

REAKCJA JĘCZMIENIA JAREGO ORAZ WSIEWEK KONICZYNY PERSKIEJ I SERADELI NA NAWOŻENIE AZOTEM

PIOTR SOBKOWICZ, AGNIESZKA LEJMAN

Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

piotr.sobkowiak@up.wroc.pl

Synopsis. W pracy przedstawiono wyniki badań uzyskane na podstawie przeprowadzonego w latach 2005–2007 doświadczenia wazonowego, w którym oceniano wpływ wsiewek koniczyny perskiej, seradeli, mieszanki obu motylkowych oraz trzech poziomów nawożenia azotem – 0; 0,5; 1 g N-wazon⁻¹ na wydajność jęczmienia jarego. Glebę stanowiła mada rzeczna właściwa lekka. Wilgotność gleby w wazonach była stała i wynosiła 60% połowej pojemności wodnej. Nawożenie azotem spowodowało istotny wzrost plonu jęczmienia. Koniczyna perska i mieszanka motylkowych reagowały obniżeniem plonów biomasy na zwiększenie dawki N. Uprawa z wsiewkami spowodowała istotne obniżenie plonu ziarna jęczmienia w porównaniu do plonu zboża uprawianego w siewie czystym. Największy spadek wydajności zaobserwowano w przypadku uprawy jęczmienia z koniczyną perską a najmniejszy z seradela. Niezależnie od dawki N, koniczyna perska wytworzyła większą biomasa niż seradela i mieszanka tych gatunków.

Słowa kluczowe – *key words*: jęczmień jary – *spring barley*, rośliny motylkowe – *legumes*, roślina ochronna – *companion crop*, wsiewka – *undersown crop*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*

WSTĘP

Rośliny motylkowe, jako wsiewki obecność w uprawach zawdzięczają swoim zaletom. Wsiewane w rośliny zbożowe niwelują w znacznym stopniu skutki częstego następstwa zbóż po sobie, jak również ograniczają zachwaszczenie w łanie [Hiltbrunner i in. 2007, Płaza i Ceglarek 2008, Wanic i in. 2004], zmniejszają porażenie chorobami [Moszczyńska i Płaskowska 2005]. Wsiewki wpływają również na skład chemiczny ziarna. Płaza [2004] wykazała zwiększenie zawartość azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu w ziarnie jęczmienia jarego. W literaturze spotkać można się z sprzecznymi wynikami, co do wpływu wsiewek na plonowanie roślin zbożowych. Niektórzy autorzy udowodnili niższe plonowanie jęczmienia jarego uprawianego z roślinami motylkowymi w stosunku do siewów czystych [Kuraszkiewicz 2004, Płaza i Ceglarek 2003, Wanic i in. 2006]. Odmienne spostrzeżenia co do wysokości plonów mieli Maciejewicz-Ryś i in. [1997]. Wyżej wymienieni autorzy wykazali pozytywny wpływ wsiewki seradeli na zwiększenie plonu owsa. W innych badaniach notowano większe plonowanie rośliny ochronnej tylko wtedy, gdy wsiewkę stanowiła mieszanka rośliny motylkowej i trawy [Płaza i Ceglarek 2004]. Nawożenie azotem jest czynnikiem warunkującym dobre plonowanie zbóż. Odmienne sytuacja ma jednak miejsce w przypadku uprawy wsiewek roślin motylkowych. Zwiększanie nawożenia azotem powoduje zmniejszenie ich obsady i w konsekwencji plonu [Andrzejewska i Ignaczak 1996, Szukała i in. 1993].

Celem pracy była ocena wzajemnego oddziaływania: jęczmienia jarego, jako rośliny ochronnej oraz wsiewek koniczyny perskiej i seradeli na wybrane cechy roślin i plony, przy zróżnicowanym nawożeniu azotem.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie wazonowe, 2-czynnikowe założone metodą serii niezależnych w 4 powtórzeniach przeprowadzono w latach 2005–2007 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. W doświadczeniu zastosowano 48 wazonów typu Wagnera o średnicy 22 cm, które zostały wypełnione 10 kg powietrznie suchej gleby należącej do klasy bonitacyjnej IVa, kompleksu żytniego dobrego (mada rzeczna właściwa lekka). Pierwszym czynnikiem doświadczenia był sposób uprawy gatunków: jęczmień w siewie czystym ($12 \text{ roślin} \cdot \text{wazon}^{-1}$), jęczmień + koniczyna perska ($12+12 \text{ roślin} \cdot \text{wazon}^{-1}$), jęczmień + seradela siewna ($12+12 \text{ roślin} \cdot \text{wazon}^{-1}$), jęczmień + koniczyna perska + seradela siewna ($12+6+6 \text{ roślin} \cdot \text{wazon}^{-1}$). Drugim czynnikiem było nawożenie azotem: 0; 0,5; 1 g N·wazon⁻¹ w formie wodnego roztworu saletry amonowej 34%. Pierwszą dawkę (0,5 g) zastosowano w fazie krzewienia jęczmienia, a drugą w fazie krzewienia (0,5 g) i pierwszego kolanka (0,5 g). Nawożenie fosforem (superfosfat potrójny 46%) i potasem (sól potasowa 60%) w dawce 0,8 g P₂O₅ i 0,8 g K₂O na wazon zastosowano w czasie wypełniania wazonów glebą. Wazono umieszczono w zadaszonej części hali vegetacyjnej. W doświadczeniu utrzymywano stałą wilgotność gleby wynoszącą 60% polowej pojemności wodnej.

