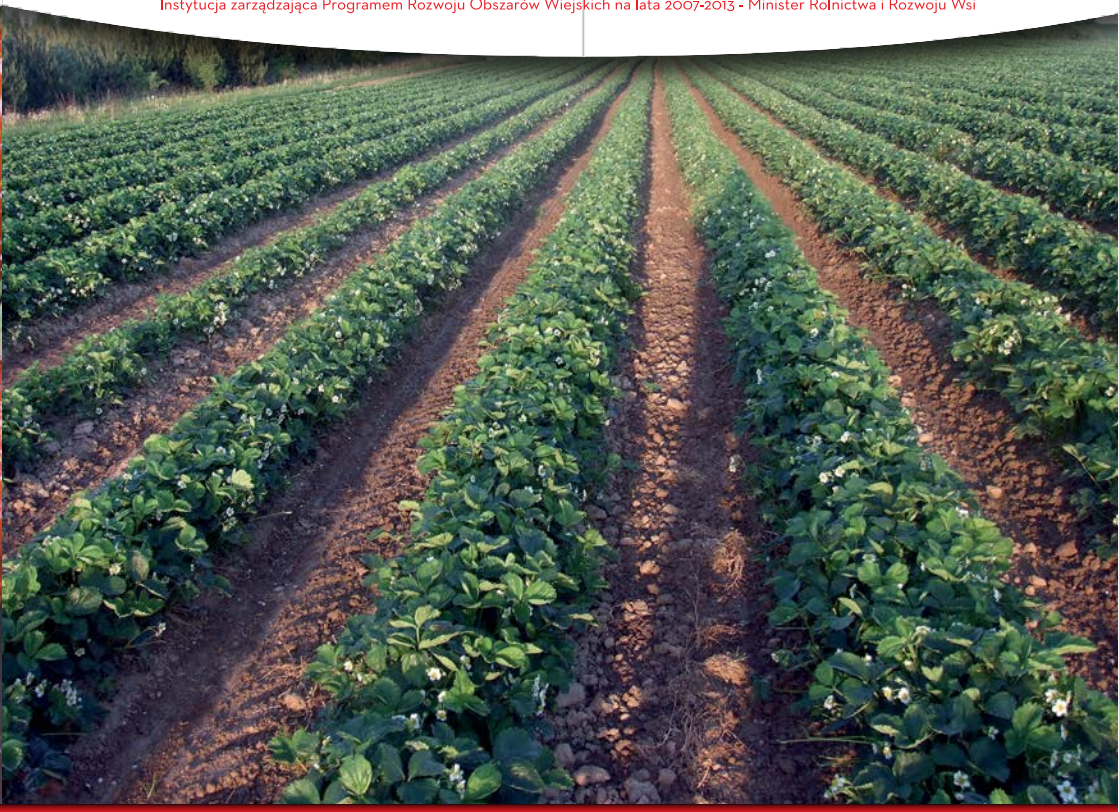
Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich

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 truskawek z zastosowaniem innowacyjnych, naturalnych technologii

Warszawa 2014

ZRÓWNOWAŻONE ROLNICTWO I ZDROWE ŚRODOWISKO

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

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 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
00-322 Warszawa
www.dziedzictwonatury.pl
biuro@dziedzictwonatury.pl

ISBN: 978-83-939158-3-5

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.

Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich

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

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

prof. dr hab. Ewa Solarska
mgr inż. Eliza Potocka

ZRÓWNOWAŻONE ROLNICTWO I ZDROWE ŚRODOWISKO

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

Warszawa 2014

Spis treści

Wstęp **7**
1. Potencjał upraw jagodowych w Polsce **9**
2. Charakterystyka najważniejszych odmian truskawek **11**
3. Przygotowanie gleby do uprawy truskawek **15**
3.1. Uprawki 15
3.2. Nawożenie organiczne i mineralne 16
3.2.1. Nawożenie organiczne 17
3.2.2. Nawożenie mineralne 20
4. Integrowana ochrona roślin truskawek **26**
4.1. Ochrona i zapobieganie przed chorobami grzybowymi 26
4.2. Ochrona i zapobieganie przed chorobami bakteryjnymi i wirusowymi 31
4.3. Ochrona przed szkodnikami 32
5. Zabiegi w trakcie wzrostu i owocowania **40**
6. Zabezpieczanie plonów przed chorobami przechowalniczymi i w trakcie transportu **40**
6.1. Opakowania, przechowalnie, chłodnie 41
7. Zabiegi po zbiorze owoców **42**
8. Probiotyczne mikroorganizmy i ich znaczenie w uprawie truskawek **43**
9. Zastosowanie probiotechnologii w przechowalnictwie **52**
10. Przykłady dobrych praktyk w uprawie truskawki **52**
11. Podsumowanie **54**
12. Biologizacja rolnictwa. O czym należy pamiętać przystępując do upraw **56**
Słownik definicji **63**
Podstawowe pojęcia z zakresu mikrobiologii oraz krótka charakterystyka najważniejszych gatunków mikroorganizmów znajdujących się w kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów 66
Bibliografia **76**

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, to jednocześnie generuje 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 rolnej.

W 2010 roku Komisja Europejska opracowała *Strategię na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu Europa 2020*.

[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.

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 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 działal-

[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.

nością, 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 (KPM), 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 KPM 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. 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

[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.

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

Truskawka jest rośliną klimatu umiarkowanego, czyli w jej wegetacji potrzebny jest okres spoczynku zimowego stwarzający roślinie możliwość przygotowania się do kolejnego okresu wegetacyjnego. Truskawki należą do popularnych i lubianych owoców jagodowych, które posiadają cenne wartości odżywcze i prozdrowotne dzięki dużej zawartości witamin: C (60 mg w 100 g owoców), E (30 mg), kwasu foliowego (20 mg), A, B1, B2, B3 (PP), B6, a także makro- i mikroelementów takich jak: potas, fosfor, wapń, magnez, sód, żelazo, cynk, mangan. Walory prozdrowotne tych owoców związane są także z wysoką zawartością związków polifenolowych. Głównymi polifenolami owoców truskawek są kwas elagowy, a zwłaszcza elagotaniny, należące do wielkocząsteczkowych pochodnych tego kwasu. Elagotaniny odpowiadają za wiele prozdrowotnych właściwości takich jak: przeciwutleniające, antybakteryjne, antywirusowe, przeciwnowotworowe oraz zmniejszające ryzyko otyłości. Wapń i fosfor wzmacniają kości i zęby oraz poprawiają pracę mięśni, a w połączeniu z magnezem odkwaszają organizm i z tego powodu poleca się je przy schorzeniach wątroby, nerek, kamieniach moczowych i żółciowych oraz przy reumatyzmie i podagrze. Zawarta w truskawkach bromelina to enzym, który rozkłada białko pokarmowe oraz przyspiesza spalanie tłuszczów i węglowodanów. Duża ilość wody w truskawkach umożliwia oczyszczenie organizmu, pomaga usunąć toksyczne płyny ustrojowe i tym samym przyczynia się do spadku wagi. Truskawki są także ważnym składnikiem diety antycellulitowej usprawniając redukcję tkanki tłuszczowej i regulując zawartość wody w tkance cellulitowej. Ze względu na wysoką zawartość żelaza truskawki są również ważnym składnikiem kobiecej diety, gdyż chronią je przed anemią, wzmacniają organizm,

wpływają odświeżająco na cerę i włosy. Dzięki dużej ilości salicylanów truskawki mają właściwości bakteriobójcze. Błonnik zawarty w tych owocach usprawnia perystaltykę jelit, zapobiega zaparciom i zapewnia właściwe funkcjonowanie mikroflory jelita grubego. Medycyna ludowa od dawna wykorzystuje także napary z liści truskawek przy takich schorzeniach jak niedokrwistość, szkorbut, kamica żółciowa i anemia, a medycyna współczesna potwierdziła rzeczywiste ich działanie. W kosmetyce owoce truskawki wykorzystywane są przeciw przebarwieniom skóry, jako blokery promieni UVA i UVB, a aromat z nich jako kompozycja zapachowa wielu kosmetyków.

Aby truskawki miały wysoką wartość prozdrowotną powinny być uprawiane bez syntetycznych nawozów oraz pestycydów tj. metodami naturalnymi oraz integrowanymi. Stosowane w rolnictwie konwencjonalnym chemiczne środki ochrony roślin i nawozy sztuczne są jedną z głównych przyczyn degradacji środowiska naturalnego. Wynikające z tego zagrożenia są powszechnie znane. Alternatywą takiego gospodarowania jest integrowana produkcja (IP) jako prośrodowiskowy system gospodarowania uwzględniający najnowsze osiągnięcia nauki i techniki rolniczej. Chemiczna ochrona roślin powinna być zastępowana metodami biologicznymi, mechanicznymi i agrotechnicznymi. Specyfika uprawy wynika z prawidłowo dobranej agrotechniki, racjonalnego nawożenia opartego na rzeczywistym zapotrzebowaniu pokarmowym roślin. Chemiczna ochrona roślin w odróżnieniu od rolnictwa konwencjonalnego ograniczona jest do stosowania tylko środków ochrony roślin bezpiecznych dla środowiska naturalnego, w tym dla organizmów pożytecznych. Zabronione jest stosowanie preparatów z grupy toksycznych i bardzo toksycznych dla ludzi[9]. Środki ochrony roślin stosuje się, gdy inne metody ograniczania występowania agrofagów nie są wystarczające, w możliwie najniższych dopuszczalnych dawkach i po przekroczeniu przez agrofaga progu szkodliwości lub na podstawie sygnalizacji. Konieczne jest systematyczne prowadzenie monitoringu pod kątem występowania chorób, szkodników i chwastów. W systemie tym otrzymywane są wysokiej jakości płody rolne.

Integrowana produkcja (IP) jest systemem, który obejmuje opisy wyrobów, a zgodność z tymi opisami jest weryfikowana przez niezależny organ kontrolny. Produkt w systemie IP jest uzyskiwany zgodnie z zasadami określonymi w ustawie o ochronie roślin z dnia 18 grudnia 2003 (Dz.U. z 2004 r. Nr 11, poz. 94 z późn. zm.) oraz w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26 lipca 2004 r. w sprawie integrowanej produkcji (Dz. U. z 2004 r. Nr 178, poz. 1834 z późn

[9] Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013, Baza Aktów Prawnych, M. P. z 2007 r. Nr 94, poz. 1035

zm.). Produkcja w systemie IP prowadzona jest w oparciu o szczegółowe metodyki zatwierdzone przez Głównego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa, które dokładnie określają sposób prowadzenia upraw. Zgodność sposobu prowadzenia upraw z metodykami IP oraz obowiązującymi przepisami prawa w tym zakresie, weryfikowana jest w trakcie przeprowadzanych kontroli, obejmujących:
– kontrolę Notatnika IP obejmującą wszystkich producentów;
– kontrolę w gospodarstwie w trakcie wegetacji roślin;
– kontrolę jakości płodów rolnych.
Integrowana produkcja (IP) jest systemem przejrzystym i zapewnia pełną możliwość identyfikowalności wytworzonych w ramach tego systemu wyrobów. Jedną z podstawowych zasad w systemie Integrowanej Produkcji jest możliwość identyfikowania miejsca pochodzenia produktu. Cel ten osiągnięty jest poprzez odpowiednie ewidencjonowanie producenta. Na podstawie pierwszego zgłoszenia do systemu IP producent zostaje wpisany do ewidencji pod niepowtarzalnym numerem, który jest potwierdzony stosownym zaświadczeniem. Nadawanie numerów ewidencyjnych odbywa się zgodnie z tzw. kodami NUTS związanymi z podziałem administracyjnym kraju, co umożliwia szybką identyfikację producenta. Produkty oznaczone zastrzeżonym znakiem IP zawierają nr certyfikatu IP.

1. Potencjał upraw jagodowych w Polsce

W Polsce plantacje owoców miękkich są zlokalizowane przede wszystkim we wschodniej oraz centralnej części kraju, w województwach lubelskim, mazowieckim oraz łódzkim (dane za 2012 r. wg GUS). W tych województwach jest też produkowanych najwięcej owoców jagodowych w Polsce, gdzie zbiory łącznie dla krzewów owocowych i owoców jagodowych w 2013r. przekroczyły odpowiednio 290 tys. ton, 99 tys. ton oraz 45 tys. ton (dane wg GUS).

W produkcji owoców jagodowych Polska zajmuje czołowe miejsca zarówno w Europie, jak i na świecie. We wschodniej części kraju, przede wszystkim w okolicach Lublina oraz Sandomierza, w ostatnich latach inwestowane są znaczne nakłady finansowe, głównie z dotacji UE dla rolników indywidualnych na rozbudowę infrastruktury do długoterminowego przechowywania owoców oraz ich przetwórstwa. Znajdują się tu wielkoobszarowe plantacje głównie jednogatunkowe o powierzchniach przekraczających 100 ha. Z uwagi na znaczne powierzchnie plantacji ich właściciele często nie widzą potrzeby zrzeszania się w grupy producencki i taka forma przedsiębiorczości nie jest szeroko rozpo-

wszechniona. Zlokalizowanych jest tu wiele przetwórni zajmujących się przetwarzaniem owoców miękkich m.in. chłodni oraz zakładów produkujących konfitury, dżemy, soki i inne. Dobrym rynkiem zbytu są zarówno rynki krajowe tj. lokalnie rynki detaliczne oraz hurtowe np. w Elizówce k/Lublina oraz w Sandomierzu, jak również rozwija się eksport przetworów z owoców miękkich oraz samych owoców. Wciąż obserwowany jest wzrost liczby niewielkich importerów głównie ze wschodu. Wielu plantatorów dostrzegło w tym szansę stałego zbytu i zdecydowało się na bezpośrednią współpracę z nimi.

