



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 zbóż
z zastosowaniem innowacyjnych,
naturalnych technologii**



Warszawa 2014

ZRÓWNOWAŻONE ROLNICTWO I ZDROWE ŚRODOWISKO

**Dobre praktyki i rola pożytecznych
mikroorganizmów w uprawie zbóż
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 w obszary wiejskie.”

Projekt opracowany przez Stowarzyszenie EkosystEM-Dziedzictwo Natury

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Pomocy Technicznej

Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013

Institucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich 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
dr inż. Arkadiusz Artyszak
dr inż. Tadeusz Solarski
mgr Marzena Marzec

ZRÓWNOWAŻONE ROLNICTWO I ZDROWE ŚRODOWISKO

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

Warszawa 2014

Spis treści

Wstęp	9
1. Uprawa zbóż w Polsce, historia i zachodzące zmiany	11
1.1 Uprawa zbóż.....	11
1.2 Historia	13
2. Kierunki upraw, przeznaczenie i wymagania jakościowe plonu	14
3. Wybór pola, kontrola i przygotowanie gleby	17
4. Wielkość i znaczenie upraw w Polsce	19
5. Biologizacja rolnictwa – powrót do próchniczej szkoły odżywiania roślin i zmiany w podejściu do zasad odżywiania roślin	23
6. Dobre praktyki w uprawie zbóż	28
6.1 Przygotowanie gleby, dobór gatunków i odmian	28
6.2 Przygotowanie materiału siewnego.....	31
6.3 Siew, uprawki i zabiegi w trakcie wzrostu	32
6.4 Integrowana ochrona zbóż	35
6.5 Choroby i szkodniki, metody likwidacji warunków sprzyjających ich rozwojowi	36
6.5.1 Choroby	36
6.5.2 Metody likwidacji warunków sprzyjających rozwojowi chorób	51
6.5.3 Szkodniki	51
6.5.4 Metody likwidacji warunków sprzyjających rozwojowi szkodników	59
6.5.5 Zbiór i uprawki późniejsze.....	59
6.5.6 Bioasekuracja przechowywanych płodów (zapobieganie pleśnieniu)	61
7. Przykłady dobrych praktyk w uprawie zbóż	62
8. Podsumowanie	68
9. Biologizacja rolnictwa. O czym należy pamiętać przystępując do upraw ...	69
Słownik definicji	76
Podstawowe pojęcia z zakresu mikrobiologii oraz krótka charakterystyka najważniejszych gatunków mikroorganizmów znajdujących się w kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów	79
Literatura	90



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. niedoceniające przydatności biologicznych czynników w uprawie gleby, roślin i hodowli zwierząt;
4. ograniczony dostęp do bezpiecznej żywności;
5. spadek opłacalności prowadzenia działalności rolniczej, a tym samym wzrost bezrobocia na wsi.

Tak powszechne stosowanie pestycydów w rolnictwie niesie ze sobą poważne zagrożenia. I choć jeden dolar zainwestowany w pestycydy na powierzchnię 1 ha przynosi farmerowi amerykańskiemu 4 dolary zysku, jednocześnie generuje to aż 42 dolary tzw. kosztów ubocznych (m.in. są to koszty leczenia raka i innych chorób powstałych wskutek stosowania pestycydów, powstawania odporności na pestycydy, czy koszty oczyszczania wody itd.)¹.

W 2005 r. prof. David Pimentel, amerykański biolog i ekolog, podaje, że na ponad 26 milionów zatruc pestycydami na świecie, przypada około 220 tysięcy przypadków śmiertelnych i około 750 tysięcy przewlekłe chorych². Tak więc współczesny model rolnictwa wymaga pilnych zmian by możliwie jak najszybciej i najskuteczniej niwelować środowiskowe, gospodarcze i społeczne skutki światowej polityki rolnej.

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.

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

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

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

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.*

realizują cele związane z ochroną zasobów naturalnych. Jednocześnie są działalnością, w przypadku której bardzo istotne jest uwzględnianie zasad ochrony środowiska. Działaniom chroniącym zasoby naturalne powinny towarzyszyć zmiany w mentalności społeczeństwa, sposobie funkcjonowania gospodarstw domowych oraz podniesienie środowiskowej odpowiedzialności producentów rolnych i przedsiębiorstw⁴.

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, wysokopienne 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 probiotechnologia⁷. Probiotechnologia jest naturalną technologią opartą na kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów, która w praktyce nawiązuje do metod wykorzystywanych przez rolników i przetwórców od wielu setek lat m.in. w wytwarzaniu piwa, wina, sera, kiszonych ogórków i kapusty, chleba na zakwasie, kwaśnego mleka, barszczu czerwonego na zakwasie czy fermentowanych na zimno wędlin. Wśród zabiegów agrotechnicznych takich jak orka, płodozmian i wzbogacanie gleby w masę organiczną, aplikacja do gleby pożytecznych mikroorganizmów najszybciej poprawia jakość gleb⁸.

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 dostęp-

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 in Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture*, 2010.

nego azotu (przy przyjęciu średniego składu chemicznego obornika pochodzącego od różnych zwierząt), podobnej ilości potasu i wapnia, znacznej ilości mikroelementów (cynku, manganu, miedzi, boru) i substancji organicznej niezbędnej dla prawidłowego rozwoju roślin.

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

Stowarzyszenie EkosystEM-Dziedzictwo Natury



Wstęp

Współczesne rolnictwo naturalne nie jest takie samo jak w przeszłości, czyli nie jest cofaniem się. Nowe rolnictwo naturalne łączy tradycję z innowacją i nauką. Innowacyjne metody naturalne są uzyskiwane na podstawie wyników badań, które wskazują jak zwiększać żyzność gleby, jak ograniczać choroby, szkodniki i chwasty, aby uzyskać dobre plony. Podstawą dostarczania roślinom składników pokarmowych takich jak azot, fosfor i potas, a także wszystkich pierwiastków śladowych niezbędnych dla uzyskiwania wysokiej jakości płodów jest łączne stosowanie nawozów zielonych, kompostów, naturalnych minerałów i wielu innych nawozów organicznych przy znacznie niższych kosztach niż nawozy sztuczne. W ostatnich latach notuje się wzrost częstotliwości występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak susze i intensywne opady deszczu. Nawet gdyby udało się zatrzymać zanieczyszczanie Ziemi przez gazy cieplarniane to i tak w długim okresie czasu nie odwrócono by zmian klimatu. Oznacza to, że rolnicy muszą dostosować się do coraz większej intensywności i częstotliwości występowania niekorzystnych i ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak susze i nadmierne, szkodliwe opady. Liczne badania⁹ wskazują,

⁹ Drinkwater L. E., Wagoner P. & Sarrantonio M. (1998), Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature*, 396, pp. 262-265.

Pimentel D. et al. (2005), Environmental, Energetic and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. *Bioscience* (Vol. 55:7).

Posner et al. (2008), Organic and Conventional Production Systems in the Wisconsin Integrated Cropping Systems Trial: II. Economic and Risk Analysis 1993–2006. *Agro-*

że naturalne systemy gospodarowania są bardziej odporne na ekstremalną pogodę i uzyskuje się z nich w takich warunkach większe plony niż z konwencjonalnych systemów gospodarowania.

Rolnictwo jest, niezmiennie od tysiącleci, podstawą żywienia ludności na całym świecie. Czołowe miejsce wśród produktów żywnościowych zajmują zboża oraz ich przetwory. Są one głównym źródłem węglowodanów, dostarczając proporcjonalnie najwięcej kalorii w codziennej diecie człowieka. Cechują się one ponadto wysoką zawartością białka, fosforu, cynku, krzemu, fluoru, wapnia, potasu i witamin z grupy B. W skali globalnej zboża stanowią około połowę upraw polowych, coraz częściej dzięki naturalnym technologiom będąc również surowcem odnawialnym wykorzystywanym w przemyśle oraz energetyce. Zboża jako rośliny uprawne charakteryzują się stosunkowo prostą technologią uprawy, względnie niskimi nakładami kosztów oraz pracochłonnością w uprawie oraz przechowywaniu i dystrybucji, wszechstronnym wykorzystaniem m.in. do wytwarzania żywności oraz pasz, wysoką wartością odżywczą oraz wielowiekowymi tradycjami żywieniowymi. Obecnie dla żywności są stawiane coraz wyższe wymagania jakościowe, jak i higieniczno-sanitarne, bowiem dużą wagę przywiązuje się do bezpieczeństwa konsumenta oraz ochrony jego zdrowia.

W ostatnim 25-leciu zboża zdominowały strukturę zasiewów w Polsce. W tym ujęciu niemożliwym stało się właściwe następstwo roślin, a co za tym idzie wzrosło narażenie zbóż na choroby oraz szkodniki. Ponadto pojawiły się znaczne niedobory w nawożeniu podstawowym. Efektywny system nawożenia jest regulowany m.in. przez właściwy odczyn gleby, zawartość materii organicznej i próchnicy, obecność łatwo przyswajalnych form fosforu, potasu oraz magnezu, ilość dostępnego azotu w glebie. Na tle UE oraz świata polskie rolnictwo klasyfikowane jest jako ekstensywne głównie za sprawą istotnie niższego plonowania spowodowanego mniejszym zużyciem środków plonotwórczych tj. nawozów oraz środków ochrony roślin, silnej korelacji wielkości oraz jakości plonu z warunkami klimatycznymi oraz stosunkowo niewielkiego użycia wykwalifikowanego materiału siewnego. Radykalne zmniejszenie, a wręcz rezygnacja z nawozów organicznych i niewłaściwe użycie nawozów oraz wprowadzenie monokultury w płodozmianie doprowadziły do zubożenia gleby stając się poważnym długoterminowym problemem rolniczym. Degradacja gleby wskutek

nomy Journal, 100, pp. 253-260.

Welsh R. (1999), Henry A. Wallace Institute, The Economics of Organic Grain and Soybean Production in the Midwestern United States, Policy Studies Report No. 13, May 1999.

stosowania nawozów sztucznych, pestycydów, zbyt głębokiej orki, niedocenianie roli materii organicznej jako źródła próchnicy, powoduje wzrost zakwaszenia. Wraz z obniżającym się pH ubożeje różnorodność mikroorganizmów zasiedlających glebę. Przy $\text{pH} < 5,8$ mikroorganizmy wytwarzające humus obumierają w sposób nieodwracalny. Wapnowanie w celu odkwaszenia, powoduje dalsze niszczenie życia mikrobiologicznego gleby, ponieważ wapno powoduje koagulację śluzu ryzosfery, stanowiącej obszar bytowania organizmów symbiotycznych. Z powodu braku struktury gruzełkowej koszty uprawy gleby są zbyt wysokie, a nawozy sztuczne mało skuteczne. Zdegradowana gleba nie zapewnia roślinom makro i mikroelementów. Za przykład można podać zawartość selenu w żywności, która od lat 60-tych XX w. znacząco spadła, niejednokrotnie o ponad 50%. Z tego powodu w żywności jest zbyt mało selenu, który jest nieodzownym elementem prawidłowego funkcjonowania systemu immunologicznego. Zdrowie człowieka jest więc ściśle związane z biologicznym życiem gleby, które jest źródłem materii organicznej a więc z jej naturalnej żywności.

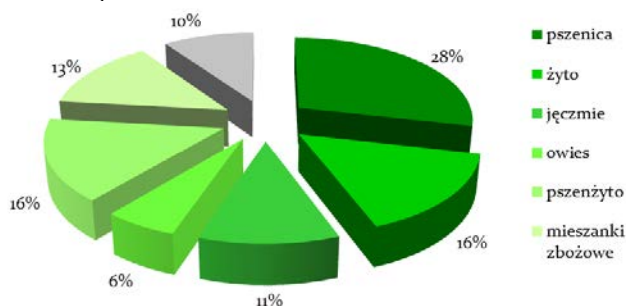
Wprowadzenie w Polsce od 2014 roku integrowanej produkcji (IP) wymusza na rolnikach zrównoważone podejście do ochrony roślin oraz stosowania nawozów. Jest to system uwzględniający najnowsze osiągnięcia naukowe oraz rozwiązania technologiczne w uprawie zbóż. Stosowanie chemicznych środków ochrony roślin jest uzasadnione tylko w przypadku niemożności ograniczenia agrofagów metodami fizycznymi oraz biologicznymi. Istotne jest monitorowanie występowania chorób, szkodników oraz chwastów i uzależnienie stosowania środków zapobiegawczych jedynie od przekroczenia progu ekonomicznej szkodliwości przez dany agrofag. Ponadto duży nacisk kładziony jest na ochronę pożytecznych organizmów zasiedlających glebę oraz nawożenie oparte na rzeczywistym zapotrzebowaniu roślin na składniki pokarmowe.

Probiotyki odgrywają coraz bardziej istotną rolę zarówno w żywieniu ludzi i zwierząt, jak również w nawożeniu i ochronie roślin. Obecny stan wiedzy, poparty licznymi praktycznymi doświadczeniami, wskazuje, że kompozycje pożytecznych mikroorganizmów (KPM) mogą przyczynić się do wzrostu żyzności gleby poprzez udostępnianie pierwiastków biogennych oraz ograniczać populacje patogenów do ilości poniżej progów ekonomicznej szkodliwości. KPM mają zdolność do wzmacniania naturalnych wrogów szkodników oraz zwiększania odporności roślin na patogeny. Mogą stanowić istotny element współczesnego zrównoważonego rolnictwa.

1. Uprawa zbóż w Polsce, historia i zachodzące zmiany

1.1 Uprawa zbóż

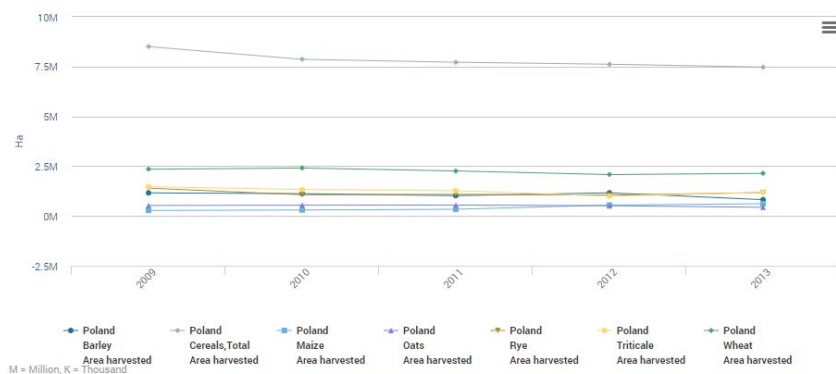
Polska zajmuje czołowe miejsce w Unii Europejskiej pod względem powierzchni zasiewów zbóż oraz ich zbiorów, odpowiednio drugie i trzecie. Jest to podstawowy kierunek upraw polowych w kraju. W strukturze własnościowej przeważają gospodarstwa indywidualne. Ich udział w 2013 roku wynosił 99,7%. W ich posiadaniu było ok. 91% ogółu użytków rolnych. W strukturze zasiewów zboża podstawowe wraz z mieszankami zbożowymi oraz gryką, prosem i innymi zbożowymi łącznie z kukurydzą na ziarno stanowią około $\frac{3}{4}$ ogólnej powierzchni¹⁰. Wykres 1 przedstawia strukturę zasiewów zbóż podstawowych oraz mieszanek zbożowych w 2013 roku.



Wykres 1. – Struktura powierzchni zasiewów zbóż w 2013, na podstawie danych GUS.

Dobór uprawianych gatunków jest determinowany przede wszystkim przez warunki klimatyczno-glebowe, jak również popyt i możliwość zbytu określonych zbóż, gdzie dominującą pozycję zajmuje pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* L.). Tendencję wzrostową w ostatnich latach wykazuje pszenżyto oraz kukurydza, natomiast znacznym wahaniom podlega uprawa jęczmienia. Udział pszenicy, żyta oraz owsa jest dość stabilny. Trendy w uprawie poszczególnych gatunków zbóż na przestrzeni ostatnich 5 lat przedstawia Wykres 2.

¹⁰ GUS (2014) Przedwinykowy szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodniczych w 2014 r. Do ogólnej powierzchni zasiewów należą jeszcze inne rośliny uprawne stąd komentarz do $\frac{3}{4}$ ogólnej powierzchni i nie jest to widoczne na rysunku ponieważ rysunek jest rozbitiem jedynie powierzchni zbóż



Wykres 2. – Struktura zasiewów zbóż w Polsce, źródło: Faostat 2014

Niektóre zboża mają dwie formy: ozima i jara. W Polsce przeważają zboża ozime ze względu na istotnie wyższe plonowanie w porównaniu ze zbożami jarymymi oraz inne, bardziej korzystne właściwości związane z przetwórstwem zbóż, m.in. większą wydajnością mąki.

1.2 Historia

Uprawa zbóż w Polsce ma wielowiekową tradycję. Najdłużej uprawiano pszenicę oraz jęczmień. Pierwsze ślady ziarniaków pszenicy płaskurki (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccon*) datowane na ok. 2000 lat p.n.e. zostały znalezione w jaskiniach w pobliżu Ojcowa. Natomiast ziarna jęczmienia wielorzędowego pochodzące z epoki neolitu ok. II w p.n.e. były znajdowane na terenie Dolnego Śląska. Uprawy owsa oraz żyta są znacznie młodsze. Oba zboża początkowo były chwastami roślin uprawnych i dopiero później zaczęły zyskiwać na znaczeniu. Ziarniaki owsa głuchego zostały znalezione na stanowiskach archeologicznych Biskupina pochodzących z ok. VI w. p.n.e. jednak jego uprawa datowana jest na VIII w n.e. Żyto zaczęło zyskiwać na znaczeniu gdy pogorszyły się warunki klimatyczne oraz na ziemiach mniej urodzajnych. W Polsce pierwsze wzmianki o tym zbożu pochodzą z początków okresu rzymskiego tj. I-V w n.e. Pszenżyto jest najmłodszym uprawianym zbożem, niewystępującym w stanie naturalnym, będącym syntetycznym mieszańcem międzyrodzajowym pszenicy i żyta. W Polsce jako pierwsza zarejestrowana odmiana rodzima Lasko została zarejestrowana w Rejestrze Odmian Oryginalnych w 1982 r.

W latach 1909-1913 ziemie polskie tj. Galicja, Królestwo Polskie oraz zabór pruski były liczącą się gospodarką rolną na tle innych państw europejskich zajmując 4 pozycję, wyłączając Rosję. Średni zbiór zbóż podstawowych wynosił 10,578 milionów ton rocznie, w tym 1608 tys. ton pszenicy, 4952 tys. ton żyta oraz 2477 tys. ton owsa. W latach 1921-1938 średnie zbiory czterech podstawowych zbóż wynosiły 11,745 mln ton, w tym 1733 tys. ton pszenicy, 6059 tys. ton żyta, 1418 tys. ton jęczmienia oraz 2535 tys ton owsa. W latach 1948-2010 średni zbiór zbóż podstawowych wynosił 16,55 mln ton, w tym 5422 tys. ton pszenicy, 6226 tys. ton żyta, 2743 tys. ton jęczmienia oraz 2156 tys. ton owsa. Średnie plony dla wszystkich zbóż podstawowych od końca XIX w do lat 80-tych XX w. były w granicach 1 t/ha¹¹. W latach 1980-2010 średni plon pszenicy wynosił 3,66 t/ha, żyta 2,51 t/ha, jęczmienia 3,22 t/ha oraz owsa 2,55 t/ha.



2. Kierunki upraw, przeznaczenie i wymagania jakościowe plonu

Postęp hodowlany w uprawie zbóż ma na celu przede wszystkim podniesienie możliwości plonotwórczych gatunku oraz poprawę jego cech jakościowych. Forma ozima pszenicy zwyczajnej jest podstawowym zbożem chlebowym oraz przeznaczona jest do innych celów konsumpcyjnych. W pracach hodowlanych nad tym gatunkiem istotną cechą jest również zimnotrwałość roślin. Wg wyróżników jakościowych ziarna odmiany pszenicy można podzielić na 5 kategorii: elitarne (E), jakościowe (A), chlebowe (B), na ciastka (K) i pozostałe, w tym paszowe (C). W 1996 r. została zarejestrowana pierwsza polska elitarna odmiana pszenicy jarej Torka, a w 2012 r. pszenicy ozimej Astoria.

Od kilkunastu lat trwają wysiłki polskich hodowców w celu uzyskania odmian pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) będącej surowcem do produkcji wysokiej jakości makaronów, dobrze plonującej w polskich warunkach klimatycznych Polski. W 2009 r. została wpisana do rejestru jedna ozima odmiana pszenicy twardej – Komnata, a w 2011 r. wpisano do Krajowego Rejestru Odmian jedną jarą odmianę pszenicy twardej – SMH87.

