyfikacja ta polega na oznaczaniu dziesiętnym kodem cyfrowym (0-9) poszczególnych stadiów rozwojowych roślin. Pierwsza cyfra informuje o głównej fazie rozwojowej, druga stanowi doprecyzowanie pierwszej

Rozwój bulw:

- Pierwsze korzenie (11-19)
- Wzrost korzeni (21-29)
- Wzrost korzeni, pierwsze stolony (31-39)
- Zawiązywanie bulw (41-49)
- Pełnia tworzenia bulw (51-59)
- Wzrost bulw (61-69)
- Przyrost masy bulw (71-79)
- Kończenie przyrostu bulw, dojrzewanie skórki (81-89)
- Dojrzałość do zbioru, dobrze wykształcona skórka (91-99)

2.1.3 Wartości odżywcze bulw ziemniaka

Ziemniak jest rośliną częściowo jadalną - tylko jej organy podziemne magazynujące skrobię bulwy. Poddane obróbce termicznej nadają się do konsumpcji. Wartości odżywcze ziemniaka kształtują się następująco (w 100 g surowych ziemniaków):

- energia:
  - ziemniaki wczesne 293 kJ (69 kcal)
  - ziemniaki późne 357 kJ (84 kcal)
- białko: 2 g
- węglowodany: 19 g
- tłuszcze: 0 g
- błonnik: 3,1 g
- witaminy C, A, B1,B2,B3, B6, i PP, H, K

Rozdział 3

3.1 Wybór pola, kontrola i przygotowanie gleby

Sadzenie bulw ziemniaków rozpoczyna się, o ile to możliwe, od wyboru właściwego stanowiska w zmianowaniu - pola. Przed sadzeniem należy dokonać analizy gleby na danym stanowisku pod kątem jej struktury, miąższości profilu glebowego, a zwłaszcza warstwy próchnicznej i zwięzłości gleby, pH, składu granulometrycznego oraz procentowej zawartości substancji organicznej. Istotna

jest także wilgotność i temperatura. Uzyskane dane pozwolą dobrać właściwą odmianę do uprawy.

Na glebach zbyt ciężkich nie zaleca się uprawy odmian z przeznaczeniem na chipsy - *Lady Valory*, a wysadzana na lekkich glebach *Lady Amarilla* (zastosowanie: jadalna, przeznaczona na chipsy i frytki) wymaga nawadniania.

Z kolei odmiana jadalna (sałatkowa) Alexia potrzebuje większego zapotrzebowania na N i K, a odmiany *Lady Anny*, która ma szerokie zastosowanie w produkcji frytek, nie powinno wysadzać się w zimną glebę i w zbyt głębokie redliny.

Racjonalne zarządzanie uprawą roli (wykorzystujące innowacyjne naturalne technologie, które wymagają czasu i cierpliwości, ale są jednocześnie lekarstwem na problemy trapiące współczesne rolnictwo) zapewnia roślinie dobre warunki wzrostu i rozwoju oraz wpływa na parametry jakościowe bulwy. Ziemniak, wbrew potocznej opinii, nie jest rośliną dobrze rodzącą na glebach bardzo lekkich. Uprawia się go na tych stanowiskach raczej z konieczności, niż z wymagań gatunku. Wybór właściwego stanowiska i zastosowanie odpowiedniej agrotechniki są głównymi czynnikami odniesienia powodzenia w uprawie ziemniaka.

Panujący w Polsce klimat stwarza dość dobre warunki dla wegetacji tej rośliny okopowej. Jej wzrost i plenność zależą między innymi od wartości termicznych i sumy opadów. Odpowiednia temperatura gleby do sadzenia to 7-8 stopni Celsjusza, osiągana na przełomie kwietnia i maja, w tym czasie kwitnie już mniszek lekarski potocznie zwany „mleczem". Ilość i rozkład opadów w czasie całej wegetacji nie jest bez znaczenia, bo wpływa na poprawny przyrost roślin i zawiązywanie bulw. Ziemniaki są bardzo wrażliwe na niedobory wilgoci w glebie zwłaszcza od początku kwitnienia, kiedy to rośliny zakładają bulwy. Jej niedostatek w okresie od kwitnienia do dojrzewania trzeba uzupełniać, stosując niezwykle kosztowny zabieg jakim jest nawadnianie. Jest to przedsięwzięcie drogie i wymaga dostępu do czystej, nieskażonej wody, ale w lata suche przynosi duże korzyści. Może wtedy podnieść plon nawet o 30 %. Z kolei niedobór wody może spowodować duże straty w plonie sięgające nawet 80%. Lata mokre i dżdżyste też nie wpływają dodatnio na uprawę, bo przyczyniają się do gnicia bulw i rozprzestrzeniania chorób grzybowych.

Wymagania glebowe ziemniaka to gleby przepuszczalne, pulchne, o dobrych stosunkach wodnych, zapewniające dobre przewietrzenie bulw i stolonów. Są to najczęściej gleby klasy III b i IV a i b, należące do kompleksu żytniego bardzo dobrego i dobrego. Roślina ta źle radzi sobie na glebach piaszczystych i tzw. lekkich, gdzie często notowany jest duży deficyt wody dostępnej dla roślin.

Ziemniaki powinny być uprawiane na podłożu średnio zwięzłym, z udziałem piasków gliniastych mocnych. Gleby bardzo zwięzłe, ciężkie, zakamienione czy podmokłe – opóźniają wzrost i dojrzewanie bulw, sprzyjają gniciu, deformacji oraz obniżają ich jakość. Optymalne pH gleby przeznaczonej pod uprawę wynosi 5,5-6,5 (o odczynie lekko kwaśnym). Niższe wartości hamują wzrost bulw i przyczyniają się do spadku plonu, a wyższe umożliwiają rozwój chorób np. inwazji parcha zwykłego. Stanowisko pod ziemniaki musi odznaczać się znaczną zawartością próchnicy (2%), odpowiednią zasobnością w potas, fosfor i magnez (na średnim poziomie) oraz w mangan.

W 100 g gleby zbilansowana ilość podstawowych składników odżywczych wynosi :

- dla gleb lekkich: 10,1–15,0 mg K_2O; 3,1–5,0mg Mg; 10,1–15,0mg P_2O_5;
- dla gleb średnich: 12,6–20,0 mg K_2O; 5,1–7,0mg Mg; 10,1–15,0mg P_2O_5.

W uprawie ziemniaków, analogicznie do innych roślin, można zastosować odpowiednie wyliczenia, których końcowy wynik ułatwi ustalenie wymaganych dawek składników mineralnych służących zaspokojeniu potrzeb pokarmowych rośliny. Na przykład dla stanowisk zasobnych, co najmniej o poziomie średnim, kształtują się one następująco w dawkach czystego składnika:

- azot 120,0 kg/ha, fosfor: 45,0 kg/ha, potas 210,0/ha.

Ilości te mają charakter orientacyjny i podlegają korekcie zależnie od poziomu zasobności gleby, przedplonu, dawki nawozów naturalnych czy organicznych i kierunku uprawy.[17] Profesor Grzebisz zwraca uwagę na duże znaczenie potasu w uprawie ziemniaków. Obok azotu jest on ich głównym składnikiem pokarmowym. Decyduje o szybkim wzroście i jakości bulw, kontroluje gospodarkę wodną rośliny, zmniejsza działanie wielu patogenów, poprawia smakowitość bulw i jakość przechowalniczą. Dzięki zmniejszaniu zawartości cukrów redukujących – poprawia kolor chipsów i frytek.

Profesjonalne i zbilansowane nawożenie jest istotne w uprawie każdej rośliny. Wszędzie, niezależnie od specyfiki przyjętej uprawy obowiązują takie same zasady i prawa. Koszty związane z nawożeniem gleby nie należą do małych wydatków, dlatego nawożenie pola powinno być przeprowadzane wyłącznie w oparciu o aktualne wyniki analiz zasobności gleby, które dokładnie wskazują potrzeby pokarmowe wymagające uzupełnienia. Każdy składnik pokarmowy

[17] Wyliczenia te podaję za profesorem Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, p. W. Grzebiszem. Zob. tamże, s. 18.

wpływa pośrednio na wielkość plonu i jakość bulw, ale zarówno ich nadmiar, jak i niedobór nie jest dla rośliny wskazany, np. zbyt wysoka dawka azotu (N) wpływa na wzrost azotanów w bulwach. Przenawożone azotem ziemniaki mają skłonność do pustowatości, ospowatości, zwiększa się też ich podatność na uszkodzenia czy zarazę ziemniaka. Reakcja roślin na deficyt danego składnika objawia się zniżką plonu. Najczęściej symptomy niedoboru są utajone. Znając zasobność gleby łatwiej jest przestrzegać maksymy ekonomicznego oszczędzania: „tak dużo jak to konieczne, tak mało jak to możliwe".

Miejsce w zmianowaniu

Jako roślina okopowa, uprawiana na oborniku stanowi dobry przedplon zwłaszcza dla zbóż. Ziemniak ma też swoje wymagania dotyczące przedplonu. Preferuje gleby po roślinach motylkowych, ich mieszankach z trawami, strączkowych na zielonkę i nasiona, lecz takich stanowisk często brakuje. Jeśli mamy takie stanowiska, w pierwszej kolejności przeznaczmy je pod rośliny bardziej wymagające jak zboża, a zwłaszcza ich formy jare. Ziemniaki nie powinny być uprawiane po łubinie czy kukurydzy lub po innych okopowych na oborniku. Sprzyjają one porażeniu chorobami i utrudniają zabiegi agrotechniczne, wpływ mają np. pozostałości korzeniowe po kukurydzy lub zawartość w glebie użytych do ich pielęgnacji herbicydów. Najczęściej ziemniaki są uprawiane po zbożach, a takie stanowiska wymagają dużego nakładu na ograniczenie zachwaszczenia, zwiększenie zasobności w składniki pokarmowe i substancję organiczną. Uprawy ziemniaków bez nawożenia nawozami organicznymi czy naturalnymi powinno się ograniczyć do minimum, ponieważ uprawki pielęgnacji mechanicznej napowietrzając wierzchnie warstwy profilu glebowego znacznie zubażają glebę w substancję organiczną, której bilans roczny w takim przypadku będzie ujemny. Mając na uwadze zwiększenie siły rodnej gleby działania rolnika powinny zmierzać do zwiększenia zawartości próchnicy w glebie czego odzwierciedleniem jest dodatni bilans jej źródła - substancji organicznej, po rocznej uprawie tej rośliny.

Przykładem dobrej praktyki rolniczej z wykorzystaniem probiotechnologii jest 14 letnia praktyka stosowania kompozycji pożytecznych mikroorganizmów na polach uprawianych w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym SGGW w Chylicach. Dzięki zastosowaniu mikroorganizmów na słomę kukurydzy nie występują choroby generowane przez jej gnicie. Pożyteczne mikroorganizmy sprawiają, że słoma zamienia się w próchnicę, a zawartość łatwo dostępnych

składników odżywczych dla roślin wzrasta. Pożyteczne mikroorganizmy stosowane na słomę sprawiają, że już wiosną nie ma problemów z uprawianiem gleby, korzenie i słoma ulegają biodegradacji, poddają się humifikacji i mineralizacji, nie utrudniają zbiorów ziemniaków i nie stanowią przyczyny chorób grzybowych.

W celu poprawy wartości pól o słabych jakościowo glebach, można zastosować przyoranie obornika, międzyplonu z peluszki, gorczycy lub facelii jednakże należy unikać międzyplonu ozimego. Zaleca się stosować minimum 2-3 letnią przerwę w uprawie na tym samym polu czyli rotację i unikać uprawy w monokulturze. Ziemniak w wyjątkowych sytuacjach może być także uprawiany po sobie, ale wymaga wtedy wzmożonej pielęgnacji: intensywnego nawożenia, ochrony i deszczowania (fot. 2). Zbyt długa uprawa na tym samym polu może jednak skutkować rozwojem chorób bakteryjnych i grzybowych - zwłaszcza zarazy ziemniaczanej oraz mątwika. Dlatego też, koniecznie trzeba równolegle stosować naturalne preparaty zawierające KPM do ochrony roślin przed chorobami i szkodnikami.

Zdjęcie 2. Uzupełniające deszczowanie plantacji ziemniaka

3.2 Uprawki

Ziemniak jest rośliną, która wymaga wysokiej kultury i sprawności roli. Najlepiej plonuje na glebach przewiewnych, pulchnych, starannie doprawionych i odchwaszczonych. Stan taki można osiągnąć poprzez stosowanie właściwej uprawy roli, na którą w tradycyjnym systemie składają się uprawki: pożniwne, przedzimowe i wiosenne[18].

Zdaniem Beresa[19] technologie produkcji ziemniaka powinny być tak dobrane, aby nie występowały w nich niepotrzebne zabiegi agrotechniczne i jednocześnie, by były w równym stopniu zmechanizowane. Według cytowanego autora, powinno się dążyć do stosowania metod zmniejszających zużycie energii i kosztów pracy maszyn oraz ludzi, a także skrócenia czasu wykonania zabiegu. Zdaniem Dziamby[20] cechy fizyczne gleby powinny być brane pod uwagę w trakcie planowania częściowego zaprzestania pełnej uprawy roli przy wprowadzeniu bezpłużnego systemu uprawy roli bądź siewu bezpośredniego.

Zabiegi spulchniające i odwracające rolę powinno się wykonywać tak płytko jak jest to możliwe, a zarazem tak głęboko jak wymaga tego roślina.

W opinii Dzieni[21] uproszczenia w uprawie roli, do siewu bezpośredniego włącznie, mogą powodować zmniejszenie plonu, zwłaszcza ziarna zbóż, co nie kompensuje poniesionych kosztów.

Uprawa roli wpływa przede wszystkim na jej stan fizyczny, chemiczny i biologiczny, stąd w miarę możliwości należy dostosować ją do wymagań poszczególnych gatunków roślin, a także rodzaju i stanu gleby, lokalnego agroklimatu[22].

Głównym zadaniem uprawy roli jest stworzenie możliwie najkorzystniejszych warunków dla wzrostu i rozwoju roślin. Dzieje się to między innymi poprzez zapewnienie odpowiedniej ilości łatwo dostępnej wody, dostarczenie do gleby powietrza zwłaszcza tlenu oraz niezbędnych dla życia makro i mikro-składników. Prawidłowo wykonana uprawa roli powinna ponadto spełniać

[18] Klikocka H., Sachajko J. (2011): Kompleksowa ocena agrotechnologii ziemniaka i pszenżyta jarego. Acta Agrophysica. Rozprawy i Monografie

[19] Beres G., 1993. Porównanie energochłonności zabiegów w uprawie ziemniaków. Zesz. Nauk. AR Szczecin,

[20] Dziamba Sz., 1982. Wpływ zmiennego uwilgotnienia i typu gleby na plonowanie i strukturę plonu żyta, pszenicy i pszenżyta. Annales UMCS,

[21] Dzienia S. 1994. Nowe tendencje w produkcji zbóż, ziemniaków i roślin strączkowych. Mat z Konf. Nauk.

[22] Orzech K., Nowicki J., Marks M., 2003. Znaczenie uprawy roli w kształtowaniu środowiska. Post. Nauk Roln.,

szereg innych istotnych warunków. Poza odpowiednim rozluźnieniem lub zagęszczeniem, w szczególności zwiększeniem aktywności biologicznej, musi także ograniczać zachwaszczenie, poprawiać strukturę oraz jej trwałość, a także zapewniać dokładne wymieszanie z glebą resztek pożniwnych, nawozów naturalnych, organicznych i mineralnych, a w terenach zagrożonych – wyeliminować lub ograniczyć występowanie erozji wodnej i wietrznej[23].

Od lat poszukuje się sposobów racjonalizowania intensywności przedsiewnej uprawy roli, polegających przede wszystkim na obniżaniu nakładów energetycznych, związanych z samym procesem produkcji, przy jednoczesnym zachowaniu „przyjaznego stosunku dla środowiska"[24, 25].

W przypadku uprawy przedzimowej konieczne jest przyoranie nawozów naturalnych lub organicznych. Jedna orka – razówka może być wykonana w przypadku przedplonów pozostawiających po sobie pole odchwaszczone. Natomiast przedplon w postaci zbóż wymaga zastosowanie pełnego zespołu uprawek pożniwnych, a tuż przed zimą orki przykrywającej obornik. Takie rozwiązanie pobudzi wiele nasion z banku znajdującego się w warstwie próchnicznej do kiełkowania i wschodów. Kilkukrotne bronowanie w odstępach 2 – 3 tygodniowych, których długość zależy od „zazieleniania" się pola niszczy wschodzące rośliny – chwasty i pobudza kolejne nasiona do kiełkowania. Wprowadzenie orką przedzimową substancji organicznej w różnej postaci poprawia jej bilans w glebie. Jednakże pod wpływem wielokrotnych uprawek pielęgnacyjnych w okresie wegetacji, przed zwarciem rzędów tracimy bezpowrotnie znaczną jej część.

Zdjęcie 3. Łan ziemniaka po intensywnej pielęgnacji mechanicznej

[23] Kuś J., 1998. Optymalizacja uprawy roli. IUNG Puławy. Mat. szkol.,

[24] Dzienia S., Malicki L., Nowicki J., Wesołowski M., 1995. Sposób uprawy roli a plonowanie niektórych roślin na różnych glebach. Mat. Konf. "Siew bezpośredni w teorii i praktyce". AR Szczecin,1995

[25] Grabiński J.: Technologie uprawy zbóż. Pam. Puł. Z. 114: . 1999

3.3 Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów KPM ich rola w uprawie roślin i stosowanie

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów to odpowiednio dobrane zespoły fermentujących bakterii fotosyntetycznych, bakterii kwasu mlekowego, promieniowców, drożdży i grzybów wprowadzane do ekosystemu w celu przyspieszenia jego biologicznej regeneracji, działają w środowisku glebowym, w roślinach i na ich powierzchni. Pożyteczne mikroorganizmy wytwarzają enzymy, które zapewniają im przetrwanie i rozwój w środowiskach zdominowanych przez patogeny. Systematycznie wypierając patogeny, przerywają ich dominację w tych środowiskach tworząc warunki dla zdrowego, optymalnego rozwoju roślin, zwierząt i ludzi. Wspierają bioróżnorodność odtwarzając pierwotny ekosystem. Korygując procesy w glebie wzmacniają efektywność naturalnego nawożenia, optymalizują pH gleby, poprawiają jej żyzność. Dzięki nim eliminuje się gnicie materii organicznej, które jest źródłem odorów i toksyn.

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów powinny być stosowane przy wilgotnej aurze, zachmurzeniu, na wilgotną glebę, nigdy przy silnym nasłonecznieniu i zawsze przy użyciu niechlorowanej wody. Nie można mieszać ich z chemicznymi środkami ochrony roślin, sztucznymi nawozami, detergentami oraz środkami dezynfekującymi.

Niezwykle ważną zaletą działania kompozycji pożytecznych mikroorganizmów w rolnictwie jest ich wpływ na detoksykację gleby, w szczególności oczyszczanie z pozostałości po pestycydach oraz dezaktywację metali ciężkich. Ich działanie zwiększa zdolności buforowe gleb. Dzięki temu substancje toksyczne nie przedostają się do roślin. Mikroorganizmy mają również ogromny wpływ na wypieranie szkodników glebowych, np. pędraków oraz ograniczanie występowania chorób roślin. Poprzez zwiększenie bioróżnorodności gleb rosnące rośliny są naturalnie kondycjonowane. Ich zahartowanie na warunki deficytu jednego z wielu czynników bio czy abiotycznych sprzyja stabilnym plonom zarówno pod względem wysokiej jakości jak i dużego plonu.

Zdaniem prof. E. Solarskiej, stosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów, wsparte dodatkowo fermentowanymi ekstraktami roślinnymi (wrotycz, mniszek, pokrzywa, skrzyp), w walce z chorobami i szkodnikami roślin rolniczych, ogrodniczych czy sadowniczych może znacznie ograniczyć zużycie środków chemicznych i przynieść pożądane rezultaty w procesie poprawy

jakości gleb.[26]

Ich dawkowanie jest zależne od struktury gleby, zawartości próchnicy, przedplonu, międzyplonu, stosowanego nawożenia organicznego oraz rodzaju planowanej uprawy w plonie głównym, jak również rośliny następczej.

Przed wdrażaniem w uprawach probiotechnologii w postaci aplikacji kompozycji pożytecznych mikroorganizmów należy ograniczyć nawożenie nawozami mineralnymi - sztucznymi, stosowanie chemicznych środków ochrony roślin oraz dolistne zasilanie. Jak podkreślają praktycy – rolnicy, którzy od lat w swoich gospodarstwach stosują zasady zrównoważonych technologii uprawy, w tym kompozycje pożytecznych mikroorganizmów, tylko bezwzględne przestrzeganie warunków stosowania naturalnych technologii może przynieść spodziewane efekty.[27]

Warto podkreślić, że zagadnienie stosowania mikroorganizmów w prawodawstwie UE szczególnie w rolnictwie ekologicznym określa rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008 z dnia 05. 09. 2008 r., „ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady WE nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej znakowania i kontroli w art. 3 ustęp 4 i 5 mówi w ustępie 4: „aby poprawić ogólny stan gleby lub dostępność składników w glebie lub uprawach można stosować odpowiednie preparaty z mikroorganizmów".

Natomiast w ustępie 5: dowiadujemy się, że:
„do aktywacji kompostu mogą być stosowane odpowiednie preparaty na bazie roślin lub preparaty z mikroorganizmów".

Ponieważ rozporządzenie to dotyczy stosowania mikroorganizmów w rolnictwie ekologicznym, które z zasady ma podwyższone wymagania jakościowe, a przede wszystkim ograniczenia i zakazy dotyczące agrochemikaliów racjonalnym i koniecznym działaniem jest wprowadzenie preparatów dopuszczonych do stosowania w ekologicznym rolnictwie do integrowanej ochrony roślin w każdym typie rolnictwa.

Tabela 2 przedstawia różne zastosowanie i proponowane dawki KPM

[26] E. Solarska, ProBio Emy w walce z chorobami i szkodnikami, w: Uzdrowić Ziemię, Warszawa 2012, s. 102.
[27] Tamże, s. 11.

Tabela 2. Szczegółowe zalecane dawki i stosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów (KPM)

Grunty orne	Warzywniaki i ogrody	Gnojowica fermentacja i higienizacja	Obornik fermentacja i waloryzacja	Kompost
Przed uprawkami (orka, kultywatorowanie, talerzowanie): od 20l - 200l KPM na 1 ha rozcieńczone w 200l–1000l wody	Do gleby przed siewem, uprawa warzyw i roślin ozdobnych: od 2l – 3l na 100 m^2 rozcieńczone w 20l - 30l wody	Od 1 l - 3l na 1 m^3	Od 1l - 3l na 1 m^3 pryzmy	Od 1l – 10l na 1 m^3 pryzmy
W trakcie wzrostu rośliny: od 10l-30 l na 1 ha rozcieńczone w 200l - 400l wody	Do przygotowywanych podłoży: od 1l - 2l na 1 m^3 rozcieńczone w 10l – 20l wody. Do opryskiwania roślin: 1l rozcieńczony w 30L -50l wody lub do podlewania: 1l rozcieńczony w 50l – 100l wody			

Górne wartości wysokich dawek kompozycji pożytecznych mikroorganizmów (KPM) dotyczą gleb zdegradowanych, na których rośliny mają kłopoty ze wzrostem i rozwojem, nie chcą rosnąć i wymagają przywrócenia życia biologicznego w glebie. Po przywróceniu życia biologicznego gleby, rozpoczyna się długotrwały proces strukturotwórczy. Gleba nabywa odpowiednie właściwości fizykochemiczne, a w ślad za tym właściwą strukturę, wtedy dawkę biopreparatu sukcesywnie należy obniżać. Taki proces może trwać od 1 roku do 3 lat, w zależności od stopnia zdegradowania gleby, a szczególnie niskiego poziomu zawartości materii organicznej. Bez zastosowania KPM proces ten może trwać 10 lub więcej lat.

Rozdział 4

4.1 Kierunki upraw, przeznaczenie i wymagania jakościowe plonu

Podstawowe kierunki uprawy ziemniaka to:
1. przeznaczenie na skrobię (przemysłowe wykorzystanie), rzadziej paszę,
2. konsumpcja (tzw. ziemniaki jadalne, użytkowe).

W przypadku ziemniaka przemysłowego (ziemniaka uprawianego na skrobię) nie ma restrykcyjnych wymagań jakościowych plonu (jedynie zawartość skrobi), jak to się dzieje w przypadku uprawy przeznaczonej dla przemysłu spożywczego, np. do produkcji chipsów i frytek.

W przypadku produkcji ziemniaków na frytki czy chipsy konsumenci i kontrahenci, wymagają od plantatorów i rolników bulw zdrowych, ładnych, okazałych, najlepiej pozbawionych pozostałości herbicydów stosowanych podczas ich wegetacji. Bardzo trudno wyhodować ziemniaki o wysokich parametrach jakościowych bez stosowania środków zaradczych w sytuacjach kryzysowych, lub ukierunkowania technologii w stronę szeroko pojętej biologizacji ze stosowaniem biopreparatów. Tu producenci mogą sięgać po preparaty zwalczające szkodniki oraz choroby i służące do ochrony roślin w oparciu o probiotechnologię.

