



# NAWOZY ZIELONE NA MAZOWSZU

Anna Zaniewicz-Bajkowska • Jolanta Franczuk • Robert Rosa • Edyta Kosterna

Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich:  
Europa inwestująca w obszary wiejskie

Publikacja opracowana przez Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
na zlecenie Samorządu Województwa Mazowieckiego

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



Anna Zaniewicz-Bajkowska  
Jolanta Franczuk  
Robert Rosa  
Edyta Kosterna

# NAWOZY ZIELONE NA MAZOWSZU

Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich:  
Europa inwestująca w obszary wiejskie  
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



**Mazowsze.**  
serce Polski



Warszawa 2012

## „Nawozy zielone na Mazowszu”

### Zespół autorów:

dr hab. Anna Zaniewicz-Bajkowska  
dr hab. Jolanta Franczuk  
dr inż. Robert Rosa  
dr inż. Edyta Kosterna

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
Katedra Warzywnictwa  
08-110 Siedlce, ul. Bolesława Prusa 14, p. 222  
e-mail: warzywa@uph.edu.pl

### Recenzenci:

Prof. dr hab. Eugeniusz Kołota  
Prof. dr hab. Krystyna Zarzecka

Fotografie wykonali autorzy.

Redakcja techniczna: Robert Rosa

### Wydawca:

Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie  
Sekretariat Regionalny Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich  
www.mazowieckie.ksow.pl  
ksow@mazovia.pl

### Druk:

P. W. Formator sp. z o.o.  
87-100 Toruń, ul. Grudziądzka 163  
www.formator.pl  
Ilość arkuszy drukarskich: 9

Egzemplarz bezpłatny.

Nakład: 500 egzemplarzy.

ISBN 978-83-62082-87-2



„Uczestniczymy w godności tych osób,  
których dzieło kontynuujemy”  
Ks. Prof. Józef Tischner

*A dzieło to nie małe! Mierzone w setkach naukowych artykułów, monografi i opracowań popularnych, pokazaną liczbą wypromowanych doktorów i magistrów inżynierów rolnictwa. Jest to dzieło powstałe na mocnym fundamencie chrześcijańskich wartości, głębokiej wiary, mądrości, pracowitości, konsekwencji, wierności swojemu Mistrzowi i Nauczycielowi, szacunku dla wszystkich współpracowników i studentów oraz troski o środowisko przyrodnicze. Stanowi znaczący wkład w rozwój nauki, bowiem jest efektem wieloletnich oryginalnych badań, wyprzedzających epokę swoim profilem i charakterem. Powstało w sposób przypominający wędrówkę pod prąd, niewydeptaną jeszcze ścieżką, gdyż tylko tak, pokonując trudności i rozwiązując problemy, dochodzi się do źródeł wiedzy, zdobywa uznanie i autorytet.*

*Jaко uczniowie podjęliśmy rozpoczęte przed laty dzieło i postępując zgodnie z zaszczerpionymi nam wartościami, staramy się je kontynuować i rozwijać, żyjąc nadzieją, że zasłużymy sobie na część Godności przynależnej Pani Profesor.*

*Wielce Szanownej Pani Profesor Romualdzie Jabłońskiej-Ceglarek dedykujemy tę pracę z podziękowaniem i wdzięcznością.*

*wychowankowie*

## Spis treści

<b>1. HISTORIA UPRAWY NAWOZÓW ZIELONYCH</b> .....	<b>5</b>
1.1. Nawozy zielone od starożytności do czasów współczesnych .....	7
1.2. Nawozy zielone na Mazowszu .....	8
<b>2. RODZAJE NAWOZÓW ZIELONYCH</b> .....	<b>13</b>
<b>3. SPOSOBY WYKORZYSTANIA ROŚLIN UPRAWIANYCH NA ZIELONY NAWÓZ</b> .....	<b>23</b>
<b>4. WARUNKI KLIMATYCZNE NA MAZOWSZU</b> .....	<b>27</b>
4.1. Warunki pogodowe w okresie wzrostu międzyplonów letnich .....	29
4.2. Warunki pogodowe w okresie wzrostu międzyplonów ozimych .....	32
4.3. Warunki pogodowe w okresie wzrostu przedplonów .....	33
<b>5. WARTOŚĆ NAWOZOWA ROŚLIN NA ZIELONY NAWÓZ</b> .....	<b>35</b>
5.1. Cała biomasa .....	37
5.1.1. Międzyplony letnie .....	37
5.1.2. Międzyplony ozime .....	42
5.1.3. Przedplony .....	46
5.2. Resztki pozbiorowe .....	49
5.2.1. Międzyplony letnie .....	49
5.2.2. Międzyplony ozime .....	51
5.2.3. Przedplony .....	53
5.3. Zachwaszczenie roślin międzyplonowych .....	56
5.3.1. Międzyplony letnie .....	56
5.3.2. Międzyplony ozime .....	57
5.3.3. Przedplony .....	57
5.4. Podsumowanie .....	58
<b>6. WPŁYW NAWOZÓW ZIELONYCH NA ŚRODOWISKO GLEBOWE</b> .....	<b>59</b>
6.1. Właściwości fizyczne i chemiczne gleby .....	62
6.1.1. Zawartość próchnicy .....	62
6.1.2. Wilgotność gleby .....	65
6.1.3. Gęstość gleby .....	70
6.1.4. Porowatość gleby .....	74
6.1.5. Odczyn gleby .....	77
6.2. Właściwości biologiczne gleby .....	79
6.3. Ograniczenie skażenia środowiska zanieczyszczeniami pochodzenia rolniczego i komunikacyjnego .....	79
6.4. Podsumowanie .....	82
<b>7. WPŁYW NAWOZÓW ZIELONYCH NA PLONOWANIE WARZYW</b> .....	<b>83</b>
7.1. Międzyplony letnie .....	86
7.2. Międzyplony ozime .....	89
7.3. Przedplony .....	90
7.4. Podsumowanie .....	93
<b>8. WPŁYW NAWOZÓW ZIELONYCH NA ZACHWASZCZENIE UPRAW</b> .....	<b>95</b>
8.1. Podsumowanie .....	99
<b>9. NAJWAŻNIEJSZE GATUNKI UPRAWIANE NA ZIELONY NAWÓZ</b> .....	<b>101</b>
<b>GALERIA FOTOGRAFII</b> .....	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>139</b>

## 1. HISTORIA UPRAWY NAWOZÓW ZIELONYCH

### 1.1. Nawozy zielone od starożytności do czasów współczesnych

Uprawa roślin w celu ich przyorania jest jednym z najstarszych sposobów na zwiększenie żyzności gleby. Z literatury wynika, że korzystny plonotwórczy efekt takiego postępowania najwcześniej zauważono w Indiach i Chinach, gdzie prawdopodobnie już ponad 3000 lat temu stosowano praktykę przyorywania masy organicznej roślin. Najwcześniejsze, jeszcze sprzed 1134 r. p.n.e. źródła pisane, mówiące o stosowaniu nawozów zielonych, pochodzą z Chin z czasów dynastii Han.<sup>1)</sup>

Historia nawożenia zielonego na obszarze Europy również sięga starożytności. Nawozy zielone, obok obornika, kompostów i popiołów, stosowano w starożytnej Grecji i w Cesarstwie Rzymskim. Grecy przyorywali najczęściej fasolę, a Rzymianie fasolę i łubiny. Prawdopodobnie przyorywano także groch.

Na południu Europy (obszar dzisiejszych Włoch i południowej Francji) praktyka przyorywania łubiny utrzymywała się także przez całe średniowiecze, natomiast w Europie północnej rozwinęła się znacznie później. W czasach Imperium Franków (V-IX w.) na terenie dzisiejszych Niemiec stosowanie nawozów zielonych było mało popularne, jednakże w wiekach późniejszych ich znaczenie systematycznie rosło. Na nawozy zielone uprawiano łubiny, bób i groch.<sup>2)</sup>

Powszechne stosowanie nawozów zielonych w Europie datuje się na drugą połowę XIX wieku. Do wzrostu zainteresowania ich uprawą przyczyniło się odkrycie symbiozy roślin z rodziny bobowate (*Fabaceae* Lindl.) z bakteriami brodawkowatymi z rodzaju *Rhizobium*, mającymi zdolność wiązania azotu cząsteczkowego z powietrza.

Znaczenie nawozów zielonych z roślin bobowatych uległo zmniejszeniu w latach czterdziestych XX w., kiedy dostępne stały się stosunkowo tanie mineralne nawozy azotowe. Wówczas nawożenie to zaczęto traktować przede wszystkim jako źródło materii organicznej, w mniejszym zaś stopniu jako źródło azotu. Ograniczenie stosowania nawozów zielonych przyczyniło się do stopniowego nasilenia negatywnych skutków zmniejszonego dopływu materii organicznej do gleby na skutek stosowania na dużą skalę jednostronnego nawożenia mineralnego. Efektem tych działań była postępująca degradacja gleb użytkowanych rolniczo oraz zanieczyszczenie wód gruntowych i powierzchniowych.

Do połowy lat siedemdziesiątych XX wieku podstawowym źródłem materii organicznej w produkcji rolniczej i ogrodniczej w Europie był jednak obornik. W ostatnim dwudziestolecu ubiegłego wieku sytuacja zaczęła się zmieniać. Wzrastająca powierzchnia uprawy roślin o wysokich wymaganiach pokarmowych oraz spadek produkcji obornika wskutek rozpowszechnienia się bezściółkowego chowu trzody chlewnej i bydła, przyczyniły się do znacznych trudności w zaopatrzeniu gospodarstw, zwłaszcza ogrodniczych, w odpowiednie ilości obornika. Problem ten dotyczy szczególnie produkcji warzywniczej, w której nawożenie organiczne, ze względu na wysokie wymagania roślin warzywnych, odgrywa bardzo ważną rolę.

---

1) MacRae R.J., Mehuys G.R. 1985. *The effect of green manuring on the physical properties of temperate-area soils*. Adv. Soil Sci. 3: 71-93.

2) Pieters A.J. 1927. *Green manuring. Principles and practice*. John Wiley & Sons Inc., New York, Chapman & Hall Limited, London (tekst oryginalny zeskanowany przez Soil and Health Library, Luty 2006).

Reakcją na niekorzystne zmiany środowiska naturalnego w otoczeniu rolnictwa jest poszukiwanie źródeł materii organicznej mogących uzupełnić niedobory powstałe na skutek zmniejszonej produkcji obornika. Ponownie coraz większego znaczenia zaczyna nabierać uprawa międzyplonów w celu przyorywania biomasy roślin dla użyczenia gleby.

W Polsce już w latach trzydziestych XX w. rozpoczęto, a w sześćdziesiątych kontynuowano zakrojone na szeroką skalę badania dotyczące stosowania nawozów zielonych. Prace te miały na celu ocenę przydatności poszczególnych rodzajów nawożenia zielonego: międzyplonów ścierniskowych (poplony letnie), międzyplonów ozimych, przedplonów (międzyplony wiosenne) i dobór gatunków roślin do tej uprawy charakteryzujących się wysoką wartością nawozową.

## 1.2. Nawozy zielone na Mazowszu

Historia badań nad międzyplonowymi nawozami zielonymi na Mazowszu sięga roku 1979, kiedy w ówczesnej Wyższej Szkole Rolniczo-Pedagogicznej w Siedlcach (obecnie Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach), w ramach Instytutu Hodowli i Technologii Produkcji Roślinnej, utworzono Zakład Warzywnictwa. Na kierownika Zakładu powołano dr inż. Romualdę Jabłońską-Ceglarek, która wraz z zespołem pracowników rozpoczęła prace badawcze nad nawożeniem zielonym na terenie wschodniego Mazowsza. Pierwsze eksperymenty polowe, przeprowadzone w latach 1979-1983 miały na celu określenie wartości nawozowej międzyplonów letnich (żyto zwyczajne, wyka ozima, nostrzyk, bobik, facelia błękitna) i międzyplonów ozimych (żyto zwyczajne, wyka ozima, kupkówka), a także ich wpływu na plonowanie wybranych gatunków warzyw. Kolejne eksperymenty polowe z międzyplonowymi nawozami zielonymi prowadzono w latach 1983-1987, 1986-1990, 1991-2002, 1994-1999, 1999-2003, 2002-2006, 2004-2007, 2008-2011. Szczególnie cenne było wieloletnie doświadczenie statyczne (1991-2002) mające na celu określenie wpływu nawozów zielonych na właściwości fizyko-chemiczne gleby, m.in. na zmiany zawartości próchnicy. W przeprowadzonych eksperymentach przebadano wiele roślin pod kątem możliwości ich stosowania jako międzyplony letnie (ścierniskowe), międzyplony ozime i przedplony (międzyplony wiosenne). Obok wartości nawozowej międzyplonów i ich wpływu na właściwości fizyczne i chemiczne gleby, analizowano także ich wpływ na zachwaszczenie upraw, ograniczanie skutków zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi oraz plonowanie i wartość biologiczną warzyw uprawianych w pierwszym, drugim i trzecim roku po przyoraniu międzyplonów. Prowadzone badania stanowiły podstawę rozwoju naukowego, uzyskiwania stopni i tytułów naukowych przez prof. dr hab. Romualdę Jabłońską-Ceglarek oraz jej współpracowników. Pani prof. dr hab. Romualda Jabłońska-Ceglarek kierowała zespołem badawczym Katedry Warzywnictwa do chwili przejścia na emeryturę w roku 2009. Obecnie jej pracę kontynuują wychowankowie, będący autorami niniejszej monografii.

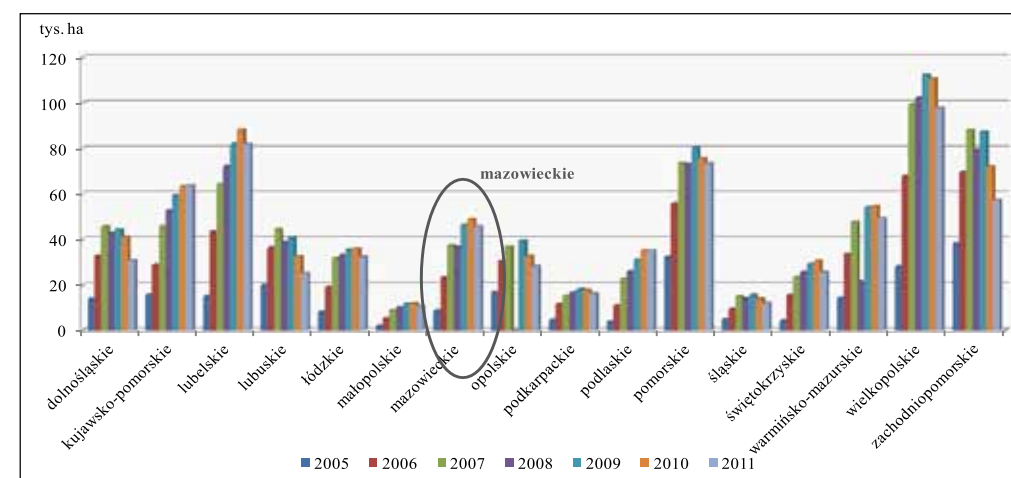
Katedra Warzywnictwa i Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach są jednymi z nielicznych w Polsce jednostkami naukowymi prowadzącymi badania nad międzyplonowymi nawozami zielonymi. Katedra Warzywnictwa specjalizuje się w badaniach nad stosowaniem nawozów zielonych w uprawie warzyw, a Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin nad ich wykorzystaniem w uprawie roślin rolniczych.

Od momentu wejścia Polski do Unii Europejskiej powierzchnia uprawy międzyplonów stosowanych zarówno na cele paszowe jak i na zielony nawóz systematycznie rośnie. Związane jest to z realizacją programu rolnośrodowiskowego, w myśl którego uprawa międzyplonów jest podstawowym działaniem pozwalającym na poprawę bilansu próchnicy glebowej, utrzymanie stałego pokrycia gruntów ornych roślinnością i ograniczenie procesów erozyjnych, ochronę wód przed zanieczyszczeniami pochodzenia rolniczego i zwiększenie bioróżnorodności poprzez wprowadzenie do zmianowań większej liczby gatunków roślin.

W okresie 2005-2009 powierzchnia uprawy międzyplonów systematycznie rosła z 228 tys. ha do 787 tys. ha, po czym odnotowano spadek tej powierzchni do 764 tys. ha w 2010 i 685 tys. ha w 2011 roku. Najwięcej międzyplonów uprawiano w województwach wielkopolskim, zachodniopomorskim, pomorskim i lubelskim (rys. 1). Pod względem powierzchni uprawy międzyplonów województwo mazowieckie plasowało się poniżej średniej krajowej, jednak jak wskazują dane ARiMR ich powierzchnia systematycznie rośnie, choć w 2011 r. nastąpił niewielki jej spadek. Na Mazowszu powierzchnia uprawy międzyplonów wynosiła: 8,7 tys. ha w roku 2005, 23,1 tys. ha w 2006 r., 37,3 tys. ha w 2007 r., 36,5 tys. ha w 2008 r., 46,3 tys. ha w 2009 r., 48,9 tys. ha w 2010 r. i 45,7 tys. ha w 2011 r.

Rysunek 1.

Powierzchnia uprawy międzyplonów w Polsce w latach 2005-2011 wg województw



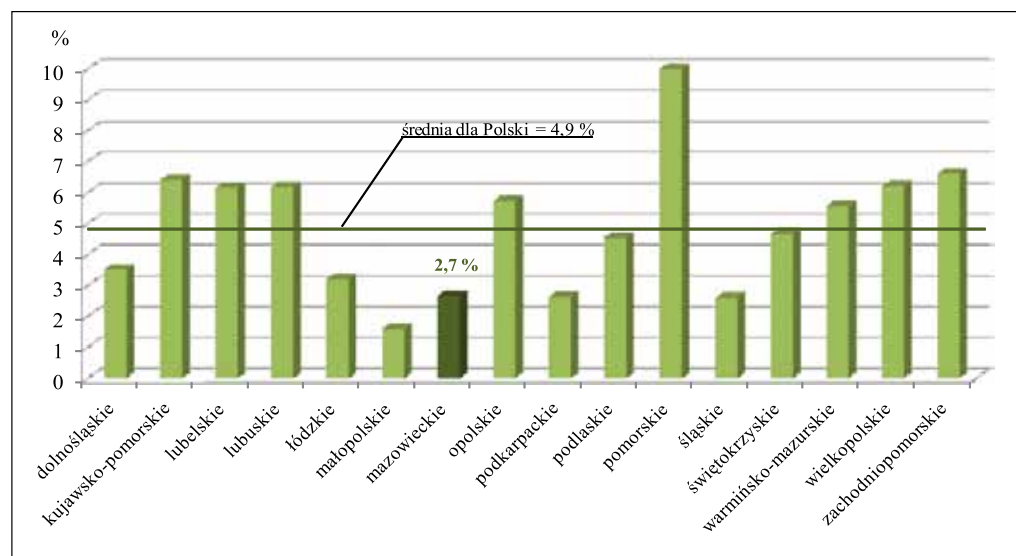
Źródło: opracowanie własne na podstawie: ARiMR, Departament Analiz i Sprawozdawczości, Wydział Sprawozdawczości Działania Społecznych i Środowiskowych oraz Płatności Bezpośrednich.

Udział powierzchni przeznaczanej pod uprawę międzyplonów, w stosunku do całkowitej powierzchni gruntów ornych w roku 2011 w skali kraju wynosił 4,9%. W województwie mazowieckim udział ten kształtował się na poziomie 2,7% (rys. 2) i był jednym z najniższych w Polsce. Powierzchnia gruntów ornych na Mazowszu wynosi 1723 tys. ha, co stanowi 12,38% powierzchni gruntów ornych w Polsce.<sup>3)</sup> Natomiast udział powierzchni uprawy międzyplonów na Mazowszu w stosunku do powierzchni uprawy międzyplonów w całym kraju w roku 2011 kształtował się na poziomie 5,67% (rys. 3).

Dominującym rodzajem nawozów zielonych są międzyplony letnie (ścierniskowe). Powierzchnia ich uprawy w Polsce w latach 2005-2011 średniorocznie wynosiła blisko 425 tys. ha. Międzyplony ozime miały mniejsze znaczenie. Łączna powierzchnia ich uprawy kształtowała się na poziomie 214 tys. ha. Na Mazowszu powierzchnia uprawy międzyplonów letnich wynosiła 22,8 tys. ha, a międzyplonów ozimych 13,9 tys. ha (rys. 4).

Bodźcem mającym zachęcić rolników do zwiększania powierzchni uprawy międzyplonów są płatności w ramach programu rolnośrodowiskowego. Dopłaty pozwalają na ograniczenie ryzyka finansowego i zrekompensowanie ponoszonych kosztów. Kwota środków wypłaconych w ramach programu w latach 2005-2008 wyniosła ponad miliard złotych.<sup>4)</sup>

Rysunek 2.  
Udział uprawy międzyplonów w powierzchni gruntów ornych w roku 2011

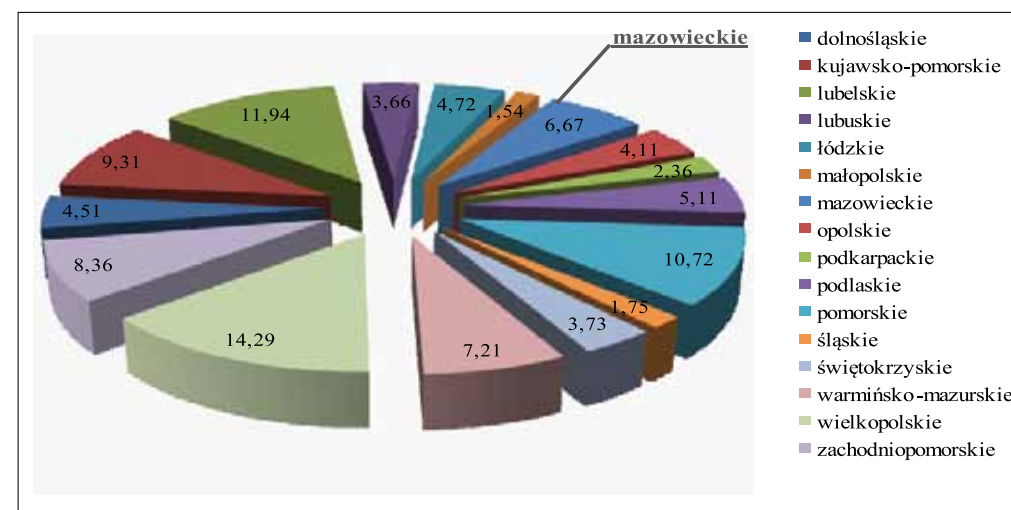


Źródło: opracowanie własne na podstawie: ARiMR, Departament Analiz i Sprawozdawczości, Wydział Sprawozdawczości Działania Społecznych i Środowiskowych oraz Płatności Bezpośrednich.

3) Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2011. GUS.

4) Jaskulska I., Gałęzowski L. 2009. Aktualna rola międzyplonów w produkcji roślinnej i środowisku. *Fragm. Agronom.* 26 (3): 48-57.

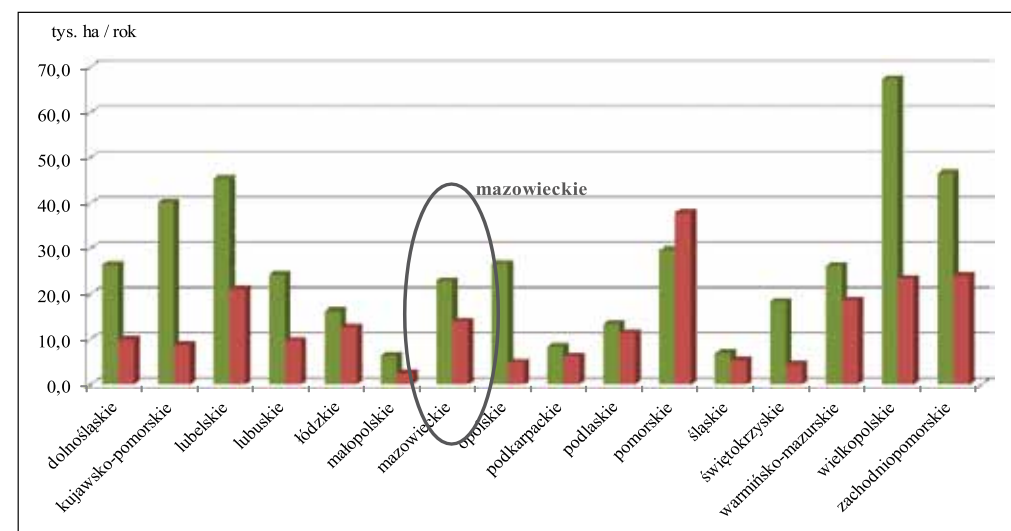
Rysunek 3.  
Udział powierzchni uprawy międzyplonów (%) w poszczególnych województwach w powierzchni uprawy międzyplonów w Polsce wg danych za rok 2011



Źródło: opracowanie własne na podstawie: ARiMR, Departament Analiz i Sprawozdawczości, Wydział Sprawozdawczości Działania Społecznych i Środowiskowych oraz Płatności Bezpośrednich.

Dopłaty na 1 ha międzyplonów wyniosły średnio 95 zł. Ich wysokość w poszczególnych województwach była bardzo zróżnicowana. Największe kwoty dopłat wypłacono w województwach lubuskim (214,1 zł) i pomorskim (209,2 zł), najmniejsze w małopolskim (32,4 zł) i mazowieckim (38,4 zł).

Rysunek 4.  
Struktura uprawy międzyplonów (średnio w latach 2005-2011)



Źródło: opracowanie własne na podstawie: ARiMR, Departament Analiz i Sprawozdawczości, Wydział Sprawozdawczości Działania Społecznych i Środowiskowych oraz Płatności Bezpośrednich.

## **2. RODZAJE NAWOZÓW ZIELONYCH**



Rośliny na zielony nawóz mogą być uprawiane w plonie głównym i wówczas zajmują pole przez cały sezon wegetacyjny. Najczęściej są to rośliny bobowate (dawniej motylkowate), które wysiewa się wczesną wiosną i przyoruje po żniwach, pod uprawy ozime. Ten sposób uprawy ma zastosowanie na glebach bardzo słabych, wymagających użyczenia lub rekultywacji. Na glebach lepszych jest nieopłacalny, gdyż w roku uprawy nawozu zielonego w plonie głównym nie zbieramy plonu i nie uzyskujemy dochodu.

Najczęściej rośliny na zielony nawóz uprawiane są w międzyplonach, które w zależności od terminu wysiewu i przyorania dzieli się na:

- międzyplony letnie (ścierniskowe) - siane od początku lipca do końca sierpnia, przyorywane późną jesienią, zwykle w ostatniej dekadzie października,
- międzyplony ozime - siane od początku sierpnia do połowy września, przyorywane w maju następnego roku,
- przedplony (międzyplony wiosenne) - wymagające siewu wczesną wiosną i przyorania w pierwszej połowie czerwca przed siewem lub sadzeniem roślin uprawnych na zbiór jesienią (tab. 1).

Tabela 1.

Rośliny na zielony nawóz oraz terminy ich wysiewu w zależności od rodzaju międzyplonu

Gatunek rośliny	Przedplon	Międzyplon letni (ścierniskowy)	Międzyplon ozimy
Bobik	-	20.07. – 10.08.	-
Facelia błękitna	-	15.07. – 15.08.	-
Gorczyca biała	-	1.08. – 20.08.	-
Groch siewny (peluszka)	15.03. – 10.04.	15.07. – 31.07.	-
Gryka zwyczajna	-	1.07. – 31.07.	-
Koniczyna biała	1.03. – 31.03.	-	1.08. – 31.08.
Łubin wąskolistny	-	1.07. – 15.08.	-
Łubin żółty	-	15.07. – 31.07.	-
Owies zwyczajny	10.03. – 5.04.	15.07. – 31.07.	-
Rzepak ozimy	-	20.07. – 10.08.	1.09. – 15.09.
Rzodkiew oleista	-	10.08. – 31.08.	-
Seradela siewna	-	15.07. – 15.08.	-
Słonecznik zwyczajny	-	15.07. – 15.08.	-
Szarłat wyniosły	-	15.07. – 31.07.	-
Wyka kosmata	-	15.07. – 10.08.	20.08. – 31.08.
Wyka siewna	15.03. – 15.04.	15.07. – 10.08.	-
Życica wielokwiatowa	-	-	1.08. – 5.09.
Żyto zwyczajne	1.03. – 5.04.	15.07. – 31.07.	10.09. – 20.09.

Źródło: opracowanie własne.

Rośliny na zielony nawóz można też uprawiać w formie wsiewek międzyplonowych. Rolę nawozów zielonych spełniają również rośliny okrywowe stosowane jako mulcz<sup>5)</sup> lub tzw. żywe ściółki, czyli rośliny wsiewane w międzyrzędzia gatunków uprawnych<sup>6),7),8)</sup>.

W warunkach klimatycznych Mazowsza najlepsze efekty daje uprawa **międzyplonów letnich (ścierniskowych)**. Termin ich wysiewu w zależności od gatunku rośliny przypada na okres od połowy lipca do połowy sierpnia. Uprawę międzyplonów letnich można połączyć z uprawą wcześniej zbieranych roślin rolniczych np. rzepaku, jęczmienia ozimego lub warzyw np. wczesnych ziemniaków, wczesnej kapusty, kalafiora, brokuła, kalarepy, czosnku, cebuli z dymki, grochu i bobu na zielono, fasoli szparagowej. Podstawowym warunkiem uzyskania zadowalającego plonu biomasy jest odpowiednio wczesny wysiew międzyplonu letniego, który nawet w latach o niezbyt sprzyjających warunkach atmosferycznych zapewnia dobre wschody i szybki wzrost roślin. Wysiane odpowiednio wcześniej zwykle zdążą jeszcze zakwitnąć, dzięki czemu dostarczają pszczołom ostatnich przed zimą pożytków. Ważny jest odpowiedni dobór roślin do uprawy w międzyplonach. Poszczególne gatunki, a nawet odmiany różnią się wymaganiami glebowymi, wytrzymałością na niedobór wody i spadki temperatury poniżej 0°C, a także tempem wzrostu oraz wartością paszową i nawozową zielonej masy. Do uprawy w międzyplonie letnim szczególnie polecane są: łubin wąskolistny, łubin żółty, wyka siewna, wyka kosmata, groch siewny, bobik, seradela siewna, facelia błękitna, żyto zwyczajne, owies zwyczajny, gorczyca biała, słonecznik zwyczajny, rzodkiew oleista, rzepik ozimy, gryka zwyczajna, uprawiane w siewie czystym lub w mieszankach. Badano także przydatność do uprawy w międzyplonie letnim szarłatu wyniosłego.

Międzyplony letnie (ścierniskowe) stosowane są pod wszystkie rośliny uprawne wymagające wczesnego siewu lub sadzenia rozsady i korzystnie reagujące na nawożenie organiczne m.in. ziemniak, burak cukrowy, kukurydza, wczesne warzywa kapustne, cebula, warzywa dyniowate, seler korzeniowy.

**Międzyplony ozime** wysiewa się od połowy sierpnia do połowy września. Można je uprawiać po roślinach plonu głównego później schodzących z pola (zboża, ziemniak, warzywa korzeniowe i kapustne na zbiór letni, cebula z siewu, samokończące karłowe odmiany pomidora, ogórek, fasola zwykła na suche nasiona). Międzyplony ozime przyoruje się pod koniec kwietnia lub w pierwszej połowie maja, w związku z tym uprawia się po nich głównie warzywa późnego siewu lub sadzenia, przypadającego na drugą połowę maja lub

- 5) Borowy A., Jelonkiewicz M. 2000. *Bezorkowa uprawa warzyw z użyciem roślin okrywowych*. Ann. UMCS, EEE Hort. VIII, Suppl.: 13-18.
- 6) Płaza A. 2004. *Nawożenie ziemniaka jadalnego biomasą międzyplonów i słomą jęczmienia jarego oraz następcze działanie na pszenżyto ozime*. Rozprawa nauk. 78, Wyd. Akademii Podlaskiej w Siedlcach.
- 7) Kołota E., Adamczewska-Sowińska K. 2004. *The effects of living mulches on yield, overwintering and biological value of leek*. Acta Hort. 638: 209-214.
- 8) Adamczewska-Sowińska K., Kołota E. 2007. *Żywe ściółki w uprawie pomidora*. Roczn. Akad. Rol. Poznań CCCLXXXIII, Ogrodn. 41: 411-415.

czerwiec i wymagające nawożenia organicznego. Są to m.in. późna kapusta głowiasta, kalafior i brokuł na zbiór jesienią, por z rozsady na zbiór jesienią i przezimowanie, ogórek oraz gatunki ciepłolubne wymagające sadzenia rozsady w nagrzaną glebę, np. melon, kawon i oberżyna. Jako plon wtóry po międzyplonach ozimych można też uprawiać ziemniak<sup>9)</sup> oraz proso<sup>10)</sup> i grykę zwyczajną<sup>11)</sup>.

Wybór gatunków do uprawy w międzyplonie ozimym jest znacznie mniejszy niż w międzyplonie letnim ze względu na zimotrwałość. W międzyplonie ozimym można uprawiać: koniczynę białą, wykę kosmatą, żyto zwyczajne, życię wielokwiatową i rzepik ozimy. Wymienione gatunki polecane są do uprawy w siewie czystym jak i w mieszankach np. żyto zwyczajne z wyką kosmatą.

**Przedplony**, nazywane też międzyplonami wiosennymi, są najrzadziej stosowanym rodzajem nawozów zielonych. Nasiona roślin przedplonowych wysiewa się jak najwcześniej wiosną, najczęściej w marcu lub na początku kwietnia, a przyoruje w końcu maja lub na początku czerwca. Wschody następują szybko, gdyż rośliny korzystają z zapasów wilgoci zgromadzonej w okresie jesienno zimowym. Gatunki uprawiane jako przedplon powinny charakteryzować się niską temperaturą kiełkowania i być odporne na wiosenne przymrozki. Na ten rodzaj nawozu zielonego można polecić wykę siewną, groch siewny (peluszkę), koniczynę białą, owies zwyczajny i żyto zwyczajne, zarówno w siewie czystym jak i w mieszankach. Dobrze sprawdzają się mieszanki wyki siewnej z grochem siewnym, wyki siewnej z owsem zwyczajnym lub żytem zwyczajnym, grochu siewnego z owsem zwyczajnym lub żytem zwyczajnym, wyki siewnej z grochem siewnym i owsem zwyczajnym. Przedplony stanowią wartościowy rodzaj nawożenia organicznego, zwłaszcza pod warzywa późnego siewu lub sadzenia, wysiewane lub sadzone do gruntu w czerwcu i na początku lipca (późna kapusta, kalafior, brokuł, warzywa ciepłolubne – melon, kawon, oberżyna).

W uprawie roślin na zielony nawóz pojawia się ryzyko przesuszenia gleby na skutek wykorzystania zapasów wody glebowej przez rośliny międzyplonowe. Czynnikiem mogącym prowadzić do zaburzeń w bilansie wodnym wierzchniej warstwy gleby jest także wprowadzenie do niej dużej ilości masy organicznej, która stanowi warstwę utrudniającą podsiąkanie wody z głębszych, wilgotnych warstw gleby. Zjawisko to jest szczególnie widoczne w latach o małej ilości opadów atmosferycznych. Wpływ wysuszenia gleby na wzrost rośliny następczej zależy w dużym stopniu od pory roku, w której następuje przyoranie nawozu zielonego. Najmniejszy jest on po międzyplonie letnim, przyoranym jesienią, większy po międzyplonie ozimym, przyorowanym w połowie maja, a największy po przedplonowym nawożeniu zielonym, przyorowanym w połowie czerwca.

- 9) Ceglarek F., Zarzecka K. 1999. *Ziemniak*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin*. t.1. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 315-373.
- 10) Songin H. 1999. *Proso*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin*. t.1. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 291-296.
- 11) Songin H. 1999. *Gryka*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin*. t.1. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 297-303.

Przyorana w drugiej połowie października masa organiczna międzyplonu letniego w miesiącach zimowych i wiosennych ulega częściowemu rozkładowi i nie ogranicza podsiąkania wody z głębszych warstw gleby. Niedobory wilgoci powstałe na skutek wzrostu roślin międzyplonowych zostają w tym okresie uzupełnione przez opady atmosferyczne. W uprawie międzyplonów ozimych i przedplonów dodatkowym czynnikiem przesuszającym glebę jest orka wiosenna.

W latach suchych uprawa międzyplonów ozimych i przedplonów może prowadzić do spadku plonów roślin uprawnych bezpośrednio po przyoranych nawozach zielonych.<sup>12),13)</sup> Z dobrym skutkiem międzyplony te można stosować w rejonach o dużej ilości opadów atmosferycznych lub w gospodarstwach dysponujących możliwością nawadniania upraw.

W drugim i trzecim roku po przyoraniu międzyplonów niekorzystne zmiany w uwilgotnieniu gleby już nie występują. Następczy plonotwórczy wpływ nawozów zielonych w drugim i trzecim roku po ich przyoraniu jest zawsze dodatni. Można wówczas zaobserwować korzystne działanie przyoranych nawozów zielonych na gospodarkę wodną gleby. Szczególnie korzystny wpływ na poprawę warunków wilgotnościowych w glebie mają międzyplony z bobiku, wyki kosmatej i siewnej, żyta zwyczajnego, owsa zwyczajnego i grochu siewnego w siewie czystym oraz w mieszankach.<sup>14),15),16)</sup>

Wprowadzając do zmianowań międzyplony uprawiane na przyoranie należy pamiętać o właściwym następstwie roślin i unikać uprawy po sobie gatunków z tej samej rodziny botanicznej np.:

- rzepaku, rzepy, brukwi, warzyw kapustnych i rzepowatych po gorczycy, rzepiku czy rzodkwi oleistej,
- soczewicy, soi, fasoli zwykłej i wielokwiatowej, grochu siewnego, bobu po roślinach z rodziny bobowate (bobiku, grochu siewnym – peluszcze, koniczynach, łubinach, seradeli siewnej, wyce siewnej, wyce kosmatej),
- zbóż po życie uprawianym w międzyplonie letnim lub ozimym.

Rośliny uprawiane na zielony nawóz powinny charakteryzować się szybkim tempem wzrostu wytwarzające w krótkim czasie dużo biomasy, głębokim, dobrze rozwiniętym systemem korzeniowym, który umożliwi pobieranie składników pokarmowych z głębszych warstw profilu glebowego. Ponadto powinny być one mało wymagające co do warunków klimatycznych oraz odporne na choroby i szkodniki,

12) Songin W. 1990. *Międzyplony jako nawozy zielone w warunkach Pomorza Zachodniego*. (w:) *Międzyplony we współczesnym rolnictwie*. Mat. sem. nauk., PAN, AR Szczecin: 14-20.

13) Rosa R. 2005. *Przedplonowe nawozy zielone w warunkach glebowo-klimatycznych południowego Podlasia*. Rozprawa doktorska, Akademia Podlaska w Siedlcach.

14) Borna Z. 1960. *Wpływ międzyplonowych nawozów zielonych na plony warzyw*. Roczn. WSR Poznań IX: 309-357.

15) Franczuk J. 2000. *Następczy wpływ nawożenia organicznego stosowanego pod warzywa na wilgotność gleby*. Ann. UMCS, EEE, VIII, Supp.: 429-437.

16) Rosa R. 2005. *Przedplonowe nawozy zielone...*, op.cit.

ki, które mogłyby obniżyć plon zielonej masy lub też porażać rośliny następcze. Z ekonomicznego punktu widzenia nasiona tych roślin powinny być tanie i łatwo dostępne.<sup>17),18)</sup>

Orientacyjny koszt materiału siewnego roślin międzyplonowych na 1 hektar przedstawia tabela 2. Jest on uzależniony od normy wysiewu i ceny nasion poszczególnych gatunków.

Tabela 2.

Orientacyjne koszty materiału siewnego roślin międzyplonowych potrzebnego na obsianie powierzchni 1 hektara, wg cen z roku 2012

Gatunek rośliny	Średnia cena 1 kg nasion (zł)	Koszt nasion (zł) na obsianie 1 hektara
Bobik	2,8	616 – 700
Facelia błękitna	15,0	225 – 300
Gorczyca biała	5,0	75 – 90
Groch siewny (peluszką)	3,0	660 – 750
Gryka zwyczajna	4,5	360 – 450
Koniczyna biała	21,0	210 – 630
Łubin wąskolistny	3,0	480 – 600
Łubin żółty	4,0	720 – 800
Owies zwyczajny	1,0	200 – 240
Rzepak ozimy	7,5	75 – 90
Rzodkiew oleista	9,0	225 – 270
Seradela siewna	12,0	720 – 840
Słonecznik zwyczajny	4,5	112 – 180
Szarłat wyniosły	135,0	270 – 338
Wyka kosmata	6,5	520 – 650
Wyka siewna	4,5	450 – 540
Życica wielokwiatowa	12,0	360 – 480
Żyto zwyczajne	1,0	180 – 200

Źródło: opracowanie własne.

Stosowanie międzyplonowych nawozów zielonych daje wiele korzyści, wśród których można wymienić:

- wzrost zawartości próchnicy, co wpływa na poprawę właściwości sorpcyjnych i stanu uwilgotnienia gleby,
- przy uprawie roślin bobowatych, dostarczanie do gleby znacznych ilości azotu, z którego korzystają rośliny następcze,
- ochronę rozpuszczalnych form składników mineralnych przed wylugowaniem,
- uruchamianie składników pokarmowych występujących w związkach trudno do-

17) Malicki L., Michałowski C. 1994. *Problemy międzyplonów w świetle doświadczeń*. Post. Nauk Rol. 4: 7-18.

18) Bochniarz A. 1998. *Znaczenie międzyplonów ścierniskowych w dobrej praktyce rolniczej w świetle literatury*. (w:) *Dobre praktyki w produkcji rolniczej*. IUNG Puławy, K (15/I): 21-29.

stępnych dla innych roślin uprawnych, które mogą być przez nie pobierane po przyoraniu i mineralizacji biomasy roślin uprawianych na zielony nawóz,

- przemieszczanie wymytych w głąb profilu glebowego składników pokarmowych do wierzchnich warstw gleby,
- stymulację rozwoju mikroorganizmów glebowych,
- wzrost stężenia dwutlenku węgla w atmosferze glebowej,
- przeciwdziałanie erozji gleby,
- poprawę właściwości fizycznych głębszych warstw gleby,
- korzystne warunki bytowania wielu gatunków ptaków i małych zwierząt,
- wzrost możliwości produkcyjnych gospodarstwa.

Wpływ nawozów zielonych na glebę jest wielostronny. Przyczyniają się one do rozluźnienia gleb ciężkich, natomiast glebom lekkim nadają większą spoistość wzbogacając je w związki koloidalne.

Działanie nawozów zielonych zależy od szybkości rozkładu przyoranej masy roślinnej. Podobnie jak w przypadku innych nawozów organicznych, na glebach lekkich przyorana biomasa rozkłada się szybciej, na glebach cięższych wolniej. Tempo tego procesu zależy również od fazy rozwojowej roślin. Szybszemu rozkładowi ulegają rośliny młode niż starsze, zawierające więcej celulozy, hemicelulozy i ligniny. Po przyoraniu całych roślin szybciej rozkładają się części nadziemne niż korzenie, zawierające więcej związków trudniej ulegających mineralizacji.<sup>19)</sup>

Uprawa międzyplonowych nawozów zielonych, a także stosowanie roślin okrywowych jest najskuteczniejszym sposobem ograniczania wymywania składników pokarmowych, zwłaszcza azotu w głąb profilu glebowego. Według Sadego<sup>20)</sup> straty azotu z gleb pokrytych roślinnością wynoszą 8-11 kg N·ha<sup>-1</sup>, natomiast z gleb nieobsianych 45-80 kg N·ha<sup>-1</sup>. Fotyma i Mercik<sup>21)</sup> oraz Kuś i Jończyk<sup>22)</sup> roczne straty tego składnika w warunkach klimatycznych Polski szacują na 120 kg N·ha<sup>-1</sup>. Proces ten najintensywniej zachodzi jesienią i wczesną wiosną, a najbardziej narażona na jego działanie jest gleba pozbawiona okrywy roślinnej. Można go ograniczyć poprzez jak najdłuższe utrzymanie roślin na polu. Uprawa międzyplonów wydłuża okres przykrycia gleby, a dodatkowo pobieranie przez rośliny azotu azotanowego i wody zmniejszając wymycie azotanów<sup>23)</sup>. W badaniach Jensena i Hansena<sup>24)</sup> oraz Djurhuusa<sup>25)</sup> stwierdzono, że uprawa międzyplonów ogranicza wymywanie azotu

o ponad 60%. Ma to duże znaczenie ekologiczne, gdyż ogranicza przenikanie tego składnika do wód gruntowych i powierzchniowych, przynosi także korzyści ekonomiczne pozwalając obniżyć zużycie nawozów azotowych.

Międzyplony uprawiane jako nawóz zielony pełnią także funkcję fitosanitarną, ograniczając występowanie chorób i szkodników roślin uprawnych. W wyniku wprowadzenia do zmianowania międzyplonów ścierniskowych zmniejsza się porażenie zbóż przez choroby podsuszkowe. Zastosowanie międzyplonu z roślin bobowatych, owsa zwyczajnego, facelii błękitnej, gorczycy i rzepaku podwyższało w badaniach zdrowotność pszenicy ozimej o 7,0%, a jęczmienia jarego o 7,4%.<sup>26),27)</sup> Facelia błękitna, gorczyca biała i rzodkiew oleista ograniczają populację mątwika, a gryka zwyczajna występowanie pędraków i rolnic.

W przeciwieństwie do obornika, nawozy zielone pozwalają na ograniczenie zachwaszczenia pola.<sup>28),29)</sup>

19) Górlach E., Mazur T. 2001. *Chemia rolna*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

20) Sady W. 2006. *Nawożenie warzyw polowych*. Wyd. Plantpress, Kraków, ss. 112.

21) Fotyma M., Mercik S. 1995. *Chemia rolna*. PWN, Warszawa.

22) Kuś J., Jończyk K. 2000. *Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 470: 59-65.

23) Duer I. 1996. *Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie*. *Fragm. Agronom.* 1(49): 29-43.

24) Jensen E.S. 1991. *Nitrogen accumulation and residual effects of nitrogen catch crops*. *Acta Agric. Scand.* 41: 333-344.

25) Hansen E.M., Djurhuus J. 1997. *Nitrate leaching as influenced by soil tillage and catch crop*. *Soil Till. Res.* 41: 203-219.

26) Klima K. 1991. *Wpływ roślin fitosanitarnych i herbicydów na zdrowotność pszenicy ozimej w specjalistycznym płodozmianie zbożowym*. (w:) *Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach*. *Mat. V Sem. Płodozm.*, cz.II, AR-T Olsztyn: 45-49.

27) Deryto S. 1991. *Wpływ międzyplonów ścierniskowych w zróżnicowanym płodozmianie na zdrowotność pszenicy ozimej i jęczmienia jarego*. (w:) *Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach*. *Mat. V Sem. Płodozm.*, cz.II, AR-T Olsztyn: 35-44.

28) Jaskulski D., Tomalak S., Rudnicki F. 2000. *Regeneracja stanowiska po pszenicy ozimej dla jęczmienia jarego przez rośliny międzyplonu ścierniskowego*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 470: 49-5.

29) Pawłowski F., Woźniak A. 2000. *Wpływ wsiewek poplonowych i nawożenia organicznego na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenicy ozimej w monokulturze*. *Cz. II. Zachwaszczenie i zdrowotność*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 470: 83-89.

### **3. SPOSOBY WYKORZYSTANIA ROŚLIN UPRAWIANYCH NA ZIELONY NAWÓZ**

Największe działanie użyźniające osiąga się przyorując całe rośliny na tym polu, na którym wyrosły. Korzystny wpływ tego sposobu wykorzystania międzyplonów wynika zarówno z wartości nawozowej składników zawartych w biomase jak i dodatniego oddziaływania systemu korzeniowego, zwłaszcza roślin z rodziny bobowate, na strukturę gleby. W warunkach glebowo-klimatycznych Mazowsza z całymi roślinami, w zależności od gatunku i rodzaju międzyplonu, wprowadza się do gleby od 7 do 40 ton świeżej masy na 1 hektar.

