

**PORÓWNANIE REAKCJI PRODUKCYJNO-ROZWOJOWEJ
ROŚLIN MIĘDZYPLONU ŚCIERNISKOWEGO W ZALEŻNOŚCI
OD GATUNKU I SPOSOBU SIEWU
CZ. II. WZROST I KONKURENCJA**

TADEUSZ ZAJĄC¹, AGNIESZKA KLIMEK-KOPYRA¹, RYSZARD MAZUREK², ANDRZEJ OLEKSY¹,
BOGDAN KULIG¹, MARTA HENNIG¹

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

Synopsis. Doświadczenia polowe z uprawą międzyplonów ścierniskowych przeprowadzono w następujących miejscowościach i latach: Pruchna – 2010, Wiejca – 2013 i Mianocice – 2014. W odstępach tygodniowych porównano dynamikę wzrostu roślin czterech gatunków: gorczyca biała, facelia błękitna, łubin wąskolistny gorzki, wąsolistny groch siewny, wysianych w siewie czystym i mieszanym. Gorczyca biała pod względem rozwojowym w mieszkankach z facelią była gatunkiem dominującym. W 5-tym tygodniu wegetacji, niezależnie od miejscowości, rośliny gorzycy białej osiągały fazę kwitnienia. Pozostałe gatunki międzyplonu ścierniskowego rozwijały się wolniej, ponieważ fazę kwitnienia osiągały po 8-miu tygodniach wegetacji. Średnica łodygi roślin międzyplonowych, zależała od warunków siedliskowych, danej miejscowości i roku badań, cech gatunkowych, a także porównywanych sposobów siewu – czysty lub mieszany. Natężenie konkurencji międzygatunkowej w łanie mieszanek międzyplonów ścierniskowych, było zróżnicowane i zależne od miejscowości w której prowadzono doświadczenia polowe. Łączna wartość LER dla mieszanek gorzycy z facelią oraz łubinu z grochem, tylko w miejscowości Mianocice wyniosła powyżej 1.0, co wskazuje, że mieszanki lepiej plonowały w porównaniu do gatunków uprawianych w siewie czystym.

Słowa kluczowe: dynamika wzrostu, wyrównanie wysokości, konkurencja międzygatunkowa

WSTĘP

Międzyplony ścierniskowe w wyniku stwierdzonych korzystnych oddziaływań (wielorakich) na środowisko glebowe i przyrodnicze, stanowią nieodzowny element proekologicznej polityki rolnej, zwłaszcza w warunkach ekologicznej lub integrowanej produkcji roślinnej [Brant i in. 2009, Doltra i Olesen 2013, Wadas 1997]. Występuje powszechna zgoda różnych autorów, że „pozaprodukcyjnym i ewidentnie korzystnym faktem płynącym z uprawy międzyplonów jest ograniczenie wymywania azotu z profilu gleby oraz efektywna ochrona przeciwozyjna gleb”. Wadas [1996] ustaliła, że efekt plonotwórczy przyoranej biomasy facelii i bobiku na plonowanie ziemniaków i kapusty w warunkach gleby lekkiej był analogiczny jak obornika, natomiast przyoranie wyki i żyta było pod tym względem lepsze w porównaniu do tego nawozu organicznego. Brant i in. [2009] podkreślają, że międzyplony mogą podnosić plonowanie, zwiększać wykorzystanie azotu przez rośliny następcze. Rinnofner i in. [2008] udowodnili, że mieszanka międzygatunkowa (strączkowo-niestrączkowa), produkuje więcej biomasy i akumuluje więcej azotu, w porównaniu do zasiewu jednogatunkowego. W niektórych krajach Europy – Dania,

¹ Adres do korespondencji – *corresponding address*: rroleksy@cyf-kr.edu.pl

Szwajcaria, zwraca się uwagę na fakt, że w przyszłości potencjał plonowania roślin będzie zależny od rozwoju nowych technologii w uprawie oraz tworzeniu nowych bardziej plennych odmian [Finger 2011, Olesen i in. 2009]. Gondek i Zając [2003] wykazali, że przyorana biomasa roślin bobowatych prowadzi do tworzenia się w poziomie próchnicznym gleby słodkiej próchnicy, z przewagą kwasów huminowych. Przeciwnie zjawisko występuje po zaoraniu słomy jęczmienia, biomasy traw lub roślin krzyżowych – zwłaszcza gorczycy białej, których biomasa w glebie przekształcana jest w próchnicę kwaśną, o przewadze kwasów fulwowych. Przyorana biomasa międzyplonów, w drodze rozkładu i przemian biochemicznych zachodzących w glebie, uwalnia nagromadzone w niej biogeny z różną szybkością, ponieważ rozkład roślin bobowatych przebiega z większą szybkością, niż ma to miejsce w odniesieniu do masy organicznej gatunków niemotylkowych [Jensen 1992]. Optymalizacja składu botanicznego międzyplonów ścierniskowych, determinuje obecność gatunków roślin bobowatych, ponieważ rolnicy dążą do uzyskania dużego nagromadzenia azotu w biomase tego typu upraw [Keatinge i in. 1998, Rinnofner i in. 2008, Zając i in. 2007]. Doceniając uznaną rolę roślin z tej rodziny botanicznej w tego rodzaju zasiewach, aktualnie podejmuje się wprowadzenie nietypowych gatunków, pochodzących ze strefy subtropikalnej, w opinii pomysłodawców badań lepszych w uprawie, z uwagi na ocieplający się klimat. Te wyniki wskazują, że w warunkach klimatycznych Norwegii uprawa międzyplonów przyczyni się do intensyfikacji produkcji jarych roślin zbożowych, nie tylko przez ograniczenie strat wymywania azotu ale poprzez wzrost retencji azotu, a tym samym wzrost plonowania [Doltra i Olesen 2013]. Empirycznie wykazano że, międzyplony ścierniskowe uprawiane na cele nawozowe jako nawozy zielone, a zwłaszcza zestawione z gatunków roślin bobowatych, przyczyniają się do wzrostu plonowania roślin następczych, pomimo zmniejszenia lub zaniechania nawożenia azotem [Biskupski i in. 2014, Pudełko i Szukała 2007, Zając 2006]. Międzyplony mogą być wykorzystywane jako biologiczne narzędzie do poprawy wykorzystania azotu w płodozmianie [Thorup-Kristensen i in. 2003]. Strączkowe międzyplony mogą poprawić dostarczanie azotu poprzez proces wiązania azotu, w szczególności w systemie rolnictwa ekologicznego [Hauggaard-Nielsen i in. 2009]. Wilczewski [2004] podkreśla, że gatunki roślin z rodziny *Brassicaceae*, uprawiane w międzyplonie ścierniskowym, wytwarzają istotnie większą masę resztek pozbiorowych niż słonecznik zwyczajny i facelia błękitna. Międzyplony ograniczają straty azotu i innych składników odżywczych pozostających w glebie po zbiorze plonu głównego, uczestniczą w ich transferze do następczych upraw zwiększając wykorzystanie azotu [Stute i Posner 1995].