W 2012 r. do Krajowego Rejestru Odmian wpisano polską odmianę formy ozimej pszenicy orkisz – Rokosz, nadającą się do uprawy w systemie ekologicz-

¹¹ Kukło C., Łukasiewicz J., Leszczyńska C. (2014) Historia Polski w liczbach. GUS

nym rolnictwa.

W uprawie żyta ozimego dominują odmiany mieszańcowe (heterozyjne), w których występuje efekt wybujałości pierwszego pokolenia (F1), zwiększając plonowanie nawet o kilkanaście procent w porównaniu do odmian liniowo-populacyjnych. Wadą tych odmian jest fakt, że efekt heterozji nie występuje w pokoleniu F2 i rolnik zmuszony jest do corocznego zakupu odpowiedniego materiału siewnego. Do odmian populacyjnych żyta szeroko rozpowszechnionych w Polsce, dobrze i stabilnie plonujących należy np. Dańkowskie złote.

W Polsce pszenżyto uprawiane jest jedynie na cele paszowe, jednak trwają prace hodowlane nad odmianami do celów konsumpcyjnych. Jest to gatunek o najwyższym potencjale plonowania, wyróżniający się niskimi wymaganiami glebowymi oraz stosunkowo niskim kosztem produkcji, co pozwala konkurować mu z żytem.

W naszym kraju jęczmień uprawiany jest głównie na cele paszowe oraz browarne. Ze względu na brak białek glutenowych jęczmień nie jest wykorzystywany jako zboże chlebowe. Do celów konsumpcyjnych jęczmień wykorzystywany jest jako surowiec do produkcji kasz. W słodownictwie w ostatnich latach pojawiły się odmiany browarne typu null-lox pozbawione enzymu lipooksygenazy (LOX) należącej do klasy oksydoreduktaz. Zostały one wyhodowane tradycyjną metodą zapylenia krzyżowego. Pierwsze tego typu odmiany jęczmienia jarego zostały wyhodowane w 2001 w laboratoriach Carlsberg Group. Brak enzymu LOX wydłuża świeżość piwa, poprawia jego smak, obniża restrykcyjne warunki temperaturowe podczas transportu i przechowywania, wydłuża trwałość piany, a roślina jest mniej podatna na choroby co pozwala ograniczyć intensywność stosowanych środków ochrony roślin.

W uprawie owsa dominują odmiany oplewione, których jest 23 zarejestrowanych w Krajowym Rejestrze Odmian. Odmian nagich, pozbawionych plewki jest pięć: Amant, Maczo, Nagus, Polar i Siwek. Głównym wykorzystaniem tego zboża są pasze. Tylko ok. 5% wykorzystywane jest do celów konsumpcyjnych, jednak ze względu na wysoką zawartość tłuszczu oraz błonnika, w tym β -glukanów, rośnie zainteresowanie wykorzystaniem go w medycynie, dietetyce, farmacji, w przemyśle kosmetycznym oraz chemicznym.

Uprawa wielogatunkowych mieszanek zbożowych jest specyfiką polskiego rolnictwa. W strukturze zasiewów zajmują one ok. 13% wyprzedzając takie zboża podstawowe jak owies czy jęczmień. W mieszkankach znajdują się najczęściej formy jare zbóż. Wysiewanie ich związane jest z większą stabilnością plonowania. Ze względu na niejednorodne wymagania klimatyczno-glebowe oraz agrotechniczne, jak również różną podatność na porażenie przez choroby

i szkodniki, pozwalają na zmniejszenie wahań wielkości plonu, ograniczenie nawożenia oraz stosowania środków ochrony roślin. Cechują się mniejszą wrażliwością na gorszy przedplon niż czyste jednogatunkowe zasiewy, większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów oraz mniejszą podatnością na wyleganie. Wprowadzają bioróżnorodność w łanie. Ich jedynym wykorzystaniem są pasze. Wadą uprawiania mieszanek jest zmienny udział komponentów w plonie co powoduje niemożność precyzyjnego określenia dawki poszczególnych składników żywieniowych, trudności z dostosowaniem optymalnej agrotechniki, problemy ze zbytem oraz niskie ceny.

Ze względu na skrócony okres wegetacyjny, słabsze ukorzenienie oraz większą podatność na suszę formy jare zbóż cechują się mniejszym potencjałem plonowania niż formy ozime tych samych gatunków. Wśród rolników obserwuje się rosnący trend ograniczania uprawy formy jarej zarówno pszenicy, jak również żyta oraz pszenżyta.

Kierunek wykorzystania ziarna zbóż do produkcji bioetanolu będzie głównym wyznacznikiem kształtowania się ich popytu i ceny. Ze względu na wymagania siedliskowe gatunkami szczególnie odpowiednimi do wykorzystania do produkcji bioetanolu są żyto i pszenżyto. Mimo że mąka żytnia jest źródłem cennych substancji odżywczych zapobiegających lub łagodzących skutki wielu chorób cywilizacyjnych jej znaczenie jako surowca do produkcji chleba zmniejsza się. W ciągu ostatnich 50 lat udział chleba żytniego obniżył się z 50 do 2%. Jednocześnie blisko o połowę zmniejszyło się spożycie chleba. Ponadto 50% ziarna żyta przeznacza się na cele paszowe. Jego wartość energetyczna jest podobna do wartości energetycznej pszenicy i jęczmienia i dlatego ponownie po latach wzrasta zainteresowania wykorzystywaniem żyta na produkcję spirytusu. Obecnie ponad 70 % spirytusu produkowanego w kraju wytwarza się z żyta. Należy się spodziewać, że w przyszłości wzrośnie jego wykorzystanie do produkcji biopaliw. Ten kierunek wykorzystania będzie przynosił korzyści w rolnictwie i ekologii. Zakładane cele Unii Europejskiej osiągnięcia do 2020 r. wzrostu do 20% udziału energii ze źródeł odnawialnych stwarza zwiększone zapotrzebowanie na zboża. Jest to bardzo istotne dla rolników gospodarujących na słabych glebach, których w Polsce jest około 1/3 wszystkich użytków rolnych. Z 1 tony żyta otrzymuje się ok. 0,327 t bioetanolu, a z pszenżyta 0,314. Szacuje się, że w pierwszym okresie rozwoju produkcji biopaliw co najmniej 1,5 mln ton zbóż będzie przerabiane na bioetanol i to zwłaszcza żyto i pszenżyto. Obok wykorzystania na paliwa płynne ziarno zbóż stanowi doskonały surowiec do produkcji ciepła, szczególnie ziarno owsa nadaje się do ogrzewania pomieszczeń.

Dążenie do unowocześniania rolnictwa wpisuje się w kanon zachodzących

zmian zarówno w Polsce jak i Europie. Nie chodzi tutaj tylko o nowoczesne technologie ułatwiające uprawę oraz przechowywanie i przetwórstwo, ale również podejście do kwestii optymalnego nawożenia, żyzności gleby, wieloletniego zorientowania na prawidłowe funkcjonowanie gleby, wprowadzenie ograniczeń stosowania chemii środowiskowej w nawożeniu oraz ochronie roślin, nowoczesne produkty wspomagające uprawę i wysokiej jakości żywność. W powyższy trend wpisuje się zarówno rolnictwo ekologiczne ukierunkowane na zbyt swoich towarów poza gospodarstwo, gdzie w Polsce wciąż rośnie liczba konsumentów najwyższej jakości żywności, ale również rozszerzenie spektrum usług związanych z rolnictwem tj. agroturystyka, rękodzieło, rzemiosło czy drobny przemysł przetwórczy, produkcja biopaliw. Nie bez znaczenia są również takie zjawiska jak konsolidacja rolników w grupy producenckie, rozwój rodzinnych gospodarstw rolniczych stawiających na jakość, odchodzenie od nadmiernej specjalizacji gospodarstw z większym ukierunkowaniem na bioróżnorodność. Dzięki coraz lepszej edukacji rolników nastąpił powrót do stosowania nawozów organicznych oraz stosowanie innowacyjnych rozwiązań takich jak nawozy organiczne o spowolnionym uwalnianiu składników m.in. azotu, rozwój innowacyjnych naturalnych technologii wspomagających odbudowę próchnicy oraz materii organicznej w glebie opartych na KPM czy naturalne środki ochrony roślin na bazie ekstraktów roślinnych i kompozycji pożytecznych mikroorganizmów.



3. Wybór pola, kontrola i przygotowanie gleby

O powodzeniu uprawy zbóż decyduje odpowiednie przygotowanie gleby do siewu, prawidłowy siew ziarna, dobór odmian do warunków siedliska, termin siewu i ilość wysiewu. Czynnikiem równie ważnym jest także przedplon, którego wartość znacząco wpływa na plon rośliny następczej. Jednakże w wyniku rosnącej konkurencji i rachunku ekonomicznego skierowanego na stale rosnący zysk wiele gospodarstw lekceważy płodozmian uprawiając np. pszenicę i rzepak lub zboża po zbożach. W następstwie takich działań narastają problemy ze zdrowotnością roślin, która powoduje zwiększenie użycia środków chemicznych, a w konsekwencji kosztów produkcji i niejednokrotnie spadku plonu. Skutkiem takiej uprawy są zmiany degradacyjne w glebie tj. ogół procesów i zjawisk, które powodują pogorszenie właściwości fizycznych i biologicznych gleby. Prowadzi do zniszczenia jej struktury i zmniejszenia ilości i jakości próchnicy,

zakwaszenia gleby przez wymywanie kationów zasadowych wapnia, magnezu, potasu istotnych dla roślin, wpływając ujemnie na jej naturalną żyzność, a więc i zasobność. Wprowadzanie odpowiedniego następstwa roślin zmniejsza szansę przeżywania patogenów i szkodników oraz ich masowego pojawianie się. Prawidłowy płodozmian warunkuje zachowanie i wzbogacenie życia biologicznego w glebie, a przez to jej żyzności co przekłada się na wielkość i jakość plonu. W zależności od typu gleb, specjalizacji gospodarstwa, prowadzenia lub nieprowadzenia chowu zwierząt w gospodarstwie można stosować bardzo wiele typów płodozmianów. Cechą dobrego płodozmianu powinna być uprawa przemienna roślin o bardzo dużych wymaganiach pokarmowych z roślinami o małych wymaganiach. Istotnymi elementami, które należy uwzględnić, jest umieszczenie w zmianowaniu roślin strukturotwórczych oraz roślin sanitarnych, zmniejszających nasilenie chorób, szkodników i chwastów. Dobrym komponentem są również uprawy wzbogacające warstwę orną w próchnicę i związki pokarmowe. Należą do nich rośliny motylkowe wiążące azot, głęboko korzeniące się i udo-
stepniające składniki z głębszych warstw gleby następnym uprawom. Pożądanym elementem w zmianowaniu są rośliny dostarczające po przyoraniu dużych ilości substancji organicznych. Zasadą w dobrym płodozmianie jest unikanie w uprawie częstego powtarzania się roślin z tych samych rodzin, atakowanych przez te same agrofagi. Płodozmian spełnia też rolę ochronną wobec gleby, zapobiegając jej erozji wodnej i powietrznej. W tym przypadku ważne jest wysiewanie różnego typu roślin po- i śródplonowych. Dla każdego gatunku zboża najlepszym przedplonem są rośliny nie zbożowe takie jak: motylkowate drobnonasienne (lucerna, koniczyna), motylkowate grubonasienne (strączkowe), przemysłowe (rzepak, gorczyca) oraz okopowe (ziemniak, burak cukrowy). Niewłaściwemu następstwu roślin w zmianowaniu można w pewnym stopniu przeciwdziałać, a podstawowe znaczenie ma w tym przypadku sposób wykonywania zabiegów uprawowych. Zabiegi te mają za zadanie m.in. przyspieszyć rozkład słomy, której obecność w bezpośrednim sąsiedztwie kielkujących ziarniaków stwarza niekorzystne warunki wilgotnościowe, a także oddziałuje negatywnie na rozwój siewek poprzez wydzielane związki fenolowe w czasie jej rozkładu. Dla szybszego i prawidłowego rozkładu słomy tuż po żniwach na ściernisko po sprężeniu zboża i słomy lub z rozdrobnioną słomą należy zastosować oprysk odpowiednią kompozycją pożytecznych mikroorganizmów (KPM) w ilości 40 l/ha w 300-1000 l wody niechlorowanej. Po oprysku należy zastosować uprawkę likwidującą ściernisko tj. podorywkę, talerzowanie, można zastosować agregat uprawowy wyposażony np. w bronę wirnikową oraz wał zębaty. Słoma jęczmienna wymaga najmniejszych dawek KMP.

4. Wielkość i znaczenie upraw w Polsce

Według szacunkowych danych GUS z września 2014 powierzchnia uprawy zbóż podstawowych łącznie z wielogatunkowymi mieszankami zbożowymi, kukurydzą na ziarno oraz pozostałymi zbożami w 2014 r. wyniosła ok. 7,5 mln ha. Był to wynik o 0,2% wyższy niż w roku ubiegłym. Jednak w porównaniu do średniej wieloletniej z lat 2006-2010 powierzchnia zasiewów była niższa prawie o 10%. W przypadku pszenicy, owsa oraz pszenżyta powierzchnia zasiewów uległa zwiększeniu w stosunku do ubiegłego roku, średnio o ok. 10%, zmniejszył się natomiast areal upraw żyta, jęczmienia oraz mieszanek zbożowych, średnio o ok. 16,3%. Powierzchnię zasiewów, plonu oraz wielkość zbiorów zbóż podstawowych w latach przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. – Powierzchnia zasiewów, plon oraz zbiór zbóż podstawowych łącznie z mieszankami zbożowymi. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Uprawa	2006-2010			2013			2014 (wg szacunków)		
	areal [mln ha]	plon [t/ha]	zbiór [tys. ton]	areal [mln ha]	plon [t/ha]	zbiór [tys. ton]	areal [mln ha]	plon [t/ha]	zbiór [tys. ton]
Pszenica	2,2	3,97	8796	2,1	4,44	9485	2,3	4,92	11475
Żyto	1,3	2,43	3164	1,2	2,86	3359	0,9	3,15	2774
Jęczmień	1,2	3,14	3644	0,8	3,58	2934	0,8	4,03	3272
Owies	0,5	2,41	1340	0,4	2,74	1190	0,5	3,02	1446
Pszenżyto	1,3	3,28	4328	1,2	3,63	4273	1,3	3,98	5197
mieszanki zbożowe	1,4	2,67	3708	1,0	2,99	3021	0,9	3,31	2923
Podsumowanie	7,9	3,14	24980	6,8	3,59	24262	6,7	4,04	27087

Zmniejszenie powierzchni zasiewów zbóż podstawowych należy łączyć ze spadkiem ogólnej powierzchni gruntów ornych i zwiększeniem arealu upraw rzepaku oraz kukurydzy na ziarno.

W uprawie w Polsce dominują formy ozime zbóż odznaczając się większym potencjałem plonotwórczym oraz niższą podatnością na wiosenne deficyty wody w środowisku glebowym. W 2014 r. zboża ozime zajmowały 64,4% w strukturze zasiewów zbóż podstawowych liczonych łącznie z mieszankami zbożowymi, natomiast formy jare 35,6%.

Ze wstępnego oszacowania GUS wynika, że sumaryczne plony w 2014 r. dla zbóż podstawowych i mieszanek zbożowych wyniosły 4,04 t/ha, o 28,7% więcej niż średnia z lat 2006-2010. Korzystne warunki pogodowe utrzymujące się przez cały sezon wegetacyjny 2013/2014 znalazły swoje odzwierciedlenie w wysokich plonach. Również zmiana struktury upraw, postęp biologiczny oraz efektywność stosowania chemicznych środków ochrony roślin oraz nawozów miała wpływ na wysokość plonów. Zbiory zbóż podstawowych z mieszankami zbożowymi oceniono na niespełna 27,1 mln ton – o 8,7% więcej od średnich zbiorów z lat 2006-2010. Ze zbóż ozimych największe plony w 2014 r. uzyskano z pszenicy – 5,09 t/ha oraz jęczmienia – 4,61 t/ha. (Tabela 2).

Tabela 2. – Plon zbóż ozimych [t/ha]. Źródło: GUS 2014

Wyszczególnienie	2006-2010	2013	2014
Pszenica	4,14	4,59	5,09
Żyto	2,43	2,86	3,15
Jęczmień	3,92	4,09	4,61
Pszennyżyto	3,35	3,70	4,09
mieszanki zbożowe	2,99	3,30	3,49

Zbiory zbóż ozimych łącznie z ozimymi mieszankami zbożowymi w 2014 r. określono na 18,8 mln ton, w tym:

- pszenicy - 10143,1 tys. ton;
- żyta - 2773,7 tys. ton;
- jęczmienia - 1019,3 tys. ton;
- pszenżyta - 4472,3 tys. ton;
- mieszanek zbożowych - 429,5 tys. ton.

Ze zbóż jarych również największe plony ziarna uzyskano dla pszenicy – 3,90 t/ha (Tabela 3). Na drugim miejscu był jęczmień z plonem 3,81 t/ha oraz pszenżyto – 3,42 t/ha.

Tabela 3. – Plon zbóż jarych [t/ha]. Źródło: GUS 2014

Wyszczególnienie	2006-2010	2013	2014
Pszenica	3,01	3,40	3,90
Jęczmień	2,98	3,40	3,81
Owies	2,41	2,74	3,02
Pszenżyto	2,61	3,08	3,42
mieszanki zbożowe	2,65	2,93	3,28

Zbiory zbóż podstawowych jarych łącznie z jarymi mieszankami zbożowymi określono na około 8,2 mln ton, w tym:

- pszenicy - 1331,7 tys. ton;
- jęczmienia - 2252,2 tys. ton;
- owsa - 1446,2 tys. ton,;
- pszenżyta - 724,7 tys. ton;
- mieszanek zbożowych - 2493,8 tys. ton.

Ziarno zbóż jest surowcem wszechstronnie wykorzystywanym, nie tylko przez przemysł spożywczy (Tabela 4). Każde państwo stara się zapewnić sobie samowystarczalność i niezależność od innych krajów. Ziarno pszenicy wykorzystywane jest przede wszystkim jako surowiec młynarski. Jest to główne zboże chlebowe. Ziarno gorszej jakości jest wykorzystywane do spasanja zwierząt gospodarskich. W roku 2013/2014 na bezpośrednią konsumpcję przeznaczono 46,2%, a na pasze – 32,8%. Żyto również wykorzystuje się do produkcji mąki. W roku gospodarczym 2013/2014 na cele konsumpcyjne zużyto 870 tys. ton ziarna żyta, do przerobu przemysłowego zużyto 750 tys. ton, a do spasanja 700 tys. ton. Jęczmień w Polsce wykorzystywany jest głównie do celów paszowych – ponad 60%. Do innych kierunków wykorzystania jęczmienia zalicza się wykorzystanie do produkcji siodu browarnianego, kasz oraz płatków. Około 80% ziarna pszenżyta używane jest do spasanja zwierząt, na zużycie przemysłowe przeznaczane jest niewiele ponad 6%. Owies jest typowym zbożem pastewnym. Tylko niewielka część produkcji zużywana jest na cele konsumpcyjne tj. kaszę oraz płatki. Mieszanki zbożowe wykorzystywane są w całości na paszę dla zwierząt. Słoma jako produkt uboczny w produkcji zbóż jest najpowszechniejszym i najłatwiej dostępnym źródłem materii organicznej.

Tabela 4. – Bilans zbóż podstawowych w roku 2013/2014 [tys. ton].