Odmienny jest tak zwany kośny sposób użytkowania nawozu zielonego. Polega on na tym, że skoszoną zieloną masę międzyplonów przewozi się na inne pole i tam ją przyoruje. Stosując ten sposób wykorzystania nawozów zielonych powiększamy powierzchnię nawożoną, gdyż na jednym polu działają użyźniająco pozostawione resztki pozbiorowe, a na drugim masa zielona.<sup>30)</sup> Jednak ze względu na wysokie koszty transportu, ten sposób użytkowania bardzo rzadko znajduje zastosowanie w praktyce.

W wielu przypadkach, na żyzniejszych glebach, zieloną masę roślin możemy wykorzystać jako pełnowartościową paszę, zadowolając się działaniem nawozowym resztek pozbiorowych. Wprawdzie jest ono mniejsze niż działanie całej biomasy, wpływa jednak korzystnie na właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby a w konsekwencji dodatnio oddziałuje na plon roślin następczych<sup>31),32),33),34),35),36)</sup>.

Ilość materii organicznej pozostająca w resztkach pozbiorowych zależy od gatunku rośliny, poziomu nawożenia, warunków glebowych i klimatycznych. Zwykle stanowi od 9,7 do 41,2% całej biomasy.<sup>37),38),39)</sup> Całkowita ilość biomasy jaką wprowadzamy do gleby z resztkami pozbiorowymi jest większa od tej w momencie ich przyorania. W czasie wegetacji roślin system korzeniowy, który jest układem dynamicznym, stale się odnawia. Starsze korzenie obumierają, a przyrastają nowe. W ten sposób ilość substancji organicznej jaka pozostaje w glebie jest znacznie większa niż stwierdza się to podczas jednorazowego pobrania próbek przed przyoraniem.

---

30) Batalin M. 1977. *Nawozy zielone*. PWRiL, Warszawa.

31) Franczuk J., Jabłońska-Ceglarek R., Zaniewicz-Bajkowska A. 1999. *Zróżnicowanie plonowania wybranych gatunków warzyw w zależności od rodzaju nawożenia organicznego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 466: 325-334.

32) Kotecki A., Broda K. 1995. *Wartość resztek poźniwnych bobiku*. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wrocław, Rol. LXIII, 262: 109-118.

33) Szczepaniak W., Grzebisz W., Kryszak J. 2000. *Ocena wartości nawozowej resztek roślinnych pozostawionych przez krótkotrwałe użytki zielone*. Folia Univ. Agric. Stetin. 211, Agricultura (84): 481-484.

34) Rosa R. 2005. *Przedplonowe nawozy zielone...*, op.cit.

35) Jabłońska-Ceglarek R., Rosa R. 2005. *The effect of forecrop green fertilizers on the yielding and growth of sugar maize 'Landmark F<sub>1</sub>'*. Electron. J. Pol. Agric. Univ., Horticulture, 8,4.

36) Jabłońska-Ceglarek R., Rosa R., Zaniewicz-Bajkowska A., Franczuk J., Kosterna E. 2006. *Następcze działanie nawozów zielonych w formie przedplonów w uprawie pora*. Acta Agroph. 7(3): 577-589.

37) Malicki L. 1997. *Znaczenie resztek poźniwnych w płodozmianie*. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura 64: 57-66.

38) Rosa R. 2005. *Przedplonowe nawozy zielone...*, op.cit.

39) Franczuk J. 2006. *Efekty stosowania nawozów zielonych w postaci międzyplonów ozimych oraz słomy żytniej w uprawie warzyw*. Rozprawa nauk. 84, Wyd. Akademii Podlaskiej w Siedlcach.

Na wartość nawozową resztek roślinnych, obok przyorywanej masy organicznej, składa się również ich skład chemiczny, w szczególności zawartość azotu, który wpływa na szybkość ich rozkładu. Wprowadzenie do gleby masy organicznej o zawartości azotu poniżej 1,2% prowadzi do biologicznego uwstecznienia azotu mineralnego znajdującego się w glebie, a powyżej 1,8% do bezpośredniej jego mineralizacji<sup>40)</sup>. Ważnym czynnikiem decydującym o kierunku przemian masy organicznej resztek pozbiorowych jest wzajemny stosunek w nich węgla do azotu. W korzeniach i ścierni roślin jest on szerszy niż w częściach nadziemnych. Jak podaje Szmigiel<sup>41)</sup> najszybciej rozkładają się resztki o wąskim stosunku węgla do azotu ( $C:N \leq 30:1$ ). Przykładowo stosunek C:N w resztkach pozbiorowych grochu siewnego wynosi 15-17:1, wyki siewnej 19:1, a owsa i żyta zwyczajnego 28:1.<sup>42),43)</sup>

Resztki pozbiorowe to także bogate źródło makro- i mikroelementów. Zwłaszcza korzenie roślin zawierają duże ilości wprowadzonych do obiegu biologicznego składników mineralnych. Szczególnie cenne, ze względu na dużą zawartość azotu, są resztki roślin bobowatych. Przyoranie resztek pozbiorowych tych roślin pozwala na zredukowanie nawożenia mineralnego azotem<sup>44)</sup>.

Od dawna znane jest także korzystne działanie roślin bobowatych na strukturę gleby. Ich głęboki system korzeniowy powoduje dobre spulchnienie gleby. Ma to szczególne znaczenie na glebach cięższych, nieprzepuszczalnych, gdyż przyczynia się do ich rozluźnienia. Korzenie roślin bobowatych wydzielają do gleby substancje o właściwościach zlepiających cząstki gleby, co ma wpływ na tworzenie struktury gruzełkowej.<sup>45)</sup> Oddziaływanie korzeni na glebę i rośliny następcze jest dłuższe, niż części nadziemnych. Ze względu na szerszy stosunek węgla do azotu ulegają one rozkładowi wolniej niż zielone części roślin<sup>46)</sup>.

## 4. WARUNKI KLIMATYCZNE NA MAZOWSZU

---

40) Lewis O. 1986. *Plants and nitrogen*. Studies in Biology 166, London, E. Arnold, 104 pp.

41) Szmigiel A. 1986. *Znaczenie resztek poźniwnych w utrzymaniu żyzności gleby*. Nowe Rol. 7/8: 35-36.

42) Skrzyczyński T., Boligłowa E., Starczewski J. 1992. *Wartość przedplonowa roślin strączkowych dla jęczmienia jarego i pszenżyta ozimego*. *Fragm. Agronom.* 4 (36): 35-42.

43) Boligłowa E. 1998. *Wartość resztek poźniwnych roślin strączkowych w porównaniu z owsem*. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 186, *Agricultura* (69): 13-16.

44) Schroeder J.L., Kahn B.A., Lynd J.Q. 1998. *Utilization of cowpea crop residues to reduced fertilizer nitrogen inputs with fall broccoli*. *Crop Sci.* 38 (8): 741-749.

45) Kostuch R. 1998. *Pozaprodukcyjna rola motylkowatych*. *Biul. Nauk.* 1: 191-201.

46) Nowak G. 1982. *Przemiany roślinnej materii organicznej znakowanej izotopem  $C^{14}$  w glebach intensywnie nawożonych*. *Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn* 35: 3-57.

Mazowsze jest krainą geograficzno-historyczną położoną w centralnej i północno-wschodniej części Polski, w środkowym biegu Wisły i w dorzeczu jej dopływów. Warunki pogodowe na jego obszarze kształtowane są przez ścierające się masy powietrza polarno-morskiego i polarno-kontynentalnego. Im dalej na wschód tym silniejsze są wpływy kontynentalizmu wyrażające się dłuższą zimą, niższą średnią temperaturą miesięcy zimowych, większą amplitudą roczną średnich miesięcznych temperatur, krótszym okresem wegetacyjnym.<sup>47),48)</sup> Średnia roczna temperatura na terenie województwa mazowieckiego wynosi około 7,5°C. Roczna suma opadów atmosferycznych jest niższa od średniej dla kraju i mieści się w przedziale 450-600 mm (na ogół poniżej 550 mm). Na obszarze województwa przeważają gleby brunatne, bielcowe oraz rdzawe powstałe na podłożu piasków różnej genezy, glin i utworów pyłowych. W dolinach rzecznych występują mady pochodzenia aluwialnego. Gleby wykazują duże zróżnicowanie kompleksów przydatności rolniczej z wyraźną przewagą kompleksów słabej i średniej jakości. Najbardziej wartościowe gleby (kompleksy przydatności rolniczej 1-3) stanowią około 20% powierzchni województwa. Znaczne jest zakwaszenie gleb. Około 64% użytków rolnych to gleby o odczynie kwaśnym i bardzo kwaśnym (pH poniżej 5,0).<sup>49)</sup>

#### **4.1. Warunki pogodowe w okresie wzrostu międzyplonów letnich**

W ciągu trzydziestu trzech lat badań nad nawozami zielonymi prowadzonych w Katedrze Warzywnictwa Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach obserwowano i analizowano warunki pogodowe w okresie ich wzrostu. Międzyplony letnie wysiewane są po zbiorze plonu głównego, który w znacznym stopniu wykorzystuje zapasy wody glebowej. O powodzeniu ich uprawy decydują warunki wilgotnościowe, kształtowane poprzez ilość i rozkład opadów w lipcu i sierpniu, w czasie kielkowania i wschodów oraz we wrześniu i październiku w okresie największego przyrostu zielonej masy. Przyjmuje się, że do wytworzenia zadowalającego plonu zielonej masy międzyplon letni potrzebuje 220-250 mm opadów. W trakcie 33-letnich badań suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacji międzyplonów letnich wyniosła średniorocznie 196,5 mm i była niższa o 15,0 mm od średniej wieloletniej za lata 1951-1990 (rys. 5).

---

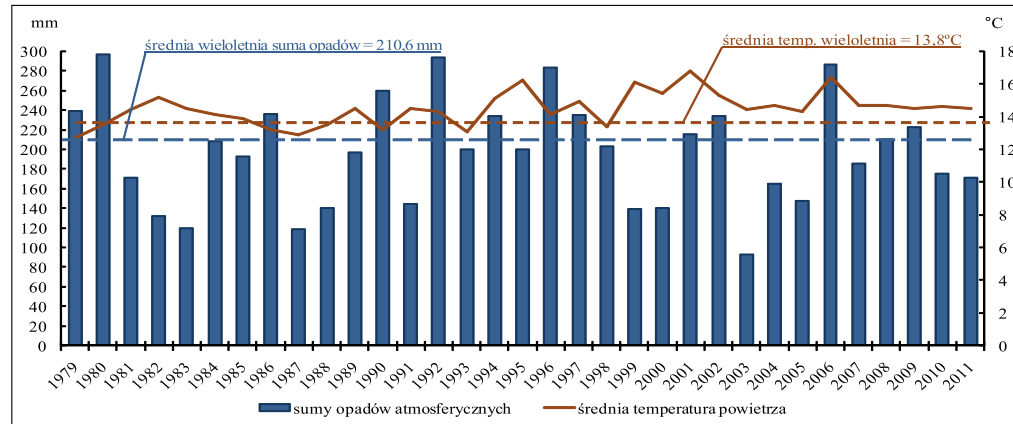
47) Kondracki J. 2002. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa, ss.441.

48) Bański J. 2007. *Geografia rolnictwa Polski*. PWE, Warszawa, ss.249.

49) *Stan środowiska w województwie mazowieckim w roku 2010*, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa 2011.



Rysunek 5.  
Warunki pogodowe w okresie wzrostu międzyplonów letnich w latach 1979-2011



Źródło: opracowanie własne.

Jedenaście lat mieszczących się w badanym okresie charakteryzowało się sumą opadów znacznie przekraczającą średnią wieloletnią, siedem miało opady zbliżone do średniej wieloletniej (w przedziale od 200 do 220 mm), a w piętnastu ich ilość była znacząco mniejsza od średniej z wielolecia. Ilość opadów w omawianym okresie poszczególnych lat badań wahała się w bardzo szerokich granicach. W suchym roku 2003 suma opadów w okresie wegetacji międzyplonów letnich wyniosła 93,1 mm, podczas gdy w rekordowym 1980 r. kształtowała się na poziomie 296,6 mm. Wobec niewielkiej możliwości nawadniania tego rodzaju upraw, decydujący wpływ na ich powodzenie ma wybór gatunków tolerujących zróżnicowane warunki wilgotnościowe.

Warunki termiczne w okresie wzrostu międzyplonów letnich sprzyjały ich uprawie. Średnia temperatura okresu wegetacji roślin międzyplonowych wyliczona z 33 lat badań kształtowała się na poziomie 14,5°C i była wyższa od średniej z wielolecia o 0,7°C. Mieściła się w zakresie od 12,7°C w roku 1979 do 16,8°C w roku 2001. Większości gatunków uprawianych jako międzyplon letni nie szkodzą nawet kilkustopniowe spadki temperatury poniżej 0°C. Wyjątek stanowią słonecznik zwyczajny i szarłat wyniosły, dla których wrześnie i październikowe przymrozki mogą być przyczyną przemarznięcia i zakończenia wegetacji.

Dobrym wyznacznikiem wzrostu roślin uwzględniającym zarówno warunki wilgotnościowe jak i termiczne jest wskaźnik hydrotermiczny Sielianinowa zwany również wskaźnikiem zaopatrzenia roślin w wodę lub umownym bilansem wilgoci. Jest to iloraz sumy miesięcznych opadów i sumy średnich dobowych temperatur z poszczególnych dni miesiąca wyższych od 0°C.<sup>50),51)</sup> Wskaźnik hydrotermiczny  $k$  wyliczono w oparciu o równanie:  $k=P/0,1 \sum t$ , gdzie:  $P$  – suma miesięczna opadów atmosferycznych w mm,  $\sum t$  – miesięczna suma średnich dobowych temperatur powietrza >0°C.<sup>52)</sup>

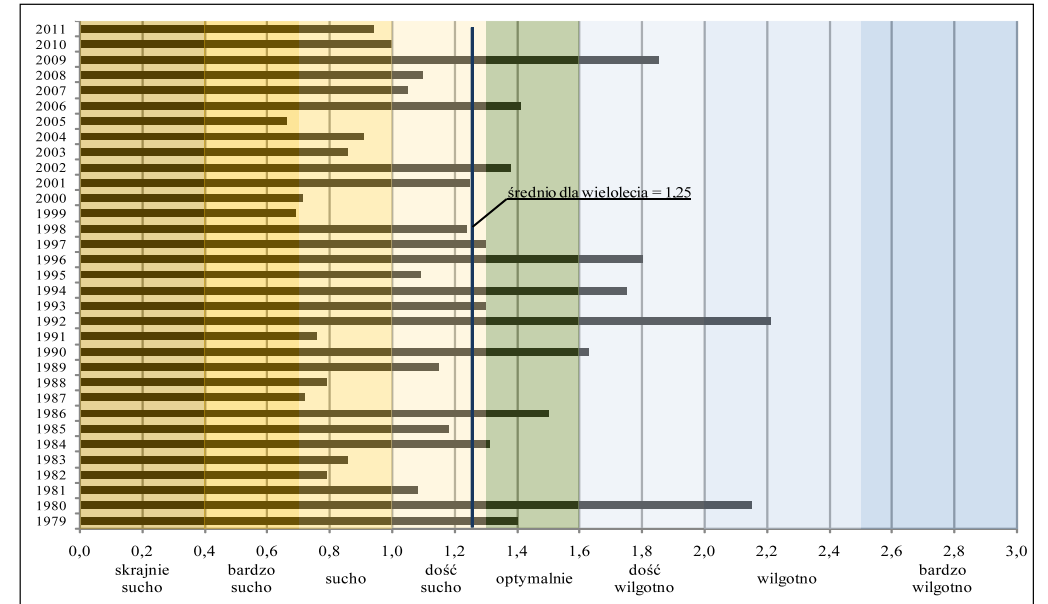
50) Radomski C. 1977. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa.

51) Pecio A., Bichoński A. 2006. *Reakcja wybranych odmian jęczmienia browarnego na zróżnicowane nawożenie azotem*. Pam. Puławski 142: 333-348.

52) Witkiewicz R., Lepiarczyk A., Pisulewska E. 2009. *Ocena plonowania różnych form owsa*. *Fragm. Agronom.* 26(2): 165-175.

Wskaźnik Sielianinowa w okresie wzrostu międzyplonów letnich (od trzeciej dekady lipca do końca października) za cały okres badań wyniósł średnio 1,21 i był nieznacznie niższy od wyliczonego dla średniej z wielolecia 1951-1990 wynoszącego 1,25 (rys. 6).

Rysunek 6.  
Wartości wskaźnika hydrotermicznego Sielianinowa w okresie wegetacji międzyplonów letnich w latach 1979-2011



Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wartości wskaźnika hydrotermicznego dokonano analizy warunków wilgotnościowych w okresie wegetacji międzyplonów letnich w poszczególnych latach badań. Stosowane przez Skowerę i Pułę<sup>53)</sup> zakresy wartości wskaźnika hydrotermicznego  $k$ , charakteryzujące warunki wilgotnościowe miesięcy, zastosowano do oceny warunków wilgotnościowych w okresie wzrostu międzyplonów letnich. Przyjęto następującą dziesięciostopniową skalę:

- skrajnie suchy –  $k \leq 0,4$ ;
- bardzo suchy –  $0,4 < k \leq 0,7$ ;
- suchy –  $0,7 < k \leq 1,0$ ;
- dość suchy –  $1,0 < k \leq 1,3$ ;
- optymalny –  $1,3 < k \leq 1,6$ ;
- dość wilgotny –  $1,6 < k \leq 2,0$ ;
- wilgotny –  $2,0 < k \leq 2,5$ ;
- bardzo wilgotny –  $2,5 < k \leq 3,0$ ;
- skrajnie wilgotny –  $k > 3,0$ .

W analizowanych latach badań nie stwierdzono skrajnie suchych, skrajnie wilgotnych i bardzo wilgotnych okresów wegetacji międzyplonów letnich. Dwa okresy wzrostu roślin międzyplonowych uznano za bardzo suche, dziesięć określono jako suche, także dziesięć jako dość suche, pięć zaklasyfikowano jako optymalne, cztery jako dość

53) Skowera B., Puła J. 2004. *Skrajne warunki pluwiometryczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971-2000*. *Acta Agroph.* 3(1): 171-177.

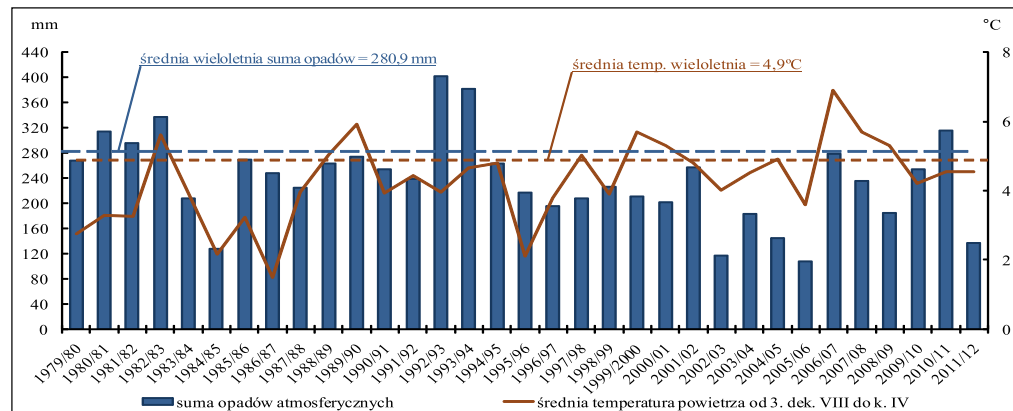
wilgotne i dwa jako wilgotne. Przeprowadzona analiza wskazuje, że przeważały lata z niedoborem opadów nad latami wilgotnymi.

#### 4.2. Warunki pogodowe w okresie wzrostu międzyplonów ozimych

Ilość wody glebowej jaką mają do dyspozycji międzyplony ozime jest zazwyczaj większa od tej z jakiej korzystają międzyplony letnie. W okresie wzrostu (od trzeciej dekady sierpnia do końca kwietnia następnego roku) międzyplony ozime korzystają z wody opadowej zgromadzonej w glebie od wczesnej jesieni przez zimę do wiosny. W ciągu trzydziestu trzech lat obserwacji warunków pogodowych suma opadów podczas wegetacji międzyplonów ozimych wynosiła średnio 237,6 mm i była niższa od średniej z wielolecia 1951-1990 o 43,3 mm (rys. 7). Ilość opadów w omawianym okresie była bardzo zróżnicowana i mieściła się w przedziale od 108,0 w sezonie 2005/06 do 401,5 mm w sezonie 1992/93. W trzydziestotrzyletnich badaniach jedynie sześć okresów wegetacji międzyplonów ozimych charakteryzowało się opadami przekraczającymi średnią wieloletnią.

Rysunek 7.

Warunki pogodowe w okresie wzrostu międzyplonów ozimych w latach 1979-2011

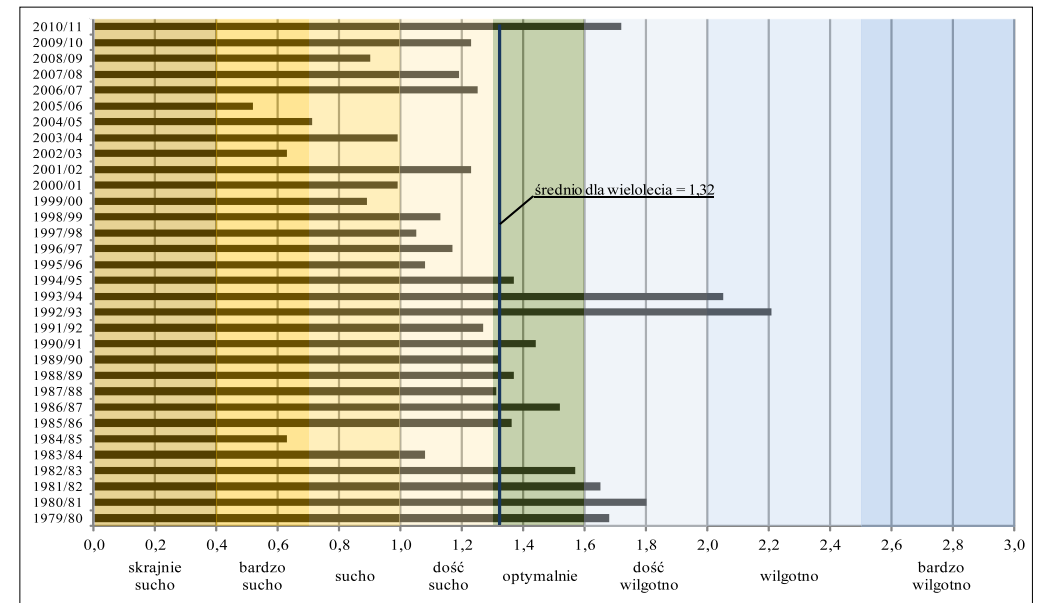


Źródło: opracowanie własne.

Średnia temperatura od wysiewu do przyorania roślin międzyplonowych wynosiła 4,3°C i wahała się od 1,5°C w okresie wegetacji międzyplonów 1986/87 do 6,9°C w 2006/07. Analizując trzy następujące po sobie dziesięciolecia stwierdzono znaczący wzrost temperatury w okresach wegetacji międzyplonów ozimych. Średnia dla lat 1980-1989 wynosiła 3,8°C, dla lat 1990-1999 kształtowała się na poziomie 4,2°C, a w latach 2000-2009 wzrosła do 4,9°C. Wzrastające temperatury przy obniżającej się ilości opadów (odpowiednio 266,0 mm, 259,5 mm i 196,4 mm) pogarszały warunki wzrostu roślin międzyplonowych. Potwierdza to spadek wskaźnika hydrotermicznego w kolejnych dziesięcioleciach z 1,36 dla lat 1980-89 do 0,96 dla lat 2000-2009 (rys. 8).

Rysunek 8.

Wartości wskaźnika hydrotermicznego Sielianinowa w okresie wegetacji międzyplonów ozimych w latach 1979-2011



Źródło: opracowanie własne.

Postępując się zaproponowanymi przez Skowerę i Pułę<sup>54)</sup> zakresami wartości wskaźnika k charakteryzującymi warunki wilgotnościowe miesięcy, że spośród trzydziestu trzech analizowanych okresów wegetacji międzyplonów, trzy były bardzo suche, sześć suchych, dziesięć dość suchych, osiem optymalnych, cztery dość wilgotne, i dwa wilgotne.

#### 4.3. Warunki pogodowe w okresie wzrostu przedplonów

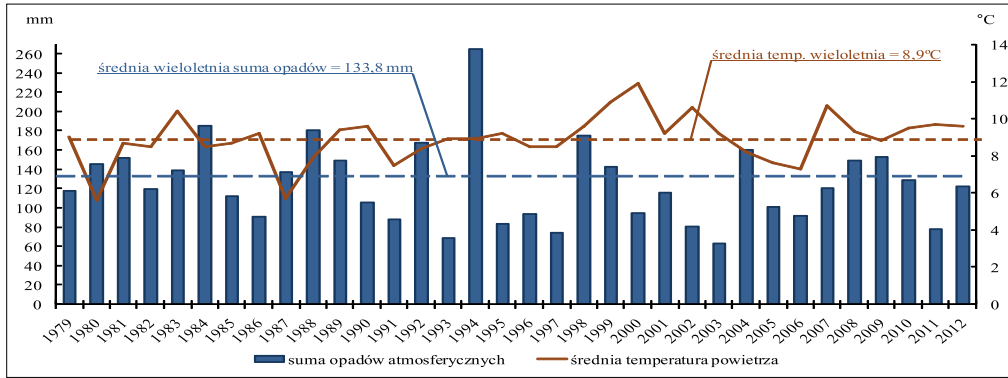
O powodzeniu uprawy przedplonów decyduje temperatura powietrza pozwalająca na wcześniejsze przygotowanie gleby i wykonanie siewu. Średnia temperatura okresu wegetacji przedplonów wynosiła 8,6°C i była zbliżona do średniej wieloletniej 8,9°C. Temperatury w latach badań mieściły się w szerokim zakresie od 5,6°C w roku 1980 do 11,9°C w 2000 roku.

Porównując ilość opadów w okresie wegetacji międzyplonów letnich, międzyplonów ozimych i przedplonów należy stwierdzić, że dla roślin przedplonowych jest ona najniższa. Jednak przedplony wysiewane w marcu lub na początku kwietnia, a przyorywane w pierwszej dekadzie czerwca korzystają z wody zgromadzonej w glebie w okresie zimowym, dlatego ilość opadów w okresie wegetacji nie do końca obrazuje warunki wodne w okresie ich wzrostu. W ciągu trzydziestotrzyletniego okresu badań suma opadów wynosiła średnio 125,2 mm i wahała się od 68,5 mm w roku 1993 do 265,1 mm w roku 1994 (rys. 9). Okresy wegetacji przedplonów w czternastu latach badań charakteryzowały się sumą opadów przewyższającą średnią z wielolecia 1951-1990. Równie zróżnicowane jak ilość opadów w poszczególnych latach badań były wartości wskaźnika Sielianinowa (rys.10), który kształtował się od 0,70 w roku 2003 do 3,00 w 1994 roku.

54) Ibidem.

Rysunek 9.

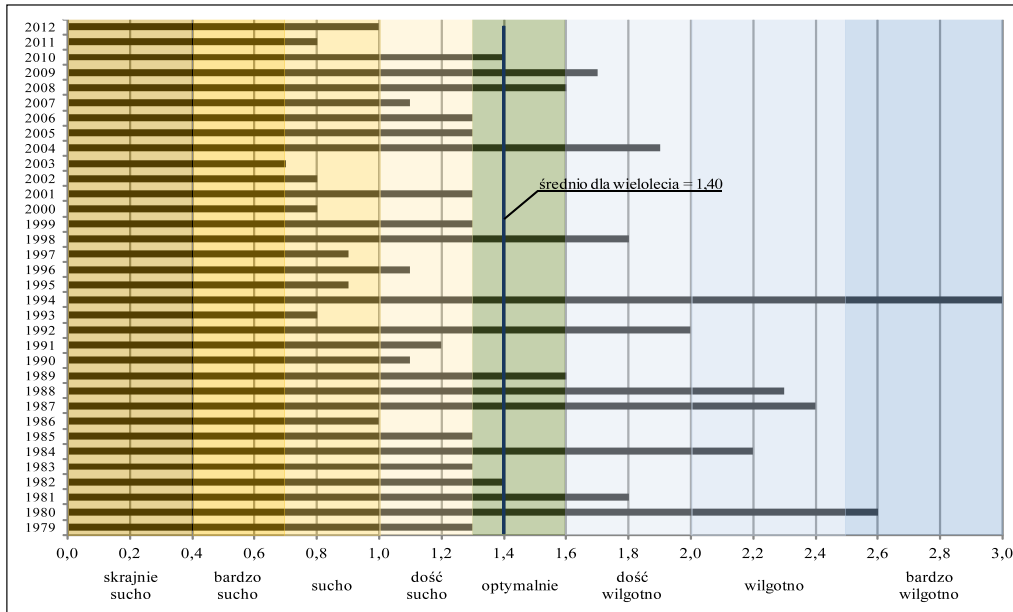
Warunki pogodowe w okresie wzrostu przedplonów w latach 1979-2012



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 10.

Wartości wskaźnika hydrotermicznego Sielianinowa w okresie wegetacji przedplonów w latach 1979-2012



Źródło: opracowanie własne.

Charakteryzując warunki hydrotermiczne okresów wegetacji roślin przedplonowych stwierdzono jeden rok bardzo suchy, siedem lat suchych, dwanaście lat dość suchych, cztery lata optymalne, cztery lata dość wilgotne, trzy lata wilgotne i dwa lata bardzo wilgotne. Przeważały lata w różnym stopniu kwalifikowane jako suche, ale należy pamiętać, że w tym okresie wskaźniki hydrotermiczne nie obrazują w pełni warunków wzrostu roślin. Gleba zawierająca po zimie znaczny zapas wody nawet przy małych opadach stwarza roślinom korzystne warunki wzrostu.

## 5. WARTOŚĆ NAWOZOWA ROŚLIN NA ZIELONY NAWÓZ

## 5.1. Cała biomasa

W ciągu trzydziestu trzech lat działalności naukowej Katedry Warzywnictwa przebadano wartość nawozową, wpływ na środowisko oraz działanie plonotwórcze trzech najważniejszych rodzajów nawozów zielonych: międzyplonów letnich (ścierniskowych), międzyplonów ozimych i przedplonów. Analizowano przydatność na zielony nawóz w warunkach środkowo-wschodniej Polski następujących gatunków:

- na międzyplon letni – bobik, wyka kosmata, wyka siewna, seradela siewna, facelia błękitna, żyto zwyczajne, owies zwyczajny, słonecznik zwyczajny i szarłat wyniosły;
- na międzyplon ozimy – wyka kosmata, koniczyna biała, rzepik ozimy, żyto zwyczajne, życica wielokwiatowa,
- na przedplon – groch siewny (peluszką), wyka siewna, owies zwyczajny uprawiane w siewie czystym i w mieszankach.

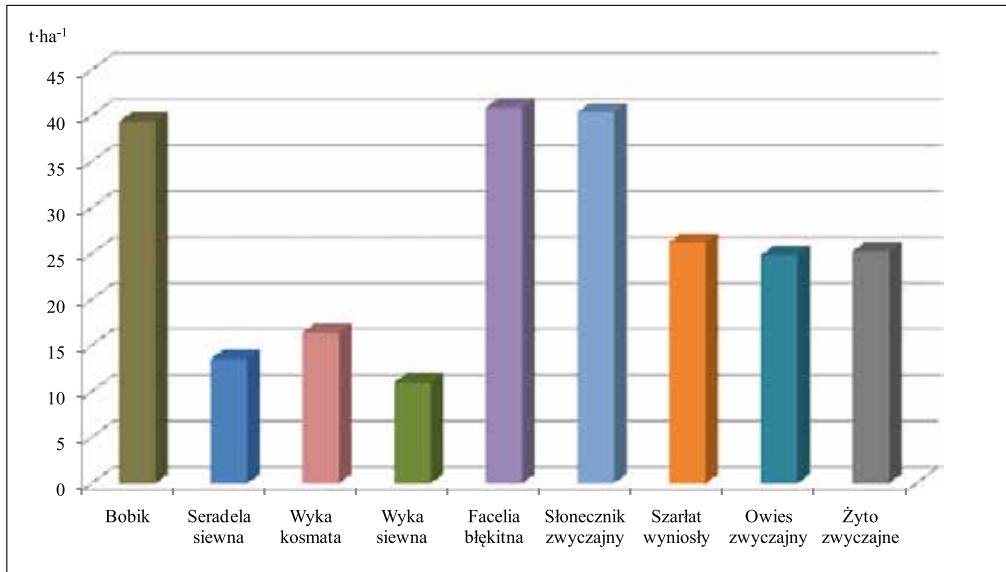
W gospodarstwach rolnych powszechne jest wykorzystanie międzyplonów i przedplonów do celów paszowych jako cennego źródła zielonki w okresie jej niedoboru czyli jesienią i wiosną. Z tego względu w ramach przeprowadzonych badań oceniono też wartość nawozową resztek pozbiorowych, na które składały się korzenie wraz z 5-cm ściernią pozostającą na polu po skoszeniu części nadziemnej.

### 5.1.1. Międzyplony letnie

Przeprowadzone badania wskazują, że w warunkach Mazowsza największe plony świeżej masy wydały facelia błękitna, słonecznik zwyczajny i bobik. Wyniosły one odpowiednio 40,9; 40,4 i 39,4 t·ha<sup>-1</sup> (rys. 11). Największy plon suchej masy stwierdzono również w przypadku słonecznika zwyczajnego (7,4 t·ha<sup>-1</sup>), facelii błękitnej (6,9 t·ha<sup>-1</sup>), bobiku (6,6 t·ha<sup>-1</sup>), a także żyta zwyczajnego (6,3 t·ha<sup>-1</sup>), którego tkanki charakteryzowały się mniejszą niż w przypadku pozostałych badanych gatunków, procentową zawartością wody (rys. 12). Plony świeżej i suchej masy poszczególnych gatunków w latach prowadzonych badań wahały się w bardzo szerokich granicach i wynosiły odpowiednio dla:

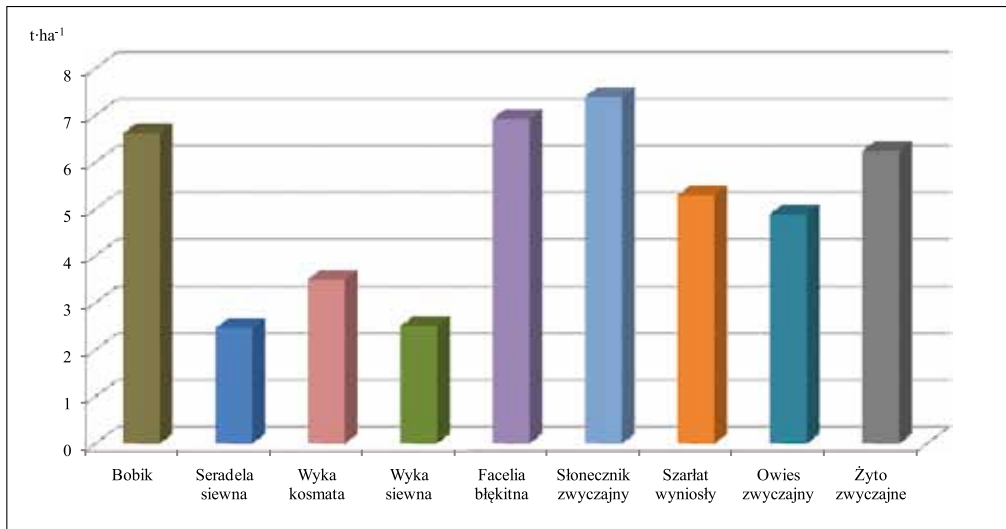
- bobiku od 32,5 do 44,0 t·ha<sup>-1</sup> św.m. i od 5,7 do 7,8 t·ha<sup>-1</sup> s.m.,
- seradeli siewnej od 10,4 do 16,7 t·ha<sup>-1</sup> św.m. i od 1,7 do 3,2 t·ha<sup>-1</sup> s.m.,
- wyki kosmatej 11,0 do 25,1 t·ha<sup>-1</sup> św.m. i od 2,5 do 5,3 t·ha<sup>-1</sup> s.m.,
- wyki siewnej od 8,5 do 14,3 t·ha<sup>-1</sup> św.m. i od 2,2 do 2,8 t·ha<sup>-1</sup> s.m.,
- facelii błękitnej od 26,6 do 54,6 t·ha<sup>-1</sup> św.m. i od 5,0 do 8,5 t·ha<sup>-1</sup> s.m.,
- słonecznika zwyczajnego od 36,3 do 42,6 t·ha<sup>-1</sup> św.m. i od 5,8 do 8,2 t·ha<sup>-1</sup> s.m.,
- szarłatu wyniosłego od 23,9 do 29,8 t·ha<sup>-1</sup> św.m. i od 5,1 do 5,5 t·ha<sup>-1</sup> s.m.,
- owsa zwyczajnego od 23,2 do 25,7 t·ha<sup>-1</sup> św.m. i od 4,7 do 5 t·ha<sup>-1</sup> s.m.,
- żyta zwyczajnego od 23,3 do 27,2 t·ha<sup>-1</sup> św.m. i od 6,0 do 6,5 t·ha<sup>-1</sup> s.m.

Rysunek 11.  
Plon świeżej masy roślin uprawianych jako międzyplon letni w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

Rysunek 12.  
Plon suchej masy roślin uprawianych jako międzyplon letni w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

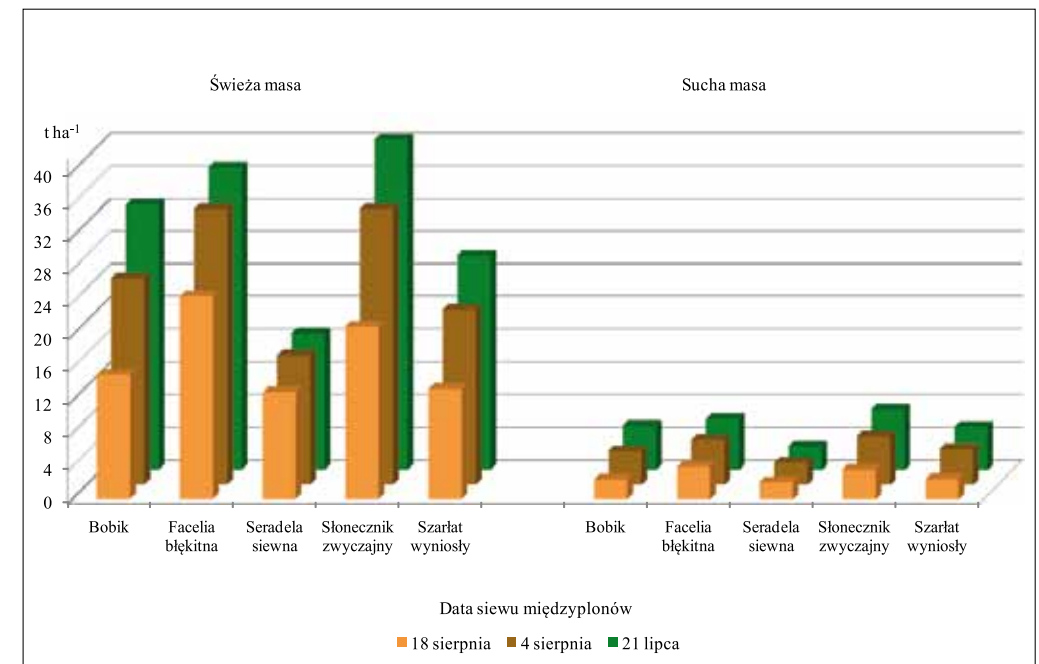
Przyczyną tak dużych różnic były zróżnicowane warunki pogodowe w poszczególnych latach badań. W przypadku najlepiej plonującej facelii błękitnej najmniejszy plon świeżej masy uzyskano w roku 2003 charakteryzującym się najmniej korzystnymi warunkami pogodowymi o czym świadczy najmniejsza ilość opadów i najniższy w badanym okresie wskaźnik hydrotermiczny Sielianinowa.

Małe różnice w plonie świeżej i suchej masy w okresie badań świadczą o stabilności plonowania gatunku niezależnie od warunków pogodowych, co jest ważną cechą roślin uprawnych w przypadku dynamicznego i charakteryzującego się dużymi zmianami pogody klimatu Polski. Spośród roślin z rodziny bobowate największą stabilnością plonowania charakteryzował się bobik, a z pozostałych roślin uprawianych jako międzyplony letnie słonecznik zwyczajny, owies zwyczajny i żyto zwyczajne.

Duży wpływ na plon biomasy roślin międzyplonowych ma także termin siewu. Wyniki badań z lat 2002-2006 wykazały, że opóźnienie terminu siewu międzyplonu letniego o cztery tygodnie powodowało spadek plonu świeżej i suchej masy przekraczający 50% (rys. 13 i 14).

Rysunek 13.

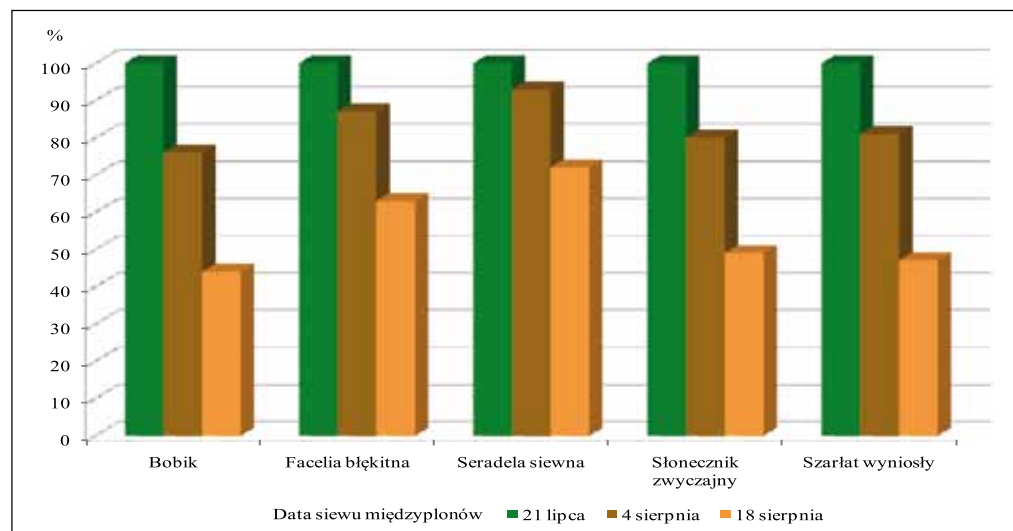
Wpływ opóźnienia terminu siewu na plon świeżej i suchej masy międzyplonu letniego w badaniach z lat 2002-2006



Źródło: badania własne.

Reakcja poszczególnych gatunków na opóźnienie siewu była bardzo zróżnicowana. Największym spadkiem plonu zareagował bobik, słonecznik zwyczajny i szarłat wyniosły. Plon świeżej masy tych roślin wysianych 18 sierpnia w porównaniu do plonu świeżej masy roślin uzyskanych z siewu 21 lipca był mniejszy odpowiednio 46,8%, 52,2% i 51,5%. Najmniejszy spadek plonu świeżej masy (21,6%) w wyniku opóźnienia terminu siewu stwierdzono u seradeli siewnej.

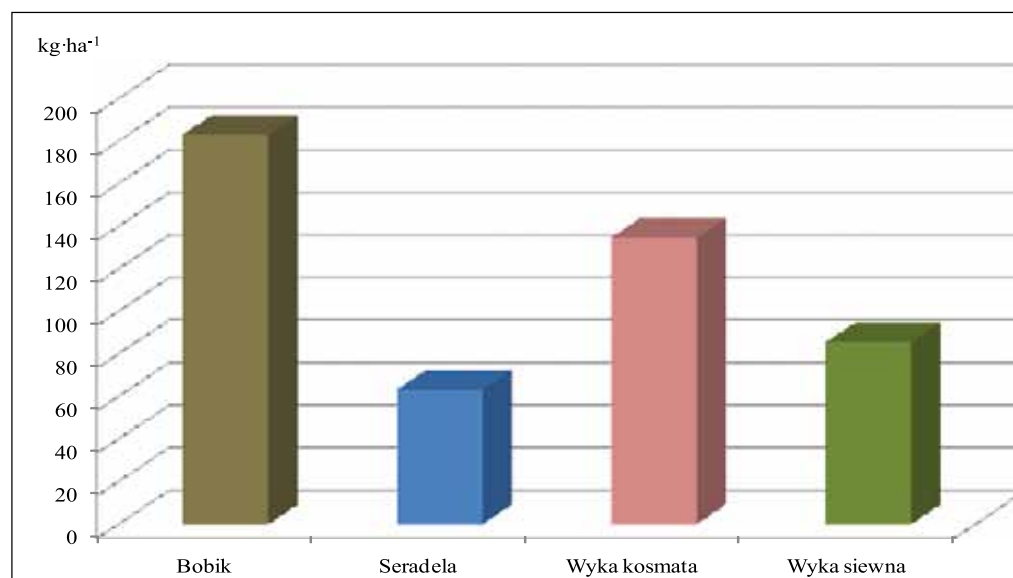
Rysunek 14.  
Procentowy spadek plonu świeżej masy międzyplonu pod wpływem opóźnienia terminu siewu



Źródło: badania własne.

W ramach badań przeprowadzonych w warunkach klimatycznych Mazowsza określono także ilość azotu wniesionego do gleby przez gatunki z rodziny bobowate (rys. 15). Świeża masa bobiku dostarczyła roślinom następczym od 135 do 227 kg N·ha<sup>-1</sup>, seradeli siewnej od 48 do 79 kg N·ha<sup>-1</sup>, a wyki od 85 do 226 kg N·ha<sup>-1</sup>, w zależności od plonu biomasy w poszczególnych latach badań.

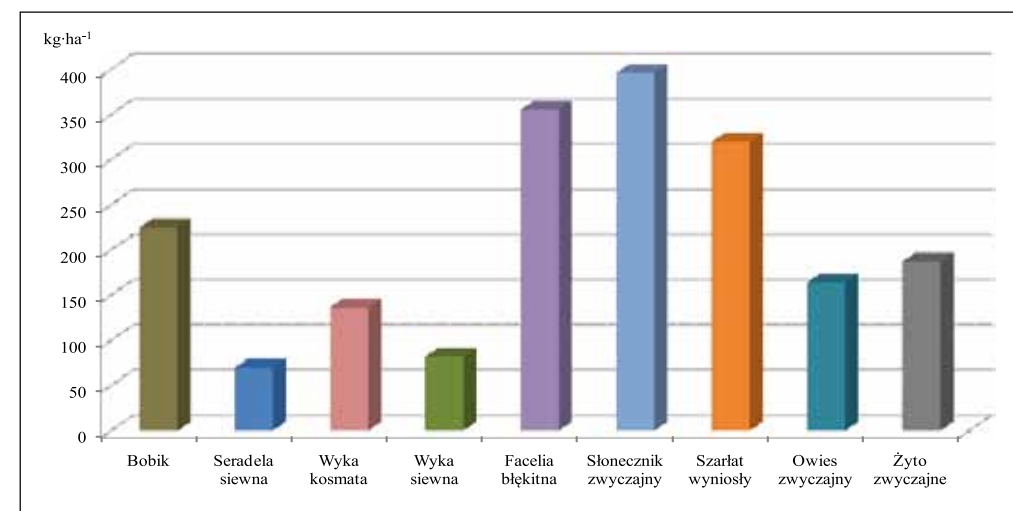
Rysunek 15.  
Ilość azotu wniesionego do gleby przez rośliny bobowate w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

Pozostałe gatunki nie dostarczały składników pokarmowych, ale pobierając je z gleby zabezpieczały przed wymyciem do głębszych jej warstw. Pobierały także makroskładniki, głównie fosfor, ze związków trudnodostępnych dla innych roślin uprawnych, a po przyoraniu zwracały je do wierzchniej warstwy gleby i po mineralizacji materii organicznej udostępniały roślinom następczym. Ilość składników mineralnych zabezpieczonych przez poszczególne gatunki przed wymyciem z gleby przedstawia rysunek 16. Spośród roślin uprawianych w międzyplonie letnim najwięcej P, K, Ca i Mg zgromadziły w biomacie słonecznik zwyczajny, facelia błękitna, szarłat wyniosły i bobik. Rośliny słonecznika zawierały 396,0 kg·ha<sup>-1</sup> składników mineralnych, facelii błękitnej 355,5 kg·ha<sup>-1</sup>. Szarłat wyniosły w swoim plonie zgromadził łącznie 320,2 kg·ha<sup>-1</sup> P, K, Ca i Mg, a bobik 225,0 kg·ha<sup>-1</sup>. Żyto zwyczajne i owies zwyczajny gromadziły w swojej masie o około połowę mniejszą ilość składników mineralnych w porównaniu do słonecznika zwyczajnego, facelii błękitnej i szarłatu wyniosłego. Najmniejsze ilości – poniżej 100 kg·ha<sup>-1</sup> P, K, Ca i Mg w swojej masie gromadziły wyka siewna i seradela siewna.