W odniesieniu do uprawy międzyplonów w Polsce, szeroko ocenianej na obszarze woj. mazowieckiego, przez Korsak-Adamowicz i in. [2013], którzy ustalili, że na tym terenie Polski największe znaczenie gospodarcze miały międzyplony ścierniskowe, uważane zgodnie przez rolników za najłatwiejsze w uprawie. Zając i in. [2017] udowodnili, że w różnych warunkach środowiska rolniczego kraju, wysokie opady atmosferyczne w miesiącach siewu i dalszej wegetacji roślin międzyplonowych, umożliwiły prawidłowy wzrost i rozwój roślin i ładu, co zapewniło bardzo dobre warunki dla osiągnięcia wysokiej produktywności. Jak wynika z badań Steiner i Hatfield [2008] można z dużym prawdopodobieństwem rokować, że ocieplający się klimat w skali globalnej może ograniczać powodzenie rolników w uprawie międzyplonów ścierniskowych, których wegetacja ma miejsce w warunkach nadmiernej temperatury powietrza i niedoboru wody. Falloon i Betts [2010] zaznaczają, że zmieniające się warunki hydrologiczne staną się w przyszłości kluczowe do prowadzenia właściwej selekcji gatunkowej roślin przydatnych do uprawy w międzyplonach.

Pomimo przedstawionych powyżej różnorodnych badań z uprawą międzyplonu ścierniskowego, sporadycznie podejmowano ocenę wzajemnego oddziaływania gatunków roślin podczas wspólnej wegetacji, ponieważ były wysiane w siewie jednogatunkowym. Siewy mieszane

gatunków roślin międzyplonu ścierniskowego były jedynie przedmiotem badań, przeprowadzonych we wschodniej Austrii przez Rinnofer i in. [2008] oraz w południowej Polsce [Zając i in. 2007]. W badaniach z mieszankami międzyplonu ścierniskowego, sporadycznie podejmowano analizy tempa wzrostu, wymiarów cech morfologicznych roślin, co w ewidentny sposób zmniejsza zakres użytecznych informacji, nieodzownych do doskonalenia tego sposobu uprawy, której nasilenie zwiększa się z uwagi na wymóg utrzymania zazielenia pól uprawnych w obszarowo większych gospodarstwach rolnych.

MATERIAŁ I METODY

Jednoroczne doświadczenia były realizowane tylko w jednej miejscowości i w jednym roku: Pruchna pow. cieszyński (2010 r.), Wiejca pow. warszawski zachodni (2013 r.) oraz Mianoci-ce 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*). Szczegółowo warunki agrotechniczne i agroklimatyczne prowadzonych doświadczeń polowych, całościowo przedstawiono w 1-szej części pracy [Zając i in. 2017]. W czasie wegetacji międzyplonów w odstępach tygodniowych dokonywano pomiarów wysokości 10-ciu losowych roślin, czterech gatunków międzyplonu ścierniskowego, uprawianych w czystym siewie oraz w dwóch mieszankach. Pomiarów prowadzono na każdym poletku. Notowano kalendarzowe daty wystąpienia charakterystycznych faz rozwojowych. Przed zbiorem, losowo pobrano po 10 roślin z każdego poletka, celem oznaczenia wysokości oraz zmierzenia średnicy dolnego odcinka łodyg na wysokości 5 cm od powierzchni gleby, wykorzystując do tego celu elektroniczną suwmiarkę f-my Yato®.

W plonie mieszanek dwugatunkowych określono udział biomasy poszczególnych komponentów. Uzyskane dane posłużyły do wyliczenia współczynnika ekwiwalentu terenowego LER (Land Equivalent Ratio) [Mead i Willey 1980] oraz współczynnika konkurencyjności CR (Competitive Ratio) [Willey i Rao 1980].

