



JAROSŁAW STALENGA
KRZYSZTOF JOŃCZYK

**PORADNIK
DOBRYCH PRAKTYK PŁODOZMIANOWYCH
W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM**



PUŁAWY 2023

Jarosław Stalenga, Krzysztof Jończyk

**PORADNIK DOBRYCH PRAKTYK
PŁODOZMIANOWYCH W ROLNICTWIE
EKOLOGICZNYM**

(Wydanie drugie poprawione i uzupełnione)

Puławy, 2023

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
24-100 Puławy, ul. Czartoryskich 8, tel. 0 814 786 800
Dyrektor: prof. dr hab. Wiesław Oleszek

Opracowanie wykonano w ramach zadania 4.1. pt. „Identyfikacja problemów oraz doskonalenie płodozmianu i gospodarki nawozowej w gospodarstwach ekologicznych o różnych profilach produkcji”
z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2023 r.

Opracowanie graficzne: mgr Katarzyna Mikulska

ISBN 978-83-7562-414-4

Publikacja elektroniczna

Copyright by Wydawnictwo IUNG, Puławy 2023

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	5
2. SŁOWNICZEK TERMINÓW ZWIĄZANYCH Z GOSPODARKĄ PŁODOZMIANOWĄ ..	6
3. PODSTAWOWE FUNKCJE I ZASADY GOSPODARKI PŁODOZMIANOWEJ W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM	8
4. ELEMENTY ZMIANOWANIA I ICH ZNACZENIE W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM	11
5. ODDZIAŁYWANIE PŁODOZMIANU NA ŻYZNOŚĆ GLEBY	20
6. WPŁYW PŁODOZMIANU NA ZACHWASZCZENIE	22
7. WPŁYW PŁODOZMIANU NA ZDROWOTNOŚĆ ROŚLIN UPRAWNYCH	24
8. OCENA RÓŻNYCH MODELI ZMIANOWAŃ EKOLOGICZNYCH	27
9. PRZYKŁADY ZMIANOWAŃ DLA GOSPODARSTW EKOLOGICZNYCH O RÓŻNYCH PROFILACH PRODUKCJI	31
10. LITERATURA.....	34

1. WSTĘP

W rolnictwie ekologicznym, z uwagi na zakaz stosowania syntetycznych nawozów mineralnych oraz chemicznych środków ochrony roślin, poprawnie skonstruowany płodozmian ma kluczowe znaczenie dla efektywnej produkcji rolniczej. W planowaniu płodozmianu oprócz istotnych czynników przyrodniczo-ekologicznych powinno się także uwzględniać strukturę organizacyjną gospodarstwa, zasoby siły roboczej i parku maszynowego, jak również potrzeby rynku. Kluczowym długofalowym celem w planowaniu płodozmianu w rolnictwie ekologicznym jest zwiększanie lub utrzymywanie na odpowiednim poziomie żyzności gleby, co w efekcie powinno zapewniać stabilne warunki dla prowadzenia opłacalnej i zrównoważonej produkcji rolniczej.

Niniejszy poradnik skierowany jest głównie do doradców, rolników ekologicznych, ale także do studentów i uczniów szkół rolniczych. Zasadnicza jego część bazuje na opracowaniu wydanym w 2005 r. przez CDR Radom pod tytułem „Płodozmiany w gospodarstwie ekologicznym” autorstwa jednego ze współautorów – Krzysztofa Jończyka. Stanowi on zatem jego uzupełnione i poprawione drugie wydanie. Najważniejszym nowym elementem poradnika jest część opisująca wyniki doświadczenia prowadzonego od 2010 r. w RZD IUNG-PIB w Grabowie nad oceną różnych zmianowań reprezentujących trzy modele gospodarstw ekologicznych.

2. SŁOWNICZEK TERMINÓW ZWIĄZANYCH Z GOSPODARKĄ PŁODOZMIANOWĄ

Czynniki zmianowania – grupy warunków w różnym stopniu decydujących o wielkości i jakości uzyskiwanych plonów, które trzeba uwzględnić, planując zmianowanie roślin:

- przyrodnicze (gleba, klimat, właściwości biologiczne roślin uprawnych, np. potrzeby wodne i nawozowe, budowa systemu korzeniowego, masa i jakość resztek poźniwnych, długość okresu wegetacji, itd.);
- agrotechniczne (wymagania gatunków roślin w stosunku do uprawy roli, nawożenia naturalnego/organicznego i mineralnego, ochrony roślin i innych elementów agrotechniki);
- organizacyjno-ekonomiczno-techniczne (opłacalność produkcji, wyposażenie gospodarstwa w sprzęt techniczny, pracochłonność, możliwość zbytu ziemio-plodów itd.).

Element zmianowania – gatunek rośliny uprawnej lub grupa roślin o podobnych wymaganiach w stosunku do przedplonu i pozostawiająca roślinom następczym stanowisko o zbliżonej wartości.

Międzyplon – roślina w czystym siewie lub w mieszance uprawiana na danym polu pomiędzy dwoma zasiewami plonu głównego. Wyróżnia się międzyplony ścierniskowe i ozime oraz wsiewki międzyplonowe.

Ogniwo zmianowania – fragment zmianowania obejmujący przedplon i roślinę następczą.

Plon wtóry – roślina, będąca plonem głównym, uprawiana bezpośrednio po zbiorze międzyplonu ozimego, np. ziemniak, kukurydza.

Płodozmian – system zagospodarowania gruntów ornych oparty na zaplanowanym z góry na wiele lat zmianowaniu roślin, na wyznaczonym do tego celu obszarze podzielonym na pola, jednocześnie dostosowany do warunków rolniczo-ekonomicznych gospodarstwa.

Pole płodozmianowe – podstawowa jednostka obszarowa danego płodozmiannu, na której stosuje się kolejność zasiewów (następstwo roślin) wynikającą z zaplanowanej rotacji zmianowania. Obejmuje ono wszystkie rośliny uprawiane na nim w danym roku jako: plon główny, plon wtóry i międzyplon.

Rotacja zmianowania – zamknięty cykl następstwa roślin odpowiadający liczbie lat, po której każda roślina wraca na to samo miejsce.

Struktura zasiewów – udział gatunków lub ich grup (np. zboża, okopowe, oleiste, pastewne) w ogólnej powierzchni gruntów ornych gospodarstwa, gminy, województwa, kraju, wyrażony w % lub ha.

Zmianowanie – następstwo roślin po sobie na danym polu uwzględniające wymagania roślin oraz warunki siedliskowe, zapewniające uzyskanie optymalnych i stabilnych plonów oraz przyczyniające się do utrzymania na wysokim poziomie żyzności gleby.

3. PODSTAWOWE FUNKCJE I ZASADY GOSPODARKI PŁODOZMIANOWEJ W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM

W rolnictwie ekologicznym płodozmian poprzez oddziaływanie na stan sanitarny, biologiczną aktywność, właściwości fizyczne i chemiczne gleby, jest podstawowym elementem plonotwórczym. Można wyodrębnić jego następujące szczegółowe funkcje:

a) produkcyjno-biologiczne:

- stabilizacja plonowania roślin,
- zwiększanie dopływu składników nawozowych,
- poprawa warunków powietrzno-wodnych oraz struktury gleby,
- sprzyjanie nagromadzaniu węgla organicznego i w konsekwencji zwiększaniu ilości próchnicy,
- utrzymanie wysokiej aktywności biologicznej gleby.

b) ochronne w zakresie ograniczania:

- występowania chwastów,
- pojawu szkodników (największa skuteczność dotyczy szkodników, które nie są mobilne, żywią się niewielką liczbą roślin uprawnych i zimują w glebie w postaci jaj lub larw),
- występowania patogenów wywołujących choroby roślin, szczególnie jeśli patogen ma ograniczony zakres żywicieli oraz zimuje w resztkach poźniwnych lub w glebie,
- erozji wodnej i wietrznej,
- strat składników nawozowych,
- upraszczania różnorodności krajobrazu rolniczego.

c) organizacyjne:

- produkcja odpowiedniej ilości paszy dla zwierząt,
- stabilizacja dochodu,
- zapobieganie spiętrzeniom prac polowych,
- ograniczanie ryzyka uprawy.