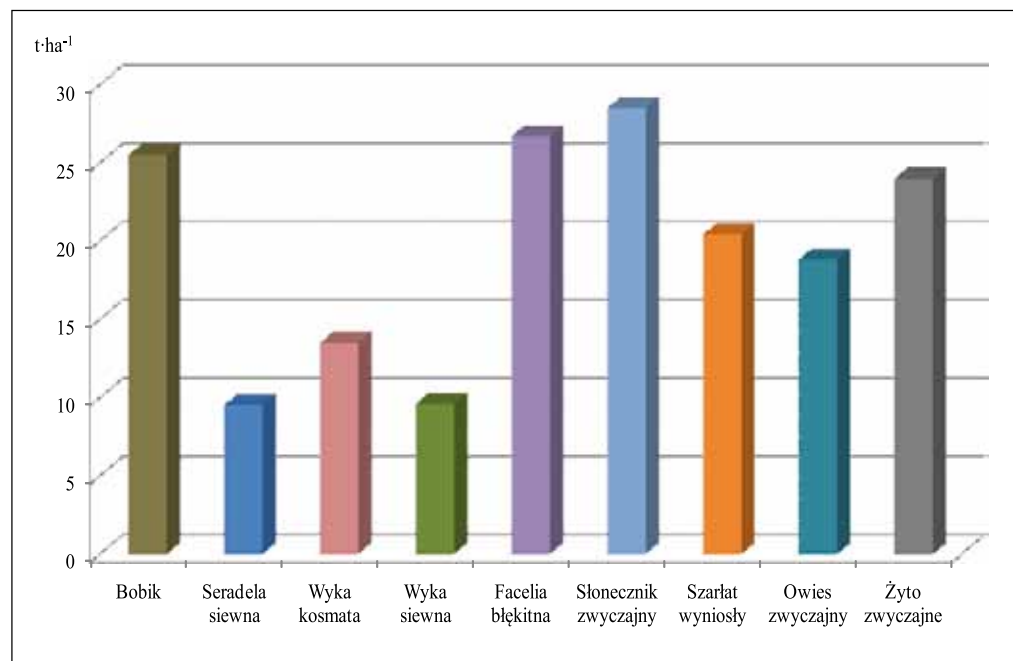
Rysunek 16.  
Ilość składników mineralnych zawartych w biomacie międzyplonów letnich w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

Porównując ilość masy organicznej wnoszonej do gleby wartością nawozową poszczególnych roślin międzyplonowych można odnieść do wartości nawozowej obornika. Przyjmując, że 1,0 t obornika zawiera około 0,26 t suchej masy organicznej, sucha masa bobiku uprawianego na powierzchni 1 ha w międzyplonie letnim stanowi ekwiwalent 25,5; seradeli siewnej 9,5; wyki kosmatej 13,5; wyki siewnej 9,6; facelii błękitnej 26,7; słonecznika zwyczajnego 28,5; szarłatu wyniosłego 20,4; owsa zwyczajnego 18,8; a żyta zwyczajnego 24,0 ton obornika (rys. 17).

Rysunek 17.  
Plon masy organicznej międzyplonów letnich w przeliczeniu na odpowiadającą mu dawkę obornika



Źródło: badania własne.

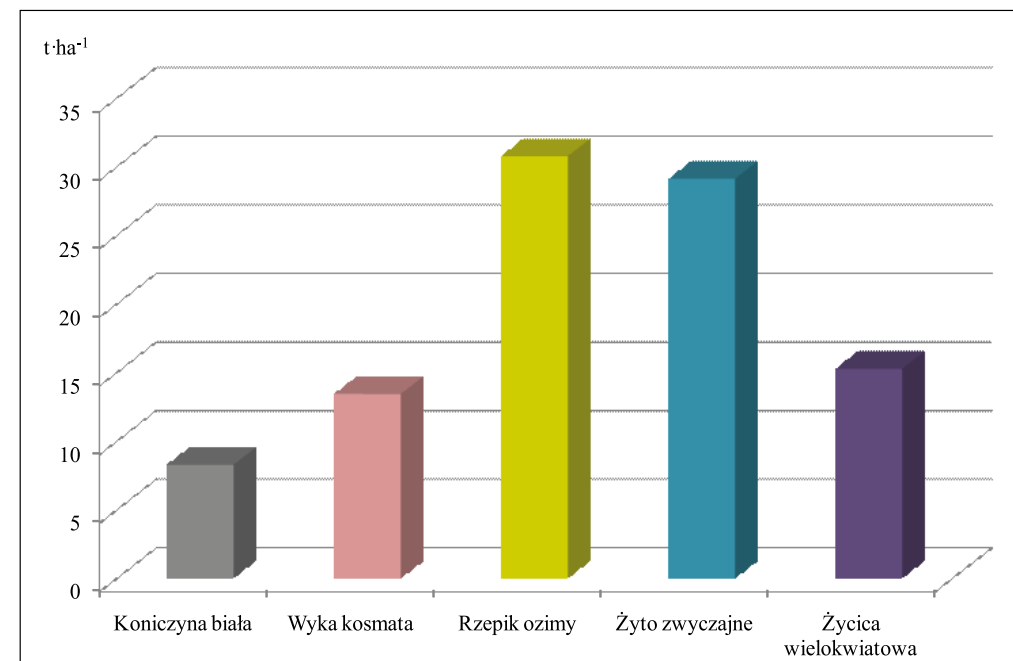
Jak podaje Mazur<sup>55)</sup> po zastosowaniu 30 t·ha<sup>-1</sup> obornika w glebie pozostaje średnio 965 kg węgla organicznego, co odpowiada 1664 kg próchnicy. Dzięki nawożeniu całą biomasa słonecznika zwyczajnego wytworzoną na powierzchni 1 ha nastąpi wzbogacenie gleby o 1332 kg, facelii błękitnej o 1247 kg, bobiku o 1192 kg, a żyta zwyczajnego o 1125 kg próchnicy.

### 5.1.2. Międzyplony ozime

W latach 1987-2011 badano wartość nawozową wyki kosmatej i żyta zwyczajnego, a w latach 2009-2011 także koniczyny białej, rzepiku ozimego i życicy wielokwiatowej uprawianych jako międzyplon ozimy w warunkach klimatycznych Mazowsza. Spośród badanych gatunków największym potencjałem plonotwórczym pod względem ilości wytworzonej masy organicznej charakteryzowały się żyto zwyczajne i rzepik ozimy (rys. 18), plon świeżej masy wniósł średnio 29,1 i 30,8 t·ha<sup>-1</sup>.

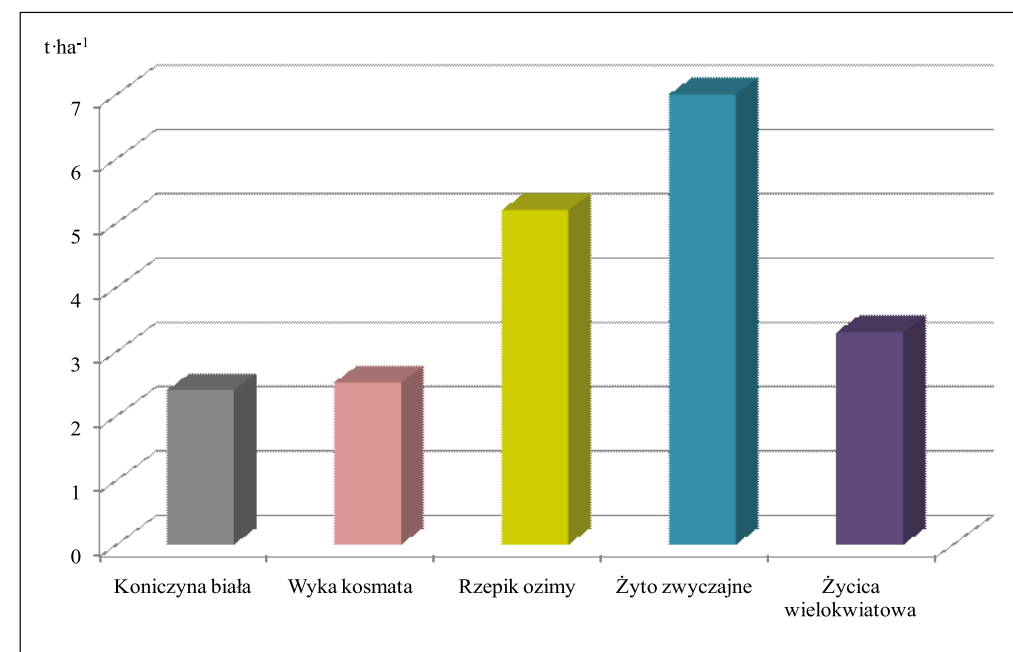
55) Mazur T. 1995. *Stan i perspektywy bilansu substancji organicznej w glebach uprawnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 421a: 267-276.

Rysunek 18.  
Plon świeżej masy roślin uprawianych jako międzyplon ozimy w badaniach z lat 1987-2011



Źródło: badania własne.

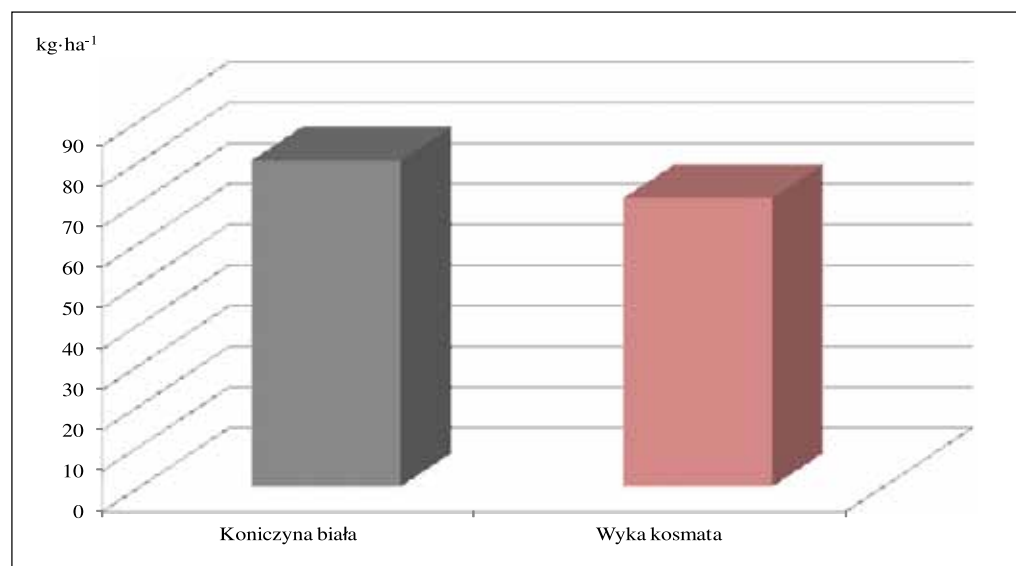
Rysunek 19.  
Plon suchej masy roślin uprawianych jako międzyplon ozimy w badaniach z lat 1987-2011



Źródło: badania własne.

Plon suchej masy wyniósł średnio dla żyta zwyczajnego 7,0 , dla rzepiku ozimego 5,2 t·ha<sup>-1</sup>. Plon świeżej masy życicy wielokwiatowej wyniósł średnio 15,3 t·ha<sup>-1</sup>, a suchej masy średnio 3,3 t·ha<sup>-1</sup> i był w przybliżeniu o połowę mniejszy niż żyta i rzepiku ozimego. Plonowanie rzepiku ozimego i życicy wielokwiatowej było bardziej stabilne i w mniejszym stopniu uzależnione od warunków pogodowych w okresie wegetacji niż plonowanie żyta zwyczajnego. Spośród badanych w doświadczeniach zimotrwałych roślin z rodziny bobowate lepiej plonowała wyka kosmata niż koniczyna biała, ale plonowanie koniczyny białej było bardziej stabilne i w mniejszym stopniu zależało od warunków pogodowych w okresie wegetacji (rys. 19). Z biomasą koniczyny białej wprowadzono do gleby średnio 80,2 kg N, a z biomasą wyki kosmatej 71,0 kg N na 1 ha (rys. 20).

Rysunek 20.  
Ilość azotu wniesionego do gleby przez rośliny bobowate w badaniach z lat 1987-2011

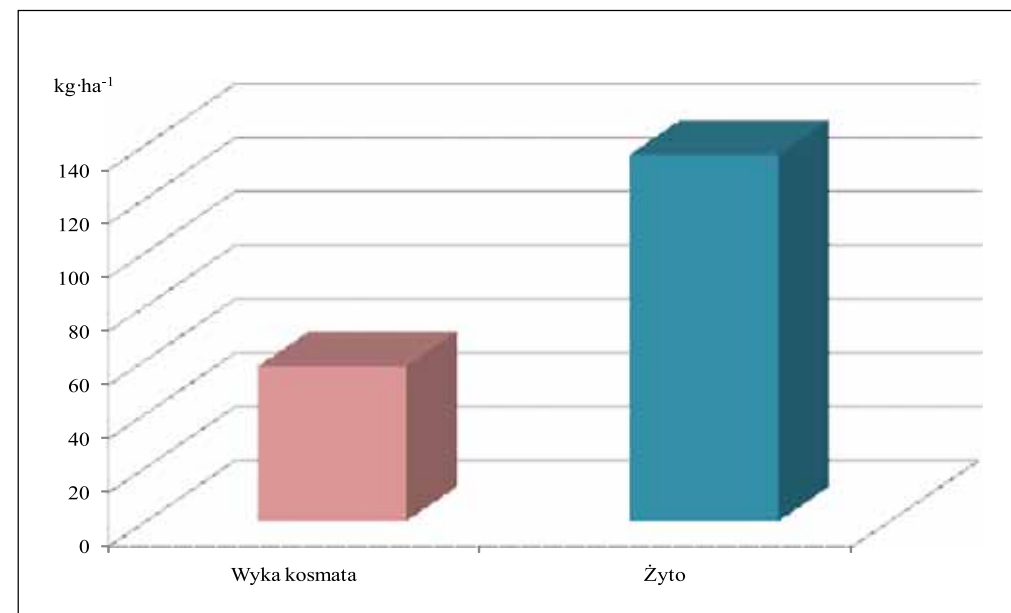


Źródło: badania własne.

Ilość makroskładników zabezpieczonych przed wymyciem z gleby przez rośliny międzyplonu ozimego była znacznie mniejsza w porównaniu do roślin międzyplonu letniego (rys. 21). Więcej makroskładników gromadziło w swojej masie żyto zwyczajne (średnio 136,2 kg·ha<sup>-1</sup>) niż wyka kosmata (średnio 57,5 kg·ha<sup>-1</sup>). Ilość substancji organicznej wnoszonej do gleby przez poszczególne gatunki roślin międzyplonowych w przeliczeniu na jej ilość wprowadzaną z obornikiem przedstawia rysunek 22. W przypadku żyta odpowiadała ona ilości wnoszonej z dawką 26,9 t obornika i była ponad 2,5-krotnie większa niż stwierdzona dla wyki kosmatej i koniczyny białej.

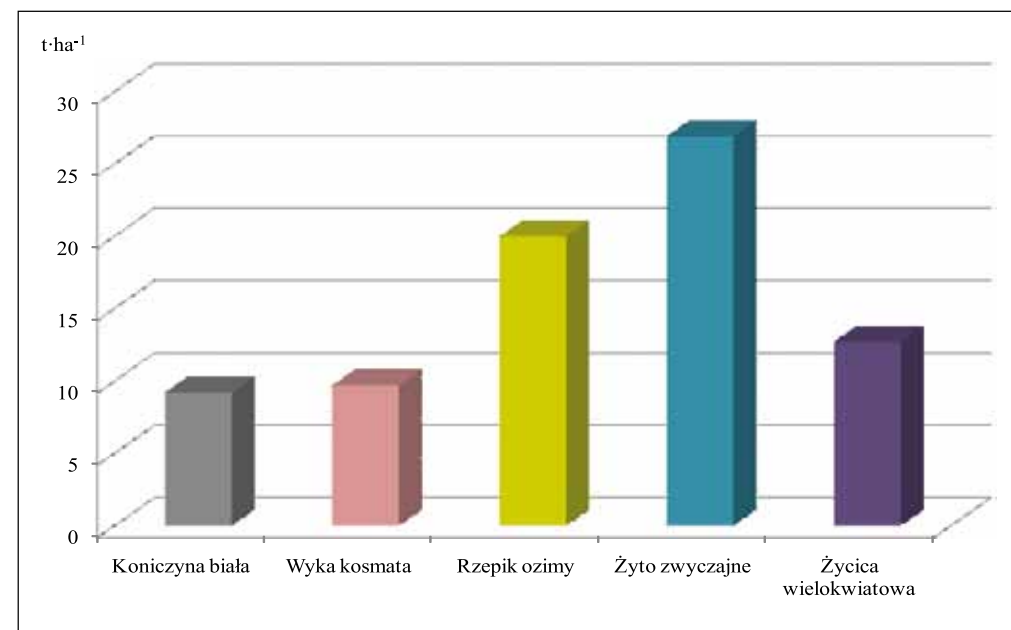
Z materii organicznej wytworzonej na powierzchni 1 ha przez międzyplon ozimy z żyta zwyczajnego może powstać 1260 kg związków humusowych wzbogacających glebę i zwiększających jej pojemność sorpcyjną.

Rysunek 21.  
Ilość makroskładników zawartych w biomase międzyplonów ozimych w badaniach z lat 1987-2011



Źródło: badania własne.

Rysunek 22.  
Plon masy organicznej międzyplonów ozimych w przeliczeniu na odpowiadającą mu dawkę obornika



Źródło: badania własne.

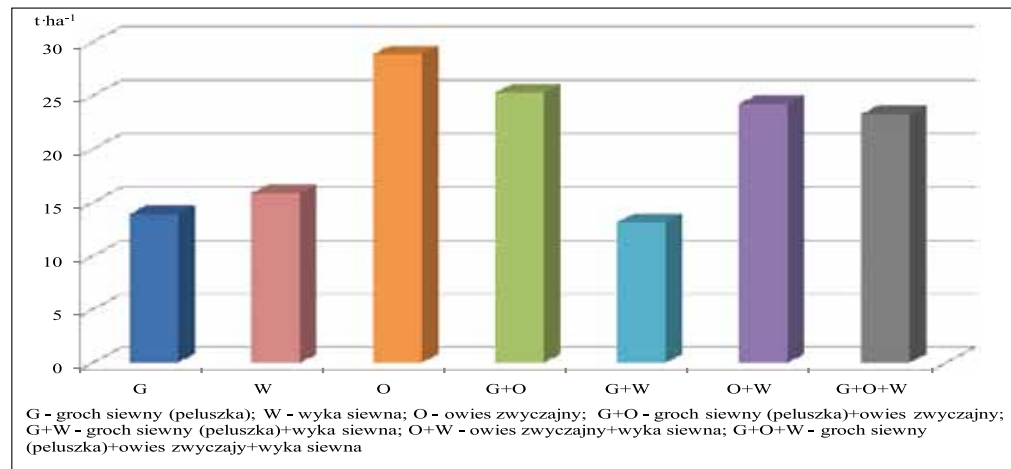


### 5.1.3. Przedplony

W latach 1999-2004 badano wartość nawozową trzech roślin przedplonowych: grochu siewnego (peluszki), wyki siewnej i owsa zwyczajnego uprawianych w siewie czystym oraz w mieszankach (groch siewny + owies zwyczajny, groch siewny + wyka siewna, owies zwyczajny + wyka siewna i groch siewny + owies zwyczajny + wyka siewna). Najwięcej masy organicznej dostarczał do gleby owies zwyczajny w siewie czystym oraz w mieszankach, przy czym w miarę zmniejszania się jego udziału w mieszance plon świeżej i suchej masy wytwarzanej przez przedplon znacząco spadał (rys. 23 i 24).

Rysunek 23.

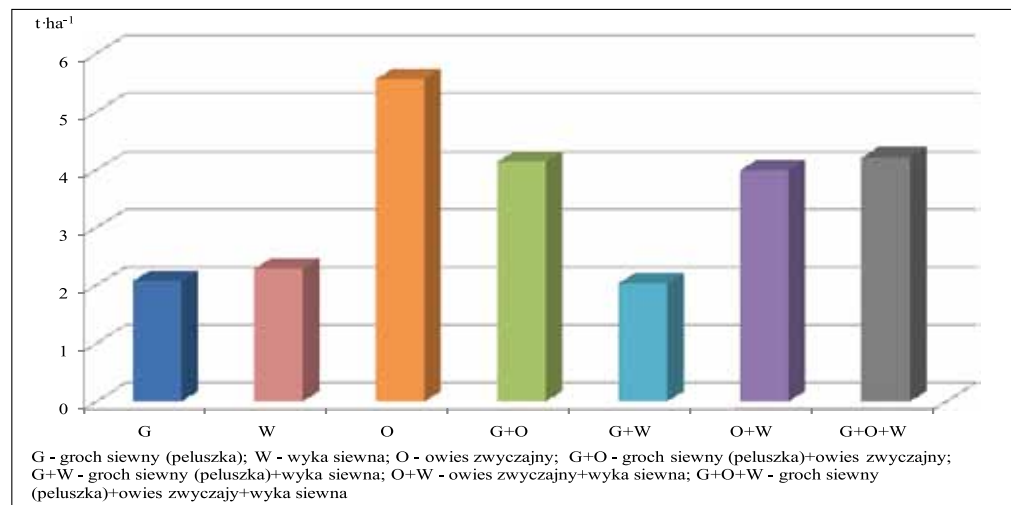
Plon świeżej masy roślin przedplonowych w siewie czystym i w mieszankach w badaniach z lat 1999-2004



Źródło: badania własne.

Rysunek 24.

Plon suchej masy roślin przedplonowych i ich mieszanek w badaniach z lat 1999-2004

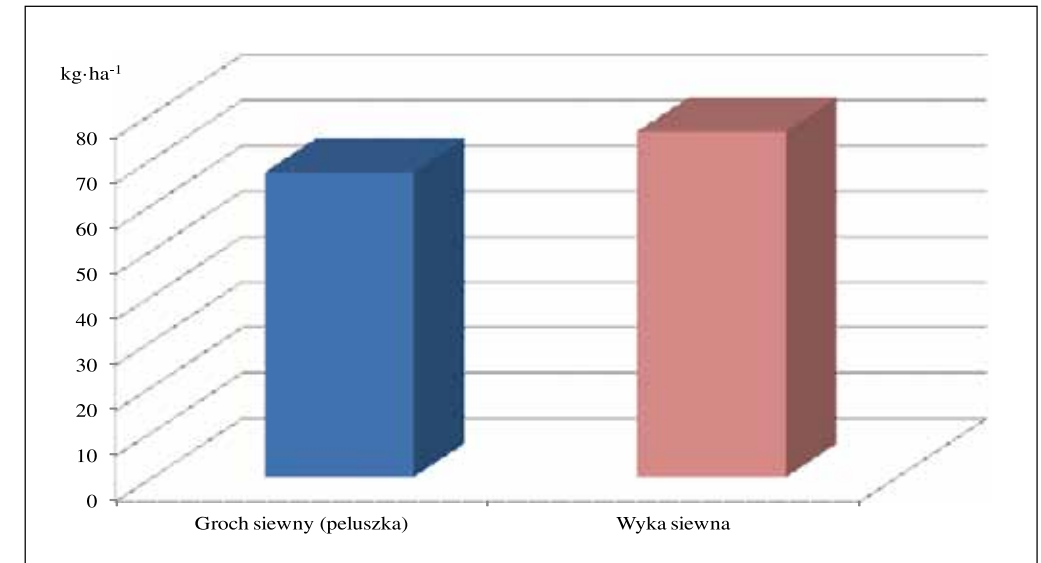


Źródło: badania własne.

Rośliny przedplonowe z rodziny bobowatych były znaczącym źródłem azotu dla roślin następczych. Świeża masa wyki siewnej dostarczała do gleby średnio 76,0 kg N, a grochu siewnego średnio 67,0 kg N na 1 ha (rys. 25).

Rysunek 25.

Ilość azotu wniesionego do gleby przez rośliny bobowate w badaniach z lat 1999-2004



Źródło: badania własne.

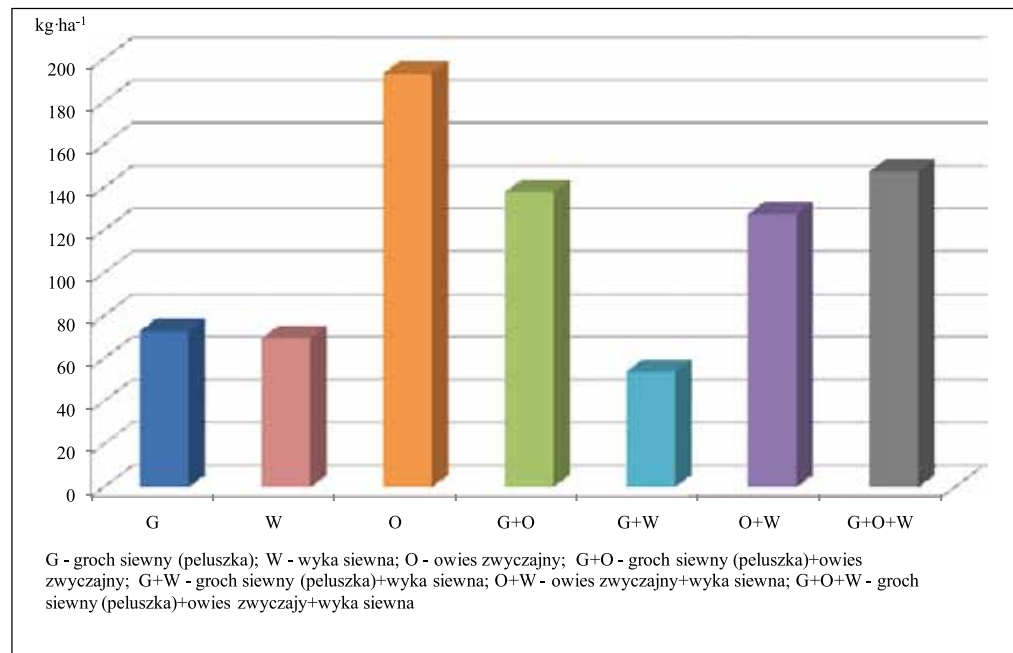
Spośród roślin przedplonowych uprawianych w siewie czystym najwięcej składników mineralnych gromadził w swojej biomase owies zwyczajny – łącznie 193,30 kg·ha<sup>-1</sup> P, K, Ca, Mg (rys. 26). Znacznie mniejsze ilości kumulowały groch siewny i wyka siewna. W przypadku wyki ilość ta wynosiła 69,60 kg·ha<sup>-1</sup> i była prawie trzykrotnie mniejsza w porównaniu z owsem zwyczajnym. Rośliny przedplonowe uprawiane w mieszankach gromadziły w swojej biomase mniej składników mineralnych niż w siewie czystym. Dotyczy to zarówno mieszanek z udziałem owsa zwyczajnego jak i mieszanki grochu siewnego (peluszki) z wyką siewną.

Przedplony w siewie czystym i w mieszankach na powierzchni 1 ha wytwarzały materię organiczną w ilości jaką wnosimy z obornikiem w dawce od 8 t w przypadku grochu siewnego do 21,4 t dla owsa zwyczajnego (rys. 27). Według przelicznika jaki podaje Mazur<sup>56)</sup> z takiej ilości suchej masy może powstać od 373 do 1001 kg próchnicy glebowej.

Spośród roślin uprawianych w siewie czystym groch siewny i wyka siewna okazały się bardziej stabilne w plonowaniu niż owies zwyczajny, a z mieszanek najbardziej wyrównanym plonem w latach badań charakteryzowała się mieszanka owsa zwyczajnego z wyką siewną oraz grochu siewnego z owsem zwyczajnym i wyką siewną.

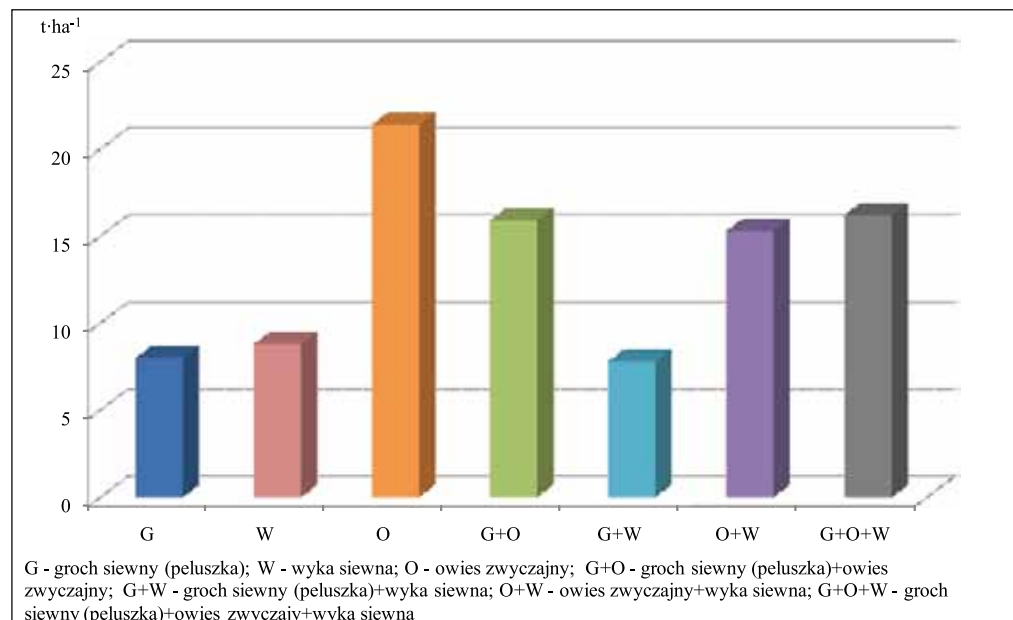
56) Mazur T. 1995. *Stan i perspektywy...*, op.cit.

Rysunek 26.  
Ilość makroskładników zawartych w biomacie roślin przedplonowych w badaniach z lat 1999-2004



Źródło: badania własne.

Rysunek 27.  
Plon masy organicznej przedplonów w przeliczeniu na odpowiadającą mu dawkę obornika



Źródło: badania własne.

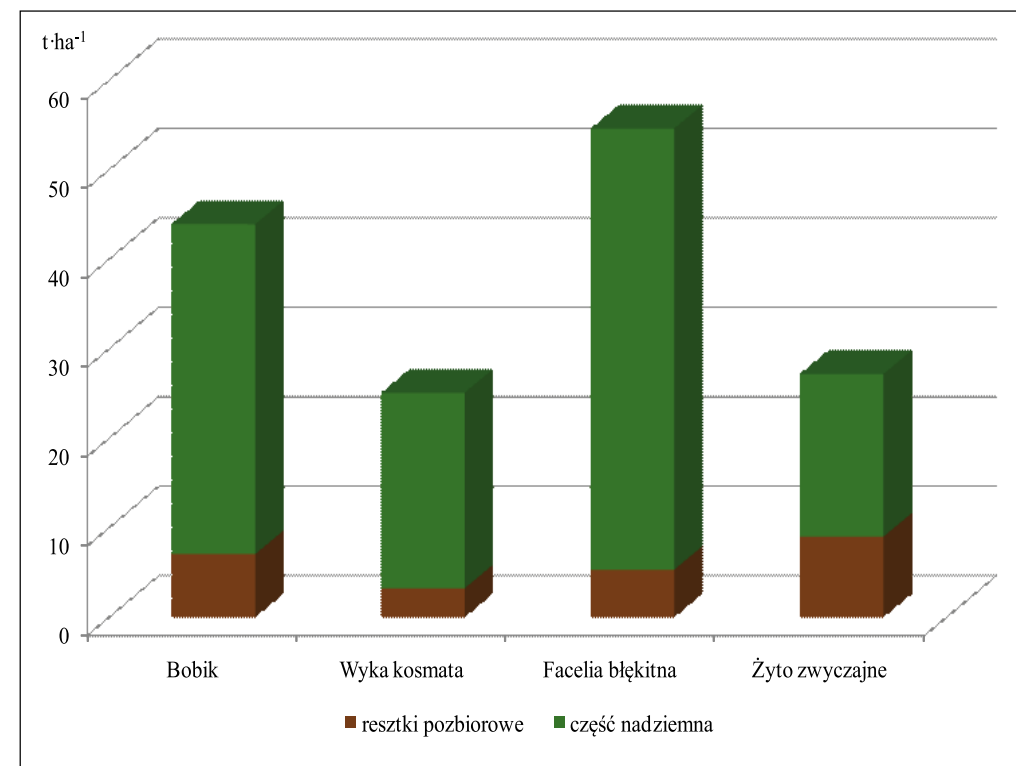
## 5.2. Resztki pozbiorowe

### 5.2.1. Międzyplony letnie

Badania nad wartością nawozową resztek pozbiorowych międzyplonów letnich prowadzono w latach 1986-1988. Analizowano plony świeżej i suchej masy resztek pozbiorowych bobiku, wyki kosmatej, facelii błękitnej i żyta zwyczajnego (rys. 28 i 29). Udział resztek pozbiorowych w całej biomacie poszczególnych gatunków wynosił: 9,2% u facelii błękitnej, 11,4% u bobiku, 12,7% u wyki kosmatej oraz 33,1% u żyta. Znaczna przewaga żyta zwyczajnego nad pozostałymi gatunkami wynikała z rozbudowanego wiązkowego systemu korzeniowego oraz silnie rozkrzewionej części nadziemnej. Dlatego też żyto zwyczajne, które dało mniejszy niż bobik i facelia błękitna plon świeżej i suchej masy całych roślin pozostawiało najwięcej resztek pozbiorowych, odpowiednio 9,0 t·ha<sup>-1</sup> świeżej oraz 2,1 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy.

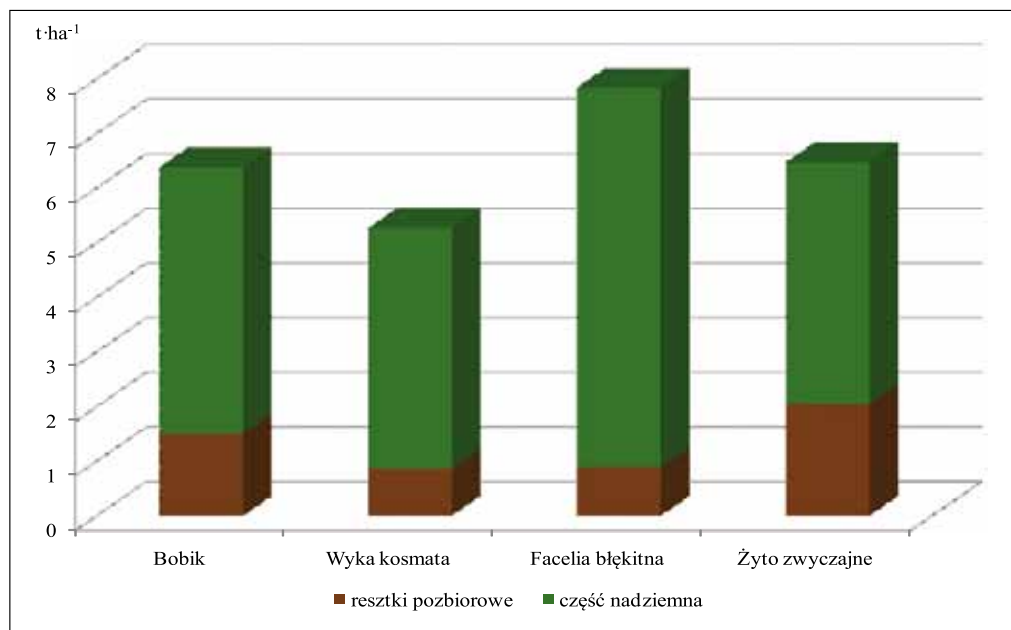
Ilość azotu wniesionego do gleby przez resztki pozbiorowe roślin z rodziny bobowate była zbliżona i wyniosła odpowiednio: dla bobiku 19,3 kg, a dla wyki 19,5 kg na 1 ha (rys. 30).

Rysunek 28.  
Plon świeżej masy resztek pozbiorowych międzyplonów letnich w badaniach z lat 1986-1988



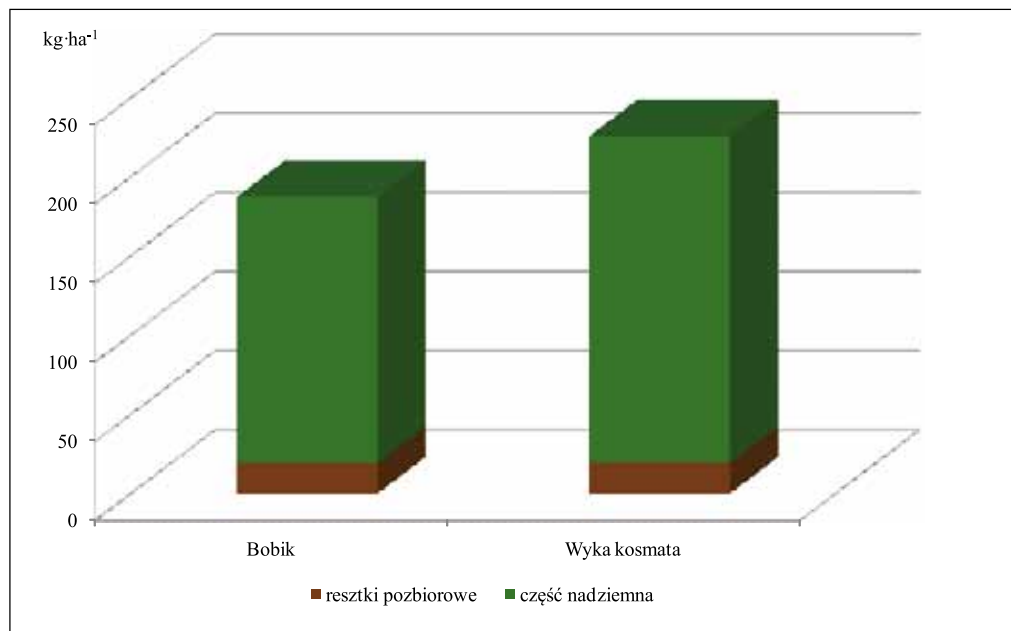
Źródło: badania własne.

Rysunek 29.  
Plon suchej masy resztek pozbiorowych międzyplonów letnich w badaniach z lat 1986-1988



Źródło: badania własne.

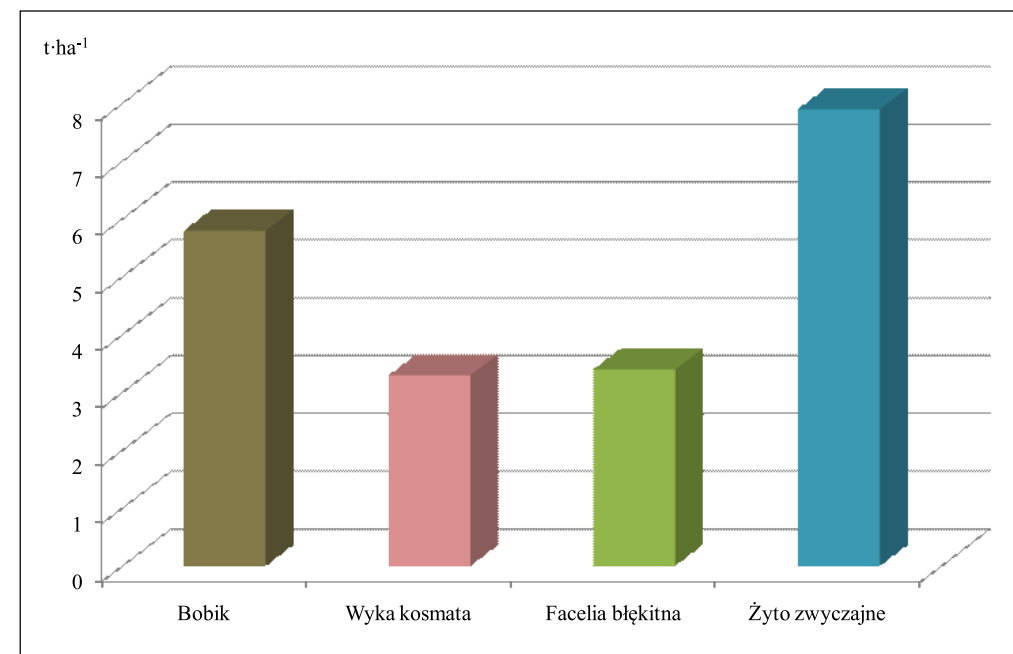
Rysunek 30.  
Ilość azotu wniesionego do gleby z resztkami pozbiorowymi międzyplonów letnich w badaniach z lat 1986-1988



Źródło: badania własne.

Materia organiczna wniesiona do gleby z resztkami pozbiorowymi międzyplonu letniego z żyta z powierzchni 1 ha odpowiadała ilości wprowadzanej do gleby z obornikiem w dawce 7,9 t (rys. 31). Z tej ilości masy organicznej mogło powstać 369 kg próchnicy glebowej. Dla pozostałych gatunków ilość ta była znacznie mniejsza i wynosiła odpowiednio: w przypadku bobiku 271 kg, facelii błękitnej 159 kg, i wyki kosmatej 154 kg.

Rysunek 31.  
Plon masy organicznej resztek pozbiorowych międzyplonów letnich w przeliczeniu na odpowiadającą mu dawkę obornika

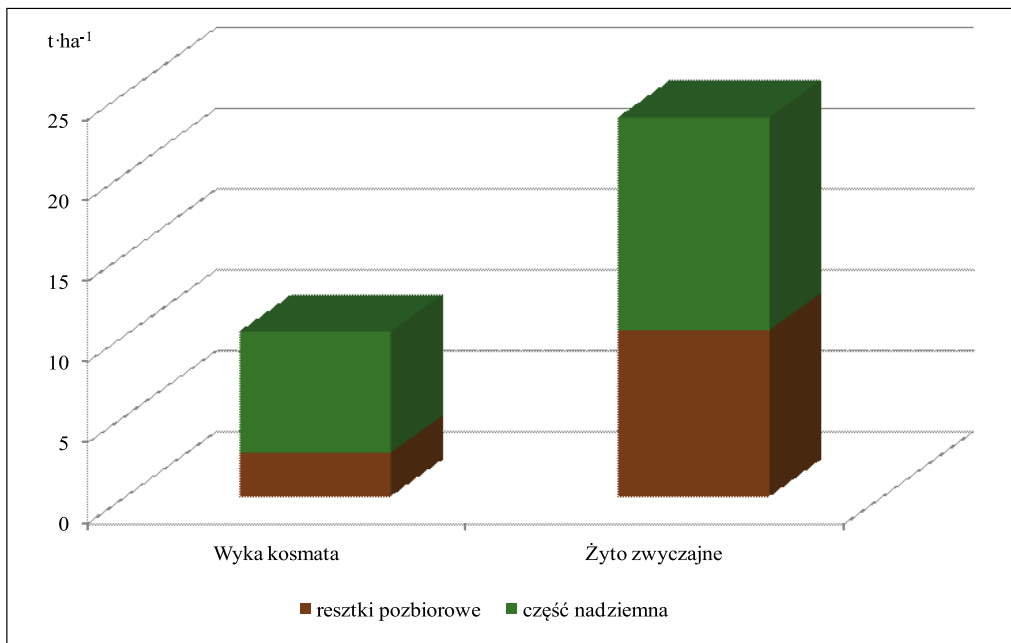


Źródło: badania własne.

### 5.2.2. Międzyplony ozime

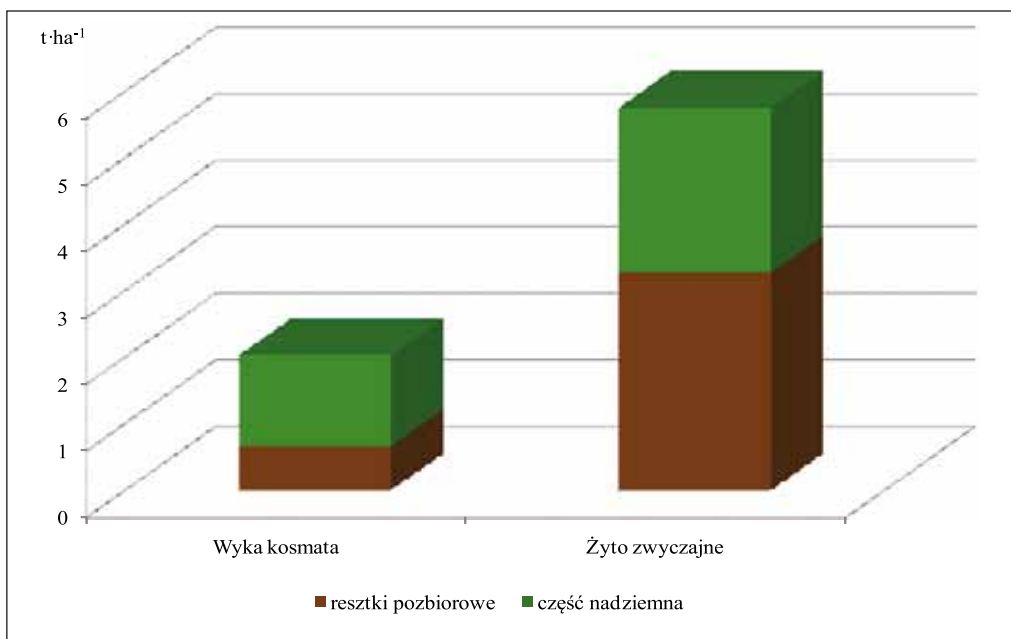
Badania mające na celu określenie wartości nawozowej resztek pozbiorowych międzyplonów ozimych z żyta zwyczajnego i wyki kosmatej prowadzono w latach 1987-2000. Świeża masa resztek pozbiorowych żyta kształtowała się w przedziale od 10 do 10,5 t·ha<sup>-1</sup>, a sucha masa od 3 do 3,5 t·ha<sup>-1</sup> (rys. 32 i 33). Żyto zwyczajne pozostawiało trzykrotnie więcej resztek pozbiorowych niż wyka kosmata. Udział resztek pozbiorowych w całej biomacie żyta zwyczajnego i wyki kosmatej wyniósł odpowiednio 44,1% oraz 26,5% i był znacząco większy od wyliczonego dla tych samych gatunków uprawianych w międzyplonach letnich. Wynika to z różnic w pokroju roślin rosnących w miesiącach letnich oraz zimujących w gruncie. Dawka obornika zawierająca taką ilość masy organicznej jaką wnoszą do gleby resztki pozbiorowe wyki kosmatej wynosi 2,5 t, a żyta zwyczajnego 12,6 t (rys. 34). Z tej ilości związków organicznych może powstać w glebie od 119 do 589 kg próchnicy.

Rysunek 32.  
Plon świeżej masy resztek pozbiorowych międzyplonów ozimych w badaniach z lat 1987-2000



Źródło: badania własne.