LER określono według wzoru: $LER = LER_i + LER_j$, gdzie:

$$LER_i = Y_{ij}/Y_{ii}, LER_j = Y_{ji}/Y_{jj}$$

Y_{ii} – plon gatunku i w siewie czystym, Y_{jj} – plon gatunku j w siewie czystym, Y_{ij} – plon gatunku i w mieszance z gatunkiem j, Y_{ji} – plon gatunku j w mieszance z gatunkiem i.

Wartość LER większa od jedności oznacza, że mieszanka jest bardziej efektywną formą uprawy, niż zasiewy czyste.

Współczynnik konkurencyjności CR obliczono ze wzoru:

$$CR_i = (LER_i / LER_j) (Z_{ji} / Z_{ij}), CR_j = (LER_j / LER_i) (Z_{ij} / Z_{ji}).$$

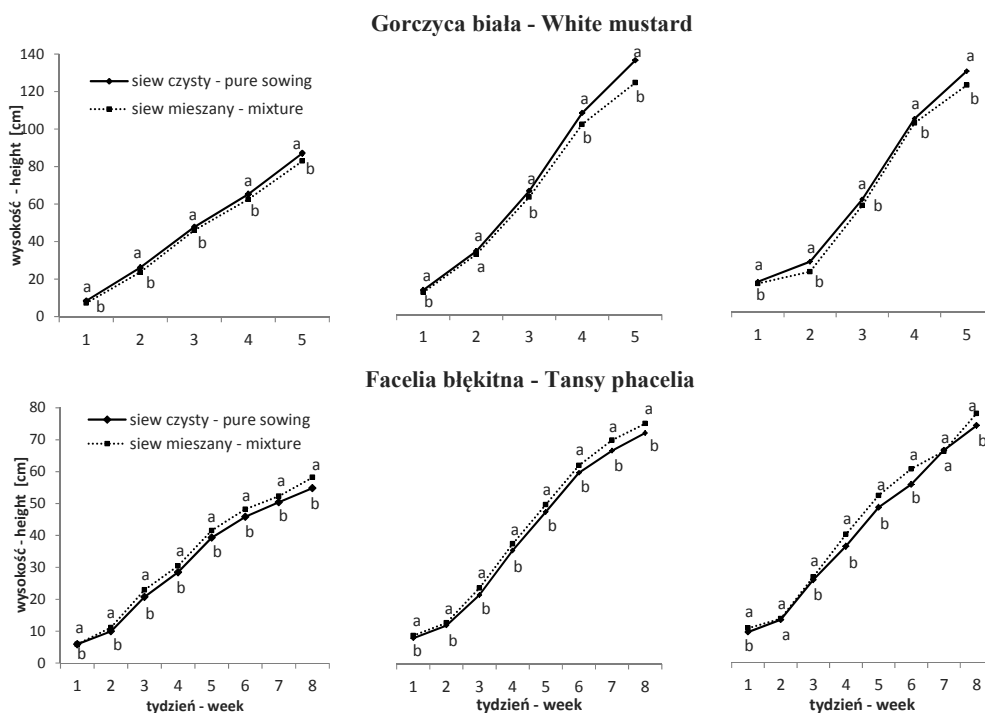
Z_{ji} – proporcje wysiewu gatunku j w mieszance z gatunkiem i, Z_{ij} – proporcje wysiewu gatunku i w mieszance z gatunkiem j,

Wartość CR_i równa jedności wskazuje, że oba gatunki mają takie same zdolności konkurencyjne. Wartość CR_i większa od jeden wskazuje, że gatunek i jest bardziej konkurencyjny, niż gatunek j. Wartość CR_i mniejsza od jeden wskazuje, że gatunek j jest bardziej konkurencyjny niż i.

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 $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

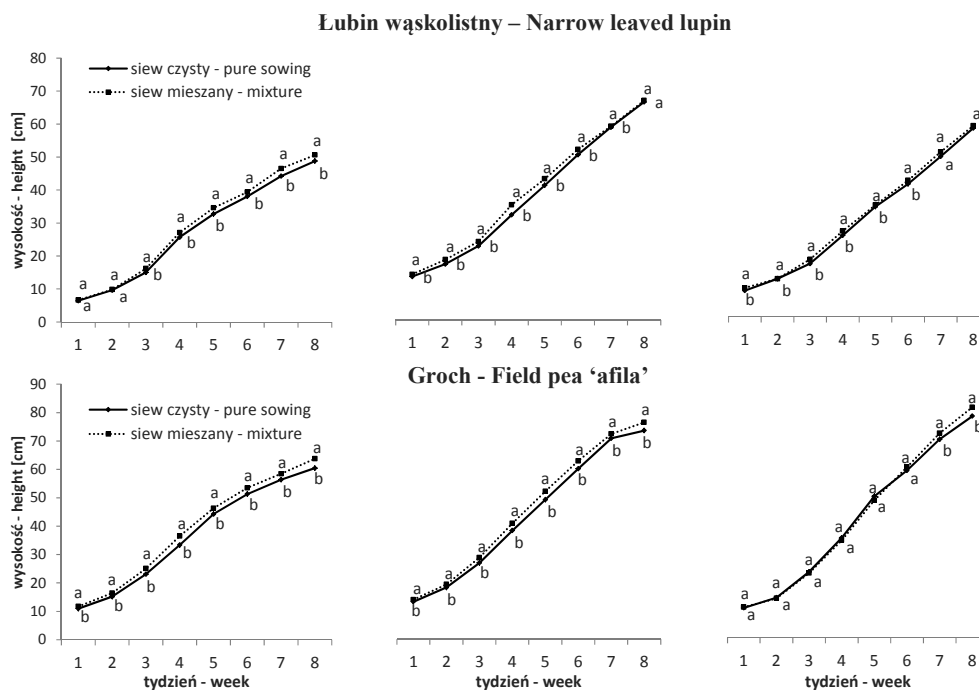
W rozwoju gatunków roślin niemotylkowych, przypadającego pomiędzy fazą siewki, a fazą pełni kwitnienia szybkość wzrostu wydłużeniowego zależała od gatunku, miejscowości i sposobu siewu (rys. 1). Gorczyca biała odznaczała się największą dynamiką wzrostu roślin, zwłaszcza w miejscowości Wiejca (2013). We wszystkich miejscowościach, w siewie mieszanym rozwój roślin tego gatunku, ulegał niewielkiemu, ale istotnemu spowolnieniu. Pod względem rozwojowym w mieszankach gorczyca biała była gatunkiem dominującym. W 5-tym tygodniu wegetacji, niezależnie od miejscowości, rośliny gorczycy białej osiągały fazę kwitnienia, a ponadto były dwukrotnie wyższe w porównaniu do facelii. W mieszance zestawionej z roślin niemotylkowych, gorczycy białej towarzyszyła facelia, której rośliny wolniej rosły i dłużej się rozwijały, osiągając fazę kwitnienia w 8 tygodniu wegetacji.



