

## PORÓWNANIE REAKCJI PRODUKCYJNO-ROZWOJOWEJ ROŚLIN MIĘDZYPLONU ŚCIERNISKOWEGO W ZALEŻNOŚCI OD GATUNKU I SPOSOBU SIEWU CZ. I. PLONOWANIE

TADEUSZ ZAJĄC<sup>1</sup>, ANDRZEJ OLEKSY<sup>1</sup>, RYSZARD MAZUREK<sup>2</sup>, AGNIESZKA KLIMEK-KOPYRA<sup>1</sup>,  
BOGDAN KULIG<sup>1</sup>, MARTA HENNIG<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institut Produkcji Roślinnej*, <sup>2</sup>*Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gleb*,  
*Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. A. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków*

**Synopsis.** Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2010–2014. Zostały założone w pięciu odmiennych warunkach siedliskowych w kraju, usytuowanych na linii płd. zachód (lepsze) – płn. wschód (gorsze). Oceniono cztery gatunki roślin międzyplonów ścierniskowych: gorczyca biała, facelia błękitna, łubin wąskolistny gorzki, wąsolistny groch siewny. Porównywane gatunki wysiano w siewie czystym i mieszanym. Wysokie opady atmosferyczne w miesiącach siewu, umożliwiły dynamiczny wzrost i prawidłowy rozwój roślin międzyplonów ścierniskowych. Gorczyca biała uprawiana w międzyplonie ścierniskowym wykazała najszybszy wzrost skutkiem czego były duże plony świeżej i suchej masy. Pozostałe gatunki rozwijały się wolniej, ponieważ fazę kwitnienia, uzyskiwały dopiero po 8 tygodniach. Plonowanie obydwu mieszanek ułożyło się pośrednio wobec produktywności gatunków, uprawianych w siewie czystym. W miejscowościach z wysoką zawartością w glebie przyswajalnych form P, K, Mg, obserwowano dobry rozwój roślin fitocenozy mieszanek międzyplonów ścierniskowych. Najwięcej azotu w nadziemnej biomase zgromadził wąsolistny groch siewny, natomiast najwięcej tego składnika w biomase gorczycy białej zanotowano tylko w jednej miejscowości – Wiejca.

**Słowa kluczowe:** międzyplony ścierniskowe, plonowanie, wartość nawozowa, gatunki, mieszanka strączkowa, mieszanka niestrączkowa

### WSTĘP

Większość wcześniejszych badań wykonanych w Polsce nad wykorzystaniem biomasy międzyplonów, upatrywała w niej głównie źródło paszy białkowej dla zwierząt [Bochniarz 1977, Gonetowa i Gonet 1976], dlatego wówczas preferowano gatunki roślin strączkowych. Wykazano, że dobre plonowanie jednorocznych roślin uprawianych w międzyplonie ścierniskowym, różniących się szeregiem właściwości biologiczno-rolniczych, jest możliwe w przypadku ich wysiewu po roślinach wcześniej schodzących z pola, czyli rzepaku ozimym lub jęczmieniu ozimym, a więc w drugiej połowie lipca [Demidowicz i Gonet 1976]. Ten kierunek zależności produkcyjnych potwierdzili również Abdin i in. [1997] oraz Richards i in. [1996], którzy uzyskali wyższą produktywność roślin międzyplonów ścierniskowych i wsiewek przy wcześniejszym terminie siewu. W ostatnich latach ugruntowało się zgodne przekonanie co do celowości uprawy międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych jako źródła substancji organicznej dla gleby i biogenów dla roślin następczych [Brandsaeter i Netland 1999, Biederbeck i in. 1993, Dworakowski 1998, Majchrzak 2015, Stute i Posner 1993, Zajac i in. 2010]. Poszuki-

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address*: rroleksy@cyf-kr.edu.pl

ne są najlepsze rozwiązania agrotechnologiczne uwzględniające uprawę międzyplonów w gospodarstwach rolnych, zlokalizowanych w strefie klimatu umiarkowanego, w których udział zbóż w strukturze zasiewów jest >75%, z równoczesnym wyeliminowaniem stosowania obornika [Krzymuski 1998]. Zaistniała sytuacja, wymusiła w pierwszym rzędzie poszukiwanie nowych źródeł biomasy traktowanej jako nawóz i źródło makroskładników, zastępującej obornik w uprawie roślin okopowych i warzyw [Duer 1996, Kołota i Adamczewska-Sowińska 2003, Płaza 2003, Swensson 2002, Wadas 1997]. Również dla roślin zbożowych, głównie dla pszenicy przyorana biomasa międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych może być efektywnym źródłem biogenów, głównie azotu [Andrzejewska 1999, Kulig i in. 2004, Kunelius i in. 1992, Majchrzak 2015, Zajac i in. 2010]. W warunkach klimatu subtropikalnego lub w cieplejszej strefie klimatu umiarkowanego również doceniana jest rola roślin bobowatych jako źródła substancji organicznej i biogenów dla roślin następczych [Biederbeck i in. 1993, Keatinge i in. 1998, Mandal i in. 2003, Manlay i in. 2007, Nelson i King 1996, Stopes i in. 1996].