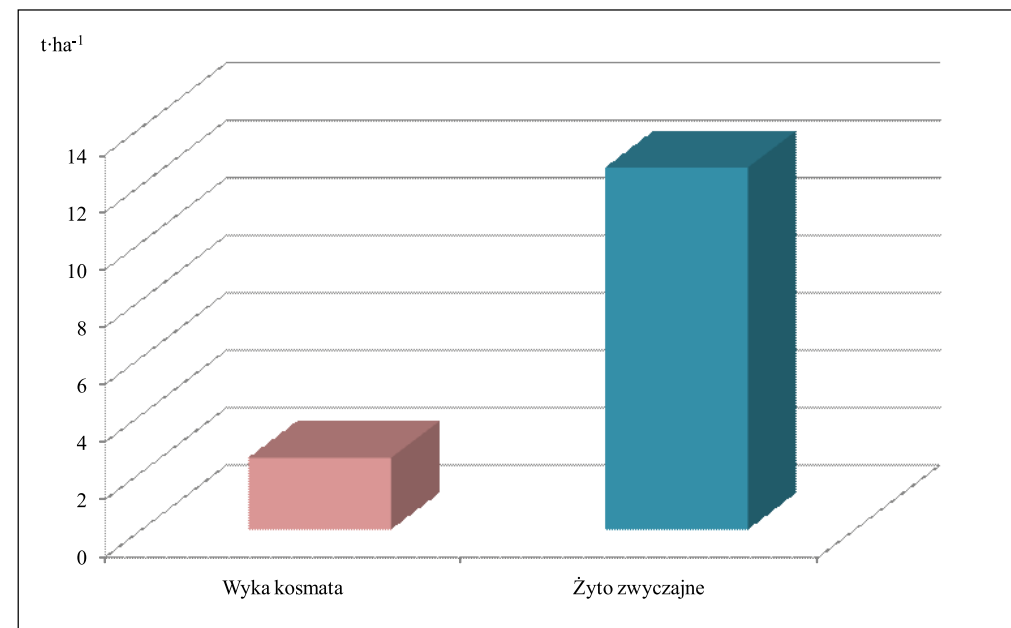
Rysunek 33.  
Plon suchej masy resztek pozbiorowych międzyplonów ozimych w badaniach z lat 1987-2000



Źródło: badania własne.

Ilość azotu wniesionego do gleby z resztkami pozbiorowymi wyki wahała się od 10,5 do 17,4 kg·ha<sup>-1</sup>.

Rysunek 34.  
Plon masy organicznej resztek pozbiorowych międzyplonów ozimych w przeliczeniu na odpowiadającą mu dawkę obornika

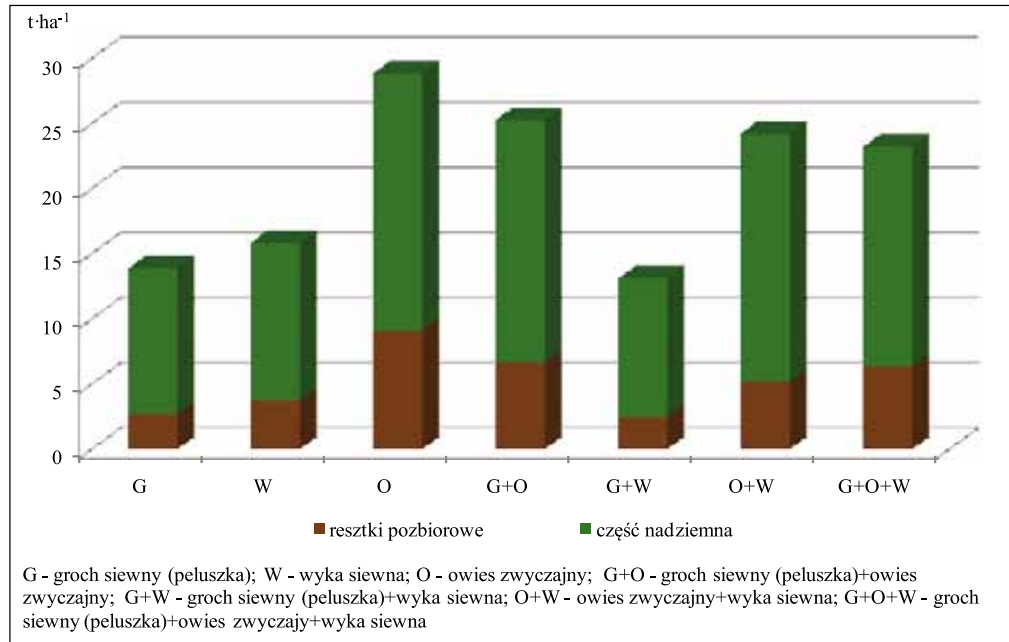


Źródło: badania własne.

### 5.2.3. Przedplony

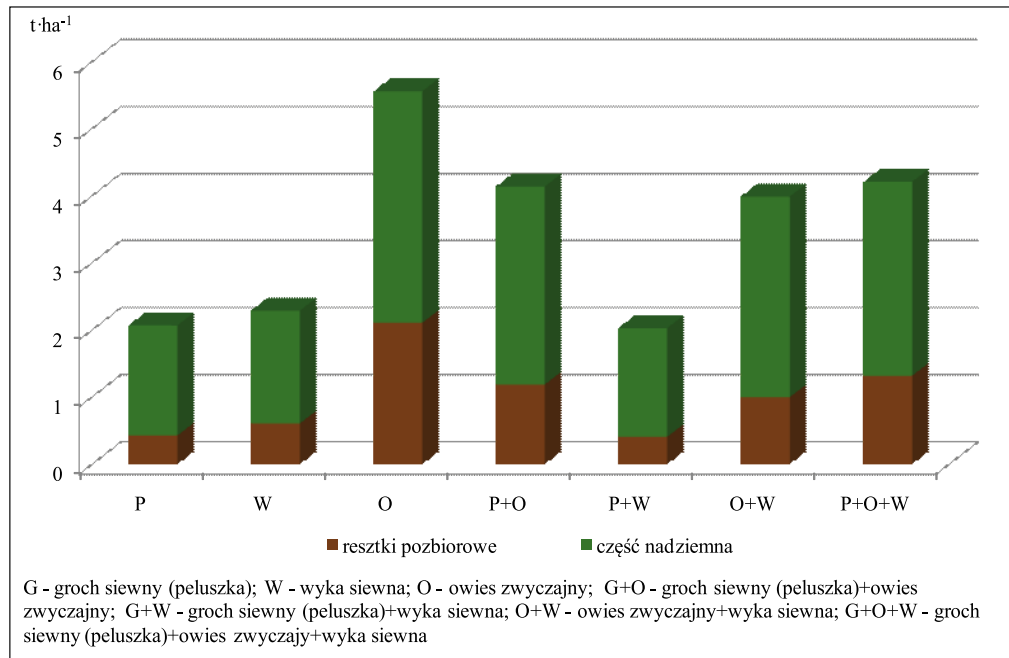
W latach 1999-2004 określano plon świeżej i suchej masy resztek pozbiorowych owsa zwyczajnego, grochu siewnego i wyki siewnej uprawianych jako przedplon w siewie czystym oraz w mieszankach. Owies zwyczajny, podobnie jak inne zboża, ma silnie rozwinięty system korzeniowy i mocno rozkrzewioną część nadziemną, co sprawia, że po skoszeniu lub wypasie pozostawia znacznie więcej resztek pozbiorowych niż pozostałe rośliny przedplonowe. W siewie czystym resztki pozbiorowe międzyplonu z owsa zwyczajnego stanowiły 31,6%, w mieszankach z owsem zwyczajnym od 21,4 do 27,3 % całej masy roślinnej. Podobnie jak cała masa roślinna tak i resztki pozbiorowe owsa zwyczajnego w siewie czystym pozostawiały więcej biomasy niż mieszanki z jego udziałem. Zbliżoną zależność stwierdzono w przypadku grochu siewnego oraz wyki siewnej i mieszanek obu tych roślin. Ilość azotu wprowadzona do gleby z resztkami pozbiorowymi grochu siewnego (peluszki) kształtowała się średnio na poziomie 11,2 kg N, a z resztkami wyki siewnej 15,9 kg N na 1 ha (rys. 37). Stanowi to odpowiednio 17 i 21% jego ilości wnoszonej z całą biomasa tych gatunków.

Rysunek 35.  
Plon świeżej masy resztek pozbiorowych przedplonów w badaniach z lat 1999-2004



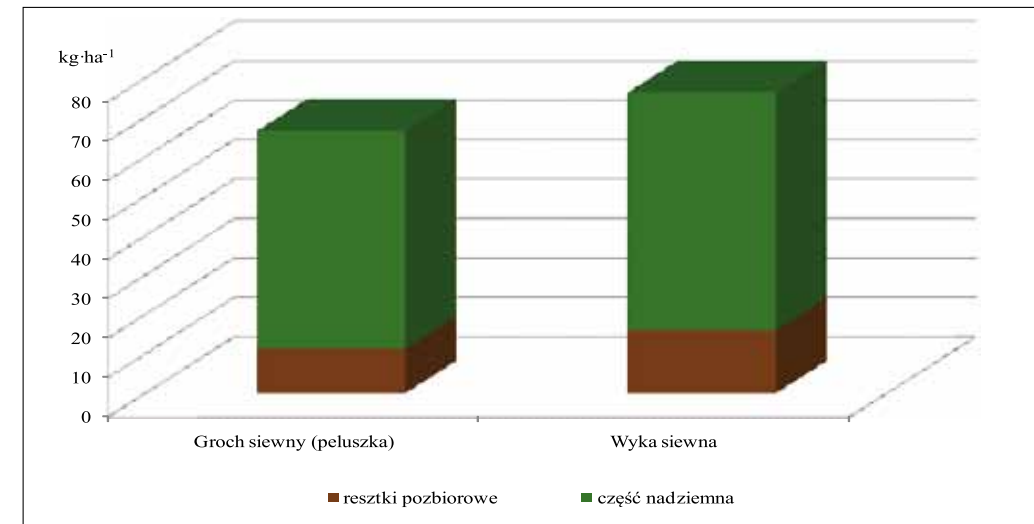
Źródło: badania własne.

Rysunek 36.  
Plon suchej masy resztek pozbiorowych przedplonów w badaniach z lat 1999-2004



Źródło: badania własne.

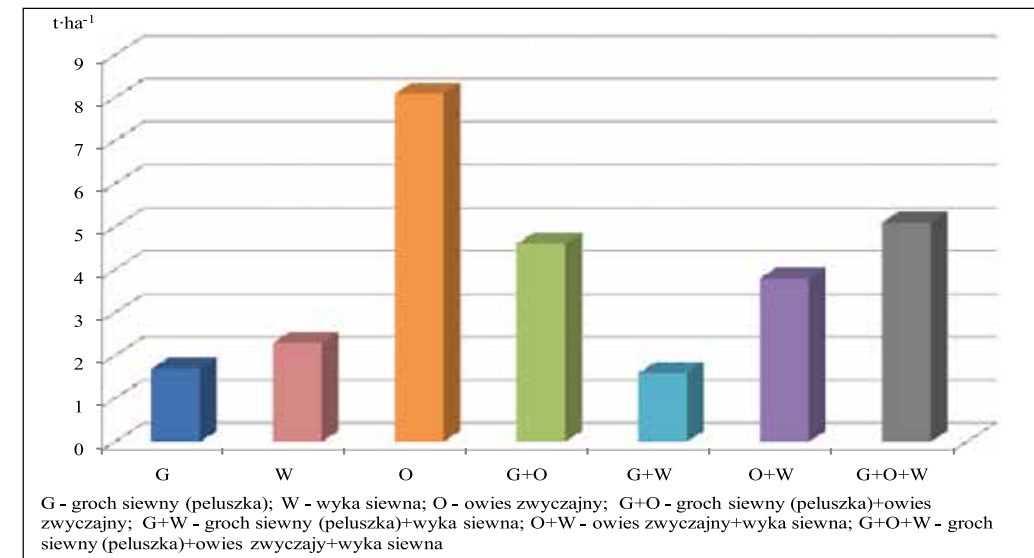
Rysunek 37.  
Ilość azotu wniesionego do gleby z resztkami pozbiorowymi przedplonów w badaniach z lat 1999-2004



Źródło: badania własne.

Masa organiczna resztek pozbiorowych owsa zwyczajnego w czystym siewie wnośiła do gleby taką ilość substancji organicznych jaka zawarta jest w 8,1 t obornika, a w mieszankach z wyką siewną i grochem siewnym od 3,8 do 5,1 t obornika (rys. 38). Z takiej ilości materii organicznej może powstać od 180 do 380 kg próchnicy glebowej.

Rysunek 38.  
Plon masy organicznej resztek pozbiorowych przedplonów w przeliczeniu na odpowiadającą mu dawkę obornika



Źródło: badania własne.

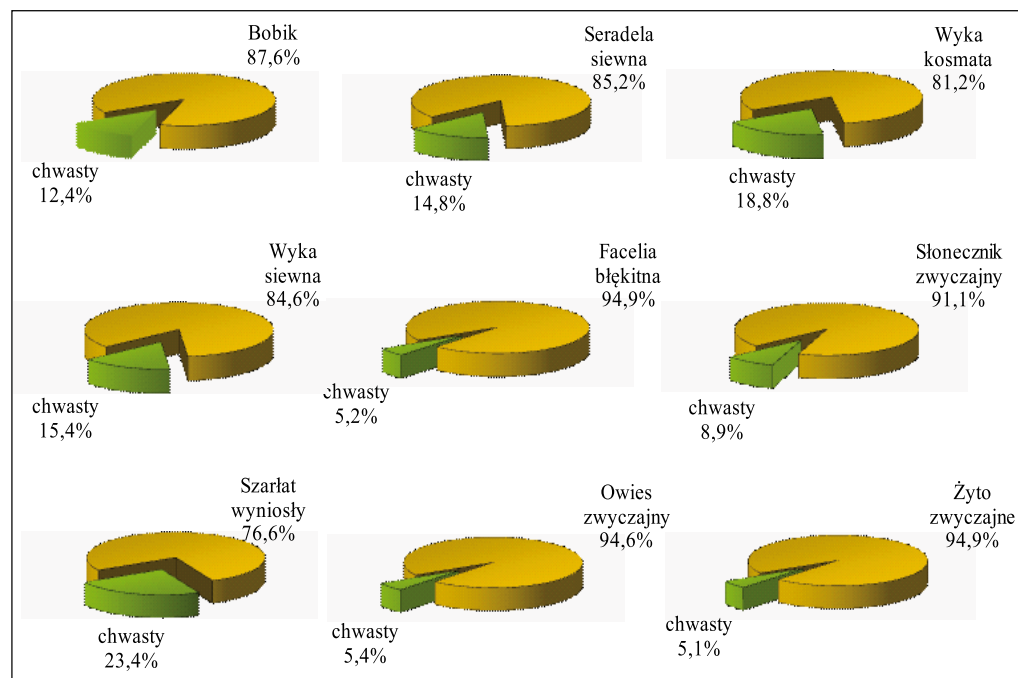
### 5.3. Zachwaszczenie roślin międzyplonowych

#### 5.3.1. Międzyplony letnie

Analiza procentowego udziału chwastów w świeżej masie międzyplonów wykazała znaczne różnice w podatności poszczególnych gatunków na zachwaszczenie (rys. 39). Najmniejszy udział chwastów stwierdzono w obiektach z żytem zwyczajnym i facelią błękitną (5,1 i 5,2% świeżej masy), nieco większy u słonecznika zwyczajnego (8,9% świeżej masy). Szybki wzrost tych roślin hamował rozwój chwastów, dzięki czemu stanowisko jakie pozostawiały charakteryzowało się znacznie mniejszym zachwaszczeniem.

Udział chwastów przekraczający 10% plonu świeżej masy zanotowano w bobiku 12,4%, seradeli siewnej 14,8%, wyce siewnej 15,4% i wyce kosmatej 18,8%. Większa podatność na zachwaszczenie roślin z rodziny bobowate, zwłaszcza wyki kosmatej, wynika z faktu, że w początkowym okresie wzrostu rozbudowują one system korzeniowy i później niż gatunki z innych rodzin botanicznych tworzą zwarty łan. Taki charakter wzrostu czyni je mniej konkurencyjnymi i stwarza korzystne warunki dla rozwoju chwastów.

Rysunek 39.  
Zachwaszczenie międzyplonów letnich w badaniach z lat 1986-2006



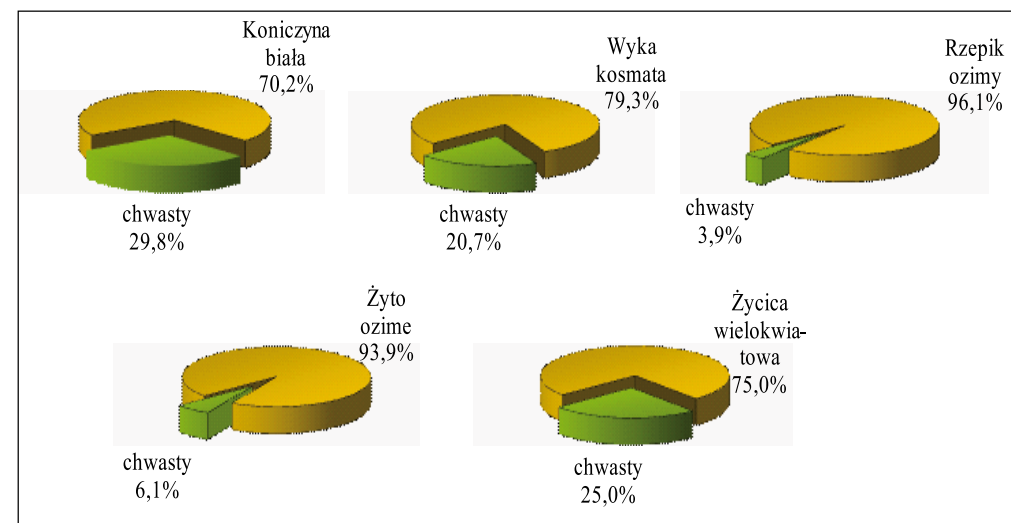
Źródło: badania własne.

Spśród badanych roślin największym zachwaszczeniem 23,4% charakteryzował się szarłat wyniosły. Przyczyną były nierównomierne wschody tej rośliny, które spowodowały słabsze niż w przypadku pozostałych gatunków pokrycie powierzchni uprawnej i mniejszą konkurencyjność w stosunku do chwastów.

#### 5.3.2. Międzyplony ozime

Żyto zwyczajne i wyka kosmata uprawiane w międzyplonie ozimym były bardziej zachwaszczone niż w międzyplonie letnim (rys. 40). Większą podatność na zachwaszczenie wykazywała wyka kosmata (20,7% świeżej masy) niż żyto zwyczajne (6,1% świeżej masy). Najmniej zachwaszczonym międzyplonem ozimym był rzepik ozimy (3,9% świeżej masy), a najbardziej życica wielokwiatowa i koniczyna biała (odpowiednio 25,0% i 29,8% świeżej masy). Gatunki te charakteryzowały się wolniejszym wzrostem, wydały mniej biomasy, w związku z tym były bardziej podatne na zachwaszczenie.

Rysunek 40.  
Zachwaszczenie międzyplonów ozimych w badaniach z lat 1987-2011



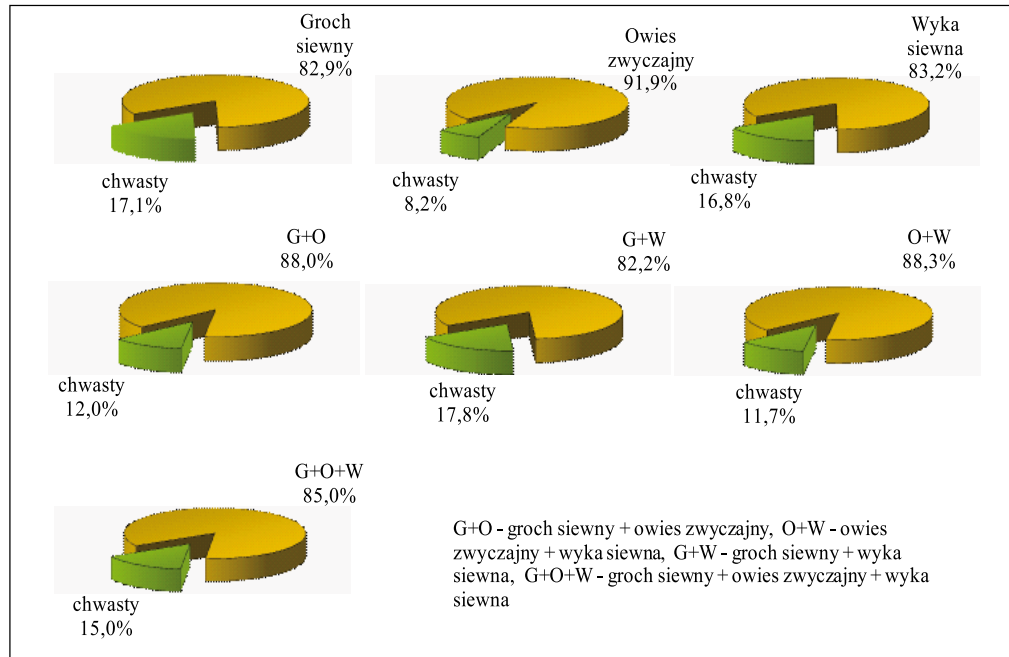
Źródło: badania własne.

#### 5.3.3. Przedplony

Zachwaszczenie przedplonów wahało się od 8,2% do 17,8% świeżej masy (rys. 41). Najmniej zachwaszczony był owies zwyczajny w siewie czystym (8,2% św.m.), nieco więcej mieszanka owsa zwyczajnego z wyką siewną (11,7% św.m.) i mieszanka owsa zwyczajnego z grochem siewnym (12,0% św.m.). Szybki wzrost owsa zwyczajnego hamował wzrost chwastów, dzięki temu przedplony z jego udziałem charakteryzowały się mniejszym zachwaszczeniem.

Większy udział chwastów stwierdzono w świeżej masie przedplonów z roślin bobowatych. W grochu siewnym zachwaszczenie wynosiło 17,1% św.m., w wyce siewnej 16,8% św.m., a w mieszance tych roślin 17,8% św.m.

Rysunek 41.  
Zachwaszczenie przedplonów w badaniach z lat 1999-2004



Źródło: badania własne.

#### 5.4. Podsumowanie

Wartość nawozowa roślin uprawianych na zielony nawóz zależy od ilości wytworzonej biomasy, a także jej składu chemicznego. Podsumowując wyniki wieloletnich badań przeprowadzonych w Katedrze Warzywnictwa UPH w Siedlcach stwierdzono że:

- spośród roślin uprawianych jako międzyplon letni największym plonem biomasy charakteryzowały się facelia błękitna, słonecznik zwyczajny i bobik, z gatunków uprawianych w międzyplonie ozimym żyto zwyczajne i rzepik ozimy, z przedplonów owies zwyczajny w siewie czystym oraz w mieszankach,
- z roślin bobowatych uprawianych w międzyplonie letnim najwięcej azotu dostarczył roślinom następczym bobik, uprawianych w międzyplonie ozimym koniczyna biała, a z roślin przedplonowych wyka siewna,
- uwzględniając możliwość wykorzystania części nadziemnej jako pełnowartościowej paszy analizowano działanie nawozowe resztek pozbiorowych. Spośród gatunków uprawianych jako międzyplony letnie i ozime najwięcej biomasy resztek pozbiorowych pozostawiało żyto zwyczajne, a z roślin przedplonowych owies zwyczajny w siewie czystym.

## 6. WPŁYW NAWOZÓW ZIELONYCH NA ŚRODOWISKO GLEBOWE

Głównym zadaniem nawozów organicznych jest dostarczenie do gleby materii organicznej będącej prekursorem trwałych związków organicznych zwanych próchnicą glebową. Próchnica spełnia podstawowe funkcje w kształtowaniu potencjału produkcyjnego gleb<sup>57),58)</sup>. Mimo iż stanowi zaledwie 1-5% objętości wierzchnich poziomów gleb, decyduje niemal o wszystkich właściwościach fizycznych, chemicznych i biologicznych środowiska glebowego<sup>59)</sup> m.in.:

- przyczynia się do tworzenia struktury gruzełkowej<sup>60),61),62)</sup>, przez co poprawia właściwości powietrzno-wodne gleby,
- zwiększa odporność gleby na erozję<sup>63),64),65)</sup>,
- korzystnie wpływa na porowatość, zwięzłość i lepkość gleb,
- ułatwia nagrzewanie się gleby nadając jej czarną barwę<sup>66),67)</sup>,
- zwiększa pojemność sorpcyjną gleb,
- ogranicza wymywanie składników pokarmowych w głąb gleby, poza zasięg systemu korzeniowego roślin oraz do wód gruntowych<sup>68),69)</sup>,
- stanowi ważny element systemu buforującego odczyn gleby,
- reguluje procesy oksydacyjno-redukcyjne,
- dostarcza roślinom składników pokarmowych<sup>70),71)</sup>,
- niweluje skutki błędów w agrotechnice,
- ogranicza negatywny wpływ zanieczyszczenia gleby na jakość plonów,
- stymuluje biologiczną aktywność gleby i poprawia jej stan fitosanitarny<sup>72),73),74)</sup>.

57) Andrzejewski M. 1993. *Znaczenie próchnicy dla żyzności gleb*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 411: 11-21.

58) Mazur T. 1995. *Stan i perspektywy...*, op.cit.

59) Mocek A., Owczarzak W. 2003. *Ecological role of soil organic matter*. J. Res. App. Agric. Eng. 48, 3: 5-9.

60) Chmielnicki J., Roszak W., Fabijański J. 1995. *Wpływ stopnia uwilgotnienia gleby na tworzenie się agregatów glebowych i ich trwałość*. Rocz. Glebozn. XLVI, 1-2: 37-43.

61) Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A. 1988. *Wpływ składu granulometrycznego i próchnicy na zawartość agregatów glebowych i ich odporność na działanie wody*. Rocz. Glebozn. XXXIX, 3:5-19.

62) Wojciechowski W., Waclawowicz R., Sowiński J. 2004. *Wpływ zróżnicowanych systemów uprawy pszenicy ozimej na wybrane wskaźniki struktury gleby*. *Fragm. Agronom.* 3: 147-155.

63) Mazur T. 1995. *Stan i perspektywy...*, op.cit.

64) Mazur T., Mineev M. V., Debreczeni B. 1993. *Nawożenie w rolnictwie biologicznym*. Wyd. AR-T, Olsztyn: 78-85.

65) Mazur T., Sądej W., Mazur Z. 2003. *Nawożenie organiczne w gospodarstwach bezinwentarowych*. Post. Nauk Rol. 494: 287-293.

66) Mazur T., Mineev M. V., Debreczeni B. 1993. *Nawożenie...*, op.cit.

67) Mazur T., Sądej W., Mazur Z. 2003. *Nawożenie organiczne...*, op.cit.

68) Chmielnicki J., Roszak W., Fabijański J. 1995. *Wpływ stopnia uwilgotnienia...*, op.cit.

69) Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A. 1988. *Wpływ składu granulometrycznego...*, op.cit.

70) Nowak G. 1982. *Przemiany roślinne...*, op.cit.

71) Bereśniewicz A., Nowosielski O. 1985. *Wpływ wzrastającego poziomu nawożenia mineralnego przy jednoczesnym nawożeniu organicznym i wapnowaniu na plon warzyw i zasolenie gleby*. Cz. III. *Kapusta*. Biul. Warz. XXVIII: 77-94.

72) Hageman O., Schnee M. 1981. *Quantifizierung der Bodenfruchtbarkeit und deren Bedeutung für die Praxis*. Die Bodenkultur. Agrarverlag Wien, 32, 3: 195-206.

73) Körschens M. 1983. *Richtwerte für den Gehalt des Bodens an organischer Substanz*. (w:) *Kształtowanie się żyzności gleby w procesie rolniczego użytkowania*. Mat. Sympozjum. Wyd. IUNG, Puławy: 79-102.

74) Bednarek A. 2002. *Rozwój zrównoważony i rolnictwo ekologiczne*. *Wiadomości Ziel.* 4: 19-20.



Ubytek materii organicznej w glebie nie tylko obniża jej żyzność, wywołuje także daleko idące zmiany w środowisku przyrodniczym, przyczyniając się do nasilania tzw. efektu cieplarnianego<sup>75),76)</sup>. Próchnica jest olbrzymim, naturalnym magazynem dwutlenku węgla w postaci związków organicznych. Systematycznie postępujący ubytek próchnicy glebowej wiąże się z uwalnianiem do atmosfery znacznych ilości dwutlenku węgla nasilającego procesy związane z globalnym ociepleniem klimatu.

Nawozy zielone to szczególny rodzaj nawożenia organicznego, który oprócz dostarczania materii organicznej wywiera także inne korzystne oddziaływania na środowisko. Nawozy zielone dodatkowo chronią glebę przed erozją, zwiększają liczbę gatunków w zmianowaniu<sup>77)</sup>, ograniczają zachwaszczenie i pełnią funkcję fitosanitarną<sup>78)</sup>, oceniają glebę i zmniejszają wahania jej temperatury oraz wpływają na gospodarkę wodną<sup>79)</sup>.

## 6.1. Właściwości fizyczne i chemiczne gleby

### 6.1.1. Zawartość próchnicy

Materia organiczna, będąca substratem w procesie powstawania próchnicy, znajduje się w glebie w stanie dynamicznej równowagi. Jednocześnie zachodzą w niej procesy mineralizacji i humifikacji związków węgla. Uprawa gleby sprzyja zjawiskom związanym z rozkładem związków organicznych i stratami próchnicy. Stosowanie nawożenia organicznego ma na celu utrzymanie dodatniego jej bilansu w glebach użytkowanych rolniczo.<sup>80)</sup>

Gleba jest środowiskiem dość stabilnym, a zmiany jej właściwości fizykochemicznych, m.in. zawartości próchnicy wymagają wieloletnich badań. W latach 1986-2006 w Katedrze Warzywnictwa Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach prowadzono prace badawcze nad wpływem nawozów zielonych na zawartość próchnicy w glebie. Stwierdzono, że zaobserwowane różnice w jej zawartości wynikały z ilości biomasy wprowadzonej do gleby przez poszczególne gatunki uprawiane na zielony nawóz, tempa mineralizacji materii organicznej oraz sposobu stosowania nawozów zielonych (przyorana cała biomasa, przyorane resztki pozbiorowe). Po przyoraniu w całości międzyplonie letnim z facelii błękitnej zawartość próchnicy w glebie dorównywała zawartości po oborniku w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup>, pomimo iż ilość materii organicznej wnoszonej przez facelię błękitną była mniejsza od dostarczonej z obornikiem (rys. 42).

75) Eswaran H., van den Berg E., Reich P. 1993. *Organic carbon in soils of the world*. Soil Sci. Soc. Am. J. 57: 192-194.

76) Wallace A. 1994. *Soil organic matter is essential to solving soil and environmental problems*. Commun. Soil Sc. Plant Anal. 25, 1-2: 15-28.

77) Songin W. 1998. *Międzyplony w rolnictwie proekologicznym*. Post. Nauk Rol. 2: 43-51.

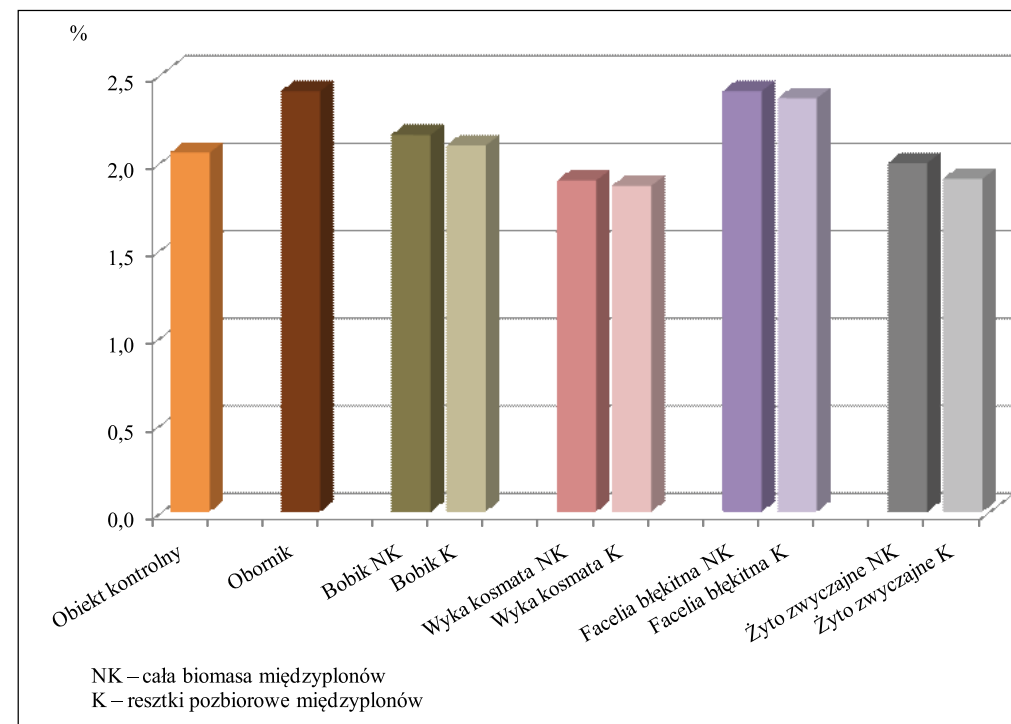
78) Hruszka M. 1996. *Alternatywne funkcje roślin i możliwości ich wykorzystania w systemach rolnictwa integrowanego i ekologicznego*. Post. Nauk. Rol. 3: 94-101.

79) Jabłońska Ceglarek R., Kowalski R. 1985. *Plonowanie selera w pierwszym roku po przyoraniu poplonów*. Zesz. Nauk. WSRP Siedlce 6, I: 27-41.

80) Mazur T. 1999. *Ekologiczne uwarunkowania w rolnictwie jutra*. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Kraków 349, 64: 263-270.

Rysunek 42.

Zawartość próchnicy w glebie po nawożeniu międzyplonami letnimi w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

Zdaniem Szałajdy i Nowaka<sup>81)</sup> oraz Płazy<sup>82)</sup> ocena wartości nawozowej międzyplonów na podstawie jednorazowo pobranych próbek (standardowa procedura przy ocenie wartości nawozowej roślin międzyplonowych) nie daje pełnego obrazu ich wartości nawozowej, gdyż nie obejmuje całkowitej ilości materii organicznej pozostawionej przez nie w glebie w ciągu okresu wegetacji w postaci systematycznie obumierających i przyrastających na ich miejsce korzeni. Grzebisz<sup>83)</sup> i Malicki<sup>84)</sup> szacują, że w odniesieniu do systemu korzeniowego ilość ta jest o 100-200% większa od stwierdzonej podczas pobierania próbek korzeni przy końcu wegetacji. Po nawożeniu międzyplonem letnim z bobiku, wyki kosmatej i żyta zwyczajnego zawartość próchnicy w glebie była mniejsza w porównaniu do stwierdzonej po oborniku. Większa zawartość azotu w biomacie roślin bobowatych i węższy stosunek C:N sprzyjały szybszej mineralizacji materii organicznej wyki kosmatej i bobiku. Przełożyło się to na mniejsze działanie próchnicotwórcze tych gatunków, a równocześnie na korzystniejszy wpływ na plonowanie roślin uprawianych w pierwszym roku po ich przyoraniu i korzystających ze składników pokarmowych uwolnionych do gleby na skutek mineralizacji materii organicznej.

81) Szałajda R., Nowak J. 1993. *Masa i skład chemiczny resztek poźniowych kilku poplonów ozimych w zależności od terminu zbioru*. Roczn. Akad. Rol. Poznań, Rol., 22: 173-181.

82) Płaza A. 2004. *Nawożenie ziemniaka...*, op.cit.

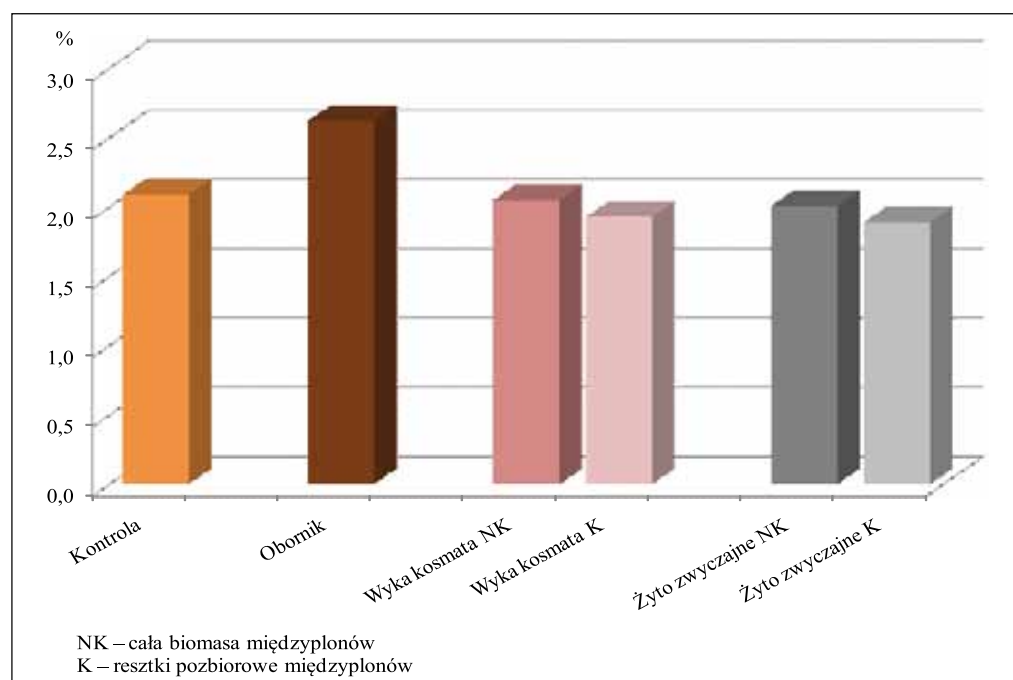
83) Grzebisz W. 1988. *Warunki wodno-powietrzne gleby a rozwój systemu korzeniowego roślin uprawnych*. Fragm. Agronom. 3 (19): 57-70.

84) Malicki L. 1997. *Znaczenie resztek...* op. cit.

Według Hoyta i Hargrovea<sup>85)</sup>, mulcz z roślin bobowatych wywiera większy wpływ na zawartość w glebie azotu, a roślin z innych rodzin botanicznych na zawartość substancji organicznej. Porównując działanie międzyplonu ozimego z wyki kosmatej i żyta zwyczajnego do działania przeciętnie stosowanej w uprawie warzyw dawki obornika 40 t·ha<sup>-1</sup> stwierdzono, że zawartość próchnicy w glebie po nawozach zielonych była mniejsza niż po tradycyjnym nawożeniu obornikiem. Przyczyną była mniejsza ilość masy organicznej wnoszonej z roślinami międzyplonowymi (rys. 19 i 43). Analiza wpływu obu badanych gatunków w uprawie jako międzyplon letni i ozimy wykazała, że zarówno wyka kosmata jak i żyto zwyczajne zastosowane w międzyplonie ozimym korzystniej wpływały na zawartość próchnicy w glebie niż uprawiane w międzyplonie letnim.

Rysunek 43.

Zawartość próchnicy w glebie po nawożeniu międzyplonami ozimymi w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

Bardziej stabilizującym działaniem na zawartość próchnicy w glebie charakteryzowała się przyorana cała biomasa roślin międzyplonowych niż ich resztki pozbiorowe. Wynikało to ze znacznie większej ilości materii organicznej wnoszonej do gleby z całą biomasa (rys. 42 i 43).

### 6.1.2. Wilgotność gleby

Jednym z najważniejszych czynników siedliskowych decydujących o wielkości i jakości plonów jest dostateczne zaopatrzenie roślin uprawnych w wodę. Wpływ nawozów zielonych na wilgotność gleby obejmuje dwa przeciwstawne procesy związane z oddziaływaniem materii organicznej. Z jednej strony są to niekorzystne zjawiska związane z wykorzystaniem zapasów wody glebowej przez rośliny uprawiane na zielony nawóz oraz jednorazowym wprowadzeniem do gleby dużej ilości zielonej masy stanowiącej warstwę izolującą, utrudniającą przesiąkanie i podsiąkanie wody z głębszych warstw gleby<sup>86)</sup>. Z drugiej jednak strony przyorane nawozy zielone wzbogacają glebę w materię organiczną, zwiększającą jej pojemność wodną i stwarzającą korzystne warunki do gromadzenia wody w glebie<sup>87),88)</sup>.

W Katedrze Warzywnictwa Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach w latach 1986-2006 prowadzono prace badawcze nad wpływem nawozów zielonych na wilgotność gleby w pierwszym (wpływ bezpośredni) i drugim roku (wpływ następczy) po ich przyoraniu. Warunki wilgotnościowe określano w okresie wegetacji warzyw. W pierwszym roku po nawożeniu zielonym uprawiano kapustę głowiastą białą odmiany Kamienna Głowa, w drugim roku cebulę odmiany Wolska. Największe zapotrzebowanie roślin na wodę występuje w okresie ich intensywnego wzrostu, tworzenia części użytkowych i gromadzenia w nich materiałów zapasowych. Dla kapusty głowiastej jest to okres wiązania głów, dla cebuli okres tworzenia cebul. Występujące w tych fazach rozwojowych niedobory wody są przyczyną spadku i pogorszenia jakości plonów, dlatego ten czasokres uznano za najbardziej decydujący o powodzeniu uprawy i właściwy do oceny wpływu nawozów zielonych na wilgotność gleby.

W latach prowadzenia badań wilgotność gleby ulegała znacznym wahaniom powodowanym zmienną ilością i rozkładem opadów atmosferycznych (rys. 5, 7 i 9). Zaznaczył się także wyraźny wpływ badanych w doświadczeniu rodzajów nawożenia zielonego. W pierwszym roku po przyoraniu międzyplonów letnich w większości przypadków (wyjątek facelia błękitna) nie stwierdzono bardziej przesuszającego działania nawożenia zielonego na glebę w porównaniu z tradycyjnie stosowanym nawożeniem obornikiem, ale wszystkie nawozy organiczne obniżały wilgotność gleby w porównaniu do obiektu kontrolnego bez nawożenia organicznego (rys. 44). Różnice w oddziaływaniu poszczególnych gatunków na wilgotność gleby wynikały z ilości wnoszonej przez nie do gleby masy organicznej oraz tempa jej mineralizacji uwarunkowanego stosunkiem C:N. W drugim roku po zastosowaniu różnice w oddziaływaniu nawozów zielonych i obornika na wilgotność gleby w porównaniu do obiektu kontrolnego były mniejsze.

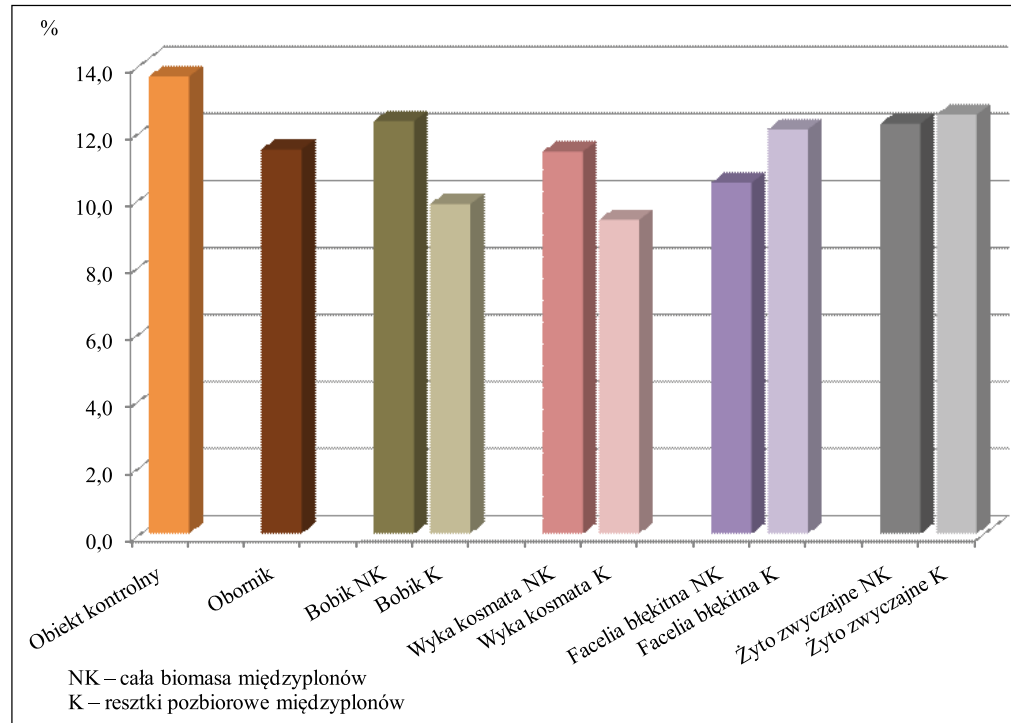
85) Hoyt G.D., Hargrove W.L. 1986. *Legume cover crops for improving crop and soil management in the Southern United States*. Hort. Sci. 21: 397-402.

86) Borna Z. 1957. *Międzyplonowe nawozy zielone w warzywnictwie*. Post. Nauk Rol. 1 (43): 105-111.

87) Kobus J. 1995. *Biologiczne procesy, a kształtowanie żyzności gleby*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 421a: 209-219.

88) Kostuch R. 1998. *Pozaprodukcyjna rola...*, op.cit.

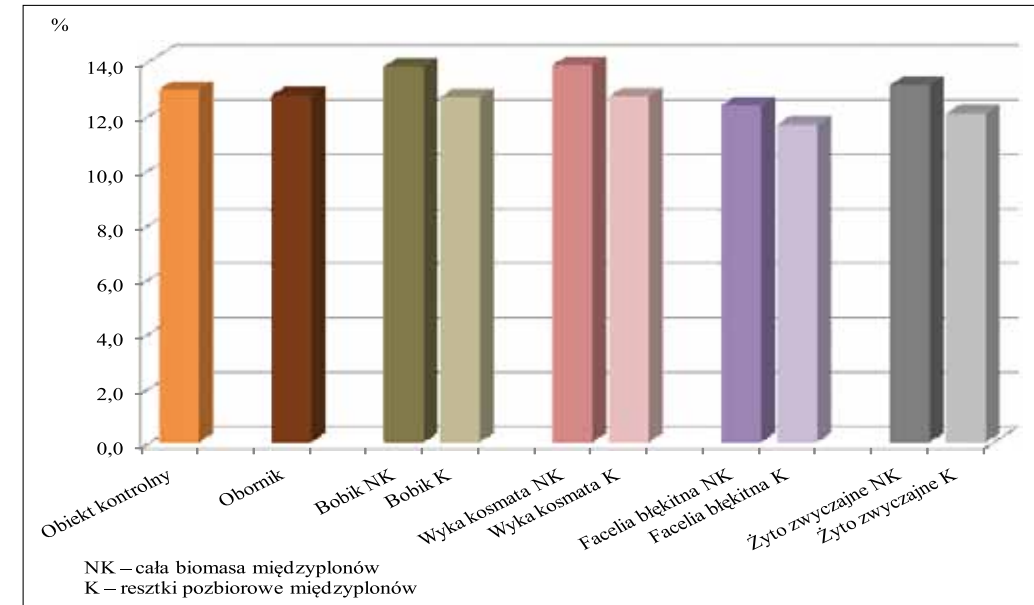
Rysunek 44.  
Wilgotność gleby w pierwszym roku po międzyplonach letnich w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

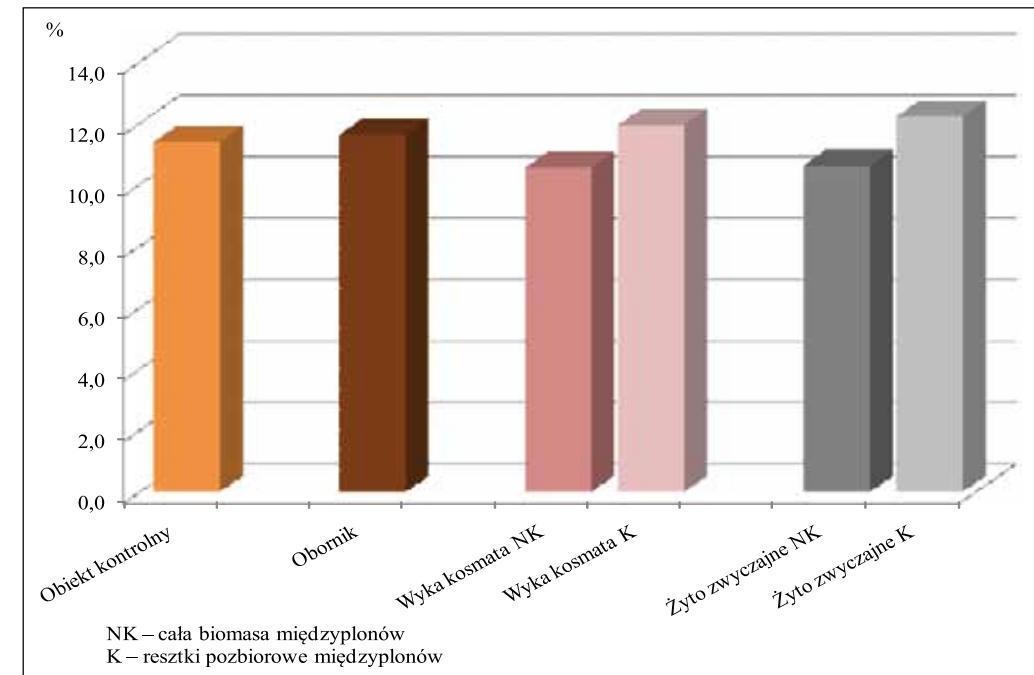
W pierwszym roku po przyoraniu całej biomasy może nastąpić spadek wilgotności gleby w porównaniu do stwierdzonej po resztkach pozbiorowych. Cała biomasa międzyplonu letniego z facelii błękitnej przyczyniła się do pogorszenia warunków wilgotnościowych w porównaniu do stwierdzonych po resztkach pozbiorowych. Przyczyną była duża ilość ubogiej w azot masy organicznej. Szeroki stosunek C:N spowolnił proces mineralizacji i przedłużył niekorzystny wpływ na podsiąkanie wody z głębszych warstw gleby. W drugim roku po przyoraniu nawozów zielonych bardziej wilgotna była gleba nawożona całą biomasa roślin międzyplonowych niż resztkami pozbiorowymi, zwłaszcza bobiku i facelii błękitnej – w przypadku międzyplonów letnich oraz żyta zwyczajnego – w przypadku międzyplonów ozimych (rys. 45).