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IERiGŻ-PIB

	pszenica	żyto	jęczmień	pszenżyto	owies i mieszanke zbożowe	inne	suma
zapasy początkowe	366	46	563	249	613	780	2617
Produkcja	9381	3291	2918	4263	4234	3905	27992
Import	800	20	400	9	15	400	1644
ogółem zasoby	10547	3357	3881	4520	4862	5086	32253
zużycie krajowe:	8689	2718	3435	3953	4617	3382	26794
- spożycie	4010	870	120	0	17	25	5042
- wysiew	587	264	208	282	344	25	1710
-zużycie przemysłowe	820	750	850	240	10	670	3340
- spasanie	2850	700	2140	3250	4100	2500	15540
- straty i ubytki	422	134	116	181	146	163	1162
Eksport	1200	220	150	120	30	1000	2720
zapasy końcowe	658	418	297	447	215	703	2738



5. Biologizacja rolnictwa – powrót do próchniczej szkoły odżywiania roślin i zmiany w podejściu do zasad odżywiania roślin

Zmniejszona zawartość materii organicznej w glebie, niewielka zawartość próchnicy oraz spadek bioróżnorodności są głównymi problemami z jakimi musi się zmierzyć współczesne rolnictwo. Cechy fizykochemiczne oraz biologiczne gleby są determinowane przez ilościowy oraz jakościowy skład materii organicznej stanowiącej główne źródło składników pokarmowych zarówno dla roślin, jak i mikroorganizmów glebowych, mając istotny wpływ na ich skład, liczebność

i różnorodność gatunkową. W wierzchniej warstwie gleby o powierzchni 1 ha, głębokości 5- 30 cm ilość drobnoustrojów może sięgać nawet kilkunastu ton/ha¹², a ich ilość wzrasta wraz ze wzrostem zawartości próchnicy w glebie. Poprzez kształtowanie właściwości fizykochemicznych należy rozumieć chemiczne zmiany biodostępności mikro i makroelementów, poprawę właściwości buforujących gleby oraz zdolności zatrzymywania wód opadowych w powierzchniowej warstwie, regulację stosunków wodno-powietrznych oraz redukcyjno-oksydacyjnych środowiska glebowego oraz utrzymywanie ciepła. Wg próchnicznej teorii odżywiania roślin Albrechta Thaer'a sformułowanej na początku XIX w., a wzorowanej na poglądach Arystotelesa, podstawowym pokarmem dla roślin jest próchnica (humus) oraz woda. Próchnica jest jednorodną mieszaniną kwasów humusowych, huminowych i fulwowych, humin i bitumin. Późniejsze odkrycia naukowe z dziedziny chemii doprowadziły do wprowadzenia w drugiej połowie XIX w. mineralnej teorii odżywiania roślin, teorii Liebiga mówiącej, że rośliny odżywiają się solami mineralnymi rozpuszczonymi w wodzie oraz dwutlenkiem węgla asymilowanym z powietrza. Skutkiem rozpowszechnienia tego poglądu był znaczny wzrost stosowania nawozów sztucznych w rolnictwie, jako głównego czynnika plonotwórczego roślin. W konsekwencji notuje się systematyczny spadek zawartości materii organicznej, a w ślad za tym istotnym problemem staje się pogłębiający się deficyt wody w glebie. 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. Ta właściwość próchnicy powoduje większą odporność gleby na erozję wietrzną i wodną. Ścisły związek między poziomem materii organicznej gleby i ilością wody, które mogą być przetrzymywane w strefie korzeniowej gleby można przełożyć na konkretne wartości liczbowe.

Poniżej przedstawiono jakie ilości wody mogą być zatrzymane w strefie korzeniowej roślin na 1 hektarze do głębokości 30 cm w zależności od procentowej zawartości materii organicznej (MO).

0,5% MO	=	80000	litrów
1% MO	=	160000	litrów
2% MO	=	320000	litrów
3% MO	=	480000	litrów

¹² Agnieszka Wolińska, Acta Agrophysica, Rozprawy i monografie nr 180, 2010(3) Zawadzki S., 1999. Gleboznawstwo. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, Poland. Kołwzan B., Adamiak W., Grabas K., Welczyk A., Podstawy mikrobiologii w ochronie środowiska, Wrocław, 2005

4% MO	=	640000	litrów
5% MO	=	800000	litrów
6% MO	=	960000	litrów ¹³

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 rozwiązaniem jest jego sekwestracja poprzez stosowanie naturalnych technologii sprzyjających rozwojowi życia w glebie jako naturalnego źródła obecności materii organicznej. 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.

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. Sposobem na przywrócenie właściwej żyzności gleby jest biologizacja rolnictwa. Pod tym terminem należy rozumieć użycie w uprawie roślin głównie biologicznych czynników wpływających dodatnio na ich plony takich jak komposty, obornik, biopreparaty, racjonalne i odpowiednio zbilansowane płodozmiany, fitomelioracje oraz stosowanie wysokowydajnych odmian odpornych na występowanie agrofagów. Stosowanie preparatów zawierających kompozycje pożytecznych mikroorganizmów (KPM) znacznie skraca czas trwania procesu tworzenia próchnicy w glebie. KPM to złożone kompozycje kultur bakterii fotosyntetyzujących, bakterii kwasu mlekowego, drożdży oraz promieniowców charakteryzujących się właściwościami probiotycznymi po raz pierwszy zostały zastosowane przez prof. T. Higa z Japonii w latach 80-tych XX w. Podzielił on drobnoustroje występujące w środowisku na 3 kategorie: regeneratywne/probiotyczne, degeneratywne oraz fakultatywne. Technologia wykorzystująca KPM jest bezpieczna w stosowaniu dla ludzi, zwierząt oraz roślin, nie wymaga stosowania okresu karencji ani używania środków zapobiegawczych. Preparaty mikrobiologiczne dostępne są na rynku w postaci stałej lub płynnej o szerokim spektrum użycia tj. doglebowego, dolistnego oraz do zaprawiania nasion. KPM działają w roślinach, na ich powierzchni oraz

¹³ Lotter DW, Seidel R and Liebhart W (2003). The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18(3):146–154. Pimentel D. et al. (2005), *Environmental, Energetic and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems*. Bioscience (Vol. 55:7).

w środowisku glebowym wydzielając różne substancje bioaktywne m.in. enzymy, naturalne antybiotyki, kwasy organiczne, hormony, stymulatory wzrostu, witaminy, związki o właściwościach przeciwutleniających, aminokwasy, polisacharydy, zwiększają biodostępność i przyswajalność mikro i makroelementów wprowadzając do ponownego obiegu pierwiastki niezbędne w rozwoju roślin. Wytwarzają ponadto substancje śluzowate, które oblepiając cząsteczki mineralne oraz humus tworzą gruzelki będące składową większych agregatów wypełnionych drobnoustrojami. Agregaty pozwalają na zwiększoną sorpcję wody w glebie oraz tworzą warunki korzystne do rozwoju tlenowej mikroflory w głębszych warstwach gleby. W konsekwencji zwiększa się ilość włósników wpływając na lepsze i intensywniejsze pobieranie związków pokarmowych przez rośliny.

KPM przerywając dominację patogenów korygują i stabilizują odczyn środowiska glebowego, poprawiają strukturę gleby ułatwiając jej uprawę poprzez równe, szybkie i intensywne kiełkowanie nasion. Zwiększają jej pojemność wodną akumulując nadmiar wody zapobiegając tworzeniu się zastoisk po intensywnych opadach jak również ułatwiają przetrwanie okresów suszy. Poprawiają jej żyzność poprzez wzrost zawartości próchnicy, przyspieszają rozkład resztek pożywnych oraz substancji organicznych stosowanych w uprawie tj. słomy, międzyplonów, naturalnych nawozów organicznych takich jak gnojowica oraz obornik. Hamują procesy gnilne oraz infekcje wywołane przez patogeny glebowe. Wspomagają wiązanie azotu atmosferycznego i dwutlenku węgla oraz przekształcanie nieprzyswajalnych form azotu w przyswajalne. Poprawiają zdrowotność roślin, wspomagają rozwój systemu korzeniowego, zwiększają tolerancję na zmienne warunki pogodowe, w tym na wymarzanie oraz suszę, zwiększają konkurencyjność roślin względem chwastów, umożliwiają ograniczenie stosowania chemicznych środków ochrony roślin oraz syntetycznych nawozów mineralnych.

Odpowiednia agrotechnika oraz zwiększanie bioróżnorodności ekosystemu glebowego poprzez stosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów skutkuje wzrostem zawartości materii organicznej przekładając się na ilościowe i jakościowe zwyki plonowania roślin.

Wymienione korzystne zmiany zachodzące w glebie w wyniku stosowania KPM obserwowano podczas licznych prac badawczych. Naukowcy z IUNG – PIB w Puławach oraz Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego przeprowadzili badania mające na celu określenie wpływu środków ulepszających na właściwości gleby ciężkiej, w gospodarstwie ekologicznym w Budziszewie koło Jabłonowa Pomorskiego. Badania te prowadzono w ramach zadań „Prowadzenie badań w uprawach polowych metodami ekologicznymi” finansowanych przez MRiRW.

Pole doświadczalne stanowiło część gospodarstwa, które cechowało się 20-letnim stażem w prowadzeniu produkcji ekologicznej, wysoką obsadą bydła, prawidłowym płodozmianem. Mimo tego rolnik doświadczał dużych problemów z nadaniem glebie właściwej struktury. Ze wstępnej oceny wynikało, iż problemy ze strukturą gleby wyrażały się m.in. poprzez tworzenie zastoisk wodnych, co opóźniało możliwość wczesnego rozpoczęcia prac polowych, zmuszało do dodatkowego spulchniania i doprawiania roli po jej obeschnięciu, a w konsekwencji na tyle oddalało w czasie możliwość siewu zbóż jarych, że w praktyce wręcz ją wykluczało. Na polu o powierzchni 1,6 ha wydzielono następujące obiekty doświadczalne:

1. preparat biodynamiczny z krowieńca w dawce 5 porcji na 1 ha (900 ccm-350 g/ha)
2. humobak (preparat na nośniku z łuski kakaowca), w dawce 120 l/ha
3. obiekt kontrolny
4. użyźniacz glebowy (wyciąg z kompostu), w dawce 3 l/ha
5. KPM (kompozycje pożytecznych mikroorganizmów), w dawce 3 l/ha.

Pod koniec sierpnia 2006 roku, na ściernisko zastosowano testowane preparaty. Jesienią wywieziono obornik bydlęcy w dawce 25 t/ha, a następnie wykonano orkę przedzimową na głębokość 27 cm. Wiosną 2007 roku, już 14 marca wykonano pierwsze bronowanie, a dwa tygodnie później następne. Pod koniec kwietnia powtórnie zastosowano testowane preparaty, w takich samych dawkach jak latem 2006 roku, po czym pole skultywatorowano i wysiano kukurydzę w rzędy co 50 cm. Pole kukurydzy odchwaszczano mechanicznie. Najpierw broną lekką, począwszy od 2 maja, trzykrotnie w odstępach tygodniowych. Następnie pielnikiem 5-cio rzędownym (9 czerwca) oraz ręcznie motyką (18-20 czerwca).

W drugiej połowie lipca 2007 r. pobrano próbki glebowe (z głębokości 5-15 cm) w celu określenia stanu agregacji gleby, gęstości objętościowej, wilgotności aktualnej, uziarnienia gleb oraz właściwości chemicznych i fizykochemicznych. Określono również występowanie oraz biomasę dżdżownic, a także plonowanie kukurydzy. Badane gleby zaliczono do gleb brunatnych żyznych. Zawartość próchnicy, wynosiła ok. 2,5%. Na badanym polu istniał system drenarski. W trzech badanych profilach zawartość części spławianych w powierzchniowym poziomie wynosi odpowiednio 36; 52; 40%, a w poziomie powyżej 30 cm zawartość ta wzrasta do ponad 60%. Tak duża zawartość części spławianych powodowała, że woda bardzo wolno wsiąkała w głąb profilu i po intensywnych opadach stagnowała na powierzchni. W badanej glebie występowała wadliwa

warstwa podorna, zalegająca na głębokości poniżej 30-35 cm o ciężkim uziarnieniu, na której stagnowała woda.

Właściwości fizyczne

W przypadku gleby ciężkiej wytworzonej z gliny średniej pylastej, należy przyjąć, że im mniejsza gęstość objętościowa gleby tym lepsza jej struktura i jakość. Najmniejsze wartości tego parametru uzyskano w przypadku krowieńca i KPM. Z gęstością objętościową jest związana porowatość ogólna gleb. Największą wartość tej cechy wykazały również gleby z obiektów z krowieńcem i KPM. Liczbowy wskaźnik agregacji charakteryzujący strukturę gleby był największy dla KPM, a najmniejszy dla krowieńca. A więc najwięcej agregatów gruzelkowych świadczących o dobrej strukturze gleby zostało utworzonych w kombinacji z użyciem KPM.

Wskaźnik strukturalności gleby informuje o stosunku zawartości agregatów o korzystnych wymiarach do zawartości agregatów niekorzystnych – bryłek i agregatów mniejszych od 0,25m. Najniższa wartość tego wskaźnika została stwierdzona dla gleby z obiektu kontrolnego, a najwyższa dla obiektu z KPM. Zastosowane środki poprawiły jakość struktury gleby suchej, przy czym wpływ ich nie był jednakowy. Najsilniejszy wpływ miał preparat KPM.

Wskaźnik rozpylenia gleby interpretuje się w ten sposób, że im większa jego wartość tym lepsza struktura gleby. Najwyższą wartość stwierdzono dla gleby z obiektu z KPM.

Wskaźnik wodoodporności największą wartość uzyskał dla gleby z obiektu kontrolnego, a najmniejszą dla gleby z obiektu z KPM. Wskaźnik bryłowatości określa stosunek zawartości agregatów bryłkowych ($\phi > 10$ mm) do pozostałych agregatów (mniejszych od 10mm). Ocena tego wskaźnika jest szczególnie ważna dla gleb ciężkich z tendencją do tworzenia dużych agregatów. Większa wartość tego wskaźnika mówi, że gleba posiada znaczny udział niekorzystnych agregatów bryłkowych. Największą wartość tego wskaźnika uzyskano dla gleby z obiektu kontrolnego. Również w przypadku wskaźnika bryłowatości, wpływ KPM na parametry struktury gleby suchej okazał się najbardziej widoczny.

Wskaźnik strukturalności gleby bierze pod uwagę nieco inne średnice agregatów. Wyższa jego wartość wskazuje na lepszą strukturę gleby. Najmniejszą wartość w przypadku wskaźnika odnotowano w obiekcie kontrolnym. Największą wartość tego wskaźnika stwierdzono w obiekcie z KPM.

W przypadku chemicznych właściwości gleby jedyną wyraźną różnicą spośród analizowanych właściwości była większa zasobność w przyswajalny fosfor obiektu z zastosowaniem preparatu na bazie KPM.

Zaznaczyła się tendencja zwiększonego występowania dżdżownic w obiekcie z KPM.

Uzyskano bardzo wysoką wydajność zielonki z kukurydzy, która w obiekcie kontrolnym wyniosła 81,5 t z ha. Najkorzystniej na kukurydzę wpłynął preparat KPM dając istotnąwyżkę plonu (+12%) Użyźniacz glebowy oraz preparat biodynamiczny krowieńca nie różnicowały istotnie wydajności. Natomiast humobak spowodował obniżkę plonów zielonki w stosunku do obiektu kontrolnego o 41%.

Podsumowując, spośród wielu porównywanych parametrów gleby, większość użyźniaczy wykazała się zbliżonym, korzystnym wpływem. Jednakże preparat KPM wyróżnił się korzystniejszym od innych oddziaływaniem na następujące właściwości: zawartość przyswajalnego fosforu, zasiedlenie przez dżdżownice, parametry struktury gleby.



6. Dobre praktyki w uprawie zbóż

6.1 Przygotowanie gleby, dobór gatunków i odmian

Zadaniem uprawek późniwnych i przedsiewnych jest, oprócz stworzenia prawidłowych warunków dla wzrostu roślin, także zwalczanie samosiewów roślin będących przedplonem. Jest to ważne, szczególnie w przypadku, gdy przedplonem pszenicy uprawianej na cele chlebowe są inne zboża ozime np. pszenżyto. Niszczenie samosiewów jest bardzo istotne w lata suche, kiedy ziarno może przeleżeć bez utraty zdolności kiełkowania przez wiele dni, aby wykiełkować wraz z wysianym zbożem. Dlatego zwłaszcza wtedy staranność uprawek późniwnych i przedsiewnych ma duże znaczenie. Uprawki późniwne i przedsiewne odgrywają także ważną rolę w ograniczaniu chorób podstawy źdźbła. Nie zawsze jednak jest możliwe wykonanie zarówno uprawek późniwnych jak i przedsiewnych, zwłaszcza w przypadku roślin później schodzących z pola, jak okopowe. Po zbiorze rzepaku, grochu lub zboża wcześniej schodzących z pola należy w miarę szybko wykonać płytką podorywkę z bronowaniem. Celem tego zabiegu jest zatrzymanie wilgoci w glebie, szybszy rozkład ścierni, a także częściowa

walka z chwastami. Płytką podorywka powoduje również szybsze skiełkowanie kolejnych chwastów, które można później niszczyć (pod warunkiem, że pole jest wolne od perzu) poprzez bronowanie pielęgnacyjne lub zastosowanie zestawu brony z wałem strunowym. Bronowanie dobrze spełni swoją rolę, gdy do siewu jest jeszcze stosunkowo dużo czasu. W przeciwnym razie należy zastosować kultywator lub talerzówkę. Uprawki przedsiewne obejmują orkę siewną wraz z doprawieniem roli. Powinna ona być wykonana na średnią głębokość z co najmniej 10-dniowym wyprzedzeniem. Taki okres jest konieczny do prawidłowego „odleżenia się” gleby. Przywraca się wtedy naturalny podsiak wody, umożliwiający szybsze i równomierne wschody roślin następczych. W przypadku opóźnienia orki należy zastosować wał Campbella w celu przyspieszenia procesu „odleżenia się”. Doprawianie po orce gleb średnich może ograniczyć się do 1 lub 2-krotnego zastosowania agregatu złożonego z brony lub kultywatora z wałem strunowym. Na glebach cięższych tj. z większą tendencją do zasychania może się zdarzyć, że orka niedostatecznie skruszy glebę. Wówczas przed zastosowaniem agregatu należy zastosować wał kruszący lub talerzowy. W przypadku przedplonów później schodzących z pola, takich jak ziemniaki, uprawa roli z zasady sprowadza się do zabiegów przedsiewnych. Ziemniak jest rośliną, która po zbiorze pozostawia glebę już spulchnioną. Jeżeli w dodatku, będzie ona wolna od chwastów, to z orki można w ogóle zrezygnować. W takim przypadku wystarczy zastosować bronę talerzową lub kultywator i bronę. Na glebach lekkich można ograniczyć się jedynie do bronowania. W sytuacji, gdy pole po ziemniakach jest zachwaszczone, wskazane jest wykonanie płytkiej orki na około 10 cm, a następnie doprowadzenie jej do siewu.

Prawidłowo przeprowadzone uprawki poźniwne i przedsiewne pełnią ważną rolę w ograniczaniu zachwaszczenia. Brak uprawek poźniwnych, czy spłycenie orki prowadzi do zwiększenia liczebności chwastów. Zatem ewentualne uproszczenia w zakresie uprawy łączą się ze zwiększeniem intensywności ochrony chemicznej przed chwastami.

Termin zbioru przedplonu i termin wykonania uprawek poźniwnych i przedsiewnych determinuje termin siewu tj. jeden z najważniejszych czynników agrotechnicznych, w dużym stopniu decydującym o poziomie plonowania. Skutków opóźnienia siewu praktycznie nie można w żaden sposób wyeliminować. Najwcześniej ze zbóż ozimych należy wysiewać jęczmień ozimy. Wysiewa się ten gatunek nie później niż w drugiej dekadzie września. Tylko w Polsce południowo-zachodniej dopuszczalne są opóźnienia siewu jęczmienia ozimego do połowy trzeciej dekady września. Pozostałe gatunki zbóż ozimych powinny być wysiane nie później niż w trzeciej dekadzie września, a w Polsce południowo-za-

chodniej do końca pierwszej dekady października. Pszenicę ozimą można wysiać o tydzień wcześniej w stosunku do żyta i pszenżyta form ozimych. Negatywny wpływ opóźnienia terminu siewu ozimin jest zmienny w latach. W przypadku długiej i ciepłej jesieni będzie on słabszy, natomiast przy krótkiej i chłodnej jesieni, stosunkowo silny. W zbożach jarych termin siewu jest determinowany możliwością wejścia w pole. Najlepiej jeśli czas siewu zbóż jarych przypada na третią dekadę marca lub pierwszą kwietnia. Opóźnienie terminu siewu zboża jarego jest groźniejsze w skutkach niż opóźnienie ozimego, zwłaszcza w lata z długo utrzymującym się okresem bez opadów wiosną. W takich warunkach pogody późny termin siewu zboża jarego może wpłynąć na dużą obniżkę plonu i obniżenie jakości ziarna. Istotnym czynnikiem w uprawie zbóż ozimych jest również nawożenie. Jeśli gleba ma odczyn kwaśny powinno się ją zwapnować, najlepiej kredą. Kreda nawozowa jest jednym z najskuteczniej działających naturalnych nawozów mineralnych. 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. Zwiększa także odporność roślin na wyleganie. Zabieg taki należy wykonać w czasie uprawek późniwnych. Stosować należy według zaleceń Stacji Chemiczno - Rolniczych po uprzednim badaniu gleby. Nawożenie fosforowo-potasowe stosuje się przedsięwzięcie i jest uzależnione od zawartości przyswajalnych form tych składników w glebie. Wynosi ono w kg/ha: 20-80 P₂O₅ i 10-100 K₂O. Nawożenia azotem z reguły nie stosuje się jesienią, chyba, że po słabszych przedplonach, szczególnie zbożowych. Wówczas można zastosować azot w dawce od 10-40 kg N/ha.