Zbiór jęczmienia i wsiewek dokonano w okresie dojrzałości pełnej rośliny zbożowej, poprzez wyrywanie roślin z każdego wazonu. W doświadczeniu oznaczono wysokość roślin jęczmienia w fazie krzewienia, drugiego kolanka i dojrzałości pełnej. W dwóch pierwszych fazach pomiaru dokonywano do końca najwyższego liścia po jego rozwinięciu a w ostatnim okresie do końca kłosa (bez ości) na najwyższym źdźbłę. W okresie dojrzałości pełnej oznaczono długość kłosa, krzewienie całkowite i produkcyjne, masę 1000 ziarn, wydajności ziarna z kłosa oraz plon ziarna i słomy z wazonu. W przypadku wsiewek oznaczano wysokość roślin, liczbę rozgałęzień pierwszego rzędu, oraz po wysuszeniu w warunkach szklarniowych plon biomasy (powietrznie suchej masy roślin) z wazonu. Oznaczeń dokonywano na podstawie wszystkich roślin z każdego wazonu. Wyniki opracowano statystycznie, metodą analizy wariancji przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI BADAŃ

Wzrastające dawki azotu istotnie wpływały na wysokość roślin jęczmienia jarego począwszy od fazy drugiego kolanka (tab. 1). Jednak niezależnie od sposobu uprawy zboża istotny wzrost długości roślin odnotowano tylko w przypadku zastosowania pierwszej dawki N. Istotna interakcja czynników doświadczenia pokazuje, że tylko jęczmień uprawiany w siewie czystym dodatnio zareagował na najwyższą dawkę azotu. W fazie dojrzałości pełnej wysokość rośliny zbożowej była determinowana przez kolejne dawki azotu, po zastosowaniu których odnotowano istotne wydłużenie roślin odpowiednio o 40,0 i 48,8% w porównaniu do wysokości roślin z obiektu bez nawożenia.

Sposób uprawy istotnie różnicował wysokość roślin jęczmienia jarego w każdej fazie rozwojowej (rys. 1). W okresie krzewienia oraz w fazie drugiego kolanka zboże uprawiane z wsiewkami charakteryzowało się istotnie dłuższymi źdźbłami w stosunku do roślin jęczmienia uprawianego w siewie czystym. W tej pierwszej fazie rozwojowej jęczmień uprawiany z wsiewką seradeli był o 2,2% wyższy od zboża pochodzącego z uprawy z wsiewką koniczyny, natomiast w fazie drugiego kolanka uprawa jęczmienia z motylkowymi nie różnicowała istotnie badanej cechy. W fazie dojrzałości pełnej w stosunku do jęczmienia uprawianego w siewie czystym oraz z wsiewką seradeli istotnie wyższymi roślinami charakteryzował się jęczmień uprawiany

Tabela 1. Wysokość roślin jęczmienia w zależności od gatunku wsiewki i nawożenia azotem, w cm (średnia z lat 2005–2007)

Table 1. Height of barley plants as affected by undersown species and nitrogen fertilization, in cm (mean for 2005–2007)

Obiekt <i>Treatment</i>	Drugie kolanko <i>Second node</i>			Dojrzałość pełna <i>Full maturity</i>		
	nawożenie azotem g N·wazon ⁻¹ <i>nitrogen fertilization g N·pot⁻¹</i>					
	0	0,5	1	0	0,5	1
Jęczmień <i>Barley</i>	28,2	45,9	47,3	39,5	55,4	60,2
Jęczmień+koniczyna perska <i>Barley+persian clover</i>	30,6	47,7	47,5	40,8	57,4	60,9
Jęczmień+seradela <i>Barley+serradella</i>	30,6	46,8	47,5	40,0	55,9	58,5
Jęczmień+mieszanka* <i>Barley+mixture</i>	29,9	47,9	47,9	40,4	56,6	59,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,5			r.n.		
Średnio – Mean	29,8	47,1	47,6	40,2	56,3	59,8
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,8			1,0		