Rysunek 45.  
Wilgotność gleby w drugim roku po międzyplonach letnich w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

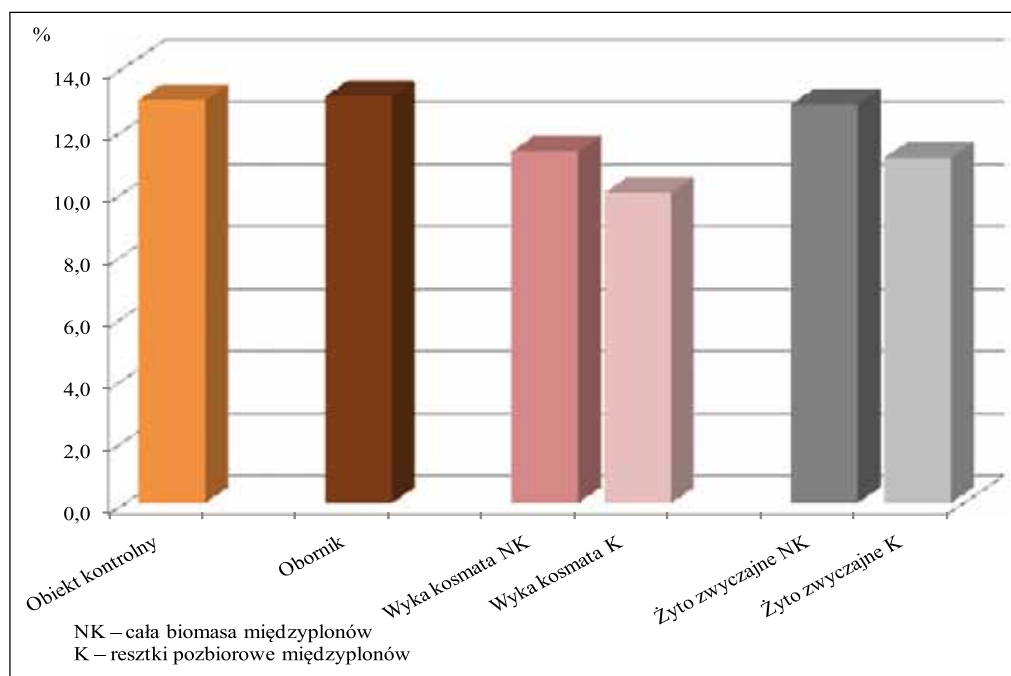
Rysunek 46.  
Wilgotność gleby w pierwszym roku po międzyplonach ozimych w badaniach z lat 1986-2002



Źródło: badania własne.

Także cała biomasa międzyplonów ozimych z żyta zwyczajnego i wyki kosmatej w pierwszym roku po przyoraniu wpłynęła na pogorszenie warunków wilgotnościowych w glebie w porównaniu z glebą nienawożoną organicznie, a także z przyoraniem obornikiem i resztkami pozbiorowymi roślin międzyplonowych (rys. 46). W drugim roku po przyoraniu działanie całej biomasy międzyplonów ozimych na wilgotność gleby było korzystniejsze niż resztek pozbiorowych (rys. 47).

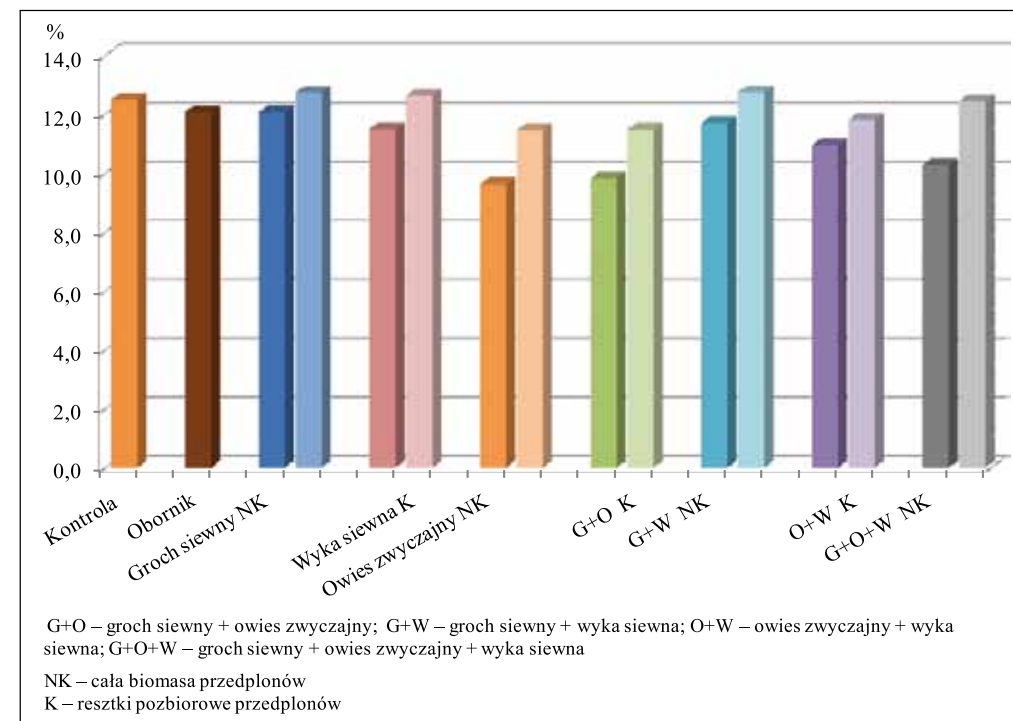
Rysunek 47.  
Wilgotność gleby w drugim roku po międzyplonach ozimych w badaniach z lat 1986-2002



Źródło: badania własne.

W badaniach nad wilgotnością gleby w pierwszym roku po przyoraniu roślin przedplonowych stwierdzono, że po oborniku, całej biomasy i resztkach pozbiorowych grochu siewnego (peluszki) oraz resztkach pozbiorowych wyki siewnej, mieszanki grochu siewnego z wyką siewną oraz mieszanki grochu siewnego z owsem zwyczajnym i wyką siewną była ona zbliżona do stwierdzonej w obiekcie kontrolnym bez nawożenia organicznego. Nawożenie pozostałymi rodzajami przedplonowych nawozów zielonych powodowało spadek wilgotności gleby (rys. 48).

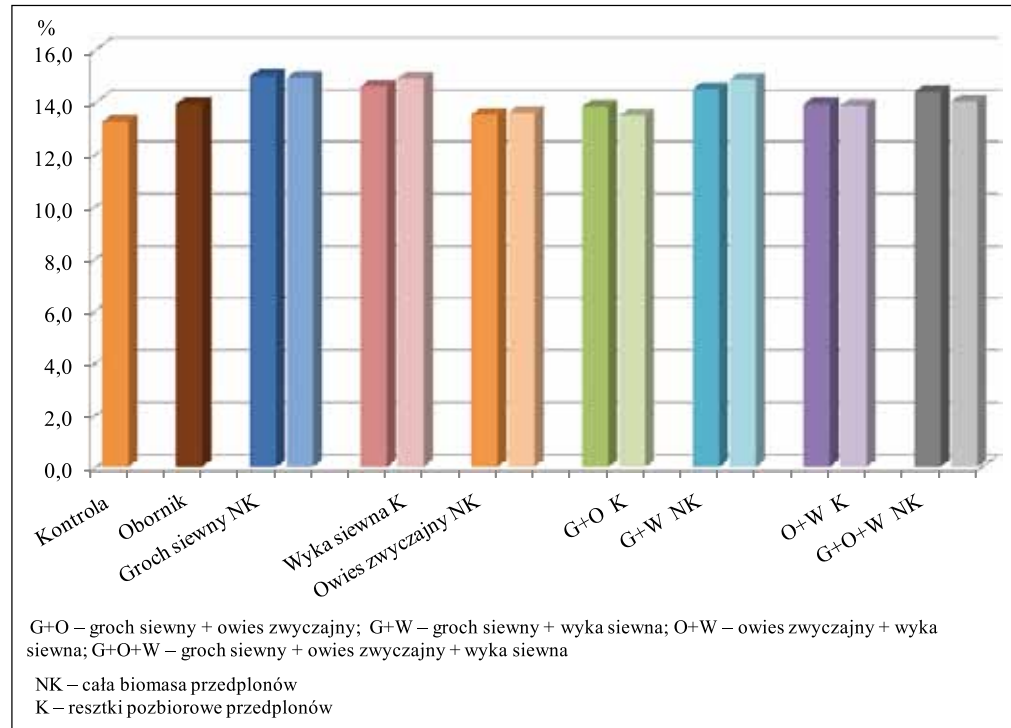
Rysunek 48.  
Wilgotność gleby w pierwszym roku po przedplonach w badaniach z lat 1999-2004



Źródło: badania własne.

W pierwszym roku po przyoraniu całej biomasy przedplonów wilgotność gleby była mniejsza niż po przyoraniu resztek pozbiorowych. W drugim roku po wszystkich przedplonach, przyoranych w całości oraz w postaci resztek pozbiorowych, notowano wyższą wilgotność gleby niż w obiekcie kontrolnym bez nawożenia organicznego. Groch siewny (peluszka), wyka siewna oraz mieszanki grochu siewnego z wyką siewną i grochu siewnego z owsem zwyczajnym i wyką siewną przyorane w całości i w postaci resztek pozbiorowych wpłynęły korzystniej na wilgotność gleby niż obornik. Pozostałe przedplony miały zbliżony do obornika wpływ na wilgotność gleby. Następnie działanie całej biomasy i resztek pozbiorowych poszczególnych przedplonów na wilgotność gleby było podobne (rys. 49).

Rysunek 49.  
Wilgotność gleby w drugim roku po przedplonach w badaniach z lat 1999-2004



Źródło: badania własne.

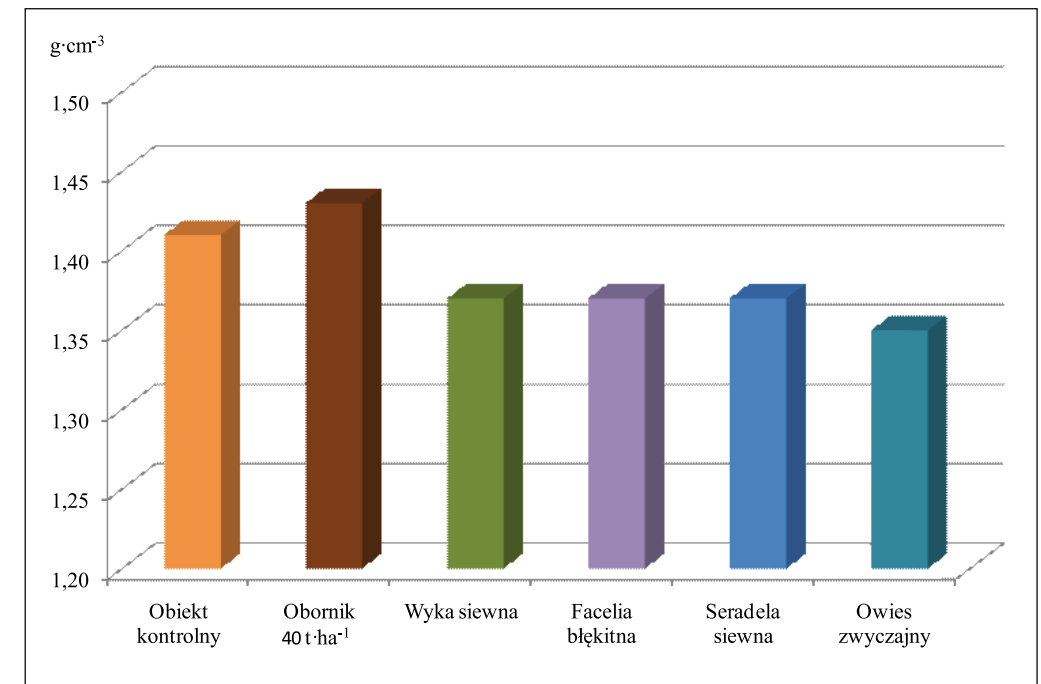
### 6.1.3. Gęstość gleby

Gęstość objętościowa gleby jest jednym z głównych parametrów oddziałujących na rozwój roślin. Tomaszewska<sup>89)</sup> oraz Owczarzak i Mocek<sup>90)</sup> twierdzą, że materia organiczna wskutek niskiej gęstości właściwej związków organicznych obniża gęstość objętościową gleby. Nadmierna gęstość objętościowa gleby wywiera niekorzystny wpływ na wzrost roślin, m.in. powoduje zmniejszenie długości i zasięgu systemu korzeniowego<sup>91)</sup>, ogranicza również rozwój części nadziemnych<sup>92),93)</sup> i w rezultacie zmniejsza plony roślin uprawnych. Przy bardzo małym zagęszczeniu gleby następuje zmniejszenie kontaktu korzeni z glebą, co utrudnia pobieranie z niej wody i składników pokarmowych<sup>94)</sup>.

- 89) Tomaszewska J. 2002. Wyznaczanie optymalnej gęstości objętościowej gleb na podstawie reakcji jęczmienia jarego. *Fragm. Agronom.* 3: 46-59.
- 90) Owczarzak W., Mocek A. 2003. Rola różnych biokomponentów w kształtowaniu struktury gleb uprawnych. *J. Res. App. Agric. Eng.* 48,3: 10-14.
- 91) Lipiec J., Arvidsson J., Murer E. 2003. *Review of modeling crop growth, movement of water and chemicals in relation to topsoil and subsoil compaction.* *Soil Till. Res.* 73: 15-29.
- 92) Lipiec J. 2002. Wpływ stanu zagęszczenia gleby na wzrost i funkcjonowanie roślin. *Acta Agroph.* 63: 49-62
- 93) Wojtasik M. 2002. Wpływ różnych stanów gęstości gleb na plonowanie roślin. *Rocz. Akad. Rol. Poznań* 342, *Melior. Inż. Środ.* 23: 515-521.
- 94) Lipiec J. 2002. *Wpływ stanu zagęszczenia gleby..., op. cit.*

Badania przeprowadzone w Katedrze Warzywnictwa Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach w latach 2002-2006 wykazały, że w pierwszym roku po przyoraniu międzyplonów letnich nawożenie zielone przyczyniło się do obniżenia gęstości objętościowej gleby w porównaniu do stwierdzonej po nawożeniu obornikiem i bez nawożenia organicznego (rys. 50). Największy spadek gęstości objętościowej zauważono po międzyplonie owsa zwyczajnego. W drugim roku po zastosowaniu nawożenia międzyplonami letnimi i obornikiem różnice w gęstości objętościowej gleby były mniejsze (rys. 51). Gleba z przyoranymi roślinami międzyplonowymi i obornikiem charakteryzowała się mniejszą gęstością objętościową od gleby nienawożonej organicznie.

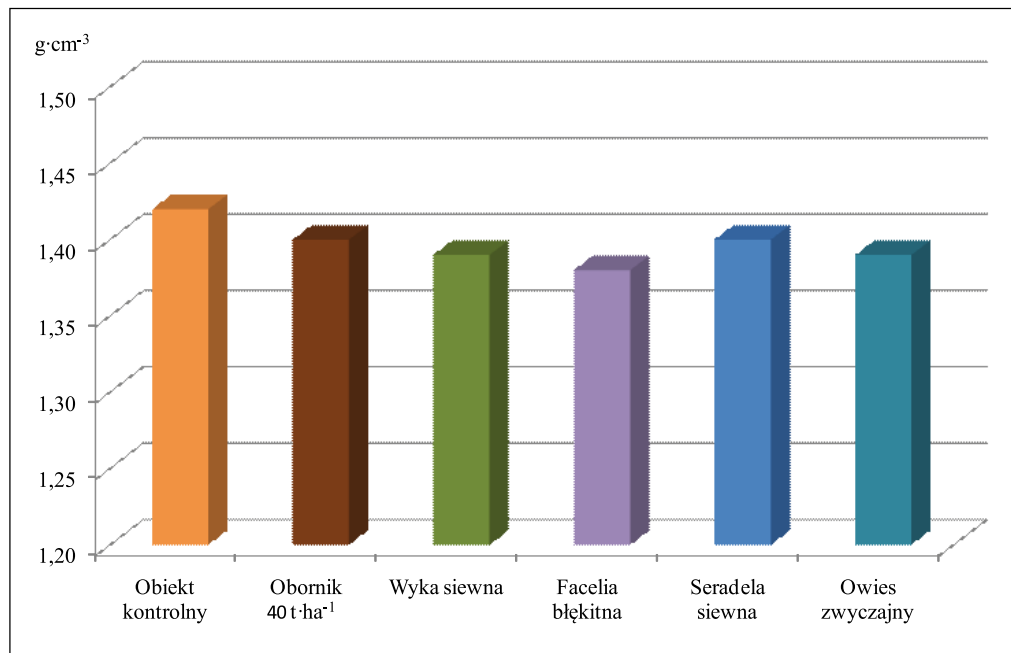
Rysunek 50.  
Gęstość objętościowa gleby w pierwszym roku po zastosowaniu międzyplonów letnich w badaniach z lat 2002-2006



Źródło: badania własne.

Rysunek 51.

Gęstość objętościowa gleby w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów letnich w badaniach z lat 2002-2006

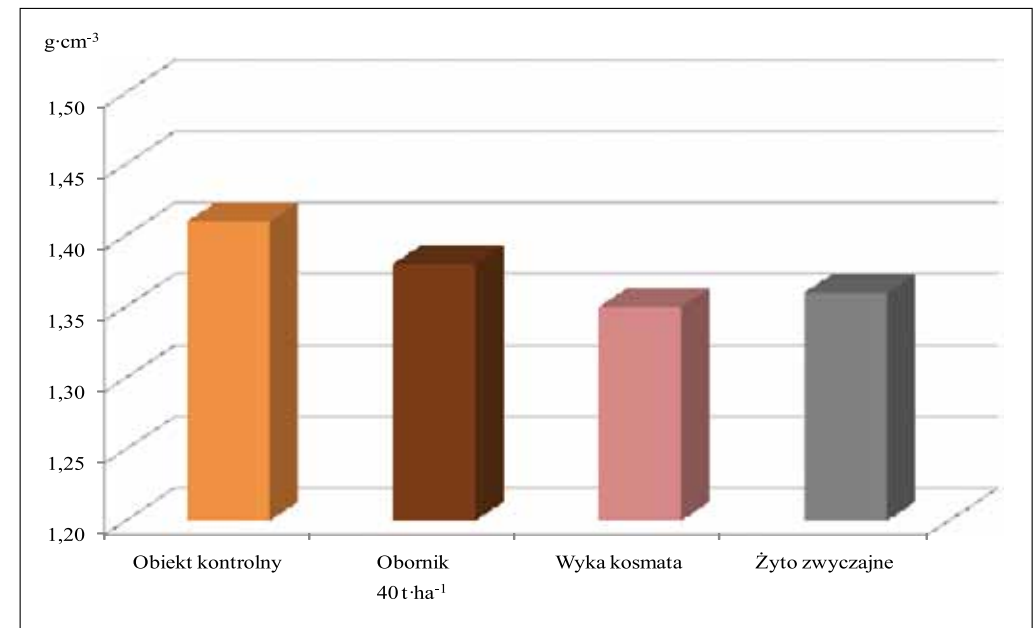


Źródło: badania własne.

W latach 1991-2002 określano wpływ międzyplonów ozimych z wyki kosmatej i żyta zwyczajnego na gęstość objętościową gleby. Zarówno w pierwszym jak i w drugim roku po przyoraniu nawozów zielonych gęstość objętościowa gleby była mniejsza w porównaniu z gęstością objętościową gleby nienawożonej organicznie. W pierwszym roku po nawożeniu organicznym najmniejszą gęstość objętościową miała gleba po międzyplonie wyki kosmatej (rys. 52), a w drugim po międzyplonie żyta zwyczajnego (rys. 53). W drugim roku po nawożeniu organicznym gęstość objętościowa gleby z przyoraniem obornikiem i nawozami zielonymi pod wpływem czynników środowiskowych i zbiegów uprawowych zwiększała się wolniej niż gleby nienawożonej organicznie.

Rysunek 52.

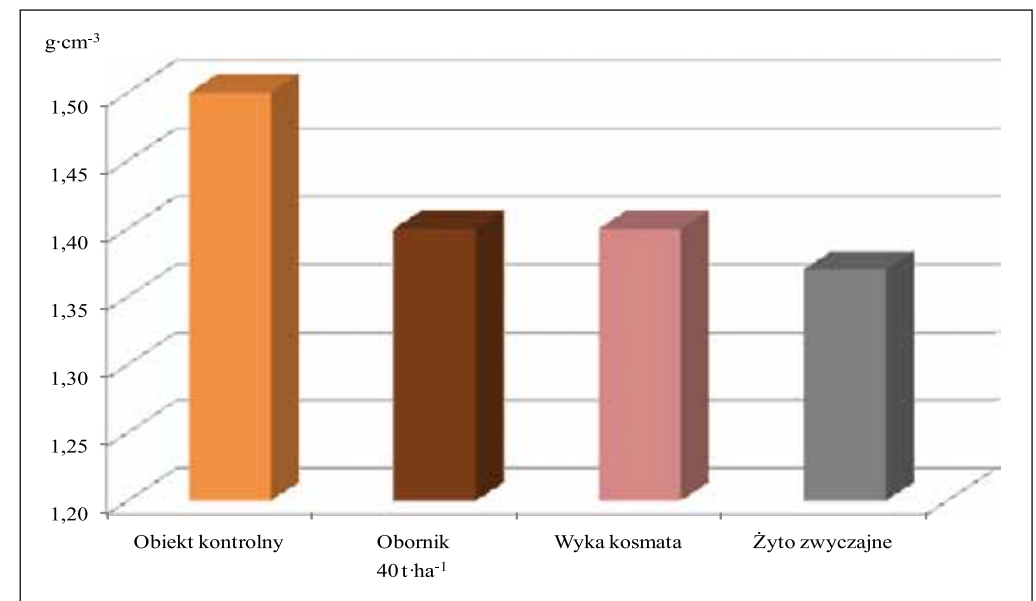
Gęstość objętościowa gleby w pierwszym roku po zastosowaniu międzyplonów ozimych w badaniach z lat 1991-2002



Źródło: badania własne.

Rysunek 53.

Gęstość objętościowa gleby w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów ozimych w badaniach z lat 1991-2002



Źródło: badania własne.

#### 6.1.4. Porowatość gleby

Ważną właściwością fizyczną gleb uprawnych jest ich porowatość, która jak podaje Giedrojć<sup>95)</sup> nie tylko umożliwia obieg roztworów wodnych i powietrza, lecz jest niezbędna do prawidłowego kontaktu systemu korzeniowego z glebą i zawartymi w niej składnikami.

Konopiński i in.<sup>96)</sup> oraz Kęsik i in.<sup>97)</sup> stwierdzili, że międzyplonowe rośliny okrywowe przyczyniają się do zmniejszenia gęstości objętościowej gleby i wzrostu jej porowatości w porównaniu z glebą bez roślin okrywowych. Także w Katedrze Warzywnictwa Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach prowadzono badania nad oddziaływaniem międzyplonów letnich (wyka siewna, facelia błękitna, seradela siewna, owies zwyczajny) i międzyplonów ozimych (żyto zwyczajne, wyka kosmata) na porowatość gleby. Efekt nawożenia zielonego porównano z porowatością gleby po nawożeniu obornikiem w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup> oraz w kontroli bez nawożenia organicznego. Oceniano wpływ nawożenia organicznego w pierwszym i drugim roku po jego zastosowaniu.

W pierwszym roku po przyoraniu międzyplonu letniego z owsa zwyczajnego, facelii błękitnej i wyki siewnej porowatość gleby była wyższa, a po przyoraniu seradeli siewnej zbliżona do stwierdzonej w kontroli bez nawożenia organicznego. Najmniejszą porowatość miała gleba po przyoraniu obornika (rys. 54).

W drugim roku po przyoraniu międzyplonów letnich i obornika największą porowatością charakteryzowała się gleba z przyoraną facelią błękitną (rys. 55), która wytworzyła największą masę organiczną w porównaniu do innych gatunków (rys. 11 i 12). Mała zawartość azotu w biomacie facelii błękitnej powodowała wolniejszy jej rozkład i dłużej utrzymujący się rozluźniający wpływ na strukturę gleby. Gleba, na której przyorano wykę siewną i owies zwyczajny charakteryzowała się zbliżoną porowatością do gleby z przyoranim obornikiem. Następnie działanie seradeli siewnej na porowatość gleby było najslabsze. Także w drugim roku po jej przyoraniu gleba miała niższy wskaźnik porowatości od gleby nienawożonej organicznie.

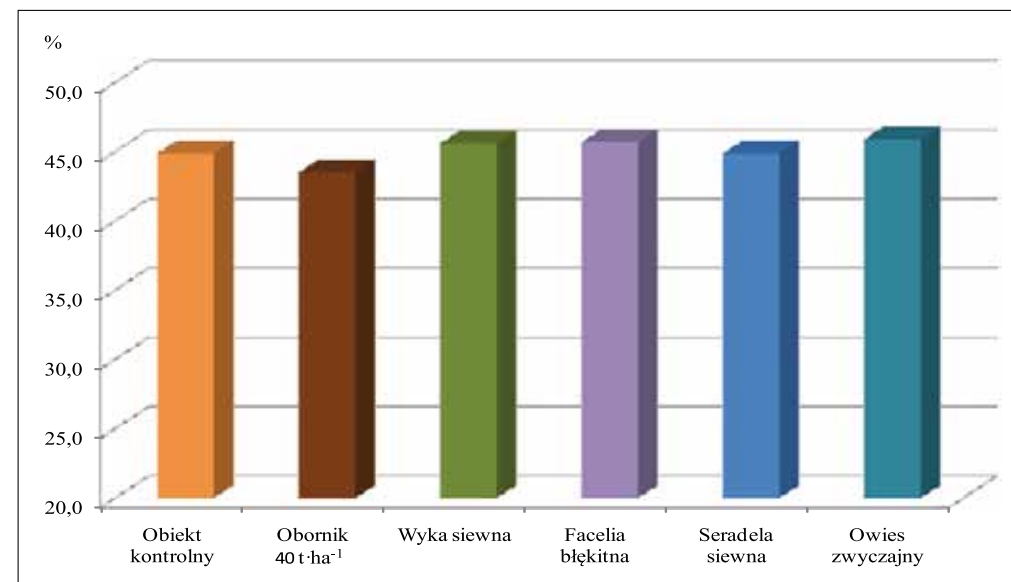
95) Giedrojć B. 1988. *Porównanie porowatości różnych gleb oznaczonej przed siewem i po zbiorze roślin*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 356: 69-78.

96) Konopiński M., Kęsik T., Błażewicz-Woźniak M. 2001. *Wpływ mulczowania międzyplonowymi roślinami okrywowymi i uprawy zerowej na kształtowanie wilgotności i zagęszczenie gleby*. Acta Agroph. 45: 105-116.

97) Kęsik T., Konopiński M., Błażewicz-Woźniak M. 2006. *Wpływ uprawy przedzimowej i mulczu z roślin okrywowych na retencję wody, zagęszczenie i porowatość dyferencyjną gleby po przezimowaniu*. Acta Agroph. 7(4): 915-926.

Rysunek 54.

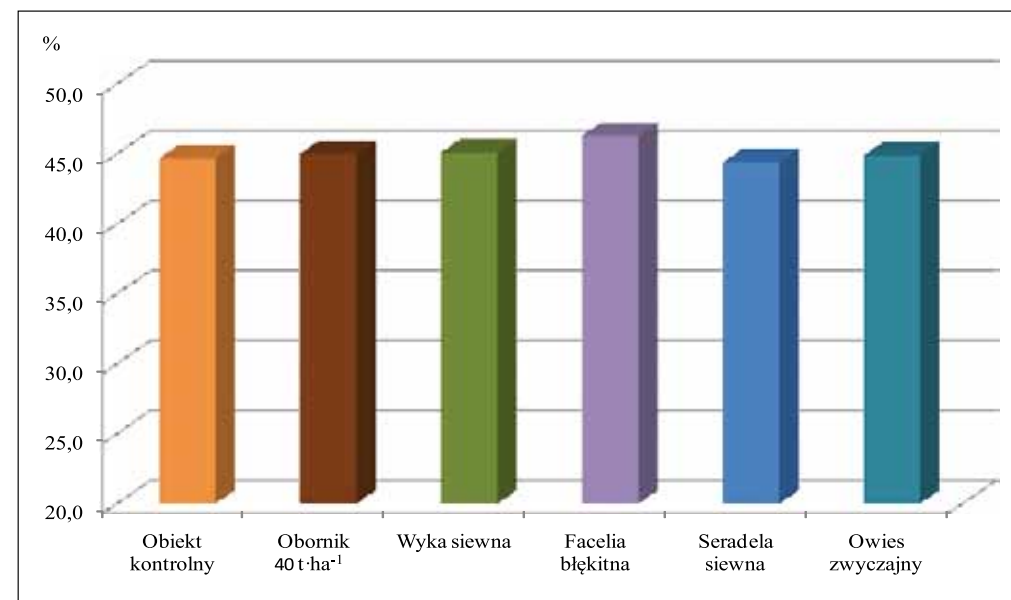
Porowatość gleby w pierwszym roku po zastosowaniu międzyplonów letnich w badaniach z lat 2002-2006



Źródło: badania własne.

Rysunek 55.

Porowatość gleby w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów letnich w badaniach z lat 2002-2006



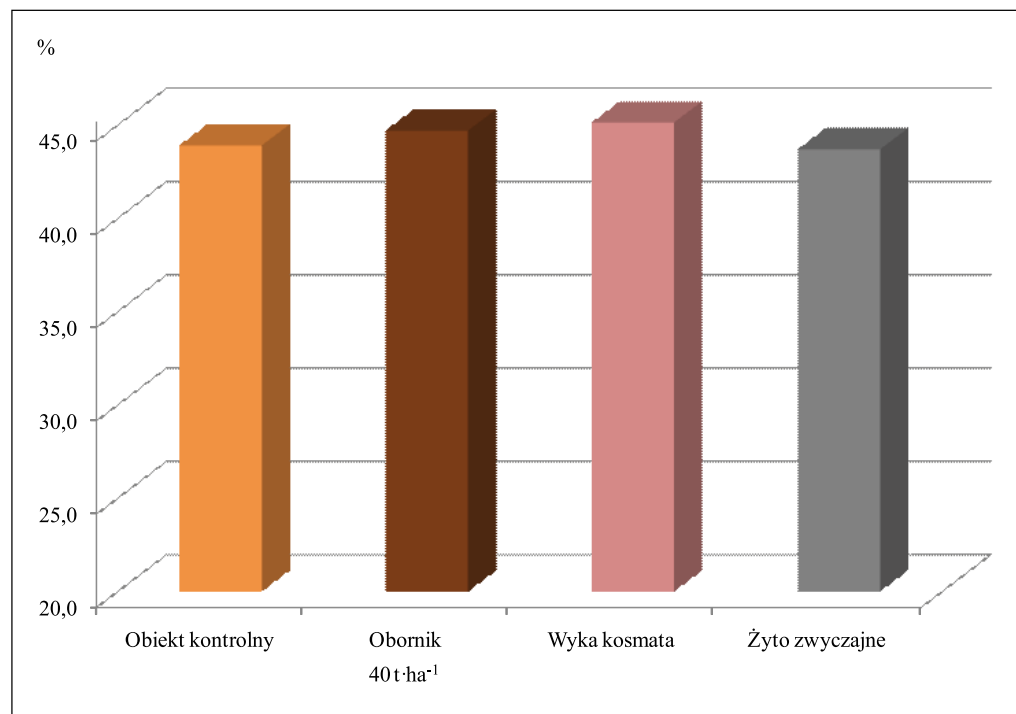
Źródło: badania własne.

W badaniach nad międzyplonami ozimymi stwierdzono, że w pierwszym roku po ich

przyoraniu korzystniej na porowatość gleby wpłynęła wyka kosmata niż żyto zwyczajne (rys. 56). Gleba po przyoraniu międzyplonu wyki kosmatej charakteryzowała się większą porowatością od gleby z przyoraniem obornikiem i gleby nienawożonej organicznie.

Rysunek 56.

Porowatość gleby w pierwszym roku po zastosowaniu międzyplonów ozimych w badaniach z lat 1991-2002

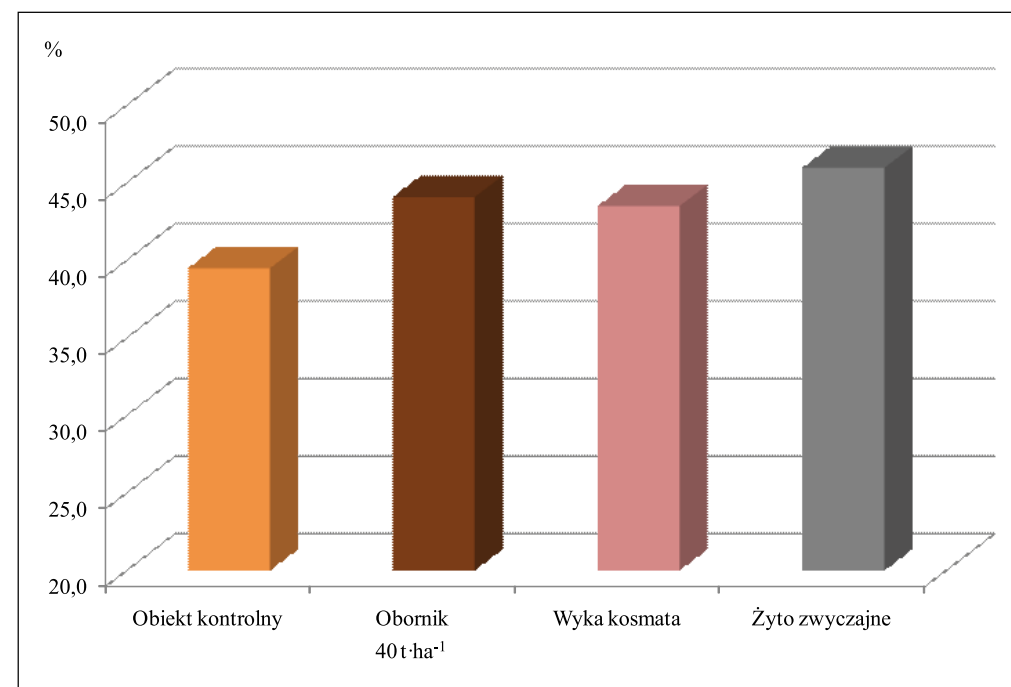


Źródło: badania własne.

W drugim roku po przyoraniu międzyplonów ozimych uwidocznili się korzystny wpływ żyta zwyczajnego na porowatość gleby (rys. 57). Gleba, na której przyorano wykę kosmatą miała nieznacznie mniejszą porowatość od gleby po przyoraniu obornika. Wąski stosunek C:N w biomacie wyki przyczynił się do szybkiej jej mineralizacji co ograniczyło korzystny wpływ tego gatunku na porowatość gleby do pierwszego roku po jej przyoraniu. Biomasa żyta zwyczajnego, charakteryzująca się mniejszą zawartością azotu, wolniej uległa rozkładowi, dzięki temu korzystny efekt nawożenia na porowatość gleby utrzymał się także w drugim roku po jego przyoraniu. Wszystkie rodzaje nawożenia organicznego, w drugim roku po ich przyoraniu powodowały wzrost porowatości gleby w stosunku do gleby bez nawożenia organicznego.

Rysunek 57.

Porowatość gleby w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów ozimych w badaniach z lat 1991-2002



Źródło: badania własne.

### 6.1.5. Odczyn gleby

Rośliny bobowate, uprawiane na zielony nawóz mają korzystny wpływ na właściwości chemiczne gleby<sup>98</sup>).

Badane rodzaje nawozów organicznych w pierwszym roku po zastosowaniu poprawiały odczyn gleby w porównaniu do zanotowanego bez nawożenia organicznego (rys. 58). Działanie odkwaszające bobiku uprawianego w międzyplonie letnim dorównywało, a wyki kosmatej przewyższało działanie obornika zastosowanego w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup>.

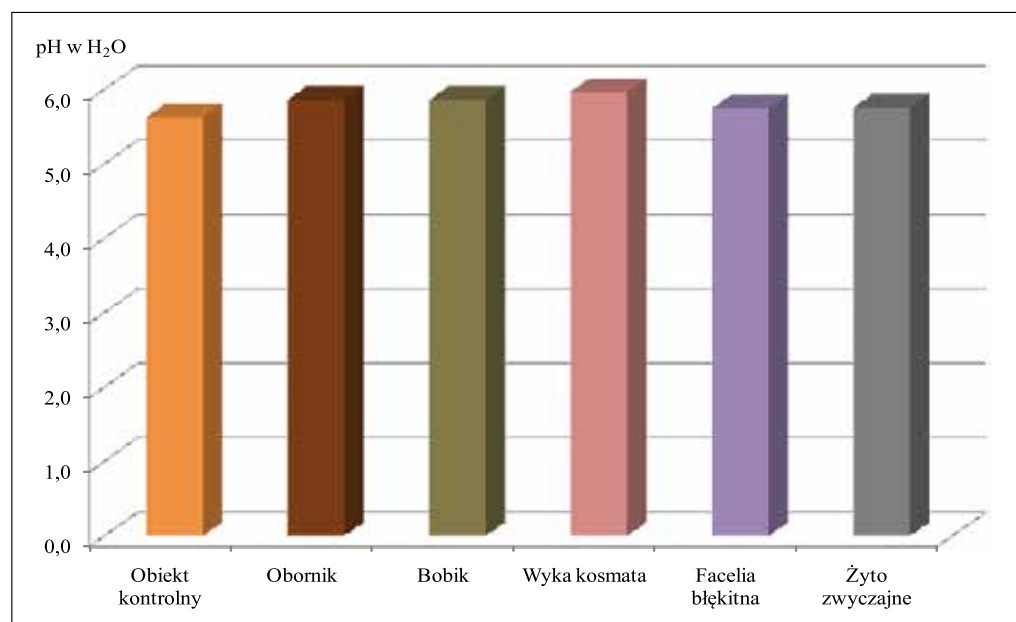
W drugim roku po przyoraniu utrzymał się odkwaszający wpływ nawozów organicznych na odczyn gleby w porównaniu do obiektu kontrolnego (rys. 59). Spośród stosowanych rodzajów nawożenia najbardziej odkwaszającym działaniem wykazała się facelia błękitna, która przewyższała działanie obornika. Oddziaływanie bobiku, żyta zwyczajnego i wyki kosmatej było nieznacznie słabsze niż obornika.

98) Kostuch R. 1998. *Pozaprodukcyjna rola...*, op.cit.



Rysunek 58.

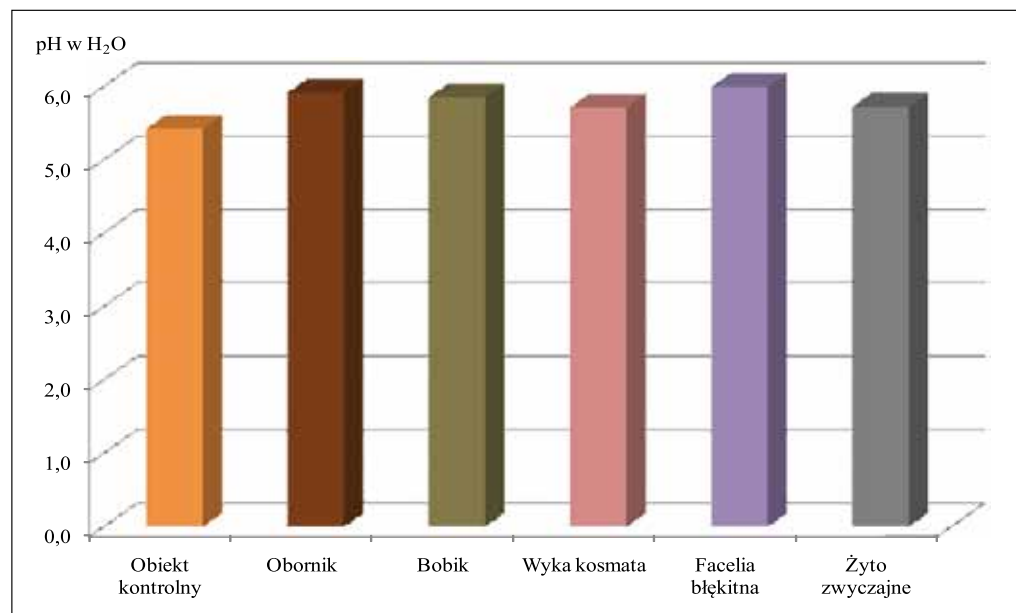
Odczyn gleby w pierwszym roku po zastosowaniu międzyplonów letnich w badaniach z lat 1994-1999



Źródło: badania własne.

Rysunek 59.

Odczyn gleby w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów letnich w badaniach z lat 1994-1999



Źródło: badania własne.

## 6.2. Właściwości biologiczne gleby

Rośliny międzyplonowe mają korzystny wpływ na uaktywnienie mikroorganizmów glebowych przyczyniających się do wzrostu stężenia dwutlenku węgla w powietrzu glebowym i zwiększenia przyswajalności składników pokarmowych. Zasobność gleby w substancję organiczną, będącą źródłem węgla i energii dla mikroflory glebowej, zwiększa aktywność biologiczną gleby. Jak podają Davis i in.<sup>99)</sup> oraz Sady<sup>100)</sup> zwiększenie liczby gatunków w zmianowaniu ułatwia dobór właściwego następstwa roślin i poprawia ich zdrowotność, gdyż liczne gatunki roślin międzyplonowych pełnią funkcję fitosanitarną. Myśków i in.<sup>101)</sup> wskazują, że pozostające w środowisku resztki roślinne roślin bobowatych hamują rozwój patogennych grzybów, które są przyczyną chorób podstawy źdźbła zbóż. Zjawisko to polega na tym, że w glebie zasobnej w materię organiczną, stanowiącą źródło węgla, wzmacnia się rozwój drobnoustrojów saprofitycznych, które oddziałują antagonistycznie na patogeny.

## 6.3. Ograniczenie skażenia środowiska zanieczyszczeniami pochodzenia rolniczego i komunikacyjnego

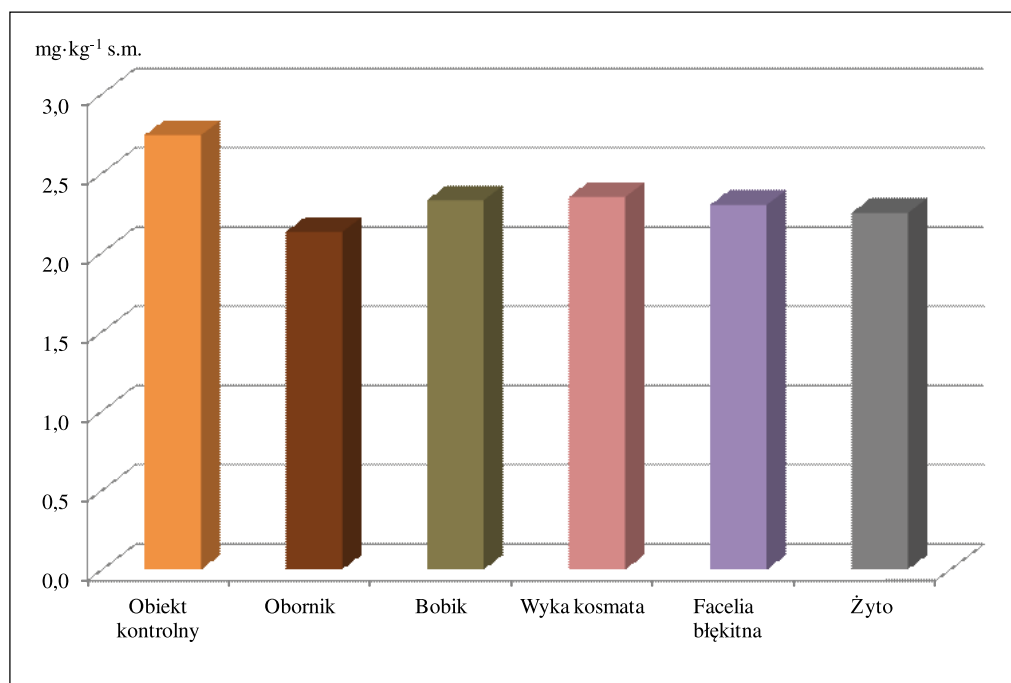
W przypadku skażenia roślin metalami ciężkimi, szczególne zagrożenie stanowią zanieczyszczenia komunikacyjne, które mają decydujący wpływ na zawartość kadmu i ołowiu w roślinach uprawianych wzdłuż dróg o dużym natężeniu ruchu.