Takie zabiegi są stosowane w rolnictwie konwencjonalnym, bądź na plantacjach prowadzonych w systemie Integrowanej Produkcji (IP)[28], ale nie są dopuszczone w uprawie ekologicznej. Ta ostatnia wyklucza stosowanie nawozów mineralnych, chemicznych środków ochrony, czy syntetycznych stymulatorów wzrostu. Uprawa ekologiczna wymaga więc wdrażania wielu działań pielęgnacyjnych. W zastępstwie nawozów, do odżywiania roślin stosuje się wyłącznie składniki pokarmowe uzyskiwane z naturalnych nawozów lub nawozów organicznych (obornika, kompostu), z nawozów zielonych – międzyplonów, a ostatnio z biofermentu z biogazowni rolniczych. Z kolei herbicydy eliminuje się wracając do dawnej szkoły profesora Świętochowskiego. Profesor w podręczniku akademickim „Ogólna uprawa roli i roślin" wydawanym wielokrotnie, podkreślał wyjątkową rolę zespołu uprawek pożniwnych jako podstawy mechanicznej walki z chwastami.

[28] Integrowana Produkcja (IP) to sposób gospodarowania polegający na racjonalnym wykorzystywaniu postępu technologicznego i biologicznego w uprawie, ochronie i nawożeniu roślin przy zachowywaniu jednocześnie dbałości o naturalne środowisko i równowagę w ekosystemie.

Duże ilości resztek pożniwnych, przyorywane płytko wymagają aktywnie biologicznej gleby do ich humifikacji. Dzięki preparatom biologicznym osiągnąć można przyspieszenie procesu mineralizacji masy organicznej, a co za tym idzie, zwiększenie zapasów glebowego magazynu żywnościowego dla roślin w łatwo dostępne składniki pokarmowe w formie mineralnej.

W biotechnologii sięga się też po preparaty biologiczne, np. wyciągi z roślin, kompozycje pożytecznych mikroorganizmów oraz grzybów antagonistycznych do eliminowania szkodników.

Rolnicy stosujący zrównoważone technologie uprawy gleby i roślin, wykorzystujące naturalne biopreparaty wspierają odtwarzanie naturalnie niegdyś panującej równowagi w ekosystemie, harmonii pomiędzy szkodnikami roślin, a organizmami pożytecznymi, które je zwalczają.

4.2 Czynniki decydujące o jakości plonów

Wielkość i jakość zebranych bulw zależy przede wszystkim od warunków uprawy oraz prowadzonego systemu gospodarowania. Wprawdzie można uzyskać wysoki plon, ale bulwy mogą mieć wady, które obniżają ich wartość. Nie będą więc zadowalać ani konsumenta, ani rolnika. Ten ostatni mniej zarobi na uzyskanym plonie, bo z braku spełniania standardów rynkowych ziemniaki zostaną wykorzystane w inny sposób, np. posłużą w przemyśle do produkcji krochmalu, skrobi czy alkoholu.

Jakość uprawianych ziemniaków, jak większości warzyw, zależy od następujących czynników: cech genetycznych odmiany, pogody oraz stosowanej przez rolnika agrotechniki. Duży wpływ mają także czynniki okresu wegetacji. One także kształtują jakość bulw. Wszystkie kryteria są istotne, bo pomiędzy nimi zachodzi wzajemna korelacja.

Do czynników decydujących o jakości plonu (tu: ziemniaków) zalicza się:

1. Czynniki agrotechniczne

- Przygotowanie sadzeniaków
- Obsada roślin
- Dolistne dokarmianie
- Nawadnianie
- Ochrona plantacji
- Przygotowanie do zbioru i zbiór

2. Środowisko atmosferyczne
- Długość okresu wegetacji
- Rozkład opadów
- Nasłonecznienie
- Temperatura powietrza

3. Genotyp
- Cechy morfologiczne bulw
- Cechy sensoryczne
- Skład chemiczny
- Odporność na czynniki patogeniczne i stresy

4. Środowisko glebowe
- Zawartość próchnicy
- Życie biologiczne gleby w tym mikrobiologiczne
- Miąższość i zwięzłość gleby
- Skład granulometryczny
- Zasobność i dostępność składników pokarmowych
- Wilgotność
- Temperatura

5. Czynniki agrotechniczne
- Pożniwna, przedzimowa i wiosenna uprawa roli
- Nawożenie
- Termin sadzenia
- Rozstawa międzyrzędzi
- Pielęgnacja plantacji

Mając na uwadze tak szeroką listę, uprawa ziemniaka wymaga od rolnika wiedzy i umiejętności popartych wieloletnim doświadczeniem. Konsekwentne wprowadzenie do uprawy ziemniaków zasad głoszonych przez profesora Zimnego, a dotyczących biologizacji z wykorzystaniem biotechnologii znacznie zwiększy siłę rodną gleby – jej żyzność, wpływając na jakość plonów teraz i w przyszłości.

Rozdział 5

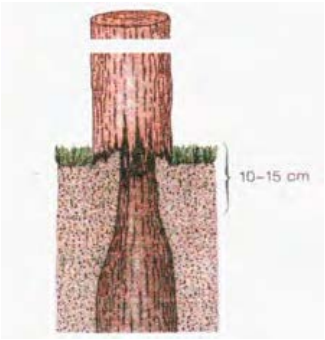
5.1 Innowacyjne naturalne technologie – przykłady dobrych praktyk

W zależności od zasobności gleby w substancje odżywcze (duża dostępność dla roślin makro i mikroelementów decyduje o wielkości i jakości plonu), odczynu - pH warstwy ornej i zawartości próchnicy, można podjąć decyzję o wyborze technologii uprawy, wysokości nawożenia organicznego, naturalnego i mineralnego.

5.1.1 Poprawa jakości gleby przy zastosowaniu probiopreparatów

Doświadczenie ze stosowaniem probiopreparatów na polach RZD SGGW w Chylicach wskazuje, że stanowiska o zawartości poniżej 1% próchnicy wymagają dużego nawożenia organicznego i zastosowania nawet 500 $l \cdot ha^{-1}$(l/ha) kompozycji pożytecznych mikroorganizmów. W glebie o zawartości próchnicy powyżej 4% wystarczy 20 $l \cdot ha^{-1}$ (1/ha) bez nawożenia fosforowo-potasowego z niskimi dawkami, a nawet całkowitą rezygnacją z nawożenia azotowego. Niezwykle istotne są także zabiegi agrotechniczne prowadzone przed sadzeniem ziemniaków tzw. uprawki. Obok zbilansowanego nawożenia determinują znacząco poziom uzyskanego plonu. Mają na celu stworzenie doskonałych warunków do kiełkowania sadzeniaków i uzyskanie wyrównanych wschodów na całym polu. Wpływają także korzystnie na łatwość pobierania przez korzenie ziemniaka składników odżywczych zawartych w głębszych warstwach gleby. Przed wykonaniem uprawek spulchniających i mieszających warstwę orną można rekomendować zastosowanie biopreparatów w ilościach zgodnie z zaleceniami w zależności od zawartości próchnicy w glebie i jej odczynu.

W przypadku uprawek jesiennych - przedzimowych: tzw. orka przedzimowa (przeprowadzana pługiem z przedpłużkiem do przyorania nawozów organicznych lub naturalnych), dobrze miesza i przykrywa wierzchnią warstwę gleby z biopreparatami aplikowanymi bezpośrednio na resztki pożniwne lub nawozy organiczne. Nawozy z międzyplonów ścierniskowych - rozdrobnionych zielonych części roślin można również przed ich przyoraniem zaszczepić KPM. Taka praktyka znacznie ułatwi proces humifikacji świeżej masy organicznej. Sprzyjać będzie kumulacji próchnicy, co znacznie podwyższy siłę rodną gleby.



Orkę pól w RZD SGGW w Chylicach wykonuje się na głębokość 20 cm, tak by nie wydobywać występujących głębiej jasnych warstw podglebia - „martwicy". Nie stosuje się głęboszowania, a jedynie poprawia strukturę gleby przez dostarczanie materii organicznej wraz z kompozycjami pożytecznych mikroorganizmów .

Zdjęcie 4. Rysunek autorstwa Adolfa Daenecke wskazuje na jakiej głębokości przebiegają najintensywniejsze procesy życia biologicznego gleby, w tym humifikacji i mineralizacji materii organicznej.

5.1.2 Nawożenie wapniem, a probiotechnologia

Nie zaleca się stosowania wapna tlenkowego na glebach lżejszych, ta forma wapnia - dezynfekuje mikroflorę ryzosfery. Jednocześnie podkreślić należy ważną rolę zabiegu wapnowania właściwą formą wapnia. Pożniwne wapnowanie gleb służy przede wszystkim poprawie właściwości, decydujących o efektywnym działaniu nawozów organicznych, naturalnych i mineralnych. Wapno czy nawozy wapniowe, a w nich zawarty wapń ma znaczenie odkwaszające, podwyższa pH gleby zmieniając jej odczyn z kwaśnego na zasadowy. Im wyższe pH gleby tym jest ona bardziej zasadowa. Zawarta w dostępnych na rynku nawozach NPK ilość wapnia nie ma praktycznie żadnego znaczenia odkwaszającego.

Do odkwaszenia gleby potrzebne jest wapno naturalnego pochodzenia: kreda, dolomit, itp. Nawozy tego typu działają wolniej, ale nie powodują nagłej dezynfekcji gleby co ma zasadnicze znaczenie w aktywności biologicznej warstwy ornej. Stworzenie konkurencyjności pomiędzy organizmami szkodliwymi, a pożytecznymi poprzez wprowadzenie tych drugich do gleby korzystnie zmienia jej odczyn. Po kilku latach stosowania probiotechnologii wielu rolników odnotowuje wzrost wartości pH gleby.

5.1.3 Bioasekuracja łanu

Bioasekuracja ma szczególnie dużą rolę w początkowym okresie wzrostu ziemniaka. Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów stosuje się do zaprawiania wysadzanych ziemniaków, doglebowo przed formowaniem redlin oraz dolistnie, zamieniając ochronę fungicydami chemicznymi na ochronę biologiczną.

Uprawa ziemniaka jest skomplikowanym, pracochłonnym i drogim procesem. Przy stosunkowo krótkim okresie wegetacji od 75 do 145 dni, ilość zabiegów mechanicznych, chemicznych czy nawet ręcznych, skoncentrowanych wokół nich jest ogromna. Agrotechnika musi być więc przemyślana, bo wprowadzone technologie wpływają na całościowy rozwój rośliny.

Wszelkie prace polowe powinny zostać poprzedzone analizą gleby, odnalezieniem jej mocnych i słabych stron, by dobrać odpowiednie odmiany ziemniaka do uprawy na danym terenie. Dopiero wówczas można przygotować plan dalszego działania i wypracować właściwe rozwiązania. Trzeba uruchomić potencjał drzemiący w glebie, odbudować jej strukturę, przywrócić wartościową próchnicę, zwiększyć retencję wody glebowej i czerpać z naturalnych składników pokarmowych. Właściwa realizacja tych działań, prowadzonych w zgodzie i harmonii z Naturą, pomoże stopniowo eliminować problemy powodowane przez susze, wymarznięcia, deszcze, choroby czy szkodniki, wpłynie na zmniejszanie ryzyka strat i podniesie zyski z plonów.

5.1.4 Polecane zabiegi agrotechniczne stosowane w uprawie ziemniaka przy współudziale probiotechnologii:[29]

- Dobre spulchnienie gleby, by zminimalizować występowanie grud ziemi, kamieni czy korzeni chwastów;
- Sadzenie zdrowych kwalifikowanych sadzeniaków oraz dobór odmiany o podwyższonej odporności na choroby;
- Wysadzanie bulw na glebach lekko zwięzłych. Na stanowiskach gleb lekkich i piaszczystych występuje duże ryzyko porażenia bulw przez zarazę ziemniaka. Z kolei na glebach zbyt ciężkich i zlewnych zwiększa

[29] Zabiegi agrotechniczne oraz składowe okresu wegetacji wpływające na wartość bulw, podaję za opracowaniem W. Nowackiego, Ziemniaki – cenne warzywo w polskiej tradycji kulinarnej, Warszawa 2010, s.37-40 oraz korzystam z artykułu E. Bernata, pracownika IHAR, oddział w Boninie, zamieszczonego w czasopiśmie – Top Agrar Polska, poradnik eksperta, wyd. specjalne: Ziemniaki w mistrzowskiej uprawie, s. 108-109.

się możliwość infekcji mokrą zgnilizną oraz porażenie bulw parchem;

- Wysadzanie bulw na głębokości około 8-10 cm liczonych od szczytu redliny (zbyt płytkie sadzenie powoduje zazielenienia i możliwość porażenia zarazą, a głębokie wydłuża wschody, sprzyja występowaniu rizoktoniozy na kiełkach oraz utrudnia zbiór);
- Dobór właściwego następstwa roślin i unikanie upraw w monokulturze, co sprzyja nagromadzeniu się w glebie organizmów chorobotwórczych (przerwa w uprawie ziemniaków na tym samym polu w zależności od rejonu uprawy powinna wynosić od 3 do 7 lat)[30];
- Stosowanie jesiennego nawożenia organicznego lub uprawa międzyplonów ścierniskowych (żyto, gorczyca, facelia, rzodkiew oleista i inne oraz ich mieszanki);
- Właściwe nawożenie pola makro i mikroelementami (unikanie wysokich dawek azotu, stosowanie potasu lub magnezu; poziom nawożenia azotem trzeba dostosować do wymagań nawozowych danej odmiany i kierunku użytkowania[31]);
- Terminowe sadzenie w szerokie redliny, tzw. trapezowe (co najmniej 75 cm), co pozwala w pełni wykorzystać możliwości plonotwórcze. Na plantacjach o szerokich redlinach następuje późniejsze zwarcie roślin w rzędach – mniejszy kontakt części nadziemnych – i lepsze przewietrzenie łanu, co nie sprzyja inwazji chorób grzybowych, głównie zarazy;
- Obsada roślin, w zależności od kierunku przeznaczenia, np. na chipsy i frytki – ilość roślin powinna wynosić 30-40 tys. na jeden ha[32];
- Właściwe prowadzenie zabiegów pielęgnacyjnych na plantacji (zwalczanie chwastów konkurujących z ziemniakami o składniki pokarmowe);
- Deszczowanie plantacji w okresie suszy (nawadnianie poprawia morfologię bulw, wygląd skórki i jakość miąższu);
- Prowadzenie skutecznej ochrony roślin przed chorobami grzybo-

[30] Indywidualne doświadczenia rolników są dowodem na to, że można uprawiać ziemniaka, nie stosując płodozmianu. Za przykład mogę podać gospodarstwo w Chylicach, gdzie dzięki stosowaniu ProBio Emów, służących regeneracji gleby i przywróceniu jej naturalnej żyzności, osiąga się wysokie plony i ziemniaki o dobrych parametrach jakościowych.
[31] Nadmierna koncentracja azotu (N) powoduje opóźnienie wschodów, a w trakcie wegetacji przyczynia się do wzrostu ryzyka występowania chorób grzybowych u roślin i bulw.
[32] Optymalna obsada roślin na polu dla sadzeniaków: 55-65 tys. na ha, dla wczesnych: 45-50 tys.na ha, a dla jadalnych i skrobiowych od 40-45 tys./na ha .

wymi, powodującymi gnicie bulw i szkodnikami, które przenoszą wiele infekcji;

- Zwalczanie szkodników glebowych (drutowce, pędraki, rolnice) lub na miarę możliwości unikanie sadzenia w miejscach masowego ich występowania;
- Odkamienianie gleby przed sadzeniem (ogranicza podczas zbioru uszkodzenia mechaniczne sprzętu i bulw);
- Prowadzenie na polu selekcji negatywnej, polegającej na usuwaniu z plantacji roślin z objawami chorobowymi i krzaków obcych odmian (konieczne na plantacjach nasiennych!), pierwszą powinno się wykonać przy wzroście roślin 10-15 cm, kolejną za 10-14 dni;
- Prawidłowe przygotowanie pola do zbioru – zastosowanie desykacji na 2-3 tygodnie przed planowanym zbiorem, by zapobiec porażeniu bulw przez wirusy i zarazę ziemniaka. Zniszczenie łęt ułatwia też zbiór, zmniejsza uszkodzenia mechaniczne bulw, przez które dostają się chorobotwórcze grzyby;
- Prowadzenie wykopków w temperaturze powietrza nie niższej niż 8°C i bez opadów, bo sprzyjają powstawaniu uszkodzeń, utrudniają też transport i sortowanie;
- Staranne przebranie bulw po zbiorze, przed złożeniem do przechowalni, przy zastosowaniu KPM w okresie wegetacyjnym ogranicza rozwój chorób przechowalniczych. Podczas wietrzenia pryzmy zalecam zamgławianie KPM. Taki zabieg zabezpiecza i detoksykuje pozostałości po gazowaniu przeciw kiełkowaniu. Zapewnienie bulwom właściwej temperatury, wilgotności i warunków w przechowalni (wysokość pryzmy nie może przekraczać 4,5 m. Trzeba stosować także preparaty hamujące kiełkowanie. Jest to ważne, bo ziemniaki w przechowalni mogą być składowane nawet do 8 miesięcy).
- Składowanie w odrębnych sektorach (komorach) wykopanych bulw z pól narażonych na ryzyko podtopienia i z zastoisk wodnych, a więc o większym ryzyku zaatakowania przez choroby w okresie magazynowania,.

Właściwie stosowane zabiegi agrotechniczne (tab. 3) pozwalają na uzyskanie wysokiego, wartościowego plonu, który przyniesie zysk. Nieodpowiednia uprawa oznacza niską plenność i słabą jakość bulw.

Tabela 3. Podstawowe dane dotyczące zagadnień agrotechnicznych ziemniaka[33]

Wyszczególnienie	Wartość
Optymalna rozsada roślin w uprawie ziemniaka jadalnego	40 000 szt./ha
Stosowana rozsada międzyrzędzi	50-90 cm
Gęstość sadzenia w redlinie	20-40 cm
Przeciętne zużycie sadzeniaków	2,5 ton/ha
Liczba odmian zarejestrowanych polskim Krajowym Rejestrze (2010 r.)	134 szt.
Liczb odmian jadalnych w Krajowym Rejestrze	104 szt.
Liczba odmian ziemniaka wpisanych do katalogu UE (szt.)	ok. 1250
Długość okresu wegetacji ziemniaka	do 145 dni
Dzienne zapotrzebowanie wody w okresie wzrostu bulw	3-6 mm
Zużycie azotu, fosforu i potasu przy produkcji 1 tony bulw	Odpowiednio 5, 2, 12 kg
Zapotrzebowanie na wodę podczas okresu wegetacji	300-450 mm
Krytyczna temperatura przemarzania roślin ziemniaka	- 1°C
Długość okresu od posadzenia do zbioru ziemniaków młodych	60-75 dni
Plon ziemniaków młodych	10-20 ton/ha
Plon potencjalny ziemniaka w Polsce	80 ton/ha
Plon rzeczywisty jesiennego zbioru w Polsce	10-60 ton/ha
Plon rzeczywisty z jednej rośliny	0,3-2,2 kg
Liczba bulw uzyskanych z jednej rośliny	3-28 szt.
Ciężar jednej bulwy	20-800 g
Ciężar właściwy ziemniaków	1,05-1,15 $kg.dm^{-3}(g/cm^3)$
Masa bulwy o średnicy: - 3 cm - 5 cm - 7 cm	 20 g 70 g 190g
Gęstość usypowa bulwy ziemniaka (ciężar objętościowy)	630-700 $kg.m^{-3}$ (g/cm^3)
Maksymalna długość okresu przechowywania w naturalnych warunkach	do 9 mies.
Zakres wielkości strat przechowalniczych	5-30 %
Maksymalna wysokość składowania bulw w przechowalniach	5 m
Maksymalna dopuszczalna wysokość spadku bulw na beton	30 cm

33 W. Nowacki, Ziemniaki – cenne warzywo w polskiej tradycji kulinarnej, Warszawa 2010, s. 42-43.

5.1.5 Rekomendowane odmiany

Zakłady przetwórcze, przyjmujące bulwy od plantatorów dostarczają im z dużym wyprzedzeniem wykaz odmian na rok kolejny i dołączają wskazówki pomocne przy ich uprawie. Zastrzegają jednak, że nie ponoszą odpowiedzialności za komplikacje wynikłe z uprawy odmiany opartej na podanych sugestiach.

Poniżej przykładowe zestawienie praktycznych porad w uprawie ziemniaka zestawione przez jedną z firm produkującą chipsy:

Odmiana - Shelford (Fl2056)
Historia:
Hodowca – FLNA Rhinelander
Krzyżówka – FLI625 X Hermes
Introdukcja – 2006

Odporność na choroby:
Liściozwój – 7
Wirus A -
Wirus X –
Wirus Y – 7
Zaraza łodyg – 4
Zaraza bulw – 3
Czarna Nóżka – 7
Parch prószysty – 5
Rak – R
Cysty Nicieni – S
Parch zwykły - 3
Fusarium coeruleum – 5
Fusarium sulphureum – 1
Mozaika tytoniowa – 7
Uszkodzenia –
Obicia - 7
R – odporna, S – podatna, 1 – podatna, 9 – odporna

Cechy:
Dojrzałość – 6
Kolor skórki – B
Kolor miąższu – 6
Kształt bulw – ok.-ow

Głębokość oczek – śr. płytkie
Powtarzalność kształtu – średnia
Powtarzalność wielkości – średnia
Ilość bulw – niska
Sucha Masa % - 22-24
Okres spoczynku – krótki
Odporność na Metrybuzynę – wysoka
1 – niska, 9 – wysoka, B – biały, ok. – okrągłe, ow. – owalne

Rozsada:

Wymagane jest otwarcie oczek przed sadzeniem. Poniższe rekomendacje (tab. 4) oparte są na przewidywanym plonie 50 $t.ha^{-1}$ Rozstawa szersza niż podana może spowodować zbyt małą obsadę, a tym samym redukcję plonu.

Tabela 4. Rekomendacje i przeliczenia

Wielkość bulw (mm)	Szt. w 50 kg	Ilość na 1 ha	Międzyrzędzia 75 cm	Międzyrzędzia 90 cm	$t \cdot ha^{-1}$ (t/ha)
28-35	2000	84000	15,9	13,5	2,10
35-45	950	59500	22,4	18,7	3,10
45-55	500	40300	33,1	27,6	4,00
55-60	300	34300	39	32,9	5,70

Nawożenie (w kg/ha)

Wytyczne wyznaczone zostały przy założeniach, że okres wegetacji od wschodów do zasuszania łęcin trwa 120 dni, nie stosuje się obornika, Index P i K oparty na współczynnikach Olsena wynosi 2.

Na wstępie należy przeprowadzić analizę gleby, by dopasować odpowiedni plan nawożenia: azot (N) – 120-180, Fosfor (P) - 170, Potas (K) – 300, Magnez (Mg) – 40.

Fosfor i potas według wytycznych nawozowych, w oparciu o klasę zasobności lub wyniki analizy zawartości tych składników w glebie.

Punkty krytyczne:

Odmiana podatna na parcha, nie odporna na cysty nicieni, wrażliwa na zarazę ziemniaka, o podobnej ilości bulw co Hermes, wymaga odpowiedniego nawożenia.

Przechowywanie:

Krótki okres spoczynku – zaleca się więc wczesne gazowanie, odmiana wrażliwa na fuzariozy – wymagane jest odpowiednie zarządzanie temperaturą, odmiana krótkiego lub średniego przechowywania przy odpowiednim zarządzaniu temperaturą.

Wśród odmian jadalnych wyróżnia się łatwe i trudne w uprawie. Jest to głównie uwarunkowane genetyczną odpornością na choroby i szkodniki oraz tolerancją na stresy środowiska. Podczas wegetacji poszczególne odmiany różnie radzą sobie z tymi czynnikami. Wymaga się więc od rolnika wiedzy na temat indywidualnych wymagań uprawianej odmiany, by móc planowo i w odpowiednim wymiarze stosować kolejne zabiegi ochronne.

Wrogiem wysokiego plonowania jest też niewątpliwie aura. Według najnowszych ustaleń, stres spowodowany warunkami pogodowymi czyli tzw. stres abiotyczny może doprowadzić do redukcji plonu nawet o 30%. Ziemniaki nie akceptują nadmiaru opadów, suszy czy gorąca. Źle znoszą też wiosenne i jesienne przymrozki. Wysokie letnie temperatury powodują więdnięcie roślin, czy zdrobnienie bulw, zaś długo utrzymujące się deszcze przyczyniają się do występowania i szerzenia chorób grzybowych niszczących plantację. Są również odpowiedzialne za mniejszą plenność, a także gnicie bulw w trakcie wegetacji i po zbiorach.

Po zastosowaniu innowacyjnej naturalnej technologii z wykorzystaniem KPM znacząco obniża się stres powodowany złymi warunkami pogodowymi, jak również zmniejsza się zagrożenie gnicia ziemniaków. Zastosowanie tej technologii hartuje rośliny, stają się one odporne na wiele czynników stresowych.

Według danych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin z października 2011 roku, Polski Krajowy Rejestr Ziemniaka wskazywał na 129 odmian. Liczba ta jednak sukcesywnie wzrasta. Obecnie liczy on 138 odmian, w tym 85 – to odmiany jadalne, 24 głównie przeznaczone do przetwórstwa i 29 odmian skrobiowych. W ostatniej dekadzie nastąpiły pewne zmiany w zakresie odmian dominujących na rynku. Zaznacza się większe zainteresowanie odmianami wczesnymi i średnio-wczesnymi przeznaczonymi do bezpośredniej konsumpcji, a maleje uprawa odmian skrobiowych.