W badaniach nad doбором gatunków z przeznaczeniem na nawozy zielone, porównywano 3-6 gatunków, uprawianych głównie w czystym siewie [Duer 1996, Gonetowa i Gonet 1976, Richards i in. 1996, Stopes i in. 1996, Stute i Posner 1993]. Niekiedy i raczej sporadycznie oceniano nawet większą liczbę gatunków >10 [Bochniarz 1977, Zajac 2006]. W świetle uzyskanych wyników można oczekiwać, że proste mieszanki złożone z gatunków roślin kapustowatych lub bobowatych, mogą dawać wyższe i bardziej stabilne w latach plony biomasy, w porównaniu, do wiodących gatunków z tych grup, uprawianych w czystym siewie [Zajac i in. 2007, 2010]. Skinder i Sypniewski [1999] zaznaczają, że uprawiane w międzyplonie ścierniskowym gatunki roślin bobowatych lub niemotylkowatych, mają inne warunki wzrostu niż wysiewane wiosną. Przy wysiewie w pełni lata, nietypowym dla ich właściwości biologiczno-rolniczych, rozwój przypada na długi dzień, a temperatury gleby i powietrza w tym okresie są zbyt wysokie. Ponadto w tym okresie często występują okresy suszy glebowej, które ograniczają i przedłużają kiełkowanie wysianych nasion oraz spowalniają wzrost, a przyspieszają rozwój roślin, co ogranicza wielkość plonu nadziemnej biomasy, a tym samym zmniejsza się ilość deponowanej w glebie substancji organicznej i azotu [Biederbeck i in. 1993, Kunelius i in. 1992, Zajac i Antonkiewicz 2006, Zajac i in. 2007]. Podejmuje się aklimatyzację nowych gatunków roślin bobowatych, które mogą być bardziej efektywne w uprawie międzyplonowej, w porównaniu do tradycyjnie użytkowanych [Keatinge i in. 1998]. Wojciechowski [1998] uważa jednak, że o powodzeniu uprawy tego typu zasiewów, mierzonej wielkością plonu biomasy, obok gatunku, sposobu siewu – czysty lub mieszany, decyduje korzystny dla ich wzrostu i rozwoju przebieg warunków pogodowych w okresach późnoletnim (wrzesień) i jesiennym (październik). Ponadto Jensen [1992] wykazał, że uwalnianie pierwiastków z biomasy nawozowej międzyplonów przebiega z różną szybkością, z uwagi na fakt, że masa roślin bobowatych rozkłada się znacznie szybciej niż masa organiczna gatunków niemotylkowych, co przemawia za uprawą gatunków bobowatych w siewie czystym lub mieszanym. Wilczewski [2010] oraz Majchrzak [2015] wykazali, że rośliny następcze po międzyplonach, miały korzystniejsze warunki wzrostu w okresie juwenilnym, z uwagi na lepszą wilgotność gleby, co dodatkowo wpływało na kształtowanie się optymalnej obsady na jednostce powierzchni.

Ocena przydatności gatunków roślin do uprawy w międzyplonach ścierniskowych, najczęściej dokonywana była w oparciu o dynamikę wzrostu i szybkość gromadzenia masy, a uzyskane wyniki oceny jednoznacznie preferowały do uprawy w międzyplonie ścierniskowym gorczycę białą [Dworakowski 1998, Majchrzak 2015, Zajac i in. 2010]. Oceniano także przydatność produkcyjną facelii błękitnej jako alternatywy dla gorczycy białej uprawianej w międzyplonach ścierniskowych [Pelikán 1998, Sowiński 1997]. Międzyplony ścierniskowe w wyniku stwierdzonych korzystnych oddziaływań (wielorakich) na środowisko glebowe i przyrodnicze,

stanowią nieodzowny element proekologicznej polityki rolnej. Międzyplony objęte są wsparciem finansowym w ramach programu rolnośrodowiskowego, pakiet 8; „Ochrona gleb i wód”. Zwiększenie powierzchni uprawy międzyplonów ścierniskowych przez obszarowo większe gospodarstwa rolnicze (>15 ha), może nastąpić w ramach rozwijanego obecnie w kraju i na terenie UE programu zazielenienia [Kotecki i in. 2015]. Gospodarstwa rolne w których pożądana jest uprawa międzyplonów ścierniskowych (duży udział zbóż w strukturze zasiewów) mogą przyczynić się do zwiększenia sekwestracji węgla organicznego, co współcześnie jest ważnym zagadnieniem gospodarki narodowej [Majchrzak 2015].

Celem pracy było porównanie produktywności gatunków roślin niemotylikowatych lub bobowatych, uprawianych w międzyplonie ścierniskowym w warunkach siewu czystego i mieszanego. Przeprowadzone badania można zakwalifikować jako studium przypadku, wykonanego dla gospodarstw rolnych, zlokalizowanych w odmiennych warunkach siedliskowych.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzone w latach 2010–2014, zostały założone w indywidualnych gospodarstwach rolnych, zlokalizowanych w różnych częściach kraju (rys. 1). Dane doświadczenie było realizowane tylko w jednej miejscowości i w jednym roku: Pruchna pow. cieszyński (2010 r.), Toszek pow. gliwicki (2011 r.), Hałe pow. Sokólski (2012 r.), Wiejca pow. warszawski zachodni (2013 r.) oraz Mianocice pow. miechowski (2014 r.). Materiał badawczy stanowiły następujące gatunki roślin rolniczych: gorczyca biała (*Sinapis alba*), facelia błękitna (*Phacelia tanacetifolia*), wysiane w siewie czystym i mieszanym. Rośliny bobowate były reprezentowane przez łubin wąskolistny gorzki (*Lupinus angustifolius*) oraz wąsolistny groch siewny (*Pisum sativum*). W miejscowości Hałe nie wysiano łubinu wąskolistnego z powodu braku możliwości nabycia nasion w tej okolicy.