Podstawą uprawy zbóż, mającej na celu uzyskanie ziarna wysokiej jakości, jest wybór odmiany o genetycznie uwarunkowanej wysokiej jakości i najbardziej przystosowanej do danych warunków klimatyczno-glebowych. Szczególnie dużą uwagę należy zwrócić na wybór odmian zbóż produkowanych na cele piekarnicze. Dotyczy to zwłaszcza pszenicy, bo różnice pod względem jakości w obrębie odmian tego gatunku są największe. W doborze są odmiany pszenicy o bardzo dużej przydatności do celów piekarniczych, należące do grupy E czy A, ale są też takie, które w zasadzie powinny być uprawiane tylko do celów pastewnych (grupa C). W praktyce zdarzają się przypadki uzyskiwania ziarna o dobrej jakości wypiekowej także z odmian należących do grupy C, jednak prawdopodobieństwo uzyskania właściwych parametrów jakości jest wtedy znacznie mniejsze. Generalnie lepsze parametry jakości posiadają odmiany pszenicy jarej, ale ze względu na niższe plonowanie uzasadnione jest preferowanie w uprawie na cele piekarnicze odmian ozimych. Istotną wadą odmian jarych jest także gorsza

wymielnosć, czyli mniejszy tzw. wyciąg mąki. Bardzo istotne jest także uwzględnianie odporności odmian zbóż na choroby, a szczególnie na fuzariozę kłosa, gdyż taka odporność warunkuje lepszą jakość ziarna tj. z mniejszą zawartością mikotoksyn. Przy ocenie odporności na fuzariozę kłosów powinna być brana pod uwagę, poza oceną wizualną, również zawartość mikotoksyn w ziarnie. Często bowiem brak objawów chorobowych na kłosie i ziarnie nie oznacza braku występowania mikotoksyn w ziarnie.

Wybór odmiany przy uprawie żyta na chleb ma mniejsze znaczenie niż przy uprawie pszenicy na cele jakościowe. Niemniej nie jest to dla dobrej jakości plonu zupełnie obojętne. Na szczególną uwagę przy uprawie żyta na chleb zasługują odmiany charakteryzujące się wysoką liczbą opadania (np. odmiana Amilo) lub niektóre odmiany mieszańcowe. Może to mieć znaczenie zwłaszcza w latach o dużej ilości opadów w czasie żniw. Także przy uprawie zbóż na pasze wybór odmiany nie może być przypadkowy. Podstaw do takiego wyboru należy szukać przede wszystkim w publikacjach CEBORU, rzetelnie określających walory, jakimi charakteryzują się poszczególne odmiany. Szczególnie nadają się do tego publikacje obrazujące wyniki doświadczeń nadzorowanych przez COBORU, prowadzonych w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) w każdym województwie.

Zatem dobór właściwych odmian oraz poprawnie wykonane zabiegi poczynając od zbioru przedplonu, poprzez siew aż do zakończenia jesiennej wegetacji mają decydujący wpływ na rozwój roślin i ostatecznie osiągnięte plon.

6.2 Przygotowanie materiału siewnego

Uzyskanie stabilnych, zadowalających plonów w rolnictwie zależy od wielu czynników, jednym z najważniejszych jest stosowanie elitarnego lub kwalifikowanego materiału siewnego. Najczęstszą przyczyną spadku wartości użytkowej nasion jest przekrzyżowanie występujące w przypadku roślin obcopylnych, a u gatunków samopylnych - mechaniczne zamieszanie nasion różnych odmian. Spadek plenności lub innych cech decydujących o wartości odmiany jest także spowodowany występowaniem na nasionach chorób i szkodników, stąd tylko materiał siewny dobrej jakości stanowi gwarancję wysokiego plonu. Najpewniejszym sposobem uzyskania wzrostu plonu w granicach 10-30% jest wysiew elitarnego bądź kwalifikowanego materiału siewnego. Materiał siewny roślin zbożowych powinien być praktycznie wolny od organizmów szkodliwych mających wpływ na jego jakość oraz wolny od szkodników magazynowych, a w przy-

padku żyta obecność przetrwalników sporyszu jest ściśle ograniczona i ich liczba w 500g próbie ziaren wynosi w zależności od stopnia kwalifikacji od 1 do 4. Z punktu widzenia prawa unijnego, a także polskiego plon uzyskany po wysiewie kwalifikowanego materiału siewnego rolnik może legalnie przeznaczyć na jakiegokolwiek cele poza siewnymi i wykorzystaniem we własnym gospodarstwie. Jednak prawo hodowcy do odmiany jest ograniczone i można korzystać z tzw. odstępstwa rolnego tj. wykorzystania ze zbioru odmiany chronionej wyłącznym prawem, jako materiału siewnego. Dzięki temu legalnie i bez zgody hodowcy zebrane przez siebie nasiona odmian wszystkich gatunków zbóż chronionych na terenie UE i Polski można wykorzystywać na materiał siewny we własnym gospodarstwie. Jedną z metod zabezpieczania ziarna przed czynnikami szkodliwymi w integrowanej uprawie jest jego bioasekurowanie przez zaprawianie na mokro za pomocą preparatu zawierającego kompozycje pożytecznych mikroorganizmów w ilości 1,5 l/100 kg materiału siewnego. Materiał nie powinien być zaprawiany chemicznie. Zaprawianie ziarna zbóż KPM powoduje szybsze i równe kiełkowanie, mniejszą podatność młodych roślin na choroby grzybowe, wirusowe i bakteryjne oraz silniejszy wzrost roślin i większą ich odporność na czynniki zewnętrzne. Nasiona zbóż zaprawione KPM i niezużyte do siewu z powodzeniem można wykorzystać na mąkę, czy też paszę. Nasiona zaprawione chemicznie absolutnie nie nadają się do innych celów niż wysiew. Ponadto nasiona zaprawione chemicznie i pozostawione do następnego sezonu tracą w 30-40% zdolność kiełkowania.

6.3 Siew, uprawki i zabiegi w trakcie wzrostu

Przed siewem zbóż należy dogłębowo zastosować preparat zawierający kompozycje pożytecznych mikroorganizmów, a następnie wymieszać go z glebą. Ilość preparatu, jaką należy zastosować zależy od: zawartości próchnicy w glebie, rodzaju resztek poźniwnych, przedplonu, stosowanego nawożenia organicznego, rodzaju planowanego plonu głównego. Uwzględniając powyższe dane, ilość ta wynosi od 20 do 30 litrów na 1 ha. W przypadku zbóż jarych zalecaną dawkę można rozdzielić na dwie części, stosując 2/3 dawki jesienią i 1/3 dawki wiosną. Większe dawki stosuje się na glebach zdegradowanych, posiadających poniżej 1% próchnicy. W pierwszych latach wdrażania kompozycji pożytecznych mikroorganizmów zaleca się stosować zwiększone dawki do gleby. Od 3 do 4 roku stosowania KPM należy stopniowo dawki zmniejszać. Tam gdzie gleba nawożona jest obornikiem czy też gnojownicą przefermentowanymi z

KPM, można ograniczyć dawki preparatu podawanego do gleby, a przy wysokiej kulturze gleby można ich nie stosować. Zawsze, kiedy rozpoczyna się stosowanie KPM w uprawie roślin, należy systematycznie ograniczać nawożenie nawozami sztucznymi, stosowanie chemicznych środków ochrony roślin, a także dolistne zasilanie i stosowanie stymulatorów wzrostu. Stosowanie KPM dogłębowo przed siewem powoduje szybszy rozkład resztek poźniwnych i poplonów oraz intensyfikuje procesy próchniczne. Przyczynia się również do ograniczania patogenów i szkodników glebowych, a także udostępnia roślinom mikro i makroelementy. Ponadto reguluje pH, eliminuje szkodliwe procesy gnicia, tworzy strukturę gruzelkową gleby oraz powoduje lepsze ukorzenianie roślin.

Siew nasion zbóż ozimych i jarych, w zależności od wilgotności i żyzności gleby, powinno się wykonywać optymalnie na głębokość 2-3 cm, o rozstawie rzędów 10-11 cm, by rośliny mogły potem rozwijać się prawidłowo, siew musi być równomierny i o jak największej odległości ziaren od siebie w rzędzie. Trzeba tu pamiętać zatem o zasadzie, że im większa gęstość siewu, tym mniejsza musi być rozstawa rzędów. Można też zastosować siewnik z redlicami do siewu rozproszanego, tworzącymi pasmo siewne zamiast rzędów siewnych. W praktyce, w przypadku pszenicy ozimej zwykle stosuje się wysiew kwalifikowanego materiału siewnego w ilości 250-350 ziaren/m², przy czym wzrost tej ilości z 300 do 500 ziaren/m², powoduje co prawda niewielkie różnice w plonie, jednak przy terminowym siewie i na żyznej glebie, powoduje za to nadmierne zagęszczenie łanu i wszelkie nie korzystne konsekwencje z tym związane. W przypadku żyta hybrydowego sprawdzona gęstość siewu zawiera się w przedziale od 150 do 280 ziaren/m², a w przypadku żyta populacyjnego od 180 do 300 ziaren /m², przy czym największe efekty ekonomiczne w uprawie żyta hybrydowego uzyskuje się najczęściej przy gęstości wysiewu 170 ziaren/m². Docelowa ilość wysiewu uzależniona jest od warunków glebowych występujących w trakcie siewu, kultury gleby oraz terminu siewu i powinna być ustalana indywidualnie dla każdej lokalizacji.

Podczas wzrostu roślin niezbędne jest zwiększanie ich odporności i hamowanie rozwoju patogenów. Efekt taki uzyskuje się przez stosowanie na rośliny w okresie krzewienia zbóż i na liść flagowy oprysków z KPM w dawce 8-12 litrów /1 ha w 300-400 litrach wody. Stosowanie KPM z wrotaczem w ilości od 5,0 -10 litrów /1 ha ogranicza również lub eliminuje występowanie szkodników. Należy stosować w czasie wegetacji od 3 do 4 oprysków z wykorzystaniem KPM oraz jeden lub dwa zabiegi z użyciem KPM z wrotaczem. Stosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów w okresie wzrostu roślin intensyfikuje procesy próchniczne i ogranicza patogeny i szkodniki. Ponadto reguluje pH, eliminuje

szkodliwe procesy gnicia, tworzy strukturę gruzelkową gleby, powoduje lepsze ukorzenianie roślin, zwiększa odporność roślin na suszę, przymrozki, choroby i szkodniki, poprawia wigor i vitalność roślin dzięki udostępnianiu roślinom mikro i makroelementów. Stosując preparaty mikrobiologiczne można istotnie ograniczyć chemiczne środki ochrony roślin. Preparatów mikrobiologicznych nie wolno mieszać z żadnymi środkami chemicznej ochrony roślin. Jeżeli stosuje się środki chemiczne należy odczekać kilka dni i dopiero zastosować KPM. Po środkach owadobójczych, preparaty mikrobiologiczne można stosować nie wcześniej niż po upływie 2/3 okresu karencji. Po środkach grzybobójczych, w zależności od sposobu działania środka można opryskać mikroorganizmami po upływie 5-7 dni. Po środkach chwastobójczych, należy szczególnie uważać i odczekać do zakończenia działania herbicydu. Zbyt szybkie wejście z opryskiem KPM spowoduje detoksykację herbicydu i rozpoczęcie wzrostu przez nie obumarłe części roślin. Natomiast po odczekaniu do momentu, aż rośliny obumrą oprysk KPM przyspiesza rozkład obumarłych chwastów i zwiększa przewagę roślin uprawnych. Preparaty mikrobiologiczne można łączyć ze sobą oraz z preparatami na bazie alg, jak również z makro i mikroelementami. Aplikując preparaty mikrobiologiczne opryskiwaczem należy przestrzegać, aby nie było zbyt wysokie ciśnienie, gdyż szkodzi ono mikroorganizmom. Powinno się zmniejszyć ciśnienie i aplikować preparaty w okresie mglistej pogody, lub wieczorem, ponieważ promieniowanie ultrafioletowe też szkodzi mikroorganizmom. Najwłaściwsze jest stosowanie specjalnego urządzenia do rozlewania preparatów mikrobiologicznych, które w formie lekkiej mgły dawkuje je bezpośrednio pod łapy kultywatora, dzięki czemu nie obniża się żywotność mikroorganizmów i nie stwierdza się ich strat.

6.4 Integrowana ochrona zbóż

Uprawa zbóż w Polsce nie należy do najłatwiejszych w ostatnich latach. Obserwuje się stałe nasilenie niekorzystnych zjawisk pogodowych takich jak przymrozki, opady śniegu, uszkodzenia gradowe, susze, ulewne deszcze, szczególnie podczas wiosenno - jesiennej okresu wegetacji roślin. Takie zjawiska skłaniają producentów zbóż do poszukiwań rozwiązań ułatwiających roślinom regenerację po wystąpieniu czynników stresowych, a także w celu podwyższenia ilości i jakości uzyskanych plonów. Stosowanie KPM w dogłębowo przed siewem zbóż oraz opryski w okresie wzrostu roślin ograniczają patogeny i szkodniki oraz

zwiększając odporność roślin na suszę, przymrozki, choroby i szkodniki. W integrowanej uprawie zbóż priorytetem powinna być mechaniczna pielęgnacja zasiewów jako podstawowy i bezpośredni zabieg regulujący zachwaszczenie. Mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne wykonywane w okresie wegetacji, obok niszczenia chwastów, likwidują skorupę na powierzchni gleby, ograniczają parowanie wody oraz pobudzają zboża do krzewienia i rozwoju systemu korzeniowego. Zabiegi pielęgnacyjne w zbożach wykonuje się różnego rodzaju bronami lub pielnikami w przypadku siewów pasowych. Najczęściej wykorzystywane są brony chwastowniki zaopatrzone w różnej długości, sprężyste zęby. Skuteczność brony jest tym większa, im młodsze są chwasty, drobniejsze są ich nasiona, na mniejszej głębokości znajdują się kielkujące nasiona i bardziej pulchna jest wierzchnia warstwa gleby. Skuteczność mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych w zbożach jarych jest większa niż w ozimych. Gleba po wiosennej uprawie jest jeszcze pulchna, a tym samym bardziej podatna na działanie sprężystych zębów brony chwastownika, a chwasty są słabo ukorzenione i znajdują się w fazie siewek. W zbożach jarych, skutecznym sposobem niszczenia chwastów jest 2-3 krotne zastosowanie brony chwastownika. Pierwsze bronowanie zboża można wykonać przed samym ukazaniem się jego wschodów. W sprzyjających warunkach pogodowych, kiedy zboża szybko kielkują, możliwości wykonania tego zabiegu są ograniczone. Natomiast jeżeli z powodu chłódów wschody są opóźnione bronowanie przedwschodowe jest bardziej wskazane, dodatkowo likwiduje ono zaskorupienie gleby. Głębokość pracy brony powinna być w tym terminie mała tj. wynosząca 1,5 - 2,0 cm. W okresie od wschodów zbóż do fazy 3-go liścia, zboża są bardzo wrażliwe na mechaniczne uszkodzenia i nie należy wykonywać w tym czasie żadnych mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych. Od fazy 3-go liścia do końca fazy krzewienia można wykonać 2-krotnie bronowanie. Pierwsze powinno być mniej intensywne, na głębokość 1,5-2,0 cm, natomiast drugie może być intensywniejsze i na głębokość 2-3 cm. Poszczególne gatunki chwastów różnią się wrażliwością na działanie brony chwastownika, dodatkowo skuteczność jej zależy od fazy rozwojowej chwastów. Największy procent zniszczonych chwastów uzyskano stosując bronę chwastownik w fazie siewek - ponad 80%, natomiast w przypadku chwastów osiagających fazę dużej rozety skuteczność spadła do 40%. Chwasty o drobnych nasionach, kielkujące z małej głębokości (np. tasznik, mak, gwiazdnica) niszczone są w 70-80%. Gatunki o grubszych nasionach, kielkujące z większej głębokości, niszczone są w około 50%. Skuteczność bronowania zwiększa się wraz ze wzrostem prędkości roboczej, osiagając optimum przy prędkości 6-9 km/h oraz w warunkach suchej i słonecznej pogody. Dodatkowo lepsze efekty odchwaszczenia uzyskuje się bronując zasiewy w poprzek lub

na ukos rzędów. W przypadku przemarzniętych zasiewów zaleca się przed zabiegami wykonać wałowanie. Nie należy wykonywać bronowania przy spodziewanych przymrozkach. Uprawa wsiewki w zbożach jarych eliminuje możliwość regulacji zachwaszczenia z wykorzystaniem brony chwastownika.

6.5 Choroby i szkodniki, metody likwidacji warunków sprzyjających ich rozwojowi

6.5.1 Choroby

W Polsce uprawia się zboża ozime na większej powierzchni niż formy jare. Cechują się one wyższą wydajnością w porównaniu do form jarych, są natomiast częściej porażane przez choroby i szkodniki. Główne nasilenie występowania chorób zbóż przypada na okres wiosenny, jednak mogą one występować przez cały sezon wegetacyjny roślin. Przyczyną większości chorób zbóż są grzyby chorobotwórcze, które znacząco obniżają jakość ziarna z powodu tworzenia w nim groźnych dla zdrowia ludzi i zwierząt metabolitów wtórnych, tj. mikotoksyn. Grzyby wpływają również na spadek wielkości plonu gdyż w wyniku porażenia roślin notuje się niższą obsadę ziarniaków w kłosie, mniejszą masę tysiąca ziaren. Pogorszeniu ulegają również właściwości technologiczne ziarna wykorzystywane w przemyśle spożywczym takie jak obniżenie parametrów wypiekowych mąki oraz w nasiennictwie i obrocie ziarnem tj. obniżenie zdolności kiełkowania. W celu zapobiegania oraz ograniczania poniżej progu ekonomicznej szkodliwości występowania chorób wywoływanych przez grzyby chorobotwórcze stosowane są przede wszystkim fungicydy w formie zapraw nasiennych podczas siewu oraz oprysków stosowanych kilkakrotnie w trakcie sezonu wegetacyjnego zbóż. Do najważniejszych chorób należą: mączniak prawdziwy zbóż i traw, fuza-rioza zbóż, rdza brunatna oraz żółta, septorioza paskowana liści, septorioza plew pszenicy oraz brunatna plamistość liści zbóż.

Mączniak prawdziwy zbóż i traw



Zdjęcie 1, 2. – Mączniak prawdziwy zbóż i traw.

Patogenem wywołującym chorobę jest grzyb *Blumeria graminis* syn. *Erysiphe graminis* będący pasożytem bezwzględny. Jest to choroba powszechnie występująca na pszenicy oraz jęczmieniu, jednak jest spotykana również na życie oraz owsie. Choroba nie rozprzestrzenia się między gatunkami. Za porażenie konkretnych zbóż odpowiedzialne są wyspecjalizowane formy m.in. *f. sp. tritici* czy *f. sp. hordei*. Objawy choroby mogą być obserwowane od wschodów zboża do jego pełnej dojrzałości. Ma ona duże znaczenie gospodarcze szczególnie w intensywnych uprawach wielkoobszarowych. Wielkość strat może sięgać nawet kilkudziesięciu procent. Rozwojowi choroby sprzyja nadmierne nawożenie azotowe, gęsty siew, bezpośrednie sąsiedztwo form jarych i ozimych tego samego gatunku oraz wysoka wilgotność. Grzyb rozwija się wyłącznie na żywych roślinach na ich powierzchni. Najbardziej charakterystycznym objawem jest występowanie białego lub jasnobrązowego nalotu na blaszce liściowej oraz na pochewkach liściowych, który w trakcie rozwoju patogenu ulega zagęszczeniu tworząc mączystą ciemniejszą watowatą opilśń zdolną pokryć całą roślinę, poczynając od dołu. Pojawiają się również czarne owocniki grzyba. Nalot jest łatwo usuwalny mechanicznie. Blaszka liściowa

pod nalotem grzybni pokryta jest brunatnymi martwiczymi plamami. Silny rozwój choroby powoduje przedwczesne żółknięcie i obumieranie tkanki. *Blumeria graminis* może przenosić się na kłos. Poprzez ograniczanie zielonej powierzchni rośliny patogen ogranicza zdolności fotosyntetyczne, pogarszając wykształcenie ziarniaków oraz zmniejszając MTZ (masę tysiąca ziaren).