Odmiany ziemniaka dzieli się zazwyczaj ze względu na ich termin zbioru (np. średnio-wczesne, średnio-późne, późne):

- Bardzo -wczesne: *Berber, Courlan, Denar, Gloria, Irga, Irys, Krasa, Lord, Orlik.*

- Wczesne: *Amora, Augusta, Bila, Gracja, Korona, Lady Claire, Vineta, Vitara.*
- Średnio -wczesne: *Agnes, Almera, Courage, Ibis, Pirol, Roxana, Sante, Satina, Tajfun.*
- Średnio-późne: *Bryza, Cecile, Gustaw, Jasia, Molly, Syrena, Zeus, Zenia.*
- Późne: *Bzura, Lenino, Medea, Sonda, Soplica, Uran, Ursus, Zagłoba.*

W użyciu funkcjonuje też klasyfikacja odmian ziemniaka ze względu na przeznaczenie :

- Jadalne: *Jazzy, Obama, Alexia, Musica, Orchestra, Melody, Harmony.*
- Chipsowe: *Atlantic, Lady Rosetta, Lady Britta, Lady Claire, Lady Valora, Lady Amarilla, Hermes, Saturna.*
- Frytkowe: *Amora, Lady Amarilla, Lady Sara, Lady Anna.*

Wśród odmian wczesnych popularnością w naszym kraju cieszą się odmiany: *Irys, Denar, Viviana, Lord* i *Miłek* oraz holenderska *Arielle* i niemiecka *Inova*. Ustabilizowaną pozycję mają też niemiecka *Vineta*, *Owacja, Cyprian, Michalina* czy *Jurek* – wyróżniające się plonowaniem i odporne na wirusy Y.

W grupie odmian średnio-wczesnych rolnicy chętnie sięgają po niemiecką *Satinę* i polskie: *Tajfuna*, *Bartka*, *Tetydę* czy *Stasię*. Wśród odmian średnio - późnych, przeznaczonych na późniejszy zbiór, należy wyróżnić niemiecką odmianę *Jelly* i polskie *Zagłobę* i *Zenię* – kształtne i dobrze plonujące.

Poszczególne odmiany różnią się między sobą indywidualnymi cechami identyfikującymi. Nie ma dwóch identycznych odmian, a każda objęta jest ochroną prawą własności jego hodowcy.

Konsumenci nie znają szczegółowych cech morfologicznych danej odmiany, dla nich ważna jest przede wszystkim wartość użytkowa.

Odmiany ukierunkowane na przetwórstwo spożywcze, z przeznaczeniem na frytki i chipsy obowiązuje ściśle określona technologia uprawy i specjalne parametry dotyczące partii surowca i odmiany określonej w umowie kontrakcyjnej. Pozwalają one uzyskać towar o pożądanych, wysokich walorach jakościowych.

W grupie ziemniaków uprawianych na chipsy i frytki, przeważają odmiany obce z Katalogu Europejskiego: *Atlantic, Hermes, Saturna, Lady Rosetta, Crisps 4 All*. Polskie odmiany to *Cedron, Kub*a i nowe: *Hubal* (frytkowa) oraz *Etiuda* (chipsowa) – o regularnym wydłużonym kształcie w przypadku pierwszej odmiany i okrągłym odnośnie drugiej oraz niskiej zawartości cukrów redukujących. Plantatorzy chętnie sięgają też po takie odmiany jak: *VR 808, Shelford, Newton, Courlan, Smith's Comet*, czy *Brooke*. Można przeznaczać je do średniego

lub dłuższego składowania w specjalistycznej przechowalni, ale z przestrzeganiem pewnych wytycznych: terminu rozpoczęcia gazowania i użytych do tego celu preparatów, właściwego zarządzania temperaturą czy wysokości usypywania pryzmy (nie wyżej niż 4 – 5 m) by uniknąć obicia bulw. Zalecenia takie dotyczą, np. *Saturny*, *Hermesa*, *Shelforda*. Niektóre z odmian wykorzystuje się wyłącznie do wcześniejszego zbioru dla zakładów przetwórstwa spożywczego, bo nie są rekomendowane do przechowywania, np. *Smith's Comet*, *Courlan, Brooke*, czy *Lady Rosetta*.

Odmiany ziemniaków przeznaczone na chipsy czy frytki wymagają uprawy pozwalającej osiągnąć niezwykle wysokie parametry jakościowe stawiane przez przetwórców oraz charakteryzują się określonymi cechami użytkowymi. Wybór odmiany jest kwestią kluczową, bo decyduje w głównej mierze o jakości uzyskanych bulw i ich przetworów.

- Stosowanie nawożenia uzależnione jest od zawartości składników odżywczych i materii organicznej w glebie oraz od uprawianych odmian. Średnio można stosować o 30% mniejszą od zalecanej dawki NPK, co daje od 120-280 kg NPK/ha w zależności od zasobności gleby i uprawianej odmiany. Na obniżenie dawek NPK ma wpływ regularne stosowanie konsorcjów pożytecznych mikroorganizmów, poprawiających przyswajalność trudno dostępnych dla rośliny składników pokarmowych.
- Nawadnianie plantacji stosuje się dopiero przy długotrwałej suszy, ponieważ stosowanie KPM zwiększa pojemność wodną gleby i wydłuża okres dostępności wody dla roślin.
- Ustalenie terminu zbioru (skórka bulwy musi być stabilna, nie poddająca się złuszczaniu) i przerwanie wegetacji ziemniaka (sucha masa powinna wynosić 22-24 % dla frytek i 22-27 % dla chipsów).
- Przerywanie wegetacji wykonujemy mechanicznie, lub chemicznie na 2-3 tygodnie przed planowanymi wykopkami.

Optymalne parametry sadzenia ziemniaków do przetwórstwa spożywczego: Rozstawa redlin 75 lub 90 cm;

- Około 40 cm odległość między bulwami dla dużych sadzeniaków i 28 cm dla mniejszych;
- Od 3-6 cm głębokość sadzenia;
- 15-18 cm wysokość obsypywania;

- Obsada roślin na jednym hektarze to 30-40 tys. sztuk;
- Około 3-4 t sadzeniaków, zapotrzebowanie jest różne w zależności od kalibrażu bulwy (bulwa o wymiarze 50 mm ma około 5 oczek, a o średnicy 35 mm – posiada zwykle 3 aktywne zawiązki pędów, zatem jeżeli na 1 m^2 plantacji chcemy mieć 18 łodyg, potrzebujemy mniejszą ilość większych bulw).

Do najistotniejszych cech ziemniaków przeznaczonych do produkcji chipsów i frytek zaliczyć trzeba:

- właściwą kondycję bulw, tj. ziemniaki powinny być dojrzałe (z wyłączeniem wczesnego zbioru, tzw. „Super Fresh", wtedy stopień dojrzałości jest mniejszy), zdrowe, niezazielenione i nieuszkodzone;
- regularny kształt i wyrównaną wielkość bulw;
- płytko osadzone oczka i gładką skórkę;
- odpowiednią zawartość suchej masy i skrobi (zawartość s.m. w bulwach: 22-27 %, a skrobi: 16-21 %);
- niski poziom cukrów redukujących (glukozy i fruktozy) i sumy cukrów;
- małą skłonność do ciemnienia miąższu bulw surowych i po ugotowaniu;
- stabilność cech technologicznych w poszczególnych sezonach wegetacyjnych i podczas przechowywania;
- zdolność do długotrwałego przechowywania.

Przed zdaniem partii ziemniaków kontrahentowi, często przeprowadza się w ograniczonym zakresie, w przyzakładowym laboratorium, tzw. wstępne wysmażanie i analizy na zawartość skrobi, suchej masy oraz cukrów redukujących. Szczegółowe testy przeprowadzają już laboratoria producentów określonych artykułów spożywczych.

Większość odmian ziemniaków przeznaczonych do produkcji chipsów i frytek oraz ziemniaki jadalne na długie przechowywanie to odmiany zagraniczne, bardzo wrażliwe na choroby. Ochronę przed alternariozą czy zarazą ziemniaka trzeba rozpocząć wcześniej, już od zabiegów doglebowych stosując KPM tak, by przywracać naturalną żyzność gleby. Zdrowa gleba jest najlepszym środkiem ochrony roślin przed chorobami i szkodnikami. Dzięki temu ochronę chemiczną, stosuje się w zależności od potrzeby, w znacząco późniejszych terminach.

Przy odmianach jadalnych, szczególnie wczesnych, przed zbiorami należy

detoksykować pozostałości środków chemicznych kompozycjami pożytecznych mikroorganizmów aplikowanymi na roślinę i do gleby.

W przypadku odmian jadalnych ziemniaka ich typ kulinarny odgrywa duże znaczenie. Kwalifikacja bulwy do danego typu pozwala konsumentowi dobrze wykorzystać tę odmianę w kuchni. Poszczególny typ kulinarny informuje o ich morfologii: zawartości suchej masy i skrobi w bulwach, a ta z kolei decyduje o ich specyficznych wartościach kulinarnych. I tak:

- **Typ kulinarny A** – to odmiany o niskiej zawartości suchej masy, o zwięzłym miąższu, nierozgotowujące się, posiadające wilgotną i delikatną strukturę. Preferowane są na sałatki, placki ziemniaczane lub do przygotowywania w łupinach.
- **Typ kulinarny B** – to tzw. odmiany uniwersalne, użytkowe, o dość zwartej konsystencji, lekko mączystym miąższu, wilgotnej i delikatnej strukturze ziaren skrobi, rzadko się rozgotowują, ale lekko pękają podczas gotowania. Polecane do gotowania, puree czy zup, ale też frytek, placków czy babek ziemniaczanych. Są najczęściej wykorzystywane w kuchni.
- **Typ kulinarny C** – to odmiany mączyste, o dużej zawartości suchej masy i skrobi, o szorstkiej strukturze, o dużej skłonności do rozgotowywania się i pękania, ale dość aromatyczne. Odmiany tego typu nadają się na puree, do pieczenia i są stosowane w garmażerii lub jako zagęszczacz zup i kremów.
- **Typ kulinarny D** – o małym zastosowaniu w bezpośrednim spożyciu, ze względu na dużą mączystość i skłonność do rozgotowywania się.

Najbardziej popularne typy kulinarne to odmiany B i pośrednie AB – B i B – BC. Konsumenci nie rozróżniają poszczególnych typów odmian, najczęściej nabywając ziemniaki, sugerują się kolorem skórki czy miąższu i pytają o znane odmiany: Irys, Irga, Bryza itp.. Nie umieją też zakwalifikować oferowanego im ziemniaka do danego typu kulinarnego, także sklepy nie zamieszczają informacji o przeznaczeniu i walorach użytkowych sprzedawanych ziemniaków.

Kupując odmiany jadalne ziemniaka, jako konsumenci powinniśmy zwracać uwagę na kilka czynników: na ich wygląd zewnętrzny (bulwy powinny być bez deformacji o regularnym kształcie, wyrównanej wielkości, mieć płytko osadzone oczka i gładką skórkę, bez wad miąższu), smak, ciemnienie miąższu surowego i po ugotowaniu, teksturę (konsystencja, delikatność, wilgotność) i typ kulinarny. Reasumując, bulwy ziemniaka jadalnego powinny być surowcami o wysokiej jakości: regularnym kształcie, płytko osadzonych oczkach, wyrównanej wielkości, bez spękań, gładkiej skórce, jednorodnym miąższu, dobrym smaku (ocena trudna, bo subiektywna), bez zazielenienia, rdzawej plamisto-

ści czy pustowatości, powstających w wyniku niewłaściwego nawożenia czy braku lub nadmiaru wody podczas wzrostu roślin, a także bez obić i uszkodzeń mechanicznych.

Wartość kulinarna i cechy morfologiczne bulw wpływają na ich przeznaczenie. Dla branży spożywczej istotna obok kształtu jest także zawartość cukrów redukujących, z kolei w przemyśle – ważna jest skrobia.

W powszechnej praktyce wykorzystuje się najczęściej tylko kilka odmian ziemniaka jadalnego, z reguły tych najlepiej sprzedających się i ogólnoużytkowych. Rzadko kiedy świadomie kusimy się na kuchenne eksperymenty z nową odmianą. Warto zaopatrywać się w ziemniaki u znanych i sprawdzonych dostawców. Często są to rolnicy prowadzący uprawy ekologiczne lub integrowaną produkcję wspieraną naturalnymi technologiami z radykalną redukcją agrochemii i spełniającą wysokie standardy jakościowe. Ze względu na fakt, że ziemniak jest surowcem naturalnym, powinien być odpowiednio transportowany, eksponowany i przechowywany. Długie okresy sprzedaży i złe warunki transportu, przeładunku, magazynowania czy niewłaściwe pakowanie obniżają ich wartość użytkową, a nawet niekiedy dyskwalifikują z obrotu handlowego.

5.1.6. Przygotowanie materiału sadzeniowego z wykorzystaniem biopreparatów

Bulwy przeznaczone do wysadzenia powinny być kwalifikowane; pochodzące od sprawdzonych dostawców, a więc posiadające paszporty jakościowe roślin – EC wydane przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa. W użyciu, w zależności od stopnia kwalifikacji bulw, dostępne są dwie etykiety: elitarne (w kolorze białym) lub kwalifikowane (niebieskim). Ponadto bulwy muszą być dobrej jakości i nieuszkodzone z dominacją pożytecznych mikroorganizmów w ich biofilmie. Poleca się także przed wysadzeniem do podłoża, pobudzić je do wzrostu. Służy do tego podkiełkowywanie. Przy sadzeniu obowiązuje odwieczna rolnicza zasada: „Dobry sadzeniak – to dobry plon". Sadzeniaki można nabyć od sprawdzonego hodowcy lub w ośrodkach hodowli.

Pobudzenie i sadzenie w stadium otwartych oczek, tzw. „stadium białego oczka" przyjmowane jest za wzorowe postępowanie[34]. Dobrą praktyką jest też zaprawianie sadzeniaków, najczęściej płynnymi koncentratami lub przy pomocy dyfuzora do rozpylania cieczy. Bulwy można także zaprawiać kompozycjami

[34] Tamże, s. 89.

pożytecznymi mikroorganizmów lub zastosować do ich moczenia płynny biopreparat zbudowany z kompozytu mikrobiologicznego zestawionego z nie patogennymi mikroorganizmami oraz zawierający specjalną pożywkę startową, np. kwasy humusowe. Biopreparaty i kompozycje pożytecznych mikroorganizmów przywracają m.in. równowagę mikrobiologiczną ekosystemu biofilmu bulw, a podane do gleby przyczyniają się do zdecydowanego wzrostu jej żyzności poprzez zwiększenie aktywności i poszerzenie biologicznego życia z jednoczesnym wzbogaceniem magazynu materii organicznej. Odgrywają też istotną rolę w redukowaniu chorobotwórczych bakterii, wirusów i grzybów, a także szkodników wpływając na wzrost plonowania roślin, a w ujęciu całościowym - na opłacalność uprawy ziemniaków. Wartość plonotwórczą zastawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Wartość plonotwórcza sadzeniaków[35]

Stadium rozwoju sadzeniaka	Wczesny zbiór	Zbiór po dojrzałości bulw
Całkowity brak kiełków	brak wschodów	brak wschodów
Dominacja kiełka wierzchołkowego	Niska	dość niska
Kiełkowanie kilku oczek	dość wysoka	bardzo wysoka
Kiełkowanie wielu oczek	Wysoka	bardzo wysoka
Tuberyzacja na kiełkach	niska lub bardzo niska	niska lub bardzo niska
Tuberyzacja na bulwach	brak wschodów	brak wschodów

Zabezpieczanie ziemniaków przez bioasekurację może odbywać się w trakcie sadzenia, załadunku lub podczas transportu na pola. Zabiegi takie skutecznie minimalizują potencjał rozwoju patogenów infekujących rośliny odglebowymi chorobami grzybowymi, czy bakteryjnymi co jednocześnie tworzy niewygodny ekosystem do ekspansji szkodników ziemniaków.

Warto stosować praktykę podkiełkowywania bulw, bo przyspiesza wschody ziemniaków nawet o dwa tygodnie. Polega ona na zapewnieniu sadzeniakom umieszczonych w ażurowych skrzynkach (drewnianych, rzadziej plastikowych) dostępu światła naturalnego lub sztucznego przez 10-12 godzin na dobę. Temperatura pomieszczenia do podkiełkowywania: budynku gospodarczego, garażu, namiotu, szklarni, czy magazynu, powinna wynosić od 12-15°C, a wilgotność względna powietrza: 80-85 %. Wzrost kiełków można przyspieszyć

[35] Ziemniaki w mistrzowskiej uprawie, dz. cyt., s. 55.

także podkiełkowując bulwy w torfie i polewając je letnią wodą, albo stosując napromieniowanie sadzeniaków mikrofalami. W przypadku ziemniaków przeznaczonych do zbioru w pełnej dojrzałości, wystarczy zastosować pobudzanie bulw do kiełkowania (wymagana temp. 10°C, czas zastosowania zabiegu 10-14 dni przed sadzeniem, wymagania: ziemniaki usypane luzem, lub umieszczone w przewiewnych workach, dostęp światła nie jest konieczny). Powinny mieć w zagłębieniach oczka kiełki o długości 1-2 mm.

Prawidłowo podkiełkowywane sadzeniaki mają dobrze wykształcone kiełki o długości 1,5-2,0 cm. Są one dobrze przytwierdzone do bulwy macierzystej i mają wykształcone zawiązki korzeni. Kształt i kolor kiełków jest inny u różnych odmian. Nie wolno wysadzać bulw z objawami ospowatości czy o kiełkach porażonych ryzoktoniozą. Bulwy z kiełkami etiolowanymi (niewybarwionymi) najbezpieczniej jest wysadzać ręcznie, bo się obłamują w sadzarkach mechanicznych.

Do uprawy na najwcześniejszy zbiór najlepiej nadają się regiony zachodniej i południowo-zachodniej Polski, gdzie wegetacja rozpoczyna się najszybciej. Dopiero w następnej kolejności południowo-wschodnia i centralna część kraju oraz nieco później pozostałe regiony. Odmiany przeznaczone na wczesny lub bardzo wczesny zbiór powinny odznaczać się szybkim tempem budowania i kształtowania bulw. Pierwsze rodzime młode ziemniaki są dostępne na rynku już po 60 dniach od wysadzenia. Wprawdzie plony bulw są jeszcze niskie: średnio 8-13 ton z hektara, ale wyższa cena rekompensuje mniejsze plony . Gwarantem uzyskania dobrych plonów i przewidywanych rezultatów podkiełkowywania jest użycie wysokiej jakości sadzeniaków. Najbezpieczniej jest wysadzać bulwy kwalifikowane, a gdy sięgamy po ziemniaki własne trzeba zwracać uwagę by nie były chore, uszkodzone i miały odpowiednią wielkość: duże (5-6 cm), średnie (4-5 cm) i małe (3-4 cm). Przed przystąpieniem do podkiełkowywania lub bezpośrednio przed sadzeniem bulw pobudzonych, zaleca się zaprawianie na sucho lub mokro – preparatem o najkrótszym okresie karencji. Podkiełkowywanie ziemniaków, zależnie od odmiany i terminu zbioru, trwa od 4-8 tygodni. Im krótszy jest planowany okres od sadzenia do zbioru, tym dłuższy powinien być czas podkiełkowywania.

Korzyści z podkiełkowywania bulw to przyspieszenie wschodów ziemniaka o 10-14 dni, zależne jest od odmiany, jak również od aktywności pożytecznej mikroflory w glebie – ryzosferze i ryzoplanie ziemniaka.

Sadzenie ziemniaków można rozpocząć znacznie wcześniej, jeżeli przez wiele lat stosuje się KPM, które uaktywniają życie biologiczne gleby, co powo-

duje wcześniejsze topnienie śniegu oraz wpływa na temperaturę gleby – jest wyższa o około 1 do 2 stopni. Należy pamiętać, że wcześniejsze wschody ziemniaków niosą z sobą ryzyko uszkodzenia kiełkujących roślin ze względu na występujące wówczas przymrozki. Jednak przy przemrożeniu rosnących łęcin, dzięki dodatkowemu zastosowaniu KPM rośliny szybciej regenerują się i nie chorują, szybciej powracają do normalnego tempa wegetacji, a z czasem rozwijają się nowe pędy z pączków śpiących.

Szybsze uzyskanie plonu handlowego, to:

- Wyższa cena za surowiec;
- Lepsze wykorzystanie wiosennych zapasów wody i składników mineralnych z gleby przez silniejszy system korzeniowy;
- Wyższa obsada plantacji dzięki usunięciu bulw chorych i bez oczek;
- Możliwość sadzenia w mniej ogrzaną ziemię, ale trzeba zabezpieczyć plantację agrowłókniną lub folią perforowaną. Osłony te znacznie przyspieszają termin zbioru, plon uzyskuje się na poziomie 12-14 ton z hektara. Dodatkowo osłony chronią przed przymrozkami i niekorzystnymi zjawiskami pogodowymi, utrzymują dobrą wilgotność podłoża i zabezpieczają młode liście przed nalotami stonki. Wprawdzie są drogie, ale przy prawidłowej eksploatacji można z nich korzystać przez kilka lat. Trzeba zdjąć je po 10 dniach od wschodów w przypadku lat ciepłych lub 20-30 dni później w latach chłodniejszych, ponieważ mogą ograniczać rozwój rośliny i utrudniać zawiązywanie bulw;
- Zwiększona odporność roślin na porażenie patogenami (naloty mszyc w okresie, kiedy rośliny są starsze i odznaczają się wyższą odpornością);
- Szybki i równomierny wzrost roślin w początkowym okresie wegetacji;
- Przyspieszenie zbioru pozwala uniknąć stresu wyższych temperatur, co zmniejsza występowanie uszkodzeń mechanicznych i polepsza przechowalność bulw.[36]

5. 1.7 Sadzenie, uprawki i zabiegi w okresie wegetacji

Ze względu na wykorzystanie sprzętu mechanicznego i ludzkiego potencjału, sadzenie ziemniaków uznaje się za największe wiosenne wyzwanie dla rolników. Piotr Pańczak w artykule – Wiosenna agrotechnika w ziemniaku, ten

[36] Ziemniaki w mistrzowskiej uprawie, dz. cyt., art.: p. dr K. Rębarz – Warto przyspieszyć wschody ziemniaków, s. 50-51.

początkowy etap uprawy ziemniaka, określa jako wyzwanie organizacyjno-logistyczne, na które składa się nie tylko sadzeniak, sadzarka, ale i transport.[37]

Po doborze odmiany, zapoznaniu się z jej wymaganiami, przygotowaniu materiału sadzeniowego oraz wiosennych zabiegach agrotechnicznych w polu, przystępuje się do wysadzania bulw.

Gdy warunki pogodowe sprzyjają rozpoczęciu prac polowych, ciepła i sucha aura, sadzenie ziemniaków rozpoczyna się w końcu marca lub w połowie kwietnia. Większy areał do obsadzenia lub późna wiosna, wydłużają ten etap, nawet do początku maja. Zalecanym przez hodowców odmian terminem sadzenia ziemniaków jadalnych jest druga i trzecia dekada kwietnia. Jego opóźnienie obniża plon i zwiększa udział bulw drobnych. Ziemniak jest rośliną o bardzo słabym systemie korzeniowym. Ukorzenia się do głębokości ok. 60 cm, dlatego potrzebuje też odpowiedniego łoża siewnego – podłoża, którego przygotowanie często jest trudne.

5.1.8 Integrowana ochrona ziemniaków z technologiami naturalnymi

Negatywne skutki postępu technologicznego w rolnictwie i przetwórstwie doprowadziły do znacznej degradacji środowiska naturalnego. Jest to szczególnie widoczne i niebezpieczne w rolnictwie. Ta gałąź gospodarki opiera się na korzystaniu z naturalnych zasobów gleby. Do wytworzenia zdrowych plonów potrzebujemy zdrowej, bogatej w naturalne składniki pokarmowe gleby, a ta jest już naznaczona erozją, wyjałowieniem, zanieczyszczeniem, zubożeniem bioróżnorodności życia w glebie, a tym samym coraz mniejszą zawartością materii organicznej i galopującym spadkiem próchnicy. Szeroko stosowane dotychczas zabiegi agrotechniczne i technologie uprawy oparte na dużym dozowaniu środków chemicznych, wyniszczyły pożyteczną mikroflorę, faunę (mezofaunę) i florę gleby oraz pogorszyły jej aktywność biologiczną. Rolnicy, aby zmienić ten stan rzeczy, zaczęli intensywniej nawozić, stosować wielokrotnie więcej substancji biologicznie czynnych, niezbędnych do ochrony chemicznej, przez co pogłębiła się degradacja środowiska i nastąpił wzrost kosztów przemysłowej produkcji roślin. Sposobem na przerwanie tego błędnego koła jest biologizacja rolnictwa, do której wstępem może być Integrowana Produkcja i rolnictwo ekologiczne, mające coraz szerszą grupę zwolenników, a także zrównoważone rolnictwo, któremu dobrze służą naturalne technologie. Technologie te, często innowacyjne przywracają siłę rodną gleby, która jest najskuteczniejszym środkiem ochrony

[37] Agronomia sukcesu. Wiosna 2013, s. 87-91.

roślin bowiem buduje optymalny mikrobiom rośliny odpowiedzialny za homeostazę roślin, silny układ odpornościowy. Dlatego zdrowa i naturalnie odporna roślina nie jest zasiedlana przez patogeny i szkodniki.