Średnie zaznaczone różnymi literami, różnią się istotnie/The means with a different letter differed significantly

Rys. 1. Porównanie dynamiki wzrostu roślin gorczycy i facelii w przedziałach tygodniowych, w zależności od sposobu siewu i miejscowości; z lewej dane dla miejscowości Pruchna (2010), w środku dla Wiejca (2013), z prawej dla Mianocice (2014)

Fig. 1. Comparison of the dynamics of white mustard and tansy phacelia growth at weekly intervals, depending on the method of sowing and localities; on the left side, the data of Pruchna (2010) is presented, in the middle- the data for Wiejca (2013), and on the right sight, the data for Mianocice (2014) is shown



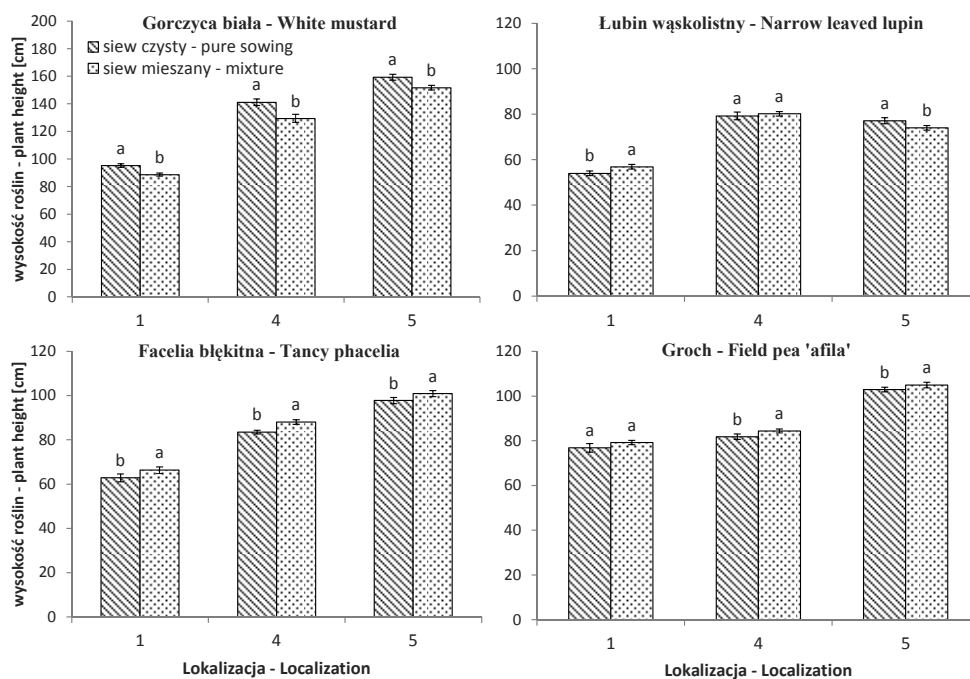
Średnie opatrzone różnymi literami, różnią się istotnie/The means with a different letter differed significantly

Rys. 2. Porównanie dynamiki wzrostu gorzkiego łubinu wąskolistnego i wąskolistnego grochu siewnego w przedziałach tygodniowych, w zależności od sposobu siewu i miejscowości; z lewej dane dla miejscowości Pruchna (2010), w środku dla Wiejca (2013), z prawej dla Mianocice (2014)
 Fig. 2. Comparison of the dynamics of narrow leaved lupin and field pea 'afila' growth at weekly intervals, depending on the method of sowing and the localities; on the left side, the data of Pruchna (2010) is presented, in the middle- the data for Wiejca (2013), and on the right sight, the data for Mianocice (2014) is shown