Kluczowa zasada gospodarki płodozmianowej w rolnictwie ekologicznym brzmi: **dany gatunek roślin plonuje tym wyżej, im rzadziej jest uprawiany na tym samym polu.**

Ponadto w gospodarowaniu ekologicznym powinno unikać się uprawy gatunków:

- z dużymi potrzebami nawozowymi (np. rzepak, burak cukrowy);
- wolnym początkowym tempem wzrostu i małymi zdolnościami konkurencyjnymi w stosunku do chwastów (np. kukurydza, burak cukrowy);
- słabo oceniających glebę, zubożających ją w materię organiczną oraz sprzyjających nasileniu erozji (np. kukurydza, burak cukrowy);
- z dużą podatnością na choroby lub szkodniki (np. rzepak).

Planując płodozmian w gospodarstwie ekologicznym, powinno się uwzględnić następujące kroki (Freyer, 2003):

Krok	Typ zmiany	Kryteria doboru	Przykładowe gatunki roślin
1.	wykluczyć rośliny	ograniczone możliwości zbytu	burak cukrowy
2.	zmniejszyć udział roślin	ograniczenia fitosanitarne, potrzeba zróżnicowania zestawu roślin towarowych	pszenica
		duże prawdopodobieństwo silnego zachwaszczenia	jęczmień
		trudności z zaspokojeniem potrzeb pokarmowych	kukurydza
3.	zwiększyć udział roślin	pokrycie zapotrzebowania na paszę, wiązanie azotu, ograniczenie występowania chorób i chwastów	bobowate wieloletnie z trawami
4.	określić udział roślin towarowych	potencjał rynkowy, opłacalność, nakłady pracy	warzywa
5.	uwzględnić dotychczas nieuprawiane gatunki roślin	potencjał handlowy (nisze rynkowe), różnorodność upraw, wiązanie azotu	pszenica orkisz, samopsza, warzywa, rośliny bobowate grubonasienne
6.	zwiększyć udział międzyplonów	poprawa żyzności gleby, produkcja paszy, ograniczenie zachwaszczenia i wymywania azotu	facelia, żyto z wyką, gryka, gorczyca

W systemie ekologicznym preferowane są płodozmiany wielopolowe o długich rotacjach (5–6 lat). Istnieje wówczas konieczność wprowadzania do uprawy gatunków o mniejszej wartości rynkowej oraz ponoszenia dodatkowych kosztów na zmechanizowanie prac (różne grupy roślin wymagające odmiennych technologii, np. siewu, zbioru).

W płodozmianach tych muszą znaleźć miejsce rośliny bobowate, a ich udział w strukturze zasiewów powinien wynosić około 25–30%. Mogą to być rośliny bobowate grubonasienne, ich mieszanki ze zbożami lub wieloletnie bobowate drobnonasienne wysiewane w siewach czystych lub w mieszankach z trawami.

Udział zbóż w strukturze zasiewów w gospodarstwach ekologicznych powinien wynosić 40–60%, a roślin okopowych nie powinien przekraczać 20–25%. Udział poszczególnych grup roślin w strukturze zasiewów determinowany jest specyfiką gospodarstwa związaną z profilem produkcji.

4. ELEMENTY ZMIANOWANIA I ICH ZNACZENIE W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM

ZBOŻA

W rolnictwie ekologicznym zboża powinny być uprawiane po przedplonach nie-zbożowych (np. mieszkankach roślin bobowatych drobnonasiennych z trawami, bobowatych grubonasiennych, okopowych), co stwarza szansę na uzyskanie względnie dużych plonów. Zboża stanowią gorszy przedplon z powodu wysokiego stosunku C:N w resztkach roślinnych oraz większego ryzyka zachwaszczenia. Poniżej wymieniono gatunki zbóż o malejącej wartości przedplonowej:

owies > żyto > pszenica > jęczmień jary.

W gospodarstwach ekologicznych prowadzących działalność w gorszych warunkach siedliskowych (słabsze gleby) uprawia się mniej pszenicy ozimej, pszenżyta i jęczmienia jarego, natomiast więcej żyta, owsa i mieszanek zbożowych (Tyburski, 2004).

ROŚLINY BOBOWATE

W rolnictwie ekologicznym praktycznie nie można gospodarować bez uprawy roślin bobowatych, a ich kluczowe funkcje to:

- symbiotyczne wiązanie azotu atmosferycznego i udostępnianie go roślinom następczym;
- zwiększanie zawartości glebowej materii organicznej oraz próchnicy, dzięki dużej masie systemu korzeniowego;
- poprawa fizycznych właściwości gleby w następstwie rozluźniającego działania mocnego palowego systemu korzeniowego i dobrego jej ocienienia przez rośliny wieloletnie;
- zwiększanie biologicznej aktywności gleby dzięki dużej ilości wydzielin korzeniowych oraz resztek poźniwnych bogatych w azot, które stymulują rozwój flory i fauny glebowej;
- pobieranie składników pokarmowych z głębszych warstw gleby dzięki rozbudowanemu systemowi korzeniowemu;
- uruchamianie niedostępnych dla roślin form fosforu za pomocą mikoryzy.

Ilość azotu pozostającego w glebie w resztkach poźniwnych roślin bobowatych jest trudna do oszacowania, gdyż w każdym przypadku zależy od warunków siedliskowych, gatunku uprawianej rośliny i wielkości plonu. Ogólnie stwierdza się, że rośliny bobowate są lepszym przedplonem, jeśli same wydają większy plon, czyli zachowują się pod tym względem odmiennie niż zboża. W przypadku roślin

bobowatych grubonasiennych można przyjąć, że z całej puli azotu związanego biologicznie i pobranego z gleby około 75–80% jest odprowadzana z nasionami, a reszta pozostaje w resztkach poźniwnych oraz słomie (tab. 1).

Tabela 1. Ilość symbiotycznie związanego azotu przez rośliny bobowate grubonasienne uprawiane na nasiona (LVLF, 2008)

Roślina uprawna	Plon nasion (t/ha)	Wiązanie azotu	
		kg N/t nasion	kg N/ha
Bobik	3,5	40	140
Groch	3,0	35	105
Łubin wąskolistny	2,5	40	100
Soja	2,5	50	125
Soczewica	1,5	40	60
Wyka	2,0	40	80

Zdecydowanie większe ilości azotu niż rośliny bobowate grubonasienne wiążą rośliny bobowate drobnonasienne. Jego ilość zależy jednak od gatunku, czy jest uprawiany w mieszance oraz jaki jest udział komponentu bobowatych w tej mieszance (tab. 2). Generalnie najwięcej azotu jest w stanie związać lucerna, następnie koniczyny, najmniej esparceta.