„IP to nowoczesny i rozwijający się trend, który w oczekiwaniach odbiorców uwzględnia nie tylko atrakcyjny wygląd owoców, warzyw i innych płodów rolnych, ale również wysokie walory jakościowe. System integrowanej produkcji umożliwia uzyskanie płodów rolnych o najwyższych wartościach biologicznych i odżywczych bezpiecznych dla zdrowia ludzi. W ramach systemu PIORiN który kontroluje cały proces produkcyjny aż do chwili zbiorów nadzorowana jest technologia produkcji. Produkty roślinne poddawane są ścisłej kontroli pod kątem pozostałości środków ochrony roślin, nawozów oraz innych substancji niebezpiecznych dla zdrowia. Podobnie istotną kwestią jak bezpieczeństwo żywności jest propagowanie w ramach ochrony środowiska biologizacji rolnictwa zgodnie z definicją prof. Zimnego. Podstawą systemu IP są prawidłowo dobrane elementy takie jak: poprawny płodozmian i agrotechnika, racjonalne nawożenie oparte na rzeczywistym zapotrzebowaniu roślin oraz stosowanie w uzasadnionych sytuacjach środków ochrony roślin jak najmniej zagrażających zdrowiu ludzi i zwierząt oraz środowisku naturalnemu." Według dra inż. R. Stanka, autora pracy o uprawie cebuli zgodnie z założeniami IP :

„Integrowana Produkcja stanowi system gospodarowania uwzględniający wykorzystanie w sposób zrównoważony postępu technologicznego i biologicznego w uprawie, ochronie i nawożeniu roślin przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa środowiska przyrodniczego. Istotą IP jest zatem otrzymywanie satysfakcjonujących producenta i konsumenta plonów, min. warzyw, uzyskiwanych w sposób nie kolidujący ze zdrowiem człowieka i ochroną środowiska. (…) W możliwie największym stopniu wykorzystuje się naturalne mechanizmy biologiczne wspierane przez racjonalne wykorzystywanie środków ochrony roślin".[38]

Z kolei prof. E. Solarska uważa, że stosowanie pożytecznych mikroorganizmów w uprawie chmielu, na zasadach Integrowanej Produkcji stanowi alternatywę wobec konwencjonalnego gospodarowania. Celem IP jest doskonalenie agrotechniki roślin dzięki sięganiu podczas prowadzenia ich uprawy po środki i metody bezpieczne zarówno dla człowieka, jaki i środowiska. Duże znaczenie przypisuje profilaktyce. Stosowanie metod zapobiegawczych wzmacnia naturalnych wrogów patogenów, umożliwia redukcję sprawców chorób pochodzenia glebowego oraz uodparnia rośliny na choroby i szkodniki.

[38] R. Stanek, Uprawa cebuli w produkcji integrowanej (IP) z zastosowaniem pożytecznych mikroorganizmów, Warszawa 2011, s. 7.

Prof. Solarska rozumie IP jako „prośrodowiskowy system gospodarowania uwzględniający najnowsze osiągnięcia nauki i techniki rolniczej".[39]

Szczegółowe wytyczne dotyczące procesu IP są zawarte w Kodeksie Dobrej Praktyki Rolniczej. Jednym z nich jest integrowana ochrona roślin. Korzystając w rolnictwie z założeń Integrowanej Ochrony Roślin, ma się na uwadze dbałość o materię organiczną, poprawę żyzności gleby, przywrócenie jej aktywności biologicznej, która umożliwia funkcjonowanie zdrowego ekosystemu. Ten z kolei spełnia funkcję najtańszego i najskuteczniejszego środka ochronnego. Jest naturalny, więc nie degraduje zasobów przyrody i nie zagraża zdrowiu ludzi. Zrównoważony system mikroflory ogranicza żywotność patogenicznych mikroorganizmów, odpowiedzialnych za choroby i sprzyjających występowaniu szkodników i pasożytów zwierząt oraz ludzi. Dzięki przywracanej dominacji pożytecznych mikroorganizmów w uprawach roślin mamy szansę na zdrowy rozwój roślin uprawnych, które dzięki wzmocnieniu naturalnych biologicznych czynników są mniej podatne na szkodliwe działanie agrofagów.

Integrowana Produkcja ogranicza stosowanie w uprawie metod chemicznych, chyba, że dopuszczalne zalecane w IP rozwiązania tj: biologiczne, fizyczne czy agrotechniczne, nie przynoszą oczekiwanych efektów. Te ostatnie służą do regulowania i naturalnego zwalczania chorób, chwastów i szkodników. Zwraca się także uwagę na racjonalne dożywianie nawozami mineralnymi. Decyzje o dawkach muszą bazować na wynikach analiz zasobności gleby i dopiero w oparciu o nie, zalecane jest uzupełnienie niedoboru składników pokarmowych roślin. Po chemiczne środki ochrony roślin sięga się tylko w sytuacjach krytycznych uzasadniających ich stosowanie w zalecanych, ale możliwie najmniejszych dawkach. Wybiera się również te, które wykazują małą szkodliwość dla środowiska.

Jednak kiedy gasimy płonący las nie żałujemy róż.

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów KPM oraz fermentowane ekstrakty roślinne z pokrzywy, skrzypu polnego, wrotyczu pospolitego, czosnku czy mniszka lekarskiego, odgrywają w Integrowanej Produkcji istotną rolę. Występują w wyraźnej opozycji do chemicznych środków, niszczących glebę, wody gruntowe, atmosferę, skażających żywność, doprowadzających do zmian w biocenozie i uodparniających agrofagi na swoje działanie. Ma to miejsce szczególnie przy wykorzystywaniu syntetycznej agrochemii.

[39] E. Solarska, Dobre praktyki rolnicze w produkcji integrowanej z zastosowaniem pożytecznych mikroorganizmów w uprawie chmielu, Warszawa 2012, s. 6 - 8.

Pożyteczne mikroorganizmy nie czynią żadnych szkód wobec środowiska naturalnego i jego mieszkańców. Mają szerokie działanie i nie degradują w żaden sposób zasobów przyrody. Aplikowane do gleby w formie cieczy roboczej w okresie wzrostu roślin ograniczają szkodliwość patogenów podwyższając ich progi szkodliwości, przerywają ich dominację w środowisku, likwidując przyczyny rozwoju chorób i szkodników. Sprzyjają tworzeniu próchnicy i wzrostu urodzajności gleby jak również jej żyzności - podstawy jej siły rodnej. Zmniejszają lub eliminują konieczność sięgania po środki chemiczne, i systematycznie, ograniczają też potrzebę stosowania nawożenia nawozami mineralnymi. Pożyteczna mikroflora umożliwia uzyskiwanie lepszych jakościowo płodów rolnych i gwarantuje większe dochody.

W agrotechnice ziemniaka mówi się że udana plantacja (fot. 4) działa odchwaszczająco na pole, na którym jest prowadzona.

Zdjęcie 5. Udana plantacja ziemniaka

Natomiast ziemniaki są roślinami mało konkurencyjnymi dla chwastów, które stanowią duże zagrożenie dla uprawy, zwłaszcza w dwóch terminach: na początku i pod koniec wegetacji (zachwaszczenie wtórne). Chwasty rywalizują z ziemniakami o wodę i składniki pokarmowe, co wpływa na wzrost porażenia przez choroby. Utrudniają też zbiór bulw. Dlatego plantacje ziemniaków wyma-

gają stosowania wielu zabiegów pielęgnacyjnych, by ograniczyć zachwaszczenie. W tym celu poleca się profilaktykę opisywaną przez profesora Świętochowskiego, a gdy ona zawodzi trzeba sięgnąć po skuteczniejsze rozwiązania, niestety w oparciu o agrochemikalia.

Na zaniedbanych plantacjach ziemniaka, straty plonu z tytułu występowania chwastów mogą sięgać nawet do 70 %. Istotne jest staranne przygotowanie stanowiska pod uprawę. Należy pamiętać, że głębokie orki tworzą swoiste magazyny nasion chwastów, z których wydobywane są zwłaszcza przy pogłębianiu orki. Nasiona pobudzane są do wzrostu głównie promieniami słonecznymi. Intensywność zabiegów maszynami czy narzędziami mająca na celu utrudnianie wyzwolenia procesu kiełkowania chwastów może ograniczyć pojawianie się chwastów, samego ich wzrostu, ale całkowicie ich nie wyeliminuje. Bowiem metoda mechaniczna nie zabezpiecza plantacji w pełni przed zachwaszczeniem. Ponadto, w dużej mierze uzależniona jest od pogody oraz terminowości wykonania zabiegu. Efekty takich działań są widoczne, gdy siewki chwastów mają największą wrażliwość, mniej kiedy rośliny są już w zaawansowanej fazie rozwojowej, wówczas niszczone są w niewielkim stopniu. Wzmożone przejazdy maszynami działają niekorzystnie na glebę, przyczyniają się do powstawania podeszwy płużnej i kolein czy przesuszenia wierzchniej warstwy profilu glebowego.

Dlatego w rolnictwie coraz powszechniej sięga się po łączone sposoby walki z chwastami, po tzw. integrowaną ochronę. Należy do niej m.in. mechaniczno-chemiczny system odchwaszczania ziemniaka. Polega on na kilkakrotnym obsypywaniu redlin - rzędów (w zależności od stopnia występowania chwastów), a następnie wykonywaniu zabiegu herbicydami. Można go przeprowadzić tylko do momentu zwierania się rzędów. W użyciu jest cała gama środków chemicznych polecanych do walki z chwastami jednoliściennymi lub dwuliściennymi, przed i po wschodach, lista których z roku na rok jest krótsza. Ważne, by przestrzegać zaleceń ich stosowania oraz co jest szczególnie istotne w przypadku ziemniaków przeznaczonych na wczesny zbiór - okresu karencji (środki z karencją 90 dniową są wykluczone, dopuszczalne – z 60 dniową i krótszą).

Podczas walki z chorobami i szkodnikami w uprawie ziemniaków można posiłkować się metodami biologicznymi. Biopreparaty, w skład których wchodzą pożyteczne mikroorganizmy w sposób bezpieczny dla ekosystemu wypierają przyczyny pojawiania się na plantacjach ognisk chorobowych i inwazji szkodników. Biologiczne zabiegi ochronne z użyciem pożytecznych mikroorganizmów są skuteczne w latach o słabej i średniej presji infekcyjnej, niestety gdy choroby są w stadium zaawansowanym, bo za późno podjęło się działania zapobiegawcze, trzeba sięgnąć po odpowiedni środek chemiczny. Spostrzeżenia rolników dowo-

dzą, że konsorcja pożytecznych mikroorganizmów dobrze radzą sobie w przeciwdziałaniu rozwojowi fusarium i innych chorobotwórczych pleśni glebowych, np. szarej pleśni. Utrudniają też rozwój innym bakteriom. Biopreparaty z wrotyczem lub innymi wyciągami roślinnymi są skuteczniejsze wobec silniejszej presji chorób, a także wobec stonki i mszyc oraz szkodników korzeni i bulw jak pędraki, drutowce działając jak repelent.

Zachodzący w glebie, za sprawą działania kompozycji pożytecznych mikroorganizmów, proces humifikacji i silna aktywność zdrowej mikroflory znacznie obniżają zagrożenie szkodnikami. Odpowiedni i szybko zastosowany preparat może doprowadzić do wypierania szkodników, do mumifikowania jaj i ograniczania faz rozwojowych larwy stonki ziemniaczanej.

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów znajdują też zastosowanie przy detoksykacji gleby z pozostałości po pestycydach oraz służą do dezaktywacji metali ciężkich, utrudniając ich zaleganie w roślinach. Wdrażając do uprawy nawozy organiczne czy naturalne i mikrobiologiczne preparaty, trzeba starać się ograniczać „dokarmianie" gleby nawozami sztucznymi - mineralnymi, minimalizować stosowanie chemicznych środków ochrony roślin, a także zmniejszać dolistne zasilanie. Łącząc w jednym oprysku chemię i preparaty naturalne, można spowodować tylko szkody.

W Integrowanej Produkcji roślin, (ziemniaków) zmierza się do eliminowania nawożenia nawozami mineralnymi. Zgodnie z zapotrzebowaniem pokarmowym roślin (pomocna jest analiza ilościowa dostępnych form dla roślin ultra, mikro i makroelementów na danej działce), ogranicza się stosowanie nawozów mineralnych: azotu, fosforu czy potasu. Bierze się również pod uwagę ewentualną konieczność dokarmiania roślin azotem, magnezem, czy makroelementami podczas wegetacji: doglebowo lub dolistnie.

W niektórych fazach rozwojowych ziemniaka, składniki pokarmowe pobierane są niezwykle intensywnie, a wszelkie braki lub nadwyżki będą widoczne w plonie. Inne nawozy mogą być alternatywą dla nawozów mineralnych – mogą je skutecznie zastąpić nawozy naturalne (obornik, dobrze przefermentowana gnojówka i gnojowica) i organiczne wszelkie komposty, zielone nawozy z międzyplonów jak gorczyca czy motylkowe. W stosunku do słomy czy przyorywanej zielonej masy międzyplonów pamiętać musimy, że są to cenne materiały organiczne i pełnią analogiczną funkcję do przytoczonych wyżej, tj. wzbogacają glebę w materię organiczną - bezcenne źródło próchnicy i składników pokarmowych. Uprawiając ziemniaki, należy stosować dobrze przefermentowany obornik, lub inne nawozy organiczne.

Alternatywą dla obornika może być słoma. Słoma z roślin zbożowych

spełnia najlepszą funkcję, gdy jest rozdrobniona, przyorana, a następnie zaszczepiona pożyteczną mikroflorą gnojówek i gnojowic oraz kompozycji pożytecznych mikroorganizmów czy dodatkiem np. biohumusu. Przyorywanie słomy po zbiorze roślin wiąże nadmiar azotu mineralnego i nie dopuszcza do jego wymycia. W badaniach Katedry Chemii Rolnej i Biogeochemii Środowiska UP w Poznaniu (mgr inż. Karolina Frąckowiak-Pawlak) oraz UT-P w Bydgoszczy (prof. dr hab. Karol Kotwica) stwierdza się, że stosowanie preparatów mikrobiologicznych nie wywołuje „głodu" azotowego u roślin następczych.

Gdy trudno jest nam uzyskać nawóz organiczny, ze względu na spadającą liczbę stad zwierząt gospodarskich, można wysiewać jesienią rośliny międzyplonowe (rośliny strączkowe, motylkowe z trawami, zboża) uprawiając je na masę zieloną i przyorać je jeszcze tego samego roku, najlepiej po pierwszych przymrozkach. Dla lepszego przykrycia masy międzyplonu ścierniskowego dobrze jest zastosować także talerzowanie przed orką przedzimową. Nie zaleca się uprawy ziemniaków odmian jadalnych, zwłaszcza wczesnych, po międzyplonach ozimych, gdyż mogą opóźniać terminowe rozpoczęcie prac przygotowujących pole do sadzenia bulw i ograniczyć dostępność składników pokarmowych.

Nawozy zielone z roślin międzyplonowych oprócz dostarczania masy zielonej, pełnienia roli biologicznego sorbenta (wiązania składników), chronią glebę przed erozją wodną i wietrzną, poprawiają warunki fitosanitarne w zmianowaniu roślin. Umożliwiają również, dzięki głęboko sięgającemu systemowi korzeniowemu, przemieszczanie mikro i makroelementów z „magazynów" osadzonych w dolnej partii profilu glebowego do wierzchnich warstw gleby.

W uprawie ziemniaków z wykorzystaniem metod Integrowanej Produkcji, równolegle z nawożeniem naturalnym czy organicznym, wysiewem i uprawą międzyplonów, stosowaniem właściwego następstwa roślin - zmianowania - wzrost zawartości próchnicy w glebie można osiągnąć, stosując doglebowo kompozycje pożytecznych mikroorganizmów. Sukcesywnie stosowane poprawiają żyzność, przywracając aktywność biologiczną gleby oraz pozwalają na optymalizację nawożenia i ograniczają ilość chemicznych środków ochrony roślin, ponieważ trwale przywracają dominację probiotycznej mikroflory w mikrobiomie ryzosfery i części nadziemnej uprawianych roślin.

Dla utrzymania równowagi środowiskowej w pobliżu plantacji, rolnik powinien pomyśleć także o zapewnieniu wokół pól odpowiedniego sąsiedztwa przyrodniczego, które charakteryzować się będzie bogactwem flory i fauny. Różnorodność krajobrazowa umożliwia egzystencję i rozmnażanie różnorodnym organizmom pożytecznym, np. ptakom, czy biedronkom, stanowiącym wsparcie dla uprawy. Są one zaliczane do naturalnych wrogów patogenów ro-

ślin, skutecznych w zwalczaniu szkodników ziemniaka, np. biedronka siedmiokropka i złotook pospolity odżywiają się mszycami. Trzeba ograniczać stosowanie rozwiązań chemicznych w uprawach roślin, bo skutecznie eliminują one także pożyteczne organizmy jak i mikroorganizmy doprowadzając tym samym do zachwiania zależności: szkodniki i ich naturalni wrogowie oraz do wzrostu megaodporności patogenów, super chwastów i super odpornych szkodników jako konsekwencji coraz droższej chemicznej biobójczości.

Naturalne środki i biologiczne rozwiązania stosowane w bioasekuracji w każdej rolniczej i ogrodniczej uprawie zgodnie z definicją biologizacji rolnictwa powinny stopniowo zastępować herbicydy, pestycydy i inne sztuczne nawozy. Gdy gleba odpocznie od chemii, dojdzie do jej regeneracji oraz odbudowy pierwotnej żyzności przywracającej jej naturalną siłę rodną. Wówczas będzie sama w sposób naturalny umiała sprostać wszelkim niedoborom i szkodnikom.

Niestety zużycie nawozów mineralnych - sztucznych i środków ochrony roślin w dalszym ciągu w polskim rolnictwie jest wysokie, lecz znacznie poniżej wartości podawanych dla krajów wysoko-rozwiniętych w tym członków Unii Europejskiej.

Gdy sięgamy po takie preparaty dawkujmy je po zbadaniu zasobności gleby w składniki pokarmowe, unikajmy nawożenia „na zapas", stosujmy je tylko w uzasadnionych przypadkach, gdy biologiczne, fizyczne czy agrotechniczne metody w stabilizowaniu niedoborów mikroelementów, czy w walce ze szkodnikami, chwastami lub chorobami nie są satysfakcjonujące. W przeciwnym razie sami zakłócamy równowagę w ekosystemie i pogłębiamy degradację środowiska.

5.1.9 Choroby i szkodniki, metody likwidacji warunków sprzyjających ich rozwojowi

Ziemniak, jak każda roślina uprawna, nękany jest przez szkodniki i choroby. Można je zwalczać stosowanymi szeroko przez rolnictwo konwencjonalne metodami chemicznymi lub pozostając w zgodzie z naturą sięgać po rozwiązania biologiczne. Naturalne rozwiązania, oparte na aplikowaniu kompozycji pożytecznych mikroorganizmów, zwiększających odporność roślin na działanie patogenów, eliminujących przyczyny ich rozwoju, walczących z konkurencją chwastów, czy zachowywaniu dbałości o rozwój naturalnych wrogów szkodników są podstawą innowacyjnych naturalnych technologii.

Niskokosztową oraz bezpieczną dla zdrowia środowiska i człowieka oraz trwałą ochronę roślin ułatwia jedynie dobra kondycja gleby. To o nią trzeba się

najpierw zatroszczyć, bo zdrowa gleba to zdrowy plon, a ten gwarantuje bezpieczną żywność o wysokiej jakości biologicznej. Jakość gleby polepszymy redukując ilość stosowanych do uprawy roślin preparatów chemicznych i systematycznym stosowaniem naturalnych technologii korzystających z komponentów naturalnego pochodzenia (mielone skały), metabolity i odchody pożytecznych organizmów np. koprolity i biologicznych czynników plonotwórczych, a zwłaszcza opartych na kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów, które przyspieszają humifikację i rozkład masy organicznej, likwidują źródła infekcji groźnych chorób grzybowych i procesów gnicia, które rzutują na niskie plony. Dawki innowacyjnych preparatów opartych na naturalnych technologiach dobiera się w zależności od stopnia degradacji gleby, poziomu zawartości próchnicy i rodzaju uprawianych roślin. Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów są w stanie ograniczać patogenną mikroflorę glebową, ale by ich działanie było widoczne potrzebują czasu, wilgoci, ciepła oraz ścisłego przestrzegania zaleceń ich stosowania.

Choroby i szkodniki pogarszają nie tylko jakość i wygląd bulwy, ale przyczyniają się też do strat plonów, a co za tym idzie obniżają zyski. Największym wrogiem ziemniaka rosnącego na polu jest - larwa stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata*) niezahamowana w żerowaniu prewencyjnymi opryskami plantacji z zastosowaniem preparatów owadobójczych: chemicznych lub biologicznych, jest w stanie zniszczyć większość plantacji. Uszkodzenia bulw powodują także: pędraki, drutowce, mątwiki, ślimaki czy nornice. Spotykane są także mszyce, skoczki, rolnice, zmieniki albo nicienie. Nadgryzione i uszkodzone ziemniaki nie są dopuszczane do handlu.

Najgroźniejszą chorobą, siejącą błyskawiczne spustoszenie w uprawie ziemniaka, w pełni jego wegetacji, jest zaraza wywoływana przez grzyb *Phytophthora infestans*. Jej rozwojowi sprzyjają mokre, chłodne lata i niechronione plantacje. Niszczy ona nie tylko zielone części rośliny, ale może uszkodzić także bulwy, powodując ich gnicie podczas przechowywania.

Ziemniakom zagrażają również choroby wirusowe. Prowadzą one do wyradzania się bulw i obniżania plonu. Ze względu na fakt, że ziemniak jest rozmnażany wegetatywnie, a jego materiałem rozmnożeniowym są bulwy, co roku powinno się wysadzać sadzeniaki niedotknięte żadnymi chorobami. Dobrym rozwiązaniem jest stosowanie kwalifikowanego materiału sadzeniakowego.

Do najczęstszych chorób (tab. 6) powodujących gnicie bulw w okresie przechowywania należą choroby pochodzenia bakteryjnego lub grzybowego: mokra zgnilizna i sucha zgnilizna.

Inne choroby ziemniaka to: parch zwykły czy parch srebrzysty, bakterioza

pierścieniowa, alternarioza oraz rizoktonioza. Bulwy porażone parchem wprawdzie nie są szkodliwe dla człowieka, wystarczy obrać je z dotkniętej zmianami chorobowymi skórki i można je spożytkować, ale ich nieestetyczny wygląd skutecznie odstręcza nas przed ich zakupem.

Tabela 6. Najważniejsze choroby ziemniaka[40]

Choroby grzybowe	Choroby bakteryjne i abiotyczne
Zaraza ziemniaka	Czarna nóżka
Alternarioza (sucha i brunatna plamistość liści)	Dzieciuchowatość – abiotyczna (nieinfekcyjna)
Antraknoza	Mokra zgnilizna
Rizoktonioza	Parch zwykły
Sucha zgnilizna	Pustowatość bulw (wada wewnętrzna - abiotyczna)
Parch srebrzysty	Rdzawa plamistość (wada wewnętrzna – abiotyczna)

5.2 Zbiór i uprawki po zbiorze

Zbiór powinno poprzedzić się desykacją naci. Najczęściej ma ona miejsce na 2-3 tygodnie przed wykopkami (nie wcześniej, by uniknąć dłuższego narażenia bulw na działanie promieni słonecznych i ich zazieleniania). Można użyć chemicznych środków albo w przypadku bujnej łęty zastosować rozdrobnienie naci i oprysk preparatami biologicznymi. Podczas trwania wykopków gleba powinna mieć odpowiednią temperaturę od 10-25°C, by minimalizować uszkodzenia mechaniczne. Zbyt mokra ziemia, źle się przesiewa w maszynach i oblepia bulwy, do sortu dostają się też kamienie, które mogą imitować w takich warunkach ziemniaki. Z kolei gleba nadmiernie wysuszona powoduje ścieranie skórki, utrudniając potem dłuższe przechowywanie ziemniaków. Podczas zbioru bulw obowiązuje „zasada 30 cm", oznaczająca, że na każdym etapie kontaktu z ziemniakiem: zbioru, transportu, magazynowania, sortowania i pakowania, nie po-

[40] Rozróżnienie to podaję za opracowaniem dokonanym przez pracowników naukowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB w Radzikowie, dr J. Osowskim i mgr inż. E. Bernatem.

winien on spadać z wysokości wyższej niż wspomniane 30 cm, bo jest narażony na otarcia i obicia, obniżające jego jakość oraz zdrowotność.

Wskazówki dotyczące właściwej agrotechniki i należytego przechowywania bulw są istotne, bo pozwalają ograniczać straty i pośrednio mają wpływ na jego cenę rynkową.