Jednym ze sposobów przeciwdziałania ujemnym skutkom zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi jest stosowanie substancji organicznej w postaci różnego rodzaju nawozów naturalnych i organicznych. Zwiększa ona pojemność sorpcyjną gleby i ogranicza dostępność jonów metali ciężkich dla roślin. Źródłem materii organicznej wnoszonej do gleby mogą być: obornik, nawozy zielone, słoma, kompost, torf, itp.<sup>102),103),104),105),106),107),108)</sup>

- 99) Davis J. R., Huisman O. C., Westermann D. T., Hafez S. L., Everson D. O., Sorensen L. H., Schneider A. T. 1996. *Effects of green manures on Verticillium of potato*. Phytopathology 86, (5): 44-45.
- 100) Sady W. 2006. *Nawożenie warzyw...*, op.cit.
- 101) Myśków W, Jaczewska B., Stachyra A., Naglik E. 1986. *Substancje organiczne gleby – ich rolnicze i ekologiczne znaczenie*. Roczn. Glebozn., t. XXXVII, 2-3: 15-35.
- 102) Kuduk Cz. 1983. *Wpływ torfu zastosowanego w glebie zanieczyszczonej pyłami z hut metali w Legnicy na wczesne stadia rozwojowe jęczmienia*. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wrocław, Rol. XL, 141: 107-114.
- 103) Ciečko Z., Wyszowski M., Żołądowski A. 1995. *Ocena wpływu kory drzewnej i torfu oraz wapnowania na pobieranie kadmu przez owies i kukurydzę*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 603-609.
- 104) Baran S., Martyn W., Flis-Bujak M., Pietrasik W. 1995. *Problemy rekultywacji gleb zanieczyszczonych przez metale ciężkie*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 698-702.
- 105) Baran S., Martyn W., Bojarski J. 1998. *Wpływ wermikompostu z osadu ściekowego i węgla wapnia na migrację metali ciężkich do łańcucha troficznego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 111-120.
- 106) Baran S., Martyn W., Wójcikowska-Kapusta A., Maryńczak J. 1998. *Zawartość różnych form ołowiu i cynku w kompostach wytworzonych z odpadów komunalnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 121-129.
- 107) Jabłońska-Ceglarek R., Zaniewicz-Bajkowska A., Franczuk J. 1999. *Ograniczenie pobierania kadmu i ołowiu z gleby przez warzywa (kapustę głowiastą białą, burak ćwikłowy) poprzez nawożenie organiczne w postaci międzyplonów ozimych, obornika i słomy*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 466: 365-371.
- 108) Zaniewicz-Bajkowska A. 2003. *Znaczenie nawożenia organicznego i wapnowania w uprawie warzyw na glebach o podwyższonej zawartości kadmu i ołowiu*. Rozprawa nauk. 71, Wyd. Akademii Podlaskiej w Siedlcach.

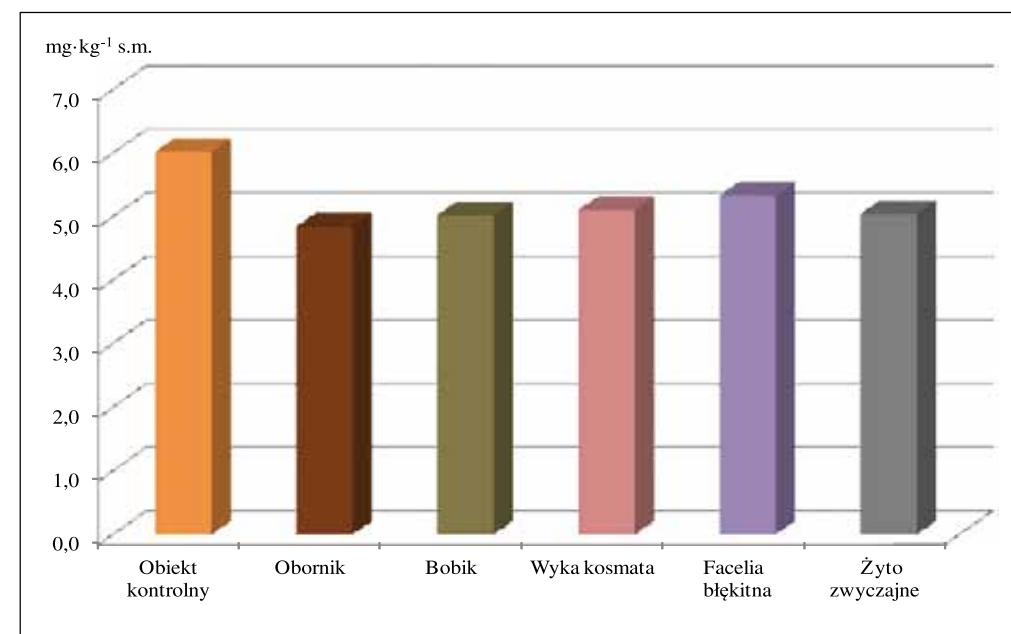
Badania nad wpływem nawozów zielonych na pobieranie kadmu i ołowiu przez rośliny następcze przeprowadzono w latach 1994-2002 na terenie Mazowsza, na polu doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, zlokalizowanym przy międzynarodowej trasie E-30 biegnącej na terenie Polski ze Świecka do Terespoła. W pierwszym roku po nawożeniu obornikiem i nawozami zielonymi w postaci międzyplonów letnich najniższą zawartość przyswajalnych dla roślin form kadmu miała gleba po oborniku w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup> i faceli błękitnej (rys. 60), a ołowiu po oborniku, życie zwyczajnym, bobiku i wyce kosmatej (rys. 61). W drugim roku po nawożeniu organicznym najniższą zawartością przyswajalnego kadmu charakteryzowała się gleba nawożona żytem zwyczajnym, facelią błękitną i bobikiem (rys. 62), a ołowiu – facelią, bobikiem i obornikiem (rys. 63). Zawartości kadmu i ołowiu w glebie, zarówno w pierwszym jak i w drugim roku po przyoraniu wszystkich testowanych nawozów zielonych oraz obornika były niższe od stwierdzonych w glebie nienawożonej nawozami organicznymi.

Rysunek 60.  
Zawartość kadmu w glebie w pierwszym roku po przyoraniu międzyplonów letnich w badaniach z lat 1994-1999



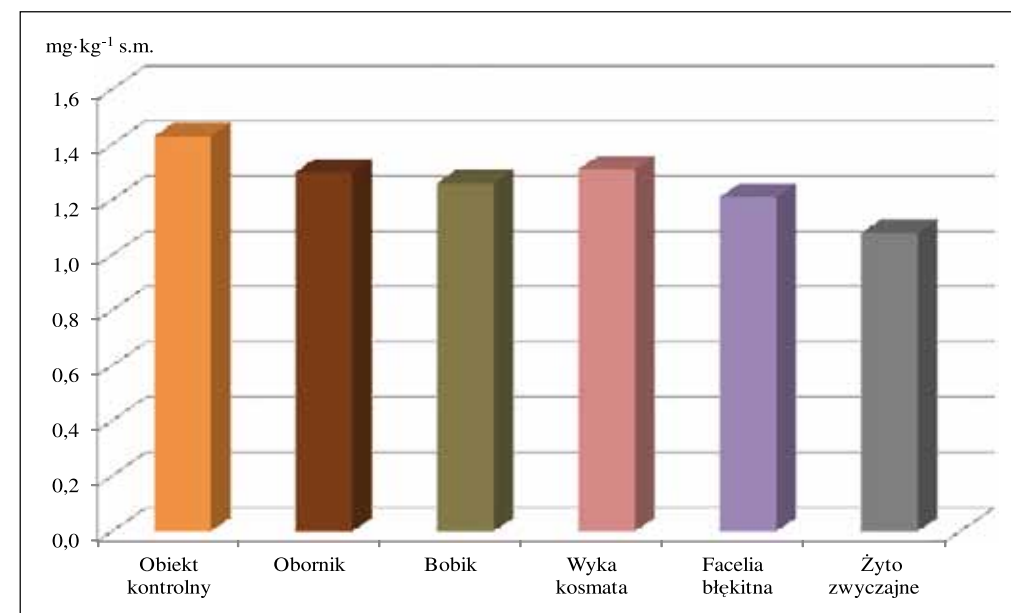
Źródło: badania własne.

Rysunek 61.  
Zawartość ołowiu w glebie w pierwszym roku po przyoraniu międzyplonów letnich w badaniach z lat 1994-1999



Źródło: badania własne.

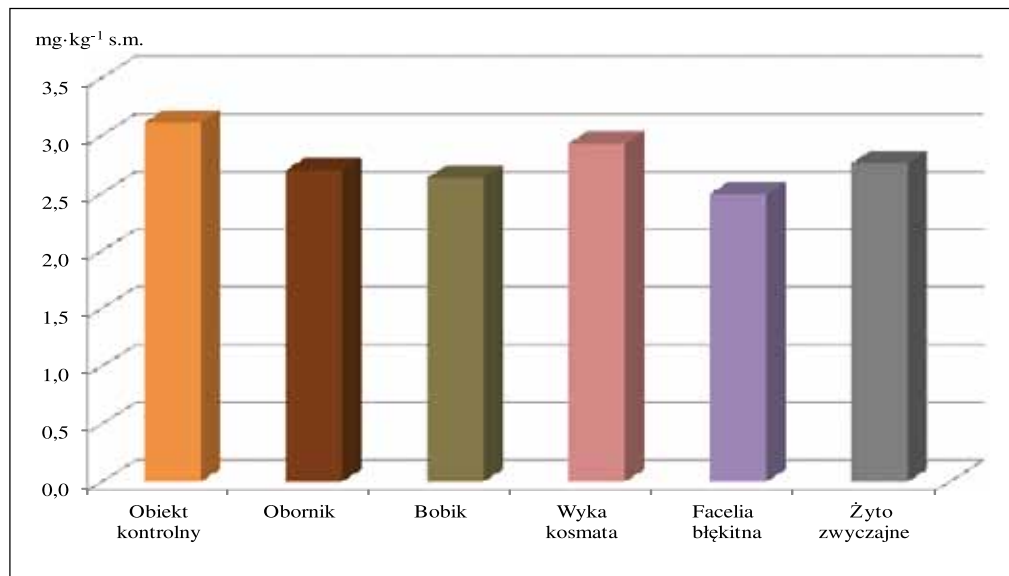
Rysunek 62.  
Zawartość kadmu w glebie w drugim roku po przyoraniu międzyplonów letnich w badaniach z lat 1994-1999



Źródło: badania własne.

Rysunek 63.

Zawartość ołowiu w glebie w drugim roku po przyoraniu międzyplonów letnich w badaniach z lat 1994-1999



Źródło: badania własne

#### 6.4. Podsumowanie

Oddziaływanie nawozów zielonych na właściwości gleby jest zróżnicowane i zależy m.in. od przebiegu warunków pogodowych, gatunku rośliny i rodzaju międzyplonu oraz ilości wprowadzonej do gleby biomasy.

- Nawozy zielone uprawiane w międzyplonie letnim, a zwłaszcza facelia błękitna dorównują próchnicotwórczemu działaniu obornika w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup>. Z nawozów zielonych uprawianych w międzyplonie ozimym powstaje mniej próchnicy niż z obornika w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup>.
- W pierwszym i drugim roku po przyoraniu biomasa nawozów zielonych (wyjątek międzyplon letni z facelii błękitnej i przedplon z owsa zwyczajnego) nie powoduje większego przesuszenia gleby niż nawożenie obornikiem w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup>.
- Porowatość gleby po nawożeniu międzyplonem letnim z owsa zwyczajnego, wyki siewnej i facelii błękitnej, a także międzyplonem ozimym wyki kosmatej była większa w porównaniu do stwierdzonej po nawożeniu obornikiem w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup>.
- Nawozy zielone uprawiane w międzyplonie letnim, a zwłaszcza wyka kosmata i bobik w pierwszym roku oraz facelia błękitna w drugim roku po przyoraniu, wpływały na wzrost pH gleby w porównaniu do odczynu gleby nie nawożonej organicznie.
- Nawozy zielone ograniczają skutki działania zanieczyszczeń komunikacyjnych. Spośród roślin uprawianych w międzyplonie letnim facelia błękitna w największym stopniu obniżała zawartość w glebie form kadmu i ołowiu przyswajalnych dla roślin uprawnych.

## 7. WPŁYW NAWOZÓW ZIELONYCH NA PŁONOWANIE WARZYW

Wyniki badań prowadzonych m.in. przez Buczak<sup>109</sup>, Creamer'a<sup>110</sup>, Franczuk<sup>111</sup>, Jabłońską-Ceglarek<sup>112</sup>, Jabłońską-Ceglarek i in.<sup>113</sup>, Mwaja i in.<sup>114</sup>, Wadas<sup>115</sup> wskazują, że stosowanie nawozów zielonych pozwala na uzyskanie wysokich plonów wielu gatunków warzyw. Nowak<sup>116</sup> oraz Ceglarek i in.<sup>117</sup> podają, że wpływ nawozów zielonych na plonowanie roślin może być korzystniejszy niż nawożenia obornikiem. Nawozy zielone przyczyniają się do wzrostu plonów warzyw uprawianych bezpośrednio po ich przyoraniu oraz w latach następnych.

Buczak<sup>118</sup>, Jabłońska-Ceglarek<sup>119</sup>, Laskowski i in.<sup>120</sup>, Laskowski i Dzienia<sup>121</sup> podkreślają plonotwórczy wpływ nawożenia roślinami należącymi do rodziny bobowate uprawianymi na zielony nawóz. Wzrost plonu zaznacza się nie tylko w pierwszym roku, ale także przez następne dwa, trzy lata po ich przyoraniu, choć nie zawsze dorównuje przyoraniem w tym czasie obornikowi.

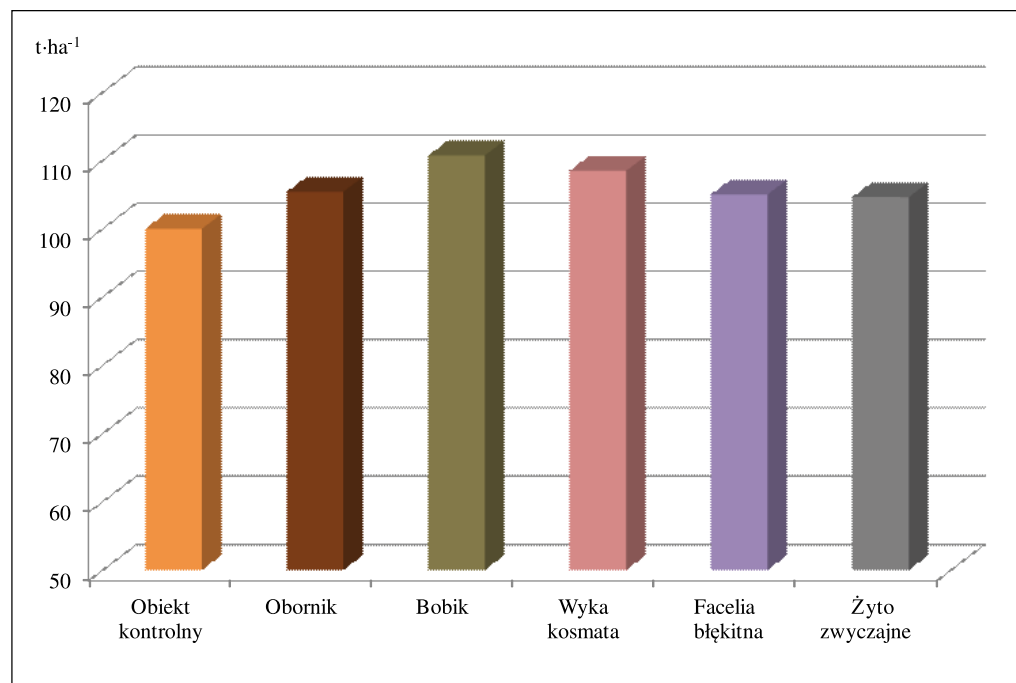
- 
- 109) Buczak E. 1967. *Nawożenie organiczne i mineralne w płodozmianach warzywnych. Cz. III. Wpływ nawożenia obornikiem i zielonymi nawozami oraz wyłącznie mineralnego na plony warzyw.* Roczn. Nauk Rol., ser. A, 92, 4: 629-652.
- 110) Creamer N.G. 1996. *Evaluation of summer cover crops for use vegetable production systems.* Hort. Sci. 31 (5): 749.
- 111) Franczuk J. 2003. *The fertilizing value of straw and summer catch crops from non-papilionaceous plants in relation to vegetable yielding.* Electron. J. Pol. Agric. Univ., Horticulture, 6,1.
- 112) Jabłońska-Ceglarek R. 1994. *Sideral fertilizers applied in the form of summer catch crops in the cultivation of white cabbage. Part II. Effect of fertilization with catch crops, straw and mineral elements as compared to farmyard manure on yielding of white cabbage.* Sci. Pap. ATU Siedlce, Vegetab. Plants 41: 16-29.
- 113) Jabłońska-Ceglarek R., Franczuk J., Zaniewicz-Bajkowska A., Rosa R. 2002. *The effect of summer catch crops on yielding and chosen elements of nutritious value of onion and red beet.* Folia Hort. 14/2: 11-23.
- 114) Mwaja V.N., Masiunas J.B., Eastman C.E. 1996. *Rye (Secale cereale L.) and hairy vetch (Vicia villosa Roth) intercrop management in fresh-market vegetables.* J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (3): 586-591.
- 115) Wadas W. 1998. *Efekty produkcyjne stosowania różnych form nawożenia organicznego w uprawie warzyw.* Roczn. Nauk Rol., ser. A, 113 (1-2): 201-211.
- 116) Nowak W. 1989. *Wpływ nawozów zielonych na zawartość masy organicznej i skład chemiczny gleby.* Agron. Zach-Pom., 56: 58-62.
- 117) Ceglarek F., Płaza A., Buraczyńska D. 1998. *Alternatywne nawożenie organiczne ziemniaka jadalnego w makroregionie środkowo-wschodnim. Cz. I. Wartość nawozowa wsiewek poplonowych w zależności od sposobu ich użytkowania na tle obornika i nawożenia słomą.* Roczn. Nauk Rol., ser. A, 113, 3-4: 173-188.
- 118) Buczak E. 1964. *Wpływ nawozów zielonych stosowanych w płodozmianie na plony kilku gatunków warzyw.* Roczn. Nauk Rol., ser. A, 82, 2: 363-403.
- 119) Jabłońska-Ceglarek R. 1994. *Sideral fertilizers applied in the form of winter catch crops in the cultivation of white cabbage. Part I. Fertilizing value of winter catch crops and rye straw as compared to farmyard manure.* Sci. Pap. ATU Siedlce, Vegetab. Plant, 41: 73-89.
- 120) Laskowski S., Kurnatowska Z., Zbieć I. 1963. *Wstępne badania nad działaniem poplonów ścierniskowych w zmianowaniu na glebie lekkiej.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 40b: 373-388.
- 121) Laskowski S., Dzienia S. 1973. *Porównanie działania poplonów ścierniskowych i ozimych na kształtowanie gospodarki wodnej gleby lekkiej i plony w zmianowaniu.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 140: 200-212.

W latach 1986-2006 w Katedrze Warzywnictwa Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach prowadzono badania nad plonotwórczym działaniem nawozów zielonych w postaci międzyplonów letnich i ozimych w uprawie kapusty głowiastej białej i cebuli. W latach 2002-2006 poszerzono asortyment uprawianych warzyw o kapustę głowiastą czerwoną. W latach 1999-2005 rozszerzono zakres prowadzonych badań o wpływ przedplonowych nawozów zielonych na plonowanie kapusty głowiastej białej, kukurydzy cukrowej, cebuli i pora. Kapusty głowiaste i kukurydzę cukrową uprawiano w pierwszym roku, cebulę i pora w drugim roku po przyoraniu roślin międzyplonowych.

### 7.1. Międzyplony letnie

Wszystkie stosowane w badaniach międzyplony letnie (bobik, wyka kosmata, facelia błękitna, żyto zwyczajne) w pierwszym roku po przyoraniu powodowały wzrost plonów kapusty głowiastej białej w porównaniu z obiektem kontrolnym bez nawożenia organicznego (rys. 64). Działanie nawozowe międzyplonów bobiku i wyki kosmatej przewyższało działanie obornika w dawce  $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W porównaniu do kombinacji bez nawożenia organicznego wzrost plonów po tych międzyplonach wyniósł około  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Plony kapusty głowiastej białej po nawożeniu międzyplonem facelii błękitnej i żyta zwyczajnego były zbliżone do uzyskanych po oborniku.

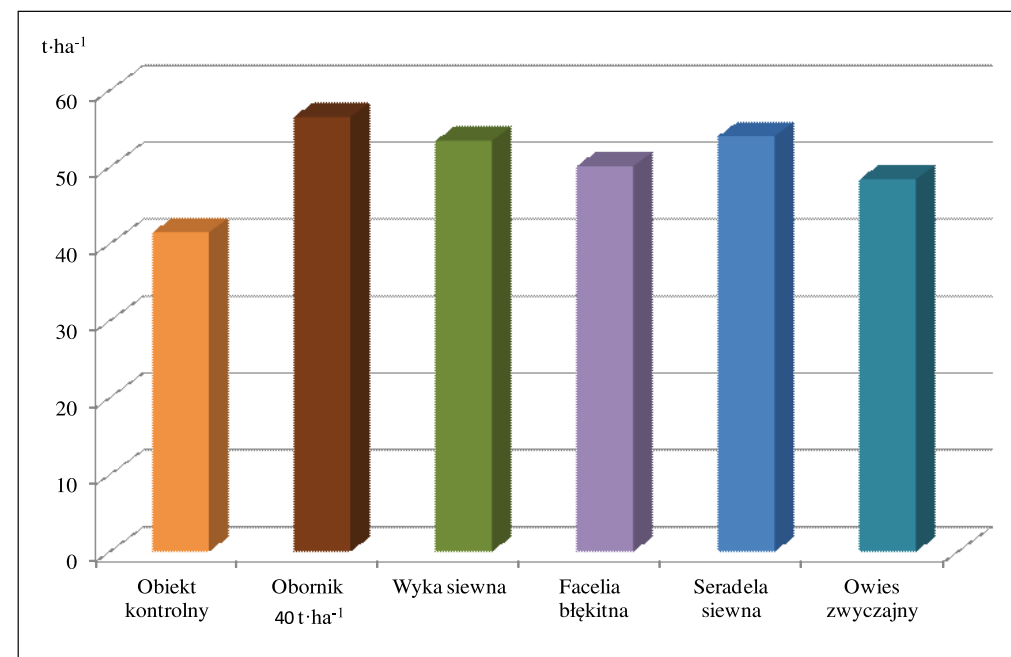
Rysunek 64.  
Bezpośredni wpływ międzyplonów letnich na plon handlowy kapusty głowiastej białej w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

Kapusta głowiasta czerwona podobnie jak kapusta biała plonowała lepiej, gdy była uprawiana po zastosowaniu nawożenia organicznego (rys. 65). Najwyższe jej plony uzyskano po nawożeniu obornikiem w dawce  $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , tylko niewiele niższe po nawożeniu międzyplonem z roślin bobowatych – wyce siewnej i seradeli siewnej. Plony kapusty uprawianej po facelii błękitnej i owsie zwyczajnym były o ponad  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  wyższe od zebranych z obiektów bez nawożenia organicznego.

Rysunek 65.  
Bezpośredni wpływ międzyplonów letnich na plon handlowy kapusty głowiastej czerwonej w badaniach z lat 2002-2006



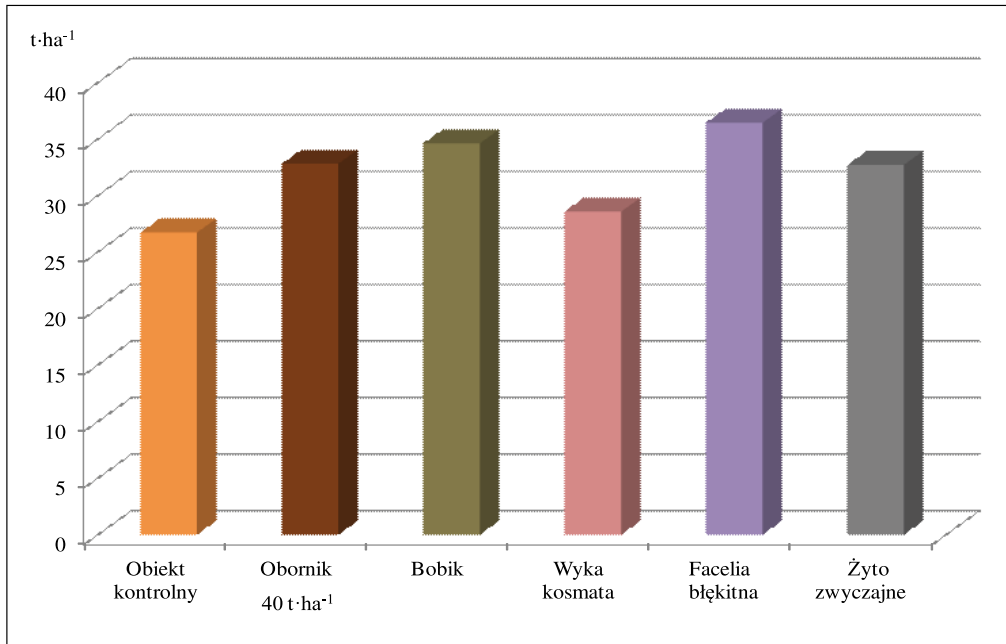
Źródło: badania własne.

Plonotwórcze działanie nawozów zielonych w postaci międzyplonów letnich zaznaczyło się również w drugim roku po przyoraniu (rys. 66). Szczególnie korzystny wpływ na plon cebuli miały facelia błękitna i bobik. Powodowały one większy wzrost plonów cebuli w porównaniu do obiektów z obornikiem w dawce  $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  przyoranych w tym samym czasie. Plonotwórcze działanie żyta zwyczajnego w drugim roku po przyoraniu dorównywało działaniu plonotwórczemu obornika. Plony cebuli po międzyplonie wyki kosmatej były o 13% mniejsze niż po oborniku, ale przewyższały o 7% plony uzyskane z obiektu bez nawożenia organicznego.

W badaniach prowadzonych w latach 2002-2006 największy plon cebuli stwierdzono w drugim roku po przyoraniu międzyplonu seradeli siewnej (rys. 67) i był on o prawie  $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  większy od uzyskanego w drugim roku po nawożeniu obornikiem. Plony cebuli uzyskane po międzyplonie letnim z facelii błękitnej, dorównywały plonowi po oborniku, a po międzyplonie z owsa zwyczajnego i wyki siewnej były wprawdzie mniejsze od otrzymanych po oborniku ale znacząco większe w porównaniu do kombinacji bez nawożenia organicznego.

Rysunek 66.

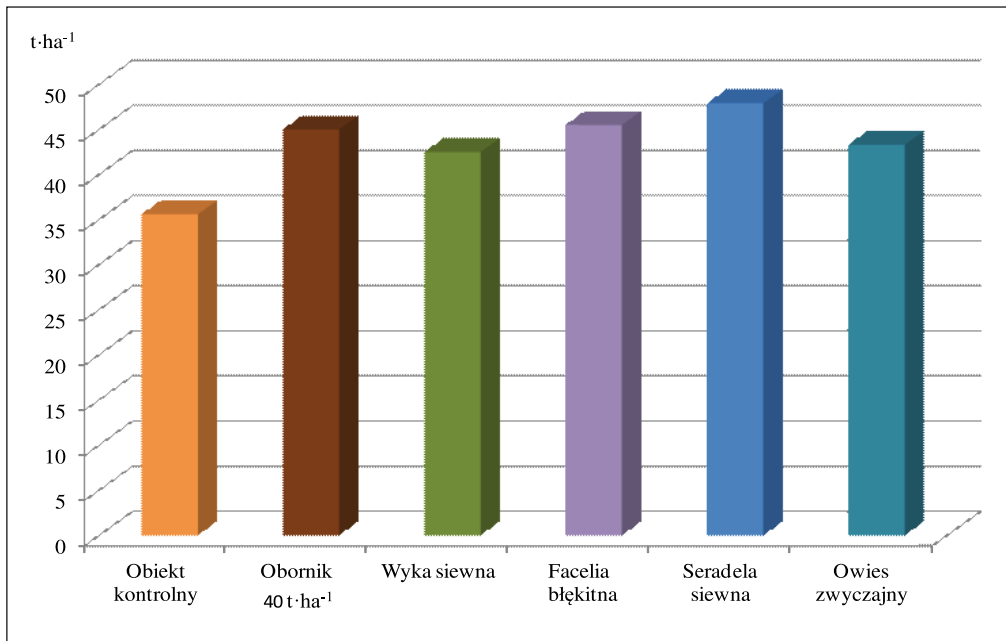
Następczy wpływ międzyplonów letnich na plon handlowy cebuli w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

Rysunek 67.

Następczy wpływ międzyplonów letnich na plon handlowy cebuli w badaniach z lat 2002-2006



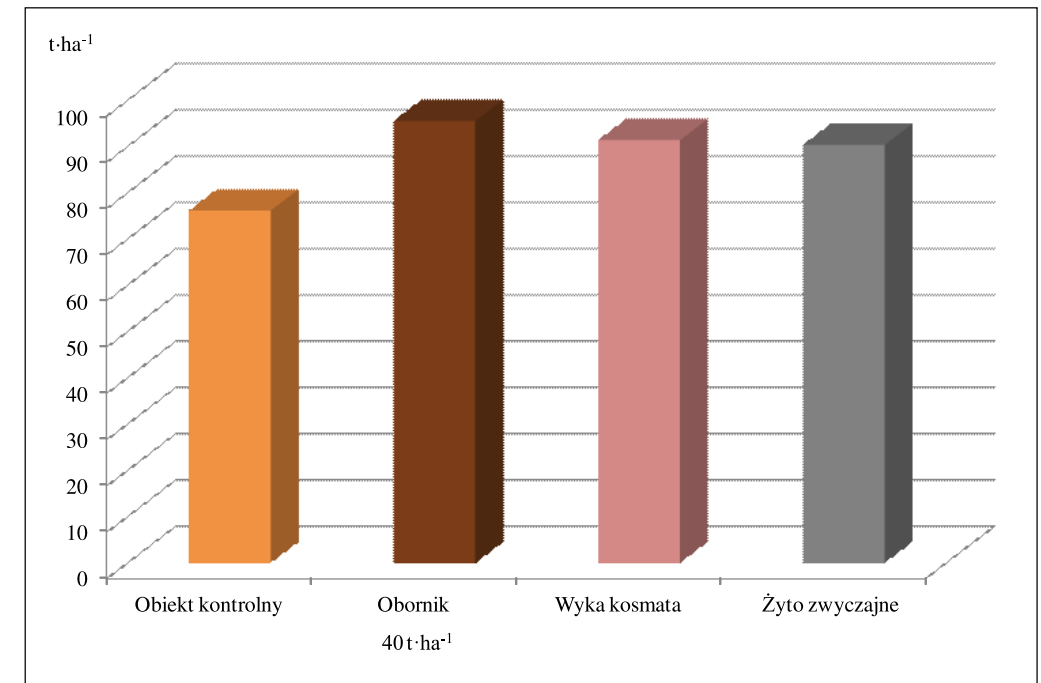
Źródło: badania własne

## 7.2. Międzyplony ozime

W badaniach nad uprawą uprawie warzyw z wykorzystaniem międzyplonów ozimych i obornika stwierdzono, że wszystkie stosowane formy nawożenia organicznego w pierwszym roku po ich zastosowaniu powodowały wzrost plonów kapusty głowiastej białej w porównaniu z obiektem bez nawożenia organicznego (rys. 68). Kapusta głowiasta biała najlepiej plonowała po nawożeniu obornikiem w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup>. Plony po wyce kosmatej i życie zwyczajnym były zbliżone do uzyskanych po oborniku.

Rysunek 68.

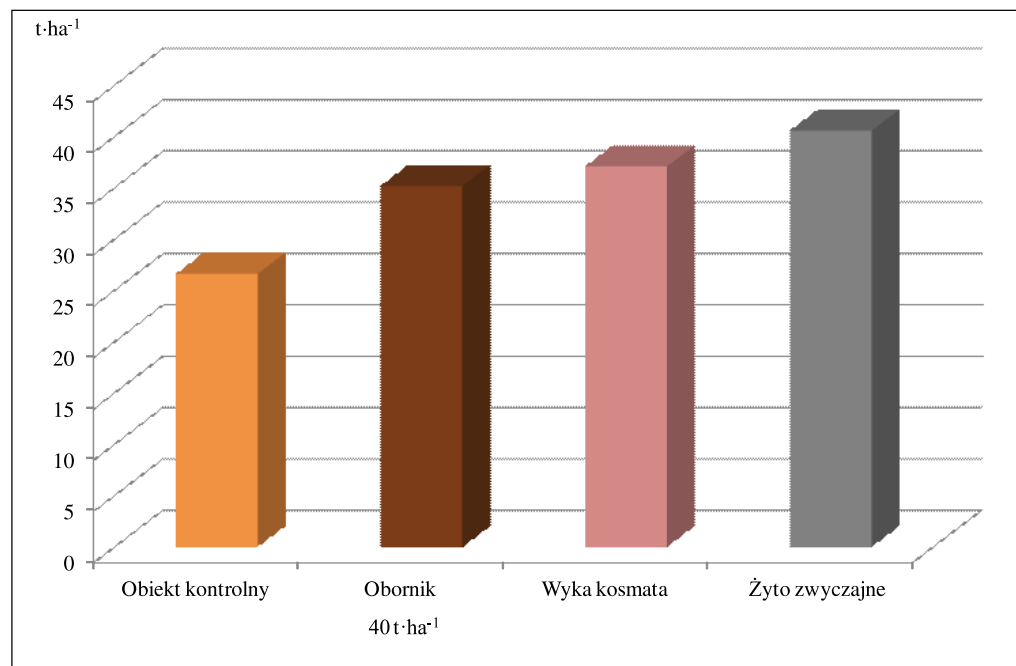
Bezpośredni wpływ międzyplonów ozimych na plon handlowy kapusty głowiastej białej w badaniach z lat 1986-2006



Źródło: badania własne.

W drugim roku po przyoraniu utrzymywał się plonotwórczy wpływ stosowanych rodzajów nawożenia organicznego, a działanie międzyplonów ozimych było lepsze niż działanie obornika w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup> (rys. 69). Najwyższe plony cebuli zebrano po międzyplonie ozimym z żyta zwyczajnego. Były one prawie o 15 t·ha<sup>-1</sup> większe od zebranych z obiektów nienawożonych organicznie i prawie o 5 t·ha<sup>-1</sup> większe od zebranych po nawożeniu obornikiem.

Rysunek 69.  
Następczy wpływ międzyplonów ozimych na plon handlowy cebuli w badaniach z lat 1986-2006



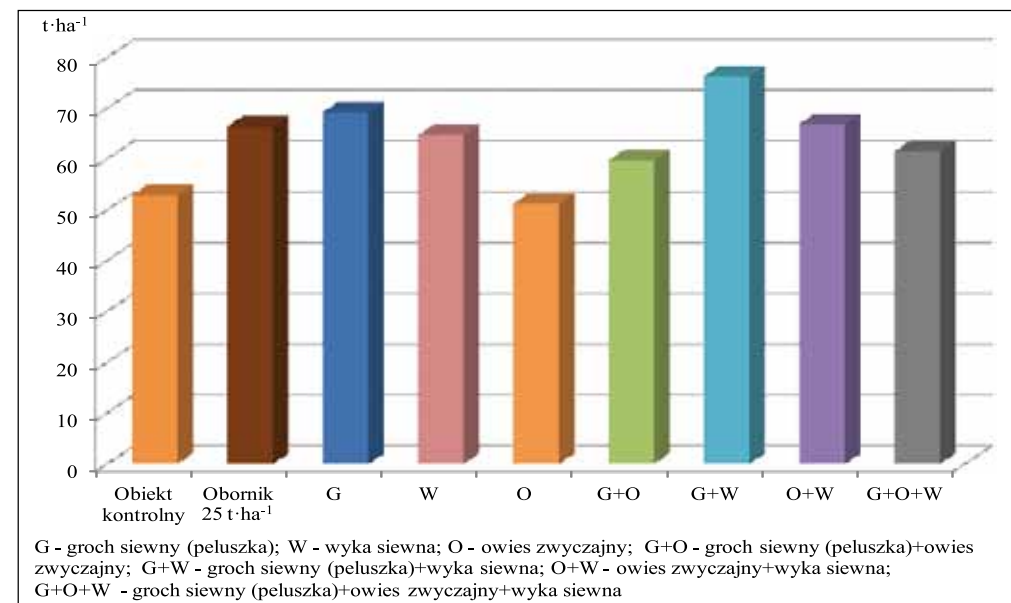
Źródło: badania własne.

### 7.3. Przedplony

W latach 1999-2005 badano bezpośredni i następczy wpływ przedplonowych nawozów zielonych na plonowanie kapusty głowiastej białej i kukurydzy cukrowej uprawianych w pierwszym roku oraz cebuli i pora w drugim roku po nawożeniu. Przyorane pod kapustę nawozy organiczne, z wyjątkiem międzyplonu owsa zwyczajnego w siewie czystym, wpłynęły na wzrost plonu handlowego kapusty w stosunku do zebranego z obiektów kontrolnych bez nawożenia organicznego (rys. 70). Największy plon handlowy kapusty zebrano po mieszance grochu siewnego (peluszki) z wyką siewną. Mniejszy o 9-15% plon wydała kapusta uprawiana po przyoraniu grochu siewnego, mieszanki owsa zwyczajnego z wyką siewną, obornika w dawce 25 t·ha<sup>-1</sup> oraz wyki siewnej.

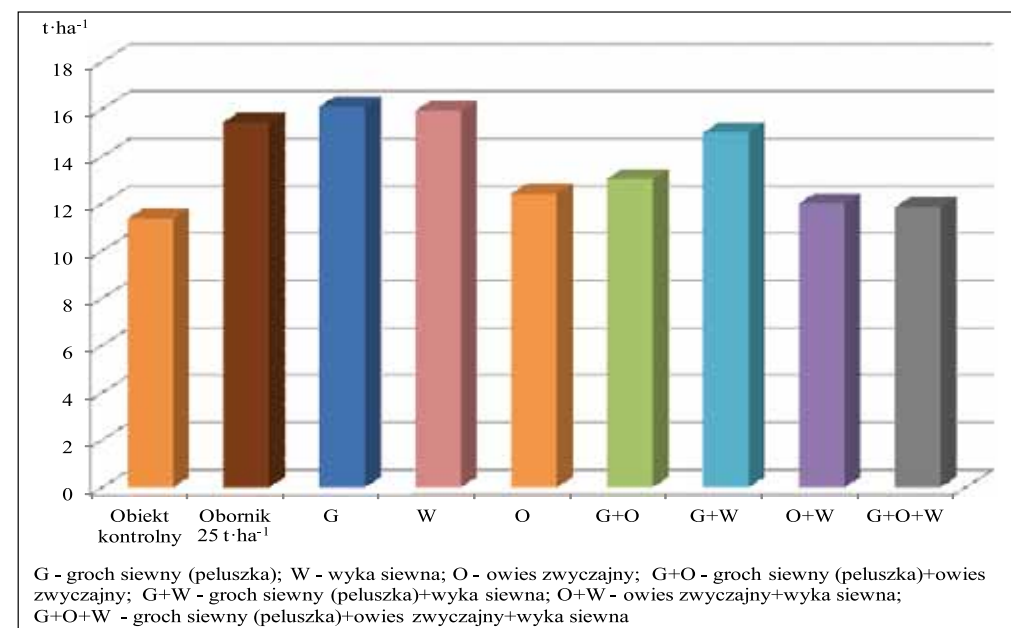
W uprawie kukurydzy cukrowej wszystkie przedplonowe nawozy zielone wpłynęły na wzrost plonów w porównaniu z uprawą bez nawożenia organicznego (rys. 71). Największym bezpośrednim działaniem plonotwórczym, przewyższającym nieznacznie działanie obornika w dawce 25 t·ha<sup>-1</sup>, charakteryzowały się groch siewny, wyka siewna oraz mieszanka tych roślin. Mniejszy od 19 do 26,5% plon handlowy kukurydzy uzyskano po międzyplonie owsa zwyczajnego w czystym siewie oraz w postaci mieszanek owsa zwyczajnego z grochem siewnym, wyką siewną, z grochem siewnym i wyką siewną w porównaniu do plonu po grochu w siewie czystym.

Rysunek 70.  
Bezpośredni wpływ przedplonowych nawozów zielonych na plon handlowy kapusty głowiastej białej w badaniach z lat 1999-2005



Źródło: badania własne.

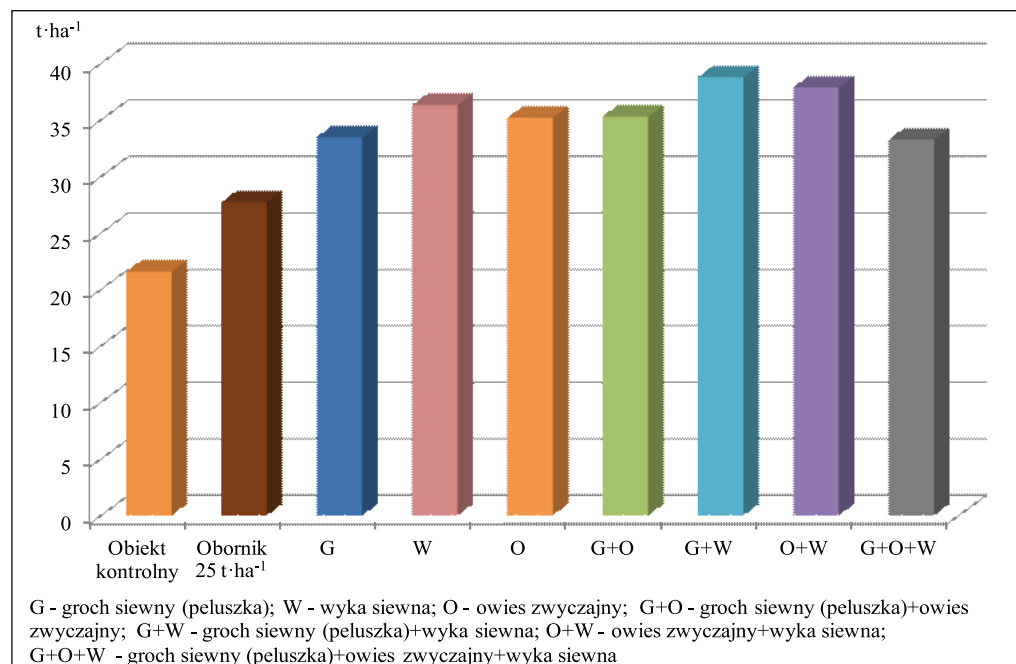
Rysunek 71.  
Bezpośredni wpływ przedplonowych nawozów zielonych na plon handlowy kukurydzy cukrowej w badaniach z lat 1999-2005



Źródło: badania własne.

Cebula uprawiana w drugim roku po przyoranych przedplonach plonowała lepiej niż po oborniku zastosowanym w dawce 25 t·ha<sup>-1</sup> i bez nawożenia organicznego (rys. 72). Największy plon handlowy cebuli stwierdzono po przedplonie w postaci mieszanki grochu siewnego i wyki siewnej oraz owsa zwyczajnego i wyki siewnej. Zwiększenie plonu handlowego cebuli w porównaniu do uprawy po oborniku wyniosło odpowiednio 40 i 37%. Po przyoraniu pozostałych międzyplonów zwiększenie plonu handlowego cebuli w stosunku do uprawy po oborniku wyniosło od 20 do 31%.

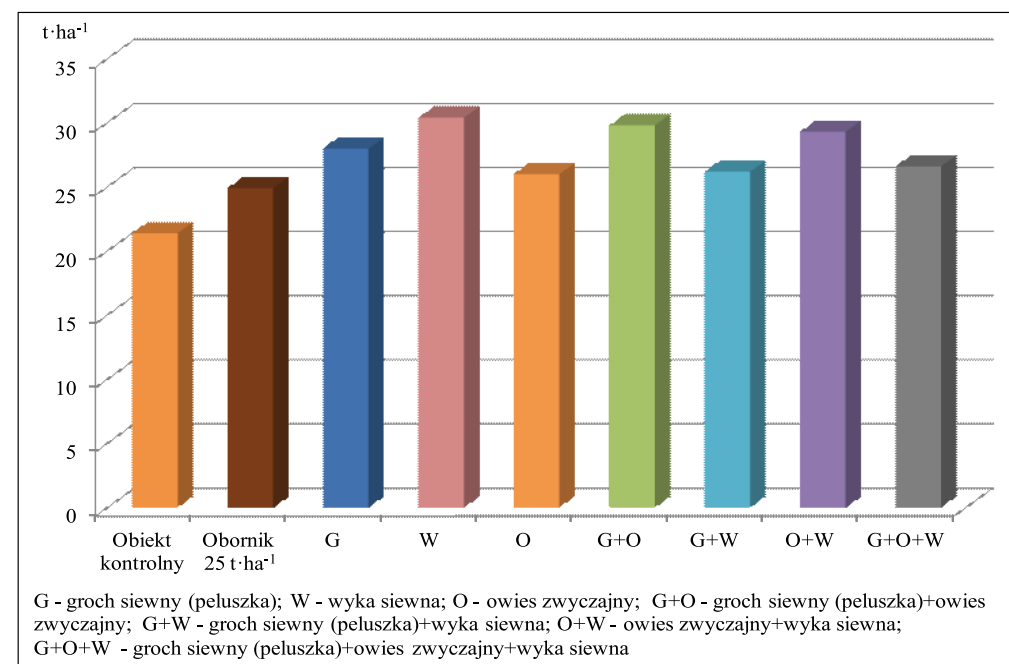
Rysunek 72.  
Następczy wpływ przedplonowych nawozów zielonych na plon handlowy cebuli w badaniach z lat 1999-2005



Źródło: badania własne.

Następcze plonotwórcze działanie przedplonowych nawozów zielonych w uprawie pora również przewyższało działanie obornika (rys. 73). Plon handlowy pora uprawianego w drugim roku po przyoranych roślinach przedplonowych w siewie czystym i w mieszankach był od 4 do 17% większy od zebranego po oborniku. Najlepiej plonowały pory po wyce siewnej, grochu siewnym, mieszance grochu siewnego z owsem zwyczajnym i mieszance owsa zwyczajnego z wyką siewną (od 28 do 30 t·ha<sup>-1</sup>).

Rysunek 73.  
Następczy wpływ przedplonowych nawozów zielonych na plon handlowy pora w badaniach z lat 1999-2005



Źródło: badania własne.

#### 7.4. Podsumowanie

Cytowane w niniejszej pracy liczne krajowe i zagraniczne publikacje naukowe wskazują na korzystny plonotwórczy efekt stosowania nawozów zielonych. Również w badaniach omówionych w tym rozdziale stwierdzono, że:

- wszystkie badane gatunki uprawiane w międzyplonie letnim i międzyplonie ozimym oraz zdecydowana większość uprawianych jako przedplon (wyjątek owies zwyczajny w siewie czystym) przyczyniły się do znacznego wzrostu plonu handlowego warzyw sianych lub sadzonych pierwszym i drugim roku po ich przyoraniu, w porównaniu do uzyskanego bez nawożenia organicznego,
- plony warzyw, uprawianych w pierwszym roku po przyoraniu nawozów zielonych, przewyższające lub zbliżone do uzyskanych na pełnej dawce obornika zebrano po: międzyplonach letnich z bobiku, wyki kosmatej i seradeli siewnej, międzyplonach ozimych z żyta zwyczajnego i wyki kosmatej oraz przedplonach z grochu siewnego i wyki siewnej w siewie czystym, a także mieszankach,
- następczy wpływ nawozów zielonych dorównujący lub przewyższający działanie obornika uzyskano po międzyplonie letnim z facelii błękitnej, bobiku i żyta zwyczajnego, międzyplonie ozimym z żyta zwyczajnego i wyki kosmatej oraz przedplonie z owsa, grochu siewnego i wyki siewnej zarówno w siewie czystym jak i w mieszankach.