Tabela 2. Ilość związanego azotu (w kg) przez mieszkankę koniczyny z trawami w zależności od udziału roślin bobowatych w plonie w warunkach siedliskowych środkowej Europy (Stein-Bachinger i in., 2013)

Plon (t s.m./ha/rok)	Udział roślin bobowatych		
	20%	50%	80%
4	28	70	112
8	56	140	224
10	70	175	280

Spśród roślin bobowatych wieloletnich (lucerna, koniczyna czerwona i biała, komonica, esparceta) oraz jednorocznych (bobik, groch siewny, łubiny: biały, wąskolistny lub żółty, wyka jara i ozima oraz seradela) możliwe jest dobranie odpowiednich gatunków dla każdego siedliska. Jak już wspomniano, bobowate drobnonasienne powinny być wysiewane w mieszkankach z trawami i w miarę możliwości użytkowane przez okres przynajmniej dwóch lat. Wówczas zaznacza się wyraźnie

ich dodatni wpływ na strukturę gleby, poprawę biologicznej aktywności, wzrost zawartości materii organicznej oraz ograniczenie występowania chwastów jednoročných. Rośliny te wzajemnie się uzupełniają, gdyż głęboko ukorzenione bobowate mogą pobierać wodę i składniki mineralne z podglebia, natomiast system korzeniowy traw wykorzystuje głównie powierzchniową warstwę gleby, a częściowo również azot wydzielony do gleby przez rośliny bobowate. Należy również zaznaczyć, że wartość paszowa mieszanek jest wyższa niż bobowatych w czystym siewie. Ponadto mogą one być częściej uprawiane na tym samym polu, gdyż są mniej podatne na zmęczenie gleby. Dla zobrazowania wpływu mieszanek bobowatych z trawami na żyzność gleby, można przyjąć, że sucha masa ich resztek pożywnych po 2-letnim użytkowaniu wynosi 6 t/ha, czyli jest równa suchej masie obornika stosowanego w dawce 25 t/ha (Jończyk, 2005).

W rolnictwie ekologicznym mieszanki roślin bobowatych z trawami mogą być wsiewane w zboża jare, jak również ozime. Brak nawożenia azotem powoduje, że zdolność konkurencyjna zbóż w stosunku do wsiewek jest stosunkowo mała. Wsiewki w jęczmień jary w przypadku dużej ilości opadów późną wiosną często przerastają łan jęczmienia i wówczas konieczny jest jego zbiór na zielonkę. Istnieje również konieczność zbioru zboża w przypadku wystąpienia wylegania, co powoduje wypadanie wsiewki.

Rośliny bobowate grubonasienne uprawiane na nasiona w siewach czystych nie mają aż tak dużego znaczenia w rolnictwie ekologicznym. Spowodowane jest to często niskimi i zmiennymi w latach plonami nasion, ponadto wiotkie łodygi (np. grochu czy wyki) utrudniają zbiór, a dodatkowo duże straty powodują choroby grzybowe (np. w uprawie łubinów).

Należy podkreślić, że w gospodarowaniu ekologicznym bardzo trudne jest ograniczenie zachwaszczenia roślin bobowatych grubonasienych.

W praktyce próbuje się przeciwdziałać zachwaszczeniu poprzez uprawę tych roślin w mieszankach ze zbożami jarymi. Na dobrych glebach mieszanki można wysiewać po zbożach, natomiast na słabszych – korzystniej na lepszych stanowiskach (np. po okopowych) (Jończyk, 2005).

OKOPOWE

Rośliny okopowe w płodozmianie przyczyniają się przede wszystkim do redukcji zachwaszczenia. Prawidłowo wykonana uprawa pożywna, przedzimowa, wiosenna przedsiewna oraz mechaniczna pielęgnacja w okresie wegetacji systematycznie stymulują kiełkowanie nasion chwastów, co zmniejsza ich zasoby w glebie. Natomiast oddziaływanie negatywne okopowych wynika z dużej mineralizacji próchnicy oraz pogorszenia struktury gleby, ponieważ następuje późne zwanie łanu i słabe jej zacienienie, co zwiększa również zagrożenie erozyjne. Najczęściej uprawianymi roślinami okopowymi w gospodarstwach ekologicznych są: ziemniak konsumpcyjny, warzywa oraz burak pastewny, natomiast uprawa buraka cukrowego w gospodarstwach ekologicznych jest uzasadniona tylko w przypadku możliwości zbytu surow-

ca po wyższych cenach. Z uwagi na duże nakłady robocizny koszty produkcji są tu zdecydowanie większe niż przy uprawie tego gatunku w gospodarstwach konwencjonalnych (Jończyk, 2005).

RZEPAK

Do uprawy ekologicznej rzepak jest rośliną raczej mało przydatną, a podstawowym czynnikiem ograniczającym plon jest niedobór azotu, którego rzepak potrzebuje wyjątkowo dużo (50–60 kg N/t nasion) i musi go pobrać w bardzo krótkim czasie. Dodatkowo znaczne straty mogą powodować szkodniki. W związku z tym uprawa rzepaku jest najbardziej uzasadniona w gospodarstwach, które produkują i sprzedają surowy olej konsumpcyjny.

MIĘDZYPLONY

Ważnym elementem zmianowania w rolnictwie ekologicznym powinny być międzyplony. W zależności od organizacji produkcji w gospodarstwie, w tym struktury zasiewów i długości okresu wegetacji między dwiema roślinami uprawianymi w plonie głównym, międzyplon może być uprawiany w formie wsiewki międzyplonowej bądź jako międzyplon ścierniskowy lub ozimy. Główne funkcje międzyplonów to:

- zmniejszanie strat składników nawozowych spowodowanych wymywaniem lub erozją;
- pobieranie i wiązanie w biomasie azotu i innych składników nawozowych;
- dodatkowa produkcja pasz;
- ograniczanie zachwaszczenia;
- tworzenie dodatkowej biomasy korzeniowej;
- ograniczanie erozji wodnej i wietrznej.

W rolnictwie konwencjonalnym w międzyplonach ścierniskowych wysiewane są przede wszystkim rośliny krzyżowe, żyto jako międzyplon ozimy oraz rzadziej trawy w formie wsiewek.

W rolnictwie ekologicznym, z uwagi na rezygnację ze stosowania syntetycznych nawozów azotowych, w międzyplonach powinny dominować rośliny bobowate lub mieszanki z dużym ich udziałem.

Potencjał wiązania azotu przez różne międzyplony podano w tabeli 3.

Tabela 3. Ilość związanego azotu przez rośliny bobowate uprawiane jako międzyplon przy plonie świeżej masy równej 15 t/ha (LVLF, 2008)

Roślina uprawna	Ilość związanego N (kg/ha)
Mieszanka koniczyny z trawami (50:50)	20
Koniczyna	38
Seradela	32
Groch (na zielonkę)	38
Wyka (na zielonkę)	38
Inne roczne pastewne rośliny bobowate	32

Podstawową formą międzyplonów w rolnictwie ekologicznym powinny być wsiewki. Na słabych glebach można uprawiać seradelę, a na lepszych mieszanki koniczyn białej i czerwonej z trawami (życica trwała, kostrzewa łąkowa, tymotka). Zasiewy te w zależności od potrzeb gospodarstwa mogą być przeznaczone na paszę lub przyorywane jako zielone nawozy. Gospodarowanie ekologiczne stwarza szczególnie korzystne warunki dla rozwoju wsiewek, gdyż niedobór azotu ogranicza wzrost i krzewienie zbóż oraz przyspiesza ich dojrzewanie. Ponadto udane wsiewki ułatwiają opanowanie zachwaszczenia w zbożach. Uprawa wsiewek umożliwia również utrzymanie gleby pod okrywą roślinną w ciągu całego okresu wegetacyjnego, co zapobiega erozji i wymywaniu azotu (Jończyk, 2005).