Kilka lat temu powstała polska grupa producentów borówki amerykańskiej „Polskie Jagody" Sp. z o.o. z siedzibą w gminie Obsza na terenie województwa lubelskiego, produkująca pod marką Be Fruit. Grupa stanowi dobry przykład powolnego organizowania się rynku. „Polskie Jagody" zrzeszają pięciu plantatorów o łącznej powierzchni uprawy 180 ha, zajmujących się uprawą indywidualnie od ponad 40 lat. Dodatkowo jeden z plantatorów uprawia jeszcze truskawki, co ma również zostać dołączone do oferty handlowej spółki. Produkowane przez grupę owoce borówki amerykańskiej trafiają przeważnie na rynki Europy Zachodniej, jednak z uwagi na rosnące spożycie owoców borówki wysokiej w kraju sukcesywnie zwiększany jest udział ich sprzedaży na krajowym rynku owoców świeżych. Głównym czynnikiem sprzyjającym uprawie owoców jagodowych na Lubelszczyźnie są żyzne gleby utrzymane w dobrej kulturze, sprzyjające warunki klimatyczne oraz czyste, w niewielkim stopniu zanieczyszczone środowisko naturalne. Grupa podejmuje efektywne działania marketingowe oraz promujące markę angażując się w działania o zasięgu regionalnym wspierając lokalne inicjatywy oraz ogólnokrajowym budując wizerunek marki w środowisku internetowym. Dodatkowym atutem na który powołuje się grupa jest pochodzenie owoców z czystych ekologicznie obszarów oraz uprawa niewymagająca stosowania agresywnej agrochemii.

Inną grupą zaangażowaną w uprawę owoców miękkich jest LUBSAD Sp. z o.o. z siedzibą w Motyczu k/Lublina, skupiająca 120 lokalnych producentów mających udziały w spółce. Grupa zajmuje się produkcją oraz przetwórstwem między innymi truskawek, malin czy borówek, a także owocami pestkowymi oraz jabłkami i gruszkami. Lubelszczyzna należy do regionów Polski o stale zwiększającym się areale nasadzeń zarówno drzewek owocowych jak również krzewów oraz owoców jagodowych.

Dostępność różnorodnych dobrze plonujących odmian na rynku jest w stanie zapewnić ciągłość dostaw świeżych owoców, przez większą część okresu wegetacyjnego. Przykładem tutaj są odmiany letnie oraz jesienne malin, zapewniające kilkumiesięczną ciągłą dostępność owoców na rynku.

Owoce truskawek uprawianych w naszym kraju przeznaczone są głównie do przetwórstwa, jednak rośnie grono producentów nastawionych przede wszystkim na sprzedaż owoców odmian deserowych zarówno odbiorcom instytucjonalnym jak i detalicznym w kraju oraz zagranicą. Znaczny potencjał eksportowy polskich producentów w tym kierunku nie jest w pełni wykorzystany, co wynika z odmiennych preferencji konsumenckich klientów w kraju oraz tych na rynkach zachodnich i wschodnich.

2. Charakterystyka najważniejszych odmian truskawek

Dukat

Zdjęcie 1. Truskawki odmiany Dukat.

Polska odmiana będąca w uprawie od 1985 roku, średnio-późna, wytrzymała na mróz, bardzo plenna, wymaga ona jednak gleb żyznych i dostatecznie wilgotnych. Rośliny tej odmiany są odporne na choroby powodujące plamistości liści i choroby korzeni. Odmiana ta charakteryzuje się średnią podatnością na szarą pleśń i mączniaka prawdziwego.

Elsanta

Zdjęcie 2. Truskawki odmiany Elsanta.

Holenderska odmiana deserowa, o dużej trwałości owoców będąca w uprawie od 1981 roku. Wymaga gleb lekkich i wilgotnych. Charakteryzuje się małą podatnością na mączniaka prawdziwego oraz wysoką odpornością na białą i czerwoną plamistość liści. Odmiana bardzo podatna na choroby systemu korzeniowego. W czasie mroźnych i bezśnieżnych zim wymaga zabezpieczenia przed mrozem.

Honeoye

Zdjęcie 3. Truskawki odmiany Honeoye.

Amerykańska odmiana uprawiana od 1979 roku, o dużej zdolności adaptacyjnej, ciesząca się popularnością w Polsce. Jest to odmiana deserowa, wcześnie dojrzewająca. Owoce są odporne na szarą pleśń oraz choroby liści. Nie wymarza. Jest podatna na choroby systemu korzeniowego oraz mączniaka prawdziwego.

Kent

Zdjęcie 4. Truskawki odmiany Kent.

Wczesna, deserowa odmiana, wyhodowana w 1981 roku w Kanadzie, bardzo plenna i trwała. Ma długi okres zbiorów. Możliwe powtórne owocowanie jesienią, ale o mało atrakcyjnych owocach. Odmiana wytrzymała na chłody i przymrozki . Owoce odmiany Kent charakteryzuje mała podatność na szarą pleśń a rośliny duża odporność na choroby liści. Wrażliwa na werticiliozę.

Korona

Zdjęcie 5. Truskawki odmiany Korona.

Odmiana holenderska, deserowa, wysoko plonująca, o niewielkich wymaganiach glebowych, uprawiana od 1978 roku. Około tygodnia wcześniejsze dojrzewanie od Sengi Sengany. Owoce bardzo smaczne lecz wrażliwe na szarą pleśń. Rośliny charakteryzują się podatnością na białą plamistość liści oraz średnio podatnością na mączniaka prawdziwego i werticiliozę. Odmiana wytrzymała na mrozy.

Onebor

Zdjęcie 6. Truskawki odmiany Onebor.

Jedna z najciekawszych odmian popularnie nazywana Marmoladą. Odmiana włoska, uprawiana od 1988 roku, deserowa, sprawdza się w uprawie sterowanej pod osłonami oraz na zbiór opóźniony. Dojrzewa przed Sengą Senganą. Owoce są dość smaczne o dużej trwałości i małej wrażliwości na szarą pleśń. Liście są podatne na mączniaka prawdziwego. Rośliny są mało podatne na choroby systemu korzeniowego. Odmiana wytrzymała na mróz.

Pegasus

Zdjęcie 7. Truskawki odmiany Pegasus.

Odmiana angielska, deserowa, uprawiana od 1990 roku. Średnio plenna o atrakcyjnych, smacznych owocach. Dojrzewa w tym samym czasie co Senga Sengana. Odporna na choroby liści i korzeni oraz na wymarzanie.

Polka

Zdjęcie 8. Truskawki odmiany Polka.

Holenderska odmiana, uprawiana od 1985 roku, plenna, dobrze znosząca transport. Odmiana średnio późna, deserowa. Jedna z najsmaczniejszych odmian. Odporna na mróz i na mączniaka prawdziwego, natomiast wrażliwa na werticiliozę i szarą pleśń. W naszym kraju stanowi alternatywę dla Sengi Sengany. Polecana do upraw ekologicznych.

Selva

Zdjęcie 9. Truskawki odmiany Selva.

Odmiana amerykańska wyhodowana w 1983 roku, powtarzająca owocowanie, czyli owocuje w czerwcu, a później w sierpniu do przymrozków. Plonuje podobnie w okresie wiosennym, jak i w okresie letnio - jesiennym. Owoce bardzo atrakcyjne jako deserowe, są bardzo jędrne i dobrze znoszą długotrwały transport. Owoce w niewielkim stopniu podatne na szarą pleśń, a rośliny na choroby systemu korzeniowego. Należy je okryć zimą, gdyż łatwo przemarzają.

Senga Sengana

Zdjęcie 10. Truskawki odmiany Senga Sengana.

Stara odmiana niemiecka, deserowa, plenna, średnio późna, odporna na suszę i niską temperaturę. Jest podstawową odmianą dla przetwórstwa w naszym kraju. Owoce bardzo smaczne, ale mają małą jędrność i trwałość. Rośliny są wrażliwe na szarą pleśń i białą plamistość liści. Odmiana ta charakteryzuje się wysoką odpornością na choroby korzeniowe, werticiliozę, jak również na nicienie glebowe.

Alba

Zdjęcie 11. Truskawki odmiany Alba.

Odmiana włoska, bardzo wczesna, uprawiana pod osłonami i na polu. Duża trwałość owoców. Odmiana charakteryzuje się odpornością na choroby korzeni oraz na niską temperaturę. Rośliny są średnio wrażliwe na mączniaka prawdziwego oraz antraknozę.

3. Przygotowanie gleby do uprawy truskawek

Przy uprawie truskawek ważne jest określenie, czy posiadany obszar gruntów rolnych odpowiada kryteriom i potrzebom tej uprawy. Jeżeli są to grunty skażone, zawierające zbyt dużo metali ciężkich, zanieczyszczone przez ścieki, wody przemysłowe, zdegradowane przemysłowo i rolniczo, nie można zakładać plantacji truskawek. Truskawki powinny być uprawiane na terenach oddalonych co najmniej 200 m od arterii komunikacyjnych. Truskawka nie jest rośliną wymagającą pod względem klasy ziemi, ale ważna jest naturalna jej żyzność i warunki fizyko-chemiczne. Pod uprawę truskawek przeznacza się stanowiska wolne od perzu i innych chwastów trwałych, gdyż po posadzeniu sadzonek takie chwasty będą praktycznie nie do zwalczenia. Dlatego wcześniejsze uprawki i uprawiane rośliny powinny oczyścić pole z perzu i innych chwastów trwałych. Truskawkę sadzi się na glebach lekkich, przewiewnych, z niezbyt głęboką wodą gruntową. Najczęściej na plantacje truskawek przeznacza się gleby klasy III i IV, a przy możliwości nawadniania zadawalające zyski można uzyskać również ze słabszych gleb. Rok przed nasadzeniem truskawek powinno się przeprowadzić analizę zasobności gleby w mikro i makroskładniki, aby umożliwić odpowiedni dobór roślin wzbogacających glebę w składniki mineralne oraz przygotować nawozy organiczne i zakupić naturalne nawozy mineralne. Gleba nie powinna być ani zbyt kwaśna ani zbyt zasadowa, najlepiej jeśli jest lekko kwaśna (pH od 5,5 do 6,5). Stanowisko powinno być nasłonecznione. Należy unikać sadzenia truskawek po pomidorach, ziemniakach, malinach, truskawkach, kapuście, kalafiorach, ogórkach, brokułach, tytoniu i uprawach wieloletnich np. lucernie i koniczynie.

3.1. Uprawki

Sposób przygotowania i założenia plantacji ma decydujący wpływ na osiągane plony i zyski. Stanowi też jeden z bardziej kosztownych i pracochłonnych etapów uprawy truskawek. Najlepszymi metodami poprawiającymi strukturę gleby jest uprawa przedplonów. Jeśli pole przeznaczone pod truskawki oceni się pod względem zasobności w składniki pokarmowe oraz zachwaszczenia, należy określić co stanowi największy problem. Pole wolne od chwastów, ale zubożone w składniki pokarmowe należy obsiać rośliną użyźniającą i wzbogacającą glebę w azot. Do takich należą rośliny z rodziny motylkowatych np. koniczyna biała,

łubin, seradela, facelia, wyka. Jeśli natomiast pole jest zachwaszczone powinno się posiać rośliny hamujące kiełkowanie i wzrost chwastów. Do roślin takich należą zboża, gorczyca i facelia. Facelia jest rośliną, która zarówno użyźnia i wzbogaca glebę w azot jak i odchwaszcza. Dla truskawek bardzo dobrym przedplonem jest również gryka. Jej korzenie rozluźniają glebę oraz wydzielają m.in. taninę ograniczającą populację pędraków i drutowców, rutynę ograniczającą zachwaszczenie. Ponadto gryka wydziela do gleby cjanamid, który hamuje rozwój patogenów truskawki. Natomiast tam, gdzie problemem jest nadmiar gryzoni, warto wprowadzić do uprawy jako przedplon nostrzyk, który wydziela kumarynę, odstraszającą myszy, nornice i karczowniki. Problem też może stanowić zbyt liczne występowanie w glebie szkodliwych nicieni. Należy wówczas posiać rośliny ograniczające nicienie glebowe takie jak rzepak ozimy, gorczyca biała, czy aksamitka rozpierzchła.

3.2. Nawożenie organiczne i mineralne

Niebezpieczne dla gleby jest stosowanie wapna tlenkowego, powodującego gwałtowny wzrost odczynu ryzosfery. Efektem nadmiernej alkalizacji gleby są straty azotu spowodowane ulatnianiem amoniaku do atmosfery i przyspieszony rozkład glebowej materii organicznej. Zjawisko to negatywnie wpływa również na życie biologiczne gleby. Nieracjonalne stosowanie nawozów mineralnych jest jedną z przyczyn zanieczyszczenia gleb i wód oraz nadprodukcji żywności, która nie spełnia wymagań jakościowych, szczególnie jeżeli chodzi o przekroczenia poziomów azotanów. Przenawożenie azotem mineralnym powoduje obniżenie wydajności roślin oraz znaczne pogorszenie ich parametrów jakościowych. Oprócz tego przyczynia się do zanieczyszczenia środowiska i ograniczenia populacji mikroflory glebowej, a szczególnie bakterii ryzosferowych, które chronią korzenie roślin przed patogenami odglebowymi oraz stymulują reakcje odpornościowe roślin. Zwiększone dawki azotu prowadzą też do wzrostu w glebie grzybów m.in. z rodzaju Penicillium, które wytwarzają toksyczne dla roślin metabolity stanowiąc jedną z przyczyn tzw. zmęczenia gleby. Ponadto w glebach bogatych w łatwo przyswajalny azot pochodzący z nawozów sztucznych metabolizm roślin zmienia się w kierunku intensywnej produkcji związków azotowych takich jak: wolne aminokwasy, białka, alkaloidy. Natomiast w wyniku nawożenia organicznego gleba jest uboga w łatwo przyswajalny azot, i w takich warunkach rośliny w pierwszym rzędzie produkują intensywnie związki zawierające węgiel, jak cukry proste i złożone oraz inne nie zawierające azotu wtórne me-