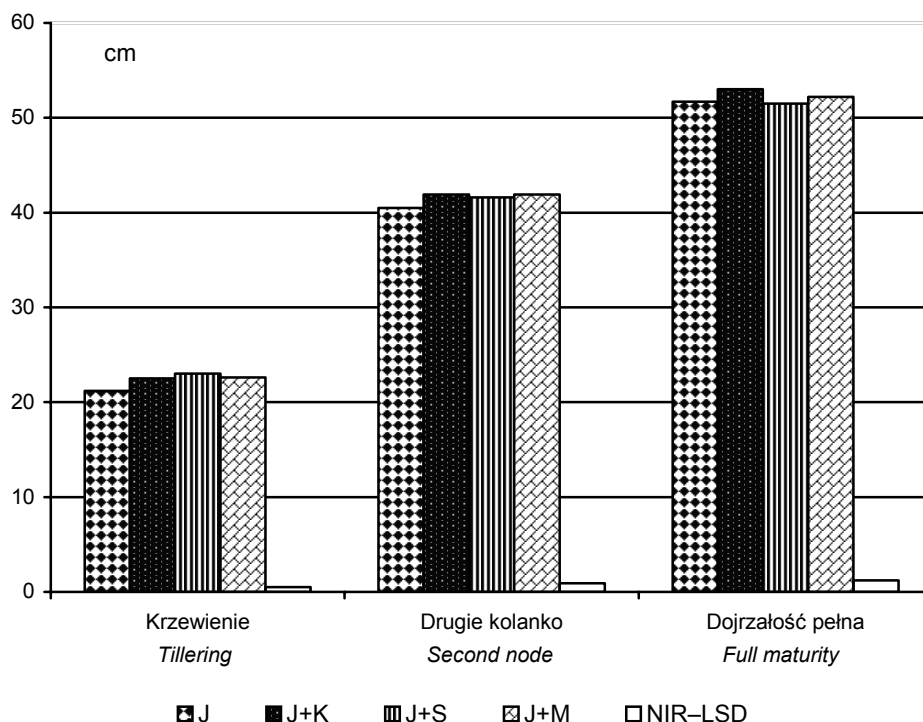
* – mieszanka: koniczyna perska + seradela – *mixture: persian clover + serradella*

r.n. – różnica nieistotna – *non significant difference*

z wsiewką koniczyny perskiej. Jęczmień uprawiany z mieszanką motylkowych nie różnił się istotnie wysokością od zboża z pozostałych upraw.

Zastosowanie kolejnych dawek azotu powodowało istotny wzrost krzewienia całkowitego jęczmienia odpowiednio o 193 i 247% w stosunku do krzewienia zboża na obiekcie nienawożonym (tab. 2). Zboże uprawiane w siewie czystym charakteryzowało się największym krzewieniem całkowitym. Istotnie mniejszą liczbą źdźbeł z rośliny odznaczał się jęczmień uprawiany z wsiewkami. Największy spadek krzewienia zanotowano w przypadku uprawy zboża z wsiewkami jednogatunkowymi.

Dawki azotu 0,5 g i 1 g N·wazon⁻¹ spowodowały również istotne zwiększanie liczby źdźbeł produkcyjnych zboża o odpowiednio 233 i 325% w porównaniu z krzewieniem jęczmienia z obiektu nienawożonego. Uprawa jęczmienia z wsiewkami nie wpłynęła istotnie na krzewistość produkcyjną. Stwierdzono natomiast interakcję czynników doświadczenia w odniesieniu do badanej cechy. Biorąc pod uwagę poszczególne poziomy nawożenia istotne różnice w krzewieniu produkcyjnym zboża uprawianego w siewie czystym lub z wsiewkami stwierdzono tylko na obiekcie z najwyższą dawką N. Największą liczbą źdźbeł odznaczały się rośliny zbożowe uprawiane w siewie czystym. Istotnie mniejszym krzewieniem produkcyjnym charakteryzował się jęczmień uprawiany z wsiewką seradeli i koniczyny perskiej.