Istotne znaczenie w gospodarowaniu ekologicznym powinny mieć również międzyplony ozime, a najbardziej przydatne są mieszanki żyta z wyką ozimą (wyka ozima 60–70 kg + żyto 80–90 kg/ha) oraz w zachodnich rejonach kraju mieszanki: gorzowska (wyka ozima 40 kg + inkarnatka 15–20 kg + życica wielokwiatowa 10–12 kg/ha) lub swojecka (wyka 40 kg + inkarnatka 15–20 kg + żyto 60 kg/ha). Mieszanki te są stosunkowo późno zbierane (druga połowa maja i pierwsza dekada czerwca). Ograniczony jest wówczas dobór roślin przydatnych do uprawy w plonach wtórnych do: gryki, pastewnych mieszanek bobowatych grubonasiennych ze zbożami oraz niektórych gatunków warzyw na zbiór jesienny. Na glebach piaszczystych, w celu ograniczenia strat azotu i innych składników nawozowych, powinny być uprawiane przede wszystkim międzyplony ozime o dużej zimotrwałości (Jończyk, 2005).

Pewne znaczenie w rolnictwie ekologicznym mają również **międzyplony ścierniskowe** wysiewane latem po zbiorze plonu głównego, wcześniej schodzącego z pola (np. żyto, jęczmień). Wykorzystanie paszowe lub nawozowe wytworzonej biomasy najczęściej następuje jesienią tego samego roku, a międzyplon pozostawiony na zimę w postaci okrywy ochronnej (mulczu) odgrywa istotną rolę w ograniczaniu erozji.

W przypadku roślin krzyżowych wysiewanych w międzyplonach ścierniskowych przy niedoborze azotu ich wzrost jest słaby, a oddziaływanie na glebę stosunkowo

małe. Natomiast uprawa roślin bobowatych grubonasiennych lub ich mieszanek (łubin, groch siewny, wyka) jest obciążona sporym ryzykiem z uwagi na duży koszt materiału siewnego i znaczne wahania plonów w latach, powodowane z reguły niedoborem wilgoci.

O powodzeniu uprawy międzyplonów ścierniskowych decydują:

- długość okresu od zbioru rośliny przedplonowej do wystąpienia przymrozków jesiennych;
- ilość i rozkład opadów od lipca do września;
- nasłonecznienie i temperatura w ww. okresie;
- wyposażenie gospodarstwa w sprzęt do zbioru rośliny przedplonowej wraz ze słomą.

Na terenie Polski najkorzystniejsze warunki do uprawy międzyplonów ścierniskowych występują w pasie południowym, zaś najgorsze w rejonach podgórskich i północno-wschodnich, gdzie okres wegetacji jest najkrótszy. Do uprawy międzyplonów ścierniskowych mniej przydatne są gleby bardzo ciężkie, na których trudne jest przewidziane przygotowanie roli oraz gleby najlżejsze, z uwagi na niedobór wody.

Podstawowym kryterium doboru roślin do uprawy w międzyplonach ścierniskowych jest długość okresu wegetacji. Z tego względu rośliny przydatne do uprawy w międzyplonach dzieli się na trzy grupy:

- rośliny o długim okresie wegetacji (80–100 dni), np.: bobik, życica wielokwiatowa, kapusta pastwna, rzepa ścierniskowa – wysiewane nie później niż w II dekadzie lipca;
- rośliny o średniej długości okresu wegetacji (65–80 dni), np.: łubin żółty, odmiany pastwne łubinu wąskolistnego i mieszanek, np. groch siewny + słonecznik + wyka siewna – wysiewane nie później niż do końca lipca;
- rośliny o krótkim okresie wegetacji (45–65 dni), np.: rzepak jary, rzepak ozimy, rzepik ozimy, rzodkiew oleista, gorczyca i facelia – wysiewane nie później niż do 15 sierpnia.

Należy jednocześnie uwzględniać wymagania siedliskowe wysiewanych roślin. Na glebach lżejszych, o mniejszej połowej pojemności wodnej, wskazany jest wysiew, np.: łubinu żółtego lub wąskolistnego, seradeli, facelii, grochu siewnego, rzodkwi oleistej, rzepy ścierniskowej, a na glebach cięższych, np. bobiku lub wyki siewnej. W praktyce dla zmniejszenia ryzyka uprawy wskazane jest tworzenie mieszanek składających się z roślin o różnych wymaganiach siedliskowych, bobowatych i niebobowatych, np.: gorczyca + rzodkiew oleista + gryka + facelia; łubin wąskolistny + gorczyca + wyka siewna + owies + jęczmień; groch siewny + wyka siewna + bobik + słonecznik; groch siewny + wyka siewna + facelia.

Właściwie dobrane gatunki w mieszankach umożliwiają lepsze wykorzystanie zasobów siedliska i uzyskanie odpowiednio dużej biomasy. Korzystne oddziaływanie

międzyplonu (poprawa bilansu materii organicznej, ograniczenie wymywania azotu, zachwaszczenia i innych agrofagów) jest tym większe, im bardziej udany jego zasiew.

Wyniki doświadczeń przeprowadzonych w gospodarstwach ekologicznych potwierdzają duże znaczenie międzyplonów ścierniskowych w ogniwie zmianowania: zboża – ziemniak (tab. 4). Uprawa wsiewki seradeli (średnio z 5 doświadczeń) zwiększyła plon ziemniaka o około 30%, natomiast słabsze było oddziaływanie wsiewki z rajgrasu trwałego. W doświadczeniach tych bardzo dobre efekty zapewniała uprawa w międzyplonie ścierniskowym facelii i gorczycy. Po części o ich korzystnym oddziaływaniu mógł zadecydować specyficzny przebieg pogody, czyli drastyczny niedobór opadów w końcu okresu wegetacji zbóż i dostateczna ich ilość późnym latem i wczesną jesienią. Należy jednak podkreślić, że to wyraźne oddziaływanie międzyplonów odnotowano w warunkach bardzo małych plonów ziemniaka na obiekcie kontrolnym (12–14 t/ha) (Duer i Jończyk, 1998).

Tabela 4. Wpływ różnych międzyplonów ścierniskowych na plonowanie ziemniaka w gospodarstwach ekologicznych w woj. podlaskim (Duer i Jończyk, 1998)

Międzyplon	Nawożenie organiczne pod ziemniak		Średnio	
	obornik 30–40 t/ha	kompost 20 t/ha	t/ha	%
Obiekt kontrolny (bez międzyplonu)	13,7	12,1	12,9	100
Seradela	18,5	14,7	16,6	129
Rajgras	15,8	13,9	14,7	114
Facelia błękitna	16,3	14,4	15,4	119
Gorczyca biała	18,0	14,0	16,0	124
Średnio	16,5	13,8	-	-

Generalnie wsiewki międzyplonowe mogą być uprawiane na glebach lżejszych podatnych na wystąpienie suszy, natomiast międzyplony ścierniskowe i ozime na gruntach wilgotniejszych.

Wartość przedplonową różnych gatunków roślin podano w tabeli 5.