tabolity, jak terpenoidy, związki fenolowe, niektóre barwniki, witaminy przez co rośliny takie są istotnie bogatsze w cenne dla zdrowia człowieka związki bioaktywne w porównaniu z płodami z uprawy konwencjonalnej. Nawożenie azotowymi nawozami sztucznymi powoduje również większe pobieranie wody przez rośliny i w efekcie uzyskuje się większy plon, ale o małej suchej masie. Płody z uprawy naturalnej mimo mniejszego plonu mają większą suchą masę, co się przekłada na większą zawartość minerałów i substancji bioaktywnych, dlatego są one dużo wartościowsze od konwencjonalnych. Sztuczne nawozy azotowe ulegają wypłukaniu z gleby zanieczyszczając wody powierzchniowe nadmiarem ilości substancji odżywczych. Nadmiar ten jest przyczyną zachwiania równowagi ekologicznej w zbiornikach wodnych, w tym również Bałtyku. W ostatnich pięćdziesięciu latach czterokrotnie wzrosła ilość azotu w wodach Bałtyku, a ośmiokrotnie – fosforu. Corocznie wpływa do tego morza niemal 700 tys. ton związków azotu i około 620 tys. ton związków fosforu. Źle zaaplikowane nawozy azotowe, nie przykryte glebą, ulatniają się do atmosfery w postaci tlenku azotu zanieczyszczając tym samym powietrze. Coroczne stosowanie nawozów fosforowo-potasowych bez wykonywania analiz glebowych powoduje kumulację tych związków w glebie. W efekcie większość gleb w Polsce ma wysokie, a nawet w niektórych przypadkach toksyczne zawartości tych składników. Nadmiar składników jest groźniejszy niż niedobór. W przenawożonych glebach dochodzi do niekorzystnego oddziaływania na siebie składników pokarmowych i stają się one niedostępne dla roślin. Ponadto nadmiar jednego ze składników mineralnych może spowodować lub zaostrzyć niedobór innych, nawet przy optymalnej ich zawartości w glebie, gdyż dochodzi wtedy do antagonizmu jonów. Na przenawożonych glebach może wystąpić zjawisko zasolenia, które prowadzi do ograniczenia pobierania wody przez rośliny, czyli tzw. suszy fizjologicznej. Dlatego tak ważne jest integrowane podejście do nawożenia roślin uwzględniające przede wszystkim nawożenie organiczne w połączeniu z preparatami mikrobiologicznymi i racjonalne stosowanie naturalnych nawozów mineralnych.

3.2.1. Nawożenie organiczne

Stosowanie chemizacji na wiele lat zaburzyło równowagę ekologiczną ekosystemów rolniczych prowadząc do stopniowego wyjałowienia gleby oraz niszczenia jej struktury. Szacunkowo przyjmuje się, że około 70% użytków rolnych posiada znaczny stopień biodegradacji. W ostatnich 30 latach zawartość próchnicy w glebie spadła o 40%. Średnia zawartość węgla organicznego wynosi

ok. 1,25%. Zawartość materii organicznej poniżej 1,7 % poprzedza pustynnienie obszarów co powoduje konieczność ich rekultywacji. Udział gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych wynosi ok.58% powierzchni gruntów ornych. Zaś gleby o odczynie obojętnym i zasadowym nie wymagające wapnowania przekraczają 18%. Próchnica, będąc kluczowym elementem materii organicznej w glebie, jest gwarantem stabilności gleby i utrzymywania w niej większych ilości wody. Posiada ona zdolność zatrzymywania 30-krotnie więcej wody w stosunku do własnej masy. Tak więc szczególnie w latach suszy uzyskuje się znacząco większe plony na glebach z dużą zawartością materii organicznej dzięki utrzymywaniu większych ilości wody. Ponadto w przypadku emisji gazu cieplarnianego jakim jest CO2 w obecności materii organicznej w glebie dochodzi do jego sekwestracji. Właściwy poziom materii organicznej w glebie warunkuje również efektywne wiązanie azotu i zapobiega jego wymywaniu. Czynnikiem niezbędnym w obu przypadkach jest wysoka aktywność mikrobiologiczna gleby umożliwiająca wytwarzanie próchnicy, a tym samym podnosząca zawartość materii organicznej w glebie, jednak jest to proces długotrwały.

Sposobem na przywrócenie właściwej żyzności gleby jest biologizacja rolnictwa. Pod tym terminem należy rozumieć użycie głównie biologicznych czynników wpływających dodatnio na plon takich jak: komposty, obornik, biopreparaty, racjonalne i odpowiednio zbilansowane płodozmiany, fitomelioracje oraz wysokowydajne odmiany odporne na występowanie agrofagów. Stosowanie preparatów zawierających kompozycje pożytecznych mikroorganizmów (KPM) znacznie skraca czas trwania procesu tworzenia próchnicy w glebie. Obornika nie można stosować na gleby zalane wodą, przykryte śniegiem lub zamarznięte do głębokości 30 cm. Termin użycia obornika zależy od okresu zakładania plantacji oraz kategorii agronomicznej gleby. Na glebie lekkiej nie może być on stosowany jesienią. Gdy rośliny będą sadzone jesienią, to obornik należy zastosować pod przedplon. W przypadku zakładania plantacji wiosną na glebie lekkiej, dobrze przefermentowany obornik najlepiej użyć bezpośrednio przed sadzeniem roślin. Rozrzucony obornik należy jak najszybciej przyorać. Alternatywą dla obornika są nawozy zielone, czyli rośliny przeznaczone na przyoranie. Wartość nawozowa tych roślin zależy od wielkości wyprodukowanej biomasy oraz zawartości w niej składników mineralnych. Wysoką wartość nawozową wykazują rośliny bobowate (strączkowe i drobnonasienne). Jeśli gleba ma zbyt niskie pH (odczyn kwaśny) można ją zwapnować. Wapnowania gleby w celu zmiany jej pH nie wolno nigdy robić w okresie wegetacji, gdyż bardzo negatywnie odbija się to na kondycji roślin. Warto także wiedzieć, że truskawka lepiej rośnie na glebach lekko kwaśnych niż przewapnowanych. W celu regulacji odczynu gleby

najwłaściwsze jest stosowanie kredy. Jeśli gleba jest uboga w magnez można zastosować również wapno magnezowe. Kreda nawozowa to najskuteczniejszy nawóz wapniowy. Kreda podnosi pH średnio o 1–1,5 w okresie od 3 miesięcy do 1 roku, dzięki czemu wpływa na znaczne zmniejszenie nakładów na nawozy mineralne, poprzez poprawę dostępności dla roślin składników pokarmowych w nich zawartych. Zabieg taki należy wykonać przed założeniem plantacji truskawki. Stosować kredę należy według zaleceń Stacji Chemiczno-Rolniczych po uprzednim badaniu gleby. Użycie nawozów organicznych przed sadzeniem roślin na ogół polepsza ich wzrost i plonowanie. Pozytywne działanie nawozów organicznych w pierwszych latach wzrostu roślin jest wynikiem zarówno dostarczenia roślinom składników mineralnych, jak i polepszenia fizyko-chemicznych i biologicznych właściwości gleby. Szczególnie cennym nawozem jest obornik. W rocznej jego dawce nie można wprowadzić więcej niż 170 kg N na ha (co odpowiada 35-40 ton obornika na ha). W integrowanej uprawie truskawki zaleca się stosowanie przede wszystkim nawozów organicznych tj. jesienią przed wysadzeniem roślin obornika w dawce do 40 t/ha, kompostu lub wsiewek o zróżnicowanym składzie gatunkowym. Nie wolno stosować wyższych dawek obornika z uwagi na ochronę środowiska i wód gruntowych. Nawożenie roślin stanowi ważny element ochrony roślin przed agrofagami, gdyż rośliny dobrze zaopatrzone w składniki pokarmowe są mniej podatne na porażenie przez patogeny i uszkodzenia przez szkodniki. Truskawka posiada duże zapotrzebowanie na cynk, miedź i bor, dlatego te mikroelementy muszą być dostarczane w nawozach organicznych. Nawożenie organiczne przyczynia się również do zwiększenia zawartości próchnicy w glebie, a tym samym poprawy jej żyzności. Systematyczne stosowanie nawożenia organicznego powoduje rokrocznie wzrost zawartości próchnicy w glebie. Znaczną poprawę efektywności nawożenia organicznego osiąga się przez wprowadzenie do pryzmy obornikowej czy kompostowej kompozycji pożytecznych mikroorganizmów (KPM) w ilości od 1 l. do 10 l. na 1.m3. Przyspiesza się w ten sposób rozkład materii organicznej i zwiększa dostępność dla roślin składników mineralnych, w tym głównie azotu, podnosi biologiczną aktywność gleby oraz poprawia jej żyzność i urodzajność, sprzyja tworzeniu struktury gruzełkowatej i regulacji stosunków powietrzno wodnych gleby, gwarantuje optymalne wykorzystanie wody, aktywuje fermentację gnojowicy.

Pożyteczne mikroorganizmy funkcjonują w środowisku z ograniczonym dostępem tlenu, dlatego zaleca się po ich aplikacji na pryzmie obornikowej lub kompostowej ugniatanie jej, w celu usunięcia powietrza. Drobnoustroje posiadają zdolność wykorzystania pierwiastków związanych w minerałach, przekształcając je w formy łatwo przyswajalne przez rośliny. Dlatego celowe jest dodawanie

na pryzmie obornikowej mączki bazaltowej, będącej źródłem cennych składników, szczególnie mikroelementów. Bardzo dobrym źródłem masy organicznej są kompostowane resztki roślinne np. skoszone liście truskawek. Rozkład liści przyspiesza się stosując kompozycje pożytecznych mikroorganizmów do oprysku pryzmy z liści. Do nawożenia truskawek używa się też tzw. biostymulatory jak np. Microsat F i Mikrosat F WP zawierające grzyby mikoryzowe i pożyteczne szczepy bakterii z rodzajów Pseudomonas i Bacillus. Bionawozy wykazują korzystny wpływ na wzrost i plonowanie truskawek, a także ich lepszą adaptację do stresów środowiskowych, w tym suszy. Nawożenie bionawozami pozwala ograniczyć o 30% nawożenie NPK.

3.2.2. Nawożenie mineralne

Analizę składu chemicznego gleby najlepiej jest przeprowadzić metodą uniwersalną i do jej wyników dostosować nawożenie. W integrowanej produkcji owoców wykonywanie analizy gleby jest obowiązkowe.

Analiza chemiczna gleby

Podstawowa analiza gleby obejmuje oznaczenie jej odczynu (pH) oraz zawartości przyswajalnego fosforu (P), potasu (K) i magnezu (Mg). Uzasadnione jest także oznaczenie zawartości materii organicznej oraz składu granulometrycznego.

Pobieranie próbek gleby

Miejsce pobierania

Próbki gleby pobiera się oddzielnie z miejsc o odmiennym ukształtowaniu terenu (z górnej, środkowej i dolnej części wzniesienia), kategorii agronomicznej gleby (gleba lekka, średnia i ciężka) oraz historii nawożenia. Biorąc pod uwagę powszechną zmienność gleby na obszarze naszego kraju, reprezentatywna próbka gleby, oddawana do laboratorium agrochemicznego, nie powinna pochodzić z kwatery o powierzchni większej niż 2 ha. Jeśli truskawki sadzone będą w miejscu po wcześniej wykarczowanym sadzie/plantacji, to próbki gleby należy pobierać oddzielnie z dawnych pasów herbicydowych oraz spod murawy. Na nowo posadzonej plantacji, próbki gleby pobiera się w obrębie rzędów/pasów roślin.

Głębokość pobierania

Próbki gleby pobiera się z dwóch poziomów gleby, tj.: z warstwy 0-20 cm oraz 21- 40 cm.

Termin pobierania

Próbki gleby pobiera się przed założeniem plantacji, najlepiej rok przed sadzeniem roślin. W ten sposób jest dostatecznie dużo czasu, aby wykonać niezbędne zabiegi polepszające żyzność gleby.
Jeśli przed założeniem plantacji nie wykonano analizy gleby, to próbki gleby należy pobrać w roku sadzenia roślin. Należy unikać pobierania próbek bezpośrednio po zastosowaniu nawozów.

Technika pobierania próbek oraz ich przygotowanie

Próbki gleby najlepiej pobrać laską Egnera lub świdrem. Przy ich braku, można użyć szpadla. Pobierając próbki gleby szpadlem należy wycinać plastry gleby o porównywalnej głębokości i szerokości. Ma to duże znaczenie, gdyż próbka mieszana tj. pochodząca z jednorodnej kwatery powinna składać się z 20-25 indywidualnych próbek. Po dokładnym wymieszaniu indywidualnych próbek gleby w wiadrze, pobiera się około 1 kg gleby czyli tzw. próbkę reprezentatywną. Powinno się ją wysuszyć w zacienionym miejscu, wsypać do płóciennego woreczka lub torebki polietylenowej i przesłać do Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej lub laboratorium agrochemicznego, mającego akredytację na wykonane analiz glebowych. Każda próbka powinna być dokładnie opisana. Na podstawie wyników analizy gleby Stacje Chemiczno-Rolnicze, czy jednostki naukowe o profilu rolniczym/przyrodniczym mogą opracować zalecenia nawozowe oraz potrzeby wapnowania dla roślin sadowniczych. Nawożenie P, K i Mg określa się na podstawie porównania wyników analizy gleby z tzw. liczbami granicznymi zawartości tych składników w glebie (Tabela 1). Na podstawie kwalifikacji zawartości składnika do klasy zasobności gleby tj. niskiej, średniej lub wysokiej, decyduje się o celowości nawożenia danym składnikiem oraz jego dawce.

Nawożenie azotem (N) na podstawie analizy gleby

Potrzeby nawozowe truskawki w stosunku do N można oszacować na podstawie zawartości materii organicznej w glebie (Tabela 2).

Nawożenie w pierwszym roku prowadzenia plantacji

Jeśli przed sadzeniem roślin nawożenie było wykonane prawidłowo, to w pierwszym roku prowadzenia plantacji nawożenie mineralne ogranicza się

tylko do azotu. Polecane dawki N, w zależności od zawartości materii organicznej w glebie, wynoszą 20-60 kg/ha dla plantacji posadzonej wiosną lub jesienią oraz 10-40 kg/ha dla plantacji posadzonej wczesnym latem (Tabela 2). W przypadku silnego zachwaszczeniu plantacji, dawki N powinny być zwiększone o około 50 %.