Na rysunku 2 przedstawiono dynamikę wzrostu gatunków roślin strączkowych, czyli łubinu wąskolistnego i grochu siewnego. Warunki siedliskowe w poszczególnych miejscowościach, a także sposób siewu różnicowały dynamikę wzrostu roślin. Tempo wzrostu i rozwoju roślin grochu siewnego, we wszystkich miejscowościach i latach, było większe niż obserwowane u łubinu wąskolistnego. Groch pastewny w warunkach siewu mieszanego, jako roślina towarzysząca, zdołał zdominować łubin wąskolistny, pod względem wysokości. W fitocenozie mieszanek roślin strączkowych, łubin wąskolistny stanowił efektywną podporę dla grochu. Najlepiej rozwijał się groch pastewny w miejscowości Mianocice (2014), w której rośliny tego gatunku były najwyższe. W tej miejscowości różnica w wysokości roślin obydwu gatunków roślin bobowatych, wyniosła prawie 20 cm, na korzyść grochu pastewnego. Rinnofer i in. [2008], porównywali trójgatunkowe mieszanki, które zestawiono z roślin bobowatych: grochu polnego (peluszką), wyki siewnej i lędźwianu siewnego, lub roślin niemotylkowatych: facelii, rzodkwi oleistej i rzepy ścierniskowej, a także te dwie grupy wysiane w mieszance sześciogatunkowej, który to obiekt traktowano jako porównawczy. Ze względu na tak zestawione mieszanki, nie

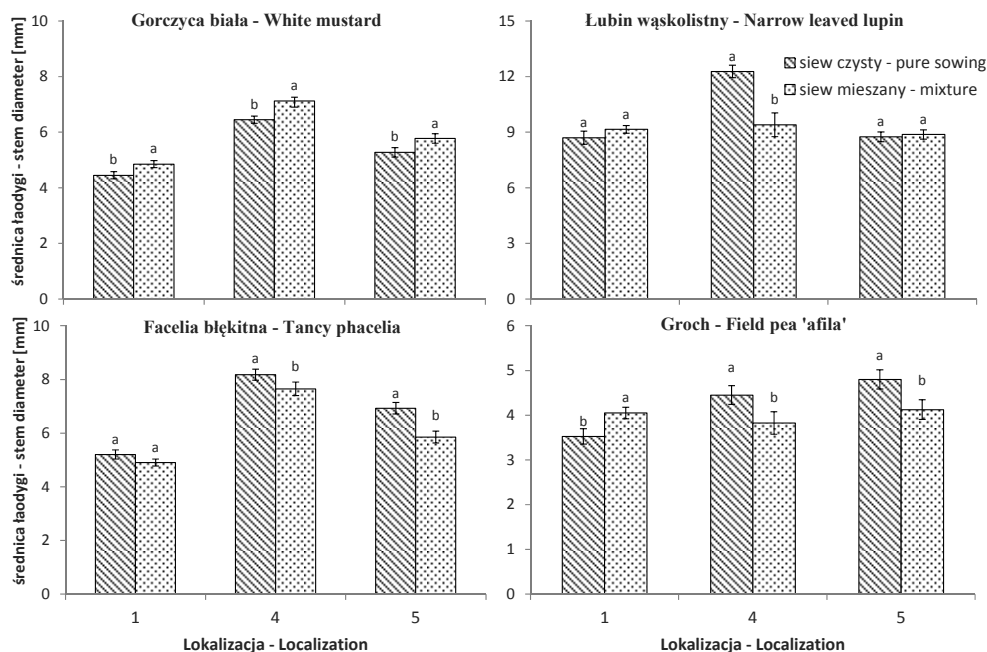
było możliwe podjęcie analizy wzajemnych oddziaływań międzygatunkowych. W tych badaniach poziom plonowania ($t \cdot ha^{-1}$) ukształtował się następująco: mieszanka roślin bobowatych – 3,46, niemotylkowatych – 5,55, a w złożonej z 6-ciu gatunków mieszance – 5,99, natomiast nagromadzenie ($kg \cdot ha^{-1}$) azotu w pod- i nadziemnej biomacie porównywanych trzech obiektów wyniosło odpowiednio: 96; 94 i 141.

Końcowa (w czasie zbioru) wysokość roślin międzyplonu ścierniskowego zależała od gatunku, miejscowości i sposobu siewu (rys. 3). Najwyższe rośliny wykształciła gorczyca biała, zwłaszcza w miejscowości Mianocice (2014). We wszystkich miejscowościach gorczyca biała uprawiana w mieszankach z facelią błękitną była niższa, w porównaniu do siewu czystego. Odwrotnie, w łanie facelii błękitnej rośliny z siewu mieszanego były wyższe, co znamionuje wyrównywanie wysokości roślin gatunków międzyplonów w łanie. W siewie mieszanym rośliny łubinu wąskolistnego charakteryzowały się zróżnicowaną wysokością, co wystąpiło wyraźnie w miejscowości Pruchna (2010). Inaczej sytuacja wyglądała w miejscowości Mianocice (2014), w której rośliny łubinu wąskolistnego z siewu mieszanego były wyraźnie niższe – czyli zdominowane przez uprawę towarzyszącą grochu siewnego. Groch siewny wykształcił rośliny o zbliżonej wysokości



Średnie zaznaczone różnymi literami różnią się istotnie/The means with a different letter differed significantly

Rys. 3. Kształtowanie się wysokości roślin międzyplonu ścierniskowego podczas zbioru w trzech miejscowościach; 1 – Pruchna (2010); 4 – Wiejca (2013) i 5 – Mianocice (2014) w zależności od gatunku i sposobu siewu
Fig. 3. The haring of the length of catch crops during maturity stage in the localities; 1 – Pruchna (2010); 4 – Wiejca (2013) and 5 – Mianocice (2014), depending on the method of sowing and the localities



Średnie zaznaczone różnymi literami różnią się istotnie/The means with a different letter differed significantly