Rdza brunatna



Zdjęcie 3, 4. – Rdza brunatna

Rdza brunatna jest rdzą punktową. Najczęściej obserwowana jest na pszenicy oraz życie. Może również pojawić się na pszenżycie oraz jęczmieniu. Występuje tu zróżnicowanie form patogenu ze względu na atakowany gatunek uprawny zboża m.in. *f. sp. tritici* czy *f. sp. recondita*. Objawem pozwalającym na makroskopowe określenie choroby jest występowanie na górnej stronie blaszki liściowej oraz rzadziej na pochewce liściowej od rdzawobrazowych do brązowych, nieregularnie rozrzuconych owalnych skupień zarodników, często otoczonych jaśniejszą obwódką. Pojedynczo mogą one się również pojawić na spodniej stronie liści. Porażone liście żółkną, zasychają i zamierają. Kłos nie ulega porażeniu. Rdza brunatna silnie pogarsza rozwój i wzrost roślin, dodatkowo prowadząc do znacznych strat plonu, obniżając go nawet o 50%. Rozwojowi choroby sprzyja wysokie nawożenie azotowe, wyższe temperatury podczas sezonu wegetacyjnego oraz duża ilość rosy w dobowych wahaniami wilgotności oraz ciepła jesień i łagodna zima.

Rdza karłowa jęczmienna



Zdjęcie 5. – Rdza karłowa jęczmienna

Puccinia hordei jest patogenem wywołującym rdzę karłową jęczmienia. W przypadku form jarych powoduje zmniejszenie zimoodporności. Rozwojowi choroby sprzyjają chłodniejsze dni o wysokiej wilgotności powietrza. Pierwszymi objawami jest pojawienie się bardzo drobnych, nieregularnie rozmieszczonych skupień zarodników w postaci poduszeczek w kolorze od pomarańczowej, przez rdzawą do brunatnej na wierzchniej stronie blaszki liścio-

wej. Podczas rozwoju choroby na spodniej stronie zainfekowanych żółknących, zamierających blaszek liściowej pojawiają się czarne punkty zarodników przetrwalnikowych.

Rdza żółta zbóż



Zdjęcie 6. – Rdza żółta zbóż

Rdza żółta poraża wszystkie uprawiane gatunki zbóż oraz może występować na wielu gatunkach traw. Najczęściej ze zbóż uprawnych choroba występuje na pszenicy, która jest również najsilniej porażana. Wysokie nawożenie azotowe, gęsty siew w łanie oraz wysokie żdźbło, a także chłodniejszy klimat wraz z wysoką wilgotnością powietrza sprzyjają rozwojowi choroby. *Puccinia striiformis* jest odpowiedzialna za rozwój choroby. Tak jak pozostałe gatunki *Puccini* jest to pasożyt bezwzględny. Porażenie zboża powoduje obniżenie wielkości ziarniaków oraz ich wartości odżywczej. Najbardziej niebezpieczne jest porażenie liścia flagowego oraz plewki w fazie dojrzałości mleczej zboża. Na zbożach wyróżniamy 3 wyspecjalizowane formy patogenu w zależności od porażanego zboża: *f. sp. tritici*, *f. sp. secalis* oraz *f. sp. hordei*. W łanie rdza żółta występuje placowo, dając zauważalne rozjaśnienie łanu. Najczęściej porażane są blaszki liściowe, jednak objawy mogą

wystąpić na wszystkich nadziemnych częściach roślin, również na ziarnie, jednak nie przenosi się z nim. Choroba objawia się powstawaniem długich ułożonych szeregowo skupień żółtych oraz pomarańczowych zarodników, najczęściej wzdłuż nerwów na wierzchniej stronie blaszki liściowej. Na zasychających roślinach na spodniej stronie liści powstają ciemnobrunatne skupienia zarodników przetrwalnikowych przypominające kreski. Czynnikiem sprzyjającym rozwojowi choroby jest osypywanie się ziarniaków oraz wczesny wysiew.

Rdza koronowa



Zdjęcie 7. – Rdza koronowa

Choroba ta występuje na owsie oraz trawach takich jak kupkówka czy wiechlina. Jest rdzą dwudomową tzn. głównym żywicielem jest owies, natomiast żywicielem pośrednim są krzewy szakłaku pospolitego oraz kruszyny pospolitej. Chorobę wywołuje *Puccinia coronata* Corda, będąca pasożytem bezwzględny. Głównym objawem chorobowym są rdzawo-brunatne kreskowane skupienia zarodników usytuowane przeważnie na górnej powierzchni blaszki liściowej oraz na pochwach liściowych. Skutkiem porażenia zboża jest obniżenie plonu oraz spadek wielkości ziarniaków. Podstawowym źródłem infekcji są resztki poźniwne. Warunki sprzyjające rozwojowi infekcji to duża wilgotność powietrza oraz ciepła pogoda.

Rdza żółbłowa



Zdjęcie 8. – Rdza żółbłowa

Jest to jedna z najgroźniejszych chorób zbóż. Występuje na wszystkich gatunkach zbóż, a także na trawach ozdobnych oraz dziko rosnących. Najgroźniejsza jest w uprawach pszenicy, natomiast najwyższą odpornością na chorobę cechuje się pszenżyto. Patogenem wywołującym chorobę jest grzyb *Puccinia graminis* Pers. należącym do gromady *Basidiomycota*. Jest pasożytem bezwzględny porażając dwie grupy gospodarzy. Żywicielem głównym są zboża i trawy, natomiast żywicielem pośrednim berberys pospolity i mahonia pospolita. W skrajnych przypadkach może doprowadzić do zamierania roślin przez wykształceniem ziarniaków, powodując spadek plonu nawet do 80%. Znanie jest 9 wyspecjalizowanych form pasożyta z czego 3 występują na zbożach: *f. sp. tri-*

tici porażająca pszenicę oraz jęczmień, *f. sp. secalis* występująca na życie oraz *f. sp. avenae* porażająca owies. Objawy w zbożach oraz trawach występują na żdźbłach oraz pochwach liściowych. W przypadku silnego porażenia rośliny mogą wystąpić również na innych nadziemnych częściach rośliny. Są to rdzawe, podłużne, stosunkowo wąskie, nieregularnie rozmieszczone skupienia zarodników wrosnięte w tkankę powodujące po kilku dniach pęknięcie skórki i odsłanianie pylących rdzawobrunatnych uredyniów z urediniosporami, które pod koniec wegetacji ciemnieją. Źródłem pierwotnym infekcji są zarodniki przetrwalnikowe w resztach poźniwnych roznoszone przez wiatr. Wysoka wilgotność powietrza, umiarkowane temperatury oraz wysokie nawożenie azotowe sprzyjają rozwojowi infekcji.

Mozaika pszenicy ozimej



Zdjęcie 9. – Mozaika pszenicy ozimej

Jest to choroba wirusowa infekująca głównie pszenicę w formie ozimej, ale również spotykana jest na jęczmieniu, życie oraz wielu gatunkach traw. Najczęściej dotyka uprawy małoobszarowe. Wektorem przenoszącym wirus mozaiki pszenicy ozimej WWMV (Winter Wheat Mosaic Virus) jest skoczek *Psammotettix alienus*. Zarówno larwy jak i osobniki dorosłe przenoszą patogen w sposób trwały, niedziedziczny. Nie występuje przenoszenie wirusa w sposób mechaniczny z sokiem roślinnym.

Okres inkubacji w ciele wektora wynosi około 3 tygodnie, a następne 2 tygodnie trwa rozwój wirozy w roślinie. Pierwsze objawy mogą być widoczne już jesienią. Najbardziej charakterystyczne są we wczesnych fazach rozwojowych zbóż. Choroba powoduje m.in. rozjaśnianie nerwów na blaszkach liściowych, żółknięcie, pasmową mozaikowatość liści, prowadzi do znacznego upośledzenia wzrostu całej rośliny, powoduje wzmoczoną łamliwość oraz sztywność żdźbła, może powodować nadmierne krzewienie się oraz upośledza deformacyjnie kłosa. Może prowadzić do zamierania roślin przed wykłoszeniem. Źródłem zakażenia są wieloletnie uprawy traw oraz samosiewy. Skutecznym sposobem ograniczenia występowania choroby jest zwalczanie występowania skoczka oraz opóźnianie terminu siewu ozimin, co skutkuje jednak obniżeniem plonu.

Żółta karłowatość jęczmienia



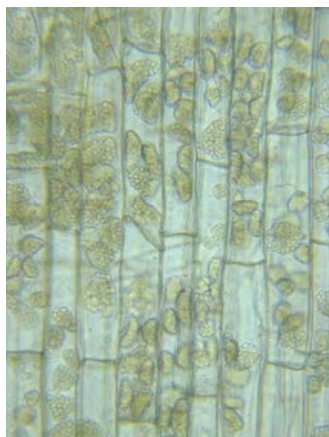
Zdjęcie 10. – Żółta karłowatość jęczmienia

Choroba o szerokim zasięgu geograficznym, zagrażająca wszystkim gatunkom zbóż oraz traw, uważana za najgroźniejszą wirozę występującą na zbożach. Pierwotnym źródłem patogenu mogą być dziko rosnące trawy wieloletnie. Jest szczególnie niebezpieczna dla jęczmienia ozimego. Sprawcami choroby jest kilka gatunków wirusów przenoszonych przez mszyce zbożowe takie jak mszyca czeremchowo-zbożowa (*Rhopalosiphum padi*) i mszyca zbożowa (*Sitobion avenae*). Wszystkie wirusy odpowiedzialne za wywołanie choroby są to małe sferyczne wirusy zasiedlające wyłącznie tkanki przewodzące (łyko) przenoszone przez

wektory w sposób trwały. W Polsce do głównych patogenów należą wirusy z rodziny *Luteoviridae*: Barley Yellow Dwarf Virus-MAV (BYDV-MAV), Barley Yellow Dwarf Virus-PAV (BYDV-PAV) oraz Cereal Yellow Dwarf Virus-RPV (CYDV-RPV). Są to wirusy występujące powszechnie, a warunkiem wystąpienia wirozy jest wysoki udział mszyc będących wektorami wirusów w ogólnej ich populacji żerujących na oziminach. Do głównych objawów choroby należy silne zahamowanie wzrostu roślin oraz przebarwienia liści, różniące się kolorem w zależności od gatunku porażanego zboża tj. w pszenicy przebarwienia mają kolor czerwono-pomarańczowy, jęczmienia oraz pszenżyta żółty, żyta rdzawo-brązowy, owsa amarantowo-fioletowy, kukurydzy ciemnoczerwony. Początkowo przebarwieniu ulegają wierzchołki liści i w miarę rozwoju choroby ta powierzchnia zwiększa się obejmując całą blaszkę liściową. W przypadku jęczmienia dodatkowym objawem jest wzrost nasilenia krzewienia się. Choroba może występować w łanie zarówno ogniskowo, jak i w rozproszeniu. W celu potwierdzenia występowania wirozy konieczna jest diagnostyka laboratoryjna.

Żółta mozaika jęczmienia

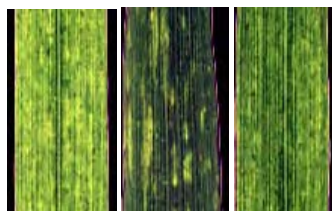
Jest to choroba wyłącznie jęczmienia ozimego, której pierwsze objawy obserwowane są wczesną wiosną. Warunkiem koniecznym są utrzymujące się niskie temperatury, bowiem powyżej 15°C objawy zanikają. Należą do nich drobne plamki, zlewające się później w smugi, które w początkowym stadium żółkną,



Zdjęcie 11. – Żółta mozaika jęczmienia

a z czasem przechodzą w nekrozy. Ponadto dochodzi do zahamowania wzrostu jęczmienia. Wirozę wywołują głównie dwaj przedstawiciele z rodzaju *Bymovirus*, przeważnie występujący łącznie: Barley Yellow Mosaic Virus (BaYMV) oraz Barley Mild Mosaic Virus (BaMMV). Są to nitkowate wirusy, bardzo zbliżone morfologiczne, których wektorem jest pierwotniak glebowy *Polymyxa graminis* Led. należący do *Plasmodiophoromycota*. Jest to pasożyt bezwzględny atakujący korzenie roślin zbożowych, jednak w stosunku do swoich gospodarzy nie wykazuje działań pasożytniczych. Częsteczki wirusowe mogą być obecne we wszystkich etapach cyklu biologicznego pierwotniaka, również w zarodnikach przetrwalnikowych, co zapewnia wirusom możliwość wieloletniej egzystencji w środowisku. Jest ponadto wektorem uniwersalnym, zdolnym do przenoszenia różnych gatunków wirusów. W Polsce występowanie choroby potwierdzono w województwie zachodniopomorskim, pomorskim, kujawskopomorskim, wielkopolskim, dolnośląskim, śląskim, łódzkim oraz mazowieckim. W celu zapobiegania ekspansji wiroz należy bezwzględnie unikać upraw odmian podatnych tj. Amarena, Bażant, Epoque, Fridericus, Gil, Vanessa czy Wintmalt.

Odglebowa mozaika zbóż



Zdjęcie 12. – Odglebowa mozaika zbóż

Chorobę powodują 3 gatunki wirusów: Soil-Borne Cereal Mosaic Virus (SBCMV), Soil-Borne Wheat Mosaic Virus (SBWMV) oraz Wheat Spindle Streak Mosaic Virus (WSSMV). SBCMV i SBWMV należą do rodzaju *Furovirus* i są nierozróżnialnymi morfologicznie wirionami w kształcie pałeczki z kanałem wewnętrznym, natomiast WSSMV jest nitkowatym wirusem należącym do rodzaju *Bymovirus*. Wektorem wszystkich wirusów jest pierwotniak glebowy *Polymyxa graminis* Led. Pierwsze objawy choroby ujawniają się wczesną wiosną. Przede wszystkim

obserwowane jest upośledzenie rozwoju roślin ze znacznym zahamowaniem wzrostu. Na młodych roślinach na liściach obserwowane są mozaikowate, nieregularnie rozmieszczone smugowatości, często prowadzące do żółknięcia liści. Wiroza ta może infekować różne gatunki zbóż, jednak największe zagrożenie stanowi dla pszenicy.

Karłowatość pszenicy

Przede wszystkim jest to wiroza pszenicy, jednak może występować również na jęczmieniu, pszenżycie oraz na życie. Patogenem wywołującym chorobę jest „dwoinkowy” wirus karłowatości pszenicy WDV (Wheat Dwarf Virus) z rodzaju *Mastrevirus* (*Geminiviridae*), którego wektorem jest skoczek *Psammotettix alienus*. Charakterystycznym objawem karłowatości pszenicy jest drastyczne zahamowanie wzrostu roślin, którym nie towarzyszy przebarwianie blaszek liściowych. Im młodsza roślina zostanie zainfekowana, wzrasta szybkość rozwoju wirozy, co może skutkować zamieraniem roślin oraz nekrozą liści. W Polsce choroba występuje przeważanie na obrzeżach pól i ścieżek technologicznych. Nie ma jak dotąd większego znaczenia ekonomicznego.

Septorioza plew



Zdjęcie 13. – Septorioza plew

Jest to choroba przede wszystkim pszenicy. Może również wystąpić na pszenżycie oraz życie, rzadziej na jęczmieniu i niektórych trawach. Septoriozę plew wywołuje przede wszystkim grzyb *Phaeosphaeria nodorum* Müller / *Leptosphaeria nodorum* Müller / *Stagonospora nodorum* Davis / *Septoria nodorum* Berk. Zdarza się również porażenie przez *Stagonospora avenae* f. sp. *triticea* oraz *Stagonospora secalis*. Symptomy choroby mogą wystąpić na wszystkich organach rośliny, najczęściej jednak występują na plewach. Charakterystycznym objawem jest pojawienie się na plewach brunatnych plam, ciemniejących po wykłoszeniu, o wydłużonym kształcie, które w miarę rozwoju choroby zamierają. Dodatkowo

w czasie dojrzewania wzdłuż nerwów na powierzchni plew widoczne są czarne punkty zarodników. Na liściach obserwowane są jasnozielone plamy. W wyniku silnego porażenia może dochodzić do zlewania się plam, powodując zamieranie oraz zasychanie liści. Zdarza się, że plamy otacza żółta cienka obwódka. Choroba rozprzestrzenia się od dołu rośliny. Na porażenie wpływa długość źdźbła, gdzie bardziej narażone są odmiany o krótkiej słomie oraz wilgotna i ciepła pogoda podczas sezonu wegetacyjnego, powodując straty nawet do 60% plonu ziarna. Źródłem infekcji są resztki poźniwne oraz zainfekowane nasiona zbóż i traw. Ziarno z porażonych roślin jest małe, pomarszczone oraz słabo wykształcone, w skrajnych przypadkach ziarniaki w ogóle się nie rozwijają.

Paskowana septorioza liści

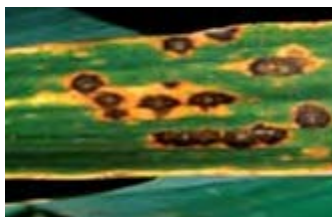


Zdjęcie 14. – Paskowana septorioza liści

Jest to głównie choroba pszenicy, rzadziej występuje ona na pszenżycie, życie, jęczmieniu oraz niektórych gatunkach traw. *Mycosphaerella graminicola* Fuckel / *Septoria tritici* Rob. ex Desm. jest grzybem odpowiedzialnym za rozwój choroby. Infekcja grzybowa najwcześniej opanowuje dolną część rośliny stopniowo przenosząc się wyżej, powodując zasychanie i przedwczesne zamieranie dolnych liści. Charakterystycznym objawem są wydłużone jasnozielone plamy bez wyraźnie zaznaczonej krawędzi, w miarę rozwoju infekcji ciemniejące i zlewające się, powodujące powstawanie rozległych pasów nekrotycznych. Pomiędzy nerwami rozmieszczone równoległe pojawiają się czarne punkty zarodników. Choroba może pojawić się na źdźble oraz pochwach liściowych, rzadko jednak występuje porażenie kłosa. Straty plonu mogą sięgać powyżej 30%. Rozwojowi choroby sprzyja wysoka wilgotność, długo utrzymująca się ciepła pogoda, gęsty wczesny siew, nadmierne nawożenie azotowe oraz obecność resztek poźniwnych zanieczyszczonych zarodnikami grzyba. Skutkiem porażenia jest słabo wykształcone ziarno o obniżonej masie.

Septorioza liści

Septorioza liści występuje przede wszystkim na pszenicy oraz pszenżycie, rzadziej na pozostałych gatunkach zbóż. Choroba jest wywoływana przez grzyby: *Mycosphaerella graminicola* Fuckel, *Phaeosphaeria nodorum* Müll. / *Leptosphaeria*



Zdjęcie 15. – Septorioza liści

eria nodorum oraz *Phaeosphaeria avenaria f. sp. tritici* Weber. Pierwsze symptomy choroby obserwowane są na siewkach, gdzie występują początkowo żółtozielone, później brunatniejące nekrotyczne soczewkowate plamy na liściach, często otoczone chlorotyczną obwódką. Rozwój choroby może prowadzić w późniejszych stadiach rozwojowych zboża do zasychania liści i przedwczesnego ich zamierania. Pojawiające się na powierzchni plam czarne nieregularnie ułożone zarodniki w czasie zwiększonej wilgotności powietrza wydzielają krople lekko różowej cieczy. Choroba rozprzestrzenia się ku górze roślin. Infekcji mogą ulegać również kłosa oraz plewy. Źródło infekcji stanowią głównie resztki poźniwne. Może powodować do 30% strat w plonie ziarna.

Rynchosporioza zbóż / plamistość obwódkowa zbóż



Zdjęcie 16. – Rynchosporioza zbóż

Jest to głównie choroba jęczmienia. Rzadziej porażane jest żyto oraz pszenżyto, a także niektóre gatunki traw. Choroba nie rozprzestrzenia się międzygatunkowo. Patogenem odpowiedzialnym za wystąpienie choroby jest grzyb *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis. Objawy występują przede wszystkim na liściach i pochwach liściowych, jednak w przypadku silnego porażenia mogą wystąpić na pozostałych częściach naziemnych roślin. Charakterystyczne jest występowanie owalnych wodnistych plam, o niebieskozielonej barwie u jęczmienia lub jasnobrązowej albo słomkowej u żyta i pszenżyta, długości nawet do 2 cm. Wraz z rozwojem infekcji plamy żółkną w środkowej części i są otoczone brunatną nieregularną obwódką. Na liściach jęczmienia jest ona bardzo wyraźna i otoczona dodatkowo chlorotycznym pierścieniem. Choroba najsilniej rozwija się w dolnych częściach roślin. Przy silnym porażeniu plamy zlewają się ze sobą powodując obumieranie całych liści. Straty w plonie mogą sięgać do 30%. Źródłem infekcji mogą być resztki poźniwne, nasiona, zanieczyszczony materiał siewny oraz samosiewy

zbóż i traw. Wysoka temperatura oraz znaczna wilgotność powietrza i częste opady sprzyjają infekcji na polu. Wpływ na wielkość porażenia ma również zastosowanie jęczmienia jako przedplonu przed właściwą uprawą oraz zbyt gęsty siew i nadmierne nawożenie azotowe.