Zbiór ziemniaków musi odbywać się w odpowiednim terminie. Data rozpoczęcia wykopków ustalana jest na podstawie obserwacji polowych, tzw. lustracji w okresie dojrzewania bulw. Zwraca się wówczas uwagę na stopień porażenia łanu ziemniaczanego chorobami grzybowymi i wirusowymi oraz lustruje ogólną kondycję łanu roślin. Pobiera się też próby, które służą do określenia jakości i wielkości plonu. Po takich zabiegach łatwiej jest ustalić optymalny termin rozpoczęcia zbioru, o ile pozwolą warunki pogodowe. Podczas zbiorów trzeba starać się unikać uszkodzeń mechanicznych, dlatego ważna jest nie tylko wilgotność gleby (wysoka zawartość wody w bulwach wpływa na ich podatność na urazy), temperatura gleby (poniżej 8°C bulwy są narażane na spękania), ale i rodzaj zastosowanego sprzętu oraz doświadczenie jego operatorów.

Odmiany bardzo wczesne i wczesne możemy zbierać już 60-70 dni od sadzenia. Zbiór pozostałych odmian przeprowadza się jesienią (wrzesień-październik). W dużych gospodarstwach bulwy wykopywane są specjalnymi kombajnami, np. dwurzędowy, w mniejszych kopaczkami, a w bardzo małych – zbiera się je ręcznie. Od techniki zbioru oraz stopnia dojrzałości bulw (pełna dojrzałość bulwy ziemniaka, jest wówczas, gdy skórka nie łuszczy się pod naciskiem palca) zależy jakość ziemniaków konsumpcyjnych.

Część zbiorów trafia do handlu, pozostałe plony magazynowane są do wiosny w przechowalniach, gdzie są gazowane (dotyczy to bulw przeznaczonych do produkcji na szeroką skalę) lub w piwnicach. Rolnicy z małych gospodarstw uprawiają najczęściej ziemniaki na własne potrzeby (jadalne lub paszowe), dopiero w przypadku wyższych plonów sprzedają nadwyżki swoich zbiorów. Ze względu na mniejsze zużycie nawozów i środków ochrony roślin uprawiane przez nich ziemniaki odznaczają się słabą plennością, ale często lepszą jakością. Średnio uzyskują plony sięgające do 15 ton z ha, a plantatorzy prowadzący liczące od kilkudziesięciu do kilkuset hektarów plantacje mogą nawet osiągnąć wynik 50 ton z hektara. Najczęściej jednak ich plony wynoszą od 20-40 ton z ha. Rolnicy ci to najczęściej ludzie wykształceni, ze stosowną wiedzą merytoryczną, stale nabywający doświadczenia, systematycznie się doszkalający i wzorem innych krajów, odważnie sięgający po nowe rozwiązania stosowane w uprawie.

5.3 Przechowywanie i bioasekuracja plonów

Ziemniaki przeznaczone do spożycia i do przetwórstwa: frytki, chipsy, susze, można przechowywać przez okres ok. 10 miesięcy. Optymalny termin rozpoczęcia sezonu przechowalniczego ziemniaków na przetwórstwo trwa średnio od 16 – 30 września, do ok. 15 maja; sezon składowania ziemniaków jadalnych to terminy: 16 września – 20 kwietnia, a w przypadku sadzeniaków: 21 września – 15 kwietnia. Terminy te mogą się różnić w poszczególnych rejonach kraju i być wydłużane indywidualnie przez gospodarzy dzięki zastosowaniu wiosną w przechowalni urządzeń chłodniczych. Niemniej jednak okres przechowywania jest długotrwały.

W tym czasie bulwom musimy zapewnić właściwe warunki, by mogły zachować swoją jakość. Podczas przechowywania w bulwach zachodzą zmiany ilościowe i jakościowe. Należą do nich tzw. cechy organoleptyczne, jak ciemnienie miąższu bulw surowych i po obróbce termicznej, smak czy typ kulinarny, ale też trudniej dostrzegalne procesy, np. zmniejszenie masy, spowodowane oddychaniem i utratą zawartości wody (tzw. transpiracją), straty wywołane przez kiełkowanie, choroby (zaraza ziemniaka, sucha zgnilizna, mokra zgnilizna, zgnilizny mieszane, parch srebrzysty, fomoza), zmiany zawartości suchej masy, skrobi i cukrów.

Także niewłaściwe warunki przechowywania i przygotowywania bulw do składowania mogą przyczynić się do zwiększenia wad zewnętrznych (zazielenienia, obicia) lub wewnętrznych (ciemna plamistość pouszkodzeniowa). Jakość bulw ziemniaka oraz zmiany w czasie przechowywania są zależne od następujących czynników: odmiany, stopnia dojrzałości bulw, temperatury podczas zbioru (niższa temperatura powoduje większe uszkodzenia i wzrost zawartości cukrów), temperatury w czasie pierwszego etapu przechowywania (dojrzewanie fizjologiczne, gojenie ran, korkowacenie skórki), czy warunków przechowywania: wilgotności względnej powietrza, składu gazowego atmosfery oraz dostępu światła.[41]

Po zbiorze ziemniaków, gdy zdecydujemy się na magazynowanie, powinniśmy zadbać o ich odpowiednie przechowywanie, aby nie zgniły, nie straciły na jakości i wartości handlowej. Kwestia ta jest bardzo istotna, bo dobre przechowanie ziemniaków jest równoznaczne z utrzymaniem wysokiej jakości bulw, a ta z kolei przekłada się na wyższe zyski finansowe na wiosnę.

[41] K. Zgórska, Dobrze przechować ziemniaki, to znaczy utrzymać wysoką jakość bulw, w: Ziemniaki, nowe perspektywy, Warszawa 2008, s. 97

5.3.1 Etapy przechowywania ziemniaków

W okresie przechowywania wyróżnia się 5 faz. Różnią się one między sobą temperaturą, wilgotnością i czasem wietrzenia.[42]

Etapy przechowywania:

- Osuszanie (trwa 1-3 dni, ziemniaki uformowane w pryzmę lub złożone do palet skrzyniowych traktuje się powietrzem zewnętrznym o niskiej wilgotności i temperaturze niższej od ciepłoty bulw);
- Dojrzewanie, zabliźnianie uszkodzeń oraz korkowacenie skórki (w temperaturze 12-18°C i przy wilgotności powietrza 95% RH goją się uszkodzenia skórki, okres ten trwa 2 tygodnie);
- Schładzanie (trwa 3 tygodnie i polega na intensywnym wietrzeniu oraz dziennym obniżaniu temperatury pryzmy o 0,2 – 0,5°C);
- Długotrwałe przechowywanie (możliwe dzięki zamontowaniu systemu wentylacyjnego z ręcznym lub automatycznym sterowaniem mikroklimatu w przechowalni oraz zastosowaniu środków hamujących wcześniejsze kiełkowanie ziemniaków; można też użyć preparatów spowalniających późniejsze kiełkowanie jeszcze na plantacji);
- Przygotowanie ziemniaków przed ich użytkowaniem (podwyższenie temperatury przez 10 dni, by zwiększyć odporność bulw na uszkodzenia mechaniczne podczas rozładunku, sortowania czy pakowania).

Wszystkie pomieszczenia służące przechowywaniu ziemniaków, niezależnie od metrażu, powinny zapewniać surowcom dobry mikroklimat. Służą do tego systemy wentylacji i izolacje termiczne. Stabilizują wahania zewnętrznej temperatury. Optymalna wartość stałej temperatury ziemniaków jadalnych dla większości odmian to 4-6°C przy wilgotności względnej powietrza ok. 95%, dla sadzeniaków 3°C, a dla przetwórstwa – średnio 8°C. Te wartości temperatury wpływają bezpośrednio na ograniczenie strat związanych z oddychaniem, spadkiem wody czy kiełkowaniem. Decydują także o zawartości składników odżywczych (skrobia, witamina C) oraz cechach użytkowych, jak ciemnienie, konsystencja, smakowitość (tab. 7).

[42] K. Kubicki, Biologiczne i techniczne uwarunkowania przechowywania ziemniaków, Warszawa 1998.

Tabela 7. Optymalne warunki przechowywania ziemniaków[43]

Etap przechowywania	Rodzaj użytkowania	Temperatura (°C)	Wilgotność powietrza (%)
Osuszanie	Wszystkie kierunki użytkowania	12-18	75-95
Dojrzewanie	Wszystkie kierunki użytkowania	12-18	90-95
Schładzanie	Wszystkie kierunki użytkowania	0,2-0,5 (dzienny spadek temperatury)	90-95
Długotrwałe przech. – do 8 miesięcy	Sadzeniaki	2-6	90-95
Długotrwałe przech. – do 8 mies.	Jadalne	4-6	90-95
Długotrwałe przech. – do 8 mies.	Przetwórstwo spożywcze	6-8	90-95
Długotrwałe przech. – do 8 mies.	Pasza, przemysłowe	2-4	90-95
Przygotowanie do użytk. – ok. 10 dni	Jadalne, przetwórstwo	10	85-95
Przygotowanie do użytk. – ok. 10 dni	Sadzeniaki	10-15 (podkiełkowywanie)	75-80

W wyższych temperaturach bulwy zaczną kiełkowanie i tracą turgor (miękną), a w niższych stają się słodsze w smaku, czyli zwiększa się zawartość cukrów redukujących i suma cukrów w bulwach. W celu utrzymania dobrej kondycji bulw przeznaczonych do przetwórstwa można stosować preparaty hamujące kiełkowanie, zawierające chloroprofam lub hydrazyd kwasu maleinowego. Z kolei ilość cukru w bulwach można zmniejszyć dzięki 10 dniowemu zabiegowi rekondycjonowania, prowadzonego w temperaturze 10-15°C. Zawartość cukrów jest najważniejszym parametrem decydującym o kierunku przydatności odmian do przetwórstwa, np. ich nadwyżka dyskwalifikuje je jako surowiec na produkty smażone, bo uzyskają brązowy kolor. Na frytki powinna wynosić ona – 0,25%, a na chipsy – 0,15%. Ponadto bulwy nie mogą być eksponowane na

[43] Przedruk tabeli za opracowaniem P. doc. Z. Czerko, pracownika IHiAR, oddział w Jadwisinie, zob.: Ziemniaki w mistrzowskiej uprawie, dz. cyt., s. 114.

światło, muszą leżakować w ciemności, by nie zieleniały. Trzeba zapewnić im również dostęp świeżego powietrza. W piwnicach, ze względu na mniejszą ilość i szybszy czas spożytkowania, mogą leżeć w skrzyniach lub na małych pryzmach, rzadziej w workach czy torbach, zaś w przechowalniach są składowane w większe pryzmy, ale na ażurowej podłodze i z zapewnioną stałą cyrkulacją powietrza. Pomieszczenie nie może być zatęchłe i wilgotne. Dawniej składowano też ziemniaki w kopcach i ziemiankach. Wilgotność powietrza powyżej 85-90 % zapobiega wysuszaniu bulw i utracie turgoru. Przez cały okres przechowywania ziemniaków należy na bieżąco sprawdzać ich stan i dokonywać selekcji. Zauważone nadgniłe bulwy trzeba usuwać, by nie porażały innych, jeszcze zdrowych. Każda odmiana wymaga oddzielnego składowania.

Gatunki wcześniej kiełkujące lub o obniżonej zdolności do magazynowania oraz szybciej tracące wartość użytkową powinny być wykorzystywane w pierwszej kolejności. Ziemniaki, jak większość warzyw, nie tolerują sąsiedztwa owoców w przechowalniach, czy piwnicach. Kwestia ta dotyczy głównie jabłek, które w gospodarstwach domowych często wykładamy w pobliżu ziemniaków. Jabłka, powodują wcześniejsze zakończenie okresu spoczynku przez bulwy i ich szybsze kiełkowanie.

Przechowując ziemniaki, nie możemy wykluczyć strat przechowalniczych. Jest to zjawisko normalnie występujące, niestety nawet w bardzo dobrze prosperującej i wyposażonej w nowoczesne systemy wentylacyjne[44] przechowalni. Ziemniaki, jako żywy organizm, oddychają i tracą wodę. Owe straty możemy tylko ograniczać lub starać się im zapobiegać. Naturalne ubytki w trakcie składowania ziemniaków, są zależne od cech odmianowych, ilości uszkodzeń mechanicznych oraz stopnia dojrzałości bulw.

Doświadczenia ze stosowania kompozycji pożytecznych mikroorganizmów w przechowalnictwie ziemniaków z pól RZD SGGW w Chylicach pokazują, że KPM ograniczają występowanie chorób przechowalniczych i rozwój patogennej mikroflory. Straty nie były większe niż 8%, a dopuszczalne straty mieszczą się w przedziale 4-15%. Nie powinny jednak przekraczać 10%.

Gdy ubytki są wyższe, powodują znaczne obniżenie jakości bulw przeznaczonych do spożycia lub przetwórstwa i pociągają za sobą straty finansowe.

[44] Dobre efekty można uzyskać, montując w przechowalni systemy wentylacyjne z segmentowanymi kanałami rozprowadzającymi powietrze pod pryzmą ziemniaków, wynoszącą od 2-2,5 m wysokości. Powietrze tłoczone w kanałach przez wentylatory, przemieszczając się między bulwami od dołu do góry pryzmy, powoduje osuszanie bulw, schładzanie i wymianę powietrza w pomieszczeniu. Czujniki temperatury oraz wilgotności powietrza pozwalają kontrolować i zachować wymagane parametry składowania bulw.

Straty naturalne czy przechowalnicze są nieodłączną składową każdej uprawy. Wystąpią zawsze niezależnie czy będzie to składowanie luzem na pryzmie czy w skrzynio-paletach. Przestrzegając wytycznych i zaleceń indywidualnych dla uprawianych odmian, możemy je jednak zmniejszyć o 5-7%.

Omówiony wyżej sposób przechowywania ziemniaków jest zbliżony do składowania różnych warzyw i stosowany powszechnie zarówno w rolnictwie konwencjonalnym jak i w integrowanej produkcji. W systemie ekologicznym wyklucza się stosowanie wszelkich środków chemicznych, dlatego w przechowywaniu ziemniaków pomocne mogą być naturalne preparaty mikrobiologiczne. Warto jednak podkreślić, że preparaty te mogą być używane w również w IP, jak i konwencjonalnym rolnictwie.

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów mogą być z powodzeniem stosowane w przechowalnictwie do bioasekuracji przechowywanych płodów. Stosowane profilaktycznie przez cały okres wegetacji ziemniaków zapobiegają i ograniczają pleśnienie oraz gnicie bulw. Poprawiają jakość i zdrowotność przechowywanych produktów wypierając chorobotwórczą mikroflorę.[45]

Trwałość przechowalnicza ziemniaków zależy od wielu cech morfologicznych charakterystycznych dla danej odmiany, jak i szeregu cech klimatycznych oraz agrotechnicznych panujących w okresie wzrostu, rozwoju i dojrzewania. Nadające się do przechowywania bulwy dobrej jakości można uzyskać m.in. dzięki:

- Czynnikom biologicznym: wyborze właściwej odmiany oraz zapewnieniu jej właściwej temperatury i wilgotności względnej powietrza, doborowi odmiany zależnie od celu jej przeznaczenia, dużej zdrowotności bulw przeznaczonych do przechowywania;
- Czynnikom klimatycznym: optymalnej temperaturze, nasłonecznieniu, opadom, wyeliminowaniu zakamienienia pola;

[45] Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów mają szerokie zastosowanie. Podnoszą biologiczną aktywność gleby oraz poprawiają jej żyzność i urodzajność; sprzyjają tworzeniu struktury gruzełkowatej i regulacji stosunków powietrzno-wodnych gleby; wzmagają zdolności roślin do fotosyntezy, co prowadzi do wzrostu odporności i witalności roślin, lepszego kiełkowania, ukorzeniania, kwitnienia, zawiązywania owoców i dojrzewania; przyspieszają też rozkład masy organicznej i poprawiają proces kompostowania; zwiększają dostępność makro i mikroelementów, w tym z form zalegających w glebie; gwarantują optymalne wykorzystanie wody; aktywują fermentację gnojowicy; wspomagają oczyszczanie ścieków i neutralizuje odory.

- Czynnikom agrotechnicznym: żyznej glebie, zmianowaniu, podkiełkowywaniu (sprzyja osiągnięciu dojrzałości technicznej, co jest ważne w przypadku odmian późnych), nawożeniu (jest warunkiem uzyskania bulw dobrej jakości), nawadnianiu, ochronie roślin przed patogenami (szczególnie przed zarazą ziemniaka), selekcji bulw porażonych przez czarną nóżkę oraz właściwemu zbiorowi, eliminacji uszkodzeń mechanicznych ziemniaków spowodowanych niewłaściwą eksploatacją kombajnów czy kopaczek elewatorowych[46]. Wszelkie zaniedbania zaistniałe podczas uprawy i zbioru ujawnią się podczas przechowywania. Istotne jest też zapobieganie kiełkowaniu w przechowalni oraz zapewnienie wymaganego mikroklimatu, dzięki zastosowaniu systemu wentylacyjnego właściwego do sposobu przechowania (przepływowy dla ziemniaków składowanych luzem lub opływowy – przy przechowywaniu ziemniaków w ażurowych paletach skrzyniowych) oraz wykorzystaniu warunków atmosferycznych do utrzymania wymaganej temperatury ziemniaków w przechowalni[47].

5.4 Inne przykłady dobrych praktyk w uprawie ziemniaka

Od 14 lat Jan Marczakiewicz jest dzierżawcą Rolniczego Zakładu Doświadczalnego SGGW w Chylicach koło Grodziska Mazowieckiego. Całe gospodarstwo zajmuje obszar o łącznej powierzchni ok. 500 ha. Jest skoncentrowane na uprawie ziemniaków służących do produkcji chipsów. Ich odbiorcą jest pobliski koncern amerykański Frito Lay. W sezonie 2013/2014 pod uprawami znajduje się ponad 400 ha: ziemniaki zajmują 220 ha, około 200 hektarowy areał jest wykorzystywany do uprawy kukurydzy, resztę gruntu stanowią rowy oraz łąki do zagospodarowania i rekultywacji.

Kiedyś było to słabo prosperujące gospodarstwo. Produkcja, sprzęt maszynowy, a przede wszystkim jakość gruntów były na niskim poziomie, 60% powierzchni stanowiły porośnięte krzakami, podmokłe łąki. Pozostałe grunty to ziemie słabe: IVa i b, V i VI klasa bonitacyjna, zmeliorowane 100 lat temu (dokładnie w 1913 roku). Charakteryzowały się niską zasobnością w składniki

[46] Na wielkość uszkodzeń bulw podczas zbioru mają wpływ: temperatura gleby, zakamienienie pola, masa łętów i chwastów oraz właściwa eksploatacja maszyn.

[47] Z. Czerko, Mikroklimat w przechowalni, w: Ziemniaki, nowe perspektywy, dz. cyt., s. 99.

pokarmowe i próchnicę, ponadto były zdegradowane oraz pozbawione nawożenia obornikiem. Oto jego relacja:

„Podjąłem się trudnego zadania: za wszelką cenę chciałem poprawić jakość gleb i doprowadzić do ich regeneracji. Wiedziałem przecież, że nie można jeszcze bardziej eksploatować już tak mocno nadwyrężonych niewłaściwym gospodarowaniem pól, bo: „Zdrowa gleba to zdrowy plon, a zdrowy plon to zdrowy człowiek". Zastosowałem wedle dotychczasowych własnych praktyk i wzorem innych doświadczonych rolników, wysokie nawożenie mineralne i intensywną ochronę chemiczną, lecz efekty były niezadowalające. Plonowanie i jakość zbieranych płodów rolnych nadal utrzymywały się na niskim poziomie. W celu podwyższenia żyzności przejętych gruntów, postanowiłem oprzeć swoje gospodarowanie na biologizacji. Sięgnąłem po naturalną technologię opartą na kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów: probiotechnologię.

Dzięki zastosowaniu preparatów mikrobiologicznych w krótkim czasie na gospodarowanych glebach nastąpiło przywrócenie życia biologicznego, poprawiła się struktura gleby i zwiększył poziom próchnicy.

Proces zwiększania urodzajności gleby oraz jej biologicznej aktywności jest długotrwały. Diametralnych zmian, nawet z najdroższymi nawozami czy stymulatorami wzrostu roślin, nie można się spodziewać po pierwszym sezonie. Ale można go przyspieszyć i to całkowicie w sposób bezinwazyjny dla środowiska, np. wprowadzając do gleby kompozycje pożytecznych mikroorganizmów o szerokim spectrum działania. Niezależnie od sfery działania, ich zadaniem jest wypieranie i dominowanie nad mikroorganizmami degenerującymi, powodującymi choroby, zanieczyszczenia oraz doprowadzającymi do śmierci. Bo jak napisał prof. Teruo Higa: „Ogólnie rzecz biorąc istnieją dwa kierunki przekształceń zachodzących w przyrodzie: jednym jest odtwarzanie, a drugim destrukcja. O tym, który kierunek rozwoju form życia zapanuje na danym obszarze decydują mikroorganizmy – najmniejsze organizmy żywe".[48]

Uważam, że podwyższenie żyzności gleby oraz dostarczanie jej substancji organicznych jest możliwe także przy stosowaniu w uprawie nawozów naturalnych. Coraz częściej też zauważa się zastępowanie obornika nawozami zielonymi i słomą, która przed przysypaniem ziemią opryskana jest kilkakrotnie preparatem zawierającym kompozycje pożytecznych mikroorganizmów. Ułatwia on rozkład resztek roślinnych i przyspiesza mineralizację materii organicznej, ponadto wspiera procesy próchnicotwórcze oraz udostępnia mikro i makroelementy.

[48] T. Higa, Rewolucja w ochronie naszej planety, Warszawa 2003.

Wprowadzenie do gleby organicznych nawozów wsparte uprawą międzyplonów (np. wyki, bobiku, facelii, gorczycy, zbóż: żyta, jęczmienia) stanowi alternatywę wobec rosnącego spadku hodowli zwierząt, a co za tym idzie niewystarczającej dla wielkopowierzchniowych gospodarstw, ilości obornika czy gnojowicy. Dzięki technologii uprawy opartej na biologizacji i zmianie podejścia do zasad odżywiania roślin (jak najmniej chemii) oraz stosowaniu preparatów mikrobiologicznych – zyskujemy pod względem ekonomicznym, wydajemy niższe nakłady na nawozy mineralne oraz bez większego zaangażowania z naszej strony sprzyjamy procesom próchnicotwórczym podnoszącym naturalną żyzność gleby.

Stosując zgodnie z zaleceniami biopreparaty wprowadzamy naturalne technologie na dziś jeszcze innowacyjne, a jednocześnie zmniejszając użycie nawozów sztucznych - mineralnych, możemy bez wątpienia podnieść jakość gleby. W moim przypadku, przy zastosowaniu kompozycji pożytecznych mikroorganizmów i fermentowanych obierków ziemniaczanych, średnia zawartość materii organicznej na powierzchni ok. 440 ha wzrosła z poziomu 0,8-1,4% w roku 2001 do 2,2% w roku 2008 i nadal rośnie.

Żyzna gleba, z ok. 2,5% i stale rosnącą zawartością próchnicy, moim zdaniem jest najlepszym środkiem ochrony zdrowia roślin.

W czym tkwi siła i skuteczność stosowania mikrobiologicznych preparatów? Odpowiedź jest krótka - w ich konsorcjalności i składzie gatunkowym. Pożyteczne mikroorganizmy składają się z bakterii kwasu mlekowego, wytwarzających kwas mlekowy z węglowodanów, który stanowi naturalny sterylizator hamujący rozwój szkodliwych mikroorganizmów; bakterii fotosyntetyzujących fotosyntetycznych (fototropowe) – dostarczających masę organiczną – pożywienie i ułatwiających rozmnażanie innym mikroorganizmom, drożdży sprzyjających prawidłowemu wzrostowi roślin, promieniowców - odpowiedzialnych za zapobieganie rozwojowi wielu szkodliwych grzybów i bakterii, stymulujących odporność podłoża gleby na działanie patogenów chorobotwórczych oraz grzybów ułatwiających dekompozycję materii organicznej, hamujących procesy gnilne i wydzielanie nieprzyjemnego zapachu.

Zadaniem pożytecznych mikroorganizmów o probiotycznym działaniu jest zmienianie mikroflory w organizmie gospodarza, wypieranie patogenów, przerywanie ich dominacji oraz tworzenie optymalnych warunków dla zdrowego rozwoju roślin, zwierząt i ludzi. Odgrywają istotną rolę w odbudowywaniu pierwotnego ekosystemu, zdegradowanego działaniami człowieka. W gestii rolnika leży wpływanie na podnoszenie i stabilizację żyzności gleb, a można to osiągnąć stosując odpowiednie zabiegi agrotechniczne i podnosząc zawartość

próchnicy. Bowiem próchnica i żyzność stanowią rękojmię uzyskiwania wysokich pod względem ilościowym i jakościowym plonów, a nie jak dotychczas uważano wysokie nawożenie NPK zwłaszcza azotowe.