J – jęczmień – *barley*, K – koniczyna perska – *persian clover*
 S – seradela – *serradella*, M – mieszanka motylkowych – *mixture of legumes*

Rys. 1. Wysokość roślin jęczmienia (średnia z lat 2005–2007)
 Fig. 1. Height of barley plants (mean for 2005–2007)

Najdłuższym kłosem charakteryzował się jęczmień, pod który zastosowano dawkę 1 g N na wazon (tab. 3). Natomiast oceniając długości kłosa w zależności od sposobu siewu, istotnie krótszym kłosem niż w siewie czystym charakteryzowała się roślina zbożowa uprawiana z wsiewką koniczyny perskiej. Jęczmień z wsiewką seradeli i mieszanką motylkowych cechował się taką samą długością kłosa, nieistotnie różną od długości kłosa zboża uprawianego w siewie jednogatunkowym.

Nawożenie azotem zwiększyło masę 1000 ziarn jęczmienia jarego, ale istotną różnicę w stosunku do tego parametru zboża z siewu czystego stwierdzono po zastosowaniu drugiej dawki tego makroelementu. Roślina zbożowa uprawiana z wsiewką koniczyny perskiej oraz mieszanką roślin motylkowych charakteryzowała się istotnie mniejszą masą tysiąca ziaren w stosunku do jęczmienia pochodzącego z siewu czystego. Zboże uprawiane z koniczyną perską charakteryzowało się istotnie mniejszą masą 1000 ziarn niż jęczmień uprawiany z pozostałymi wsiewkami. Interakcja czynników miała istotny wpływ na badaną cechę. Dawka 0,5 N zwiększyła masę 1000 ziarn jęczmienia uprawianego z koniczyną, a w odniesieniu do zboża pochodzącego z pozostałych zasiewów cecha ta nie była istotnie różnicowana przez nawożenie azotem.

Tabela 2. Krzewienie jęczmienia w zależności od gatunku wsiewki i nawożenia azotem (średnia z lat 2005–2007)

Table 2. Tillering of barley as affected by undersown species and nitrogen fertilization (mean for 2005–2007)

Obiekt <i>Treatment</i>	Krzewienie całkowite <i>Total tillering</i>				Krzewienie produkcyjne <i>Productive tillering</i>			
	nawożenie azotem g N·wazon ⁻¹ <i>nitrogen fertilization g N·pot⁻¹</i>							
	0	0,5	1	średnio <i>mean</i>	0	0,5	1	średnio <i>mean</i>
Jęczmień <i>Barley</i>	1,5	4,5	5,4	3,8	1,1	4,0	5,3	3,5
Jęczmień+koniczyna perska <i>Barley+persian clover</i>	1,4	4,4	5,1	3,6	1,2	4,0	4,8	3,3
Jęczmień+seradela <i>Barley+serradella</i>	1,5	4,3	5,1	3,6	1,2	4,0	5,0	3,4
Jęczmień+mieszanka <i>Barley+mixture</i>	1,4	4,3	5,3	3,7	1,1	4,0	5,1	3,4
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.			0,1	0,3			r.n.
Średnio – Mean	1,5	4,4	5,2	–	1,2	4,0	5,1	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,1			–	0,1			–

r.n. – różnica nieistotna – *non significant difference*

Dawki azotu 0,5 g i 1 g N na wazon spowodowały wzrost liczby ziarn w kłosie odpowiednio o 13,4 i 32,3% w stosunku do liczby ziarn w kłosie jęczmienia z obiektu nienawożonego. Uprawa jęczmienia z wsiewkami jednogatunkowymi powodowała istotne zmniejszenie liczby ziarn w kłosie rośliny zbożowej w stosunku do liczby ziaren jęczmienia uprawianego w siewie czystym. Natomiast zboże uprawiane z wsiewkami charakteryzowało się zbliżonymi wartościami badanej cechy. Interakcja czynników wpłynęła istotnie na liczbę ziarn z kłosa jęczmienia jarego. W przypadku uprawy jęczmienia w siewie czystym oraz z mieszanką roślin motylkowych wraz z kolejnymi dawkami N odnotowano istotny wzrost wartości badanej cechy. Natomiast liczba ziarn w kłosie jęczmienia uprawianego z wsiewką koniczyny lub seradeli zwiększała się istotnie dopiero po zastosowaniu drugiej dawki azotu.

Zastosowanie kolejnych dawek N powodowało istotny wzrost masy ziarna z kłosa jęczmienia odpowiednio o 14,5 i 37,1% w stosunku do masy ziarna z kłosa zboża z obiektu nienawożonego. Sposób siewu także różnicował badaną cechę. Największą masą ziarna z kłosa charakteryzował się jęczmień uprawiany w siewie czystym. Istotnie mniejszą masą odznaczał się ziarno tego zboża w uprawie z wsiewkami roślin motylkowych. Masa ziarna z kłosa jęczmienia uprawianego z seradela oraz z mieszanką roślin motylkowych była zbliżona. Natomiast masa ziarna z kłosa zboża uprawianego z koniczyną perską była istotnie mniejsza.