Rizoktonioza zbóż / ostra plamistość oczkowa zbóż



Zdjęcie 17. – Rizoktonioza zbóż

Jest chorobą przede wszystkim jęczmienia, żyta, pszenżyta, pszenicy oraz owsa. Grzybem wywołującym chorobę jest *Ceratobasidium cereale* / *Rhizoctonia cerealis*. Poraża on wyłącznie zewnętrzną powierzchnię rośliny. Charakterystycznym objawem jest występowanie najczęściej owalnych lub ostro zakończonych chlorotycznych plam, z brunatną grzybnią w części środkowej, otoczonych cienką brunatną obwódką na pochwach liściowych oraz dolnych międzywęzłach źdźbła. Choroba daje również objawy na systemie korzeniowym powodując brunatnienie i gnicie, co prowadzi do zahamowania wzrostu roślin oraz słabego wykształcenia ziarniaków, w skrajnych przypadkach zamierania zbóż. Źródłem zakażenia zazwyczaj są resztki poźniwne. Rozwojowi szczególnie w uprawie pszenicy sprzyja stosowanie benzimidazolowych środków ochrony roślin oraz chłodna i sucha pogoda.

Zgorzel podstawy źdźbła, podsuszka

Zbożem najczęściej atakowanym przez zgorzel podstawy źdźbła jest pszenica. Występuje również na jęczmieniu, życie oraz pszenicy. Owies nie jest porażany. Patogenem wywołującym podsuszkę jest grzyb *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. Wysokość strat powodowanych może sięgać 30% plonu. Brak zmianowania w płodozmianie, ciepła pogoda, niedobór wody w glebie, jej obojętny odczyn sprzyjają rozwojowi choroby. Źródłem infekcji jest występowanie grzybni w glebie np. na resztkach poźniwnych, skąd wrasta do włóśników i korzeni, a stamtąd rozprzestrzenia się na podstawę źdźbła. Korzenie oraz pod-



Zdjęcie 18. – Podsuszka

stawa pędu początkowo brunatnieje, a w miarę rozwoju choroby czernieje. Roślina łatwo daje się wyciągnąć z ziemi. Wewnątrz źdźbła pojawia się biała, watowata grzybnia utrudniając pobór wody i soli mineralnych, co skutkuje żółknięciem liści. W łanie choroba występuje placowo. Skutkiem rozwoju choroby jest zahamowanie wzrostu roślin, ich przedwczesne zamieranie, a w przypadku siewek dodatkowo zahamowanie krzewienia się. W porażonych roślinach ziarniaki są słabo wykształcone, pomarszczone, w szczątkowej obsadzie. Na pustych kłosach pojawiają się czarne owocniki grzyba.

Łamliwość podstawy źdźbła zbóż



Zdjęcie 19. – Łamliwość podstawy źdźbła zbóż

Jest najgroźniejszą chorobą podstawy źdźbła obserwowaną na zbożach. Najczęściej występuje na pszenicy, jęczmieniu, pszenżyście oraz życie. Formy jare są słabiej porażane. Za chorobę odpowiedzialny jest grzyb *Tapesia yallundae* / *Pseudocercospora herpotrichoides*, zdolny do kilkuletniej saprotroficznej egzystencji w glebie, w obrębie którego wyróżniamy dwa typy wzrostowe: *Ramulispora herpotrichoides* var. *acutiformis* (typ R – żytni) oraz *Ramulispora herpotrichoides* var. *herpotrichoides* (typ W – pszeniczny). Typ R infekuje tkanki naczyniowe. Cechuje się powolnym wzrostem i prowadzi do ograniczenia transportu składników odżywczych do kłosa w efekcie prowadząc do zmniejszenia wielkości plonu spowodowanych

znacznymi stratami ziarna – nawet do 30%. Ponadto ogranicza wzrost i rozwój rośliny. Typ W bytuje w przestrzeniach międzykomórkowych w źdźbłę. Cechuje się znaczną dynamiką wzrostu, jednak straty przez niego spowodowane są znacznie mniejsze. Charakterystycznym objawem choroby są bursztynowo-bru-

natne wodniste podłużne nekrozy na zewnętrznych pochwach liściowych, prowadzące do zamierania porażonych siewek i przeredzenia łanu. Zaatakowane rośliny słabo się krzewią, na pochwach liściowych oraz dolnych międzywęźlach tworzą się owalne, jasnoszare w części środkowej z centralnym ciemnym punktem, w dalszej części jasnobrązowe, plamy otoczone ciemnobrązową obwódką. Na plamach pod warstwą zewnętrzną tworzy się szarobiała watowata grzybnia powodując próchnienie podstawy źdźbła skutkujące utrudnionym przewodnictwem oraz jego łamliwością i wyleganiem. Przy silnym porażeniu plamy mogą się zlewać na całym obwodzie pędu. U porażonych roślin występuje przedwczesne dojrzewanie oraz bielenie kłosów. Źródłem infekcji są resztki poźniwne, samosiewy zbóż i niektórych traw. Rozwojowi choroby sprzyjają nadmiernie zagęszczone łany, wczesny siew, zasobne ciężkie gleby o wysokiej zawartości próchnicy oraz łagodna zima i wilgotna wiosna.

Brunatna plamistość liści



Zdjęcie 20. – Brunatna plamistość liści

Jest to choroba najczęściej porażająca pszenicę, zarówno formy ozime jak i jare. Jest również obserwowana na pszenicy oraz życie. Straty przez nią spowodowane sięgają 50% wysokości plonu. Jest szeroko rozpowszechniona w klimacie chłodnym i wilgotnym. Objawy infekcji występują w fazie 30-39 BBCH tj. w fazie strzelania w źdźbło oraz rozwoju liścia flagowego. Patogenem odpowiedzialnym za rozwój choroby jest *Helminthosporium tritici-repentis* / *Pyrenophora tritici-repentis* / *Drechslera tritici-repentis*. Do charakterystycznych objawów pozwalających na identyfikację choroby należą kilkumilimetrowe plamki na liściach otoczone chlorotyczną obwódką z czarnym centralnym punktem. W miarę rozwoju choroby dochodzi do znacznego przejaśnienia plamek, a później ich nekrotyzacji. W sprzyjających warunkach plamki mogą się znacznie powiększać i zlewać ze sobą tworząc rozległe nekrozy prowadząc do przedwczesnego zasychania liści, od wierzchołka w kierunku pochwy liściowej. Czynnikiem sprzyjającym rozwojowi choroby jest duża wilgotność powietrza, obfite opady,

wadliwy płodozmian z wysokim udziałem zbóż, stosowanie pszenicy jako przedplonu, gęsty siew oraz nazbyt uproszczona agrotechnika bez przyorywania resztek poźniwnych.

Pasiastość liści jęczmienia

Jest to jednostka chorobowa obserwowana na jęczmieniu zarówno w formie jarej jak i ozimej. *Pyrenophora graminea* Ito et Kuribayashi / *Drechslera graminea* Shoem. / *Helminthosporium gramineum* Rabenh. jest patogenem wywołującym pasiastość liści jęczmienia. Charakterystycznym objawem są długie jasne chlorotyczne przebarwienia biegnące wzdłuż nerwów na blaszce liściowej, ułożone równolegle względem siebie, później ciemniejące. Na ich powierzchni w miarę rozwoju choroby pojawia się brunatny nalot zarodników. Następstwem jest zasychanie liści ze wzdłużnymi pęknięciami blaszki tworzące wąskie pasma. Istotną cechą jest to, że porażenie zazwyczaj dotyka wszystkich liści na danej roślinie. Powoduje to zamieranie roślin w okresie kłoszenia skutkując znacznym upośledzeniem procesu czego konsekwencją są kłosy silnie zdeformowane i płonne, lub też całkowitym brakiem kłoszenia. Źródłem choroby jest zainfekowany materiał siewny. Zakażeniu sprzyja temperatura około 10°C w czasie kiełkowania nasion, wysoka wilgotność w czasie kłoszenia oraz kwitnięcia, a także zbyt gęsty siew, nadmierne nawożenie azotowe, niedokładne przyorywanie resztek poźniwnych, niezachowanie kilkuletniego odstępu między wysiewaniem jęczmienia na tym samym polu, stosowanie płytkiej orki czy przyspieszanie wysiewu formy jarej oraz opóźnianie siewu formy ozimej. Potencjalnie może powodować wysokie straty w plonie sięgające nawet 40%, jednak dzięki skutecznemu zaprawianiu ziarna, nie stanowi istotnego zagrożenia upraw w Polsce.

Plamistość siatkowa jęczmienia

Jest to najgroźniejsza choroba jęczmienia zarówno formy jarej, jak i ozimej. Występuje również na niektórych gatunkach traw. *Pyrenophora teres* Died. / *Drechslera teres* Sacc. / *Helminthosporium teres* Sacc. jest grzybem odpowiedzialnym za rozwój choroby. Wyróżnia się dwie formy choroby: typową, NET oraz nietypową, SPOT. Najczęściej objawy występują na liściach oraz pochwach liściowych, jednak choroba może pojawiać się na różnych nadziemnych częściach roślin. Do typowych objawów zaliczamy nieregularne, otoczone chlorotyczną



Zdjęcie 21. – Plamistość siatkowa
jęczmienia

żółtą tkanką, siateczkowate plamy składające się z krzyżujących się nekrotycznych kresek na liściach, rzadziej na plewach oraz ziarnie. Do najczęściej występujących nietypowych objawów należą ciemnobrązowe wydłużone nekrotyczne plamy o kształcie owalnym lub nieregularnym występujące głównie na liściach oraz pochwach liściowych, a na silnie porażonych roślinach również na źdźbłach oraz kłosach, prowadząc do żółknienia oraz zamierania tkanek. Choroba w żadnej z form, nie prowadzi do całkowitego zamierania roślin. Plamistość siatkowa może powodować straty nawet 25% plonu ziarna. Rozwojowi choroby sprzyja umiarkowany klimat o dużej wilgotności. Pierwotnym źródłem infekcji są zainfekowane nasiona, resztki poźniwne oraz samosiewy jęczmienia.

6.5.2 Metody likwidacji warunków sprzyjających rozwojowi chorób

Likwidując sprzyjające warunki do rozwoju chorób należy: niszczyć samosiewy zbóż, wspomagać rozkład resztek poźniwnych, stosować zdrowy materiał siewny, nie uprawiać pszenicy po kukurydzy, nie siać gęsto, nie stosować środków skracających słomę, nie uprawiać jęczmienia jarego obok ozimego. Stosować należy: zrównoważone nawożenie, nie za wiele azotu, wystarczająco potasu, uprawiać odmiany zbóż mniej wrażliwe. Do ograniczania chorób stosować preparat kompozycji pożytecznych mikroorganizmów, które wykazują działanie ograniczające rozwój grzybów i wirusów.

6.5.3 Szkodniki

Znaczący wzrost powierzchni upraw oraz uproszczenie agrotechniki, intensyfikacja produkcji oraz stosowanie wadliwych płodozmianów, dobór odmian nieodpornych, w tym pochodzących z samoreprodukcji oraz zmiana warunków meteorologicznych na korzystniejsze dla rozwoju szkodników powodują istotny wzrost zagrożenia ze strony agrofagów. Ponadto obfite nawożenie oraz wzrost intensyfikacji ochrony herbicydowej i fungicydowej korzystnie wpływa na rozwój

szkodników. Dlatego coraz częściej na zbożach obserwowane są nowe, wcześniej nie notowane gatunki. Do najczęściej występujących szkodników zbóż zalicza się: drutowce, rolnice, lenie, miniarki, skrzypionki, pryszcarka zbożowca, pło-niarkę zbożówkę i mszyce, z czego w Polsce największe znaczenie mają: skrzy-pionki, mszyce i pryszcarki.

Drutowce



Zdjęcie 22. – Drutowce

Ze względu na znaczną liczebność oraz powszechne występowanie drutowce uważane są za jedno z ważniejszych szkodników zbóż. Są to larwy kilku gatunków chrząszczy należących do rodziny *Elateridae* o walcowatym lub spłaszczonym ciele najczęściej barwy żółtej lub brązowej. Ich oskórek jest gruby i sztywny. Mogą osiągać do 25 mm długości. Ich cykl życiowy trwa zależnie od gatunku 4-5 lat i związany jest ze środowiskiem glebowym, najlepiej zasobnym w próchnicę o odczynie zbliżonym do obojęt-

nego. Larwy są wrażliwe na niedobory wody w glebie. Najliczniej występują na łąkach, pastwiskach oraz na uprawach zbóż i traw, jak również w miejscach występowania perzu. Larwy w 3 i 4 roku są najbardziej szkodliwe. Odpowiadają za uszkodzenia systemów korzeniowych roślin oraz uszkodzenia nasady łodyg, powodując utratę turgoru oraz zasychanie młodych roślin oraz zahamowanie wzrostu starszych. Próg ekonomicznej szkodliwości wynosi 11-20 drutowców na 1 m².

Rolnice

Są to wielożerne szkodniki należące do rodziny *Agrotinae* – motyli mających stadia rozwojowe związane z glebą, a których wielkość dochodzi do 45 mm rozpiętości skrzydeł. Żerują na zbożach, trawach, warzywach, roślinach krzyżowych, burakach oraz ziemniakach. Cechą charakterystyczną jest szarobrunatne ubarwienie z wyraźnie jaśniejszą tylną powierzchnią skrzydeł. Osobniki dorosłe kryją się w dzień przy powierzchni gleby, wykazując zwiększoną aktywność o zmierzchu i w nocy. Wylot osobników dorosłych obserwowany jest w okre-



Zdjęcie 23. – Rolnica

się od drugiej połowy maja do drugiej połowy lipca, oraz od połowy sierpnia do października. Samice składają jaja w glebie lub u nasady roślin. Stadium zimującym są nagie ciemne gąsienice z podłużnymi paskami, zakopane w glebie do głębokości 15 cm. Cechą charakterystyczną pomagającą w identyfikacji jest spiralne zwiżanie się podczas spoczynku lub w sytuacji zagrożenia. Młode gąsienice żerują w dzień na naziemnych częściach roślin, starsze w nocy w glebie gdzie uszkadzają kiełkujące zboże oraz rośliny u nasady doprowadzając do wylegania zbóż i późniejszego ich zamierania. Ich żerowanie może doprowadzić do znacznego przerze-

dzenia zasiewów, a w skrajnych przypadkach może spowodować brak wschodów roślin uprawnych. Gąsienice pod koniec kwietnia kończą żer i przepoczwarzają się pod powierzchnią ziemi. Rozwojowi rolnic sprzyjają ciepłe i suche warunki pogodowe oraz uproszczenia agrotechniczne stosowane przez rolników, a także pozostawianie nieprzyoranych resztek poźniwnych oraz nadmierne zachwaszczenie. W Polsce najczęściej spotykane są rolnica zbożówka, rolnica czopówka oraz rolnica pszenicówka.

Lenie



Zdjęcie 24. – Lenie

Są to agrofagi należące do muchówek z rodziny *Bibionidae*. Mają krępe ciało barwy czarnej, lub czarnej z rdzawym zabarwieniem grzbietu. Posiadają grube wielocłonowe czułki oraz grube nogi. Długość ciała dochodzi do 15 mm. W roku występuje tylko jedno pokolenie szkodnika. Zboża są uszkadzane przez formy larwalne żerujące wiosną. Ciało larw jest szarobrązowe z ciemną głową, segmentowane, ze szczeciniowymi wyrostkami kolcowatymi. Są to szkodniki wielożerne. Spotykane są przede wszystkim na różnych gatunkach zbóż, ale także na burakach, ziemniakach oraz warzy-

wach. Młode larwy żerują głównie na resztkach roślinnych znajdujących się w glebie. Starsze larwy podgryzają korzenie doprowadzając do zahamowania wzrostu roślin oraz ich żółknięcia, więdnienia, w końcu wymierania oraz wydrążają ziarniaki, pozostawiając w glebie fragmenty łupin nasiennych. Próg ekonomicznej szkodliwości wynosi 50 larw w 1m². W Polsce najczęściej spotykany jest leń ogrodowy oraz leń marcowy. Szkodnik wrażliwy jest na niedobory wody w środowisku oraz wapnowanie gleby.

Mszyce zbożowe



Zdjęcie 25. – Mszyca zbożowa

Agrofagi należące do rodziny *Aphidoidea*, wielkości od 1,5 do 3 mm, różnicowane barwą w zależności od gatunku. Formy dorosłe posiadają 2 pary błoniastych skrzydeł, z czego pierwsza jest znacznie większa od drugiej oraz baryłkowaty odwłok. Najczęściej spotykana jest mszyca zbożowa, mszyca czeremchowo-zbożowa oraz mszyca różano-zbożowa. Mszyce spotykane są na wszystkich gatunkach zbóż uprawianych w Polsce. Zarówno formy dorosłe jak i larwalne odżywiają się sokiem roślinnym

wysysanym z liści, pochwów liściowych i kłosów powodując więdnienie i zasychanie młodych roślin, u starszych natomiast zahamowują wykląsanie oraz powodują bielenie kłosów. Podczas żeru mszyce wpuszczają do rośliny ślinę mogącą powodować zaburzenia fizjologiczne w żywicielu m.in. w procesie fotosyntezy. Podczas jednego sezonu wegetacyjnego, w zależności od gatunku, może się rozwinąć 8-12 pokoleń szkodnika. Ponadto mszyce są wektorami chorób wirusowych zbóż. Rozwojowi agrofaga sprzyja sucha, umiarkowana pogoda oraz wysokie nawożenie azotowe.

Miniarki



Zdjęcie 26. – Miniarka

Są to drobne owady należące do rzędu muchówek, w okresie larwalnym pasożytujące wewnątrz liści zbóż. Pokarm stanowi dla nich miękisz palisadowy. Każda larwa uszkadza je-

den liść, wygryzając go od środka, powodując tym zasychanie blaszki liściowej. Rozległe uszkodzenia noszą nazwę „min”. W ciągu roku występują zazwyczaj dwa pokolenia agrofaga.

Przszczarek zbożowiec (*Haplodiplosis equestris* W.)



Zdjęcie 27. – Przszczarek zbożowiec

Szkodnik należący do rzędu muchówek. Osobnik dorosły osiąga ok 5 mm długości. Ma czarno-brązowy tułów, ciemnoczerwony odwłok, długie odnóża i przezroczyste skrzydła. Larwy początkowo jasne, później rudo-czerwone żerują na blaszkach liściowych wysysając soki. Wnikają one przez pochewkę liściową do wnętrza rośliny, a następnie kierują się w dół źdźbła. Żer zaczynają powyżej węzła. Do wczesnych objawów żerowania przszczarka zbożowca zalicza się wypukłe pochwy liściowe z siodłowatymi naroślami poniżej, w których znajdują się larwy. Kłosa często nie wykształcają się, pozostając w pochwie liściowej. Czynnikiem sprzyjającym w rozwoju agrofaga jest wysoka wilgotność podczas sezonu wegetacyjnego. Skutkiem żerowania przszczarka jest niedorozwój roślin, przedwczesna dojrzałość oraz puste ziarno.

Skrzypionki



Zdjęcie 28. – Skrzypionka zbożowa

Są to chrząszcze z rodziny *Chrysomelidae* osiągające od 5 mm długości o wydłużonym ciele barwy metalicznie zielonej lub niebieskiej w zależności od gatunku. Charakteryzują się występowaniem długich, nitkowatych czulek. W roku występuje tylko jedno pokolenie szkodnika. Po złożeniu jaj, dorosłe osobniki giną. Larwy są brunatnożółte, beznogie, pokryte lepłą substancją. Zimują w ściółce, w korzeniach roślin oraz w próchnie. Postacie dorosłe żerują na liściach zbóż i traw w okresie wiosennym, larwy żywią się miękiszem w pobliżu nerwów liściowych powodując jaśniejsze przebarwienia oraz powstawanie podłużnych dziurek w blaszce liścio-

wej. Ich żerowanie prowadzi do wzmożonego krzewienia się młodych roślin oraz ich przedwczesnego zasychania. Szkodniki te mogą być wektorami przenoszącymi wirusy chorobotwórcze. Najczęściej spotykana jest skrzypionka zbożowa oraz skrzypionka błękitek.