Po kilkunastu latach obserwacji roślin i gleby, przy stosowaniu KPM nastąpiła znaczna poprawa wartości użytkowej gleby, jej żyzności oraz sorpcyjności. Korzystnej zmianie uległa też pojemność powietrzno-wodna i efektywność organicznego nawożenia, ponadto używane preparaty mikrobiologiczne pozytywnie wpłynęły na zawartość dostępnych składników pokarmowych oraz wypieranie chorobotwórczej mikroflory. Znacząco polepszyły się parametry jakościowe uzyskiwanych płodów rolnych i wysokość plonów: zarówno ziemniaków jak i kukurydzy. Stało się tak, ponieważ rośliny dojrzewające w symbiozie z pożytecznymi mikroorganizmami, zawierają niezbędne dla zdrowia zwierząt i ludzi, makro i mikroelementy naturalnego pochodzenia, kwasy organiczne, aminokwasy, polisacharydy czy witaminy.

Ziemniaki dostarczane z mojej plantacji do fabryki chipsów *Frito Lay* od lat cechują wysokie parametry jakościowe. Kukurydza, podobnie jak ziemniaki uprawiana jest w monokulturze. Rezygnacja z płodozmianu jest możliwa przede wszystkim dzięki zastosowaniu kompozycji pożytecznych mikroorganizmów. Wspomagają one także rozkład resztek pożniwnych kukurydzy oraz poplonów, głównie żyta i jęczmienia. Do poprawy jakości gleby stosowałem też biokompost z odpadów ziemniaczanych, czyli z obierków i ziemniaków, które z różnych względów nie spełniały norm jakościowych. Składowane na pryzmie i kilkakrotnie opryskane kompozycjami pożytecznych mikroorganizmów ulegały fermentacji i przekształcały się w nawóz organiczny, niewydzielający brzydkiego zapachu i nieinfekujący bulw ziemniaków chorobami. Preparaty mikrobiologiczne są pomocne w regeneracji roślin dotkniętych wiosennymi przymrozkami. Można je również stosować do zaprawiania bulw. Takie zabiegi stosuję od kilku lat. Najpierw stopniowo ograniczałem używanie zaprawy chemicznej, potem całkowicie z niej zrezygnowałem na rzecz rozwiązania biologicznego – aplikowania pożytecznych mikroorganizmów, bezpośrednio podczas wysadzania bulw.

Występowanie chwastów na plantacjach ziemniaków to zjawisko bardzo niekorzystne. Utrudnia nie tylko wzrost roślinom, ale i jest kłopotliwe podczas wykopków. Z chwastami można radzić sobie metodami mechanicznymi, chemicznymi lub stosując biologiczne, naturalne technologie. Jednak te są skuteczne, gdy odpowiednio wcześnie się zareaguje i dawkuje systematycznie. Wzmacniają one ziemniaki i nie pozwalają chwastom na przejmowanie nad nimi dominacji w walce o składniki pokarmowe. Pożyteczne mikroorganizmy można także wykorzystywać do zwalczania szkodników, detoksykacji gleby z pozostałości po

pestycydach i co najważniejsze starać się nimi wypierać szkodliwe dla środowiska nawozy sztuczne. Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów spełniają także ogromną rolę w pielęgnacji i wzroście ziemniaków podczas całej wegetacji. Aplikuję je w czasie sadzenia w ilości 30 litrów, bądź podczas uprawy w ilości 50 litrów na jeden hektar. Systematycznie stosuję również na plantacji ziemniaków profilaktyczne zabiegi pożytecznymi mikroorganizmami przeciw chorobom grzybowym i bakteryjnym. Profilaktycznie środki grzybobójcze (fungicydy) można zastąpić KPM stosując je co 10-14 dni w ilości 10 l biopreparatu na hektar w postaci 10% cieczy roboczej. Dla uzyskania lepszego działania preparatu można dodać wyciągi roślinne z chrzanu, pokrzywy, mniszka lekarskiego czy skrzypu. W przypadku zauważenia choroby grzybowej: zarazy ziemniaczanej lub alternariozy, zalecam zastosować odpowiedni fungicyd.

Pożyteczne mikroorganizmy stymulują wzrost roślin uprawnych, ale też ułatwiają wzrost chwastom. Wczesne wschody chwastów można usunąć mechanicznie, uprawiając stanowisko przed sadzeniem broną przed obredlaniem. Przy wyższej zawartości próchnicy w glebie, dawki herbicydów mogą być stosowane w dolnych granicach i działają skuteczniej.

Aby uniknąć stresu roślin, dobrze jest stosować herbicydy przed wschodami ziemniaków. W zależności od stopnia zdegradowania należy zastosować kompozycje pożytecznych mikroorganizmów przed formowaniem redlin w dawce 30 litrów biopreparatu na hektar w postaci 10% cieczy roboczej o łącznej ilości minimum 300 litrów wraz z wodą. Im bardziej zdegradowana gleba tym dawka preparatu powinna być większa.

Właściwości pożytecznych mikroorganizmów wykorzystuję również do przechowywania ziemniaków. Aplikacja biopreparatów mikrobiologicznych służy tzw. bioasekuracji magazynowanych płodów rolnych. Minimalizuje straty przechowalnicze, ograniczając pleśnienie i gnicie oraz likwiduje całkowicie problem nieprzyjemnego gnilnego zapachu typowego dla materii organicznej.

Stosowanie pożytecznych mikroorganizmów przyniosło mi wiele korzyści.

1. Ograniczyłem stosowanie dużych ilości kosztownych nawozów sztucznych i pestycydów.
2. Zauważyłem też niższe zużycie paliwa. Poprawa struktury gleby umożliwia łatwiejszą uprawę i wymaga mniejszej liczby zabiegów agrotechnicznych. Gleba odzyskuje mikrobiologiczną równowagę,

jest zdrowsza i gwarantuje kolejnym uprawom lepszą kondycję, bez toksycznych substancji i patogenów.

3. Dzięki naturalnym technologiom obniżyłem koszty uprawy. Zauważyłem wzrost parametrów jakościowych ziemniaków.
4. Udało mi się również zmniejszyć uszkodzenia powodowane niekorzystną aurą: suszami, obfitymi deszczami, wahaniami temperatury czy wilgotnością powietrza. Tolerancję odporności na te czynniki można uzyskać, opryskując plantacje pożytecznymi mikroorganizmami. Dzięki temu plony cechuje dobra jakość także podczas lat o niesprzyjającej aurze.
5. Ziemniaki wykazują wyższą odporność na stres i zdolność do dłuższego przechowywania.

Dzięki stosowaniu kompozycji pożytecznych mikroorganizmów podczas uprawy ziemniaków w dzierżawionym przeze mnie gospodarstwie:

- średnia zawartość składników pokarmowych zwiększyła się 2–3 krotnie;
- zwiększył się średni plon ziemniaków: w 2001 roku wynosił on 7 ton, w 2009 roku – uzyskiwałem plony liczące 35 ton z hektara, a obecnie w 2014 roku z hektara mam nawet do 50 t. towarowych bulw.

Dłuższe i konsekwentne stosowanie w uprawie KPM prowadzi do obniżenia kosztów poszczególnych upraw oraz podwyższenia jakości rynkowej uzyskiwanych plonów, satysfakcjonujących producenta i klienta. Pozwala na prowadzenie upraw w sposób zrównoważony, korzystnie wpływający na środowisko naturalne."

Podsumowanie

Powierzchnia uprawy ziemniaków w Polsce systematycznie maleje. W naszym kraju bezpowrotnie minął złoty okres i popularność tej rośliny okopowej zaliczanej ze względu na walory żywnościowe również do grupy warzyw.

Obecnie ziemniaki uprawia się przede wszystkim do bezpośredniego spożycia oraz jako surowiec dla przemysłu spożywczego, skrobiowego, gorzelnictwa, rzadziej na paszę czy do produkcji bioetanolu. Od lat 90 minionego wieku wzrasta zainteresowanie zagranicznych koncernów spożywczych wysokiej jakości plonem bulw ziemniaka. Skupują one surowiec od rolników na podstawie umów kontrakcyjnych z przeznaczeniem do przetwórstwa spożywczego, głównie do

wyrobu frytek i chipsów. Wielkopowierzchniowe gospodarstwa rolne zlokalizowane są często w okolicach takich zakładów. Niezależnie od kierunku uprawy czy ich areału, zagrożenia dla plantacji ziemniaków pozostają niezmienne: chwasty, szkodniki oraz choroby. Do tego dochodzi również problem z utrzymaniem odpowiedniej zasobności gleby i jej żyzności, zachowaniem optymalnej wilgotności. Postępująca chemizacja rolnictwa i nadmierna liczba zabiegów agrotechnicznych uprawek nie służy dobrostanowi gleby i jakości uzyskiwanych plonów.

Zrównoważone rolnictwo oraz naturalne technologie, często innowacyjne są nie tylko zalecaną dobrą praktyką, ale stają się dziś koniecznością wobec zagrożeń środowiskowych, takich jak utrata bioróżnorodności czy degradacja gleb.

Ratunkiem w postępującej degradacji środowiska naturalnego, zwłaszcza terenów wiejskich jest biologizacja rolnictwa, która zakłada stosowanie wyłącznie środków bezpiecznych dla żywych organizmów. Biologizacja opiera się na założeniach dążących do: odbudowy próchnicy w glebie, systematycznego przywracania naturalnego odżywiania roślin, sięgania po nawozy organiczne i naturalne, wysiewu międzyplonów, stosowania zmianowania oraz doboru właściwej dla danej gleby technologii uprawy, czy korzystania z naturalnej zależności biologicznej: szkodniki – wrogowie naturalni. Biologizacja to również dobór właściwych odmian. W przypadku plantacji ziemniaka zwracać należy uwagę na sadzenie bulw zdrowych, kwalifikowanych, które są odporne na choroby, co ograniczy konieczność stosowania wielu zabiegów pielęgnacyjnych.

Także żyzna gleba wzmacnia system odpornościowy roślin, nie dopuszczając do inwazji chorób i szkodników i potrafi zaspokoić wszelkie potrzeby roślin.

Metody chemiczne w uprawach ukierunkowanych na biologizację są sukcesywnie ograniczane. W przypadku małej skuteczności biologicznych czy mechanicznych rozwiązań można ratować się środkami chemicznymi, ale trzeba to czynić racjonalne i zawsze starać się szukać substancji selektywnie działających, tj. oszczędzających także inne organizmy poza zwalczanymi. Oprócz płodozmianu czy zmianowania z racjonalną agrotechniką, a zwłaszcza dodatnim bilansem substancji organicznej często uzupełnianym uprawą międzyplonów, funkcje profilaktyczne, ograniczające występowanie agrofagów, spełniają nie tylko odpowiednio dobrane odmiany o dużej odporności na choroby i szkodniki, ale również ważne jest przestrzeganie terminu sadzenia i dbanie o właściwe zagęszczenie łanu.

Do poprawy kondycji gleby zniszczonej niewłaściwą agrotechniką poleca się także zaszczepianie gleby kompozycjami pożytecznych mikroorganizmów. Pożyteczne mikroorganizmy tworzą korzystne środowisko mikrobiologiczne do uprawy roślin rolniczych, przywracają naturalną równowagę w ekosystemach

i wzbogacają glebę stwarzając warunki sprzyjające rozwojowi roślin (odbudowują tzw. wskaźniki bonitacyjne: biotyczne i abiotyczne)[49].

Skuteczność kompozycji pożytecznych mikroorganizmów potwierdzają naukowcy i rolnicy. Badacze z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu podkreślają ich pozytywną rolę w rolnictwie. Stosowanie ich podczas wegetacji roślin uprawnych uznają za pierwszy krok w „przejściu z rolnictwa konwencjonalnego, opartego na chemii do rolnictwa opartego na biologizacji, które rozwijając się, byłoby efektywne energetycznie, ekonomiczne, ekologiczne i społecznie opłacalne - UP w Poznaniu".

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów, dodatkowo wsparte działaniem fermentowanych ekstraktów roślinnych chronią rośliny przed agrofagami. Trzeba je stosować zapobiegawczo i zgodnie z zaleceniami.

KPM aplikowane do gleby, wzmacniają efektywność naturalnego nawożenia, ograniczają zużycie drogich i często szkodliwych nawozów mineralnych pochodzenia przemysłowego oraz minimalizują podatność roślin na choroby i szkodniki.

Ponadto podnoszą siłę rodną gleby, optymalizują jej pH, przyczyniają się też do uzyskiwania wysokich, stabilnych w latach plonów, o dobrych parametrach.

Umożliwiają również uprawę roślin w monokulturze (stosując międzyplony), bez spadku plonowania i jednocześnie przy zwiększonej odporności naturalnej roślin.

Co niezwykle istotne, pożyteczne mikroorganizmy są bezpieczne dla organizmów żywych. Odtwarzając pierwotny ekosystem - wspierają bioróżnorodność, a zdrowy ekosystem umożliwia wzrost zdrowym roślinom i ułatwia ich ochronę.

Biologizacja upraw oparta m.in. na stosowaniu kompozycji pożytecznych mikroorganizmów przyczynia się do wzrostu przychodów z gospodarstwa oraz stanowi alternatywę wobec tradycyjnej agrochemii. Innowacyjność w gospodarce to wprowadzanie nowych rozwiązań. Przykładem może być naturalna technologia uprawy ziemniaka oparta na kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów.

[49] O składzie i własnościach gleby, bogatej w składniki odżywcze, umożliwiających prawidłowy wzrost roślinom, decydują czynniki biotyczne (należą tutaj bakterie, grzyby i wszystkie drobne organizmy żywe) oraz abiotyczne (fizyczne, chemiczne, biochemiczne czy fizykochemiczne cechy decydujące o jej żyzności). Zob. Prof. dr hab. inż. M. Starzycki, Żyzność gleby źródłem ochrony roślin, w: Pożyteczne mikroorganizmy dla nowoczesnego rolnictwa, Materiały konferencyjne, Licheń 2013.

6. Biologizacja rolnictwa. O czym należy pamiętać przystępując do upraw

Biologizacja rolnictwa to koncepcja gospodarowania opartego na, biologicznych czynnikach plonotwórczych w celu wytwarzania bezpiecznej żywności i ochrony środowiska. Prof. dr hab. Lesław Zimny definiuje biologizację rolnictwa jako: „operowanie w rolnictwie głównie biologicznymi czynnikami plonotwórczymi (komposty, obornik, biopreparaty, racjonalne płodozmiany, fitomelioracje, wysokoplenne odmiany odporne na agrofagi, retencja azotu biologicznego z roślin motylkowatych) w celu wyprodukowania zdrowszej żywności i ochrony środowiska”[50].

Według dra J. Wereszczaki, biologizacja rolnictwa jest nowym trendem w rozwoju rolnictwa, który ze względu na narastające zagrożenia środowiskowe musi się dokonać. Według niego, biologizacja to gospodarowanie oparte na naturalnych technologiach i narzędziach biologicznych, które koncentruje się na naturalnej żyzności gleby i jej bioróżnorodności. Ma na uwadze przede wszystkim przeciwdziałanie degradacji ekosystemu, którego stan wpływa również na nasze zdrowie. Pierwsze działania jakie należy podjąć, by oprzeć uprawę gleby na biologizacji rolnictwa, autor uznaje racjonalnie prowadzone płodozmiany, uprawę roślin strączkowych oraz dbałość o żyzność gleby[51]. Wereszczaka podkreśla, że strategia rozwoju polskiego rolnictwa powinna opierać się na ochronie i przywracaniu naturalnej bioróżnorodności, czerpaniu z dorobku biotechnologii, a szczególnie probiotechnologii, założeń Integrowanej Produkcji, zachowywaniu podczas prowadzenia rolniczej działalności dbałości o unikatowe walory przyrodnicze, krajobrazowe i kulturowe oraz bazowaniu na zasadzie „3 x E”: tj. efektywność energetyczna procesów pozyskiwania płodów rolnych, ekonomia i ekologia. W ten sposób zapewnione będzie bezpieczeństwo żywnościowe, a nade wszystko dostęp do bezpiecznej żywności również dla przyszłych pokoleń.

Uprawiając rośliny, zgodnie z założeniami Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej oraz zasadami biologizacji warto pamiętać o roli mikroorganizmów zasiedlających glebę, ich znaczeniu dla wysokiej jakości upraw. Ekosystem glebowy świadczy usługi środowiskowe, bez których życie na Ziemi byłoby niemożliwe: formowanie gleby, rozkład i humifikacja martwej materii organicznej (wpływ na żyzność, kondycję gleby i wzrost roślin), infiltracja wody i jej retencja,

[50] Encyklopedia Ekologiczno-Rolnicza, Wrocław 2003, hasło: biologizacja rolnictwa.

[51] J. Wereszczaka, Biologizacja – nowy trend w rewolucji agrarnej, w: Uzdrowić Ziemię, red. K. Długosz, Warszawa 2012, s. 87 – 93.

unieszkodliwianie zanieczyszczeń, kontrola patogenów, szkodników i procesu zapylania (większość owadów zapylających ma fazę obecną w glebie)[52]. Autorzy *Milenijnej Oceny Ekosystemów*[53] z 2005 roku informują, że ludzkość nie może przetrwać bez naturalnych systemów podtrzymujących życie. Nawet geolodzy odkrywają wpływ mikroorganizmów na procesy geologiczne, które nie tak dawno uważano za abiotyczne.

W zrównoważonym, przyjaznym środowisku mikroorganizmy nie stanowią przypadkowego zanieczyszczenia, lecz odgrywają istotną rolę ochronną i odżywczą wobec swoich gospodarzy. Prof. Lesław Badura, twórca Katedry Mikrobiologii i Instytutu Biologii Molekularnej Uniwersytetu Śląskiego, pisał, że to gwałtowny rozwój cywilizacji zapoczątkowany w XVIII wieku, skokowy przyrost ludności w ubiegłym wieku, intensywna gospodarka oraz niepełna wiedza ekologiczna o prawach rządzących eko- i agro- systemami doprowadziły do daleko posuniętej degradacji środowisk przyrodniczych[54]. „W związku tym –wnioskował prof. Badura – „stoi przed nami konieczność podjęcia trudu odbudowania już zniszczonych obszarów. Aby jednak móc odbudowywać je, potrzebna jest wiedza o zasadach funkcjonowania tych systemów, potrzebna jest wiedza o współzależnościach pomiędzy glebą, mikroorganizmami i organizmami wyższymi"[55].

Próchnica jak gąbka magazynuje wodę: 1% próchnicy na powierzchni 1 ha może zatrzymać do 150 ton wody. W ostatnich 30 latach w polskich glebach zawartość węgla organicznego zmniejszyła się o 10-20% (Skłodowski P. i Bielska A., 2009).

Profesor Lesław Badura przestrzegał, że: „na glebę możemy patrzeć oczyma fizyka, chemika, a nawet mineraloga, ale bezwzględnie musimy widzieć ją w aspekcie biologicznym, w którym nie tylko występują określone organizmy, określone gatunki czy populacje, ale widzieć ich podstawowe, pełnione przez nie funkcje. Bez organizmów żywych, bez ich funkcji powierzchnia ziemi byłaby

---

[52] P. Skubała, Czy różnorodność biologiczna i usługi środowiskowe w glebie są zagrożone?, [w:] „Biologizacja warunkiem zdrowego środowiska i ekonomicznego rolnictwa", Toruń 2013, s. 14.

[53] Raport z 2005 r., największe przedsięwzięcie naukowe ostatnich lat, w którym uczestniczyło 1360 ekspertów z 95 krajów zrecenzowane przez 80 niezależnych ekspertów.

[54] L. Badura, *Mikroorganizmy glebowe i ich znaczenie w ekosystemach degradowanych przez człowieka*, [w:] „INŻYNIERIA EKOLOGICZNA. Kształtowanie i ochrona środowiska. Uwarunkowania przyrodnicze, techniczne i społeczno-ekonomiczne", nr 12, Warszawa 2005, s. 14.

55 j.w.

rumowiskiem składników mineralnych podobnie, jak są powierzchnie otaczających ziemię planet"[56].

Jak podaje Wereszczaka (2012) za początki myślenia o gospodarowaniu opartym na biologicznych rozwiązaniach można uznać wystąpienie w 1924 roku w Kobierzycach, niedaleko Wrocławia, Austriaka – dr Rudolfa Steinera. Inspirując się nauką o metamorfozie roślin J. W. Goethego, zaproponował stosowanie preparatów biodynamicznych w celu ożywienia biologicznego gleby. Do wzmocnienia procesu fotosyntezy polecał preparat z krowieńca i krzemionki, skrzyp polny rekomendował do zwalczania chorób grzybowych, a dla efektywniejszego nawożenia i stymulacji wzrostu roślin bytujących na glebie nawożonej naturalnym kompostem, proponował stosowanie ziół, np. mleczu, rumianku, pokrzywy, krwawnika.

Z czasem coraz chętniej sięgano po pierwsze biopreparaty, a możliwość pozyskiwania zdrowej żywności zaczęto upatrywać w rolnictwie ekologicznym, rozumianym jako naturalnym i trwałym systemie uprawy roślin i chowu zwierząt, dostarczającym wysokiej jakości płodów.

W latach 60. XX wieku w Szwajcarii zrodziła się metoda rolnictwa organiczno-biologicznego, korzystająca z właściwości mączki bazaltowej. Dzięki niej możliwe było podwyższanie i utrzymywanie żyzności gleb, dbanie o bioróżnorodność i aktywność mikroflory glebowej, co przekładało się na wyższą jakość żywieniową i walory smakowe uzyskiwanych plonów.

Inne idee rolnictwa przyjaznego środowisku zwracały też uwagę na kompostowanie materii organicznej i dobroczynny wpływ kompostu, jako nawozu spulchniającego, próchnicotwórczego i wzbogacającego glebę o składniki odżywcze – na uprawę roślin, a w rezultacie wytwarzaną żywność dla ludzi oraz zwierząt. Takie rozwiązania w rolnictwie proponował zastosować przedstawiciel metody organicznej – A. Howard. We Francji: Lemaire i Boucher, do użyźniania gleby i wzmacniania kondycji roślin stosowali preparaty zawierające glony morskie.

Na gruncie polskim, idea rolnictwa zgodnego z prawami natury, pojawiła się w latach 30. XX stulecia, za przyczyną hr. S. Karłowskiego. Wzorując się na

56 j.w.

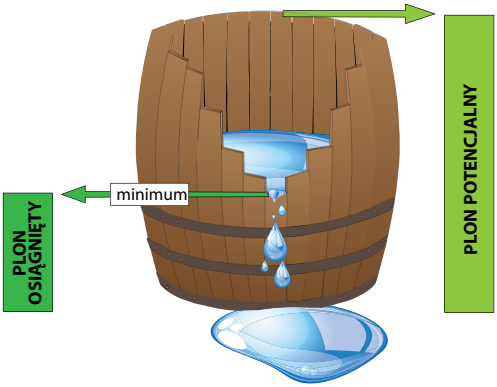
zaleceniach R. Steinera, w prowadzonym przez siebie gospodarstwie korzystał z wytycznych metody biodynamicznej. Opracował też kilka teoretycznych artykułów dotyczących rozwiązań w rolnictwie ukierunkowanym na biologizację, np. pisał o kompostowaniu czy pozytywnym wpływie dżdżownic na strukturę gleby. W kolejnych latach rodziły się teoretyczne i praktyczne podstawy polskiej szkoły rolnictwa, prowadzonego w zgodzie z ekosystemem i szanującego życie w nim zawarte.

Dziś polscy rolnicy coraz częściej w prowadzonych przez siebie gospodarstwach sięgają po rozwiązania, które uwzględniają wymagania stawiane przez koncepcję zrównoważonego rolnictwa, po takie technologie, które m.in. umożliwiają rewitalizację środowiska naturalnego, np. poprawa jakości i żyzności gleby dzięki poprawnym następstwom roślin, płodozmianom, stosowaniu ekstraktów roślinnych czy kompozycji pożytecznych mikroorganizmów i mączek mineralnych naturalnego pochodzenia.

Badania zapoczątkowane w XIX w. pozwoliły ustalić pewne zależności, jakie istnieją pomiędzy wzrostem, rozwojem i plonowaniem, a stanem zaopatrzenia roślin w niezbędne dla nich pierwiastki mineralne. Zależności te sformułowano w postaci kilku praw naukowych, których znajomość jest niezbędna przed przystąpieniem do jakiejkolwiek uprawy.

◈ **Prawo minimum**

- „***Wysokość plonów określa ten składnik pokarmowy, który występuje w glebie w ilości najniższej w stosunku do potrzeb rośliny***".
- Możliwość rozwoju i wzrostu rośliny określa ten składnik, którego jest najmniej w stosunku do zapotrzebowania. Pierwiastek ten ogranicza działanie innych i w następstwie powoduje obniżkę plonów. Prawo ilustruje tzw. beczka Liebiega (Rys.1.)
- Prawo minimum można odnieść nie tylko do składników mineralnych, lecz również i do innych czynników, od których zależy wzrost i plonowanie roślin takich jak temperatura, woda, światło, dwutlenek węgla, powietrze, struktura gleby, zawartość próchnicy i ostatnio coraz lepiej rozpoznawalna aktywność pożytecznej mikroflory, mikrobiomu rośliny oraz jej ryzosfery i innych.



Grafika 1. – Beczka Liebiega, rys. Dominik Gacka

Modelem, który ilustruje działanie czynników ograniczających jest beczka zbudowana z klepek o różnej długości; pojemność takiej beczki określa klepka najkrótsza, długość pozostałych klepek nie ma wpływu na pojemność.