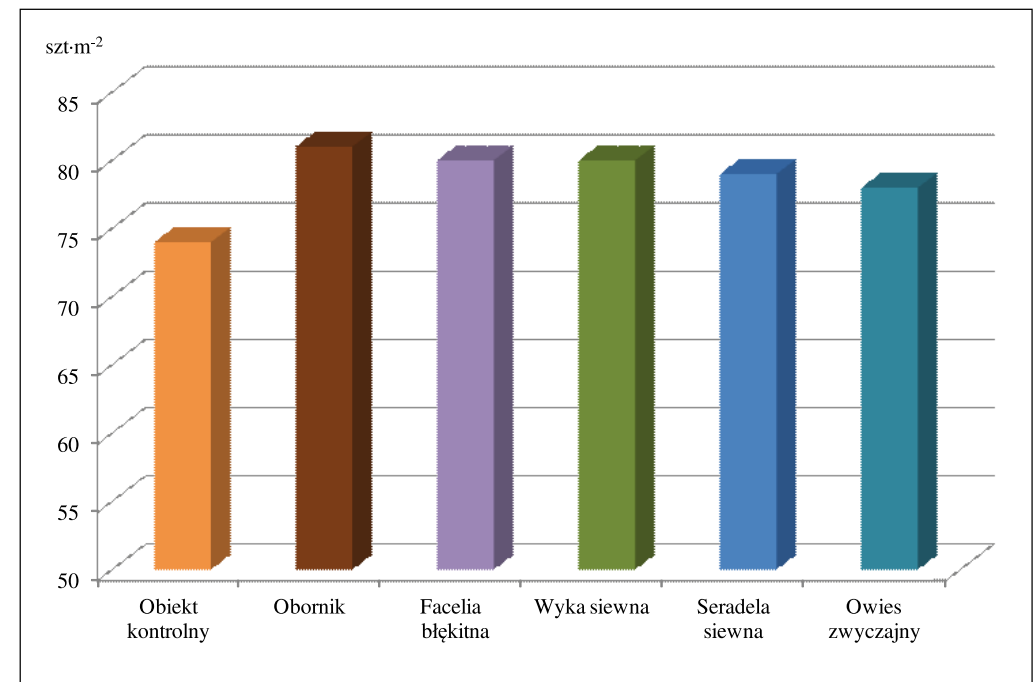
## **8. WPŁYW NAWOZÓW ZIELONYCH NA ZACHWASZCZENIE UPRAW**

W doświadczeniu przeprowadzonym w latach 2002-2006 badano wpływ międzyplonów letnich na zachwaszczenie upraw. W latach 2003-2005 określano zachwaszczenie kapusty głowiastej czerwonej uprawianej w pierwszym, a w latach 2004-2006 zachwaszczenie cebuli uprawianej w drugim roku po przyoraniu międzyplonowych nawozów zielonych. Określano dwa parametry decydujące o zachwaszczeniu, tj. liczbę oraz masę chwastów.

Przed zbiorem kapusty głowiastej czerwonej najmniejszą liczbę chwastów (75 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>) stwierdzono w uprawie bez nawożenia organicznego (rys. 74). Najwięcej chwastów (81 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>) zanotowano uprawiając kapustę po oborniku, a po międzyplonach letnich liczba chwastów wahała się w granicach 78-80 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>.

Rysunek 74.

Wpływ międzyplonów letnich na liczbę chwastów przed zbiorem kapusty czerwonej 'Koda' w badaniach z lat 2003-2005

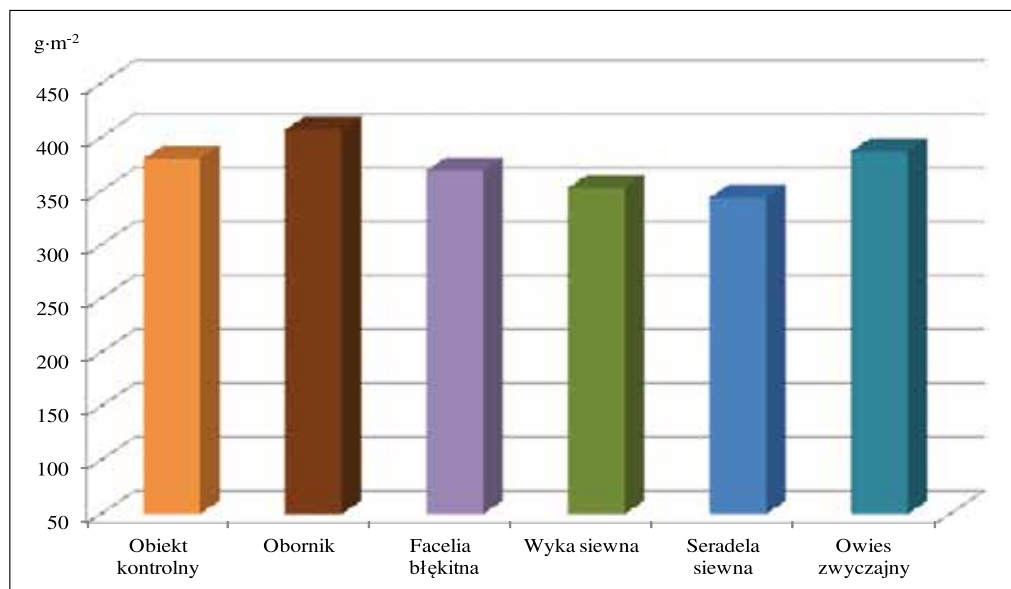


Źródło: badania własne.

Zastosowanie międzyplonów letnich powodowało ograniczenie masy chwastów w porównaniu z obornikiem (rys. 75). Świeża masa chwastów była mniejsza od 20 do 63 g na 1 m<sup>2</sup>. Najbardziej rozwój chwastów ograniczały międzyplony seradeli siewnej i wyki siewnej.

Rysunek 75.

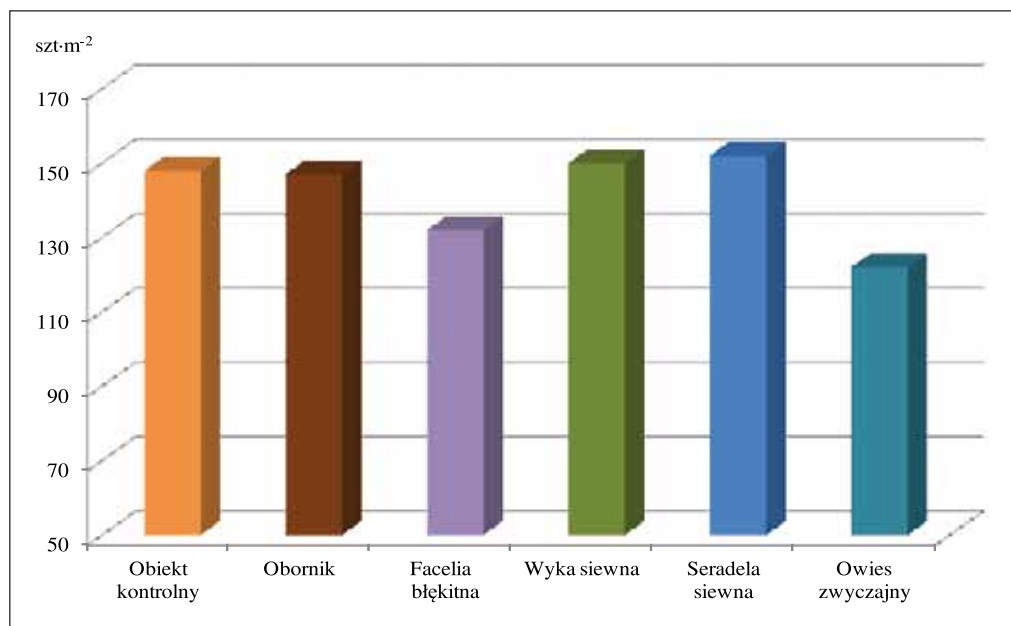
Wpływ międzyplonów letnich na świeżą masę chwastów przed zbiorem kapusty czerwonej 'Koda' w badaniach z lat 2003-2005



Źródło: badania własne.

Rysunek 76.

Wpływ międzyplonów letnich na liczbę chwastów przed zbiorem cebuli 'Kristine' w badaniach z lat 2004-2006

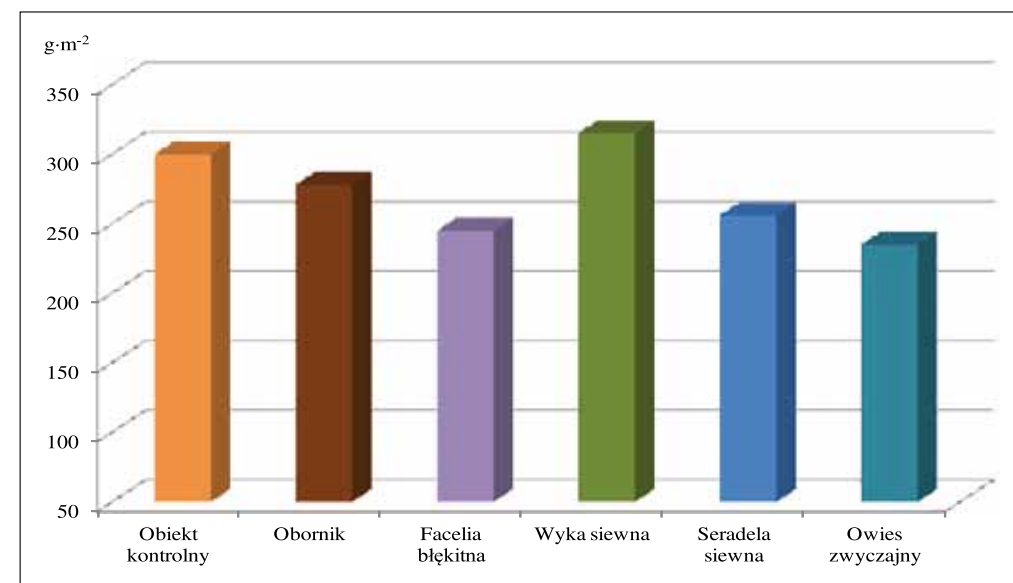


Źródło: badania własne.

W drugim roku po przyoraniu międzyplonów najmniejszą liczbę chwastów stwierdzono w cebuli uprawianej po owsie zwyczajnym (122 szt·m<sup>-2</sup>) i facelii błękitnej (132 szt·m<sup>-2</sup>). Po wyce siewnej i seradeli siewnej liczba chwastów była zbliżona jak po oborniku i w uprawie bez nawożenia organicznego (rys. 76). Największą masę chwastów notowano w cebuli uprawianej w drugim roku po przyoraniu międzyplonu wyki siewnej (315 g·m<sup>-2</sup>) oraz bez nawożenia organicznego (300 g·m<sup>-2</sup>). Międzyplony owsa zwyczajnego, facelii błękitnej i seradeli siewnej ograniczały wzrost chwastów w porównaniu do obornika i obiektu kontrolnego nienawożonego organicznie (rys. 77).

Rysunek 77.

Wpływ międzyplonów letnich na świeżą masę chwastów przed zbiorem cebuli 'Kristine' w badaniach z lat 2004-2006



Źródło: badania własne.

### 8.1. Podsumowanie

Wieloletnie badania dotyczące zachwaszczenia warzyw uprawianych w pierwszym i drugim roku po międzyplonach letnich pozwoliły stwierdzić, że:

- w pierwszym roku po wszystkich gatunkach roślin uprawianych na zielony nawóz liczba i masa chwastów w warzywach była mniejsza od stwierdzonej po oborniku,
- w drugim roku po nawozach zielonych korzystniejszy efekt w postaci mniejszej liczby i masy chwastów w warzywach stwierdzono po międzyplonie z facelii błękitnej, seradeli siewnej i owsa zwyczajnego, niż w uprawie bez nawożenia organicznego,
- spośród roślin międzyplonowych najkorzystniej na ograniczenie zachwaszczenia wpłynął owies zwyczajny, po którym zarówno liczba jak i masa chwastów w warzywach uprawianych w pierwszym i drugim roku po jego przyoraniu była najmniejsza.

**9. NAJWAŻNIEJSZE GATUNKI UPRAWIANE  
NA ZIELONY NAWÓZ**

Gatunki uprawiane na zielony nawóz powinny charakteryzować się dużym plonem zielonej masy uzyskiwanym w krótkim czasie. Korzystną ich cechą są szybkie wschody i początkowy wzrost umożliwiający skuteczne konkutowanie z chwastami. Brak pokrewieństwa lub przynależność do rodziny botanicznej reprezentowanej przez nieliczne gatunki roślin uprawnych ułatwia umieszczenie ich w zmianowaniu i wzbogaca płodozmian. System korzeniowy roślin uprawianych na zielony nawóz powinien być dobrze rozwinięty i głęboki, dzięki czemu może pobierać i przenosić do części nadziemnej składniki pokarmowe wymyte z warstwy ornej poza zasięg systemu korzeniowego roślin uprawnych płytko korzeniujących się. Wymagana jest także odporność na choroby i szkodniki w szczególności takie, które mogą być przenoszone na rośliny następcze. Pożądaną cechą jest działanie fitosanitarne polegające na ograniczeniu występowania w glebie patogenów i szkodników roślin uprawnych.

W gospodarstwach, w których prowadzona jest produkcja zwierzęca istotną zaletą jest przydatność części nadziemnej na paszę, co umożliwia dwukierunkowe wykorzystanie roślin – część nadziemna na paszę, resztki pozbiorowe i korzenie na zielony nawóz.

W praktyce o uprawie poszczególnych gatunków na przyoranie decydujący wpływ ma dostępność i cena materiału siewnego.

---

#### **BOBIK** (*Vicia faba* L. ssp. *minor*)

Roślina jednoroczna z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Łodygę ma czterokanciastą, wewnątrz pustą o długości do 120 cm, a liście parzystopierzaste. Łodyga i liście pokryte są woskowym nalotem nadającym roślinie barwę szarozieloną. Kwiaty są motylkowate, białe, z fioletowym żągielkiem, zebrane w groniaste kwiatostany po 2-4 sztuki. System korzeniowy bobiku jest palowy, mocno rozgałęziony.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Dostarcza azotu do gleby. Daje wysoki plon zielonej masy, spośród roślin bobowatych wyróżnia się najwyższym potencjałem plonotwórczym. Stanowi wartościowy przedplon dla roślin zbożowych. Jest rośliną fitomelioracyjną, bardzo korzystnie wpływa na strukturę gleby. Wykazuje działanie fitosanitarne - hamuje rozprzestrzenianie się chorób podstawy źdźbła u zbóż.

**Wady.** Ma duże wymagania środowiskowe. Należy do rodziny bobowate, do której należy wiele gatunków roślin uprawnych. Ze względu na dużą MTN wysoki jest koszt materiału siewnego.

**Wymagania środowiskowe.** Ma małe wymagania termiczne, kiełkowanie następuje już w temperaturze 2-3°C, a młode rośliny znoszą bez szkody spadki temperatury do -7°C. Ma duże zapotrzebowanie na wodę. Wymagania glebowe bobiku są duże. Dobrze plonuje na glebach zwięzłych bogatych w składniki odżywcze, dobrze zatrzymujących wodę. Uprawia się go na glebach kompleksu pszenno-bobowego bardzo dobrego i dobrego oraz żytnego bardzo dobrego. Zbliżony do obojętnego odczyn gleby sprzyja symbiozie z bakteriami brodawkowatymi i poprawia skuteczność przyswajania azotu.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Bobas, Sonet, Amulet Kasztelan, Leo charakteryzujące się szybkim tempem wzrostu i tworzeniem dużej masy zielonej.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy uprawie w siewie czystym należy zastosować 20 N, 40-60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80-100 K<sub>2</sub>O. W mieszankach z owsem lub pszenżytem dawkę azotu należy zwiększyć do 40-60 kg. Przy pH poniżej 5,5 konieczne jest wapnowanie dawką 2-3 t CaO·ha<sup>-1</sup> bezpośrednio po zbiorze rośliny poprzedzającej uprawę bobiku na zielony nawóz.

**Agrotechnika.** Gatunkiem poprzedzającym mogą być wszystkie rośliny uprawne z wyjątkiem roślin z rodziny bobowate (przerwa 4-5 lat). Przygotowanie gleby polega na zastosowaniu nawożenia mineralnego, a następnie agregatu uprawowo-siewnego lub wykonaniu orki średniej i wałowaniu wałem Campbella w celu przyspieszenia osiadania gleby. Termin siewu przypada od trzeciej dekady lipca do pierwszej dekady sierpnia. Nasiona należy wysiewać na głębokość 6-10 cm, norma wysiewu wynosi 220-250 kg·ha<sup>-1</sup>, rozstawa rzędów 15-20 cm. Największy plon zielonej masy uzyskuje się w okresie kwitnienia i na początku wiązania strąków.

**Uprawa bobiku w mieszankach (kg·ha<sup>-1</sup>):** z grochem siewnym (peluszką) i owsem zwyczajnym (120+60+50), z wyką jarą i owsem zwyczajnym (150+90+20), z pszenżytem jarym (160+60).

---

### **FACELIA BŁĘKITNA** (*Phacelia tanacetifolia* Banth.)

Gatunek z rodziny faceliowate (*Hydrophyllaceae*). Jest to roślina jednoroczna dorastająca do 80 cm wysokości, cała szorstko owłosiona. Ma łodygę rozgałęzioną, liście pojedynczo lub podwójnie pierzastodzielne. Na szczycie pędów występują kwiatostany typu skrętek, pojedyncze kwiaty pięciokrotne, o koronie lejkowatej, barwy fioletowo-niebieskiej. System korzeniowy jest palowy z licznymi korzeniami bocznymi w warstwie ornej, sięga do głębokości 120 cm.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Gatunek niespokrewniony z innymi roślinami uprawnymi, może być przedplonem dla wszystkich roślin rolniczych i warzyw. Charakteryzuje się dużą wiernością plonowania w różnych warunkach środowiskowych. W krótkim czasie daje duży plon zielonej masy. Głęboki system korzeniowy pozwala na pobieranie składników pokarmowych wymytych do głębszych warstw gleby poza zasięg systemu korzeniowego większości roślin uprawnych. Poprawia strukturę i warunki powietrzno-wodne gleby. Szybkie i równomierne wschody oraz tworzenie w krótkim czasie zwartego łanu powodują, że facelia błękitna jest mało podatna na zachwaszczenie. Jest rośliną fitosanitarną. Będąc przedplonem zbóż zmniejsza porażenie przez choroby podstawy źdźbła, w uprawie ziemniaka ogranicza występowanie czarnej nóżki i rizoktoniozy, zmniejsza populację mątwika w glebie. Facelia błękitna jest bardzo cenną rośliną miododajną. W okresie kwitnienia jest bardzo dekoracyjna zwłaszcza w siewie mieszanym ze słonecznikiem, co może mieć znaczenie w gospodarstwach agroturystycznych.

**Wady.** Ze względu na szorstkie owłosienie jest niezbyt chętnie zjadana przez zwierzęta. Najczęściej w całości przyorywana na zielony nawóz, a na paszę stosowana po zakiszeniu.

**Wymagania środowiskowe.** Wymagania termiczne facelii błękitnej są niezbyt duże, znosi przymrozki do -6°C. Wymagania wodne są umiarkowane, dobrze toleruje okresowe susze. Dobre wschody uzyskuje się nawet przy niskiej wilgotności gleby. Wymagania glebowe ma średnie do małych. Najlepsze pod uprawę tego gatunku są gleby kompleksu pszennego dobrego i wadliwego, żytznego bardzo dobrego i dobrego. Rośnie dobrze na wszystkich glebach z wyjątkiem podmokłych i zaskorupiających się.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Stala, Asta, Angelia dają wysoki plon zielonej masy. Do opóźnionych siewów w drugiej dekadzie sierpnia polecana jest szybko rosnąca odmiana Natra.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy średniej zasobności gleby w składniki pokarmowe należy zastosować 60 N, 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80 K<sub>2</sub>O.

**Agrotechnika.** Można ją uprawiać po wszystkich roślinach rolniczych i warzywach schodzących z pola do końca pierwszej dekady sierpnia. Ze względu na drobne nasiona wymaga starannego przygotowania gleby i dobrego wyrównania powierzchni pola. Po zbiorze rośliny poprzedzającej należy wysiać nawozy mineralne i zastosować agregat uprawowo-siewny lub płytką orkę i bronowanie. Termin wysiewu następuje od połowy lipca do połowy sierpnia. Norma wysiewu nasion wynosi 15-20 kg·ha<sup>-1</sup>. Głębokość siewu 1,5-2,0 cm, siew w rzędy co 15-20 cm lub rzutowo.

**Uprawa facelii błękitnej w mieszankach (kg·ha<sup>-1</sup>):** ze słonecznikiem (5+15), z seradelą siewną (3+30), z łubinem wąskolistnym (3+80), z gorczycą białą (5+10), z wyką kosmatą (6+40), z grochem siewnym (peluszką) i wyką siewną (8+70+50), ze słonecznikiem i wyką siewną (3+10+50).

---

### **GORCZYCA BIAŁA** (*Sinapis alba* L.)

Roślina jednoroczna z rodziny kapustowate (*Brassicaceae*). Łodygę ma wzniesioną, rozgałęzioną, szorstko owłosioną o wysokości do 70 cm. Liście ma słabo owłosione, pierzastodzielne o działkach nierównych i tępo ząbkowanych. Gorczyca biała wytwarza kwiatostan typu baldachogrono. Pojedyncze kwiaty mają budowę czterokrotną, są złocistożółte. Roślina posiada system korzeniowy palowy, rozgałęziony w warstwie ornej.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Szybko wschodzi nawet przy niewielkiej wilgotności gleby. Daje duży przyrost zielonej masy w krótkim czasie co powoduje, że jest mało podatna na zachwaszczenie. Ma właściwości fitosanitarne - ogranicza populację mątwika. W międzyplonie letnim może być uprawiana zarówno na paszę jak i na zielony nawóz. Jest cenną rośliną miododajną. Niski jest koszt materiału siewnego.

**Wady.** Należy do rodziny botanicznej reprezentowanej przez liczne gatunki roślin rolniczych (rzepak, rzepa, brukiew) i warzywnych (kapusta, kalafior, brokuł, rzodkiewka, rzodkiew) co utrudnia znalezienie właściwego miejsca w zmianowaniu oraz stwarza niebezpieczeństwo przenoszenia chorób i szkodników na rośliny następcze.

**Wymagania środowiskowe.** Gorczyca biała ma małe wymagania termiczne. W okresie kiełkowania i wschodów znosi krótkotrwałe spadki temperatury do  $-6^{\circ}\text{C}$ . Ma umiarkowane wymagania wodne. Odpowiednie do jej uprawy są gleby gliniaste i gliniasto piaszczyste, kompleksu pszennego dobrego, żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego. Źle znosi zakwaszenie gleby, wymaga pH powyżej 6,0. Pod jej uprawę nie nadają się gleby zlewne, zaskorupiające się i podmokłe.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Na międzyplon letni polecane są odmiany: Barka, Bardena, Radena, Concerta, Rota, charakteryzujące się dużym plonem zielonej masy oraz ograniczające występowanie mątwika w glebie.

**Nawożenie mineralne w  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .** Przy średniej zasobności gleby w składniki pokarmowe zalecane jest 40 kg N, 40-60 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 60-80 kg  $\text{K}_2\text{O}$  w całości przed siewem.

**Agrotechnika.** W zmianowaniu należy unikać uprawy gorczycy białej po roślinach rolniczych i warzywach z rodziny kapustowate (*Brassicaceae*). Dobrym przedplonem są zboża i okopowe oraz warzywa korzeniowe, cebulowe i dyniowate uprawiane na zbiór latem. Termin siewu przypada na pierwszą lub drugą dekadę sierpnia. Przygotowanie gleby po zbiorze rośliny poprzedzającej polega na zastosowaniu nawożenia mineralnego a następnie na wykonaniu orki średniej i bronowania lub doprawieniu gleby agregatem uprawowo-siewnym. Norma wysiewu w siewie czystym wynosi 15-18 kg nasion na 1 ha. Siew wykonuje się na głębokość 1,5-2 cm, rozstawa rzędów 15-20 cm.

**Uprawa w gorczycy białej w mieszankach ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ):** z facelią (10+5).

---

### GROCH SIEWNY (PELUSZKA) (*Pisum sativum* L.)

Jednoroczna roślina z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Łodygę ma płożącą lub pnącą, osiąga długość do 110 cm. Liście pierzastozłożone składają się z 1-3 par listków, często przekształconych w wąsy czepne, oraz dużych przylistków. Kwiaty są barwy purpurowo-fioletowej lub białej, mają budowę typową dla roślin bobowatych.

**Zastosowanie.** Przedplon, międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Groch siewny wzbogaca glebę w azot. Można go przyorać w całości lub część nadziemną przeznaczyć na wartościową, wysokobiałkową paszę, a resztki pozostałe po skoszeniu lub wypasie na zielony nawóz. Jego wrażliwość na zachwaszczenie jest średnia, a w mieszankach mała. Stanowi wartościowy przedplon pod wszystkie gatunki roślin uprawnych z wyjątkiem roślin z rodziny bobowate.

**Wady.** Należy do rodziny, z której pochodzą liczne gatunki roślin uprawnych co utrudnia konstrukcję zmianowania z jego udziałem. W siewie czystym wykazuje dużą skłonność do wylegania.

**Wymagania środowiskowe.** Ma małe wymagania termiczne. Kiełkowanie rozpoczyna się już w temperaturze  $2-3^{\circ}\text{C}$ . Po wschodach groch znosi przymrozki do  $-5^{\circ}\text{C}$ , co sprzyja wczesnym siewom. Wymagania wodne grochu są duże w okresie wschodów i średnie w późniejszym okresie wzrostu. Pod groch siewny można przeznaczyć gleby średnio zwarte, kompleksu pszennego wadliwego do żytniego dobrego. Wymaga odczynu zbliżonego do obojętnego (pH 6,5-7,2).

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Duży plon zielonej masy dają następujące odmiany: Żuraw, Vatra, Kama, Marych.

**Nawożenie mineralne w  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .** W siewie czystym lub w mieszankach z innymi bobowatymi zaleca się 20 N, 80-100  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 150-200  $\text{K}_2\text{O}$ . W mieszankach z roślinami z innych rodzin botanicznych (facelia błękitna, gorczyca biała, słonecznik zwyczajny, owies zwyczajny) dawkę azotu należy zwiększyć do 40 kg. Wapnowanie dawką 1,5-3,0  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  przeprowadza się bezpośrednio po zbiorze przedplonu.

**Agrotechnika.** Groch siewny na zielony nawóz można uprawiać po wszystkich roślinach rolniczych i warzywnych z wyjątkiem gatunków z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Przygotowując glebę pod przedplon należy jesienią wykonać głęboką orkę przedzimową, a wiosną płytką uprawę na głębokość 5-6 cm, aby nie pogarszać warunków wilgotnościowych w okresie kiełkowania i wschodów. W tym czasie stosuje się włókovanie i bronowanie. Termin siewu grochu siewnego na przedplon przypada od połowy marca do pierwszej dekady kwietnia. Przygotowując glebę pod międzyplon letni należy wykonać podorywkę i bronowanie lub zastosować agregat uprawowo-siewny. Jako międzyplon letni groch siewny wysiewany jest w drugiej połowie lipca. Głębokość siewu wynosi 6-8 cm, wysiew w rzędy co 15 cm, norma wysiewu nasion 220-250  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Największy plon zielonej masy uzyskujemy przyorując rośliny w fazie płaskiego strąka.

**Uprawa grochu siewnego w mieszankach ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ):** z jęczmieniem i owsem zwyczajnym (55+70+85), ze słonecznikiem (150+15), z łubinem żółtym i wyką jarą (120+60+40), na gleby bardziej zwarte polecana jest mieszanka z bobikiem i wyką kosmatą (60+90+50), z bobikiem i słonecznikiem (100+100+15).

---

### GRYKA ZWYCZAJNA (*Fagopyrum esculentum* Moench.)

Jednoroczna roślina z rodziny rdestowate (*Polygonaceae* Juss.). Jej słabo rozgałęziona łodyga osiąga wysokość do 60 cm. Liście są sercowate lub strzałkowate, zielone, czasem z czerwonym unerwieniem. Kwiaty mają budowę pięciokrotną, są barwy od białej przez różową do czerwonej. System korzeniowy składa się z korzenia palowego i licznych cienkich korzeni bocznych rozwijających się głównie w warstwie ornej.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Daje duży plon zielonej masy w krótkim czasie. Ma działanie fitosanitarne, ogranicza występowanie nicieni, pędraków i rolnic w glebie. Zmniejsza zachwaszczenie perzem i komosą. Jest odporna na choroby i szkodniki, nie spokrewniona z większością roślin uprawnych (wyjątek szczaw i rabarbar). Posiada bardzo krótki okres wegetacji. Jest bardzo cenną rośliną miododajną.

**Wady.** Duże wymagania cieplne.

**Wymagania środowiskowe.** Wymagania termiczne gryki zwyczajnej są wysokie, optymalna temperatura wzrostu wynosi  $20^{\circ}\text{C}$ . Gryka jest bardzo wrażliwa na przymrozki. Ma wysokie wymagania wodne. Wymagania glebowe gryki zwyczajnej są niezbyt duże, nadaje się na gleby lekkie o odczynie lekko kwaśnym do obojętnego, pH 5,5

do 7,2. Najstarsza odmiana Hruszowska ma najmniejsze wymagania glebowe, nowsze odmiany Kora, Panda i Luba wymagają gleb lepszych, kompleksu pszennego dobrego i żytznego bardzo dobrego.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Hruszowska, Kora, Panda, Luba. Panda i Luba są mniej wrażliwe na przymrozki. W międzyplonie letnim mogą być wysiewane w późniejszym terminie.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy średniej zasobności gleby w składniki pokarmowe należy zastosować 50 N, 40-60 kg K<sub>2</sub>O, 60-80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w całości przed siewem

**Agrotechnika.** Jako międzyplon letni na zielony nawóz wysiewa się ją w lipcu. Opóźnienie siewu nie jest wskazane ze względu na wrażliwość gryki zwyczajnej na przymrozki, które mogą zakończyć wegetację przed uzyskaniem zadowalającego plonu biomasy. Po zbiorze rośliny poprzedzającej należy zastosować nawożenie mineralne, a glebę przygotować i wykonać siew za pomocą agregatu uprawowo-siewnego lub wykonać orkę średnią i bronowanie. Norma wysiewu gryki zwyczajnej wynosi 80-100 kg·ha<sup>-1</sup>, głębokość siewu od 2-6 cm (na glebie lżejszej i w gorszych warunkach wilgotnościowych nasiona wysiewamy głębiej), odległość rzędów 12-20 cm.

**Uprawa gryki zwyczajnej w mieszankach.** Mieszanki TerraLife z udziałem gryki zwyczajnej produkuje i rozprowadza na terenie Polski firma DSV Polska:

**Maispro** – groch pastewny, żyto pastewne, inkarnatka, kostrzewa łąkowa, facelia, rzepak ozimy pastewny, gryka, słonecznik, koniczyna aleksandryjska, koniczyna szwedzka,

**Rigoł** – łubin gorzki, słonecznik, koniczyna aleksandryjska, seradela siewna, facelia, owies czarny, len oleisty, gryka.

---

### KONICZYNA BIAŁA (*Trifolium repens* L.)

Roślina wieloletnia z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Łodyga koniczyny białej jest płożąca, osiąga długość do 40 cm. Liście są trójlistkowe osadzone na długich ogonkach. Kwiatostanem jest kulista główka składająca się z 40-80 cm kwiatów motylkowatych barwy białej lub kremowej. Koniczyna wykształca silnie rozgałęziony korzeń palowy, dobrze wykorzystujący wodę i składniki pokarmowe. Oprócz korzenia głównego rośliny wytwarzają korzenie przybyszowe, wyrastające z węzłów płożących się łodyg.<sup>122)</sup>

**Zastosowanie.** Międzyplon ozimy, przedplon

**Zalety.** Dobrze przystosowuje się do warunków środowiskowych, jest mało wrażliwa na gorsze warunki uprawy. Jest wartościową rośliną ze względu na wysoką zawartość białka i smakowitość dla zwierząt. Pozostawia bardzo dobre, zasobne w azot, stanowisko dla rośliny następczej. Jest rośliną miododajną.

**Wady.** Mały plon zielonej masy. Wrażliwość na zachwaszczenie w początkowej fazie wzrostu.

---

122) Zając T. 1999. *Koniczyna biała*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin*. t.2. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 177-181.

**Wymagania środowiskowe.** Odznacza się dużą wytrzymałością na niskie temperatury. Wymaga dobrego uwilgotnienia gleby. Pod jej uprawę nadają się gleby średnio-zwięzłe, gliniasto-piaszczyste, o odczynie zbliżonym do obojętnego.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Romena, Astra – odmiany wielokwiatowe dające większy plon zielonej masy.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy średniej zasobności gleby w składniki pokarmowe należy zastosować 30 N, 60-80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 K<sub>2</sub>O w całości przed siewem nasion.

**Agrotechnika.** Można ją wysiewać po wszystkich roślinach rolniczych i warzywnych z wyjątkiem gatunków z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Koniczyna pozostawia dobre stanowisko pod rośliny następcze. Ze względu na drobne nasiona wymaga bardzo dobrego doprawienia gleby, dokładnego wyrównania powierzchni pola i przed-siewnych zabiegów odchwaszczających. W uprawie koniczyny białej jako międzyplonu ozimego przygotowanie gleby polega na wykonaniu podorywki, wałowania wałem gładkim i bronowania. Pod koniczynę jako przedplon wykonuje się podorywkę i kilkakrotne bronowanie, głęboką orkę przedzimową, wiosną włótkowanie, kultywatorowanie i bronowanie. Jako przedplon wysiewana jest w marcu, a jako międzyplon ozimy w sierpniu. Norma wysiewu nasion wynosi 10-30 kg·ha<sup>-1</sup>, głębokość wysiewu 1-2 cm, rozstawa 10-15 cm.

---

### ŁUBIN WĄSKOLISTNY (*Lupinus angustifolius* L.)

Roślina jednoroczna z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Łodyga osiąga wysokość do 60 cm. Liście są złożone, dłoniaste, o 5-9 listkach. Kwiaty mają budowę typową dla motylkowatych. Zebrane są w kwiatostany typu grono. Kwiaty mają barwę niebieską, fioletową, różową lub białą. Posiada system korzeniowy palowy sięgający do głębokości 140-160 cm.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Łubin wąskolistny jest rośliną fitosanitarną. Korzystnie wpływa na strukturę gleby oraz na jej zasobność w azot. Głęboki system korzeniowy sprzyja głębszemu korzenieniu się roślin następczych, pobieraniu z głębszych warstw gleby wymytych tam związków wapnia, fosforu i potasu, które wraz z przyoraną zieloną masą wracają do wierzchniej warstwy gleby. Biomasa łubinu uprawianego jako międzyplon letni dostarcza do gleby około 6 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy i około 150 kg·ha<sup>-1</sup> azotu. Nawóz zielony z łubinu jest czynnikiem zdecydowanie podnoszącym plonowanie roślin następczych.

**Wymagania środowiskowe.** Ma małe wymagania cieplne. Ma średnie wymagania wodne, silny i głęboko sięgający system korzeniowy zaopatruje rośliny w wodę z głębszych warstw gleby. Wymagania glebowe ma średnie. Uprawia się go na glebach klasy IV i V, kompleksu żytznego bardzo dobrego lub dobrego, o pH lekko kwaśnym do obojętnego. Do uprawy tego gatunku nie nadają się gleby ciężkie, podmokłe i zlewne.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Nasiennie-zielonkowa odmiana Zeus charakteryzuje się szybkim przyrostem zielonej masy, może być stosowana rów-



niez na paszę dla bydła jak i na przyoranie. Szybko rosnące, ale gorzkie odmiany Mirela i Karo uprawiane są wyłącznie na zielony nawóz i polecane zwłaszcza w okolicach, gdzie uprawy łubinu mogą być zjadane przez zwierzynę płową.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy średniej zasobności gleby w fosfor i potas stosujemy 40-60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60-80 K<sub>2</sub>O. W siewie czystym nie wymaga nawożenia azotowego, natomiast w mieszankach ze zbożami konieczne jest nawożenie azotowe w dawce 40-60 kg.

**Agrotechnika.** Rośliną poprzedzającą mogą być wszystkie gatunki odpowiednio wcześnie schodzące z pola za wyjątkiem roślin rolniczych i warzyw z rodziny bobowate. Przygotowanie gleby po zbiorze rośliny poprzedzającej polega na spulchnieniu i wyrównaniu powierzchni uprawnej przy pomocy agregatu uprawowo-siewnego lub wykonaniu orki średniej i bronowania. Wysiew nasion następuje przez cały lipiec do połowy sierpnia. Głębokość siewu wynosi 3-4 cm, odległość rzędów 15 cm, norma wysiewu 160-200 kg·ha<sup>-1</sup>.

**Uprawa łubinu wąskolistnego w mieszankach (kg·ha<sup>-1</sup>):** z pszenżytem jarym (105+120), z łubinem żółtym, pszenżytem jarym i owsem zwyczajnym (75+40+72+40), z grochem siewnym (peluszką) (90+90).

---

### ŁUBIN ŻÓŁTY (*Lupinus luteus* L.)

Jednoroczny gatunek z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Jego łodyga jest wzniesiona, pojedyncza lub słabo rozgałęziona, osiąga wysokość do 60 cm. Liście są dłoniasto złożone, składają się z 9-11 listków. Kwiatostan typu grono składa się z kilku okółków. Kwiaty są żółte, pachnące o budowie typowej dla roślin z rodziny bobowate. Palowy system korzeniowy sięga do głębokości 2 m. Roślina żyje w symbiozie z bakteriami brodawkowymi.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Bardzo cenny gatunek polecany na gleby lekkie o odczynie kwaśnym, a nawet bardzo słabe, klasy V i VI. Pozostawia w glebie dużo materii organicznej bogatej w azot. Pobiera z gleby fosfor ze związków niedostępnych dla innych roślin uprawnych. Bardzo korzystnie wpływa na strukturę gleby. Głęboko sięgający system korzeniowy (łubiny są najgłębiej korzeniowymi się spośród uprawnych bobowatych roślin jednorocznych) sprzyja napowietrzaniu gleby, podsiąkaniu wody, głębszemu korzenieniu się roślin następczych. Korzystnie wpływa na plonowanie roślin następczych. Jest rośliną miododajną.

**Wymagania środowiskowe.** Łubin żółty ma małe wymagania termiczne. Kiełkuje w temperaturze powyżej 4°C, znosi krótkotrwałe przymrozki do -8°C. Charakteryzuje się dużymi wymaganiami wodnymi w okresie kiełkowania. W późniejszym okresie głęboko sięgający system korzeniowy zaopatruje roślinę w wodę z głębszych warstw gleby dzięki czemu jest bardziej od innych roślin uprawnych odporny na suszę. Ma małe wymagania glebowe. Z powodzeniem może być uprawiany na glebach piaszczystych, słabych, a nawet suchych, klasy V i VI, o niskim pH. Odpowiednie są gleby kompleksu żyniego dobrego i słabego o pH 5,0-6,0. Jako jedyny gatunek z rodziny bobowate nie wymaga

wapnowania, gdyż nie toleruje pH obojętnego lub zasadowego oraz wysokiej zawartości wapnia w glebie.<sup>123)</sup>

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Do uprawy na zielony nawóz nadają się wszystkie odmiany łubinu żółtego, ale godne polecenia ze względu na szybki przyrost zielonej masy są odmiany nasienne-zielonkawe: Parys i Juno.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy średniej zasobności gleby w fosfor i potas stosujemy 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80-100 K<sub>2</sub>O, nie wymaga nawożenia azotem.

**Agrotechnika.** W płodozmianie najczęściej uprawiany jest po zbożach. Nie należy uprawiać go po sobie i innych roślinach strączkowych. Przygotowanie gleby po zbiorze rośliny poprzedzającej polega na zastosowaniu nawożenia mineralnego oraz spulchnieniu i wyrównaniu gleby za pomocą agregatu uprawowo-siewnego lub orki średniej i bronowania. Siew nasion przypada na drugą połowę lipca. Odległość rzędów wynosi 15-20 cm, głębokość siewu 3-4 cm, norma wysiewu 180-200 kg·ha<sup>-1</sup> (przy siewie na zieloną masę należy uzyskać obsadę co najmniej 125 roślin na m<sup>2</sup>).

**Uprawa łubinu żółtego w mieszankach (kg·ha<sup>-1</sup>):** z grochem siewnym (peluszką) i seradelą siewną (80+100+20), z seradelą siewną (130+30), z owsem zwyczajnym (100+100), z grochem siewnym i gorczycą białą (120+60+60).

---

### OWIES ZWYCZAJNY (*Avena sativa* L.)

Jednoroczna, jara roślina z rodziny wiechlinowate (*Poaceae* (R. Br.) Barnh.). Łodyga (źdźbło) osiąga wysokość do 1 m. Liście są lancetowate, barwy ciemnozielonej lub szarozielonej od pokrywającego je woskowego nalotu. Kwiatostanem jest wiecha. Owies zwyczajny ma wiązkowy system korzeniowy. Główna masa korzeni mieści się w warstwie ornej, ale pojedyncze mogą dochodzić do głębokości 150-180 cm.<sup>124)</sup>

**Zastosowanie.** Przedplon lub międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Owies zwyczajny jest odporny na zachwaszczenie. Charakteryzuje się dużą konkurencyjnością wobec chwastów od okresu krzewienia. Jest rośliną fitosanitarną – oddziałuje fungistatycznie na patogeny glebowe. W zmianowaniach z dużym udziałem zbóż ogranicza występowanie chorób podstawy źdźbła, przez które nie jest porażany. Niski koszt materiału siewnego.

**Wady.** Przesusza glebę.

**Wymagania środowiskowe.** Owies zwyczajny ma małe wymagania termiczne. Kiełkuje już w temperaturze 2-3°C. Jest wytrzymały na przymrozki wiosenne. Charakteryzują go wysokie wymagania wodne szczególnie w okresie krzewienia i strzelania w źdźbło. Ma niewielkie wymagania glebowe, udaje się na wszystkich glebach od piaszczystych do gliniastych. Odpowiednie do uprawy owsa zwyczajnego są gleby

---

123) Jasińska Z., Kotecki A. 1999. *Łubin*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin*. t.2. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 291-296.

124) Budzyński W, Szempliński W. 1999. *Owies*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin*, t.1. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A., 235-255.

kompleksów żytnich. Jest mało wymagający odnośnie odczynu gleby, który może wynosić od 4,5 do 7,2.<sup>125)</sup>

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Siwek, Borowiak, Kasztan.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy średniej zasobności gleby w składniki pokarmowe należy zastosować 90 N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 90 K<sub>2</sub>O.

**Agrotechnika.** W międzyplonie letnim owies zwyczajny wysiewa się w drugiej połowie lipca, jako przedplon od drugiej dekady marca do początku kwietnia. Przygotowując glebę pod międzyplon letni z owsa zwyczajnego po zbiorze rośliny poprzedzającej należy zastosować nawożenie mineralne, a zabiegi uprawowe i siew wykonać przy pomocy agregatu uprawowo-siewnego lub wykonać podorywkę i bronowanie. Uprawa gleby pod owies zwyczajny siany jako przedplon składa się z jesiennej orki głębokiej, a wiosną z uprawek na głębokość 5-6 cm. Głębsza uprawa pogarsza warunki wilgotnościowe w okresie kiełkowania i wschodów. Najczęściej stosuje się włótkowanie i bronowanie broną średnią. Norma wysiewu nasion wynosi 200-240 kg·ha<sup>-1</sup>, głębokość siewu 4 cm, a odległość rzędów 15 cm.

**Uprawa owsa zwyczajnego w mieszankach (kg·ha<sup>-1</sup>):** z wyką jarą (140+80), z wyką jarą i bobikiem (20+90+150), z grochem siewnym – peluszką (120+120), z łubinem żółtym (100+100), z gorczycą (50+15).

#### **RZEPIK OZIMY (*Brassica rapa* var. *typica* Posp.)**

Roślina ozima, jednoroczna z rodziny kapustowate (*Brassicaceae*). Łodyga rzepiku ozimego jest wyprostowana, rozgałęziona, osiągająca wysokość do 120 cm. Kwiatostan typu grono składa się z żółtych kwiatów o budowie czterokrotnej. System korzeniowy palowy z licznymi, ale słabo rozwiniętymi korzeniami bocznymi, sięga do głębokości 140 cm.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy) lub międzyplon ozimy.

**Zalety.** Roślina zimotrwała, chętnie zjadana przez bydło, nie zmienia smaku mleka. Na paszę może być wykorzystana jesienią oraz wiosną po przezimowaniu. Na wiosnę bardzo wcześnie rozpoczyna wzrost i daje wysoki plon zielonej masy. Resztki pozbiorowe stanowią cenny nawóz zielony. Gatunek o właściwościach fitosanitarnych, działa mątwikobójczo. Niski koszt materiału siewnego.

**Wady.** Należy do rodziny botanicznej reprezentowanej przez liczne gatunki roślin uprawnych, co utrudnia umiejscowienie go w zmianowaniu.

**Wymagania środowiskowe.** Ma małe wymagania termiczne, zimą znosi spadki temperatury do -20°C. W polskich warunkach zimuje lepiej niż rzepak ozimy. Roślina ta ma umiarkowane wymagania wodne, jest wrażliwa na niedobór wody w okresie kiełkowania i wschodów. Ma średnie wymagania glebowe, polecany jest do uprawy na glebach średniozwięzłych i lekkich.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Brachina – odmiana jest poliploidalnym mieszańcem kapusty i kapusty chińskiej. Charakteryzuje się dobrą zimotrwałością,

silnym wzrostem i dużym plonem zielonej masy. Udaje się na glebach lekkich. Część nadziemna stanowi wartościową paszę dla bydła.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** 60 N, 60-80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80 K<sub>2</sub>O.

**Agrotechnika.** Dobrym przedplonem dla rzepiku ozimego są zboża. Przygotowanie gleby po zbiorze rośliny poprzedzającej polega na wykonaniu orki średniej i bronowania lub zastosowaniu agregatu uprawowo-siewnego. Jako międzyplon letni wysiewamy rzepik w trzeciej dekadzie lipca lub w pierwszej dekadzie sierpnia, na międzyplon ozimy wysiew przypada na pierwszą połowę września. Norma wysiewu nasion wynosi 10-12 kg, głębokość siewu 2-3 cm, odległość między rzędami 20 cm.

#### **RZODKIEW OLEISTA (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*)**

Jednoroczna, jara roślina z rodziny kapustowate (*Brassicaceae*). Jej łodyga, w górnej części rozgałęziona, osiąga wysokość 70-120 cm. Kwiatostan ma postać luźnego grona, kwiaty o budowie czterokrotnej są barwy jasnofioletowej rzadziej białej. Palowy system korzeniowy sięga na głębokość do 150 cm.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Wydaje duży plon zielonej masy w krótkim czasie, po upływie 7-8 tygodni od siewu. Szybkie tempo wzrostu skutecznie ogranicza rozwój chwastów. Jest rośliną fitosanitarną ograniczającą liczebność populacji mątwika burakowego w glebie nawet o 50%. Dzięki głęboko sięgającemu systemowi korzeniowemu spulchnia głębsze warstwy gleby. Jest chętnie zjadana przez bydło. Materiał siewny tego gatunku nie jest drogi.

**Wady.** Jest spokrewniona z wieloma gatunkami roślin uprawnych co utrudnia prawidłowe ułożenie zmianowania z jej udziałem.

**Wymagania środowiskowe.** Ma małe wymagania termiczne (znosi przymrozki do -6°C) i średnie wymagania wodne. W uprawie na zielony nawóz charakteryzuje się średnimi wymaganiami glebowymi. Odpowiadają jej gleby kompleksu pszennego dobrego oraz żytniego bardzo dobrego i dobrego o odczynie zbliżonym do obojętnego. Do uprawy rzodkwi oleistej nie nadają się gleby podmokłe, kwaśne, niestrukturalne.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Romesa, Colonel dają w międzyplonie ścierniskowym wysoki plon zielonej masy i skutecznie ograniczają występowanie w glebie mątwika burakowego.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy średniej zasobności gleby w składniki pokarmowe należy zastosować 40 kg N, 40-60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60-80 kg K<sub>2</sub>O w całości przed siewem.

**Agrotechnika.** Pod rzodkiew oleistą odpowiednie jest stanowisko po wszystkich roślinach rolniczych i warzywach nie należących do rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*). Przygotowanie gleby po zbiorze rośliny poprzedzającej polega na zastosowaniu nawożenia mineralnego i wykonaniu orki średniej oraz bronowania lub zastosowaniu agregatu uprawowo-siewnego. Norma wysiewu nasion wynosi 25-30 kg·ha<sup>-1</sup>, w rzędy co 15 cm, głębokość siewu 1,5-2,0 cm. Wysiew nasion przypada na drugą i trzecią dekadę sierpnia.

125) Ibidem.

**Uprawa rzodkwi oleistej w mieszankach.** W sprzedaży znajduje się mieszanka poplonowa z udziałem rzodkwi oleistej TerraLife-Biomax – rzodkiew oleista, słonecznik, owies, facelia, koniczyna aleksandryjska, gorczyca biała.