Rys. 4. Porównanie średnicy łodygi głównej gatunków roślin międzyplonowych w trzech miejscowościach; 1 – Pruchna (2010); 4 – Wiejca (2013) i 5 – Mianocice (2014), w zależności od sposobu siewu Fig. 4. Comparison of the stem diameter of the catch crops species in the localities; 1 – Pruchna (2010); 4 – Wiejca (2013) i 5 – Mianocice (2014), depending on the method of sowing and the localities

jak łubin wąskolistny, jedynie w miejscowości Wiejca (2013). W pozostałych miejscowościach (Pruchna i Mianocice), rośliny tego gatunku, uprawianego w siewie mieszanym z łubinem wąskolistnym były wyższe. W mieszankach wysokość roślin gorzycy i łubinu była niższa od wartości tej cechy zmierzonej dla siewu czystego tych gatunków. Tak zachodzące relacje, w odniesieniu do wysokości roślin, pomiędzy gatunkami w czasie wspólnej wegetacji, świadczą o wystąpieniu konwergencji wysokości, wynikającej z mniejszej konkurencji międzygatunkowej, w porównaniu do konkurencji wewnątrzgatunkowej, która ujawnia się w warunkach siewu czystego. Najpełniej to zjawisko rozwojowe, manifestowało się w odniesieniu do gorzycy białej, której niższe rośliny, wykształciły łodygi o zwiększonej średnicy. Masywne rośliny w sposób korzystny kreowały zwiększoną produktywność osobnika, ale też utrudniały rozdrobnienie całych roślin międzyplonu, traktowanych jako zielony nawóz i źródło biogenów dla rośliny następczej. Poza niniejszymi badaniami, przewagę rozwojową międzyplonu ścierniskowego gorzycy białej, nad innymi gatunkami wykazali Brant i in. [2009]. Skutkowało to ograniczeniem rozwoju samosiewów pszenicy ozimej w łanie międzyplonu gorzycy białej oraz facelii.

Porównanie średnicy łodygi roślin międzyplonowych, wykazuje, że ta cecha była determinowana warunkami siedliska danej miejscowości i roku badań, tożsamością systematyczną, a także sposobem siewu (rys. 4). W miejscowości Wiejca (2013), średnica łodyg roślin gatunków mię-

dzyplonu ścierniskowego była większa niż w pozostałych miejscowościach, za wyjątkiem grochu siewnego. Rośliny gorczycy białej rosnące w mieszankach z facelią błękitną, miały łodygi o większej średnicy, natomiast rośliny facelii uprawiane w siewie mieszanym, posiadały cieńsze łodygi. W przypadku roślin strączkowych zróżnicowanie średnicy łodyg było słabsze. Łodygi łubinu wąskolistnego były grubsze niż grochu siewnego. W miejscowości Mianocice (2014) groch rosnący w mieszance, miał znacząco dłuższe łodygi, których średnica była mniejsza.

Bezpośrednie porównanie wartości współczynnika ekwiwalentu terenowego dla gorczycy białej, wskazuje na istotną dominację produkcyjną tej rośliny poplonowej w łanie dwugatunkowej mieszanki międzyplonu ścierniskowego (tab. 1). Szczególnie uwidoczniło się to w miejscowości Mianocice (2014), w której wartość LER dla gorczycy białej była najwyższa (0,84), co dobitnie wskazuje na lepszą zdolność tego gatunku do wykorzystania zasobów siedliska. Łączna wartość LER dla mieszanki gorczycy z facelią wynosząca powyżej 1.0 wskazuje na fakt, że mieszanka jest lepiej plonująca w porównaniu do gatunków składowych w uprawie indywidualnej. W pozostałych miejscowościach mieszanka gorczycy z facelią gorzej wykorzystywała zasoby siedliska.

Tabela 1. Porównanie współczynników ekwiwalentu terenowego (LER) wyliczonych dla siewów czystych lub mieszanych gorczycy białej i facelii (M1) oraz gorzkiego łubinu wąskolistnego i grochu siewnego (M2)

Table 1. Comparison of Land Equivalent Ratio calculated for the species of white mustard and tansy phacelia (M1), and narrow leaved lupin with field pea 'afila' (M2) in pure stand and mixture

Miejscowość Localities	Gorzycza + Facelia White mustard + Tansy phacelia			Łubin + Groch Narrow leaved lupin + Field pea 'afila'		
	gorzycza mustard	facelia phacelia	(M1)	łubin lupin	groch pea	(M2)
Pruchna (2010)	0,61	0,37	0,98	0,39	0,56	0,95
Wiejca (2013)	0,61	0,28	0,89	0,45	0,48	0,93
Mianocice (2014)	0,84	0,26	1,10	0,68	0,55	1,24
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	0,02	0,01	0,02	0,06	0,05	0,09

Dobre warunki troficzne w miejscowości Mianocice (2014) sprawiły, że dwugatunkowa mieszanka złożona z roślin bobowatych, gorzkiego łubinu wąskolistnego i wąsolitsnego grochu pastewnego uzyskała wartość LER na poziomie 1,23. Wysoka wartość współczynnika wynikała z koegzystencji obydwu gatunków w mieszance, a szczególnie łubinu. Groch zachował się nietypowo w porównaniu z facelią, ponieważ był w małym stopniu zdominowany przez roślinę towarzyszącą w mieszance, czyli łubin. W badaniach Tobiasz-Salach i in. [2011] najbardziej dominującymi gatunkami jarych mieszankach zbożowych były owies i jęczmień. LER dwugatunkowej mieszanki pszenicy jarej z owsem wyniósł 1,12; natomiast znacznie wyższy był ten wskaźnik – 1,48 w przypadku owsa nagiego uprawianego w mieszance z jęczmieniem. Zatem pszenica i owies nagi to rośliny uprawne bardzo silnie zdominowane przez rośliny towarzyszące.