Po wykonaniu podorywki przykrywającej resztki późniwne przedplonu i bronowania wyrównującego powierzchnię pola, wytyczono układ poletek doświadczalnych. Przedsięwzięcie zastosowano zróżnicowane nawożenie mineralne w wysokości (kg·ha<sup>-1</sup>):

- 60 kg N; 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 60 kg K<sub>2</sub>O (pod gorczycę białą, facelię błękitną oraz dwugatunkową mieszankę tych roślin),
- 30 kg N („dawka startowa”); 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 60 kg K<sub>2</sub>O (pod wąsolistny groch siewny, łubin wąskolistny gorzki oraz mieszankę tych roślin).

Głównym nawozem mineralnym użytym w doświadczeniach był nawóz wieloskładnikowy firmy Yara oraz saletra amonowa 34% N i sól potasowa 60% K<sub>2</sub>O.

Terminy wysiewu nasion porównywanych gatunków, uprawianych w międzyplonie ścierniskowym, podano w tabeli 1. Porównywane w doświadczeniach gatunki roślin bobowatych wysiano w rzędy co 20 cm. Natomiast rzutowo zostały wysiane nasiona gorczycy białej i facelii błękitnej. Powierzchnia poletek po zasiewie została zabronowana. Jednoczynnikowe doświadczenie w układzie losowanych bloków, prowadzono w 3-4 powtórzeniach, a powierzchnia poletki wyniosła 10 m<sup>2</sup>. Przed zbiorem określono obsadę roślin na powierzchni 1 m<sup>2</sup> każdego poletki. W czasie zbioru rośliny ścinano z każdego poletki, a następnie oznaczono świeżą masę. Próbkę roślin po podsuszeniu pocięto. W próbach roślinnych o masie 250 gramów oznaczono zawartość powietrznie suchej masy, po suszeniu materiału roślinnego przez 72 godziny, w suszarkach z przepływem powietrza o temperaturze 70°C. Po zmieleniu próbek materiału roślinnego, oznaczono zawartość azotu ogółem, wykorzystując metodę Kjeldahla. Nagromadzenie azotu w nadziemnej biomacie roślin międzyplonów ścierniskowych, wyliczono na podstawie plonu suchej masy nadziemnej i zawartości azotu ogółem.



1. Pruchna powiat cieszyński 2010 – Cieszyński County 2010 year of research
2. Toszek powiat gliwicki 2011 – Gliwicki County 2011 year of research
3. Hałe powiat sokólski 2012 – Sokólski County 2012 year of research
4. Wiejca powiat warszawski zachodni 2013 – Warszawski Zachodni County 2013 year of research
5. Mianocice powiat miechowski 2014 – Miechowski County 2014 year of research

Rys. 1. Lokalizacja doświadczeń na terenie Polski  
Fig. 1. Location of field experiments in the Poland

Uzyskane dane poddano analizie statystycznej, wykorzystując do tego celu pakiet Statistica (data analysis software system), version 10, a istotność różnic oceniono testem Tukeya, na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

Gleby zlokalizowane w miejscowościach Pruchna, Wiejca i Mianocice zostały zaliczone do gleb brunatnych, a w Toszku i Hałe odpowiednio do gleb płowych i bielcowych. Gleby brunatne i płowe charakteryzował odczyn lekko kwaśny, a bielcową kwaśny (tab. 1). Jednocześnie gleba bielcowa charakteryzowała się niską zawartością przyswajalnych form składników pokarmowych, zwłaszcza fosforu i magnezu. Najkorzystniejsze właściwości agrochemiczne posiadały gleby brunatne z południa kraju, zlokalizowane w miejscowościach Pruchna (1) i Mianocice (5). Zgodnie z oczekiwaniem gleby z miejscowości Hałe (3) i Wiejca (4) charakteryzowały się niższą zawartością przyswajalnych form makroelementów. Międzyplon ścierniskowy wy-

Tabela 1. Ogólna charakterystyka warunków glebowych i agrotechnicznych, związanych z uprawą międzyplonów ścierniskowych

Table 1. General characteristic of soil and agrotechnical conditions related with catch crops

Miejscowości* Localities	Pruchna 1	Toszek 2	Hałe 3	Wiejca 4	Mianocice 5
Podtyp gleby wg Systematyki gleb Polski [2011] Soil sub-type according to Systematyka gleb Polski [2011]	Brunatna eutroficzna typowa Typical brown earth	Płowa typowa Typical clay-illuvial soils	Bielicowa typowa Typical podzolic soils	Brunatna eutroficzna wylugowana Leached brown earth	Brunatna eutroficzna typowa Typical brown earth
Klasyfikacja gleb według WRB [2014] Soil classification according to WRB [2014]	Endocalcaric Cambisol	Haplic Luvisol	Albic Podzol	Eutric Cambisol	Endocalcaric Cambisol
Odczyn i zawartość składników przyswajalnych w mg·100 g gleby <sup>-1</sup> Soil reaction and content of nutrients available forms in mg·100 g <sup>-1</sup>					
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19,2	14,9	8,8	12,4	28,6
K <sub>2</sub> O	25,5	13,5	15,4	17,6	30,0
MgO	10,8	8,4	5,0	8,1	10,4
pH <sub>KCl</sub>	6,4	6,2	4,9	5,7	6,1
Przedplon Previous crop	jęczmień oz. winter barley	jęczmień oz. winter barley	pszenżyto oz. winter triticale	ziemniak wczesny early potato	pszenżyto oz. winter triticale
Data siewu Date of sowing	21.07.	22.07.	18.08.	28.07.	06.08.
Data zbioru Date of harvesting	10.11.	15.11.	13.10.	04.11.	26.10.