18 **Tabela 5.** Wartość przedplonowa ważniejszych gatunków roślin uprawnych (Baeumer, 1992)

Przedplon	Roślina następcza												
	koniczyna z trawą	rzepak ozimy	burak cukrowy	ziemniak	stonecznik	bobik	groch	kukurydza	pszenica ozima	jęczmień ozimy	żyto ozime	jęczmień jary	owies
Koniczyna z trawą	1	5	1	4	1	1	1	5	5	4	4	2	2
Rzepak ozimy	3	1	1	4	2	3	3	4	5	4	4	1	1
Burak cukrowy	3	1	1	4	2	2	2	5	5	1	1	4	3
Ziemniak	3	5	5	2	2	2	5	5	5	5	5	4	3
Stonecznik	3	1	4	4	1	4	4	4	5	5	5	4	4
Bobik	2	1	2	5	1	1	1	5	5	4	4	3	3
Groch	2	4	4	4	1	1	1	4	5	5	5	3	3
Kukurydza	3	1	5	5	5	5	5	3	4	2	2	4	4
Pszenica ozima	4	2	5	5	5	5	5	5	1	3	3	3	4
Jęczmień ozimy	5	5	5	5	5	4	4	4	1	2	2	2	3
Żyto ozime	5	5	5	5	5	4	4	4	1	1	2	2	3
Jęczmień jary	5	4	4	4	4	4	4	4	3	1	2	2	1
Owies	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1

Udział różnych grup roślin w gospodarstwach ekologicznych jest w dużym stopniu uzależniony od kierunku ich produkcji (tab. 6). W gospodarstwach bezinwentarzowych mniejsze znaczenie mają rośliny typowo paszowe, w tym bobowate drobnonasienne, a większe rośliny bobowate grubonasienne uprawiane na nasiona, zwłaszcza konsumpcyjne. Istotne jest w tego typu gospodarstwach wprowadzanie w jak największym zakresie międzyplonów optymalnie składających się z kilku różnych gatunków i uwzględniających rośliny bobowate.

Tabela 6. Udział najważniejszych grup roślin w strukturze zasiewów w różnych typach gospodarstw ekologicznych (Freyer, 2003)

Typ gospodarstwa	Bobowate	Zboża	Okopowe	Międzyplony
Bydłęce	30–50*	30–50	5–15	20–50
Mieszane	25–40	40–60	10–20	20–50
Trzodowe	20–35**	50–60	15–25	40–60
Bezinwentarzowe	25–30**	40–60	20–30	40–60

*dotyczy głównie bobowatych drobnonasiennych

**dotyczy głównie roślin bobowatych grubonasiennych

5. ODDZIAŁYWANIE PŁODOZMIANU NA ŻYZNOŚĆ GLEBY

Płodozmian jest jednym z kluczowych elementów agrotechniki wpływających na żyzność gleby, którą określa się jako zdolność do zaspokajania potrzeb roślin w zakresie dostarczania składników nawozowych, powietrza i wody, a także regulowania odczynu gleby.

Rośliny głęboko korzeniące się należą do jednej z najważniejszych grup korzystnie oddziałujących na żyzność gleby. System korzeniowy dużej części roślin jedno- i dwuletnich, np. zbóż, może sięgać do głębokości maksymalnie 1,5 m, podczas gdy korzenie roślin bobowatych drobnonasiennych, np. lucerny uprawianej przez 2–3 lata, osiągają głębokość nawet do 4 m. Uprawa takich roślin pozwala na poprawę właściwości fizycznych gleby, a także na pobieranie i wprowadzanie do obiegu składników nawozowych znajdujących się w głębszych jej warstwach, niedostępnych dla większości roślin uprawnych.

Poszczególne gatunki roślin uprawnych pozostawiają po sobie różne ilości resztek pożywnych. Przyjmuje się, że w przypadku zbóż masa ta jest 3-krotnie większa niż roślin okopowych, zaś bobowatych z trawami nawet 6-krotnie większa. Z punktu widzenia oddziaływania na bilans glebowej materii organicznej uprawiane rośliny można podzielić na trzy grupy:

- a) **wzbogacające glebę w materię organiczną** – wieloletnie rośliny bobowate i ich mieszanki z trawami, trawy w uprawie polowej oraz międzyplony przyorwane na zielony nawóz;
- b) **zubożające glebę** – głównie rośliny okopowe, warzywa korzeniowe i kukurydza na kiszonkę. Rośliny te pozostawiają bardzo mało resztek pożywnych, a ich wysiew w szerokie rzędy, zabiegi pielęgnacyjne oraz późne zwarcie łanu przyspiesza rozkład próchnicy i może zwiększać erozję. Szacuje się, że w trakcie uprawy roślin okopowych ulega mineralizacji około 1,0–1,5 t próchnicy/ha, by wyrównać ten ubytek należałoby zastosować około 15–16 t obornika/ha;
- c) **neutralne** – zboża i oleiste. Należy jednak podkreślić, że jakość resztek pożywnych zbóż jest gorsza z uwagi na niekorzystny stosunek węgla do azotu.

Bilans glebowej materii organicznej, w ramach całej rotacji zmianowania, można wyliczyć na podstawie współczynników jej reprodukcji i degradacji (tab. 7). Wartości tych współczynników określają stopień wzbogacenia lub zubożenia gleby w materię organiczną w t/ha w następstwie jednorocznej uprawy roślin danego gatunku lub zastosowania określonej dawki nawozów naturalnych lub organicznych. Dodatni

wynik świadczy o prawidłowej gospodarce materią organiczną i w dłuższym czasie zapewnia stabilizację zawartości próchnicy na optymalnym poziomie. Jeżeli bilans jest ujemny, niezbędne są zmiany polegające na wprowadzeniu roślin o dodatnim współczynniku lub zwiększeniu dawek nawozów naturalnych lub organicznych, ewentualnie przyorywaniu słomy albo nawozów zielonych.

Tabela 7. Współczynniki reprodukcji i degradacji glebowej materii organicznej (Kundler, 1989)

Roślina lub nawóz naturalny/organiczny	Współczynnik reprodukcji (+) lub degradacji (-) (t materii organicznej/ha) dla gleb:		
	lekkich	średnich	ciężkich
Okopowe, warzywa korzeniowe, 1 ha	-1,26	-1,40	-1,54
Kukurydza, warzywa liściowe, 1 ha	-1,12	-1,15	-1,22
Zboża, oleiste, włókniste, 1 ha	-0,49	-0,53	-0,56
Bobowate grubonasienne, 1 ha	+0,32	+0,35	+0,38
Trawy, 1 ha	+0,95	+1,05	+1,16
Bobowate, mieszanki z trawami, 1 ha	+1,89	+1,96	+2,10
Międzyplony na zielony nawóz, 1 ha	+0,63	+0,70	+0,77
Obornik, 1 t suchej masy*	+0,35		
Gnojowica, 1 t suchej masy**	+0,28		
Słoma, 1 t suchej masy	+0,21		
Międzyplony	+0,14		

*przeciętna dawka obornika 40 t/ha o zawartości s.m. – 25%

**przeciętna dawka gnojowicy 40 t/ha o zawartości s.m. około 6–8%

6. WPŁYW PŁODOZMIANU NA ZACHWASZCZENIE

Poszczególne elementy zmianowania różnie wpływają na zachwaszczenie występujące w łanie roślin uprawnych. Niektóre pobudzają ich wzrost i rozwój, inne wręcz przeciwnie, co stanowi właśnie o skuteczności płodozmianu w walce z chwastami.

Generalnie kluczowa zasada brzmi: **elementy zmianowania zachwaszczające powinny być przedzielone kolejno elementami odchwaszczającymi.**

Należy również pamiętać, iż tak zwane rośliny odchwaszczające, jeśli następują zbyt często po sobie w zmianowaniu, sprzyjają rozwojowi pewnych gatunków chwastów specjalnych. Niektóre elementy płodozmianu wykazują zdolności odchwaszczające, inne natomiast łatwo ulegają zachwaszczeniu, co wynika przede wszystkim z różnej zdolności roślin uprawnych do konkurowania z chwastami. Najważniejszymi elementami zmianowania w walce z chwastami są wieloletnie i jednoroczne rośliny pastewne oraz takie gatunki, jak gryka czy żyto ozime. Każdemu gatunkowi rośliny uprawnej towarzyszy zespół chwastów, których wzrost i rytm rozwojowy jest do niego zbliżony. Dzięki tej prawidłowości, na podstawie wybranych do uprawy roślin, ich udziału oraz kolejności w rotacji, można przewidzieć rodzaj i rozmiary zachwaszczenia. Przykłady takich specyficznych chwastów pojawiających się często przy uprawie określonej rośliny zamieszczono w tabeli 8.