Tabela 3. Wybrane cechy jęczmienia w zależności od gatunku wsiewki i nawożenia azotem (średnia z lat 2005–2007)
 Table 3. Selected traits of barley as affected by undersown species and nitrogen fertilization (mean for 2005–2007)

Obiekt <i>Treatment</i>	Długość kłosa – <i>Ear length</i> (cm)			Masa 1000 ziaren <i>Weight of 1000 grains</i> (g)			Liczba ziaren w kłosie <i>Number of grains per ear</i>			Masa ziarna z kłosa <i>Grain weight per ear</i> (g)		
	średnio <i>mean</i>			średnio <i>mean</i>			średnio <i>mean</i>			średnio <i>mean</i>		
	0	0,5	1	0	0,5	1	0	0,5	1	0	0,5	1
Jęczmień <i>Barley</i>	4,8	5,8	6,7	52,8	50,7	55,2	13,2	15,3	17,2	0,71	0,77	0,95
Jęczmień+koniczyna perska <i>Barley+persian clover</i>	4,4	5,3	6,1	43,7	49,8	46,4	12,5	13,8	16,6	0,56	0,66	0,77
Jęczmień+seradela <i>Barley+serradella</i>	4,8	5,8	6,6	48,8	50,9	51,2	12,5	13,5	16,9	0,62	0,71	0,86
Jęczmień+mieszanka <i>Barley+mixture</i>	4,5	5,9	6,7	46,4	47,0	49,7	12,7	15,0	16,6	0,60	0,70	0,82
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.		0,5	4,9		2,9	1,5		0,9	r.n.		0,04
Średnio – Mean	4,7	5,7	6,5	47,9	49,6	50,6	12,7	14,4	16,8	0,62	0,71	0,85
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,4		–	2,5		–	0,7		–	0,03		–

r.n. – różnica nieistotna – non significant difference

Tabela 4. Plon jęczmienia w g N·wazon⁻¹ (średnia z lat 2005–2007)
 Table 4. Yield of barley in g N·pot⁻¹ (mean for 2005–2007)

Obiekt <i>Treatment</i>	Ziarno – Grain				Słoma – Straw				Indeks zbioru – Harvest index			
	nawożenie azotem g N·wazon ⁻¹ – nitrogen fertilization g N·pot ⁻¹											
	0	0,5	1	średnio mean	0	0,5	1	średnio mean	0	0,5	1	średnio mean
Jęczmień <i>Barley</i>	9,7	37,3	59,9	35,6	13,3	39,1	51,3	34,5	0,44	0,49	0,54	0,49
Jęczmień+koniczyna perska <i>Barley+persian clover</i>	7,7	31,5	44,3	27,8	11,2	35,5	42,9	29,8	0,41	0,47	0,51	0,46
Jęczmień+seradela <i>Barley+serradella</i>	8,8	34,5	52,1	31,8	12,4	36,8	44,8	31,3	0,42	0,48	0,54	0,48
Jęczmień+mieszanka <i>Barley+mixture</i>	7,9	33,6	50,3	30,6	10,8	36,0	48,0	31,6	0,43	0,48	0,51	0,47
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	3,5			2,1	3,8			2,2	r.n.			0,02
Średnio – Mean	8,5	34,2	51,7	–	11,9	36,9	46,8	–	0,43	0,48	0,52	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,8			–	1,9			–	0,01			–

r.n. – różnica nieistotna – non significant difference

Nawożenie azotem bardzo silnie wpłynęło na plon ziarna jęczmienia jarego (tab. 4). Po zastosowaniu 0,5 g N·wazon⁻¹ i 1,0 g N·wazon⁻¹ plon wzrósł odpowiednio o 302 i 508% w stosunku do plonu stwierdzonego na obiekcie nienawożonym. Najwyższy plon ziarna odnotowano z jęczmienia uprawianego w siewie czystym. Uprawa z wsiewkami spowodowała istotne obniżenie plonu ziarna jęczmienia, największe w przypadku koniczyny perskiej (o 28,1%). Plon ziarna jęczmienia wysiewanego z tym gatunkiem rośliny motylkowej był równocześnie istotnie mniejszy od plonu zboża uprawianego z pozostałymi wsiewkami. Interakcja czynników badanych pokazuje, że różnice między plonami wzrastały w miarę zwiększania nawożenia azotem.