Ploniarka zbożówka



Zdjęcie 29. – Ploniarka zbożówka

Ploniarka zbożowa należy do rzędu muchówek. Jest szkodnikiem zbóż, kukurydzy oraz traw uprawnych. Osobnik dorosły osiąga do 2 mm długości. Jest barwy czarnej, z brązowożółtymi odnóżami i czerwonymi oczami. W trakcie sezonu wegetacyjnego występują 3 pokolenia tego szkodnika: wiosenne, letnie i jesienne. Larwy żerują na młodych roślinach oraz zawiązkach ziarniaków. Osiągają do 5 mm długości. Są lśniaco-białe, smukłe, beznogie, posiadają 1 parę czarnych haków gębowych. Jedna larwa uszkadza tylko jeden pęd. Skutkiem żerowania larw jest żółknięcie liści sercowych, które łatwo dają się wyciągnąć, u podstawy liści często obserwowana jest zgnilizna, rośliny nierozkrzewione obumierają, a te którym udało się rozkrzewić tworzą zwiększoną liczbę pędów bocznych z upośledzonym wykląsaniem, ponadto dochodzi do skrócenia kłosa oraz zmniejszenia liczby ziarniaków.

Łokaś garbatek

Jest to chrząszcz osiągający do 15 mm długości, stosunkowo szeroki, czarny po stronie grzbietowej, jasny po stronie brzusznej, odnóża są brązowo-rude. Występuje najczęściej na glebach zlewnych. Jest powszechnie występującym szkodnikiem pól uprawnych zbóż, łąk oraz pastwisk. Żeruje na wszystkich gatunkach zbóż, przede wszystkim form ozimych. Rozwojowi sprzyja znaczne zachwaszczenie łąnu. Osobniki dorosłe żerują w porze nocnej oraz o zmierzchu na kłosach, odżywiając się miękkim ziarnem, powodując tzw. szczyrbałość kłosów. Larwy osiągają do 3 cm długości. Charakteryzują się ciemną głową oraz jasnożółtym odwłokiem z dużymi czarno-brązowymi płytkami grzbietowymi.

Żerują o zmierzchu, nocą oraz w dni pochmurne. Uszkodzenia liści powstają na skutek przeżuwania oraz wysysania soków, co objawia się postrzępieniem blaszki liściowej oraz połamanymi źdźbłami. Ponadto objadają kiełkujące ziarniaki, aż do powierzchni gleby. Jedna larwa uszkadza około 25 młodych pędów zbożowych lub około 100 cm² blaszki liściowej. Jeden osobnik dorosły może w ciągu nocy wyjeść ziarniaki z całego kłosa.

Niezmiarka paskowana



Zdjęcie 30. – Niezmiarka paskowana

Jest to muchówka długości około 4 mm, żółta z czarnym trójkątem między oczami. W sezonie wegetacyjnym zbóż występują 2 pokolenia agrofaga. Samice składają jaja pojedynczo, na górnych liściach zbóż, głównie pszenicy i jęczmienia. Larwy pierwszego pokolenia żerują wewnątrz kłosów i pochew liściowych, przemieszczając się do głównego kolanka w źdźbło tworząc rynną rozszerzającą się ku dołowi. Początkowo żerowanie jest bezobjawowe.

Później zaatakowana część źdźbła nie rośnie, kłos jest znacznie skrócony, często pozostając w pochwie. Larwy drugiego pokolenia niszczą tylko pęd u podstawy którego zimują i przepoczwarczają się. Objawem charakterystycznym w przypadku ozimin zaatakowanych jesienią jest zgrubienie u nasady źdźbła, silne krzewienie lub zamieranie rośliny. Próg ekonomicznej szkodliwości wynosi 1 jajo na 10 źdźbłach lub 10% uszkodzonych źdźbeł.

Śmietka ozimówka

Jest to muchówka, której forma dorosła jest podobna do muchy domowej. Osiąga do 8 mm długości. Jest barwy szarozółtej z licznymi czarnymi włoskami. Larwy tej muchówki, kremowo-białe osiągające do 9 mm długości, uszkadzają rośliny w podobny sposób jak ploniarka zbożówka. Wnikają one do źdźbła wygryzając wewnętrzną jego część. Gdy roślina obumiera przenoszą się na następną. Wiosną obserwowane jest żółknięcie liści sercowych, które łatwo dają się wyciągnąć. Spowodowane jest to podgryzaniem i przegnięciem u podstawy. Najbardziej zagrożone są rośliny form jarych wysiewanych bardzo wcześnie.

Próg ekonomicznej szkodliwości wynosi 10 roślin uszkodzonych na 30 badanych lub 80 larw na 1 m².

Wciornastki



Zdjęcie 31. – Wciornastki

Są to owady od 1 do 5 mm długości o wydłużonym czarno-brązowym ciele, wąskich skrzydłach z długimi frędzlami, zaopatrzone w aparat kłująco-ssący. Larwy osiągają do 1,5 mm długości. Są barwy od białej, przez żółto-brązowa do pomarańczowej w zależności od gatunku. Zarówno postacie dorosłe, jak i larwy, wysysają soki z liści, źdźbeł, pochew liściowych i kłosów. Podczas żerowania do blaszki liściowej dostaje się powietrze dając złudzenie srebrzystych plam na powierzchni. Później rozwija się w tych miejscach nekroza i tkanki usychają. Do innych objawów żerowania wciornastków należą wciornastkowata plamistość, białokłosość, brązowa plamistość na ziarnie oraz niedorozwinięcie ziarniaków. Wiosną samice składają jaja w górnej części źdźbeł, tam też żerują wylęgające się larwy migrując m.in. do kwiatostanów. Po przeobrażeniu następuje krótki okres żerowania i zejście w glebę, gdzie zimują. W Polsce najczęściej spotykany jest wciornastek kalarepowiec, wciornastek zbożowy bezzębny oraz wciornastek zęborogi.

Lednica zbożowa



Zdjęcie 32. – Lednica zbożowa

Jest to groźny szkodnik zbóż, w szczególności pszenicy. Lednica zbożowa (*Aelia acuminata*) należy do rzędu pluskwiaków i osiąga ok 9 mm długości. Ciało agrofaga jest spłaszczone o barwie żółtej z ciemnymi podłużnymi paskami na głowie i tułowiu. Larwy są podobne do osobników dorosłych. Cechą różnicującą jest rozmiar oraz brak skrzydeł. W ciągu roku

występuje jedno pokolenie szkodnika. Osobniki dorosłe oraz larwy nakłuwają i wysysają soki głównie z ziarniaków i kłosów, także z liści i pochew liściowych. Przeważnie żerują na formach ozimych zbóż prowadząc do całkowitego braku lub słabego wykształcenia ziarniaków, wcześniejszego bielenia kłosów oraz mogą występować białe plamki na blaszkach liściowych. Uszkodzone rośliny cechują się ograniczonym wzrostem oraz nieprawidłowym kłoszeniem. Uzyskane ziarno zbóż jest słabej jakości. Zaorywanie ściernisk znacznie ogranicza występowanie lednicy zbożowej.

6.5.4 Metody likwidacji warunków sprzyjających rozwojowi szkodników

Właściwe zmianowanie nie „przeciążone” zbożami. Ochrona organizmów pożytecznych. Nie niszczenie żywopłotów ani roślin na brzegach pól. Stosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów do ograniczania szkodników. Wykazują one działanie hamujące rozwój mszyc, pryszcarków i skrzypionek, a preparat z wrotyczem również ogranicza szkodniki glebowe.

6.5.5 Zbiór i uprawki późniwne

W procesie produkcji zbóż, zbiór ziarna i słomy jest zabiegiem najkosztowniejszym. Koszty zbioru ziarna i słomy kształtują się na poziomie 60% całkowitych kosztów produkcji zbóż, gdzie koszt uprawy roli wynosi tylko 15,5%. Obniżenie zatem kosztów jest możliwe między innymi poprzez stosowanie nowych rozwiązań w kombajnach oraz racjonalne wykorzystanie ich w technologii zbioru zbóż. Ich prawidłowa eksploatacja wymaga dużej wiedzy. Do obsługi powinny przystąpić jedynie osoby mające odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia do kierowania takimi pojazdami. Ziarno zebrane kombajnem często pozbawione jest możliwości naturalnego wysychania, co miało miejsce podczas zbioru dwufazowego. Zbiór kombajnem umożliwia zebranie ziarna nie ponosząc większych strat z powodu osypywania się ziarna. Najmniejsze straty ponosi się wtedy, gdy wilgotność ziarna podczas zbioru wynosi 18%. Istotnym argumentem przemawiającym za zbiorem ziarna w okresie gdy jego wilgotność przewyższa zalecaną dla przechowywanego ziarna, jest możliwość zanieczyszczenia kłosów przez grzyby przechowalnicze przy zbyt długim przetrzymywaniu zboża na polu. Zebrane zboże o wilgotności ziarna powyżej 14,5 % wymaga dosuszenia. Należy wziąć pod uwagę, że mierzona wilgotność ziarna określa średnią wilgot-

ność badanej jego partii. Po zbiorze kombajnowym często poszczególne ziarniaki mają różną wilgotność. W niektórych partiach bezpośrednio po zbiorze przy średniej wilgotności próbki wynoszącej 15%, niektóre ziarniaki mogą mieć wilgotność na poziomie 10-12%, ale inne niedojrzałe, zielone, powyżej 30%. Nierównomierna wilgotność ziarniaków może być przyczyną samozagrzewania ziarna nawet wtedy gdy jego średnia wilgotność wynosi 15%. Ziarno zebrane kombajnem charakteryzuje się także podwyższoną temperaturą wynoszącą często 25-35°C. Ziarno o wilgotności większej niż 18% najczęściej nie jest w kombajnie dostatecznie oczyszczone i zawiera zielone części roślin i słomy oraz nasiona chwastów. Zanieczyszczenia posiadają większą wilgotność od ziarna, zmniejszając jego sypkosć i pogarszając zdolność do przechowywania. W czasie zbioru może dojść do uszkodzeń mechanicznych ziarna powstających w zespołach żniwnym i młócącym. Uszkodzenia te obniżają wartość biologiczną ziarna, a ponadto miejsca uszkodzeń są łatwiej zasiedlane przez grzyby toksynotwórcze. Wielkość uszkodzenia ziarna ma również wpływ na jego intensywność oddychania, zwiększa stopień utleniania i powoduje szybszy rozkład witaminy A. Aby zmniejszyć uszkodzenia ziarna należy przed zbiorem przeprowadzić regulację pracy zespołów żniwnego i młócącego w kombajnie. Natomiast, aby zmniejszyć zanieczyszczenie ziarna przez mikotoksyny lepiej je zebrać wcześniej i dosuszyć.

Uprawki późniwne prowadzone są od drugiej połowy lata do początku jesieni najczęściej podczas niedoboru wody. Wykonanie tych zabiegów natychmiast po skoszeniu zbóż jest konieczne ze względu na przerwanie parowania wody oraz walkę z chwastami. Obecnie do uprawy ściernisk coraz powszechniej stosuje się narzędzia dobrze mieszające resztki późniwne z górną warstwą gleby oraz wyposażone w precyzyjną regulację głębokości pracy. Względnie ekonomiczne powodują bowiem, że klasyczna technologia uprawy jest zastępowana uprawą uproszczoną tj. bezorkową i siewem w mulcz ścierniskowy. Do uprawy ściernisk wykorzystuje się więc agregaty na bazie kultywatora ze sztywnymi łapami oraz brony talerzowe i brony łopatkowe. Uprawa późniwna jest wykonywana w 2-3 etapach. Pierwszy przejazd agregatu ma na celu przyspieszenie kiełkowania samosiewów i nasion chwastów, a jego głębokość robocza powinna być mała tj. wynosząca ok. 4 cm. Przed zastosowaniem agregatu bardzo ważnym zabiegiem jest opryskanie ścierniska KPM w celu przyspieszenia rozkładu resztek późniwnych. Drugi zabieg, wykonywany po ok. 10-14 dniach na głębokość 6-8 cm, ma na celu wprowadzenie do gleby resztek późniwnych. W przypadku dużej masy słomy może być konieczny jeszcze trzeci nieco głębszy przejazd agregatu.

6.5.6 Bioasekuracja przechowywanych płodów (zapobieganie pleśnieniu)

W Pracowni Żywności Ekologicznej Pochodzenia Roślinnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w ramach zadań dofinansowywanych przez MRiRW prowadzono przez kilka ostatnich lat badania nad występowaniem mikotoksyn w zbożach ekologicznych bezpośrednio po zbiorze i podczas przechowywania. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że mikotoksyny fusaryjne w ziarnie zbóż ekologicznych nie stanowią zagrożenia zdrowotnego dla ludzi i zwierząt. Natomiast duże zagrożenie dla przechowywanego ziarna zbóż ekologicznych stanowią mikotoksyny przechowalnicze, które jeśli wystąpią w zbożu zebranym z pola lub w trakcie przechowywania to na końcu łańcucha żywieniowego występują w produktach zbożowych często w ilościach przekraczających maksymalne dopuszczalne normy ustalone dla zbóż. Występowanie mikotoksyn przechowalniczych w ziarnie bezpośrednio po zbiorze świadczy o możliwości zakażenia badanego zboża przez grzyby z rodzajów *Penicillium* i *Aspergillus* jeszcze na polu. Taka sytuacja może mieć związek z długim okresem przetrzymywania w pełni dojrzałego zboża na polu, aby osiągnąć niską wilgotność ziarna. W tym czasie występują zmienne warunki pogody, podczas których tworzą się sprzyjające warunki dla rozwoju grzybów przechowalniczych na kłosach, a następnie na ziarnie. Należy zrobić wszystko, aby nie dopuścić do rozwoju tych grzybów na ziarnie, gdyż zawartość tworzonych przez nie mikotoksyn systematycznie wzrasta podczas przechowywania, przetwarzania ziarna, a następnie przechowywania produktów z tego ziarna. Czyli wcześniejszy zbiór zboża z pola, po osiągnięciu wilgotności ziarna na poziomie ok. 14,5% jest ze wszech miar wskazany, a nie czekanie na jeszcze niższą wilgotność, bo wtedy może dochodzić do szybkiego rozwoju grzybów przechowalniczych i tworzenia przez nie mikotoksyn w ziarnie.

Stosowanie preparatów mikrobiologicznych na rośliny zbożowe na polu i podczas magazynowania ziarna nie ogranicza całkowicie grzybów toksynotwórczych, aczkolwiek grzyby z rodzaju *Fusarium* nie tworzą w takich warunkach dużych ilości mikotoksyn. Problem stanowią grzyby przechowalnicze, na które kompozycje pożytecznych mikroorganizmów występujące w preparatach probiotycznych oddziałują słabiej.

7. Przykłady dobrych praktyk w uprawie zbóż

Dr Tadeusz Solarzski współautor niniejszego opracowania mówi: Prowadzę 70-hektarowe gospodarstwo rolne, w którym uprawiam ok. 20 ha zbóż, 30 ha kukurydzy i 20 ha rzepaku. Duży udział zbóż nie jest dobry z punktu widzenia agrotechnicznego, ponieważ zwiększa się ryzyko wystąpienia różnego rodzaju chorób i szkodników. Większość słomy pozostaje na polu i konieczne jest staranne wymieszanie jej z glebą. Najlepiej gdyby do tej operacji zostały użyte kultywatory podorywkowe, brony talerzowe, połączone w zależności od gleby wały, które wyrównują i dogniatają glebę. Przed wymieszaniem z glebą należy pociętą słomę potraktować dostępnymi na rynku preparatami przyspieszającymi jej rozkład mineralny. Zabiegi te ograniczają procesy gnilne, podczas których wytwarzane są trujące dla zbóż związki fenolowe. Z własnego doświadczenia, zalecałbym oprysk pola po zbiorze zbóż kompozycjami pożytecznych mikroorganizmów (KPM). Moje i innych rolników obserwacje potwierdzają widoczny, pozytywny wpływ tych preparatów na rozkład resztek poźniwnych z jednoczesnym ograniczeniem rozwoju toksynotwórczych grzybów. W swoim gospodarstwie nie tylko opryskuję KPM słomę zbożową ale również słomę kukurydzianą po zbiorze ziarna. Efekt działania KPM jest bardzo widoczny. Kukurydzę uprawiam po sobie przez kilka lat i z tego powodu mam problemy z omacnicą prosowianką. Stwierdzam, że po opryskach słomy kukurydzianej KPM, w następnym roku jest widoczne zmniejszenie populacji tego szkodnika. Większość pól w naszym kraju, wymaga wapnowania. Zakwaszenie gleb jest jednym z najbardziej istotnych problemów, jeśli chodzi o podniesienie urodzajności gleb. Nawet wysokie nawożenie mineralne, przy niskim pH nie daje oczekiwanych efektów, a notuje się ewidentne straty w postaci niskich plonów i słabej jakości ziarna. Z jakością ziarna zwykle łączą się wielkość przemiałowa i jakość wypiekowa. Analiza gleb jest podstawowym wskaźnikiem jakich i ile powinno się stosować nawozów na pola pod poszczególne uprawy. Tradycyjnie wapnowanie wykonuje się rozsiewaczami do wapna. Niestety większość rolników ich nie posiada. Istnieje w sprzedaży wapno kredowe w postaci granulowanej, które doskonale można wysiewać tradycyjnymi rozsiewaczami do wysiewu nawozów. Wapno to posiada formę węglanu wapnia, rozpuszczalność jego w środowisku kwaśnym przekracza 90% już w pierwszym roku nawożenia. Stosuje się go w dawkach od 500 do 1500 kg/ha w zależności od typu gleby i stopnia zakwaszenia. Może być stosowane po żniwach, ale jest również idealne do nawożenia pogłównego i w rolnictwie ekologicznym. KPM systematycznie stosowane również obniżają kwasowość gleby, ale przy bar-

dzo kwaśnej glebie należy na początku zastosować wapno kredowe, które może podnieść pH o 1 stopień, a nie stanowi zagrożenia dla życia biologicznego w glebie. Jednym z głównych czynników plonotwórczych, jest wysiew kwalifikowanego materiału siewnego oraz właściwie dobrana odmiana do regionu i klasy gleby. W naszym kraju obsiewa się średnio 10 % materiałem kwalifikowanym. Jest to jeden z najniższych wskaźników w UE. Wynika to bardzo często z niskiej opłacalności uprawy zbóż. Dobierając odmianę należy zwrócić uwagę na przeznaczenie ziarna, mrozoodporność, tolerancję na warunki glebowe i wielkość opadów, a także odporność na fuzariozę kłosów. Przy wyborze odmiany, rolnicy powinni kierować się wynikami Porejestrowego Doświadczalnictwa Terenowego, które obejmuje cały kraj. Na podstawie wyników PDO układane są listy odmian rekomendowanych do uprawy w danym rejonie. Należy jednocześnie zwrócić uwagę na jakość wypiekową mąki. W ocenie wartości gospodarczej odmiany, podstawowe znaczenie ma wielkość plonowania i jakość ziarna. Od wielu lat zwiększa się zapotrzebowanie na odmiany jakościowe i chlebowe, a zmniejsza się na paszowe.

Przykład drugi pole Pana Prajsa w Kosinie koło Łańcuta:



pH 4,4 fosfor 7,8 mg/100g
potas 8,0 mg/100g
plon 2,5t/ha

pH 6,4 fosfor 16,3mg/100g
potas 10 mg/100g
plon 5,0t/ha

Zdjęcie 33. – Pole pszenicy ozimej z prawej strony należy do rolnika Prajsa z Kosiny koło Łańcuta, a pole pszenicy jarej z lewej to pole jego sąsiada

Na polu pana Prajsa od 2003 roku nie stosuje się nawożenia fosforem, potasem i wapnowania. Różnica w zawartości składników pokarmowych nie jest duża, ale występuje znacząca różnica w plonie. Próby gleby pobierano w takim stadium rozwoju roślin jak na zdjęciu. Na starcie w 2003 roku pH gleby Pana Prajsa było takie jak na polu obok.