Konkurencja międzygatunkowa roślin skutkowałą zmniejszeniem ilości pobieranego azotu przez rośliny, a w konsekwencji zmniejszeniem ilości źródła azotu dla rośliny następczej. Doltra

Tabela 2. Porównanie wskaźnika konkurencji (CR) wyliczonego dla siewów czystych lub mieszanych roślin gorczycy białej i facelii (M1) oraz gorzkiego łubinu wąskolistnego i grochu siewnego (M2)

Table 2. Comparison of competition index (CR) calculated for the species of white mustard and tansy phacelia (M1) and narrow leaved lupin with field pea 'afila' (M2) in pure stand and mixture

Miejscowość Localities	Gorzycza + Facelia White mustard + Tansy phacelia		Łubin + Groch Narrow leaved lupin + Field pea 'afila'	
	gorzycza mustard	facelia phacelia	łubin lupin	groch pea
Pruchna (2010)	1,65	0,60	0,70	1,44
Wiejca (2013)	2,14	0,47	0,95	1,06
Mianocice (2014)	3,18	0,31	1,24	0,81
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	0,13	0,02	0,14	0,11

i Olesen [2013] wskazują że właściwy dobór gatunków do uprawy w międzyplonie (tj. udział roślin strączkowych w mieszance, selekcja gatunkowa / odmianowa pod kątem lepszej adaptacji roślin do siewu w mieszance) może ujawnić potencjał plonotwórczy roślin zbożowych. Oczekiwania rolnicze i środowiskowe skierowane w stronę międzyplonów ścierniskowych są różnorodne, a najlepiej wyrazili je Karlson-Strese i in. [1996], którzy ocenili ponad 1000 form wywodzących się z 134 gatunków, twierdząc, że rośliny międzyplonów powinny odznaczać się następującymi cechami i właściwościami biologiczno-rolniczymi: wolny początkowy wzrost, znaczny wigor w drugiej połowie sezonu wegetacyjnego, odporność na mróz, choroby i szkodniki, brak rozmnażania generatywnego i wegetatywnego w roku siewu.

W tabeli 2 porównano wartości wskaźnika konkurencji roślin dwóch mieszanek zestawionych z gatunków z różnych rodzin botanicznych. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono odmienny układ wyników w miejscowościach. Korzystne warunki troficzne gleby w miejscowości Mianocice (2014), wiążące się z dobrą zawartością przyswajalnych form makropierwiastków w glebie lessowej oraz optymalną ilością opadów w okresie wegetacji międzyplonów, ujawniła się dominacja gorczycy. W pozostałych miejscowościach konkurencja przebiegała z mniejszą intensywnością pomiędzy roślinami. W miejscowościach Pruchna (2010) i Wiejca (2013) woda była czynnikiem warunkującym potencjał konkurencyjny roślin obydwu badanych mieszanek. W przypadku silnej konkurencji łubinu gorzkiego w miejscowości Mianocice (2014) groch ograniczył swoją produktyjność. We wcześniej przeprowadzonych badaniach, Zając i in. [2007] ustalili, że w mieszance dwugatunkowej, złożonej z gorczycy białej i bobiku, to gorzycza okazała się gatunkiem bardziej konkurencyjnym. Ważną konstatacją płynącą z tych badań jest stwierdzenie, że gorzycza biała znajdowała lepsze warunki dla swego rozwoju w mieszankach, z uwagi na jej zwiększoną produktyjność, wpływającą z intensywnego wzrostu roślin tego gatunku w tak stworzonych agrofiteozach. Należy podkreślić fakt, znaczącego ograniczania rozwoju samosiewów zbóż ozimych w łanie tego gatunku międzyplonowego, co wykazali Brant i in. [2009] w odniesieniu do pszenicy ozimej oraz jęczmienia ozimego, udokumentowane przez Zająca i in. [2007].

WNIOSKI

1. Gorczyca biała odznaczała się największą dynamiką wzrostu roślin. Pod względem rozwojowym w mieszankach była gatunkiem dominującym.
2. Groch pastewny w warunkach siewu mieszanego, jako roślina towarzysząca, zdołał zdominować łubin wąskolistny. W fitocenozie mieszanek roślin strączkowych, łubin wąskolistny stanowił efektywną podporę dla grochu.
3. Rośliny gorczycy białej rosnące w mieszankach z facelią błękitną, miały łodygi o większej średnicy, natomiast rośliny facelii uprawiane w siewie mieszanym, posiadały cieńsze łodygi.
4. Bezpośrednie porównanie wartości współczynnika ekwiwalentu terenowego (LER) dla gorczycy białej, wskazuje na istotną dominację produkcyjną tego gatunku w łanie dwugatunkowej mieszanki międzyplonu ścierniskowego.