\*Miejscowości – Localities: 1. Pruchna, pow. cieszyński/Cieszynski County (2010); 2. Toszek, pow. gliwicki/Gliwicki County (2011); 3. Hałe, pow. sokólski/Sokólski County (2012); 4. Wiejca, pow. warszawski zachodni/ Warszawański Zachodni County (2013); 5. Mianocice, pow. miechowski/Miechowski County (2014)

siano w lipcu po jęczmieniu ozimym oraz wczesnych ziemniakach. Jeżeli przedplonem było pszenżyto ozime to wysiewu międzyplonów dokonano w sierpniu. Równocześnie międzyplony wysiane najwcześniej, zbierano dopiero w listopadzie, co stwarzało dobre warunki do wzrostu, a w konsekwencji plonowania.

W poszczególnych miesiącach wegetacji międzyplonów ścierniskowych oraz miejscowościach, sumy opadów różniły się znacząco (tab. 2). W miejscowości Pruchna (2010 r.), położonej na Śląsku Cieszyńskim, suma opadów w okresie wegetacji międzyplonów (VII-XI) była największa (323 mm), a duże opady notowano w lipcu (106,7 mm), sierpniu (104,6 mm) i wrześniu (68,3 mm), co dodatnio rzutowało na silny rozwój roślin międzyplonu ścierniskowego, a w konsekwencji umożliwiło uzyskanie wysokiej produktywności. W miejscowości Toszek (2011 r.) suma opadów (174,6 mm) w porównaniu do miejscowości Pruchna była o połowę mniejsza, a niskie opady odnotowano w sierpniu (32,0 mm), wrześniu (9,4 mm) i listopadzie (0,0 mm), co determinowało gorsze warunki wzrostu i rozwoju. W miejscowościach Pruchna

Tabela 2. Opady i temperatura, w okresie wegetacji roślin międzyplonów ścierniskowych w poszczególnych miejscowościach

Table 2. Precipitation and temperature during vegetation of catch crops in selected localities

Wyszczególnienie Specification	Miesiąc Months	Miejscowości* – Localities				
		1 (2010)**	2 (2011)	3 (2012)	4 (2013)	5 (2014)
Opady Precipitation (mm)	VII	106,7	111,0	–	20,1	–
	VIII	104,6	32,0	106,3	60,5	122,3
	IX	68,5	9,4	26,6	72,7	72,5
	X	9,8	20,2	50,2	31,8	36,2
	XI	32,6	0,0	42,5	23,4	20,2
Temperatura Temperature (°C)	VII	20,7	17,6	–	20,2	–
	VIII	18,1	19,1	16,7	19,6	17,6
	IX	11,8	15,4	12,9	12,5	15,1
	X	5,6	8,7	6,6	10,4	9,5
	XI	4,5	2,8	4,7	5,6	5,9

\*lokalizacje miejscowości przedstawiono na rys. 1, a nazwy w tabeli 1/localities are presented in Fig.1, while names localities in Table 1

\*\*rok badań/year of research

(1), Toszek (2), Hałe (3) i Mianocice (5) miesiąc rozpoczęcia wegetacji roślin międzyplonów ścierniskowych obfitował w wodę, ponieważ miesięczne opady przekraczały 100 mm, co zapewniło bardzo dobre warunki dla wzrostu gatunków bobowatych. W miejscowości Wiejca (2013 r.) (woj. mazowieckie) niskie opady w lipcu (20,1 mm) ograniczały rozwój roślin bobowatych, zwłaszcza łubinu, co utrudniło kiełkowanie nasion i negatywnie rzutowało na obsadę, która była bardzo niska. W tej miejscowości opady atmosferyczne we wrześniu, wynoszące 72,7 mm, umożliwiły intensywny rozwój roślin gorczycy białej, skutkujący wysoką produktywnością tego gatunku.

## WYNIKI BADAŃ

Masę wysiewu nasion gatunków międzyplonu ścierniskowego przedstawiono w tabeli 3. Dla lepszego zobrazowania ilości wysiewu, oszacowano liczbę wysiewanych nasion na 1 m<sup>2</sup>. Bezpośrednie porównanie liczby wysianych nasion na jednostkę powierzchni wskazuje na znaczną przewagę zagęszczenia siewu roślin niemotylikowatych. Stwierdzona empirycznie obsada roślin przed zbiorem wykazywała zróżnicowanie, wywołane właściwościami agrobiologicznymi porównywanych gatunków roślin międzyplonowych. Na ogół lepiej zagęszczone były zasiewy gorczycy białej i facelii. Gatunki roślin bobowatych odznaczały się mniejszą obsadą, co w pierwszym rzędzie odnosi się do łubinu wąskolistnego, zwłaszcza w miejscowości Wiejca. Większą obsadę roślin na jednostce powierzchni stwierdzono w odniesieniu do wąskolistnego grochu siewnego.