W przeprowadzonym doświadczeniu odnotowano istotny wzrost plonu słomy pod wpływem kolejnych dawek N. Najkorzystniejsza okazała się uprawa jęczmienia w siewie czystym. Nie odnotowano natomiast istotnej różnicy w wydajności słomy jęczmienia uprawianego z poszczególnymi gatunkami wsiewek. W wyniku interakcji czynników doświadczenia stwierdzono, że na obiekcie z największą dawką N/wazon plon słomy jęczmienia w zasiewie jednogatunkowym był istotnie większy od plonu słomy zboża uprawianego z koniczyną i seradelą a nie różnił się od plonu jęczmienia uprawianego z mieszanką motylkowych.

W porównaniu do indeksu zbioru jęczmienia stwierdzonego na obiekcie bez nawożenia azotem, w doświadczeniu odnotowano zwiększenie wartości tej cechy o 11,6 i 20,9% po zastosowaniu kolejnych dawek azotu. Jęczmień uprawiany z wsiewką koniczyny perskiej oraz z mieszanką wsiewek koniczyny perskiej i seradeli charakteryzował się istotnie mniejszą wartością indeksu od zboża z zasiewu czystego.

Zastosowane nawożenie azotem powodowało obniżenie plonu biomasy wsiewek (tab. 5). Niezależnie od gatunku wsiewki, po zastosowaniu pierwszej dawki azotu odnotowano istotny spadek plonu ich biomasy z wazonu, o 18,9%. Druga dawka N nie spowodowała dalszego

Tabela 5. Plon biomasy (powietrznie sucha masa) wsiewek w g N·wazon⁻¹ (średnia z lat 2005–2007)
Table 5. Biomass yield (aerial dry weight) of undersown species in g N·pot⁻¹ (mean for 2005–2007)

Obiekt <i>Treatment</i>	Nawożenie azotem g N·wazon ⁻¹ <i>Nitrogen fertilization g N·pot⁻¹</i>			Średnio <i>Mean</i>
	0	0,5	1	
Jęczmień+koniczyna perska <i>Barley+persian clover</i>	68,7	52,2	50,9	57,3
Jęczmień+seradela <i>Barley+serradella</i>	35,9	33,9	33,4	34,4
Jęczmień+mieszanka <i>Barley+mixture</i>	62,9	49,5	40,9	51,1
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	10,7			6,2
Średnio – Mean	55,8	45,2	41,7	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	6,2			

r.n. – różnica nieistotna – *not significant difference*

statystycznie udowodnionego zmniejszenia plonu. Koniczyna perska jako wsiewka wytworzyła istotnie większą (o 66,6%) biomasa niż seradela i o 12,1% większą niż mieszanka motylkowych. Interakcja badanych czynników wykazała, że mieszanka motylkowych i koniczyna

perska zareagowały istotnym spadkiem plonu biomasy po zastosowaniu pierwszej dawki N. Nawożenie azotem nie miało wpływu na plon biomasy seradeli.

Nawożenie azotem jak i sposób siewu nie wpłynęły istotnie na wysokość roślin koniczyny perskiej (tab. 6). Zastosowanie dawki N 0,5 g·wazon⁻¹ spowodowało istotne obniżenie liczby rozgałęzień pierwszego rzędu koniczyny perskiej natomiast nie obserwowano wpływu sposobu uprawy koniczyny na tą cechę. Interakcja badanych czynników wykazała, że uprawa koniczyny w mieszance z seradelą nawożoną mniejszą dawką N powodowała istotny spadek liczby rozgałęzień, czego nie stwierdzono na obiekcie, na którym gatunek ten był samodzielną wsiewką w jęczmień.

Tabela 6. Wybrane cechy koniczyny perskiej i seradeli (średnia z lat 2005–2007)

Table 6. Selected traits of persian clover and serradella (mean for 2005–2007)

Obiekt <i>Treatment</i>	Wysokość roślin – <i>Plant height</i> (cm)				Liczba rozgałęzień 1-rzędu <i>Number of main branches</i> <i>per plant</i>			
	nawożenie azotem g N·wazon ⁻¹ <i>nitrogen fertilization g N·pot⁻¹</i>							
	0	0,5	1,0	średnio <i>mean</i>	0	0,5	1,0	średnio <i>mean</i>
<i>koniczyna perska – persian clover</i>								
Jęczmień+koniczyna perska <i>Barley+persian clover</i>	101	103	105	103	7,3	7,2	7,5	7,3
Jęczmień+mieszanka <i>Barley+mixture</i>	102	104	100	102	8,4	6,9	6,7	7,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.			r.n.	1,3			r.n.
Średnio – <i>Mean</i>	102	104	103	–	7,9	7,1	7,1	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.				0,9			
<i>seradela – serradella</i>								
Jęczmień+seradela <i>Barley+serradella</i>	75,0	84,2	86,9	82,0	3,0	2,6	2,6	2,7
Jęczmień+mieszanka <i>Barley+mixture</i>	72,8	80,7	81,3	78,3	2,2	2,7	2,2	2,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.			4,8	0,6			0,3
Średnio – <i>Mean</i>	73,9	82,4	84,1	–	2,6	2,6	2,4	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	5,9				r.n.			