PIŚMIENNICTWO

- Biskupski A., Sekutowski T.R., Włodek S., Smagacz J., Owsiak Z. 2014. Wpływ międzyplonów oraz różnych technologii uprawy roli na plonowanie kukurydzy. *Inż. Ekol.* 38: 7–16.
- Brant V., Neckář K., Pivec J., Duchoslav M., Holec J., Fuksa P., Venclová V. 2009. Competition of some summer catch crops and volunteer cereals in the areas with limited precipitation. *Plant Soil Environ.* 55(1): 17–24.
- Doltra J., Olesen J.E. 2013. The role of catch crops in the ecological intensification of spring cereals in organic farming under Nordic climate. *Europ. J. Agron.* 44: 98–108.
- Falloon P., Betts R. 2010. Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation – The importance of an integrated approach. *Sci. Total Environ.* 408: 5667–5687.
- Finger R. 2011. Food security: close crop yield gap. *Nature* 480 (Doi:10.1038/480039e).
- Gondek T., Zając T. 2003. Analiza porównawcza zawartości substancji organicznej czarnoziemiu zdegradowanego w zależności od przyoranej masy roślin poplonowych. *Acta Agric. et Silv., Ser. Agraria* 41: 1–12.
- Hauggaard-Nielsen H., Mundus S., Jensen E.S. 2009. Nitrogen dynamics following grain legumes and subsequent catch crops and the effects on succeeding cereal crops. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 84: 281–291.
- Jensen E.S. 1992. The release and fate of nitrogen from catch crop materials decomposing under field conditions. *J. Soil Sci.* 43: 335–345.
- Karlson-Strese E.M., Umaerus M., Rydberg I. 1996. Strategy for catch crop development. I. Hypothetical ideotype and screening of species. *Acta Agric. Scand., Sect. B – Soil Plant Sci.* 46: 106–111.
- 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.
- Korsak-Adamowicz M., Dopka D., Starczewski J., Paluszkiewicz J. 2013. Międzyplony jako narzędzie działań Wspólnej Polityki Rolnej w województwie mazowieckim w latach 2008–2010. *Fragm. Agron.* 30(2): 94–102.
- Mead R., Willey R.W. 1980. The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. *Exp. Agric.* 16: 217–228.
- Olesen J.E., Askegaard M., Rasmussen I.A. 2009. Winter cereal yields as affected by animal manure and green manure in organic arable farming. *Eur. J. Agron.* 30: 119–128.
- Pudelko J., Szukała J. 2007. Międzyplony ozime w siewach bezpośrednich w południowo-wschodnich stanach USA. *Fragm. Agron.* 24(4): 139–144.
- Rinnofner T., Friedel J.K., de Kruijff R., Pietsch G., Freyer B. 2008. Effect of catch crops on N dynamics and following crops in organic farming. *Agron. Sustain. Dev.* 28: 551–558.
- Steiner J. L., Hatfield J.L. 2008. Winds of change: A century of agroclimate research. *Agron. J.* 100: 132–152.

- Stute J.K., Posner J. L. 1993. Legume cover crop options for grain rotation in Wisconsin. *Agron. J.* 85: 1128–1132.
- Thorup-Kristensen K., Magid, J., Jensen, L.S. 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Adv. Agron.* 79: 227–302.
- Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D., Szpunar-Krok E. 2011. Ocena produktywności i wzajemnego oddziaływania zbóż jarych uprawianych w mieszankach. *Fragm. Agron.* 28(4): 116–122.
- Wadas W. 1997. Plonotwórcze działanie nawozów zielonych i słomy w uprawie warzyw. *Frag. Agron.* 14(3): 63–71.
- Wilczewski E. 2004. Wpływ sposobu nawożenia na plon biomasy roślin niemotylikowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(1): 139–148.
- Willey R.W., Rao M.R. 1980. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Exp. Agric.* 16: 117–125.
- Zając T. 2006. Znaczenie nawozowe międzyplonów w uprawie pszenicy. *Post. Nauk Rol.* 3: 9–23.
- Zając 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.
- Zając 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. KLIMEK-KOPYRA, R. MAZUREK, A. OLEKSY, B. KULIG, M. HENNIG

**COMPARISON OF PRODUCTIVE AND DEVELOPING REACTION
OF CATCH CROPS DEPENDING ON SPECIES AND WAY OF SOWING
PART II. GROWTH AND COMPETITION**

Summary

Field experiments with catch crop cultivation was carried out in the following localities and years: Pruchna – 2010, Wiejca – 2013 and Mianocice – 2014. At weekly intervals, the growth dynamic of four species: white mustard, tansy phacelia, blue lupine bitter, pea, sown in pure and mixed, was compared. White mustard in terms of development in the mixture with phacelia was the dominant species. White mustard reached the flowering stage in the 5th week of the growing season, regardless of the localities. Other species of catch crops develop more slowly, because the flowering stage was reached in the 8th weeks of the growing season. The diameter of the plant stem depended on the conditions of the habitat, localities and year of the study, the characteristics of species, as well as comparable methods of sowing – pure or mixed. The intensity of interspecific competition in the catch crops canopy varied depending on the localities of the experiments set up. The total value of LER to the mixture with phacelia and lupine bean, reached to over 1.0 only in Mianocice, indicating that the mixture yielded better compared to species grown in pure stand.

Key words: growth dynamic, plant length, high convergence, plant competition

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print:* 17.07.2017

Do cytowania – *For citation*

Zając T., Klimek-Kopyra A., Mazurek R., Oleksy A., Kulig B., Hennig M. 2017. Porównanie reakcji produkcyjno-rozwojowej roślin międzyplonu ścierniskowego w zależności od gatunku i sposobu siewu. Cz. II. Wzrost i konkurencja. *Fragm. Agron.* 34(3): 142–152