Często występującym chwastem w zbożach jarych, zwłaszcza w owsie, jest owies głuchy. Rozwój tego gatunku chwastu najsilniej ograniczają wieloletnie rośliny pastewne uprawiane w siewach czystych oraz w mieszankach z trawami. Poniżej podano przykład zmianowania dla gospodarstw z produkcją zwierzęcą dobrze zwalczającego owies głuchy:

- zboże jare z wsiewką bobowatych drobnonasiennych,
- bobowate drobnonasienne – 1. rok,
- bobowate drobnonasienne – 2. rok,
- zboże ozime + międzyplon ścierniskowy,
- ziemniak lub kukurydza.

Tabela 8. Specyficzne gatunki chwastów uprawnych (Hołubowicz-Kliza, 2017)

Gatunek chwastu	Rośliny uprawne najczęściej zachwaszczane
Chwasty jednoliścienne	
Chwastnica jednostronna	kukurydza, ziemniak
Chwasty prosowate	kukurydza, ziemniak
Miotła zbożowa	zboża ozime, rzepak
Owies głuchy	zboża jare, bobowate grubonasienne
Perz właściwy	większość upraw
Chwasty dwuliścienne	
Bratek polny	zboża ozime, bobowate grubonasienne, kukurydza
Gorczyca polna	zboża jare, ziemniak, rzepak, bobowate grubonasienne, kukurydza
Gwiazdnica pospolita	większość upraw
Komosa biała	zboża jare, ziemniak, rzepak, kukurydza
Jasnoty	zboża jare i ozime, rzepak
Mak polny	zboża ozime, rzepak
Rdesty	kukurydza, ziemniak
Tobołki polne, tasznik pospolity	większość upraw

7. WPŁYW PŁODOZMIANU NA ZDROWOTNOŚĆ ROŚLIN UPRAWNYCH

Częsta uprawa tego samego lub pokrewnych gatunków roślin po sobie zwiększa ich porażenie przez specyficzne patogeny przenoszące się na roślinę następczą za pośrednictwem gleby lub resztek pożywnych i wywołujące różne choroby, np. podstawy żdźbła zbóż czy fuzariozy. W związku z powyższym kluczowe jest zachowanie odpowiedniej przerwy w uprawie danego gatunku lub grupy roślin o podobnych właściwościach (tab. 9).

Tabela 9. Minimalna długość przerwy w uprawie (w latach) oraz potencjalne zagrożenie ze strony różnych patogenów dla wybranych gatunków roślin uprawnych (Müller i Ermich, 1988)

Roślina uprawna	Przerwa w latach	Nasilone występowanie patogenów			
		wirusów	grzybów	nicieni	owadów
Pszenica ozima	2		X	X	
Jęczmień ozimy	1–2		X		X
Jęczmień jary	0–1			X	
Owies	3–5			X	
Żyto ozime	0–1		X		
Ziemniak	3–4			X	
Rzepak	3		X	X	
Groch siewny	4		X		
Bobik/tubin	3	X	X		
Lucerna	4–5		X		
Koniczyna łąkowa	6		X		
Koniczyna biała	2–3		X		
Mieszanka koniczyn z trawami	3–4		X		

W praktyce rolnictwa ekologicznego istotnym problemem są choroby podstawy żdźbła zbóż – grupy roślin dominującej na gruntach ornych. Efekty wprowadzenia do zmianowania mieszanki koniczyn z trawami w zwalczaniu łamliwości podstawy żdźbła podano w tabeli 10.

Tabela 10. Fitosanitarny efekt wprowadzenia do zmianowania mieszanki koniczyn z trawami w zwalczaniu łamliwości (*Pseudocercospora herpotrichoides*) (% zainfekowanych roślin) (Baeumer, 1992)

Zmianowanie A	%	Zmianowanie B	%
Ziemniak		Ziemniak	
Owies		Owies	
Pszenica	79,9	Pszenica	44,7
Burak cukrowy		Koniczyna z trawą	
Owies		Koniczyna z trawą	
Wyka		Ziemniak	
Pszenica	78,9	Pszenica	6,6

Najważniejsze choroby i szkodniki, których nasilenie uzależnione jest od następstwa roślin, przedstawiono w tabeli 11.

Tabela 11. Występowanie chorób i szkodników w uprawie wybranych gatunków roślin (Baeumer, 1990)

Wyszczególnienie	Roślina żywicielska											
	pszenica	jęczmień	żyto	owies	kukurydza	trawy	krzyżowe	bobowate	burak	ziemniak	słonecznik	len
CHOROBY												
Bakteryjne												
Parch zwykły ziemniaka										X		
Grzybowe												
Podstawy źdźbła zbóż	X	X	X			X						
Liści i kłosów zbóż	X	X	X									
Fuzarioza zbóż	X	X	X		X	X						
Fuzariozy bobowatych								X				X
Verticilioza							X	X		X	X	
Zgnilizna twardzikowa							X	X		X	X	
Głownia kukurydzy					X							

Wyszczególnienie	Roślina żywicielska											
	pszenica	jęczmień	żyto	owies	kukurydza	trawy	krzyżowe	bobowate	burak	ziemniak	słonecznik	len
Wirusowe												
Rizomania									X			
Mozaika żółta jęczmienia		X										
SZKODNIKI												
Nicieńie pasożytnicze												
Mątwik zbożowy	X	X		X	X							
Mątwik ziemniaczany										X		
Nicieńie wolno żyjące	X	X	X									
Mątwiki łądługowe			X	X	X		X		X			
Owady												
Przyszczaek zbożowiec	X	X	X									
Omacnica prosowianka					X							
Pchełka rzepakowa							X					
Przyszczaek kapustnik							X					

8. OCENA RÓŻNYCH MODELI ZMIANOWAŃ EKOLOGICZNYCH

W latach 2017–2022 prowadzono badania, których celem była ocena bilansu azotu oraz oddziaływania na plonowanie roślin trzech zmianowań (reprezentujących różne modele gospodarstw ekologicznych). Badania te prowadzono na specjalnym doświadczeniu polowym założonym w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB (RZD IUNG-PIB) w Grabowie nad Wisłą (powiat zwoleński, woj. mazowieckie) na glebie płowej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego, należącej do kompleksu żyniego bardzo dobrego (fot. 1). Doświadczenie założono w czterech powtórzeniach, w układzie równoważnych podbloków (split-block), z dwoma czynnikami:

- a) zmianowanie,
- b) roślina testowa (pszenżyto ozime).



Fot. 1. Doświadczenie polowe do oceny trzech zmianowań reprezentujących różne modele gospodarstw ekologicznych zlokalizowane w RZD IUNG-PIB w Grabowie
(fot. Krzysztof Jończyk)

Strukturę ocenianych zmianowań podano w tabeli 12. Zasobność gleb w fosfor wahała się od średniej do wysokiej, natomiast w potas i magnez była na poziomie niskim, odczyn był lekko kwaśny, a zawartość materii organicznej wynosiła około 1,3%.