◈ **Prawo opłacalności nawożenia wg Mitscherlicha**

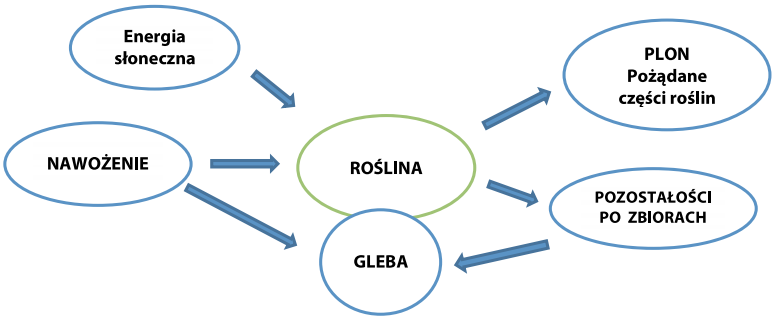
- „***Plon roślin zwiększa się wraz ze wzrostem dawek składnika pokarmowego proporcjonalnie do różnicy pomiędzy plonem maksymalnym, a plonem rzeczywiście przez dawkę tego składnika osiągniętym***".

Pierwszy kilogram np.: azotu, którym nawozi się daną uprawę, da duży przyrost plonu, każde kolejne kilogramy tego samego składnika wywołają już nieco mniejszy przyrost, aż w końcu osiągnie się plon maksymalny w danych warunkach (A). Od tego momentu dalsze zwiększanie dawek azotu nie tylko nie spowoduje wzrostu plonu, a wręcz obniży go, podobnie jak przy niedoborze tego składnika. Zasada ta dotyczy wszystkich składników pokarmowych. Nadmierne stosowanie nawozów sztucznych będzie również powodem przyspieszonej degradacji gleby.

◈ **Prawo zwrotu składników pokarmowych wg A.Voisin**[57] (Nawożenie a nowe prawa naukowe, Państwowe wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 1967, s. 111)- „Aby utrzymać żyzność gleby, trzeba zwracać jej substancje pokarmowe pobrane przez rośliny oraz te, które zostały uwstecznione w glebie w następ-

[57] A.Voisin, Nawożenie a nowe prawo naukowe, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 1967-111

stwie stosowania nawozów" Rośliny pobierają z gleby pokaźne ilości składników pokarmowych, zwłaszcza azotu, potasu, fosforu i wapnia. Aby utrzymać żyzność gleby należy zwracać substancje przyswajalne, nie tylko pobrane przez rośliny i zebrane z plonem lecz również i te, które z różnych powodów stały się nieprzyswajalne.



Grafika 2. – Prawo zwrotu składników pokarmowych.

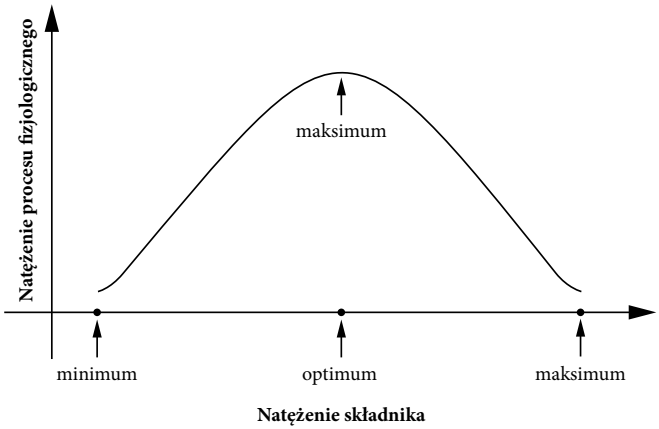
◈ **Prawo maksimum Shelforda** oparte jest na odkryciu górnego punktu krytycznego. Informuje ono o tym, że jeżeli w glebie będzie nadmiar substancji przyswajalnej przez roślinę zahamuje to jej wzrost i przez to obniży plony.

„***Nadmiar składnika pokarmowego w glebie ogranicza skuteczność działania innych składników i w następstwie powoduje obniżkę plonów***" wg A.Voisin.

◈ **Prawo tolerancji Shelforda**

Prawo minimum i maksimum zostało połączone w jedno prawo tolerancji głoszące, że zarówno niedobór jak i nadmiar substancji przyswajalnej przez roślinę może powodować zahamowanie jej wzrostu i tym samym zmniejszenie plonów. A.Voisin uzupełnił to prawo o stwierdzenie, że niedobór i nadmiar jednej substancji ogranicza działanie innych substancji, co obniża plony. Na rysunku 2 przedstawiono jak zmienia się proces fizjologiczny w zależności od natężenia składnika.

Dla poszczególnych czynników można wyznaczyć zakres tolerancji, tj. minimalną i maksymalną wartość pomiędzy którymi organizm może się pomyślnie rozwijać. Jak widać na rysunku maksymalne natężenie procesu fizjologicznego występuje w optymalnych warunkach (Wykres 2).



Wykres 2. – Prawo tolerancji Shelforda.

◈ Prawo pierwszeństwa wartości biologicznej sformułowane przez A. Voisina

„Stosowanie nawozów musi mieć na celu przede wszystkim poprawę wartości biologicznej która ma większe znaczenie niż wysokość plonów" „Stosowanie nawozów musi mieć na celu przede wszystkim poprawę wartości biologicznej, która ma większe znaczenie niż wysokość plonów"

Nieuwzględnienie przy uprawie roślin ich potrzeb pokarmowych, bądź stosowanie nadmiernych ilości poszczególnych składników mineralnych powoduje powstawanie chorób, prowadzących do zmniejszenia plonu lub do pogorszenia jego wartości odżywczych, które ze względu na pozycję rośliny w łańcuchu pokarmowym są najistotniejsze.

Wszelkie zachwiania równowagi składników pokarmowych roślin, istniejące lub pojawiające się w glebie z przyczyn naturalnych lub w wyniku pobrania tych substancji przez rośliny, bądź jako skutek stosowania nawozów muszą być usuwane przez racjonalne dawkowanie składników nawozowych w taki sposób, aby została przywrócona ich optymalna równowaga w glebie, która pozwoli na otrzymanie roślin o wysokiej wartości biologicznej oraz uzyskanie jednocześnie jak najwyższych plonów.

Słownik definicji

Biogospodarka to według definicji OECD działalność polegająca na zastosowaniu biotechnologii, bioprocesów i bioproduktów w celu tworzenia dóbr i usług, w obliczu kurczenia się dostępnych zasobów i zmian degradujących środowisko.

Biologizacja - stosowanie praw biologicznych rządzących procesami zachodzącymi w organizmach żywych do innych dziedzin (Słownik języka polskiego PWN, 2007).

Biologizacja rolnictwa - „Operowanie w rolnictwie głównie biologicznymi czynnikami plonotwórczymi (komposty, obornik, biopreparaty, racjonalne płodozmiany, fitomelioracje, wysokoplenne odmiany odporne na agrofagi, retencja azotu biologicznego z roślin motylkowatych) w celu wyprodukowania zdrowszej żywności i ochrony środowiska" prof. dr hab. Lesław Zimny, Leksykon przyrodniczy polsko-angielski, Wrocław 2014, s. 48.

Biopreparaty:

1) **naturalne wyroby zawierające żywe szczepy mikroorganizmów**, lub ich wydzieliny, których substancje biologicznie aktywne usprawniają procesy życiowe zachodzące w glebie, wodzie i powietrzu oraz organizmach roślin, zwierząt i ludzi (szczepionki z mikroorganizmami pożytecznymi dla roślin, np. nitragina, azotobakteryna, a także szczepionki z mikroorganizmami pożytecznymi dla gleby (EmFarma, EmFarma Plus, Ema5) oraz mieszanki paszowe uzupełniające na bazie probiotyków stosowane w hodowli zwierząt (Pro-Biotyk (em15)).
2) **preparaty pochodzenia roślinnego, zwierzęcego lub z naturalnych minerałów** o działaniu ochronnym, nawozowym i stymulującym wzrost roślin (Biochicol 020 PC, BETA-CHICOL, Biosept Active, Grevit 200 SL, Ema5 z wrotyczem, piasek kwarcowy),
3) **naturalne dodatki paszowe**, takie jak konserwanty i detoksykanty, koncentraty pasz, premiksy, probiotyki, kokcydiostatyki, antyoksydanty, preparaty enzymatyczne, aminokwasy syntetyczne, witaminy, substancje pigmentujące stosowane w chowie zwierząt
4) **biopestycydy** – czynniki biologiczne do zwalczania agrofagów roślin tj. patogenów, szkodników, chwastów. Dzielą się na następujące kategorie: ***preparaty zawierające żywe organizmy jak wrogowie naturalni szkodników***, a także nicienie oraz mikroorganizmy takie jak bakterie, grzyby,

wirusy, wiroidy i inne, ***preparaty zawierające feromony***, oraz ***preparaty na bazie ekstraktów roślinnych***.

5) **Naturalne, chemicznie obojętne (nietoksyczne dla ludzi, zwierząt i roślin) mieszanki bakteryjno-enzymowe**, przystosowane do biodegradacji substancji organicznych zawartych w ściekach. Efekt ich działania polega na dynamicznym rozwoju aktywnej biologicznie biomasy, przyspieszającej biodegradację zanieczyszczeń organicznych. Biopreparaty stosuje się do wspomagania procesów unieszkodliwiania ścieków bytowo-gospodarczych i produkcyjnych, gnojowicy, osadów, tłuszczów, fekaliów itp. Wykorzystywane są także do mineralizacji fekaliów z ustępów suchych oraz ograniczające uciążliwości odorowe (ProBio Sanit, Bio-21, Biolatrin, Septofos).
6) **Naturalne środki myjące, czyszczące i piorące zawierające kompozycje mikroorganizmów**, enzymy i inne naturalnego pochodzenia dodatki (ProBio Cleaner, BioKlean Soft, Mydło mikroorganiczne).

Bioróżnorodność: jest określeniem dla sumy gatunków lub ekosystemów analizowanych lub porównywanych obszarów. oznacza zróżnicowanie wszystkich żywych organizmów pochodzących m.in.:, z ekosystemów lądowych, morskich i innych wodnych ekosystemów oraz zespołów ekologicznych, których są one części (Dz. U. 2002). Źródło: Dz.U.02.184.1532 Konwencja o różnorodności biologicznej, sporządzona w Rio de Janeiro dnia 5 czerwca 1992 r. (Dz. U. z dnia 6 listopada 2002 r. artykuł 2 Definicje).

Biotechnologia - oznacza każde rozwiązanie technologiczne, które wykorzystuje systemy biologiczne, żywe organizmy lub ich pochodne do wytworzenia, albo modyfikowania produktów lub procesów (Dz. U. 2002). Źródło: Dz.U.02.184.1532 Konwencja o różnorodności biologicznej, sporządzona w Rio de Janeiro dnia 5 czerwca 1992 r. (Dz. U. z dnia 6 listopada 2002 r. artykuł 2 Definicje)

Efektywne mikroorganizmy w skrócie EM określenie autorstwa prof. Teruo Higa.

EM-1 - to kultury mateczne skompletowane w początkach lat osiemdziesiątych przez biologa Teruo Higa, profesora Uniwersytetu w Ryukyus w Japonii na wyspie Okinawa. Na ten zestaw mikroorganizmów składają się różne szczepy bakterii wyizolowane ze zdrowej gleby na Okinawie, bakterie kwasu mlekowego, bakterie ze żwacza krowy, mikroorganizmy pozyskane od przemysłu mleczarskiego i pewne szczepy drożdży.

Kultury mateczne (KM) - szczepy mikroorganizmów lub ich konsorcja wytwo-

rzone w naturalnym procesie na bazie gatunków powszechnie występujących w naturze, z udziałem mikroorganizmów, nie modyfikowanych genetycznie, z zachowaniem najwyższych standardów higienicznych i jakościowych. Służą do wytwarzania i uaktywniania wyrobów przeznaczonych do bezpośredniego użycia – zastosowania w wybranych ekosystemach.

Prebiotyk:

a. składniki pożywienia, które korzystnie wpływają na organizm gospodarza poprzez wybiórczą stymulację wzrostu i/lub aktywności jednej lub określonej grupy bakterii w jelicie, poprawiając w ten sposób zdrowie gospodarza. (Gibson i Roberfroid, 1995).
b. wybiórczo fermentowany składnik (pokarmowy-przyp.tłum.) skutkujący swoistymi zmianami składu i/lub aktywności mikroflory przewodu pokarmowego, przynoszący korzyść/ci zdrowotną/e dla gospodarza. (Gibson i in. et al. 2010) Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods 7 (1) 1–19.).

ProBio Emy to grupa naturalnych wyrobów na bazie odpowiednio dobranych kompozycji pożytecznych mikroorganizmów, specjalnie wyselekcjonowanych, niemodyfikowanych genetycznie szczepów drobnoustrojów, ich metabolitów, zawartych łącznie w fermentowanej mieszaninie z naturalnych składników. Wyroby te mogą wykazywać właściwości probiotyczne, przeciwutleniające, jak również bakterio- i fungistatyczne wobec patogenów i szczepów niepożądanych. Ich stosowanie nie wymaga karencji i prewencji (Zimny 2014). prof. dr hab. Lesław Zimny, Leksykon przyrodniczy polsko-angielski, Wrocław 2014, s. 296.

Probiotechnologia: (gr. pro bios – dla życia) to sposób wytwarzania i stosowania niemodyfikowanych genetycznie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów i i ich metabolitów zawartych łącznie w fermentowanej mieszaninie z naturalnych składników. Probiotechnologia wzmacnia efektywność i bioasekurację w rolnictwie, w rewitalizacji i ochronie środowiska, jak również w gospodarstwie domowym i życiu człowieka, podnosząc jego zdrowotność (Zimny 2014). prof. dr hab. Lesław Zimny, Leksykon przyrodniczy polsko-angielski, Wrocław 2014, s. 296.

Probiotyk określany jest również jako: żywy, mikrobiologiczny dodatek, który wywiera korzystny wpływ na gospodarza poprzez zmienianie mikroflory bytującej w jego organizmie lub w jego środowisku, zapewnia bardziej efektywne przyswajanie pożywienia lub poprawia jego wartości odżywcze, usprawnia odpowiedzi immunologiczne poprzez poprawę jakości środowiska, z którym

gospodarz jest związany (Verschuere i in.2000). (Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., Verstraete, W., 2000a. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiology and Molecular Biology Review 64, 655–671, (tł. własne).

Probiotyki to żywe drobnoustroje, które podane w odpowiedniej ilości wywierają korzystny wpływ na zdrowie gospodarza. (World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Probiotics in food. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. FAO Food and Nutrition Paper 85; Rome 2006.).

dr inż Szymon Powałowski[58]

Podstawowe pojęcia z zakresu mikrobiologii oraz krótka charakterystyka najważniejszych gatunków mikroorganizmów znajdujących się w kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów

Taksonomia mikroorganizmów – to ich podział na grupy o określonym stopniu pokrewieństwa, który opiera się na podstawowych grupach takich jak: domeny, typy, klasy, rzędy, rodziny, rodzaje, gatunki, podgatunki i szczepy[59].

Szczep - to czysta kultura wyizolowanego mikroorganizmu, czyli „zbiór" komórek jednorodnych genotypowo i fenotypowo, czyli wykazujących podobne własciwości, należących do tego samego gatunku[60].

[58] Dr inż. Szymon Powałowski – absolwent Akademii Rolniczej w Poznaniu, technolog żywności, mikrobiolog, od lat zafascynowany mikroorganizmami, a zwłaszcza bakteriami fermentacji mlekowej i możliwościami ich wykorzystania w życiu człowieka. Obecnie dyrektor Instytutu Technologii Mikrobiologicznych w Turku, stworzonego przez ProBio Cluster.

[59] Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z.: Mikrobiologia techniczna Tom I i II, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2008.

[60] Tamże.

Komórka (łac. cellula) – najmniejsza strukturalna i funkcjonalna jednostka organizmów żywych zdolna do przeprowadzania wszystkich podstawowych procesów życiowych (takich jak przemiana materii, wzrost i rozmnażanie). Jest podstawową jednostką morfologiczno-czynnościową ustroju. W każdej żywej komórce zawarte jest DNA, będące nośnikiem informacji o jej cechach. Może ono występować w postaci tzw. nukleoidu lub być zlokalizowane w jądrze komórkowym. Na tej podstawie dzielimy komórki na prokarioty – nie zawierające jądra (np. bakterie) i eukarioty – zawierające jądro (np. drożdże, pleśnie, organizmy wyższe)[61].

DNA - kwas deoksyrybonukleinowy – wielkocząsteczkowy, organiczny związek chemiczny, należący do kwasów nukleinowych, pełniący rolę nośnika informacji organizmów żywych. W sekwencji struktury tego związku zakodowane są wszystkie informacje o właściwościach i cechach komórki oraz organizmu. W ramach podstawowych form morfologicznych (kształtów) komórek bakteryjnych wyróżnia się:

- kuliste - ziarniaki (*coccus*)
- wydłużone - laseczki (*bacillus*)
- maczugowce (*Corynebacterium*)
- formy spiralne - śrubowce (*Spirillum*)
- przecinkowce (*Vibrio*)
- krętki (*Spirochaeta*)

W zależności od: budowy szkieletu mureinowego ściany komórkowej, jego składu, grubości, obecności innych związków, bakterie dzieli się na dwie grupy - gramdodatnie G(+) i gramujemne G(–), wykazujące odmienne właściwości i możliwe do rozróżnienia w procesie barwienia opracowanym przez duńskiego bakteriologa Christiana Grama. Co bardzo istotne ze względów praktycznych, komórki gramdodatnie wykazują różną od bakterii gramujemnych odporność na czynniki środowiskowe, takie jak pH, temperatura, związki chemiczne, antybiotyki itp[62].

Konsorcjum mikroorganizmów – zespół różnorodnych mikroorgaznimów zdolnych do wspólnego wzrostu w tym samym środowisku, wzajemnie dla siebie nieszkodliwych, i w założeniu ze sobą współdziałających, chociażby w zakresie przygotowania przez jedną grupę warunków do wzrostu kolejnej, np. dzięki syntezie pewnych związków wykorzystywanych jako substancje odżywcze (źródło węgla, azotu, itp.) przez rozwijającą się później grupę mi-

[61] Tamże.

[62] Tamże.

kroorganizmów. Grupa może wzajemnie zapewniać dla siebie ochronę przed zainfekowaniem opanowaniem ich niszy ekologicznej przez obce szczepy i posiadać niemożliwą do uzyskania przez odrębny szczep stabilność oraz wszechstronną aktywność metaboliczną. Podkreślenia wymaga fakt, że to właśnie mikrorganizmy – najniżej zorganizowane formy życia są pierwszym i ostatnim ogniwem łańcucha pokramowego, okreslanego również łancuchem życia. Przy czym mnogość ogniw jest równa populacji wszystkich stworzeń. Natomiast łańcuch życia jest tylko jeden. Zanik bioróżnorodności ogniw ogranicza pulę dziedziczonych genów. Unifikacja wypierająca bioróżnorodność wszelkich form życia nie służy więc rozwojowi łańcucha życia[63].

Białka – wielkocząsteczkowe biopolimery, a właściwie biologiczne polikondensaty, zbudowane z reszt aminokwasów połączonych ze sobą wiązaniami peptydowymi -CONH-. Występują we wszystkich żywych organizmach oraz wirusach. Pełnią wiele ważnych funkcji biologicznych, zwłaszcza jako enzymy, katalizujące przebieg reakcji biochemicznych.

Węglowodany (cukry, cukrowce, sacharydy) – organiczne związki chemiczne składające się z atomów węgla, wodoru i tlenu. Są to związki zawierające jednocześnie liczne grupy hydroksylowe. Ze względu na liczbę jednostek cukrowych w cząsteczce, węglowodany dzielą się na:

- cukry proste, inaczej monosacharydy (jednocukry)
- dwucukry, inaczej disacharydy
- trójcukry, inaczej trisacharydy
- penta-, heksa-, hepta- itd. sacharydy: oligosacharydy
- wielocukry czyli polisacharydy.

Lipidy (gr. λίπος lípos – tłuszcz) - szeroka grupa występujących w naturze związków chemicznych. Zaliczają się do nich:

- Tłuszcze właściwe,
- Woski,
- Sterole,
- Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach (jak witaminy A, D, E, K),
- Monoacyloglicerole,
- Diacyloglicerole,
- Fosfolipidy i wiele innych grup.

Główne biologiczne funkcje lipidów to magazynowanie energii, tworzenie błon biologicznych (np. błony cytoplazmatycznej) i udział w przesyłaniu sygnałów[64].

[63] Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.

[64] Tamże.

Pożywka mikrobiologiczna (zwana czasem podłożem lub pożywką) to mieszanina związków chemicznych, o odpowiednim stężeniu, zawartości soli oraz pH, umożliwiająca hodowlę mikroorganizmów – płynna, wykorzystywana w probówkach, kolbach i bioreaktorach lub zestalona agarem, wylewana na płytki[65].

Posiew ilościowy – to podstawowa, prosta, ale też stosunkowo dokładna metoda określania liczebności mikroorganizmów opracowana pierwotnie przez Roberta Kocha. Oparta jest o zliczanie kolonii mikroorganizmów wyrosłych na odpowiednim podłożu agarowym, z kolejnych rozcieńczeń dziesiętnych materiału badanego[66].

Agar-agar (potocznie *agar*) – jest to polisacharyd (galakton) – substancja otrzymana z wodorostów morskich, dostępna w postaci wysuszonej i sproszkowanej. Jego podstawową właściwością jest fakt, iż łatwo ulega uwodnieniu na ciepło (temp. 90 – 100°C), zaś po przestudzeniu (45 – 48°C) tworzy stabilne, kruche i odwracalne termicznie żele. Umożliwia tym samym hodowlę mikroorganizmów w szerokim zakresie temperatury. Co bardzo istotne, substancja ta nie jest wykorzystwana przez mikroorganizmy jako źródło substancji odżywczych, dzięki czemu podłoża nie upłynniają się w trakcie hodowli, jak mogłoby to mieć miejsce, gdyby zastosować w celu ich zestalenia żelatynę[67].

Mikroorganizmy znajdujące się w kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów

Bifidobacterium bifidum jest bakterią Gram-dodatnią, beztlenową, a przy tym jednym z pierwszych mikroorganizmów dla których udowodniono ich właściwości probiotyczne. Zajmuje stąd szczególnie ważne miejsce w kompozycjach probiotycznych, mając zdolność kolonizacji głównie błon śluzowych jelita grubego oraz pochwy, gdzie może występować w dużych stężeniach. *B.bifidum* poprzez konkurencję, czyli przywieranie do ścianek jelita i tym samym blokowanie miejsca do rozwoju oraz zabieranie składników odżyw-

[65] Tamże.
[66] Tamże.
[67] Tamże.

czych, zapobiega kolonizacji inwazyjnych bakterii chorobotwórczych, takich jak *Salmonella*, *Clostridium* czy *Escherichia* coli. *B.bifidum* wytwarza kwas mlekowy i octowy, które obniżają pH w środowisku jelitowym i uniemożliwiają rozwój bakterii niepożądanych, a tym samym hamują procesy gnilne[68].

Bifidobacterium longum to blisko spokrewniony z *B.bifidum* gatunek, również Gram-dodatniej i beztlenowej bakterii probiotycznej o dość silnie wydłużonych komórkach, żyjącej głównie w jelicie grubym. Badania wskazują, że gatunek *B.longum* może poprawić wartość odżywczą pokarmów. Szczepy z tego gatunku mają zdolność do wytwarzania witamin z grupy B i enzymów - fosfatazy kazeinowej i lizozymu, posiadającego właściwości antybakteryjne wobec niepożądanych bakterii Gram-dodatnich. Badania kliniczne sugerują, że *B.longum* zmniejsza częstotliwość zaburzeń żołądkowo-jelitowych takich jak biegunka, nudności, zaparcia itp. oraz pomaga w funkcjonowaniu układu pokarmowego[69].

Bifidobacterium animalis to Gram-dodatnia bakteria beztlenowa. Zwykle duże jej kolonie można znaleźć w jelicie grubym. *Bifidobacterium animalis* i *Bifidobacterium lactis* były pierwotnie opisywane jako dwa różne gatunki. Obecnie powszechnie stosuje się zamiennie nazewnictwo, a w rzeczywistości w obrębie gatunku *B.animalis* wyróżnia się dwa podgatunki – *B.animalis* podgatunek animalis oraz *B.animalis* podgatunek lactis. Obie stare nazwy *B.animalis* i *B.lactis* jako skrócone nazwy szczepów probiotycznych są nadal używane zamiennie na etykietach wyrobów. W większości przypadków nie jest deklarowane, który podgatunek został użyty w danym wyrobie. Rodzaj *Bifidobacterium* dawniej też był klasyfikowany i mógł występować pod nazwami: *Bacillus bifidus*, *Bacterium bifidum*, *Lactobacillus bifidus*, i *Lactobacillus parabifidus*. Badania nad bakteriami z rodzaju *Bifidobacterium* udowodniły, że mikroorganizmy te zwiększają przyswajanie składników mineralnych takich jak żelazo, wapń, magnez i cynk. Gatunki z tego rodzaju są wykorzystywane w przemysłowej produkcji środków spożywczych jak mleko probiotyczne, w zastosowaniach terapeutycznych jak np. w leczeniu zaburzenia trawienia u niemowląt, w chorobach jelit, zaparciach, marskości wątroby,

[68] Mitsuoka T.: Bifidobacteria and their role in human health. J. Ind. Microbiol. 6: 263-267 (1990).