r.n. – różnica nieistotna – *non significant difference*

W doświadczeniu stwierdzono wyższe rośliny seradeli po zastosowaniu pierwszej dawki N, o 11,5% w stosunku do roślin nienawożonych. Sposób uprawy nie wpłynął na wysokość roślin tego gatunku. W przeciwieństwie do koniczyny, nie obserwowano istotnego wpływu wzrastającego nawożenia azotem na liczbę rozgałęzień pierwszego rzędu seradeli. Uprawa tego gatunku

w mieszance wsiewek powodowała istotne zmniejszenie liczby rozgałęzień (o 14,8%). Na ilość rozgałęzień wpłynęły przede wszystkim istotne różnice stwierdzone na obiekcie bez nawożenia azotem.

DYSKUSJA

Nawożenie azotem wpłynęło istotnie, lecz w odmienny sposób na plon badanych roślin. Wzrastająca dawka N spowodowała wzrost plonu jęczmienia, natomiast wsiewki z wyjątkiem seradeli zareagowały obniżeniem plonu biomasy po zastosowaniu 0,5 g N-wazon⁻¹. Podobne wyniki otrzymali Szukała i in. [1993], Andrzejewska i Ignaczak [1996] w doświadczeniach z wsiewkami motylkowymi w zboża ozime. Tendencję spadkową plonu biomasy seradeli jako wsiewki w żyto i pszenżyto ozime pod wpływem zwiększającego się nawożenia azotem wykazała również Andrzejewska [1993].

W przeprowadzonym doświadczeniu dawki N powodowały wzrost plonu ziarna jęczmienia jarego. Natomiast Zając i Witkowiec [1999] w warunkach doświadczeń polowych nie wykazali istotnego wpływu nawożenia azotem na plon jęczmienia jarego uprawianego w siewie czystym i z wsiewkami. Dodatnią zależność pomiędzy wzrostem dawki N a plonem żyta na zielonkę uprawianego z wsiewką seradeli zauważyli Szukała i in. [1993].

Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ metody siewu na plonowanie jęczmienia jarego. Gatunek ten plonował istotnie wyżej w siewie czystym niż uprawiany z wsiewkami. Podobne wyniki odnotowano w doświadczeniu przeprowadzonym przez Wanic i in. [2006]. Autorzy ci uzyskali istotnie mniejszy plon jęczmienia jarego uprawianego z wsiewką koniczyny czerwonej w stosunku do tego zboża uprawianego w siewie czystym. Odmiennie rezultaty otrzymali Płaza i Ceglarek [2003, 2004] oraz Känkänen i Eriksson [2007]. Według tych autorów wsiewki motylkowe nie różnicowały plonu ziarna jęczmienia lub obniżały go tylko w niewielkim stopniu. Podobne obserwacje zanotowała Andrzejewska [1993], dotyczące wpływu wsiewki seradeli na plonowanie żyta ozimego na zielonkę oraz pszenżyta ozimego na ziarno. Z kolei w badaniach przeprowadzonych przez Jasiewicz i in. [1995] plon roślin zbożowych zależał od gatunku wsiewanej rośliny motylkowej. W doświadczeniu tych autorów seradela powodowała spadek plonu pszenżyta, natomiast wpływała korzystnie na plon zarówno ziarna, jak i słomy owsa. Natomiast wsiewka koniczyny czerwonej powodowała obniżenie plonu pszenicy jarej. Maciejewicz-Ryś i in. [1997] dowiedli dodatniego wpływu wsiewki seradeli na plon owsa, ale tylko w przypadku uprawy tej mieszanki na glebie lekkiej. Natomiast na glebie ciężkiej wpływ wsiewki motylkowej nie ujawnił się. Wydaje się, że w badaniach własnych negatywny wpływ wsiewek na plony jęczmienia był spowodowany ich bujnym wzrostem (wsiewki przerosły zboże) i ich silną presją konkurencyjną na roślinę ochronną. Dużą konkurencyjność koniczyny perskiej w porównaniu z innymi koniczynami potwierdzają badania Hollandera i in. [2007a, 2007b].

W badaniach własnych otrzymano istotnie niższy plon biomasy wsiewki seradeli w stosunku do plonów koniczyny perskiej oraz mieszanki motylkowych. Takiej zależności nie odnotowali Kuraszkiewicz i Pałys [2002], według których plon biomasy seradeli był wysoki i zbliżony do wydajności innych wsiewanych roślin motylkowych. Odmiennie rezultaty mogły być spowodowane wykazaniem przez autorów gorszym bilansem wodnym gleby. Tymczasem w badaniach własnych czynnik wodny nie był limitowany.