Tabela 12. Plonowanie roślin i wydajność różnych zmianowań ekologicznych (2017–2022)*

Zmianowanie	Plon (dt/ha)	Wydajność (JZ)
Zmianowanie 1 (reprezentujące model gospodarstwa mlecznego)		
Kukurydza na zielonkę	348,1	38,3
Mieszanka bobowatych grubonasiennych ze zbożami na zielonkę + wsiewka	179,4	23,3
Koniczyna czerwona + trawy – 1. rok	710,6	120,8
Koniczyna czerwona + trawy – 2. rok	717,3	121,9
Pszenżyto ozime	51,8	44,5
Średnio		69,8
Zmianowanie 2 (reprezentujące model gospodarstwa z chowem trzody)		
Kukurydza na ziarno	66,5	50,6
Jęczmień jary	35,7	32,1
Mieszanka bobowatych grubonasiennych ze zbożami na ziarno	39,0	42,9
Groch siewny	29,7	43,3
Pszenżyto ozime	52,0	44,7
Średnio		42,7
Zmianowanie 3 (reprezentujące model gospodarstwa bezinwentarzowego)		
Kukurydza na ziarno	61,0	46,4
Mieszanka zbożowa	36,1	30,3
Pszenica jara + wsiewka	36,7	36,7
Koniczyna czerwona na mulcz	737,5	118,0
Pszenżyto ozime	47,7	41,0
Średnio		54,5

*opracowanie własne

Największe plony wyrażone w jednostkach zbożowych (JZ) uzyskano w zmianowaniu nr 1 reprezentującym model gospodarstwa mlecznego (około 70 JZ/ha). Mniejszą o około 15 jednostek wydajność stwierdzono w zmianowaniu nr 3 (gospodarstwo o profilu bezinwenzarowym), natomiast zdecydowanie najmniejszą, wynoszącą 42,7 JZ/ha, odnotowano w zmianowaniu nr 2 (trzodowym). O wyższej produktywności zmianowania nr 1 decydowały wysokie plony mieszanki koniczyny czerwonej z trawami. W obu latach plon ten był na zbliżonym poziomie 710–720 dt zielonki/ha. Plony zielonki uzyskane z kukurydzy i mieszanki roślin bobowatych grubonasiennych ze zbożami w tym zmianowaniu były wyraźnie mniejsze i wynosiły odpowiednio: 348 dt/ha i 179 dt/ha. Plony pszenżyta ozimego traktowanego jako roślina testowa w zmianowaniu nr 1 i 2 nie różniły się i wyniosły około 5,2 t/ha, natomiast w zmianowaniu bezinwenzarowym były mniejsze o około 0,4 t. Plony pozostałych zbóż, wyłącznie form jarych (jęczmienia, mieszanki zbożowej oraz pszenicy), niezależnie od zmianowania kształtowały się na bardzo zbliżonym poziomie około 3,6 t/ha (tab. 12).

Bilans azotu sporządzono metodą OECD na poziomie pola, uściślając jego elementy o rzeczywiste dane dotyczące wielkości nawożenia oraz zawartości tego składnika w oborniku. Po stronie wnoszenia uwzględniono również azot zawarty w materiale siewnym, opadzie atmosferycznym (20 kg/ha), związany biologicznie przez bakterie symbiotyczne, a także przez bakterie wolno żyjące w glebie (10 kg/ha). Przy wyliczaniu ilości azotu symbiotycznie związanego uwzględniono współczynnik wiązania wynoszący: dla koniczyny/mieszanki koniczyny z trawą – 0,8 (w 1. roku użytkowania) i 0,7 (w 2. roku użytkowania) oraz dla grochu – 0,5. Podstawą obliczeń wynoszenia były plony poszczególnych roślin oraz szacunkowe zawartości azotu w plonie. W przypadku zbóż po stronie wynoszenia uwzględniono także azot zawarty w plonie słomy. Azot zawarty w resztkach poźniwnych roślin bobowatych – grochu i mieszanki bobowatych grubonasiennych ze zbożami, znajdował się po stronie przychodowej.

Saldo bilansu azotu dla zmianowania nr 1 i 3 kształtowało się na podobnym poziomie wynoszącym około 4–6 kg N/ha. Istotnym źródłem azotu w tych zmianowaniach było jego symbiotyczne wiązanie przez rośliny bobowate, głównie koniczynę czerwoną. W zmianowaniu nr 1 dwuletnia uprawa mieszanki koniczyny z trawami zapewniała dopływ ponad 360 kg N, co stanowiło ponad połowę całej dostępnej puli azotu w tym modelu gospodarowania. W zmianowaniu bezinwenzarowym przy bardzo wysokich plonach koniczyny czerwonej, jej uprawa, zgodnie z przyjętymi założeniami, powinna była dostarczyć około 300 kg N, co z dawką tego składnika w oborniku wynoszącą 141 kg, tworzyło około 70% całej puli dostarczonego w tym zmianowaniu azotu (tab. 13).

W zmianowaniu nr 2 reprezentującym model gospodarstwa trzodowego uzyskano ujemny bilans azotu, który wyniósł –32 kg/ha. Należy zauważyć, iż w zmianowaniu tym udział zbóż wynosił 60%, a głównym źródłem azotu był obornik, z którym dostarczano około 140 kg N/ha, co stanowiło około 37% całej przychodowej puli azotu. Decydującym czynnikiem wpływającym na ujemny wynik różnicy bilanso-

wej azotu w tym zmianowaniu były wysokie plony kukurydzy uprawianej na ziarno oraz pszenżyta ozimego. Wyniesienie azotu z plonem obu tych gatunków wynosiło około 240 kg (tab. 13).

Tabela 13. Bilans azotu (kg/ha) i jego elementy w zmianowaniach reprezentujących różne modele gospodarstw ekologicznych (2017–2022)*

Model zmianowania/ roślina	Plon (t s.m./ha)	Przychód	Rozchód	Różnica bilansowa	Średnio dla zmianowania
Zmianowanie 1 (reprezentujące model gospodarstwa mlecznego)					
Kukurydza (zielonka) **	11,83	172	194	–22	6
MBGZ** (zielonka) + wsiewka	4,81	63	41	22	
Koniczyna + trawy – 1. rok	18,72	231	150	80	
Koniczyna + trawy – 2. rok	19,22	195	141	53	
Pszenżyto ozime	5,18	34	137	–103	
Zmianowanie 2 (reprezentujące model gospodarstwa w chowie trzody)					
Kukurydza (ziarno) **	6,65	172	104	67	–32
Jęczmień jary	3,57	34	92	–58	
MBGZ** (ziarno)	3,90	70	105	–34	
Groch	2,97	72	101	–29	
Pszenżyto ozime	5,20	34	137	–103	
Zmianowanie 3 (reprezentujące model gospodarstwa bezinwentarzowego)					
Kukurydza (ziarno) **	6,10	172	96	76	4
Mieszanka zb. (ziarno)	3,61	35	97	–62	
Pszenica jara + wsiewka	3,67	42	93	–51	
Koniczyna cz. na mulcz	19,83	327	178	149	
Pszenżyto ozime	4,77	34	126	–92	