Terminy nawożenia azotem

W pierwszym roku wzrostu roślin nawozy azotowe stosuje się dwukrotnie. Pierwszą dawkę N, stanowiącą około 50 % potrzeb nawozowych, rozsiewa się po 2-3 tygodniach po przyjęciu się roślin, a pozostałą część do końca lipca.

Sposób nawożenia azotem

Nawozy azotowe rozsiewa się na całą powierzchnię plantacji.

Nawożenie na owocującej plantacji

Nawożenie azotem plantacji truskawek w zależności od zawartości materii organicznej w glebie wynosi od 20 do 50 kg/ha (Tabela 2). Dawki te odnoszą się do plantacji, które nie są silnie zachwaszczone oraz na których nie użyto ściółki ze słomy. Nawozy azotowe stosuje się dwukrotnie w sezonie. Na plantacji zakładanej wiosną lub wczesnym latem, nawozy azotowe stosuje się na początku wegetacji w dawce około 10 kg N/ha, a pozostałą część rocznej dawki N (10-40 kg) - bezpośrednio po zbiorze owoców. Jeśli plantacja była zakładana w okresie letnim, to wczesną wiosną następnego roku należy zastosować około 30 kg N na ha, a bezpośrednio po zbiorze owoców 10-40 kg na ha.

Nawożenie fosforem

Nawożenie P wykonuje się, gdy wyniki analizy gleby wykażą zbyt małą jego zawartość (Tabela 1) lub gdy pojawią się objawy niedoboru tego składnika na roślinie.

Nawożenie potasem

O konieczności nawożenia K oraz jego dawce decyduje zawartość K w glebie (Tabela 1). Dawki K podane w tabeli odnoszą się do plantacji, na których nie występuje silne zachwaszczenie. Nawozy potasowe stosuje się wiosną lub jesienią. Wiosenne nawożenie K poleca się na gleby lekkie, a jesienne na gleby średnie i ciężkie. Truskawki preferują nawozy potasowe w formie siarczanowej. Sól potasowa na plantacjach truskawek może być użyta jedynie jesienią, jeśli dawka K jest umiarkowana (< 80 kg K2O/ha). Nawozy potasowe rozsiewa się na całą powierzchnię plantacji.

Nawożenie magnezem

O celowości nawożenia Mg decyduje analiza gleby (Tabela 1), zawartość Mg w liściach oraz wygląd roślin. Jeśli zachodzi potrzeba zwiększenia zawartości Mg w glebie, to jego dawki wynoszą 6-12 g MgO na m^2 powierzchni nawożonej (Tabela 1). Jeśli na plantacji zachodzi konieczność zarówno podwyższenia odczynu gleby, jak i zwiększenia zawartości Mg, to należy użyć wapna magnezowego.

Dawki nawozów wapniowo-magnezowych, termin oraz sposób ich stosowania wynikają z potrzeb wapnowania.

Nawożenie mikroskładnikami

O celowości zasilania truskawek mikroskładnikami decyduje analiza chemiczna liści i/lub ocena wizualna liści. Jeśli analiza chemiczna liści wykaże niedostateczną zawartość mikroskładników(< 20 ppm boru, < 50 ppm żelaza, < 40 ppm manganu i< 20 ppm cynku), to uzasadnione jest nawożenie tymi składnikami. Gdy nawozy będą stosowane doglebowo, to dawki mikroskładników dla plantacji truskawki wynoszą: 1-3 kg boru, 20-30 kg żelaza, 10-15 kg manganu oraz 5-10 kg cynku na ha. W przypadku dolistnego dokarmiania truskawki mikroskładnikami, dawki nawozów muszą być zgodne z instrukcją ich stosowania.

Wapnowanie

Obniżone pH gleby nie jest tożsame z niewystarczająca ilością wapnia w glebie. Dlatego przed podjęciem decyzji o wapnowaniu należy ocenić żyzność i aktywność biologiczną gleby. Zaleca się naturalne formy nawozów wapniowych, takie jak kreda. Wapnowanie wykonuje się wczesną wiosną lub późną jesienią. Przy wiosennym wapnowaniu nawozy rozsiewa się gdy powierzchniowa warstwa gleby jest rozmarznięta, a rośliny nie wytworzyły jeszcze nowych liści. Jesienne wapnowanie najlepiej wykonać od końca września do pierwszej połowy listopada.

Tabela 1. Wartości graniczne zawartości fosforu (P), potasu (K) i magnezu (Mg) w glebie oraz wysokość ich dawek (Sadowski i inni, 1990).

Wyszczególnienie	Klasa zasobności		
	niska	średnia	wysoka
	Zawartość fosforu (mg P/100g)		
Dla wszystkich gleb:			
warstwa orna	< 2,0	2 - 4	> 4
warstwa podorna	< 1,5	1,5 - 3	> 3
Nawożenie przed założeniem sadu	Dawka fosforu (kg P_2O_5/ha)		
	300	100 - 200	-
	Zawartość potasu (mg K/100g)		
Warstwa orna:			
< 20% części spławialnych	< 5	5 - 8	> 8
20-35% części spławialnych	< 8	8 - 13	> 13
> 35% części spławialnych	< 13	13 - 21	> 21
Warstwa podorna:			
< 20% części spławialnych	< 3	3 - 5	> 5
20-35% części spławialnych	< 5	5 - 8	> 8
> 35% części spławialnych	< 8	8 - 13	> 13
Nawożenie:	Dawka potasu (kg K_2O/ha)		
przed założeniem sadu	150 - 300	100 - 200	-
w owocującym sadzie	80 - 120	50 - 80	-
Dla obu warstw gleby:	Zawartość magnezu (mg Mg/100g)		
< 20% części spławialnych	< 2,5	2,5-4	> 4
≥ 20% części spławialnych	< 4	4-6	> 6
Nawożenie:	Dawka magnezu (g MgO/m^2)		
przed założeniem sadu	wynika z potrzeb wapniowania		-
w owocującym sadzie	12	6	-
Dla wszystkich gleb niezależnie od warstwy gleby	Stosunek K : Mg		
	bardzo wysoki	wysoki	poprawny
	> 6,0	3,6-6,0	3,5

Tabela 2. Orientacyjne dawki azotu (N) dla plantacji truskawki w zależności od zawartości materii organicznej w glebie.

Wiek plantacji	Zawartość materii organicznej (%)		
	0,5 - 1,5	1,6 - 2,5	2,6 - 3,5
	Dawka azotu (kg/ha)		
Pierwszy rok: -sadzenie wiosenne lub jesienne	50 - 60	30 - 40	40 - 50
-sadzenie wczesno letnie	20 - 30	20 - 30	10 - 20
Następne lata	40 - 50	30 - 40	20 - 30

Tabela 3. Stopień wykorzystania przez rośliny składników pokarmowych z obornika w procentach w zależności od gleby.

Gleba	I rok	II rok	III rok	IV rok
Ciężka	40	30	20	10
Średnia	60	30	10	0
Lekka	70	30	0	0

Tabela 4. Skład chemiczny obornika pochodzącego od różnych zwierząt, dobrze rozłożonego i przechowywanego w odpowiednich warunkach.

Pierwiastek	Zawartość w %	Pierwiastek	Zawartość w mg na 1 kg
N	0,50	B	5,0
P_2O_5	0,25	Cu	4,7
K_2O	0,60	Mn	30,0
MgO	0,15	Zn	43,5
CaO	0,40	Mo	0,4
S	0,08	Co	0,2

Ponadto obornik zawiera średnio około 75% wody, 5-6% soli mineralnych i 20% substancji organicznej. Planując nawożenie roślin należy koniecznie uwzględniać składniki pokarmowe zawarte w oborniku (Tabela 3 i 4).

4. Integrowana ochrona roślin truskawek

4.1. Ochrona i zapobieganie przed chorobami grzybowymi

Celem integrowanej uprawy truskawki jest doskonalenie agrotechniki roślin przez wykorzystanie środków i sposobów w największym stopniu bezpiecznych dla człowieka i środowiska. Ochrona chemiczna obok ewidentnych korzyści, przynosi również wiele negatywnych skutków, do których zalicza się: skażenie środowiska naturalnego tj. gleby, wód gruntowych i atmosfery, skażenie żywności, zmiany w biocenozie, powstawanie odporności agrofagów na pestycydy. Największe znaczenie w ochronie integrowanej mają metody zapobiegawcze, których celem jest wzmocnienie naturalnych wrogów szkodników, redukcja sprawców chorób pochodzenia glebowego oraz zmniejszenie podatności roślin na choroby i szkodniki.

Na plantacjach truskawek występuje wiele chorób powodujących uszkodzenia zarówno organów nadziemnych rośliny, w tym skróconego pędu (korony), jak i systemu korzeniowego. Głównymi przyczynami chorób truskawek są grzyby, wirusy i fitoplazmy. Wszystkie choroby wpływają negatywnie na wzrost i owocowanie roślin, jednak szczególnie groźne są te, które u odmian wrażliwych powodują zamieranie całych roślin. W integrowanej ochronie truskawek przed chorobami, powinny być wykorzystywane przede wszystkim metody niechemiczne, takie jak prawidłowa agrotechnika (właściwe nawożenie, odpowiedni dobór stanowiska, właściwy przedplon, sposób prowadzenia plantacji, ściółkowanie), izolacja przestrzenna dla plantacji nowo zakładanych, usuwanie porażonych roślin oraz stosowanie preparatów naturalnych. Zakładanie plantacji z sadzonek zdrowych pochodzących wyłącznie z mateczników kwalifikowanych zapobiega występowaniu wielu chorób, gdyż wiele patogenów wprowadza się na plantacje z porażonymi sadzonkami. Należy dobierać odmiany odporne lub mało podatne na choroby. Dobór właściwego stanowiska eliminuje lub ogranicza występowanie werticiliozy. Właściwe prowadzenie plantacji oraz prawidłowe zastosowanie wszystkich zabiegów agrotechnicznych polepsza kondycję roślin i zmniejsza ich podatność na choroby. W przypadku plantacji silnie rosnącej i zagęszczonej pomocne może okazać się skoszenie i wygrabienie liści tuż po zbiorze owoców i przeznaczenie ich na kompost, w którym rozkład resztek roślinnych znacząco przyspiesza się przez oprysk pryzmy kompostowej KPM. Zabiegi te ograniczają źródła zakażenia w przypadku chorób liściowych, białej i czerwonej plamistości oraz szarej pleśni rozwijającej się na młodych liściach

i u podstawy ogonków liściowych we wnętrzu rośliny. Zabiegiem, który znacznie ogranicza źródło patogenów jest usunięcie z plantacji starych porażonych liści i również kompostowanie ich z użyciem KPM.

Skutecznym sposobem zapobiegania chorobom korzeni truskawek jest ich uprawa na podwyższonych zagonach o wysokości minimum 30 cm. Udowodniono, że przy tym sposobie korzenie w mniejszym stopniu atakowane są przez szkodliwe patogeny, ponieważ podniesienie zagonów powoduje szybsze obsychanie i nagrzewanie gleby. Zagony wykłada się czarną folią, a pod nią rozkłada przewód do nawadniania kropelkowego. Czarna folia powoduje wcześniejsze dojrzewanie owoców, zapobiega ich zapiaszczeniu, a także utrzymuje wilgoć w glebie i eliminuje chwasty. Aby zapobiec chorobom korzeniowym, należy bezwzględnie unikać gleb wilgotnych, zimnych i ciężkich. Najlepszym sposobem unikania strat jest uprawa odmian odpornych i mało podatnych oraz zakładanie plantacji truskawek ze zdrowych sadzonek na glebach wolnych od patogenów chorobotwórczych. Rozwojowi chorób korzeniowych sprzyja najbardziej wysoka wilgotność gleby i niska temperatura 10-17°C, dlatego tak ważna jest uprawa na podwyższonych, łatwo obsychających zagonach i zmeliorowanych polach.

Do najgroźniejszych patogenów truskawki należą grzyby: *Botrytis cinerea* (powodujący szarą pleśń), *Sphaerotheca macularis* (mączniak prawdziwy truskawki), *Mycosphaerella fragariae* (biała plamistość liści), *Diplocarpon earliana* (czerwona plamistość liści), *Verticillium dahliae* (werticylioza), *Colletotrichum spp.* (antraknoza), *Phytophthora cactorum* (skórzasta zgnilizna owoców i zgnilizna korony truskawki) i *Phytophthora fragariae var. fragariae* (czerwona zgnilizna korzeni truskawki).

Szara pleśń

Zdjęcie 12. Objawy szarej pleśni

Grzyb poraża przede wszystkim owoce i kwiaty. Porażone kwiaty brązowieją i zasychają, a na owocach pojawiają się gnilne plamy. W miejscu porażenia rozwija się szary, pylący nalot zarodników konidialnych. Rozwojowi choroby sprzyja wilgotna i ciepła pogoda.

Biała plamistość liści truskawki

Zdjęcie 13. Objawy białej plamistości liści truskawki

Objawy pojawiają się początkowo w postaci drobnych, brązowych plamek, które w miarę powiększania się stają się szarobiałe, otoczone czerwonobrunatną obwódką. Występują głównie na liściach i działkach kielicha, które przy silnym porażeniu zasychają.

Czerwona plamistość liści truskawki

Zdjęcie 14. Objawy czerwonej plamistości liści truskawki

Objawy występują przede wszystkim na liściach i działkach kielicha w postaci licznych drobnych, brunatno-brązowych plam. Pierwsze objawy występują na starszych liściach. Porażane liście żółkną, czerwienieją i szybko zasychają.