[69] Arunachalam K.D.: Role of the Bifidobacteria in nutrition, medicine and technology. Nutr. Res. 19: 1559-1597 (1999); Schell M.A., Karmirantzou M., Snel B., Vilanova D., Berger B., Pessi G., Zwahlen M.C., Bork P., Delley M., Pridmore R.D., Arigoni F.: The genome sequence of Bifidobacterium longum reflects its adaptation to the human gastrointestinal tract. PNAS 99: 14422-14427 (2002).

zaburzeniu równowagi flory jelitowej po antybiotykoterapii i wzmaganiu perystaltyki jelit[70].

Lactobacillus plantarum jest Gram-dodatnią, nieprzetrwalnikującą bakterią, zdolną do wzrostu w różnorodnych środowiskach, preferującą warunki beztlenowe. Rozkładając cukry dostępne w podłożu, wytwarza szeroką gamę metabolitów z kwasem mlekowym na czele, mając tym samym zdolność do obniżania pH środowiska. Jest powszechnie występującym przedstawicielem rodzaju *Lactobacillus*, spotykanym na tkankach roślinnych, a tym samym w naturalnych produktach spożywczych – kiszonej kapuście, ogórkach, oliwkach solonych, koreańskim kimchi, nigeryjskim ogi, zakwasie i innych sfermentowanych materiałach pochodzenia roślinnego, a także w niektórych serach i wędlinach fermentowanych. L.plantarum naturalnie zasiedla także przewód pokarmowy i błony śluzowe człowieka. Badania pokazują, że *L.plantarum* może zmniejszać ból, wzdęcia brzucha i zaparcia u pacjentów z zespołem jelita drażliwego. *L.plantarum* wydziela naturalny antybiotyk lactolinę, syntetyzuje aminokwas L-lizynę, która ma właściwości antywirusowe. *L.plantarum* wytwarza enzymy glikolityczne, zdolne rozkładać glikozydy cyjanogeniczne i jest skuteczny w eliminacji azotanów. *L.plantarum* eliminuje z żywności toksyny, w tym mykotoksyny pleśniowe i wykazuje aktywność zwalczania patogenów (bakterii chorobotwórczych), takich jak *Staphylococcus aureus* i *enterokoki*[71].

***Lactobacillus acidophilus*,** podobnie jak inne bakterie mlekowe, jest względnie beztlenową bakterią Gram-dodatnią, zdolną do wytwarzania kwasu mlekowego z laktozy i innych cukrów. Posiada właściwości probiotyczne i jest jednym z najważniejszych mikroorganizmów przewodu pokarmowego człowieka. Badania sugerują, że niektóre szczepy z gatunku *L.acidophilus* mogą pomóc w kontrolowaniu zakażeń jelitowych, a więc zmniejszaniu ryzyka wystąpienia biegunek oraz łagodzeniu ich przebiegu oraz poprawie trawienia przetworów mlecznych przez rozkład cukru mlecznego laktozy. Mogą one także wytwarzać substancje hamujące rozwój niektórych typów nowotworów, stymulować odpowiedź immunologiczną przeciwko niepożądanym mikroorganizmom jelitowym, łącznie z wirusami, a także pomagać w kontroli poziomu cholesterolu w surowicy krwi. Pełnią wiele pożytecznych funkcji o charakterze probiotycznym, w tym hamując wzrost organizmów chorobotwórczych i zapobiegając ich namnażaniu i kolonizacji organizmu człowieka.

[70] Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.
[71] Tamże.

Udowodniono, iż szczepy z gatunku *L.acidophilus* wytwarzają naturalne antybiotyki jak: *lactocidinę*, *acidophilinę* itp., wspomagające ochronę naszego organizmu przed infekcjami. Potwierdzono także, iż *L.acidophilus* wykazuje aktywność przeciwbakteryjną wobec ptogenów takich jak: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli* i *Candida albicans*[72].

Lactobacillus casei to kolejna bakteria probiotyczna (względnie beztlenowa G(+)), która była wykorzystywana od wieków w tradycyjnym przetworach mleka w Azji, jak japońskie napoje Yakult. To jest bardzo płodny i silny mikroorganizm, o wysokiej odporności na enzymy trawienne. Dobrze toleruje też kwasy żołądka i sole żółci, co pozwala na zasiedlenie jelita grubego i przyleganie (adhezję) do jego śluzówki. *Lactobacillus casei* jest blisko spokrewniony z *L.rhamnosus* i *L.acidophilus*. Gatunki te, jak większość z rodzaju *Lactobacillus* zdolne są do wywierania w organizmie człowieka tzw. efektu immunomodulacyjnego, to znaczy stymulowania naturalnego systemu odpornościowego naszego organizmu. Ponadto szczepy z rodzaju *Lactobacillus*, podobnie jak przedstawiciele blisko spokrewnionego rodzaju *Carnobacetrium*, bardzo często mają zdolność wytwarzania bakteriocyn – związków o charakterze peptydowym (małe cząsteczki o budowie podobnej do białek), które działając podobnie do antybiotyków, hamują rozwój bakterii chorobotwórczych. Bardzo blisko spokrewnionym z L.casei przedstawicielem tego samego rodzaju, wykazującym podobne właściwości i często spotykanym w tych samych środowiskach jest *Lactobacillus paracasei*[73].

Lactobacillus delbrueckii – silnie wydłużona, względnie beztlenowa, termofilna pałeczka G(+). Nie należy do naturalnej, stałej flory jelitowej, ale jest gatunkiem ważnym dla środowiska ludzkich jelit, z uwagi na zdolność do wyjątkowo wydajnego wytwarzania kwasu mlekowego na drodze homofermentacji mlekowej, czyli takiej, gdzie głównym i praktycznie jedynym produktem metabolizmu jest właśnie kwas mlekowy. Związek ten silnie obniża odczyn w jelitach, zapobiegając rozwojowi drobnoustrojów chorobotwórczych i gnilnych. Ponadto, podobnie jak inni przedstawiciele tego rodzaju, tworzy on naturalne związki o właściwościach antybiotycznych. Poszczególne szczepy działają synergistycznie na różnych odcinkach przewodu pokar-

[72] Altermann E., et al.: Complete genome sequence of the probiotic lactic acid bacterium Lactobacillus acidophilus NCFM. PNAS 102: 3906–3912 (2005).

[73] Buriti F.C., Saad S.M.: Bacteria of Lactobacillus casei group: characterization, viability as probiotic in food products and their importance for human health. Arch. Latinoam. Nutr. 57: 373-80 (2007).

mowego zmniejszając przyczepność bakterii patogennych (szkodliwych) i uniemożliwiając kolonizację przewodu pokarmowego przez drobnoustroje chorobotwórcze. Wydzielają również substancje antybiotykopodobne, działające bakteriobójczo w stosunku do bakterii chorobotwórczych. Wpływają ponadto na ogólną odporność organizmu, stymulując wytwarzanie przeciwciał i cytokinin[74].

Lactobacillus fermentum należy do rodzaju *Lactobacillus*, wykazując podobne właściwości i cechy morfologiczne jak powyżej opisani przedstawiciele tego rodzaju. Szczepy tego gatunku są wszechstornnie wykorzystywane m.in. do fermentacji żywności i karmy dla zwierząt. Stwierdzono, że niektóre szczepy *Lactobacillus fermentum* charakteryzują się naturalną odpornością na pewne antybiotyki i chemioterapeutyki. *Lactobacillus fermentum* może również zasiedlać przewód pokarmowy człowieka, a niektóre szczepy są związane z metabolizmem cholesterolu.

Lactobacillus fermentum jest również uznawany za bakterię probiotyczną. Wykorzystanie probiotycznych drobnoustrojów jelitowych w żywności zmierza w kierunku zapobiegania (profilaktyki) i przeciwdziałania wielu problemom zdrowotnym takim jak alergie, rozwój nowotworów, choroby zapalne, infekcje jelit, niedobory mikroelementów, podwyższony poziom cholesterolu. Najnowsze badania skupiają się na wpływie probiotyków na funkcje metaboliczne gospodarza. Jednym z obszarów badań jest metabolizm cholesterolu przez bakterie kwasu mlekowego (LAB – *Lactic Acid Bacteria*) działające jako probiotyki. Badania in vitro wykazały, iż gatunki z rodzaju *Lactobacillus* usuwają cholesterol na różne sposoby, takie jak przyswajanie, wiązanie się komórek powierzchniowych, oraz włączenie do własnych błon komórkowych[75].

Lactococcus lactis jest względnie beztlenową, bardzo intensywnie wzrastającą, nieprzetrwalnikującą, Gram-dodatnią bakterią zdolną do fermentacji mlekowej. W przeciwieństwie do bakterii z rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*

[74] Ott A., Fay L.B., Chaintreau A.: Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. J. Agr. Food Chem. 45: 850-858 (1997).; Petry S., Furlan S., Crepeau M.J., Cerning J., Desmazeaud M.: Factors affecting exocellular polysaccharide production by Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus grown in a chemically defined medium. Appl. Environ. Microbiol. 8: 3427-3431 (2000), Tharmaraj N., Shah N.P.: Selective enumeration of Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Streptococcus thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacteria, Lactobacillus casei, Lactobacillus rhamnosus, and Propionibacteria. J. Dairy Sci. 86: 2288-2296 (2003).

[75] Claesson M.J., van Sinderen D., O'Toole P.W.: Lactobacillus phylogenomics – towards a reclassification of the genus. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 58: 2945-2954 (2008).

o komórkach owalnych i wydłużonych, *Lactococcus* posiada komórki okrągłe, niekiedy nieco nieregularne, określane jako ziarniaki, tworzące często połączenia w formie krótkich łańcuszków. Od wieków gatunek ten jest szeroko stosowany w przetwórstwie mleka, do wyrabiania takich tradycyjnych wyrobów jak masło, maślanka, kefir i sery oraz otrzymywania zakwasów żytnich do wytwarzania pieczywa, kiszenia warzyw i grzybów. Z tego też względu oraz z uwagi na naturalne występowanie w produktach spożywczych, mikroorganizm ten posiada status GRAS (ang. *Generally Recognized As Save*) tzn. ogólnie uważany za bezpieczny. Bardzo dobrze poznana jest też biologia, metabolizm i genetyka tej bakterii[76].

Bacillus subtilis (tzw. laseczka sienna) - bakteria Gram-dodatnia należąca do rodziny *Bacillaceae*, została odkryta w 1835 roku. Pod nazwą B.subtilis występuje od 1872 roku. Laseczka sienna występuje pospolicie, zwłaszcza w glebie. Jest saprofitem o bardzo szerokich uzdolnieniach enzymatycznych, rozkładającym organiczne związki pochodzenia roślinnego. Wytwarza enzymy, m.in. amylazę i proteazę. Jest ruchliwą laseczką, o średnicy 0,7–0,8 μm i 2–3 μm długości. Najlepiej rośnie w warunkach tlenowych. Ma małe wymagania. Przetrwalniki to kuliste endospory, powstające w centrum macierzystej komórki. Struktura, proces powstawania i właściwości endospor tego gatunku zostały poznane lepiej niż jakiejkolwiek innej bakterii. Są one wyjątkowo odporne na niekorzystne warunki zewnętrzne, np.:

- endospory są odporne na wysoką temperaturę – we wrzącej wodzie sukcesywnie giną, ale 10% wytrzymuje w niej godzinę, a 1% dwie godziny
- mogą przetrwać działanie ciśnienia rzędu 2 mld Pa przez 45 minut
- w próżni kosmicznej zachowują żywotność przez dobę[77].

Saccharomyces cerevisiae – to gatunek drożdży, którego poszczególne szczepy (drożdże piekarskie, drożdże winiarskie, gorzelnicze) znajdują zastosowanie w różnych dziedzinach i posiadają ogromne znaczenie dla człowieka. Od starożytności wykorzystywane są w piekarnictwie, browarnictwie i gorzelnictwie. Drożdże te odpowiedzialne są za fer-

[76] Bachmann H., Starrenburg M.J.C., Dijkstra A., Molenaar D., Kleerebezem M., Rademaker J.L.W.,van Hylckama Vlieg J.E.T.: Regulatory phenotyping reveals important diversity within the species Lactococcus lactis. Appl. Environ. Microbiol. 75: 5687-5694 (2009). Drider D., Bekal S., Prévost H.: Genetic organization and expression of citrate permease in lactic acid bacteria. Gen. Mol. Res. 3: 273-281 (2004).

[77] Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z.: Mikrobiologia techniczna Tom I i II, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2008.

mentację alkoholową. Komórki *S.cerevisiae* są owalne, niekiedy cytrynkowate, o średnicy około 5 do 10 mikrometrów, czyli kilkakrotnie większe od bakterii. Rozmnażają się bezpłciowo w procesie pączkowania. *Saccharomyces cerevisiae* to jeden z najbardziej wykorzystywanych w nauce i gospodarce mikroorganizmów. Gatunek ten jest wygodnym materiałem do badań, ponieważ jego hodowla nie jest skomplikowana, ma niskie wymagania, a przy tym charakteryzuje się szybkim wzrostem. Znaczenie tych drożdży w nauce wzięło swój początek z ich szerokiego zastosowania w przemyśle. Ponadto drożdże cechuje dość prosta budowa, ale jednocześnie bardzo podobna do komórek ludzkich z uwagi na przynależoność do eukariotów. *Saccharomyces cerevisiae* był pierwszym organizmem eukariotycznym, dla którego poznano kompletną sekwencję genomu. Powstała wskutek tego projektu baza danych, jest wykorzystywana w wielu dziedzinach nauki, przyczyniając się do rozwoju wiedzy o mechanizmach i organizacji komórek eukariotycznych. Genom omawianego gatunku drożdży zawiera około 13 milionów par zasad i 6275 genów. Prawdopodobnie około 5800 z nich jest naprawdę funkcjonalnych. Około 1500 z nich to geny niezbędne do życia. Szacuje się, że około 23% genomu drożdży jest takie samo jak u ludzi[78].

Streptococcus salivarius ssp. *thermophilus*, dawniej *Streptococcus thermophilus* — Gram-dodatnia, termofilna bakteria, o optymalnej temperaturze wzrostu wynoszącej 45°C i okrągłych komórkach podobnych kształtem do komórek bakterii z rodzaju *Lactococcus* (ziarniaki). Zalicza się ją do paciorkowców zieleniejących, do grupy salivarius (wraz z *Streptococcus salivarius* i *Streptococcus vestibularis*). Jako jedyny paciorkowiec nie wchodzi w skład flory fizjologicznej człowieka. Używa się jej w przemyśle spożywczym do produkcji jogurtów, serów i innych przetworów mlecznych. Uważa się, że jest drugim po L.lactis najważniejszym drobnoustrojem w procesach przetwarzania mleka. Głównym wytworem fermentacji laktozy, wykorzystywanej jako źródło węgla jest kwas mlekowy, w naturalnym środowisku przetworów mlecznych przechodzący często w mleczan wapnia[79].

Rhodopseudomonas palustris jest Gram-ujemną, niesiarkową bakterią purpu-

[78] Goffeau A., Barrell B.G., Bussey H., Davis R.W., Dujon B., Feldmann H., Galibert F., Hoheisel J.D., Jacq C., Johnston M., Louis E.J., Mewes H.W., Murakami Y., Philippsen P., Tettelin H., Oliver S.G.: Life with 6000 Genes. Science 274: 546-567 (1996).

[79] Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.

rową wchodzącą w skład grupy tzw. PNSB. Stwierdzono, ze *R.palustris* występuje w lagunach odpadów z chlewni, odchodach dżdżownic, przybrzeżnych osadach morskich i wodach stawów. Chociaż purpurowe bakterie niesiarkowe są normalnie fotoheterotroficzne, *R.palustris* jest zdolna do rozwoju w czterech różnych procesach metabolizmu, które wspierają życie: fotoautotroficznym, fotoheterotroficznym, chemoautotroficznym i chemoheterotroficznym, jak również dowolnego przełączania się pomiędzy tymi procesami. Oznacza to, że bakteria ta może rosnąć w środowisku tlenowym lub beztlenowym, może wykorzystywać światło, związki nieorganiczne lub związki organiczne do uzyskania energii, może ona pozyskiwać węgiel z dwutlenku węgla lub związków pochodzących z roślin zielonych. Może również pozyskiwać azot. Ta uniwersalność *R.palustris* wzbudza ogromne zainteresowanie społeczności naukowej i sprawia, że bakteria ta znajduje zastosowanie w wielu rozwiązaniach biotechnologicznych[80].

Rhodobacter sphaeroides, znana też pod starą nazwą jako *Rhodopseudomonas sphaeroides*, jest bakterią Gram-ujemną, należącą do podklasy Protobacteria, izolowaną przede wszystkim z dna głębokich jezior i innych wód stojących. Zaliczana jest do grupy PNSB – purpurowych bakterii niesiarkowych, zdolnych do pozyskiwania energii z fotosyntezy (bakteria fototroficzna) lub rozkładu związków chemicznych oraz, w zależności od warunków otoczenia, do metabolizmu beztlenowego lub tlenowego z wykorzystaniem energii rozkładu wiązań chemicznych. Dzięki szerokim uzdolnieniom metabolicznym może wzrastać w zróżnicowanych warunkach, niezależnie od dostępu światła, podobnie jak zaliczana do tej samej grupy funkcjonalnej i wykazująca podobne właściwości *Rhodopseudomonas palustris*[81].

[80] Tamże.

[81] Tamże.

Bibliografia

Pozycje książkowe i przedruki referatów z konferencji naukowych:

1. Adamicki F., Czerko Z., Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka, Poznań 2002.
2. Beres G., 1993. Porównanie energochłonności zabiegów w uprawie ziemniaków. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 159, 17-22.
3. Basara A., J., Polska gwarowa terminologia rolnicza. Przygotowanie gleby, uprawa ziemniaków, Kraków 1992.
4. Dziamba Sz., 1982. Wpływ zmiennego uwilgotnienia i typu gleby na plonowanie i strukturę plonu żyta, pszenicy i pszenżyta. Annales UMCS, E, 37, 6, 57-65.
5. Dzienia S., Piskier T., Wereszczaka J., 1994. Wpływ uproszczonych sposobów uprawy gleby na nakłady energetyczne i plonowanie pszenżyta ozimego. Fol. Univ. Agric. Stein., 162, Agric., 58, 45-48
6. Dzienia S., Malicki L., Nowicki J., Wesołowski M., 1995. Sposób uprawy roli a plonowanie niektórych roślin na różnych glebach. Mat. Konf. "Siew bezpośredni w teorii i praktyce". AR Szczecin, 99-107.
7. Dzienia S., Karnaś E., Sosnowski A., Romek B., 1988. Wpływ uprawy roli na plonowanie i zachwaszczenie roślin w zmianowaniu zbożowym. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln., 331, 257- 265
8. Grabiński J., 1999. Technologie uprawy zbóż. Pam. Puł., 114, 403-415.
9. Higa T., Rewolucja w ochronie naszej planety, Warszawa 2003.
10. Kaniewska B., Diabelskie jabłka z ziemi, w: „Rzeczpospolita", 10-11 listopada 2007 roku, 263 (7860), s. 36.
11. Klikocka i Sachajko Acta Agrphysica. Rozprawy Monografie 195, (4) 2011
12. Kuźmiński B., Zawrotna kariera ziemniaka, Warszawa 1974.
13. Nowacki W., Ziemniaki, cenne warzywo w polskiej tradycji kulinarnej, Warszawa 2010.
14. Orzech K., Nowicki J., Marks M., 2003. Znaczenie uprawy roli w kształtowaniu środowiska. Post. Nauk Roln., 1, 131–144.
15. Podbielkowski Z., Słownik roślin użytkowych, Warszawa 1989.
16. Solarska E., Dobre praktyki rolnicze w produkcji integrowanej z zastosowaniem pożytecznych mikroorganizmów w uprawie chmielu, Warszawa 2012.
17. Stanek R., Uprawa cebuli w produkcji integrowanej z zastosowaniem pożytecznych mikroorganizmów, Warszawa 2011.
18. Stypa I., Zgórska K., Ziemniak nasz powszedni, Bonin 2010.
19. Wereszczaka J. Biologizacja – nowy trend w rewolucji agrarnej, w: Uzdrowić Ziemię, red. K. Długosz, Warszawa 2012, s. 87 – 93.

20. Uzdrowić Ziemię, pr., zbiór. pod red. K. Długosza, Warszawa 2012.
21. Ziemniaki, nowe perspektywy, pr. zbiorowa, wyd. 2, Warszawa, wrzesień 2008.
22. Biologia ziemniaka, pr. zbiorowa, pod red. W. Gabriela, Warszawa 1985.
23. Materiały Informacyjne: Czy Polsce zagraża spadek żyzności gleb?, Warszawa 2010.
24. Materiały z Konferencji: Pożyteczne mikroorganizmy dla nowoczesnego rolnictwa, Licheń 9-10 września 2013 roku.
25. Materiały z Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej: Tradycja i nowoczesność w produkcji ziemniaka, Jadwisin 7-9 lipca 2010 roku.
26. Metodyka Integrowanej Produkcji Ziemniaków, pr. zbiorowa., Warszawa 2005.
27. Pożyteczne mikroorganizmy: Działka, Ogród, Zwierzęta, Dom, Człowiek, pod red. M. Gacki, Bratuszyn 2014.

Czasopisma:

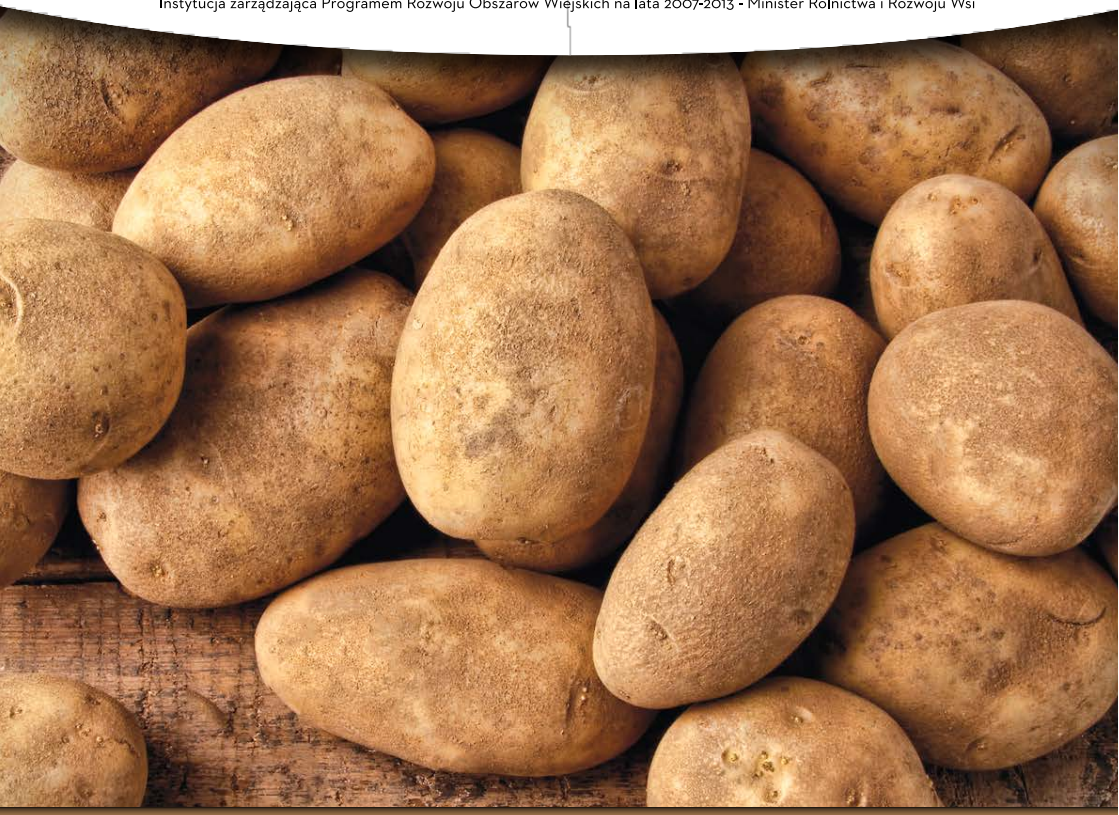
1. Agronomia sukcesu, Wiosna 2013.
2. Agronomia sukcesu, Lato 2014.
3. Raport Rolny, nr 2/2005.
4. Ziemniaki w mistrzowskiej uprawie, Poznań 2010.
5. Ziemniak Polski, nr 1/2007.
6. Ziemniak Polski, nr 4/200

Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich

Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich

Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013

„Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"
Publikacja opracowana przez Stowarzyszenie EkosystEM-Dziedzictwo Natury.
Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach
Pomocy Technicznej Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013
Instytucja zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi



Stowarzyszenie EkosystEM Dziedzictwo Natury

Redakcja:
Wiktoria Długosz
Bogusław Hezler

Tekst:
dr inż. Jacek Wereszczaka
mgr inż. Jan Marczakiewicz

Korekta i skład:
Marek Gacka

Projekt okładki:
Dominik Gacka

adres do korespondencji:
ul. Krakowskie Przedmieście 66, lok. 4
00-322 Warszawa, woj. mazowieckie

ISBN: 978-83-939158-2-8
Biuletyn dostępny na stronach: **www.ksow.pl/biblioteka-ksow, www.dziedzictwonatury.pl**