Przykład ten pokazuje, że określone przez Stację Chemiczną zawartości przyswajalnych składników pokarmowych nie przekładają się wprost na wysokość plonu. Jeżeli gleba ma prawidłowe pH i prawidłową aktywność mikrobiologiczną dostępność składników pokarmowych dla roślin jaką wykazuje Stacja Chemiczno-Rolnicza wynosi ok 90%, jeżeli natomiast któryś z tych parametrów jest niewłaściwy wynosi ona najwyżej 30%. Dlatego w miarę wzrostu nawożenia i stosowania środków chemicznych w rolnictwie na ten sam plon potrzeba coraz więcej nawozów. Gdyby rolnik na polu obok Pana Prajsa chciał uzyskać taki sam plon musiałby trzykrotnie zwiększyć nawożenie. W takich warunkach ginie wiele mikroorganizmów zwłaszcza biorących udział w tworzeniu próchnicy, zaczynają się procesy gnicia materii organicznej i gleba się zakwasza. Aby podtrzymać plonowanie zaczyna się stosować coraz więcej nawozów, a jednocześnie naturalna żyzność gleby maleje. Wreszcie dochodzi się do gleby optymalnej pod względem chemicznym, o zawartości próchnicy 0,3%.



Zdjęcie 34. – Widoczna różnica w strukturze i barwie między glebą rolnika Prajsa (po prawej) i glebą sąsiada

Powyższe zdjęcie zrobiono po deszczu. Z lewej strony gleba zaczyna się zlewać i przestaje chłonać wodę, a z prawej zachowuje strukturę gruzelkową. Zmieniła się również barwa gleby na skutek wzrostu w niej ilości próchnicy. W 2003 roku gleba rolnika Prajsa i jego sąsiada miała taką samą barwę.

Omawiając naturalną żyzność gleby nie można pominąć problemu resztek poźniwnych. Zawierają one zaskakująco dużo składników pokarmowych. Pozostałości roślinne powinny być traktowane z dużą troską jako źródło bezcennych naturalnych nawozów organicznych. Według prof. dr hab. Czesława Szewczuka z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w pozostałościach uprawianych roślin na 1ha – na uprawianym polu pozostaje dużo azotu, fosforu i potasu.

Tabela 5. – Pozostałości Azotu, Fosforu i Potasu na uprawianym polu

Nazwa rośliny	Azot		Fosfor		Potas		Razem wartość w zł
	kg	zł	kg	zł	kg	zł	
Zboża — średnio	28	112	12	47	85	264	423
Słonia rzepakowa	43	173	18	71	121	376	620
Słonia kukurydzy	72	289	41	161	194	603	1053
Liście buraka cukrowego	112	450	27	107	170	529	1086

Resztki poźniwne wzbogacą glebę w składniki pokarmowe pod warunkiem że są dobrze rozłożone.

Kolejne przykłady dobrych praktyk w uprawie zbóż przytacza pan Wojciech Sowiński z Jasionki k/Rzeszowa. Jest on wieloletnim ekspertem w zakresie stosowania kompozycji pożytecznych mikroorganizmów (KPM) w uprawie tych roślin i z jego porad korzystają m.in. gospodarstwo należące do Krakowskiej Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego z Krzczonowa k/Buska oraz gospodarstwo rolnika Prajsa z Kosina koło Łańcuta. Obydwa te gospodarstwa stosują KPM od 2004 roku. Zamieszczone dalej wyniki analiz glebowych (Tabela 6, 7) z pola o pow. ponad 40 ha w gospodarstwie w Krzczonowie wskazują, że zasobność w składniki pokarmowe w ciągu tych ośmiu lat prawie się nie zmieniła. Wzrosła tylko zawartość próchnicy. Nie byłoby w tym nic dziwnego gdyby nie fakt, że od roku 2003 na tym polu jak i w całym gospodarstwie zaprzestano nawożenia fosforem i potasem. Plony w tym gospodarstwie wynoszą: pszenicy 7-8t/ha, rzepaku 3,5 -4,8t/ha, kukurydzy 8-11t/ha, cebuli 40-60t/ha.

Według chemicznej teorii żywienia roślin tylko na tych polach powinno brakować składników pokarmowych. Obecnie wysokość plonów w tym gospodarstwie limituje nie zasobność w składniki pokarmowe, ani ich dostępność, a woda.

Pożyteczne mikroorganizmy wprowadzone do gleby działają zasadniczo w trzech kierunkach. Zwiększają aktywność mikrobiologiczną gleby, uaktywniają procesy tworzenia próchnicy i naturalnego odkwaszania gleby, a w konsekwencji rośnie żyzność gleby.

Według pana Sowińskiego, probiotyczna technologia, pomimo jej niezaprzeczalnych walorów, powoli wchodzi do rolnictwa, ponieważ rolnicy boją się zmian nawet jeżeli są to zmiany na lepsze.

Tabela 6. – Pole-K4, rok 2003, powierzchnia 40,49 ha

Numer próbki	Rodzaj użytku	Gleba	kwasowość		Potrzeby wapnowania	Zawartość w mg na 100 g gleby i ocena					
			pH	odczyn		fosforu P205		potasu K20		magnezu Mg	
3197	orne	średnia	6.6	obojętny	zbędne	20.1	b. wysoka	17.8	średnia	12.0	b. wysoka
3198	orne	średnia	6.6	obojętny	zbędne	19.9	wysoka	18.7	średnia	11.3	b. wysoka
3199	orne	średnia	6.8	obojętny	zbędne	20.1	b. wysoka	20.0	średnia	8.7	wysoka
3200	orne	średnia	6.5	lekko kwaśny	ograniczone	20.1	b. wysoka	28.7	b. wysoka	8.3	wysoka
3201	orne	średnia	7.4	zasadowy	zbędne	17.9	wysoka	15.7	średnia	9.7	b. wysoka
3202	orne	średnia	7.1	obojętny	zbędne	17.0	wysoka	18.2	średnia	10.3	b. wysoka
	orne	średnia	6.7	obojętny	zbędne	17.9	wysoka	17.3	średnia	11.1	b. wysoka

Tabela 7. – Pole-K4, rok 2010, powierzchnia 40,49 ha

Wyniki badań na zawartość makroelementów

Nr próbki	Oznaczenie próbki przez klienta	Rodzaj użytku	Kategoria agronomiczna gleby	Kwasowość		Potrzeby wapnowania	Zawartość składn. przyswajalnych (w mg na 100g gleby) i ocena					
				pH w KCL	Odczyn		Fosforu		Potasu		Magnezu	
							P ₂ O ₅	ocena	K ₂ O	ocena	Mg	ocena
19	K4/1	ornie	średnia	6,84	obojętny	zbędne	20,7	bardzo wysoka	24,0	wysoka	13,2	bardzo wysoka
20	K4/2	ornie	średnia	7,33	zasadowy	zbędne	18,2	wysoka	20,5	wysoka	10,7	bardzo wysoka
21	K4/3	ornie	średnia	7,08	obojętny	zbędne	17,0	wysoka	19,0	średnia	12,0	bardzo wysoka
22	K4/4	ornie	średnia	6,63	obojętny	zbędne	27,0	bardzo wysoka	24,0	wysoka	12,8	bardzo wysoka
23	K4/5	ornie	średnia	6,72	obojętny	zbędne	25,3	bardzo wysoka	28,0	bardzo wysoka	14,1	bardzo wysoka
24	K4/6	ornie	średnia	6,79	obojętny	zbędne	19,4	wysoka	22,5	wysoka	13,8	bardzo wysoka
25	K4/7	ornie	średnia	7,22	obojętny	zbędne	14,8	średnia	18,0	średnia	13,2	bardzo wysoka
26	K4/8	ornie	średnia	6,71	obojętny	zbędne	21,2	bardzo wysoka	26,5	bardzo wysoka	14,5	bardzo wysoka
27	K4/9	ornie	średnia	6,38	lekko kwaśny	ograniczone	22,0	bardzo wysoka	29,0	bardzo wysoka	13,9	bardzo wysoka
28	K4/10+11	ornie	średnia	6,68	obojętny	zbędne	15,8	wysoka	27,0	bardzo wysoka	16,6	bardzo wysoka

Wyniki badań na zawartość mikroelementów

Nr próbki	Oznaczenie próbki przez klienta	Kategoria agronomiczna gleby	Kwasowość pH w KCL	Zawartość składników przyswajalnych [w mg na 1000g gleby] i ocena							
				Bor		Mangan		Miedź		Cynk	
				B (bor)	ocena	Mn (mangan)	ocena	Cu (miedź)	ocena	Zn (cynk)	ocena
K4/1-10+11	orne	średnia	6,77	1,58	niska	195,4	średnia	4,1	średnia	14,6	średnia
										957,5	
										średnia	

Kod próbki	Składnik badany / jednostka / metoda badań			
	C-entelalny		S-ogólna	
	%		%	
	Próchnica		%	
G/1/30/6 odsyp-K4/1-10+11	PB 18 edycja 2 z dnia 3.08.2009r.		z <i>przeliczenia</i>	
	1,40		2,41	
			0,0197	

8. Podsumowanie

Nowoczesne rolnictwo to nie tylko nowoczesne technologie ułatwiające uprawę oraz przechowywanie i przetwórstwo, ale również podejście do kwestii optymalnego nawożenia, żyzności gleby, wieloletniego zorientowania na prawidłowe funkcjonowanie gleby, wprowadzenie ograniczeń stosowania chemii środowiskowej w nawożeniu oraz ochronie roślin, nowoczesne produkty wspomagające uprawę i wysokiej jakości żywność to również odchodzenie od nadmiernej specjalizacji gospodarstw z większym ukierunkowaniem na bioróżnorodność. Dzięki coraz lepszemu edukacji rolników następuje powrót do stosowania nawozów organicznych oraz stosowanie innowacyjnych rozwiązań takich jak nawozy organiczne o spowolnionym uwalnianiu składników m.in. azotu, rozwój innowacyjnych naturalnych technologii wspomagających odbudowę próchnicy oraz materii organicznej w glebie opartych na KPM czy naturalne środki ochrony roślin na bazie ekstraktów roślinnych i kompozycji pożytecznych mikroorganizmów.

Uprawa zbóż w Polsce nie należy do najłatwiejszych w ostatnich latach. Obserwuje się stałe nasilenie niekorzystnych zjawisk pogodowych takich jak przymrozki, opady śniegu, uszkodzenia gradowe, susze, ulewne deszcze, szczególnie podczas wiosenno-jesiennego okresu wegetacji roślin. Takie zjawiska skłaniają producentów zbóż do poszukiwań rozwiązań ułatwiających roślinom regenerację po wystąpieniu czynników stresowych, a także w celu podwyższenia ilości i jakości uzyskanych plonów. Stosowanie KPM dogłębowo przed siewem zbóż oraz dolistnie w okresie wzrostu roślin ogranicza patogeny i szkodniki oraz zwiększa odporność roślin na suszę, przymrozki, choroby i szkodniki. Zaprawianie ziarna zbóż KPM powoduje szybsze i równe kiełkowanie, mniejszą podatność młodych roślin na choroby grzybowe, wirusowe i bakteryjne oraz silniejszy wzrost roślin i większą ich odporność na czynniki zewnętrzne. Stosując preparaty mikrobiologiczne w uprawie zbóż można istotnie ograniczyć chemiczne środki ochrony roślin, zwiększyć ilość i jakość plonów.

9. 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, wysokopienne odmiany odporne na agrofagi, retencja azotu biologicznego z roślin motylkowatych) w celu wyprodukowania zdrowszej żywności i ochrony środowiska”¹⁴.

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 gleby¹⁵. 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, uniesko-

¹⁴ Encyklopedia Ekologiczno-Rolnicza, Wrocław 2003, hasło: biologizacja rolnictwa.

¹⁵ J. Wereszczaka, Biologizacja – nowy trend w rewolucji agrarnej, w: *Uzdrowić Ziemię*, red. K. Długoś, Warszawa 2012, s. 87 – 93.

dliwanie zanieczyszczeń, kontrola patogenów, szkodników i procesu zapylania (większość owadów zapylających ma fazę obecną w glebie)¹⁶. Autorzy *Milenijnej Oceny Ekosystemów*¹⁷ 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 przyrodniczych¹⁸. „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”¹⁹.

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 przestrzegął, 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

¹⁶ P. Skubała, Czy różnorodność biologiczna i usługi środowiskowe w glebie są zagrożone?, [w:] „Biologizacja warunkiem zdrowego środowiska i ekonomicznego rolnictwa”, Toruń 2013, s. 14.

¹⁷ Raport z 2005 r., największe przedsięwzięcie naukowe ostatnich lat, w którym uczestniczyło 1360 ekspertów z 95 krajów zrecenzowane przez 80 niezależnych ekspertów.

¹⁸ 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.

¹⁹ j.w.

rumowiskiem składników mineralnych podobnie, jak są powierzchnie otaczających ziemię planet”²⁰.

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 żywienia 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 użycia 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

20 j.w.

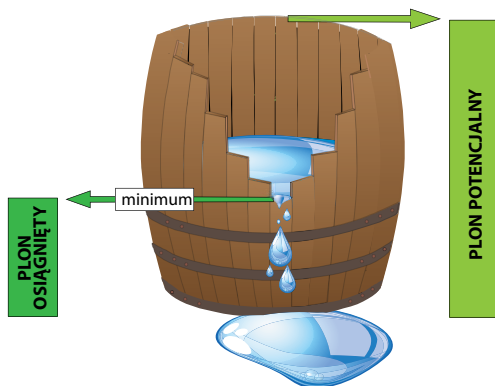
zaleceniach R. Steinera, w prowadzonym przez siebie gospodarstwie korzystał z wytycznych metody biodynamicznej. Opracował też kilka teoretycznych artykułów dotyczących rozwiązań w rolnictwie ukierunkowanym na biologizację, np. pisał o kompostowaniu czy pozytywnym wpływie dżdżownic na strukturę gleby.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

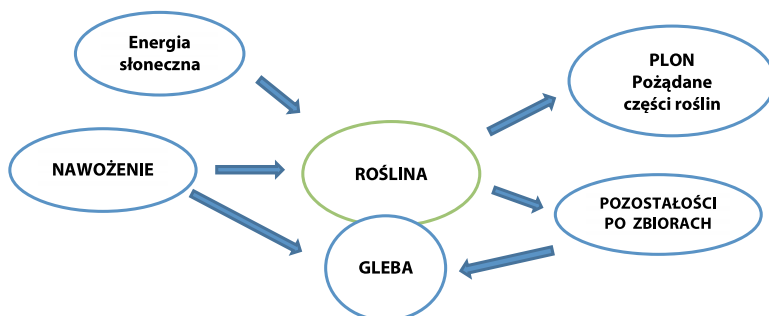
- *„Plon roślin zwiększa się wraz ze wzrostem dawek składnika pokarmowego proporcjonalnie do różnicy pomiędzy plonem maksymalnym, a plonem rzeczywiście przez dawkę tego składnika osiągniętym”.*

Pierwszy kilogram np.: azotu, którym nawozi się daną uprawę, da duży przyrost plonu, każde kolejne kilogamy 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.Voisin²¹** (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-

²¹ 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.

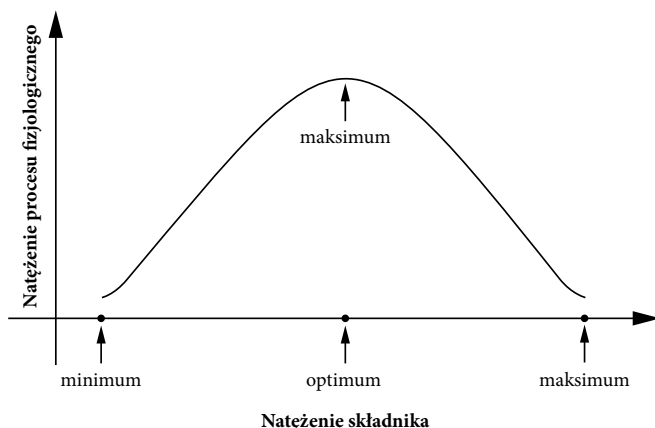
◆ **Prawo maksimum Shelforda** oparte jest na odkryciu górnego punktu krytycznego. Informuje ono o tym, że jeżeli w glebie będzie nadmiar substancji przyswajalnej przez roślinę zahamuje to jej wzrost i przez to obniży plony.

„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 Shelfforda.

◆ **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, bioprocessów 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, wysokopienne 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, fekaliiów itp. Wykorzystywane są także do mineralizacji fekaliiów 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 częścią (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 krwi, mikroorganizmy pozyskane od przemysłu mleczarskiego i pewne szczepy drożdży.

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

rzony 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.

Prebiotyki:

- 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 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 Powałowski²²

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 szczepy²³.

Szczep - to czysta kultura wyizolowanego mikroorganizmu, czyli „zbiór” komórek jednorodnych genotypowo i fenotypowo, czyli wykazujących podobne właściwości, należących do tego samego gatunku²⁴.

²² 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.

²³ Libudysz Z., Kowal K., Żakowska Z.: Mikrobiologia techniczna Tom I i II, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2008.

²⁴ 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)²⁵.

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.²⁶.

Konsorcjum mikroorganizmów – zespół różnorodnych mikroorganizmów 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-

²⁵ Tamże.

²⁶ 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 mikroorganizmy – najniżej zorganizowane formy życia są pierwszym i ostatnim ogniwem łańcucha pokramowego, określanego również łańcuchem 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 życia²⁷.

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-, hekso-, 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 sygnałów²⁸.

²⁷ Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.

²⁸ 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 agarą, wylewana na płytki²⁹.

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 badanego³⁰.

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 wykorzystywana 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 żelatynę³¹.



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 odżywc-

²⁹ Tamże.

³⁰ Tamże.

³¹ 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 gnilne³².

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 pokarmowego³³.

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,

³² Mitsuoka T.: Bifidobacteria and their role in human health. J. Ind. Microbiol. 6: 263-267 (1990).

³³ 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 jelit³⁴.

Lactobacillus plantarum jest Gram-dodatnią, nieprzetrwalnikującą bakterią, zdolną do wzrostu w różnorodnych środowiskach, preferującą warunki bez-tlenowe. 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 – kiszzonej 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*³⁵.

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.

³⁴ Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.

³⁵ 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*³⁶.

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 *Carnobacterium*, 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*³⁷.

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-

³⁶ Altermann E., et al.: Complete genome sequence of the probiotic lactic acid bacterium *Lactobacillus acidophilus* NCFM. PNAS 102: 3906–3912 (2005).

³⁷ 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).

owego 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 cytokinin³⁸.

Lactobacillus fermentum należy do rodzaju *Lactobacillus*, wykazując podobne właściwości i cechy morfologiczne jak powyżej opisani przedstawiciele tego rodzaju. Szczepy tego gatunku są wszechstronnie 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 komórkowych³⁹.

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*

³⁸ 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).

³⁹ 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 Safe*) tzn. ogólnie uważany za bezpieczny. Bardzo dobrze poznana jest też biologia, metabolizm i genetyka tej bakterii⁴⁰.

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 jakiegokolwiek 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 dobę⁴¹.

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-

⁴⁰ 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).

⁴¹ 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 ludzi⁴².

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 wapnia⁴³.

Rhodopseudomonas palustris jest Gram-ujemną, niesiarkową bakterią purpu-

⁴² 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).

⁴³ Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.

rową wchodzącą w skład grupy tzw. PNSB. Stwierdzono, że *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 biotechnologicznych⁴⁴.

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*⁴⁵.

⁴⁴ Tamże.

⁴⁵ Tamże.

Bibliografia

- Drinkwater, L.E., Wagoner, P. & Sarrantonio, M. 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature* 396: 262 - 265.
- Leu A., *Journal of Organic Systems* – Vol.4 No.1, 2009 ISSN 1177-4258
- Lotter, D.W., Seidel, R. & Liebhart, W. 2003. The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year. *American Journal of Alternative Agriculture* 18(3): 146–154.
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D. & Seidel, R. 2005. Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems, *Bioscience* 55(7): 557-582.
- Posner, J.L., Baldcock, J.L. & Hedtcke, J.L. 2008. Organic and conventional production systems in the Wisconsin integrated cropping systems trials: I. productivity 1990-2002, *Agronomy Journal*, 100: 253-260
- Stevenson J. 1998. *Humus Chemistry in Soil Chemistry*, Wiley. New York, p.148
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D. & Seidel, R. 2005. Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems, *Bioscience* 55(7): 557-582.
- 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

dr inż. Arkadiusz Artyszak

dr inż. Tadeusz Solarski

mgr Marzena Marzec

Korekta i skład:

Marek Gacka

Projekt okładki:

Dominik Gacka

adres do korespondencji:

ul. Krakowskie Przedmieście 66, lok. 4
00-322 Warszawa, woj. mazowieckie

ISBN: 978-83-939158-0-4

Biuletyn dostępny na stronach: www.ksow.pl/biblioteka-ksow, www.dziedzictwonatury.pl