Mączniak prawdziwy truskawki

Zdjęcie 15. Objawy mączniaka prawdziwego truskawki

Jedna z najgroźniejszych chorób truskawki. Objawy to biały, mączysty nalot występujący na dolnej stronie liści, które charakterystycznie zwijają się łódkowato do góry. Na silnie porażonych liściach powstają rozległe nekrozy, niekiedy czerwonobrązowe plamy dobrze widoczne na górnej stronie liścia. Choroba ta jest powodowana przez grzyb *Oidium fragariae*. Patogen w postaci grzybni zimuje na zielonych liściach i rozwija się bardzo intensywnie przy ciepłej i suchej, bezdeszczowej pogodzie w tem-

peraturze 15-27°C, a infekcje pojawiają się przy wysokiej wilgotności w wyniku nocnej i porannej rosy. Pierwsze objawy choroby można zaobserwować już od połowy maja. Mączniak prawdziwy może opanować również owoce, które zaczynają zasychać, zaś zawiązki owoców ulegają deformacji i w efekcie brunatnieją oraz zamierają. Choroba prowadzi do znacznego ograniczenia powierzchni asymilacji, co powoduje zmniejszenie wzrostu i odporności roślin.

Werticilioza truskawki

Zdjęcie 16. Objawy werticiliozy truskawki

Objawy występują najczęściej na jednorocznych roślinach, zwłaszcza w suche i słoneczne lata. W wyniku porażenia początkowo więdną i zamierają najstarsze, zewnętrzne liście, a następnie całe rośliny. Masowe zamieranie roślin obserwowane jest zwykle po posadzeniu podatnej odmiany truskawki na silnie skażonym polu. Werticilioza truskawki to choroba powodowana przez grzyby z rodzaju *Verticillium*. Szczególnie podatne na tą chorobę są odmiany deserowe: Elsanta, oraz Kent. Źródłem porażenia jest, mogąca przetrwać w glebie nawet 14 lat, grzybnia patogena. Grzyb wnika do korzeni przez włośniki lub poprzez miejsca uszkodzone mechanicznie. Opanowuje i zatyka naczynia, doprowadzając do upośledzenia w przewodzeniu wody. Grzyb najlepiej rozwija się w wysokiej temperaturze około 20°C i wysokiej wilgotności. W przypadku walki z tą chorobą bardzo ważny jest właściwy płodozmian. Przy zakładaniu nowych plantacji truskawek należy unikać stanowisk po pomidorach, ziemniakach, ogórkach oraz starych plantacjach truskawek i malin. Doskonałe będą stanowiska po trawach, zbożach i innych roślinach jednoliściennych. Rozwiązaniem jest też uprawa mało podatnych na porażenie odmian: Senga Sengana oraz Dukat. Większość nowych odmian deserowych jest niestety nie odporna.

Czerwona zgnilizna korzeni truskawki

Choroba występuje na plantacjach truskawek w większości krajów strefy umiarkowanej. Sprawcą czerwonej zgnilizny korzeni truskawki jest *Phytophthora fragariae var. fragariae*, która może się uaktywnić, gdy temperatura gleby wynosi

Zdjęcie 17. Objawy czerwonej zgnilizny korzeni truskawki

12°C, ale optymalna dla jej wzrostu i rozwoju wynosi od 16°C do 18°C. Patogen poraża korzenie powodując zgniliznę ich wierzchołkowej części, a powyżej przebarwienie walca osiowego na karminowoczerwono. Rośliny wykazują typowe objawy chorobowe już po 10 dniach od zakażenia. Przebarwienia walca osiowego najczęściej są jednak widoczne tylko zimą i wiosną. W dalszej części sezonu korzenie przebarwiają się na czarno i zamierają. Porażone rośliny są skarłowaciałe, wytwarzają nieliczne rozłogi i słabo owocują, więdną, nawet przy dostatecznej ilości wody, a następnie zamierają. Choroba ujawnia się w pierwszej kolejności na glebach ciężkich, zwięzłych, źle zdrenowanych. Zwykle choroba pojawia się w drugim roku prowadzenia uprawy tuż przed lub w trakcie zbiorów owoców. Zawsze, więc przy zakupie nowych sadzonek należy decydować się na sprawdzonych hodowców i sprawdzone sklepy. Przed sadzeniem zaleca się moczenie roślin w fungicydach lub preparatach probiotycznych. Czerwona zgnilizna korzeni truskawek to choroba kwarantannowa. Patogen w formie aktywnych przetrwalników może występować w glebie przez wiele lat. Walka z tym grzybem jest, więc niezwykle trudna.

W celu zapobiegania chorobie ważne jest, aby tereny przeznaczone na plantacje truskawek były dobrze zdrenowane, a sadzonki zdrowe. Przy zakupie roślin należy zwracać uwagę na system korzeniowy. Wątpliwości powinny budzić młode korzenie ze zbrązowiałymi, zgniłymi wierzchołkami. Najlepiej wtedy je przeciąć poprzecznie i sprawdzić zabarwienie walca osiowego. Warto także kontrolować system korzeniowy roślin słabo rosnących na plantacji

Antraknoza truskawki

Zdjęcie 18. Objawy antraknozy truskawki

Antraknoza truskawki to choroba, której sprawcą jest grzyb *Colletotrichum acutatum*. Grzyb wywołujący chorobę rozwija się w temperaturze 24–25°C. Największe straty występują w latach upalnych i z dużą wilgotnością powietrza. Na porażonych truskawkach stwierdza się brązowe, gnilne plamy, z charakterystycz-

nymi wyciekami pomarańczowych skupisk zarodników. Antraknoza truskawki w sprzyjających warunkach może mieć gwałtowny przebieg i prowadzić do całkowitego zniszczenia plantacji. Chcąc zapobiec chorobie należy przede wszystkim wybrać zdrowe sadzonki oraz ograniczyć nawożenie. Duże dawki nawozów powodują, bowiem wydłużenie okresu wzrostu roślin, zwiększając ich podatność na porażenie.

Skórzasta zgnilizna owoców

Zdjęcie 19. Objawy skórzastej zgnilizny owoców

Skórzasta zgnilizna owoców to choroba występująca w Polsce od niedawna. Rozwojowi jej sprzyja wilgotna pogoda. Niedojrzałe owoce brązowieją, a ich powierzchnia staje się skórzasta i twarda. Dojrzałe owoce z kolei stają się mlecznobiałe, mają nieprzyjemny zapach i gorzki smak. Chore rośliny szybko więdną. Szczególnie podatne na tę chorobę są sadzonki „Frigo", mogące zamierać wkrótce po posadzeniu. Występowanie choroby ogranicza ściółkowanie gleby oraz stosowanie zabiegów ochronnych wykorzystywanych w walce z szarą pleśnią.

4.2. Ochrona i zapobieganie przed chorobami bakteryjnymi i wirusowymi

Walka z chorobami bakteryjnymi i wirusowymi polega na usuwaniu i niszczeniu wszystkich porażonych roślin. Również obecność mszyc świadczyć może o obecności wirusa. Mszyce powinno się zwalczać opryskując rośliny preparatami na bazie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów wzmacnianych ekstraktami roślinnymi z mniszka lekarskiego, mlecza polnego lub wrotycza. Sadzonki należy kupować ze sprawdzonego źródła oraz wybierać odmiany odporne na wirusy.

Bakteryjna kanciasta plamistość liści truskawki

Chorobę powoduje bakteria *Xanthomonas fragariae* (Kennedy i King). Na spodniej stronie liści pojawiają się drobne wodniste plamki. W miarę powiększania się plam przybierają kanciasty kształt widoczny na górnej stronie liścia.

Zdjęcie 20. Objawy kanciastej plamistości liści truskawek

Choroby wirusowe

Wśród chorób wirusowych występujących na truskawce wyróżnia się cętkowaną plamistość liści truskawki, żółtobrzeżność liści truskawki oraz marszczycę liści truskawki. Najczęstszymi objawami obecności wirusa cętkowanej plamistości liści truskawki są drobnienie owoców oraz spadek plonowania występujący dopiero na 4 letnich i starszych plantacjach. Objawy obecności wirusa powodującego żółtobrzeżność liści truskawki widoczne są najlepiej wiosną i jesienią. Rośliny drobnieją, a na brzegach liści pojawiają się chlorotyczne plamy o wyraźnie zarysowanych brzegach. Podobne objawy – chlorotyczne plamki, pojawiają się także w przypadku marszczycy liści truskawki. Plamki występują wzdłuż nerwów liścia lub też na całej powierzchni blaszki. Przebarwiona tkanka liścia ulega nekrozie, liście marszczą się, nierównomiernie rosną, czasem mogą się rozdwajać. Chore rośliny słabiej rosną i znacznie gorzej owocują.

4.3. Ochrona przed szkodnikami

W uprawie truskawek bardzo groźne i najtrudniejsze do zniszczenia są szkodniki glebowe, do których zalicza się nicienie korzeniowe, drutowce, pędraki i opuchlaki.

W celu ograniczenia liczebności pędraków przed założeniem plantacji, zaleca się kilkakrotną uprawę gleby w okresie maj-sierpień np. broną tale-

rzową, można też wysiać grykę, która zawiera taniny hamujące rozwój pędraków. Zabiegi ograniczania tego szkodnika najlepiej z wykorzystaniem grzyba owadobójczego *Beauveria bassiana* lub preparatu na bazie KPM z wrotyczem działającego repelentnie, stosuje się od połowy kwietnia do połowy września, kiedy larwy znajdują się pod powierzchnią gleby. Zabiegi te można przeprowadzać również na plantacji owocującej, co nie jest możliwe w przypadku zwalczania tego szkodnika za pomocą środków chemicznych. Stosowanie środków chemicznych przeciw temu szkodnikowi jest dozwolone wyłącznie przed założeniem plantacji. W przypadku masowego pojawienia się chrząszczy na plantacjach owocujących, można opryskiwać rośliny i glebę pod nimi zaraz po zbiorach. Zabieg trzeba powtórzyć dwa razy co 2 tygodnie.
Nicienie korzeniowe ogranicza 3-4-miesięczna uprawa aksamitki przed założeniem plantacji. Skoszenie i wygrabienie liści truskawki po zbiorze owoców ułatwia zwalczanie roztocza truskawkowca na najmłodszych liściach. Wraz z liśćmi usuwa się częściowo przędziorka chmielowca, ale może on przemieszczać się na pozostające na roślinach liście i niszczyć je. Do zwalczania przędziorków można introdukować roztocze drapieżne z rodziny dobroczynkowatych. Chemiczne zwalczanie szkodników przeprowadza się jedynie wówczas, gdy ich liczebność osiąga lub przekracza poziom przyjętego progu ekonomicznego zagrożenia dla roślin.

Do najgroźniejszych szkodników truskawek należą: roztocz truskawkowiec, zmienik lucernowiec, przędziorek chmielowiec, kwieciak malinowiec, opuchlaki, pędraki i drutowce.

Zdjęcie 21. Drutowce

Drutowce

Drutowce wgryzają się z gleby do korony truskawki powodując silne dziurawienia roślin, co prowadzi do powolnego ich zamierania, zwłaszcza roślin młodych.

Pędraki

Należą do najgroźniejszych szkodników truskawki, uszkadzają system korzeniowy, co powoduje stopniowe więdnięcie i zamieranie roślin.

Opuchlak lucernowiec

Opuchlaki to drobne ryjkowce, żerujące larwy opuchlaka niszczą korzenie różnych roślin, a dorosłe chrząszcze ogryzają liście, pączki, kwiaty.

Przędziorek Chmielowiec

Przędziorek żyje na dolnej stronie liści, powoduje uszkodzenia w postaci żółtych przebarwień blaszki liściowej.

Kwieciak malinowiec

Chrząszcz z charakterystycznym długim ryjkiem, najgroźniejsze uszkodzenia jakie powoduje to podcięte szypułki pąków kwiatowych, co powoduje ich zwisanie i opadanie.

Roztocz truskawkowiec

Roztocz truskawkowiec (*Steneotarsonemus fragariae*), niewidoczny gołym okiem, o słomkowej barwie, żeruje na najmłodszych liściach, kwiatach i zawiązkach owocowych. Uszkodzone przez niego rośliny są skarłowaciałe, owoce drobne, twarde i źle wybarwione. Na nowe plantacje szkodnik ten przenoszony jest wraz z sadzonkami, należy więc zwracać uwagę na zakup nowych truskawek, aby były wolne od chorób i szkodników. Zdrowe sadzonki pozwolą przez okres 2-3 lat uniknąć konieczności zwalczania tego szkodnika.

Zmienik lucernowiec

Pluskwiak wielkości 5-6 mm żerujący na pąkach kwiatowych, kwiatach i zawiązkach owoców. Larwa podobna do owada dorosłego, ale bezskrzydła. Szkodnik wysysając soki silnie deformuje owoce.

Mszyce

Na truskawkach występują sporadycznie, mają znaczenie głównie jako wektory wirusów, żerują na liściach powodując ich deformacje.

Zdjęcie 22. Pędraki

Zdjęcie 23. Opuchlak lucernowiec

Zdjęcie 24. Przędziorek chmielowiec

Zdjęcie 25. Kwieciak malinowiec

Zdjęcie 26. Roztocz truskawkowiec

Zdjęcie 27. Zmienik lucernowiec

Zdjęcie 28. Żerujące mszyce

5. Zabiegi w trakcie wzrostu i owocowania

W trakcie wzrostu i owocowania truskawek na plantacji wykonuje się następujące zabiegi: zwalczanie chwastów, nawożenie, ściółkowanie, zwalczanie chorób i szkodników. Decydujące znaczenie w walce z chwastami ma dokładne odchwaszczenie pola przed założeniem plantacji. Po posadzeniu roślin do ochrony plantacji przed chwastami wykorzystuje się przede wszystkim metody agrotechniczne, takie jak uprawy mechaniczne oraz ściółkowanie tj. okrywanie gleby materiałami zapobiegającymi wschodom chwastów. Ogólnie przyjęte ściółkowanie słomą w okresie kwitnienia roślin bardzo ułatwia zwalczanie chwastów, a także użyźnia glebę i poprawia ilość i jakość plonu. Do ściółkowania nadaje się słoma pszenna lub żytnia. Do ściółkowania międzyrzędzi można użyć też czarnej folii lub geotkaniny (agrowłóknina, mata szkółkarska), która chroni owoce przed zapiaszczeniem, a glebę przed utratą wilgoci i zachwaszczeniem. Geotkanina przepuszcza powietrze i wodę. Ze względu na ochronę środowiska poleca się stosowanie przede wszystkim ściółek naturalnych takich jak słoma. Ulega ona biodegradacji i dlatego po zbiorach owoców jest pozostawiana na plantacji i mieszana z glebą.
Pozostałe zabiegi zostały omówione w rozdziałach „Nawożenie mineralne i organiczne", „Integrowana ochrona roślin truskawek" oraz „Probiotyczne mikroorganizmy i ich znaczenie w uprawie truskawek".