Tabela 3. Porównanie obiektów (A-F) międzyplonów ścierniskowych pod względem masy wysiewu, liczby kiełkujących nasion oraz obsady roślin w czasie zbioru

Table 3. Comparison of catch crop treatments (A-F) in terms of seeding rate, number of seeds germination and plants density during harvesting

Gatunek lub mieszanka* Species or mixtures	Ilość wysiewu Seeding rate		Miejscowości** – Localities				
	kg·ha <sup>-1</sup>	sztuk·m <sup>-2</sup> pcs·m <sup>-2</sup>	1 (2010)***	2 (2011)	3 (2012)	4 (2013)	5 (2014)
Gorczyca biała – A White mustard	20	270–305	132	83	105	49	193
Facelia błękitna – B California bluebell	10	480–520	54	105	122	26	178
Mieszanka (A+B) – C Mixture	10 + 5	135–153 + 240–260	74 + 24	46 + 52	51 + 65	31 + 22	98 + 95
Łubin wąskolistny – D Narrow leaved lupin	160	92–115	42	41	–****	6,3	41
Groch siewny – E Field pea ‘afla’	160	96–120	76	72	62	48	66
Mieszanka (D+E) – F Mixture	80 + 80	46·60 + 48·60	25 + 41	23 + 38	–	3,5 + 25,2	21 + 33

\*C – mieszanka gorczyca biała 50% + facelia błękitna 50%/mixture of white mustard 50% + California bluebell 50%

\*F – mieszanka gorzkiego łubinu wąskolistnego 50% + pastewna odmiana grochu wąskolistnego 50%/mixture of narrow leaved lupin (high alkaloid content) 50% + field pea ‘afla’ 50%

\*\*lokalizacje miejscowości przedstawiono na rys. 1, a nazwy w tabeli 1/localities are presented in Fig.1, while names localities in Table 1

\*\*\*rok badań/year of research

\*\*\*\*– nie wysiano/no sowing

Lepiej plonowały gatunki międzyplonu ścierniskowego w miejscowościach Pruchna (1) i Mianocice (5) z wyższymi opadami atmosferycznymi w sezonie wegetacyjnym oraz dobrymi warunkami troficznymi siedliska glebowego, co wpłynęło na większe plony świeżej masy, zwłaszcza roślin niemotylikowych (tab. 4). Wysokie plony świeżej masy przełożyły się także na wysoki poziom produktywności suchej masy, zwłaszcza gorczycy białej. Plonowanie obydwu mieszanek kształtowało się na pośrednim poziomie pomiędzy produktywnością gatunków uprawianych w siewie czystym. Łubin wąskolistny to w niniejszych badaniach, gatunek o najniższym poziomie plonowania świeżej i suchej masy. Pozaprodukcyjna rola tego gatunku w siewie mieszanym z wąskolistnym grochem siewnym, to pełnienie funkcji rośliny podporowej. Wśród roślin bobowatych lepszą produktywnością świeżej i suchej masy wykazał się groch, który we wszystkich miejscowościach istotnie przewyższał poziom produktywności łubinu wąskolistnego. Poziom plonu świeżej masy grochu wąskolistnego dorównywał facelii błękitnej w miejscowościach 1–4. Lepsze plonowanie facelii błękitnej niż grochu wąskolistnego wystąpiło w miejscowości Mianocice (5), co prawdopodobnie było warunkowane wysoką zawartością form przyswajalnych podstawowych makroelementów w wierzchniej warstwie gleby (poziom próchniczny). Na podkreślenie zasługuje bardzo duży plon suchej masy gorczycy białej uzyskany w miejscowości Wiejca (4), w której tę roślinę wysiano po wczesnych ziemniakach.

Tabela 4. Produkcyjność (t·ha<sup>-1</sup>) świeżej i suchej masy roślin międzyplonów ścierniskowych w zależności od doboru gatunku i sposobu siewu

Table 4. Productivity (t·ha<sup>-1</sup>) of fresh and dry biomass of catch crops depending on species selection and way of sowing

Objekty* Treatments	Miejscowości** – Localities									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	świeża masa – fresh mass					sucha masa – dry mass				
A	43,2	24,1	21,3	35,8	38,2	6,89	5,86	2,62	8,02	5,73
B	28,5	18,5	18,4	26,7	49,5	3,51	3,42	2,01	3,84	4,51
C	36,4	22,1	19,6	29,0	44,8	5,86	4,82	2,25	4,54	5,91
D	20,8	10,5	–	11,9	15,1	2,54	1,97	-***	1,69	1,51
E	37,8	19,2	16,5	25,7	33,6	5,10	3,11	1,52	3,23	3,63
F	28,9	16,7	–	17,3	30,5	3,64	2,89	–	2,73	3,19
NIR <sub>0,05</sub> - LSD <sub>0,05</sub>	6,4	6,1	5,6	r.n.	10,6	1,13	1,33	r.n.	4,69	2,26

\*nazwy obiektów podano w tabeli 3/treatments names are presented in table 3

\*\*lokalizacje miejscowości przedstawiono na rys. 1, a nazwy w tabeli 1/localities are presented in Fig.1, while names localities in Table 1

\*\*\* – nie wysiano/no sowing

r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

Tabela 5. Nagromadzenie azotu (kg·ha<sup>-1</sup>) w nadziemnej biomacie roślin międzyplonów ścierniskowych, w zależności od doboru gatunku i sposobu siewu

Table 5. Nitrogen accumulation (kg·ha<sup>-1</sup>) in aboveground biomass of catch crops, depending on species selection and way of sowing