### **SERADELA SIEWNA (*Ornithopus sativus* Brot.)**

Jednoroczna roślina z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Jej łodyga ma wysokość do 60 cm, jest wzniesiona lub podnosząca się. Liście seradeli siewnej są drobne, pierzastozłożone, składają się z kilku przylistków. Kwiaty są drobne, różowe, zebrane w luźne kwiatostany po 5-7 sztuk. Seradela siewna wykształca słaby korzeń palowy z rozwijającymi się głównie w warstwie ornej licznymi korzeniami bocznymi.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Część nadziemna może być przeznaczona na wartościową paszę o dużej zawartości białka i makroskładników, bardzo chętnie zjadana przez wszystkie zwierzęta hodowlane. Korzenie i ścierr stanowią cenny nawóz zielony. Korzystnie wpływa na strukturę gleby, pozostawia ją w dobrej kulturze. Wzbogaca glebę w azot. Jest rośliną miododajną.

**Wady.** Daje mały plon zielonej masy. Powolny początkowy wzrost seradeli siewnej powoduje, że łatwo ulega zachwaszczeniu.

**Wymagania środowiskowe.** Ma małe wymagania termiczne. Kiełkuje już w temperaturze 3-5°C, znosi przymrozki do -5°C. Charakteryzuje się małymi wymaganiami wodnymi, potrafi korzystać z rosy i mgły. Wymagania glebowe seradeli siewnej są średnie do małych. Udaje się na glebach średniozwięzłych i lekkich, zakwaszonych, z małą zawartością wapnia. Optymalne pH gleby wynosi od 5,4 do 6,5.<sup>126)</sup>

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Lacerta, Igela, Libella.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy średniej zasobności gleby w fosfor i potas należy zastosować 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 80 K<sub>2</sub>O. W siewie czystym i mieszankach z bobowatymi nie wymaga nawożenia azotowego, w mieszankach z gorczycą i facelią należy zastosować nawożenie azotowe w dawce 40 kg.

**Agrotechnika.** Seradelę siewną można uprawiać po wszystkich gatunkach uprawnych odpowiednio wcześniej schodzących z pola z wyjątkiem gatunków z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Przygotowanie gleby do uprawy seradeli siewnej w międzyplonie letnim po zbiorze rośliny poprzedzającej polega na wykonaniu podorywki, zastosowaniu nawożenia mineralnego i bronowania. Termin wysiewu przypada na drugą połowę lipca i pierwszą połowę sierpnia. Norma wysiewu nasion wynosi 60-70 kg·ha<sup>-1</sup>, głębokość siewu 1,5-2,0 cm, rozstawa rzędów 10-15 cm.

**Uprawa seradeli siewnej w mieszankach (kg·ha<sup>-1</sup>):** z łubinem żółtym (30+130), z grochem siewnym (peluszką) i łubinem żółtym (20+100+80), z gorczycą (40+10), z facelią (5+30).

### **SŁONECZNIK ZWYCZAJNY (*Helianthus annuus* L.)**

Roślina jara, jednoroczna z rodziny astrowate (*Asteraceae* Dum.). Tworzy pojedynczą lub słabo rozgałęzioną łodygę o wysokości od 50 do 300 cm, w zależności od odmiany. Kwiatostanem jest koszyczek składający się z wewnętrznych kwiatów rurkowatych i zewnętrznych języczkowatych. Barwa kwiatów języczkowatych jest zwykle żółta. System korzeniowy składa się z korzenia palowego z licznymi korzeniami bocznymi. Główna jego część znajduje się w warstwie ornej, ale pojedyncze korzenie osiągają długość 2 m.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Należy do rodziny botanicznej nielicznie reprezentowanej przez rośliny rolnicze i warzywne (sałata, cykoria), dlatego łatwo znaleźć dla słonecznika miejsce w zmianowaniu i jest on dobrym przedplonem dla innych roślin uprawnych. Jest mało podatny na choroby i szkodniki, które mogłyby być przenoszone na inne rośliny uprawne. Szybki wzrost roślin, około 70 dni od wschodów do kwitnienia, pozwala na wykorzystanie do produkcji zielonej masy stosunkowo krótkich przerw w zmianowaniu. Gatunek jest mało podatny na zachwaszczenie. Uprawiany jest w całości na przyoranie lub część nadziemna na paszę w postaci zielonki (zbiór przed kwitnieniem), kiszonki (zbiór w okresie kwitnienia). Gatunek posiada duże walory dekoracyjne. Materiał siewny słonecznika zwyczajnego nie jest drogi.

**Wady.** U starszych roślin drewniejące części łodyg oraz system korzeniowy mogą utrudniać przyoranie.

**Wymagania środowiskowe.** Gatunek o dużych wymaganiach cieplnych i świetlnych. Wiosną siewki znoszą krótkotrwałe spadki temperatury do -5°C, ale jesienne przymrozki powodują przemarznięcie i śmierć roślin. Dzięki głęboko sięgającemu systemowi korzeniowemu (do 2 m) słonecznik zwyczajny jest wytrzymały na suszę i udaje się nawet na glebach suchych i piaszczystych. W uprawie na zielony nawóz ma małe do średnich wymagania glebowe (mniejsze niż w uprawie na nasiona). Można go uprawiać na glebach kompleksu pszennego dobrego i wadliwego, żytniego bardzo dobrego i dobrego. Odczyn gleby obojętny pH 6,6-7,2.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Wielkopolski, Borowski, Lech, Blizar RM, LG 5385.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy średniej zasobności gleby w składniki pokarmowe należy zastosować 60 N, 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 K<sub>2</sub>O w całości przed siewem. Przy pH poniżej 5,5 konieczne jest wapnowanie, które stosuje się pod przedplon.

**Agrotechnika.** Najlepiej plonuje w drugim roku po oborniku. W międzyplonie letnim przedplonem dla słonecznika zwyczajnego może być jęczmień ozimy, rzepak, wczesne ziemniaki, wczesne warzywa. Wymaga starannego doprowadzenia i wyrównania gleby co umożliwi wysiew na wymaganą głębokość i wyrównane wschody. Po zbiorze rośliny poprzedzającej należy zastosować nawożenie mineralne i doprowadzić glebę agregatem uprawowo-siewnym z wałem strunowym na głębokość 5-7 cm lub wykonać orkę średnią, zastosować bronowanie i wał strunowy. Termin siewu przypada od

126) Zając T. 1999. *Seradela uprawna*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin*. t.2. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 231-235.

połowy lipca do połowy sierpnia. Głębokość siewu nasion wynosi od 4-6 cm, rozstawa rzędów 20-40 cm. Norma wysiewu w siewnie czystym wynosi 25-40 kg·ha<sup>-1</sup>.

**Uprawa słonecznika zwyczajnego w mieszankach (kg·ha<sup>-1</sup>):** z wyką jarą (15+80), z grochem siewnym (15+150), z grochem siewnym i wyką jarą (10+100+50), z grochem siewnym i łubinem wąskolistnym (15+100+70). W mieszankach z roślinami bobowatymi daje duży plon zielonej masy. Stanowi podporę dla gatunków charakteryzujących się wiotkimi łodygami (wyka kosmata, wyka siewna, groch siewny – peluszką).

### **SZARŁAT WYNIOSŁY (WIECHOWATY) (*Amaranthus cruentus* L.)**

Roślina jednoroczna z rodziny szarłatowate (*Amaranthaceae*). W obrębie gatunku występuje bardzo duże zróżnicowanie fenotypowe. Łodyga jest wzniesiona, w górnej części rozgałęziona. Osiąga wysokości od 50 do 150 cm. Liście szarłatu wyniosłego są lancetowate lub romboidalne, kwiaty drobne, rozdzielnościowe zebrane w zbite kłosowate kwiatostany. Zabarwienie liści, łodyg i kwiatostanów jest zróżnicowane od zielonego do krwistoczerwonego.<sup>127)</sup>

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Bardzo wartościowa zielona masa stanowi cenną paszę o dużej zawartości białka oraz wartościowy zielony nawóz. Stwierdzono korzystny wpływ wydzielin korzeniowych szarłatu na aktywność mikroflory glebowej.<sup>128)</sup>

**Wady.** Mogą wystąpić trudności z zakupem materiału siewnego. Bardzo drobne nasiona utrudniają równomierny wysiew.

**Wymagania środowiskowe.** Szarłat wyniosły ma bardzo wysokie wymagania termiczne. Minimalna temperatura wzrostu wynosi 7°C, optymalna 26-28°C<sup>129)</sup>. Wymagania wodne tego gatunku są bardzo małe. Toleruje on pH gleby od lekko kwaśnego 6,0 do zasadowego 8,5. Odpowiednie pod uprawę szarłatu są gleby lekkie, ale zasobne w składniki pokarmowe.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** W Polsce dostępne są dwie odmiany szarłatu wyniosłego: Rawa i Aztec.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Pod uprawę szarłatu wyniosłego należy zastosować 80 N, 50-70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50-70 K<sub>2</sub>O. Fosfor i potas w całości przed siewem, azot połowę przed siewem pozostałą część 4 tygodnie po wschodach.

**Agrotechnika.** Dobrym przedplonem dla szarłatu wyniosłego są rośliny uprawiane na oborniku. Ze względu na bardzo drobne nasiona powierzchnia gleby powinna być starannie przygotowana i dokładnie wyrównana, co umożliwi wysiew na wymaganą głębokość i równomierne wschody. Po zbiorze rośliny poprzedzającej należy wykonać orkę średnią, a następnie doprawić glebę agregatem z wałem strunowym na głębokość

4-6 cm lub zastosować bronowanie i wał strunowy. Termin wysiewu przypada na drugą połowę lipca. Norma wysiewu wynosi 0,8-1,0 kg·ha<sup>-1</sup>, rozstawa rzędów 30 cm, a głębokość siewu 0,5-1 cm.

### **WYKA KOSMATA (*Vicia villosa* Roth.)**

Jednoroczna, ozima roślina z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Łodygi ma pokładające lub wspinające się, miętko owłosione, długości do 150 cm. Liście pierzastozłożone składają się z 8-10 par listków. Kwiatostany groniaste osadzone są na długich szypułkach. Kwiaty motylkowate mają barwę niebiesko- lub czerwono- fioletową. System korzeniowy wyki kosmatej jest dłuższy i mocniej rozgałęziony niż u wyki siewnej. Oprócz głęboko sięgającego korzenia palowego występuje wiele dobrze rozwiniętych korzeni bocznych.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy), międzyplon ozimy.

**Zalety.** Poprawia stanowisko w zmianowaniach zbożowych. Wzbogaca glebę w azot. Stanowi wartościową i bogatą w białko paszę.

**Wady.** Wolny początkowy wzrost po wschodach sprzyja zachwaszczeniu.

**Wymagania środowiskowe.** Gatunek wytrzymały na niskie temperatury. Znosi wiosenne przymrozki do -5°C, a zimą mrozy do -15°C. Źle toleruje wahania temperatury na przedwiośniu.<sup>130)</sup> Ma średnie wymagania wodne. Dzięki dobrze rozwiniętemu systemowi korzeniowemu, wytworzonemu już jesienią, w uprawie ozimej wyka kosmata bardzo dobrze wykorzystuje wiosną zapas wilgoci zimowej. Wymagania glebowe wyki są małe do średnich. W uprawie na zielony nawóz pod wykę kosmatą można przeznaczyć gleby kompleksu żytniego dobrego i słabego. Wymaga odczynu gleby zbliżonego do obojętnego.

**Odmiany polecane na zielony nawóz.** Minikowska, Rea, Wista – ze względu na większy plon zielonej masy.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy uprawie w siewie czystym należy zastosować 20 N, 60-80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 100 K<sub>2</sub>O. W mieszance z żytem dawkę azotu należy zwiększyć do 40-60 kg.

**Agrotechnika.** Roślinami poprzedzającymi uprawę wyki kosmatej na zielony nawóz mogą być wszystkie rośliny uprawne z wyjątkiem gatunków z rodziny bobowate. Przygotowując glebę pod uprawę wyki kosmatej w międzyplonie letnim należy zastosować agregat uprawowo-siewny, w międzyplonie ozimym agregat uprawowo-siewny lub podorywkę i bronowanie. Uprawiając wykę kosmatą na zielony nawóz jako międzyplon ozimy należy zastosować agregat uprawowo-siewny lub podorywkę i bronowanie, na 7-10 dni przed siewem orkę średnią i bronowanie. Przy uprawie jako międzyplon letni siew nasion przypada od połowy lipca do końca pierwszej dekady sierpnia. Uprawiając wykę kosmatą jako międzyplon ozimy: przy uprawie w siewie czystym wysiew przypada na trzecią dekadę sierpnia, w mieszance z żytem na pierwszą dekadę września. Norma wysiewu wynosi 80-100 kg·ha<sup>-1</sup>, głębokość siewu 2-4 cm, rozstawa rzędów co 15-20 cm.

127) Songin H. 1999. *Szarłat*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin. t.1*. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 235-262.

128) Wielgosz E., Szember A., 2006. *Wpływ wybranych roślin na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych*. Ann. UMCS, E, 61: 107-119.

129) Songin H. 1999. *Szarłat*. (w:) *Szczegółowa uprawa...*, op.cit.

130) Jasińska Z., Kotecki A. 1999. *Wyka*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin. t.2*. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 82-96.

**Uprawa w mieszankach (kg·ha<sup>-1</sup>):** jako międzyplon letni z grochem siewnym (peluszką) i bobikiem (50+100+100), z grochem siewnym (peluszką) i słonecznikiem (50+100+5), jako międzyplon ozimy z żytem (60+80).

### WYKA SIEWNA (*Vicia sativa* L.)

Roślina jednoroczna z rodziny bobowate (*Fabaceae*). Łodyga wyki jest wiotka, słabo owłosiona lub naga, ma długość 40-80 cm. Liście pierzasto-złożone składają się z 4-8 par listków, zakończone są wąsem czepnym. Kwiaty motylkowe barwy różowej lub różowo-fioletowej zebrane są po dwa w kątach liści. System korzeniowy wyki siewnej składający się z cienkiego, lecz mocnego korzenia palowego i licznych korzeni bocznych rozwija się najczęściej do głębokości 50-70 cm.<sup>131)</sup>

**Zastosowanie.** Przedplon, międzyplon letni (ścierniskowy).

**Zalety.** Wzbogaca glebę w azot. Jest wartościową rośliną pastewną ze względu na wysoką zawartość i strawność białka oraz smakowitość. Pozostawia bardzo dobre stanowisko dla rośliny następczej.

**Wady.** Uprawiana w siewie czystym wylega. Powolny początkowy wzrost wyki siewnej sprzyja zachwaszczeniu.

**Wymagania środowiskowe.** Ma małe wymagania termiczne, dobrze znosi przymrozki. Wymagania wodne wyki są duże, ze względu na stosunkowo słabo rozwinięty system korzeniowy oraz brak nalotu woskowego na liściach, który ograniczałby transpirację. Wymagania glebowe ma średnie do dużych. Najlepiej udaje się na glebach kompleksu pszennego dobrego i żytznego bardzo dobrego.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Hanka, Fama, Niwa Kwarta Jaga, Ina – odmiany charakteryzujące się wysokim plonem zielonej masy. Jaga wykazuje także odporność na mączniaka prawdziwego i rzekomego oraz na suszę.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy uprawie w siewie czystym należy zastosować 20 N – dawka startowa, 80-100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150-200 K<sub>2</sub>O, w siewie mieszanym z roślinami z innych niż bobowate rodzin botanicznych dawka azotu wynosi 40-60 kg.

**Agrotechnika.** Można ją uprawiać po wszystkich roślinach rolniczych i warzywnych z wyjątkiem gatunków z rodziny bobowate. Pozostawia dobre stanowisko pod rośliny następcze. Przygotowanie gleby pod wykę siewną jako międzyplon letni polega na zastosowaniu nawożenia mineralnego a następnie agregatu uprawowo-siewnego lub orki średniej i bronowania. W uprawie wyki jako przedplon wykonujemy orkę głęboką przedzimową, wiosną bronowanie, a przed siewem kultywatorowanie i bronowanie. Termin siewu na przedplon przypada od połowy marca do połowy kwietnia, na międzyplon letni od połowy lipca do pierwszej dekady sierpnia. Norma wysiewu wynosi 100-120 kg·ha<sup>-1</sup>, rozstawa rzędów 15 cm, głębokość siewu 4-6 cm. Przyoranie na początku kwitnienia zapewnia najwyższy plon zielonej masy.

**Uprawa wyki siewnej w mieszankach (kg·ha<sup>-1</sup>):** z grochem siewnym (peluszką) i bo-

131) Jasińska Z., Kotecki A. 1999. *Wyka*. (w:) *Szczegółowa uprawa...*, op.cit.

bikiem (50+60+90), z grochem siewnym (peluszką) i słonecznikiem (60+100+4), z gorczycą białą (80+4), z bobikiem i słonecznikiem (100+80+15).

### ŻYCICA WIELOKWIATOWA, RAJGRAS WŁOSKI (*Lolium multiflorum* L.)

Roślina jednoroczna, dwuletnia lub bylina z rodziny wiechlinowate (*Poaceae* (R. Br.) Barnh.). Odmiany uprawiane w Polsce są roślinami dwuletnimi. Jest średniowysoką, luźnokępkową trawą, której ciemnozielone źdźbło osiąga wysokość od 60 do 80 cm. Liście są długie barwy ciemnozielonej, błyszczące. Kwiatostanem jest kłos złożony składający się z 12-20 kłosek.

**Zastosowanie.** Międzyplon ozimy.

**Zalety.** Gatunek zimotrwały, wzbogaca dobór roślin do uprawy w międzyplonie ozimym. Cenna roślina pastewna.

**Wady.** Źle znosi ostre i suche zimy oraz grubą, długo zalegającą okrywą śnieżną. Jest wrażliwa na zachwaszczenie ze względu na małą konkurencyjność wobec chwastów.

**Wymagania środowiskowe.** Gatunek wrażliwy na niskie temperatury w okresie zimy i wahania temperatury wczesną wiosną. Korzystnie reaguje na wysokie temperatury powietrza. Najlepsze do jej uprawy są gleby mineralne, średniozwięzłe, żyzne, wilgotne, ale nie podmokłe, o uregulowanych stosunkach powietrzno-wodnych, o odczynie zbliżonym do obojętnego.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Lotos – odmiana odporna na niskie temperatury w okresie zimy, Gisel – charakteryzuje się szybkim tempem wzrostu wiosną.

**Nawożenie mineralne w kg·ha<sup>-1</sup>.** Przy średniej zasobności gleby w składniki pokarmowe należy zastosować 60 N, 60-80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100-120 K<sub>2</sub>O, w całości przed siewem.

**Agrotechnika.** Dobrym przedplonem są rośliny strączkowe, zboża wczesnie schodzące z pola, warzywa zbierane w lipcu i sierpniu. Po zbiorze przedplonu stosujemy agregat uprawowo-siewny lub orkę średnią i bronowanie. Nasiona wysiewamy od początku sierpnia do 5 września, norma wysiewu wynosi 30-40 kg·ha<sup>-1</sup>, głębokość siewu 1-2 cm, siew w rzędy co 15-25 cm lub rzutowo. W przypadku zaskorupienia gleby po siewie należy zastosować bronowanie.

**Uprawa życicy wielokwiatowej w mieszankach (kg·ha<sup>-1</sup>):** z wyką kosmatą i koniczyną krwistoczerwoną (inkarnatką) (20+40+20).

### ŻYTO ZWYCZAJNE (*Secale cereale* L.)

Jednoroczna, ozima roślina z rodziny wiechlinowate (*Poaceae* (R. Br.) Barnh.). Łodyga (źdźbło) osiąga wysokość do 150 cm. Liście żyta zwyczajnego są lancetowate, stosunkowo szerokie i długie. Kwiatostanem jest kłos. Silnie rozwinięty wiązkowy system korzeniowy sięga do 120 cm w głąb gleby.<sup>132)</sup>

132) Budzyński W., Szempliński W. 1999. *Żyto*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin, t.1*. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 131-153.

**Zastosowanie.** Międzyplon letni (ścierniskowy), międzyplon ozimy, przedplon.

**Zalety.** Szybki wzrost po wschodach sprawia, że żyto zwyczajne jest mało wrażliwe na zachwaszczenie a międzyplony z jego udziałem pozostawiają dobre stanowisko dla gatunków wrażliwych na zachwaszczenie. Żyto zwyczajne uprawiane w międzyplonie ozimym wiosną następnego roku stanowi cenne źródło paszy dla bydła. Materiał siewny tego gatunku nie jest drogi.

**Wady.** Duża ilość biomasy wprowadzana z międzyplonem żyta zwyczajnego może działać przesuszająco na glebę. Problem ten występuje głównie w uprawie na zielony nawóz jako międzyplon ozimy lub przedplon.

**Wymagania środowiskowe.** Żyto zwyczajne odznacza się małymi wymaganiami cieplnymi oraz dużą wytrzymałością na mrozy w okresie zimowym. Ma małe potrzeby wodne. Charakteryzuje się niezbyt wysokimi wymaganiami glebowymi. Duża tolerancja na warunki glebowe sprawia, że uprawia się je na glebach od kompleksu pszennego dobrego do żytniego słabego. Jest mało wrażliwe na kwaśny odczyn gleby. Korzystnie reaguje na wapnowanie przy pH poniżej 5,5.

**Odmiany polecane do uprawy na zielony nawóz.** Na międzyplon letni i ozimy nadają się wszystkie odmiany żyta zwyczajnego, a zwłaszcza tzw. odmiany zielonkowe charakteryzujące się szybkim wzrostem, intensywnym krzewieniem, większym plonem i zawartością białka – Pastar, Vitallo, Sellino.

**Nawożenie mineralne w  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .** Należy zastosować 60 N, 40  $\text{kg P}_2\text{O}_5$  i 80  $\text{K}_2\text{O}$  w całości przed orką.

**Agrotechnika.** Jako międzyplon letni żyto zwyczajne uprawia się po zbiorze rzepaku lub po warzywach wczesnie schodzących z pola (wczesne warzywa kapustne, groch na zielono, cebula z dymki), jako międzyplon ozimy po roślinach zbieranych do pierwszej dekady września. W międzyplonie letnim wysiew żyta następuje w drugiej połowie lipca, w międzyplonie ozimym w drugiej dekadzie września, jako przedplon w marcu lub na początku kwietnia. W mieszance z wyką kosmatą zaleca się wysiew w pierwszej dekadzie września. Po zbiorze przedplonu należy zastosować nawożenie mineralne. Zabiegi uprawowe i siew można wykonać przy pomocy agregatu uprawowo-siewnego lub wykonać orkę średnią i bronowanie. Norma wysiewu wynosi 180-200  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , głębokość siewu 3 cm, odległość rzędów 15 cm.

**Uprawa żyta zwyczajnego w mieszankach ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ):** w międzyplonie ozimym często uprawiane w mieszance z wyką kosmatą (60+40).

## GALERIA FOTOGRAFII



Fot. 1. Bobik (*Vicia faba* L. ssp. *minor*) (aut. A. Zaniewicz-Bajkowska)



Fot. 2. *Facelia błękitna* (*Phacelia tanacetifolia* Banth.) (aut. J. Franczuk)



Fot. 3. *Gorczyca biała* (*Sinapis alba* L.) (aut. A. Zaniewicz-Bajkowska)

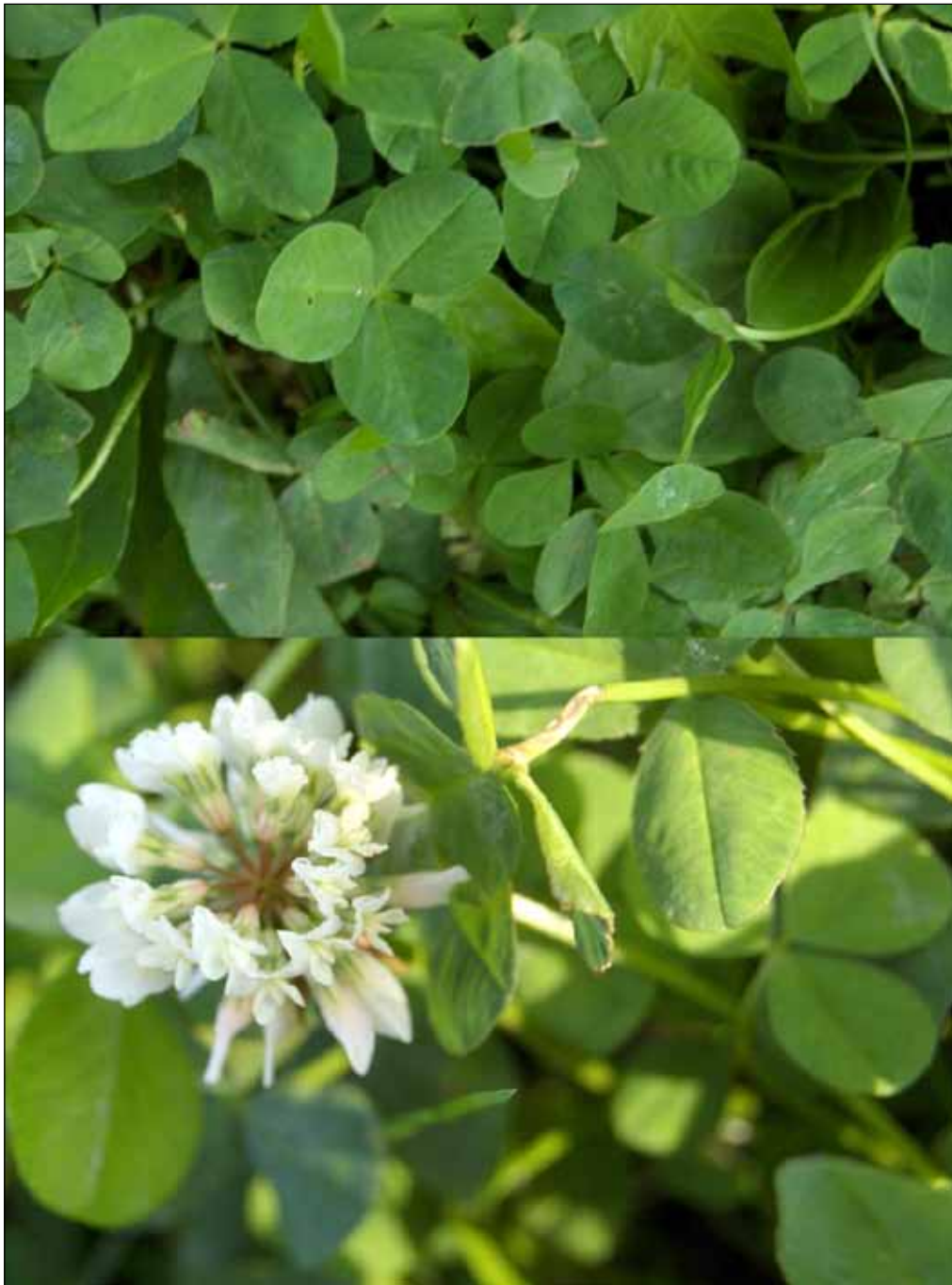




Fot. 4. Groch siewny (peluszka) (*Pisum sativum* L.) (aut. E. Kosterna)



Fot. 5. Gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum* Moench.) (aut. A. Zaniewicz-Bajkowska)



Fot. 6. Koniczyna biała (*Trifolium repens* L.) (A. Zaniewicz-Bajkowska)



Fot. 7. Łubin wąskolistny (*Lupinus angustifolius* L.) (J. Franczuk)



Fot. 8. Łubin żółty (*Lupinus luteus* L.) (A. Zaniewicz-Bajkowska)



Fot. 9. Owies zwyczajny (*Avena sativa* L.) (R. Rosa)



Fot. 10. Seradela siewna (*Ornithopus sativus* Brot.) (A. Zaniewicz-Bajkowska)



Fot. 11. Słonecznik zwyczajny (*Helianthus annuus* L.) (R. Rosa)



Fot. 12. Szarłat wyniosły (wiechowaty) (*Amaranthus cruentus* L.) (A. Zaniewicz-Bajkowska)



Fot. 13. Wyka kosmata (*Vicia villosa* Roth.) (E. Kosterna)



Fot. 14. Wyka siewna (*Vicia sativa* L.) (aut. J. Franczuk)



Fot. 15. Żyto zwyczajne (*Secale cereale* L.) (aut. A. Zaniewicz-Bajkowska)

## Bibliografia

- Adamczewska-Sowińska K., Kołota E. 2007. *Żywe ściółki w uprawie pomidora*. Roczn. Akad. Rol. Poznań CCCLXXXIII, Ogrodn. 41: 411-415.
- Andrzejewski M. 1993. *Znaczenie próchnicy dla żyzności gleb*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 411: 11-21.
- Bański J. 2007. *Geografia rolnictwa Polski*. PWE, Warszawa, ss.249.
- Baran S., Martyn W., Bojarski J. 1998. *Wpływ wermikompostu z osadu ściekowego i węglanu wapnia na migrację metali ciężkich do łańcucha troficznego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 111-120.
- Baran S., Martyn W., Flis-Bujak M., Pietrasik W. 1995. *Problemy rekultywacji gleb zanieczyszczonych przez metale ciężkie*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 698-702.
- Baran S., Martyn W., Wójcikowska-Kapusta A., Maryńczak J. 1998. *Zawartość różnych form ołowiu i cynku w kompostach wytworzonych z odpadów komunalnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 121-129.
- Batalin M. 1977. *Nawozy zielone*. PWRiL, Warszawa.
- Bednarek A. 2002. *Rozwój zrównoważony i rolnictwo ekologiczne*. Wiadomości Ziel. 4: 19-20.
- Bereśniewicz A., Nowosielski O. 1985. *Wpływ wzrastającego poziomu nawożenia mineralnego przy jednoczesnym nawożeniu organicznym i wapnowaniu na plon warzyw i zasolenie gleby. Cz. III. Kapusta*. Biul. Warz. XXVIII: 77-94.
- Bochniarz A. 1998. *Znaczenie międzyplonów ścierniskowych w dobrej praktyce rolniczej w świetle literatury*. (w:) *Dobre praktyki w produkcji rolniczej*. IUNG Puławy, K (15/I): 21-29.
- Boligłowa E. 1998. *Wartość resztek poźniwnych roślin strączkowych w porównaniu z owsem*. Folia Univ. Agric. Stetin. 186, Agricultura (69): 13-16.
- Borna Z. 1957. *Międzyplonowe nawozy zielone w warzywnictwie*. Post. Nauk Rol. 1 (43): 105-111.
- Borna Z. 1960. *Wpływ międzyplonowych nawozów zielonych na plony warzyw*. Roczn. WSR Poznań IX: 309-357.
- Borowy A., Jelonkiewicz M. 2000. *Bezorkowa uprawa warzyw z użyciem roślin okrywowych*. Ann. UMCS, EEE Horti, VIII, Suppl.: 13-18.
- Buczak E. 1964. *Wpływ nawozów zielonych stosowanych w płodozmianie na plony kilku gatunków warzyw*. Roczn. Nauk Rol., ser. A, 82, 2: 363-403.
- Buczak E. 1967. *Nawożenie organiczne i mineralne w płodozmianach warzywnych. Cz. III. Wpływ nawożenia obornikiem i zielonymi nawozami oraz wyłącznie mineralnego na plony warzyw*. Roczn. Nauk Rol., ser. A, 92, 4: 629-652.
- Budzyński W, Szempliński W. 1999. *Owies*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin, t.1*. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A., 235-255.
- Budzyński W, Szempliński W. 1999. *Żyto*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin, t.1*. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 131-153.
- Ceglarek F., Płaza A., Buraczyńska D. 1998. *Alternatywne nawożenie organiczne ziemniaka jadalnego w makroregionie środkowo-wschodnim. Cz. I. Wartość nawozowa wsiewek poplonowych w zależności od sposobu ich użytkowania na tle obornika i nawożenia słomą*. Roczn. Nauk Rol., ser. A, 113, 3-4: 173-188.

- Ceglarek F., Zarzecka K. 1999. *Ziemniak*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin*. t.1. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 315-373.
- Chmielnicki J., Roszak W., Fabijański J. 1995. *Wpływ stopnia uwilgotnienia gleby na tworzenie się agregatów glebowych i ich trwałość*. Roczn. Glebozn. XLVI, 1-2: 37-43.
- Ciećko Z., Wyszowski M., Żołnowski A. 1995. *Ocena wpływu kory drzewnej i torfu oraz wapnowania na pobieranie kadmu przez owies i kukurydzę*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 603-609.
- Creamer N.G. 1996. *Evaluation of summer cover crops for use vegetable production systems*. Hort. Sci. 31 (5): 749.
- Davis J. R., Huisman O. C., Westermann D. T., Hafez S. L., Everson D. O., Sorensen L. H., Schneider A. T. 1996. *Effects of green manures on Verticillium of potato*. Phytopathology 86, (5): 44-45.
- Deryło S. 1991. *Wpływ międzyplonów ścierniskowych w różnicowanym płodozmianie na zdrowotność pszenicy ozimej i jęczmienia jarego*. (w:) *Synteza i perspektywa nauki o płodozmiarach*. Mat. V Sem. Płodozm., cz.II, AR-T Olsztyn: 35-44.
- Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A. 1988. *Wpływ składu granulometrycznego i próchnicy na zawartość agregatów glebowych i ich odporność na działanie wody*. Roczn. Glebozn. XXXIX, 3:5-19.
- Duer I. 1996. *Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie*. Fragm. Agronom. 1(49): 29-43.
- Eswaran H., van den Berg E., Reich P. 1993. *Organic carbon in soils of the world*. Soil Sci. Soc. Am. J. 57: 192-194.
- Fotyma M., Mercik S. 1995. *Chemia rolna*. PWN, Warszawa.
- Franczuk J. 2000. *Następczy wpływ nawożenia organicznego stosowanego pod warzywa na wilgotność gleby*. Ann. UMCS, EEE, VIII, Supp.: 429-437.
- Franczuk J. 2003. *The fertilizing value of straw and summer catch crops from non-papilionaceous plants in relation to vegetable yielding*. Electron. J. Pol. Agric. Univ., Horticulture, 6,1.
- Franczuk J. 2006. *Efekty stosowania nawozów zielonych w postaci międzyplonów ozimych oraz słomy żytniej w uprawie warzyw*. Rozprawa nauk. 84, Wyd. Akademii Podlaskiej w Siedlcach.
- Franczuk J., Jabłońska-Ceglarek R., Zaniewicz-Bajkowska A. 1999. *Zróżnicowanie plonowania wybranych gatunków warzyw w zależności od rodzaju nawożenia organicznego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 466: 325-334.
- Giedroń B. 1988. *Porównanie porowatości różnych gleb oznaczonej przed siewem i po zbiorze roślin*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 356: 69-78.
- Gorlach E., Mazur T. 2001. *Chemia rolna*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Grzebisz W. 1988. *Warunki wodno-powietrzne gleby a rozwój systemu korzeniowego roślin uprawnych*. Fragm. Agronom. 3 (19): 57-70.
- Hageman O., Schnee M. 1981. *Quantifizierung der Bodenfruchtbarkeit und deren Bedeutung für die Praxis*. Die Bodenkultur. Agrarverlag Wien, 32, 3: 195-206.
- Hansen E.M., Djurhuus J. 1997. *Nitrate leaching as influenced by soil tillage and catch crop*. Soil Till. Res. 41: 203-219.
- Hoyt G.D., Hargrove W.L. 1986. *Legume cover crops for improving crop and soil management in the Southern United States*. Hort. Sci. 21: 397-402.
- Hruszka M. 1996. *Alternatywne funkcje roślin i możliwości ich wykorzystania w systemach rolnictwa integrowanego i ekologicznego*. Post. Nauk. Rol. 3: 94-101.
- Jabłońska Ceglarek R., Kowalski R. 1985. *Plonowanie selera w pierwszym roku po przyoraniu poplonów*. Zesz. Nauk. WSRP Siedlce 6, I: 27-41.
- Jabłońska-Ceglarek R. 1994. *Sideral fertilizers applied in the form of summer catch crops in the cultivation of white cabbage. Part II. Effect of fertilization with catch crops, straw and mineral elements as compared to farmyard manure on yielding of white cabbage*. Sci. Pap. ATU Siedlce, Vegetab. Plants 41: 16-29.
- Jabłońska-Ceglarek R. 1994. *Sideral fertilizers applied in the form of winter catch crops in the cultivation of white cabbage. Part I. Fertilizing value of winter catch crops and rye straw as compared to farmyard manure*. Sci. Pap. ATU Siedlce, Vegetab. Plant, 41: 73-89.
- Jabłońska-Ceglarek R., Franczuk J., Zaniewicz-Bajkowska A., Rosa R. 2002. *The effect of summer catch crops on yielding and chosen elements of nutritious value of onion and red beet*. Folia Hort. 14/2: 11-23.
- Jabłońska-Ceglarek R., Rosa R. 2005. *The effect of forecrop green fertilizers on the yielding and growth of sugar maize 'Landmark F<sub>4</sub>'*. Electron. J. Pol. Agric. Univ., Horticulture, 8,4.
- Jabłońska-Ceglarek R., Rosa R., Zaniewicz-Bajkowska A., Franczuk J., Kosterna E. 2006. *Następcze działanie nawozów zielonych w formie przedplonów w uprawie pora*. Acta Agroph. 7(3): 577-589.
- Jabłońska-Ceglarek R., Zaniewicz-Bajkowska A., Franczuk J. 1999. *Ograniczenie pobierania kadmu i ołowiu z gleby przez warzywa (kapustę głowiastą białą, burak ćwikłowy) poprzez nawożenie organiczne w postaci międzyplonów ozimych, obornika i słomy*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 466: 365-371.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1999. *Łubin*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin*. t.2. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 291-296.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1999. *Wyka*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin*. t.2. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 82-96.
- Jaskulska I., Gałęzowski L. 2009. *Aktualna rola międzyplonów w produkcji roślinnej i środowisku*. Fragm. Agronom. 26 (3): 48-57.
- Jaskulski D., Tomalak S., Rudnicki F. 2000. *Regeneracja stanowiska po pszenicy ozimej dla jęczmienia jarego przez rośliny międzyplonu ścierniskowego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 470: 49-5.
- Jensen E.S. 1991. *Nitrogen accumulation and residual effects of nitrogen catch crops*. Acta Agric. Scand. 41: 333-344.
- Kęsik T., Konopiński M., Błażewicz-Woźniak M. 2006. *Wpływ uprawy przedzimowej i mulczu z roślin okrywowych na retencję wody, zagęszczenie i porowatość dyferencyjną gleby po przezimowaniu*. Acta Agroph. 7(4): 915-926.
- Klima K. 1991. *Wpływ roślin fitosanitarnych i herbicydów na zdrowotność pszenicy ozimej w specjalistycznym płodozmianie zbożowym*. (w:) *Synteza i perspektywa nauki o płodozmiarach*. Mat. V Sem. Płodozm., cz.II, AR-T Olsztyn: 45-49.
- Kobus J. 1995. *Biologiczne procesy, a kształtowanie żyzności gleby*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 421a: 209-219.
- Kołota E., Adamczewska-Sowińska K. 2004. *The effects of living mulches on yield, overwintering and biological value of leek*. Acta Hort. 638: 209-214.



- Kondracki J. 2002. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa, ss.441.
- Konopiński M., Kęsik T., Błażewicz-Woźniak M. 2001. *Wpływ mulczowania międzyplonowymi roślinami okrywowymi i uprawy zerowej na kształtowanie wilgotności i zagęszczenie gleby*. Acta Agroph. 45: 105-116.
- Körschens M. 1983. *Richtwerte für den Gehalt des Bodens an organischer Substanz*. (w:) *Kształtowanie się żyzności gleby w procesie rolniczego użytkowania*. Mat. Sympozjum. Wyd. IUNG, Puławy: 79-102.
- Kostuch R. 1998. *Pozaprodukcyjna rola motylkowatych*. Biul. Nauk. 1: 191-201.
- Kotecki A., Broda K. 1995. *Wartość resztek poźniwnych bobiku*. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wrocław, Rol. LXIII, 262: 109-118.
- Kuduk Cz. 1983. *Wpływ torfu zastosowanego w glebie zanieczyszczonej pyłami z hut metali w Legnicy na wczesne stadia rozwojowe jęczmienia*. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wrocław, Rol. XL, 141: 107-114.
- Kuś J., Jończyk K. 2000. *Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 470: 59-65.
- Laskowski S., Dzieńka S. 1973. *Porównanie działania poplonów ścierniskowych i ozimych na kształtowanie gospodarki wodnej gleby lekkiej i plony w zmianowaniu*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 140: 200-212.
- Laskowski S., Kurnatowska Z., Zbieć I. 1963. *Wstępne badania nad działaniem poplonów ścierniskowych w zmianowaniu na glebie lekkiej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 40b: 373-388.
- Lewis O. 1986. *Plants and nitrogen*. Studies in Biology 166, London, E. Arnold, 104 pp.
- Lipiec J. 2002. *Wpływ stanu zagęszczenia gleby na wzrost i funkcjonowanie roślin*. Acta Agroph. 63: 49-62
- Lipiec J., Arvidsson J., Murer E. 2003. *Review of modeling crop growth, movement of water and chemicals in relation to topsoil and subsoil compaction*. Soil Till. Res. 73: 15-29.
- MacRae R.J., Mehuys G.R. 1985. *The effect of green manuring on the physical properties of temperate-area soils*. Adv. Soil Sci. 3: 71-93.
- Malicki L. 1997. *Znaczenie resztek poźniwnych w płodozmianie*. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura 64: 57-66.
- Malicki L., Michałowski C. 1994. *Problemy międzyplonów w świetle doświadczeń*. Post. Nauk Rol. 4: 7-18.
- Mazur T. 1995. *Stan i perspektywy bilansu substancji organicznej w glebach uprawnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 421a: 267-276.
- Mazur T. 1999. *Ekologiczne uwarunkowania w rolnictwie jutra*. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Kraków 349, 64: 263-270.
- Mazur T., Mineev M. V., Debreczeni B. 1993. *Nawożenie w rolnictwie biologicznym*. Wyd. AR-T, Olsztyn: 78-85.
- Mazur T., Sądej W., Mazur Z. 2003. *Nawożenie organiczne w gospodarstwach bezinwentaryzowanych*. Post. Nauk Rol. 494: 287-293.
- Mocek A., Owczarzak W. 2003. *Ecological role of soil organic matter*. J. Res. App. Agric. Eng. 48, 3: 5-9.
- Mwaja V.N., Masiunas J.B., Eastman C.E. 1996. *Rye (*Secale cereale* L.) and hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) intercrop management in fresh-market vegetables*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (3): 586-591.
- Myśków W, Jaczewska B., Stachyra A., Naglik E. 1986. *Substancje organiczne gleby – ich rolnicze i ekologiczne znaczenie*. Roczn. Glebozn., t. XXXVII, 2-3: 15-35.
- Nowak G. 1982. *Przemiany roślinnej materii organicznej znakowanej izotopem C<sup>14</sup> w glebach intensywnie nawożonych*. Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn 35: 3-57.
- Nowak W. 1989. *Wpływ nawozów zielonych na zawartość masy organicznej i skład chemiczny gleby*. Agron. Zach-Pom., 56: 58-62.
- Owczarzak W., Mocek A. 2003. *Rola różnych biokomponentów w kształtowaniu struktury gleb uprawnych*. J. Res. App. Agric. Eng. 48,3: 10-14.
- Pawłowski F., Woźniak A. 2000. *Wpływ wsiewek poplonowych i nawożenia organicznego na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenżyta ozimego w monokulturze*. Cz. II. *Zachwaszczenie i zdrowotność*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 470: 83-89.
- Pecio A., Bichoński A. 2006. *Reakcja wybranych odmian jęczmienia browarnego na zróżnicowane nawożenie azotem*. Pam. Puławski 142: 333-348.
- Pieters A.J. 1927. *Green manuring. Principles and practice*. John Wiley & Sons Inc., New York, Chapman & Hall Limited, London (tekst oryginalny zeskanowany przez Soil and Health Library, Luty 2006).
- Płaza A. 2004. *Nawożenie ziemniaka jadalnego biomasą międzyplonów i słomą jęczmienia jarego oraz następce działanie na pszenżyto ozime*. Rozprawa nauk. 78, Wyd. Akademii Podlaskiej w Siedlcach.
- Radomski C. 1977. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa.
- *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2011*. GUS.
- Rosa R. 2005. *Przedplonowe nawozy zielone w warunkach glebowo-klimatycznych południowego Podlasia*. Rozprawa doktorska, Akademia Podlaska w Siedlcach.
- Sady W. 2006. *Nawożenie warzyw polowych*. Wyd. Plantpress, Kraków, ss. 112.
- Schroeder J.L., Kahn B.A., Lynd J.Q. 1998. *Utilization of cowpea crop residues to reduced fertilizer nitrogen inputs with fall broccoli*. Crop Sci. 38 (8): 741-749.
- Skowera B., Puła J. 2004. *Skrajne warunki pluwiometryczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971-2000*. Acta Agroph. 3(1): 171-177.
- Skrzyżczyński T., Boligłowa E., Starczewski J. 1992. *Wartość przedplonowa roślin strączkowych dla jęczmienia jarego i pszenżyta ozimego*. Fragm. Agronom. 4 (36): 35-42.
- Songin H. 1999. *Gryka*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin. t.1*. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 297-303.
- Songin H. 1999. *Proso*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin. t.1*. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 291-296.
- Songin H. 1999. *Szarłat*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin. t.1*. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 235-262.
- Songin W. 1990. *Międzyplony jako nawozy zielone w warunkach Pomorza Zachodniego*. (w:) *Międzyplony we współczesnym rolnictwie*. Mat. sem. nauk., PAN, AR Szczecin: 14-20.
- Songin W. 1998. *Międzyplony w rolnictwie proekologicznym*. Post. Nauk Rol. 2: 43-51.
- *Stan środowiska w województwie mazowieckim w roku 2010*, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa 2011.
- Szczepaniak W., Grzebisz W., Kryszak J. 2000. *Ocena wartości nawozowej resztek roślinnych pozostawionych przez krótkotrwałe użytki zielone*. Folia Univ. Agric. Stetin. 211, Agricultura (84): 481-484.

- Szłajda R., Nowak J. 1993. *Masa i skład chemiczny resztek poźniwnych kilku poplonów ozimych w zależności od terminu zbioru*. Roczn. Akad. Rol. Poznań, Rol., 22: 173-181.
- Szmigiel A. 1986. *Znaczenie resztek poźniwnych w utrzymaniu żyzności gleby*. Nowe Rol. 7/8: 35-36.
- Tomaszewska J. 2002. *Wyznaczanie optymalnej gęstości objętościowej gleb na podstawie reakcji jęczmienia jarego*. *Fragm. Agronom.* 3: 46-59.
- Wadas W. 1998. *Efekty produkcyjne stosowania różnych form nawożenia organicznego w uprawie warzyw*. *Roczn. Nauk Rol., ser. A*, 113 (1-2): 201-211.
- Wallace A. 1994. *Soil organic matter is essential to solving soil and environmental problems*. *Commun. Soil Sc. Plant Anal.* 25, 1-2: 15-28.
- Wielgosz E., Szember A., 2006. *Wpływ wybranych roślin na liczebność i aktywność drobno-ustrojów glebowych*. *Ann. UMCS, E*, 61: 107-119.
- Witkowicz R., Lepiarczyk A., Pisulewska E. 2009. *Ocena plonowania różnych form owsa*. *Fragm. Agronom.* 26(2): 165-175.
- Wojciechowski W., Waclawowicz R., Sowiński J. 2004. *Wpływ zróżnicowanych systemów uprawy pszenicy ozimej na wybrane wskaźniki struktury gleby*. *Fragm. Agronom.* 3: 147-155.
- Wojtasik M. 2002. *Wpływ różnych stanów gęstości gleb na plonowanie roślin*. *Roczn. Akad. Rol. Poznań* 342, *Melior. Inż. Środ.* 23: 515-521.
- Zając T. 1999. *Koniczyna biała*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin. t.2*. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 177-181.
- Zając T. 1999. *Seradela uprawna*. (w:) *Szczegółowa uprawa roślin. t.2*. Praca zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A.: 231-235.
- Zaniewicz-Bajkowska A. 2003. *Znaczenie nawożenia organicznego i wapnowania w uprawie warzyw na glebach o podwyższonej zawartości kadmu i ołowiu*. *Rozprawa nauk.* 71, *Wyd. Akademii Podlaskiej w Siedlcach*.