6. Zabezpieczanie plonów przed chorobami przechowalniczymi i w trakcie transportu

Owoce truskawek zawierają dużo wody, są więc podatne na wysychanie oraz porażenie przez grzyby. Przy zainfekowaniu owoców zarodnikami grzyba *Botrititis cinerea* sprawcy szarej pleśni, zerwane owoce pozornie zdrowe, po kilku godzinach pokrywają się nalotem grzybni patogena. W czasie deszczowej pogody podczas zbiorów szybkie schłodzenie truskawek, najlepiej w ciągu godziny, bądź przerób bezpośredni po zbiorze, gwarantuje dobrą ich jakość i zabezpiecza przed stratami. Grzyby należące do rodzaju *Rhizopus* atakują owoce w pełni dojrzałe, przejrzewające i uszkodzone mechanicznie, powodując rozpad tkanki. Bardzo efektywnym sposobem zabezpieczenia truskawek przed choro-

bami przechowalniczymi jest stosowanie preparatów probiotycznych w formie oprysku przed zbiorem w polu lub po zbiorze zamgławianie owoców przygotowanych do transportu 20% roztworem KPM.

6.1. Opakowania, przechowalnie, chłodnie

Ważnym elementem marketingowym w przypadku owoców jagodowych może być oryginalne i przyciągające uwagę klientów ich opakowanie. W naszym kraju owoce truskawek zbiera się do łubianek, pojemników tekturowych lub plastikowych. Pojemniki zawierające mniej niż 1kg owoców ustawia się w kontenerach, np. w niskich drewnianych lub plastikowych skrzynkach albo niskich kartonach z grubszej tektury po 6-10 sztuk. Między pojemnikami ustawionymi w kontenerach należy zapewnić swobodną cyrkulację powietrza.

Temperatura jest najważniejszym czynnikiem, który bezwzględnie należy brać pod uwagę w systemie obrotu owocami. Najlepiej schładzać truskawki w warunkach wymuszonego przepływu powietrza polegającego na doprowadzeniu do różnicy ciśnień powietrza z dwóch przeciwległych stron opakowania, w wyniku czego schłodzone powietrze przechodzi przez opakowanie, a nie opływa je dookoła, jak to ma miejsce w przypadku schładzania komorowego, czy tunelowego. W Polsce do przechowywania owoców wykorzystuje się przechowalnie, chłodnie z normalną atmosferą (NA) i chłodnie z kontrolowaną atmosferą (KA). Przechowalnia to izolowany obiekt bez urządzeń chłodniczych, w którym regulacja warunków przechowywania odbywa się tylko dzięki wymianom powietrza wewnętrznego z zewnętrznym. Największym mankamentem tej technologii jest brak możliwości szybkiego schłodzenia owoców po zbiorze wskutek zbyt wysokiej temperatury panującej na zewnątrz obiektu, a jak wiadomo, jest to podstawowy warunek utrzymania wysokiej jakości przechowywanych owoców. Na szczęście technologia ta w praktyce sadowniczej nie ma już większego znaczenia. Chłodnie zaś to obiekty wyposażone w urządzenia chłodnicze umożliwiające pełną kontrolę temperatury przechowywanych owoców. W zależności od komory chłodniczej (jej gazoszczelności) oraz wyposażenia, owoce można przechowywać w atmosferze: normalnej (zawierającej 21% tlenu i praktycznie 0% dwutlenku węgla), modyfikowanej (suma stężeń tlenu i dwutlenku węgla wynosi 21% – najczęściej stosowana jest atmosfera o składzie 15–16% tlenu i 6–5% dwutlenku węgla) i kontrolowanej (można dowolnie ustalać stężenia tlenu i dwutlenku węgla).

7. Zabiegi po zbiorze owoców

Po zbiorze truskawek na plantacjach, na których będzie kontynuowana produkcja w kolejnym roku, ważne jest terminowe wykonanie kilku zabiegów agrotechnicznych. Decydują one o prawidłowym przebiegu ważnych procesów fizjologicznych krzewienia się oraz zawiązywania się nowych pąków kwiatowych, które zachodzą w roślinach truskawek latem i jesienią. Pierwszy z tych procesów zachodzi w okresie lipiec–sierpień, drugi – w sierpniu, wrześniu i później. Jeżeli plantator zaniedba plantację w tych właśnie okresach, nie może oczekiwać wysokich plonów w następnym roku, nawet wówczas, gdy wiosną prace pielęgnacyjne przeprowadzi bez zarzutu. Do ważnych i pracochłonnych zabiegów należy usuwanie rozłogów i wykaszanie liści. Rozłogi należy usuwać systematycznie przez cały czas ich wyrastania. Pozostawienie rozłogów przy roślinie bardzo ją osłabia i wpływa ujemnie na zawiązywanie pąków kwiatowych i owocowanie w roku następnym. Rozłogi można usuwać ostrym nożem albo mechanicznie – za pomocą specjalnej tarczy. Na większych plantacjach można je niszczyć także chemicznie stosując osłony na rzędy truskawek.

Koszenie liści wykonuje się natychmiast po zbiorach (lipiec) i tylko na plantacjach starszych (2-3 letnich) w celu ich odmłodzenia. Zabieg ten ogranicza występowanie chorób oraz ułatwia zwalczanie szkodników. Liście kosi się 2-5 cm nad ziemią, sierpem, kosiarką lub orkanem w zależności od powierzchni plantacji. Nie kosi się odmian powtarzających. Przed koszeniem wskazane jest opryskać rośliny preparatem zawierającym kompozycje pożytecznych mikroorganizmów w dawce 30 l/ha, które spowodują szybszy rozkład ściętych liści i zniszczenie występujących na nich patogenów i szkodników. Jednakże zabieg koszenia liści nie zawsze jest konieczny i nie powinien być przeprowadzany rutynowo każdego roku.

Po zbiorach owoców na plantacji przeprowadza się też nawożenie, usuwanie chwastów oraz wykonuje się zabiegi ochrony przed chorobami i szkodnikami w celu zmniejszenia ich presji w kolejnym sezonie. Zabiegi te zostały omówione w rozdziałach „Przygotowanie gleby do uprawy truskawek " i podrozdziale „Nawożenie mineralne i organiczne", a także w rozdziałach „Integrowana ochrona roślin truskawek" oraz „Probiotyczne mikroorganizmy i ich znaczenie w uprawie truskawek".

8. Probiotyczne mikroorganizmy i ich znaczenie w uprawie truskawek

Na Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie autorzy niniejszej publikacji opracowali metody ochrony truskawki, w której wykorzystuje się metody biologiczne. Jej podstawą jest wykorzystanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów oraz fermentowanych ekstraktów roślinnych do ochrony roślin przed szkodliwym wpływem agrofagów.

Kompozycje te to najczęściej odpowiednio wybrane 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 je, 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.

Drobnoustroje wykorzystują pierwiastki związane w minerałach, przekształcając je w formy łatwo przyswajalne przez rośliny. Rośliny wyrastające w symbiozie z KPM, zawierają tak niezbędne dla zdrowia ludzi i zwierząt, makro i mikroelementy pochodzenia naturalnego oraz witaminy.

Optymalna koncentracja probiotycznych mikroorganizmów w środowisku anabiotycznym powoduje wydzielanie przez nie substancji odżywczych dla roślin i zwierząt, takich jak aminokwasy, kwasy organiczne, polisacharydy, makro i mikroelementy, witaminy i inne związki bioaktywne. Są wśród nich hormony i stymulatory wzrostu. Pobudzają one podział komórek, zwłaszcza w strefie wierzchołkowej. Dużą rolę w ochronie roślin przed chorobami przypisuje się naturalnym antybiotykom wytwarzanym przez te mikroorganizmy.

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów ograniczają populacje patogenów do wielkości poniżej progów ekonomicznej szkodliwości. Są bezpieczne dla człowieka, zwierząt i roślin, nie wymagają więc okresów karencji, ani prewencji. Mają pozytywny wpływ na dobrostan zwierząt: poprawiają trawienie, wspierają zdrowotność siedlisk, likwidują przyczyny emisji odorów i rozwoju insektów. Tworzą alternatywę wobec agrochemii, nazbyt często sprzyjającej ska-

żeniom oraz degradacji środowiska i zagrażającej zdrowiu ludzi.
Kultury mateczne w kompozycjach probiotycznych mikroorganizmów tworzą:

- bakterie kwasu mlekowego (*Bifidobacterium animalis, Bifidobacterium bifidum, Bifidobacterium longum, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus casei, Lactobacillus buchneri, Lactobacillus delbrueckii, Lactobacillus plantarum, Lactococcus diacetylactis, Lactococcus lactis, Streptococcus thermophilus*).
- bakterie (*Bacillus subtilis var natto*)
  - mają silne właściwości sterylizujące,
  - hamują rozwój w środowisku takich drobnoustrojów jak: *Fusarium spp*., enterokoki, salmonella, bakterie coli,
  - produkują kwas mlekowy z cukrów i innych węglowodanów wytwarzanychprzez bakterie fotosyntetyzujące i drożdże,
  - przyspieszają przyjazny dla środowiska rozkład materii organicznej.
- bakteriefotosyntetyzujące(*Rhodopseudomonaspalustris, Rhodopseudomonas sphaeroides*)
  - są niezależnymi, samożywnymi mikroorganizmami,
  - funkcjonują jak rośliny zielone,
  - tworzą pożyteczne dla roślin substancje z wydzielin korzeni, materiałuorganicznego i szkodliwych gazów jak siarkowodór, wykorzystując do tego dwutlenek węgla z atmosfery, światło słoneczne i ciepło gleby,
  - produkują aminokwasy, kwasy nukleinowe i substancje bioaktywne.
- grzyby fermentujące
  - powodują szybszy rozkład materii organicznej w wyniku której powstają alkohole, estry i antymikrobiologiczne substancje tłumiące przykre zapachy i hamujące rozwój owadów.
- promieniowce
  - produkują substancje o działaniu antybiotycznym, hamujące rozwój szkodliwych grzybów i bakterii z aminokwasów wydzielanych przez bakterie fotosyntetyzujące i z materii organicznej,
  - przyśpieszają wiązanie azotu.
- drożdże (*Saccharomyces cerevisiae*)
  - syntetyzują antybiotyczne i pożyteczne dla roślin substancje z wydzielin m.in. bakterii fotosyntetyzujących,
  - produkują hormony i enzymy aktywizujące podział komórek,
  - ich wydzieliny są substratem dla bakterii kwasu mlekowego i promieniowców.

Badania przeprowadzone na Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie wykazały, że truskawka może być z powodzeniem chroniona przed chorobami i szkodnikami z wykorzystaniem wyłącznie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów z ekstraktami roślinnymi. W badaniach prowadzonych w roku 2014 na plantacji ekologicznej truskawki z odmianą Senga Sengana uprawianej na powierzchni 2 ha w Turowie k/Radzynia Podlaskiego stosowano preparaty zawierające kompozycje pożytecznych mikroorganizmów aplikowane przez oprysk na rośliny w celu ograniczenia rozwoju chorób i szkodników.
W skład trzech preparatów zawierających KPM wchodzą:

- mateczne kultury oraz melasa z trzciny cukrowej i woda nie chlorowana.
- kultury mateczne oraz bakterie fototropowe w roztworze melasy z trzciny cukrowej i wody rewitalizowanej.
- bioaktywatory procesów grzybobójczych i owadobójczych, w skład których wchodzą poza kulturami matecznymi ocet winny, melasa z trzciny cukrowej i alkohol etylowy.

W ochronie roślin przed chorobami i szkodnikami bardzo przydatne są fermentowane ekstrakty roślinne. W tym celu stosowano wodne ekstrakty z wrotyczu pospolitego, mniszka lekarskiego, mleczu polnego i pokrzywy zwyczajnej. Fermentowany ekstrakt z wrotyczu pospolitego przygotowywano następująco: czterystulitrowy zbiornik napełniano 10 kg granulatu z wrotyczu, następnie wlewano 10 l preparatu zawierającego kompozycje pożytecznych mikroorganizmów, uzupełniano do pełna wodą i szczelnie okrywano. Ekstrakt fermentował przez 2 tygodnie i po odcedzeniu stosowano go na powierzchnię 1 ha.

Drugi sposób przygotowania preparatu na bazie wrotyczu polegał na gotowaniu w wodzie 10 kg granulatu i po ostudzeniu dodawano 10 l preparatu zawierającego KPM. Tak przygotowany preparat po odcedzeniu uzupełniano do 400 l wodą i stosowano na 1 ha.

Ponadto stosowano produkowany KPM z wrotyczem samodzielnie oraz z dodatkiem fermentowanych ekstraktów z pokrzywy oraz mniszka i mleczu. Wykaz preparatów zastosowanych w doświadczeniu oraz ich dawki przedstawiono w tabeli 5.

Zabiegi wykonywano wieczorem lub wcześnie rano, gdyż środki biologiczne wykazują mniejszą skuteczność, gdy są aplikowane przy świetle słonecznym. Dokładne i częste lustracje plantacji pozwoliły na precyzyjne określanie występowania agrofagów i podjęcie decyzji o sposobie ich zwalczania.