Objekty* Treatments	Miejscowości** – Localities				
	1	2	3	4	5
A	134,4	117,2	55,5	158,3	123,2
B	74,8	75,2	46,6	56,2	100,3
C	122,5	97,4	49,5	166,6	132,5
D	79,8	61,3	-***	121,8	54,6
E	179,3	120,4	55,8	78,1	144,8
F	121,2	90,6	–	87,8	106,2
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	43,8	18,3	r.n.	r.n.	36,6

\*nazwy obiektów podano w tabeli 3/treatments names are presented in table 3

\*\*lokalizacje miejscowości przedstawiono na rys. 1, a nazwy w tabeli 1/localities are presented in Fig.1, while names localities in Table 1

\*\*\* – nie wysiano/no sowing



W czterech miejscowościach (1, 2, 3 i 5) najwięcej azotu w nadziemnej biomacie zgromadził wąsolistny groch siewny (tab. 5). Jednak znaczące statystycznie różnice w nagromadzeniu azotu pomiędzy grochem siewnym a pozostałymi obiektami stwierdzono tylko w miejscowości Pruchna (1). W miejscowości Toszek (2) groch siewny i gorczyca biała gromadziły zbliżone ilości azotu, istotnie większe w porównaniu z facelią, łubinem wąsolistnym i obydwoma mieszankami. Brak istotnego statystycznie zróżnicowania w ilości nagromadzonego azotu w nadziemnej biomacie roślin uprawianych w siewie czystym i mieszanym stwierdzono w miejscowościach Hałe (3) i Wiejca (4). Warto podkreślić, że w miejscowości Wiejca biomasa nadziemna gorczycy białej nagromadziła nieznacznie więcej azotu niż groch siewny, czego nie obserwowano w pozostałych lokalizacjach doświadczeń. W tej miejscowości gorczyca biała lub jej mieszanka z facelią błękitną nagromadziły więcej azotu w nadziemnej biomacie niż zdołały to uczynić rośliny bobowate, zwłaszcza groch, dla którego warunki siedliskowe tej miejscowości były niekorzystne. W mieszankach ilość nagromadzonego azotu, ułożyła się pośrednio w porównaniu do uprawy tych gatunków w siewie czystym.

## DYSKUSJA

Wykazana w pracy zróżnicowana produktywność gatunków roślin międzyplonów ścierniskowych była oczekiwana. Uwarunkowane to było prawdopodobnie głównie agroklimatem danej miejscowości i przebiegiem pogody w roku badań, lepszym w części południowo-zachodniej kraju, gorszym na północnym-wschodzie (miejscowość 3), a także jakością gleby. Majchrzak [2015] uzyskał stosunkowo niskie plony biomasy gorczycy białej w posusznych warunkach Wielkopolski, wynoszące  $1,85 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Uproszczenie uprawy poprzez siew bezpośredni gorczycy białej spowodowało spadek plonowania do  $1,57 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , jednak porównywane sposoby siewu nie różniły się istotnie. Według autora tych badań plon masy korzeni gorczycy białej wynosił około 50% plonu biomasy nadziemnej. Dane przedstawione przez Duer [1996] wykazały, że czynnikami wpływającymi na poziom produktywności międzyplonów ścierniskowych były: agroklimat, zaopatrzenie roślin w wodę oraz długość okresu wegetacji. W warunkach Polski północno-wschodniej (Podlasie), plon nadziemnej biomasy międzyplonu ścierniskowego gorczycy białej kształtował się w zakresie od  $2,5$  do  $4,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a przyorana biomasa poprawiła wartość stanowiska dla roślin następczych [Dworakowski 1998]. W niniejszej pracy, spośród roślin bobowatych badano przydatność do uprawy w międzyplonie - gorzkiego łubinu wąsolistnego, rośliny odpornej na zgryzanie przez roślinożerców (zwierzęta wolno żyjące – głównie jeleniowate), a także wąsolistnego grochu siewnego, której odmiany dobrze rozwijają się w okresie jesienno-wiosennym, wykorzystując efektywnie opady atmosferyczne, a także mgły jako źródło wody, co w dużym stopniu rokuje wysoki plon nadziemnej biomasy, zasobnej w azot. W cieplejszym rejonie Anglii (Kornwalia) [Keatinge i in. 1998] w międzyplonie ścierniskowym, z roślin motylkowatych najczęściej uprawianymi były: bobik, wyki, koniczyna perska i łubin zmienny. W tym ciepłym regionie Anglii oprócz tradycyjnie uprawianych w międzyplonach roślin wymienionych powyżej, ocenia się przydatność gatunków nietypowych pochodzących ze strefy subtropikalnej [Keatinge i in. 1998]. Kulig i in. [2004] rekomendują wsiewanie latem nasion rzodkwi oleistej (jako międzyplonu ścierniskowego) w łąn dojrzewającego bobiku. Plon rzodkwi zależał od terminu przyorania biomasy oraz ilości opadów w sierpniu [Kulig i in. 2004].