*opracowanie własne

**MBGZ – mieszanka bobowatych grubonasiennych ze zbożami

++obornik w ilości 30 t/ha

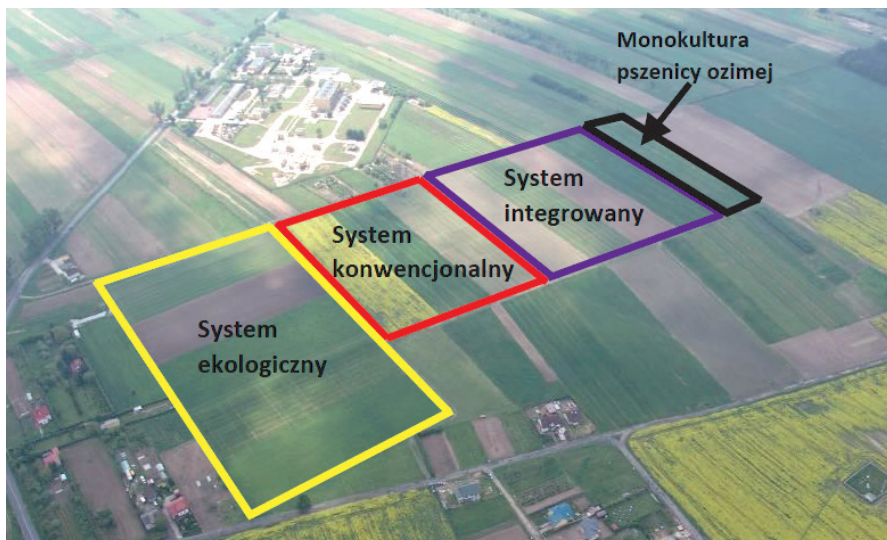
9. PRZYKŁADY ZMIANOWAŃ DLA GOSPODARSTW EKOLOGICZNYCH O RÓŻNYCH PROFILACH PRODUKCJI

GOSPODARSTWO Z PRODUKCJĄ ZWIERZĘCĄ

Gospodarstwo z chowem krów mlecznych

Gleby dobre bez trwałych użytków zielonych

- okopowe (ziemniak, warzywa, burak pastewny) lub kukurydza na kiszonkę nawożone obornikiem lub kompostem,
- zboże jare z wsiewką koniczyny czerwonej z białą oraz traw, np. życicy trwałej, kostrzewy łąkowej, rajgrasu wyniosłego,
- koniczyna z trawami – 1. rok użytkowana,
- koniczyna z trawami – 2. rok użytkowana,
- pszenica ozima + międzyplon ścierniskowy (bobowate z gorczyczą białą lub perko).



Fot. 2. Doświadczenie polowe nad porównywaniem różnych systemów produkcji roślinnej w RZD IUNG-PIB w Osinach (źródło: zasoby własne IUNG-PIB)

Powyższy płodozmian został zaplanowany w systemie ekologicznym na doświadczeniu polowym prowadzonym od 1994 r. w RZD IUNG-PIB w Osinach (fot. 2).

Umożliwia on uzyskanie bardzo dużej wydajności w jednostkach zbożowych, przede wszystkim, dzięki wysokim plonom koniczyny z trawami. Według szacunków pasze objętościowe łącznie z plonem zbóż jarych pozwalają na wyżywienie 1 krowy w przeliczeniu na 1 ha UR, natomiast pszenica i ziemniak mogą stanowić towarową produkcję roślinną. Mankamentem tego płodozmianu jest jednak długi okres utrzymywania gleby bez okrywy roślinnej w okresie jesienno-zimowym w ogniwie zmianowania: ziemniak–zboże jare. Sytuację tę można poprawić, wysiewając po ziemniaku międzyplon, np. z roślin krzyżowych.

Gleby średnie bez trwałych użytków zielonych

Przykład nr 1

- okopowe lub kukurydza na kiszonkę, nawożone obornikiem lub kompostem,
- owies na zielonkę z wsiewką np. koniczyny czerwonej z trawą,
- koniczyna z trawą,
- pszenica oz. + międzyplon (facelia lub gorczyca),
- pastewna mieszanka jara (owies + wyka + groch siewny),
- mieszanka bobowatych grubonasiennych ze zbożami na zielonkę.

Przykład nr 2

- mieszanka koniczyn z trawami,
- pszenica ozima,
- żyto ozime,
- warzywa gruntowe,
- mieszanka koniczyn z trawami,
- ziemniak,
- pszenica ozima,
- owies lub jęczmień jary.

Przykład nr 3

- mieszanka koniczyn z trawami – 1. rok,
- mieszanka koniczyn z trawami – 2. rok,
- ziemniak,
- pszenica ozima,
- żyto ozime,
- roślina bobowata grubonasienna,
- pszenica ozima,
- owies.

Gleby słabe z małym udziałem trwałych użytków zielonych

- okopowe (ziemniak, warzywa) lub kukurydza, nawożone obornikiem lub kompostem,
- mieszanka bobowatych grubonasiennych ze zbożami + międzyplon ozimy (żyto z wyką),
- pastewna mieszanka jara (owies + wyka + groch siewny),
- pszenżyto ozime + międzyplon (gorczyca).

Gospodarstwo z chowem trzody chlewnej

Gleby dobre

- okopowe (ziemniak, warzywa) lub kukurydza na ziarno nawożone obornikiem lub kompostem,
- jęczmień j. + wsiewka (koniczyna biała),
- bobowate grubonasienne (bobik, groch, łubin biały),
- pszenica oz. + międzyplon (gorczyca),
- mieszanka bobowatych grubonasiennych ze zbożami na ziarno,
- pszenżyto ozime.

Gleby średnie

- okopowe lub kukurydza na ziarno nawożone obornikiem lub kompostem,
- pole dzielone (pszenżyto ozime i jęczmień jary) + międzyplon,
- mieszanka bobowatych grubonasiennych ze zbożami na ziarno,
- pszenżyto + międzyplon (koniczyna biała),
- mieszanka zbożowa jara (pszenica, jęczmień i owies).

GOSPODARSTWO BEZ PRODUKCJI ZWIERZĘCEJ

Gleby średnie i dobre

- zboża jare z wsiewką koniczyny białej z trawą,
- koniczyna biała z trawami – porost przykaszany 2–3 razy i pozostawiany na powierzchni pola w formie mulczu,
- warzywa,
- pszenica oz. + międzyplon ścierniskowy,
- koniczyna biała z trawami.

Gleby słabe

- ziemniak,
- owies lub mieszanka zbożowa,
- łubin żółty,
- żyto ozime + wsiewka seradeli.

LITERATURA

1. Baeumer K. 1990. Gestaltung der Fruchtfolge. W: Dierks R. i Heitefuss R. (red). Integrierter Landbau. Wyd. BLV-Verlagsgesellschaft mbH Munchen, p. 110-135.
2. Baeumer K. 1992. Allgemeiner Pflanzenbau. Eugen Ulmer, Stuttgart, pp. 544.
3. Duer I., Jończyk K. 1998. Nawożenie pod ziemniak uprawiany w gospodarstwach ekologicznych. Fragmenta Agronomica 1 (57): 85-95.
4. Freyer B. 2003. Fruchtfolgen – Konventionell – Integriert – Biologisch. Eugen Ulmer, Stuttgart, pp. 230.
5. Hołubowicz-Kliza G. 2017. Chwasty I rośliny ruderalne pól uprawnych. Wyd. IUNG-PIB, ss. 314.
6. Jończyk K. 2005. Płodozmiany w rolnictwie ekologicznym. CDR w Brwinowie, Oddział Radom, ss. 52.
7. Kundler P. 1989. Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. DL Berlin, pp. 452.
8. LVLF 2008. Richtwerte für die Untersuchung und Beratung sowie zur fachlichen Umsetzung der Düngeverordnung (DüV). Gemeinsame Hinweise der Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. www.lelf.brandenburg.de, pp. 87.
9. Müller P., Ermich D. (red.). 1988. Ackerbau. Serie Pflanzenproduktion. Verlag: Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, pp. 176.
10. Stein-Bachinger K., Reckling M., Granstedt A. (red). 2013. Ecological Recycling Agriculture. Guidelines for Farmers and Advisors; Volume I: Farming Guidelines; BERAS: Järna, Sweden, pp. 136.
11. Tyburski J. 2004. Nawożenie i żyzność gleby w gospodarstwie ekologicznym. RCDRRiOW Radom, ss. 40.