Zabiegi ochronne na truskawce przeprowadzono w następujących fazach BBCH:

- I zabieg - 09.05.2014 BBCH 55-56
- II zabieg 16.05.2014 BBCH 60-61
- III zabieg 30.05.2014 BBCH 71-72
- IV zabieg 06.06.2014 BBCH 81
- V zabieg 13.06.2014 BBCH 87
- VI zabieg 20.06.2014 BBCH 89

Tabela 5. Zastosowane preparaty i ich dawki

Lp.	Obiekt	Dawka
1	Kontrola	-
2	Preparat na bazie KPM z wrotyczem	15 l/ha
3	Preparat sporządzony poprzez gotowanie granulatu z wrotyczu z wodą i po ostudzeniu dodanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów (KPM)	10 kg granulatu/ha + 10l/ha
4	Sporządzenie fermentowanego ekstraktu na bazie granulatu z wrotyczu z KPM	10 kg granulatu/ha + 10l/ha
5	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z pokrzywy z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha
6	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z mniszka lekarskiego i mleczu polnego z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha
7	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z mniszka lekarskiego i mleczu polnego oraz z pokrzywy i wrotyczu z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha

Przed założeniem doświadczenia została przeprowadzona lustracja w celu określenia stopnia zagrożenia przez szkodniki glebowe. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji znaleziono średnio 6 pędraków na 2m², przy progu szkodliwości wynoszącym 1 szt./1m². Szkodnik w takiej liczebności spowodował placowe zamieranie roślin, które obserwowano do końca maja.

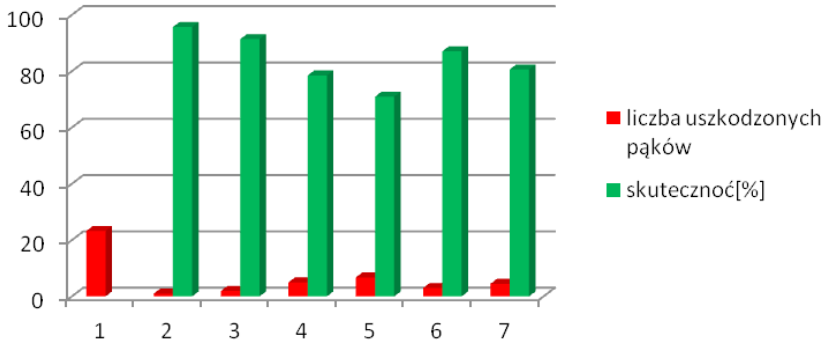
Stosowane w okresie występowania szkodnika preparaty probiotyczne z dodatkiem wrotyczu nie ograniczyły szkodnika z powodu częstych i bardzo obfitych opadów deszczu występujących w tym czasie. Ulewne deszcze rozcień-

czały preparat czyniąc go nieefektywnym. W latach o mniejszej sumie opadów w okresie wiosny preparat z wrotyczem działał repeletnie na pędraki. Wychodziły one na powierzchnię gleby i zostawały zjadane przez wrony lub wysychały na słońcu.

Na częściach nadziemnych stwierdzono żerowanie kwieciaka malinowca (*Anthonomus rubi*). Próg zagrożenia tym szkodnikiem wynosi 2 chrząszcze na 200 kwiatostanów. Na obiektach objętych doświadczeniem próg zagrożenia został przekroczony dwukrotnie. Skuteczność zwalczania tego szkodnika przy użyciu badanych preparatów była bardzo dobra, przy czym najlepsza z wykorzystaniem KPM z wrotyczem oraz preparatu sporządzonego poprzez gotowanie granulatu z wrotyczu z wodą i po ostudzeniu dodanie KPM (tab.6, wykres 1.).

Tabela 6. Skuteczność zwalczania kwieciaka malinowca (*Anthonomus rubi*) na truskawce odmiany Senga Sengana

Lp.	Obiekt	Dawka	% uszk. kwiatów	Skuteczność [%]
1	Kontrola	-	23,25	-
2	Preparat na bazie KPM z wrotyczem	15 l/ha	1,0	95,69
3	Preparat sporządzony poprzez gotowanie granulatu z wrotyczu z wodą i po ostudzeniu dodanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów (KPM)	10 kg granulatu/ha + 10l KPM/ha	2,0	91,39
4	Sporządzenie fermentowanego ekstraktu na bazie granulatu z wrotyczu z KPM	10 kg granulatu/ha + 10l KPM/ha	5,0	78,49
5	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z pokrzywy z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha	6,75	70,96
6	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z mniszka lekarskiego i mleczu polnego z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha	3,0	87,09
7	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z mniszka lekarskiego i mleczu polnego oraz z pokrzywy i wrotyczu z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha	4,5	80,64
NIR_{005}			3,8306	



Wykres 1. Skuteczność zwalczania kwieciaka malinowca (*Anthonomus rubi*) na truskawce odmiany Senga Sengana

Zastosowanie badanych biopreparatów znacznie obniżyło procent uszkodzonych kwiatów przez larwy kwieciaka malinowca. Najlepszą skuteczność w ograniczaniu żerowania kwieciaka malinowca (*Anthonomus rubi*) wykazały: preparat na bazie KPM z wrotyczem, preparat sporządzony poprzez gotowanie granulatu z wrotyczu z wodą i po ostudzeniu dodanie KPM oraz preparat na bazie KPM z wrotyczem i fermentowanym ekstraktem z mniszka lekarskiego i mleczu polnego z KPM. Skuteczność tych preparatów była wysoka i wynosiła powyżej 85% (tab. 7, wykres 1).

Ocenę występowania szarej pleśni przeprowadzono podczas zbiorów. W celu określenia skuteczności działania preparatów probiotycznych liczono wszystkie porażone owoce na 25 roślinach/poletko w 4 powtórzeniach w porównaniu do kombinacji ochronnej.

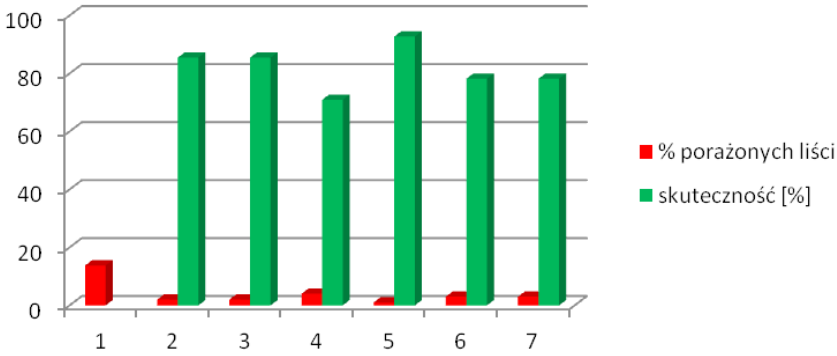
Tabela 7. Skuteczność badanych preparatów w zwalczaniu szarej pleśni truskawki odmiany Senga Sengana

Lp.	Obiekt	Dawka	11.06.2014 BBCH 85		15.06.2014 BBCH 85		22.06.2014 BBCH 89	
			% porażonych owoców	Skuteczność [%]	% porażonych owoców	Skuteczność [%]	% porażonych owoców	Skuteczność [%]
1	Kontrola	-	5,5	-	5,75	-	6,0	-
2	Preparat na bazie KPM z wrotyczem	15 l/ha	0,75	86,4	0,5	91,3	0,25	95,8
3	Preparat sporządzony poprzez gotowanie granulatu z wrotyczu z wodą i po ostudzeniu dodanie KPM	10 kg granulatu/ha + 10l KPM/ha	0,75	86,4	0,75	87,0	0,5	91,7
4	Sporządzenie fermentowanego ekstraktu na bazie granulatu z wrotyczu z KPM	10 kg granulatu/ha + 10l KPM/ha	1,0	81,8	0,75	87,0	0,75	87,5
5	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z pokrzywy z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha	1,0	81,8	1,0	82,6	0,5	91,7
6	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z mniszka lekarskiego i mleczu polnego z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha	0,75	86,4	0,5	91,3	0,5	91,7
7	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z mniszka lekarskiego i mleczu polnego oraz z pokrzywy i wrotyczu z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha	0,75	86,4	1,0	82,6	0,75	87,5
NIR_{005}			1,5389		1,5389		1,0273	

Najlepszą efektywność w ograniczaniu szarej pleśni wykazały preparat na bazie KPM z wrotyczem oraz preparat sporządzony poprzez gotowanie granulatu z wrotyczu z wodą i po ostudzeniu dodanie KPM, preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z mniszka lekarskiego i mleczu polnego z KPM oraz preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z mniszka lekarskiego i mleczu polnego oraz z pokrzywy i wrotyczu z KPM (tab. 8). Biologiczną efektywność badanych preparatów w zwalczaniu białej plamistości liści truskawki oceniano na podstawie porażonych liści wg 6-stopniowej skali: 0 – rośliny zdrowe, 1 – (1%powierzchni liścia z plamami), 2 – (1-5%), 3 – (5-20%), 4 – (20-50%), 5 – (powyżej 50%).

Tabela 8. Skuteczność badanych preparatów w zwalczaniu białej plamistości liści truskawki odmiany Senga Sengana

Lp.	Obiekt	Dawka	% porażonych liści	Skuteczność [%]
1	Kontrola	-	13,75	
2	Preparat na bazie KPM z wrotyczem	15 l/ha	2	85,45
3	Preparat sporządzony poprzez gotowanie granulatu z wrotyczu z wodą i po ostudzeniu dodanie KPM	10 kg granulatu/ha + 10l KPM/ha	2	85,45
4	Sporządzenie fermentowanego ekstraktu na bazie granulatu z wrotyczu z KPM	10 kg granulatu/ha + 10l KPM/ha	4	70,91
5	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z pokrzywy z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha	1	92,73
6	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z mniszka lekarskiego i mleczu polnego z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha	3	78,18
7	Preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z mniszka lekarskiego i mleczu polnego oraz z pokrzywy i wrotyczu z KPM	5 l/ha +10 l ekstraktu/ha	3	78,18
NIR_{005}			3,7525	



Wykres 2. Skuteczność badanych preparatów w zwalczaniu białej plamistości liści truskawki odmiany Senga Sengana

Wszystkie zastosowane preparaty biologiczne skutecznie ograniczały występowanie białej plamistości liści truskawki oraz szarej pleśni na owocach. Najwyższą skuteczność w ograniczaniu białej plamistości liści truskawki wykazał preparat na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z pokrzywy z KPM, która wynosiła 92,73%. Wysoką skuteczność wynoszącą 85 % w ograniczaniu białej plamistości liści wykazały również preparat na bazie KPM z wrotyczem oraz preparat sporządzony poprzez gotowanie granulatu z wrotyczu z wodą z dodatkiem KPM (tab. 9, wykres 2).

Uwzględniając koszt zabiegów ochronnych z wykorzystaniem kompozycji pożytecznych mikroorganizmów wzmacnianych ekstraktami roślinnymi oraz ich skuteczność najkorzystniej jest stosować przeciw chorobom i szkodnikom truskawki preparat na bazie KPM z wrotyczem lub preparat sporządzony poprzez gotowanie granulatu z wrotyczu z wodą i po ostudzeniu dodanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów (KPM). W przypadku występowania białej plamistości liści truskawki wskazane jest stosowanie preparatu na bazie KPM z wrotyczem z dodatkiem fermentowanego ekstraktu z pokrzywy z KPM przed kwitnieniem i w okresie kwitnienia truskawki, gdyż ten preparat wykazał największą efektywność przeciw tej chorobie. Preparaty te ograniczają również rozwój roztoczy tj. przędziorków i roztocza truskawkowca. Nie zamieszczono wyników ograniczania tych szkodników, bo nie stwierdzono ich na plantacji. Z doświadczeń autora niniejszego opracowania prowadzonych na chmielu wynika, że preparaty mikrobiologiczne wzmacniane ekstraktami roślinnymi efektywnie ogranicza występowanie przędziorka chmielowca.

9. Zastosowanie probiotechnologii w przechowalnictwie

Aby truskawki zabezpieczyć przed chorobami przechowalniczymi z wykorzystaniem probiotechnolologii ważne jest, aby w sezonie wegetacji wykonać na plantacji zabiegi, które będą miały na celu wzmocnienie roślin i zabezpieczenie ich przed chorobami i szkodnikami.

Pierwszym zabiegiem jest. tzw. szczepienie gleby wykonywane w formie oprysku gleby KPM przed sadzeniem nowych roślin, ewentualnie podlanie roślin wiosną w gruncie. Następny zabieg polega na opryskiwaniu roślin z użyciem KPM przed ich kwitnieniem. Kolejne opryskiwanie roślin preparatami probiotycznymi powinno się odbyć w końcowej fazie kwitnienia, przy czym dobór preparatów jest uzależniony od występowania chorób w tym okresie. Skuteczność KPM z ekstraktami roślinnymi w ochronie truskawek przed chorobami i szkodnikami została omówiona w rozdziale „Probiotyczne mikroorganizmy i ich znaczenie w uprawie truskawek". Ostatni zabieg opryskiwania w czasie wzrostu roślin należy wykonać podczas zbiorów. W celu przedłużenia trwałości owoców powinno się je zamgławiać przed transportem przy użyciu KPM. Natomiast po zbiorze po skoszeniu liści wykonuje się zabieg opryskiwania w celu szybszego rozłożenia liści i zniszczenia patogenów i szkodników.

10. Przykłady dobrych praktyk w uprawie truskawki

Na trzyhektarowej plantacji truskawki odmiany Senga-Sengana należącej do pana Andrzeja Kwiatkowskiego z Rębowa k/Gostynina stosowane są kompozycje pożytecznych mikroorganizmów w aspekcie ochronnym i nawozowym już od 8 lat. Przed założeniem plantacji sadzonki moczy się w 10% roztworze KPM przez 10 minut. Bardzo wczesną wiosną, kiedy wystąpi możliwość wjechania w pole stosowany jest preparat na bazie KPM w ilości 30 l na 1 ha. Następny taki sam zabieg wykonuje się jeszcze przed kwitnieniem truskawki. Trzeci zabieg z dodatkiem 2-3 l KPM wykonuje się w czasie kwitnienia. Kolejny zabieg przeprowadza się w czasie zbioru. Rolnik również opryskuje rośliny preparatem

zawierającym KPM w ilości 30 l/ha do dwóch tygodni po zbiorze. Po kolejnych dwóch tygodniach tj. pod koniec lipca koszone są liście i wywożone z plantacji w celu przygotowania kompostu.