Wyniki badań przedstawionych przez Zając [2006] wskazują że mieszanka strączkowa, złożona z bobiku, grochu pastewnego i wyki jarej zgromadziła  $141,5 \pm 25,5 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  i było to najefektywniejsze źródło tego składnika, natomiast bobik i gorczyca biała zgromadziły odpowiednio:  $135,1 \pm 49,6$  i  $117,3 \pm 62,9 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W badaniach Majchrzaka [2015] w nadziemnej

biomasie gorczycy białej, uprawianej po podorywce, zostało zgromadzone tylko 34,5 kg N·ha<sup>-1</sup>, jednak nawet tak mała jego ilość wpłynęła na wzrost plonu ziarna rośliny następczej, czyli pszenicy jarej o 14,7%. W badaniach własnych nagromadzenie azotu w nadziemnej biomacie gorczycy białej było znacznie większe, a rośliny bobowate, szczególnie wąsolistny groch siewny w korzystnych warunkach siedliskowych gromadził największe ilości azotu. Należy podkreślić fakt, że w przeprowadzonych badaniach wielkość plonu suchej masy była istotną determinantą ilości azotu nagromadzonego przez biomasę międzyplonu ścierniskowego. Uzyskana ilość azotu należy ocenić jako satysfakcjonującą, co pozwala uznać badane fitocenozy międzyplonów ścierniskowych za efektywne źródło tego pierwiastka.

### WNIOSKI

1. Wysokie opady atmosferyczne w miesiącach siewu roślin międzyplonowych (w latach uprawy w poszczególnych lokalizacjach) umożliwiły ich prawidłowy wzrost i rozwój, co zapewniło bardzo dobre warunki dla osiągnięcia wysokiej produktywności nadziemnej biomasy.
2. Gorczyca biała uprawiana w międzyplonie ścierniskowym wydała duże plony świeżej i suchej masy. Plonowanie obydwu mieszanek, złożonych z roślin niemotylikowych lub roślin bobowatych, ułożyło się pośrednio wobec produktywności gatunków wysianych w siewie czystym.
3. Najwięcej azotu w nadziemnej biomacie gromadził wąsolistny groch siewny, natomiast gorczyca biała wykazała tendencję do większego nagromadzenia azotu niż groch siewny tylko w miejscowości Wiejca. W mieszanek ilość nagromadzonego azotu, ułożyła się pośrednio w porównaniu do uprawy gatunków w siewie czystym.

### PIŚMIENNICTWO

- Abdin O.A., Coulman B.E., Cloutier D.C., Faris M.A., Smith D.L. 1997. Establishment, development and yield of forage legumes and grasses as cover crops in grain corn in Eastern Canada. *J. Agron. Crop Sci.* 179: 19–27.
- Andrzejewska J. 1999. Międzyplony w zmianowaniach zbożowych. *Post. Nauk Rol.* 1: 19–31.
- Biederbeck V.O., Bouman O.T., Looman J., Slinkard A.E., Bailey L.D., Rice W.A., Janzen H.H. 1993. Productivity of four annual legumes as green manure in dryland cropping systems. *Agron. J.* 85: 1035–1043.
- Bochniarz J. 1977. Warunki i możliwości uprawy poplonów ścierniskowych w Polsce. *Wyd. IUNG Puławy, Ser. R* 125: 3–118.
- Brandsaeter L.O., Netland J. 1999. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in northern regions. I. Field experiments. *Crop Sci.* 39: 1369–1379.
- Chrzanowska-Drożdż B., Helios W., Kotecki A., Kozak M., Malarz W., Rudko A. 2015. Następczy wpływ mieszanek zbożowo-strączkowych na rozwój i plonowanie pszenicy, żyta i rzepaku ozimego. *Kotecki A. (red.). Wyd. UP Wrocław, Monogr.* 187: 7–115.
- Demidowicz G., Gonet Z. 1976. Bonitacja klimatu Polski do uprawy poplonów ścierniskowych. *Pam. Puł.* 66: 202–213.
- Duer I. 1996. Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie. *Fragm. Agron.* 13(1): 29–43.
- Dworakowski T. 1998. Działanie międzyplonu ścierniskowego w ogniwie zmianowania zboża ozime – zboża jare. *Fragm. Agron.* 15(3): 90–99.
- Gonetowa I., Gonet Z. 1976. Dynamika przyrostu masy roślin pastewnych uprawianych w poplonie ścierniskowym oraz ich wartość pastewna. *Pam. Puł.* 66: 183–201.