W czasie zbioru truskawki rolnik otrzymuje od firmy skupującej ofoliowane skrzynki. Unika się w ten sposób zanieczyszczania truskawki oraz rozprzestrzeniania szkodników takich jak np. roztocz truskawkowiec. Truskawki z plantacji pana Andrzeja Kwiatkowskiego są wysokiej jakości i są eksportowane do Danii, Anglii i USA.

W gospodarstwie pana Jacka Rychwalskiego z Rybna k/Sochaczewa uprawia się 5 hektarów truskawki. Stosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów rozpoczyna się jesienią przez aplikację do gleby 40 l/ha KPM. KPM przyczyniają się do zatrzymania azotu w glebie, o czym świadczą wyniki analiz gleby wykonanych wiosną na różnych kwaterach. Otóż tam gdzie stosowano KPM zawartość azotu w glebie była dwukrotnie większa. Wczesną wiosną stosuje się 20 l/ha preparatu KPM z 3 l preparatu z KPM, uzyskanego w procesie fermentacji, w którym jednym ze składników jest alkohol etylowy. W czasie pękania pąków truskawki przeprowadza się zabieg z użyciem 15 l KPM. Następnie w czasie kwitnienia przeprowadza się zabieg fungicydowy przeciw szarej pleśni i w celu obniżenia pozostałości pestycydu kilka dni po tym zabiegu opryskuje się rośliny preparatem KPM w ilości 15 l/ha. Ostatnio pan Rychwalski rozpoczął na części plantacji stosowanie biologicznego preparatu Polyversum WP przeciw tej chorobie. Nieraz w zależności od przebiegu pogody zwiększa się liczbę zabiegów przy użyciu KPM. Rolnik również opryskuje rośliny preparatem KPM w ilości 20 l/ha przed koszeniem liści co ma miejsce pod koniec lipca. Do opryskiwania używana jest belka fragaria własnej konstrukcji. Skoszone liście pozostają na plantacji, gdyż KPM przyspieszają ich rozkład niszcząc jednocześnie patogeny i szkodniki. W celu zmieszania rozkładających się liści z glebą stosuje się glebogryzarkę. W ten sposób w krótkim czasie rozłożone liście zasilają glebę w materię organiczną stając się źródłem składników pokarmowych dla roślin. Po dwóch tygodniach od ścięcia liści, kiedy zaczynają rosnąć nowe liście truskawki, ponownie stosuje się KPM w dawce 15-20 l/ha i po kolejnym tygodniu w tej samej dawce, aby mikroorganizmy zabezpieczały nowe przyrosty przed chorobami i szkodnikami.

Bardzo ważne jest też wykorzystanie preparatów probiotycznych w celu przedłużenia trwałości owoców. Zebrane truskawki załadowane do samochodu są zamgławiane 20% roztworem KPM. Zabieg ten zwiększą trwałość owoców,

gdyż hamuje wzrost grzybów, a ponadto dodatkowym atutem tego zabiegu jest wzmacnianie zapachu truskawki. Dla pana Rychwalskiego niebagatelne znaczenie posiada też ekonomika zabiegów. Otóż wykorzystywanie KPM pozwala obniżyć koszt zabiegów ochronnych w porównaniu z ochroną chemiczną. Rolnik stosuje również nawozy dolistne.

Obserwując korzystne działanie KPM na glebę i rośliny, często efektywniejsze niż chemicznych środków ochrony roślin pan Jacek Rychwalski coraz bardziej skłania się do przestawienia systemu gospodarowania z integrowanego na ekologiczny. Stosowanie biologicznych środków w ochronie i nawożeniu roślin zapewnia zdrowie stosującym je rolnikom oraz glebie.

11. Podsumowanie

Najważniejszymi celami we współczesnym rolnictwie powinno być zwiększenie żyzności gleby, a tym samym zwiększenie jakości płodów rolnych. Wskaźnikiem wysokiej żyzności gleby jest zawartość materii organicznej, a głównie jej najważniejszego elementu - próchnicy. Gromadzenie materii organicznej w glebach bez dbałości o właściwy proces jej rozkładu nie przyniesie oczekiwanego rezultatu. Prawidłowy rozkład materii organicznej zapewniają preparaty na bazie KPM, które poza oddziaływaniem na materię organiczną w glebie prowadzą procesy fermentacyjne w oborniku, gnojowicy, w kompostowniku przyspieszając powstanie wartościowego kompostu.

Zwiększanie ilości materii organicznej i próchnicy wzbogaca aktywność biologiczną gleby, która wpływa na udostępnianie większej ilości składników pokarmowych dla roślin co prowadzi do ograniczania ilości zużycia pestycydów i nawozów mineralnych.

Ponadto wysoka zawartość materii organicznej w glebie to znacząco większa sekwestracja CO_2 przez glebę i retencja w niej wody. Takie działania wychodzą naprzeciw dyrektywie klimatycznej traktującej o sekwestracji CO_2 i dyrektywie środowiskowej traktującej o potrzebie zwiększania retencji wodnej i bioróżnorodności gleb oraz przeciwdziałaniu ich erozji wodnej i powietrznej.

Badania przeprowadzone na truskawce ekologicznej z wykorzystaniem probiotechnologii wykazały, że jest możliwa efektywna ochrona roślin tego

gatunku przed chorobami i szkodnikami stosując wyłącznie preparaty na bazie KPM i ekstraktów roślinnych. Uwzględniając koszt zabiegów ochronnych z wykorzystaniem kompozycji pożytecznych mikroorganizmów wzmacnianych ekstraktami roślinnymi oraz ich skuteczność najkorzystniej jest stosować przeciw chorobom i szkodnikom truskawki preparat na bazie KPM z wrotyczem lub preparat sporządzony poprzez gotowanie granulatu z wrotyczu z wodą i po ostudzeniu dodanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów (KPM). Ponieważ drugi z wymienionych preparatów posiada tę samą efektywność co preparat na bazie KPM z wrotyczem, ale jest tańszy, można go z powodzeniem polecać jako alternatywę dla tego preparatu.

12. 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”[10].

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[11]. 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, unieszko-

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

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

dliwianie zanieczyszczeń, kontrola patogenów, szkodników i procesu zapylania (większość owadów zapylających ma fazę obecną w glebie)[12]. Autorzy *Milenijnej Oceny Ekosystemów*[13] 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[14]. „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"[15].

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

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

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

[14] 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.

15 j.w.

rumowiskiem składników mineralnych podobnie, jak są powierzchnie otaczających ziemię planet”[16].

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

16 j.w.

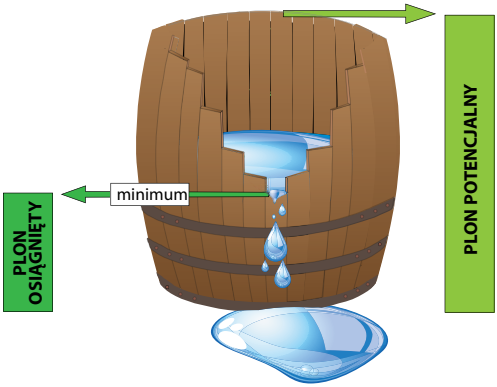
zaleceniach R. Steinera, w prowadzonym przez siebie gospodarstwie korzystał z wytycznych metody biodynamicznej. Opracował też kilka teoretycznych artykułów dotyczących rozwiązań w rolnictwie ukierunkowanym na biologizację, np. pisał o kompostowaniu czy pozytywnym wpływie dżdżownic na strukturę gleby. 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**

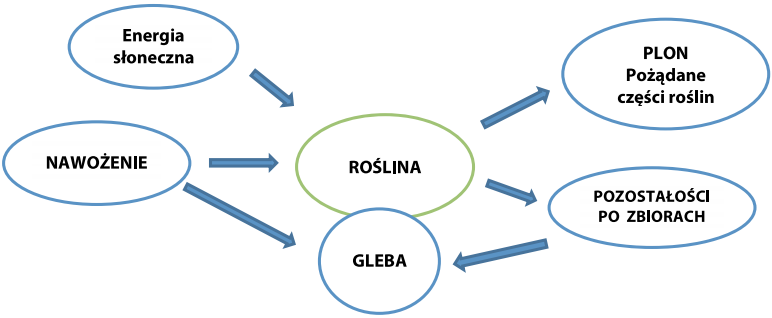
- „***Plon roślin zwiększa się wraz ze wzrostem dawek składnika pokarmowego proporcjonalnie do różnicy pomiędzy plonem maksymalnym, a plonem rzeczywiście przez dawkę tego składnika osiągniętym***".

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**[17] (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-

[17] 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.

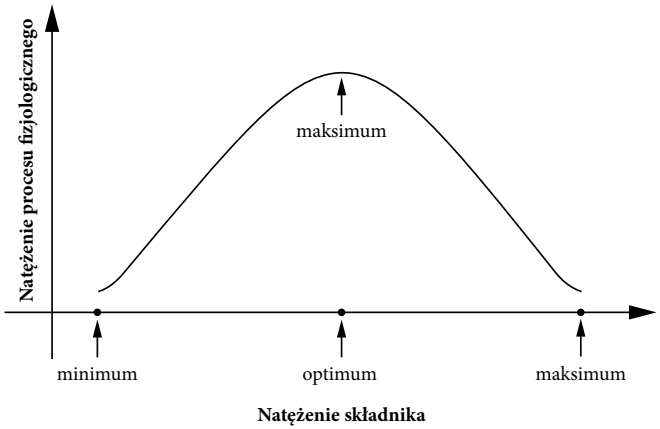
◈ **Prawo maksimum Shelforda** oparte jest na odkryciu górnego punktu krytycznego. Informuje ono o tym, że jeżeli w glebie będzie nadmiar substancji przyswajalnej przez roślinę zahamuje to jej wzrost i przez to obniży plony.

„***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[18]

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[19].

Szczep - to czysta kultura wyizolowanego mikroorganizmu, czyli „zbiór" komórek jednorodnych genotypowo i fenotypowo, czyli wykazujących podobne własciwości, należących do tego samego gatunku[20].

[18] 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.

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

[20] 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)[21].

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[22].

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-

[21] Tamże.

[22] 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[23].

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[24].

[23] Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.
[24] 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[25].

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[26].

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[27].

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-

[25] Tamże.

[26] Tamże.

[27] 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[28].

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[29].

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,

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

[29] 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[30].

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*[31].

***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.

[30] Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.
[31] 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*[32].

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*[33].

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-

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

[33] 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[34].

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[35].

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*

[34] 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).

[35] 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[36].

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[37].

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-

[36] 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).

[37] 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 przynależność 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[38].

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[39].

Rhodopseudomonas palustris jest Gram-ujemną, niesiarkową bakterią purpu-

[38] 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).

[39] 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[40].

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*[41].

[40] Tamże.

[41] Tamże.

Bibliografia

- Dixie D. Whitt i Abigail A. Salyers „Mikrobiologia - Różnorodność, Chorobotwórczość i Środowisko" Wydawnictwo Naukowe PWN S.A. 2003.
- Dz.U.02.184.1532 Konwencja o różnorodności biologicznej, sporządzona w Rio de Janeiro dnia 5 czerwca 1992 r. Dz. U. z dn. 6 listopada 2002.
- Gerting H., Gawęcki J.: Żywienie człowieka. Słownik terminologiczny, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2007.
- Gibson i in.: Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods 7(1) 1–19. 2010.
- Kączkowski J.: Podstawy Biochemii, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 2005.
- Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z, (red.): „Mikrobiologia techniczna" tom I i II, Wyd. PWN Warszawa 2009.
- Libudzisz Z.: Probiotyczna żywność funkcjonalna, Standardy medyczne, nr 5/2003, 1134-1145.
- Picard C., Fioramonti J., Francois A., Robinson T., Neant F., Matuchansky C.: Review article: bifidobacteria as probiotic agents – physiological effects and clinical benefits Alimentary Pharmacology & Therapeutics, Volume 22, Issue 6, pages 495–512, September 2005.
- Praca zbiorowa: Słownik języka polskiego PWN, ISBN 978-83-01-14627-6, 1360 s., 2007.
- Sadowski A., Nurzyński J., Pacholak E., Smolarz K. 1990. Określenie potrzeb nawożenia roślin sadowniczych. SGGW
- Sas Paszt L., Grzyb Z.S.: Węgiel brunatny i możliwości jego wykorzystania. Miesięcznik Praktycznego Sadownictwa SAD nr 8 str.36-41, 2013.
- Sas Paszt L., Frąc M., Przybył M.:Biostymulatory w uprawie truskawek. Jagodnik nr 6 (12) str. 4-7, 2013.
- Schlegel H.: Mikrobiologia ogólna, Wyd. PWN, Warszawa 2005.
- Soccol C.R. et al.: The Potential of Probiotics, Food Technol. Biotechnol. 48(4) 413–434, 2010.
- Solarska E.: Dobre praktyki rolnicze w produkcji integrowanej z zastosowaniem pożytecznych mikroorganizmów w uprawie chmielu. Warszawa, ISBN 978-83-930046-5-2, 2012.
- Solarska E. Kształtowanie się zbiorowisk grzybów i bakterii w glebie pod uprawą chmielu w zależności od zabiegów agrotechnicznych ograniczających werticiliozę (Verticillium albo-atrum). Rozprawa habilitacyjna,

Puławy-1996.
- Świderski F.: Żywność wygodna i żywność funkcjonalna, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999.
- Zimny L.: Leksykon przyrodniczy polsko-angielski, Wrocław 2014.
- Żakowska Z., Stobińska H. (red.): Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym, Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Wyniki badań z zakresu rolnictwa ekologicznego w 2012, Warszawa, Falenty 2013

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

Redakcja:
Wiktoria Długosz
Bogusław Hezler

Tekst:
prof. dr hab. Ewa Solarska
mgr inż. Eliza Potocka

Korekta i skład:
Marek Gacka

Projekt okładki:
Dominik Gacka

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

ISBN: 978-83-939158-3-5
Biuletyn dostępny na stronach: **www.ksow.pl/biblioteka-ksow, www.dziedzictwonatury.pl**