- IUSS Working Group WRB, 2014. World Reference Base for Soil Resources – an international system for soil classification. World Soil Resources Reports 106. FAO, Rome: pp. 181.
- Jensen E.S. 1992. The release and fate of nitrogen from catch-crop materials decomposing under field conditions. *J. Soil Sci.* 43: 335–345.
- Keatinge J.D.H., Aiming Qi, Wheeler T.R., Ellis R.H., Summerfield R.J. 1998. Effects of temperature and photoperiod on phenology as a guide to the selection of annual legume cover and green manure crops for hillside farming systems. *Field Crop. Res.* 57: 139–152.
- Kołota E., Adamczewska-Sowińska K. 2003. Zastosowanie roślin okrywowych i żywych ściółek w polowej uprawie warzyw. *Post. Nauk Rol.* 2: 3–14.
- Krzymuski J. 1998. Zmiany w strukturze zasiewów i wartości przedplonów zbóż w latach 1971–1995. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 113: 9–20.
- Kulig B., Szafrński W., Zając T. 2004. Plonowanie międzyplonu w stanowisku po bobiku oraz zawartość węgla organicznego w glebie w zależności od przebiegu pogody. *Acta Agrophys.* 3(2): 307–315.
- Kunelius H. T., Johnston H. W., MacLeod J. A. 1992. Effect of undersowing barley with Italian ryegrass or red clover on yield, crop composition and root biomass. *Agric. Ecosyst. Environ.* 38: 127–137.
- Majchrzak L. 2015. Wpływ międzyplonu ścierniskowego gorczycy białej i sposobu uprawy roli na właściwości gleby oraz rozwój i plonowanie pszenicy jarej. *Wyd. UP Poznań, Rozpr.* 480: ss. 113.
- Mandal U.K., Singh G., Victor U.S., Sharma K.L. 2003. Green manuring: its effect on soil properties and crop growth under rice-wheat cropping system. *Europ. J. Agron.* 19: 225–237.
- Manlay R.J., Feller Ch., Swift M.J. 2007. Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 119: 217–233.
- Nelson J.B., King L.D. 1996. Green manure as a nitrogen source for wheat in the southeastern United States. *Am. J. Alter. Agric.* 11: 182–189.
- Pelikán J. 1998. Evaluation of performance in a collection of *Phacelia tanacetifolia* Benth. varieties. *Rostl. Vyr.* 44(6): 275–279.
- Plaža A. 2003. Wsiewki międzyplonowe substytutem obornika w uprawie ziemniaka. *Post. Nauk Rol.* 50(1): 93–102.
- Richards I.R., Wallace P.A., Turner I.D.S. 1996. A comparison of six cover crop types in terms of nitrogen uptake and effect on response to nitrogen by a subsequent spring barley crop. *J. Agric. Sci.* 127: 441–449.
- Skinder Z., Sypniewski J. 1999. Międzyplony. W: *Szczegółowa Uprawa Roślin*. Jasińska Z., Kotecki A. (red.). Wyd. AWA Wrocław, T II: 329–359.
- Sowiński J. 1997. Zależność długości okresu wegetacji, dynamiki wzrostu oraz plonowania facelii błękitnej (*Phacelia tanacetifolia*) od przebiegu warunków pogodowych. *Fragm. Agron.* 14(2): 69–78.
- Stopes C., Millington S., Woodward L. 1996. Dry matter accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system. *Agric. Ecosyst. Environ.* 57: 189–196.
- Stute J.K., Posner J.L. 1993. Legume cover crop options for grain rotation in Wisconsin. *Agron. J.* 85: 1128–1132.
- Swensson C. 2002. Effect of manure handling system, fertilizer use and area sugar beet on N surpluses from dairy farms in southern Sweden. *J. Agric. Sci.* 138: 403–413.
- Systematyka Gleb Polski, 2011. *Rocz. Glebozn./Soil Sci. Annual* 62(3): ss. 193.
- Wadas W. 1997. Plonotwórcze działanie nawozów zielonych i słomy w uprawie warzyw. *Fragm. Agron.* 14(3): 63–71.
- Wilczewski E. 2010. Utilization of nitrogen and other macroelements by non-papilionaceous plants cultivated in stubble intercrop. *Ecol. Chem. Eng. A* 17(6): 689–698.
- Wojciechowski W. 1998. Międzyplony ścierniskowe jako czynnik zapobiegający negatywnym skutkom wysycenia struktury zasiewów zbożami. *Post. Nauk Rol.* 5: 29–36.
- Zając T. 2006. Znaczenie nawozowe międzyplonów w uprawie pszenicy. *Post. Nauk Rol.* 3: 9–23.
- Zając T., Antonkiewicz J. 2006. Zawartość i nagromadzenie makroelementów w biomase międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych w zależności od doboru gatunków i sposobu ich siewu. *Pam. Puł.* 142: 595–606.

- Zajac T., Oleksy A., Klimek A., Pluta A., Kołodziejczyk M. 2010. Yield of winter wheat as a cover crop, undersown and stubble crops with regard to nitrogen accumulation. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 9(3): 83–96.
- Zajac T., Sobkowicz P., Puła J. 2007. Ocena produktywności i wzajemnego oddziaływania roślin uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 516: 303–312.

T. ZAJĄC, A. OLEKSY, R. MAZUREK, A. KLIMEK-KOPYRA, B. KULIG, M. HENNIG

**COMPARISON OF PRODUCTIVE AND DEVELOPING REACTION OF CATCH CROPS  
DEPENDING ON SPECIES AND METHOD OF SOWING. PART I. YIELDING**

**Summary**

Field experiments were conducted between 2010–2014. The experiments were settled in 5 different habitats located in north-west part (high soil requirements quality) and south-east part (low soil quality) region of our country. Four species were assessed: white mustard, California bluebell (tansy phacelia), narrow leaved lupin (high alkaloid content), field pea 'afila'. The species were compared in pure sowing and in mixture. High rainfall during sowing time enabled a dynamic growth and development of plants. The white mustard characterized by the fastest growth resulted in high yield of fresh and dry biomass. The others species were developing slower, because the flowering stage was reached after 8 weeks. The yielding of species in mixture varied. High yield was obtained in fields with a high amount of P, K, Mg elements in soil. The pea cumulated the highest amount of nitrogen in pea biomass except Wiejca locality, where white mustard gained better results.

**Key words:** catch crop, yielding, fertilization value, species, legumes mixtures, non-legumes mixtures

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 13.01.2017

Do cytowania – *For citation*

Zajac T., Oleksy A., Mazurek R., Klimek-Kopyra A., Kulig B., Hennig M. 2017. Porównanie reakcji produkcyjno-rozwojowej roślin międzyplonu ścierniskowego w zależności od gatunku i sposobu siewu. *Cz. I. Plonowanie. Fragm. Agron.* 34(2): 124–135.