Uzyskane wyniki badań własnych oraz innych autorów wskazują na niejednakowy wpływ wsiewek na plonowanie zbóż. Jest to w dużej mierze zależne od układu czynników siedliskowych wpływających na oddziaływanie pomiędzy rośliną ochronną a gatunkiem wsiewki.

WNIOSKI

1. Wsiewki koniczyny perskiej i seradeli w jęczmień jary spowodowały spadek plonu ziarna. Silniejszy niekorzystny wpływ na plon zboża zwiększający się wraz ze wzrostem dawki N miała koniczyna perska, a słabiej na jęczmień oddziaływała seradela.
2. Spośród badanych gatunków wsiewek koniczyna perska spowodowała największe zmniejszenie masy tysiąca ziaren oraz masy ziarna z kłosa jęczmienia.
3. Zastosowane nawożenie azotem spowodowało zmniejszenie plonu biomasy wsiewek koniczyny perskiej i mieszanki tego gatunku z seradela, natomiast seradela nie reagowała na dawkę N.
4. Najbardziej wydajną wsiewką niezależnie od nawożenia azotem rosnącą w jęczmieniu była koniczyna perska.

PIŚMIENNICTWO

- Andrzejewska J. 1993. Wsiewki poplonowe seradeli w pszenżyto i żyto ozime uprawiane w monokulturze. Cz. I. Plony ziarna i słomy zbóż. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz 181, Rol. 33: 61–70
- Andrzejewska J., Ignaczak S. 1996. Wsiewki poplonowe seradeli w pszenżyto i żyto ozime uprawiane w monokulturze. Cz. III. Rozwój, plony i skład chemiczny seradeli. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz 195, Rol. 37: 31–39.
- Hiltbrunner J., Jeanneret P., Liedgens M., Stamp P., Streit B. 2007. Response of weed communities to legume living mulches in winter wheat. *J. Agron. Crop. Sci.* 193: 93–102.
- Jasiewicz C., Zajac T., Sendor R., Witkowicz R. 1995. Oddziaływanie wsiewek na plon i skład chemiczny roślin ochronnych uprawianych w różnych warunkach siedliska. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 421a: 151–161.
- Hollander N., Bastiaans L., Kropff M. 2007a. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design. I. Characteristics of several clover species. *Eur. J. Agron.* 26: 92–103.
- Hollander N., Bastiaans L., Kropff M. 2007b. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design. II. Competitive ability of several clover species. *Eur. J. Agron.* 26: 104–112.
- Känkänen H., Eriksson C. 2007. Effects of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley. *Eur. J. Agron.* 27: 25–34.
- Kuraszkiewicz R. 2004. Następczy wpływ wsiewek międzyplonowych na plonowanie jęczmienia jarego na glebie lekkiej. *Ann. UMCS, Sec. E Agric.* 59: 1815–1821.
- Kuraszkiewicz R., Pałys E. 2002. Wpływ roślin ochronnych na plon masy nadziemnej wsiewek międzyplonowych. *Ann. UMCS, Sec. E Agric.* 57: 105–112.
- Maciejewicz-Ryś J., Pisulewska E., Witkowicz R. 1997. Skład i wartość odżywcza białka owsa nagoziarnistego w zależności od gleby i wprowadzenia wsiewki seradeli. *Acta Agr. Silv., Ser. Agr.* 35: 73–83.
- Moszczyńska E., Płaskowska E. 2005. Ocena zdrowotności pszenicy ozimej uprawianej tradycyjnie, w siewie bezpośrednim oraz w siewie bezpośrednim z wsiewką koniczyny białej. *Acta Agrobot.* 58(2): 277–286.
- Plaża A. 2004. Wpływ wsiewki międzyplonowej i warunków pogodowych na plonowanie i jakość ziarna jęczmienia jarego Cz. II. Zawartość makroelementów w ziarnie jęczmienia jarego. Zesz. Nauk. AP Siedlce, Rol. 65: 43–49.
- Plaża A., Ceglarek F. 2003. Badania nad uprawą wsiewek motylkowatych z trawami w warunkach rolnictwa proekologicznego. Cz. I. Plonowanie i skład botaniczny wsiewek wsiewanych w jęczmień jary uprawiany na zieloną masę. *Pam. Puł.* 133: 157–165.
- Plaża A., Ceglarek F. 2004. Wpływ wsiewki międzyplonowej i warunków pogodowych na plonowanie i jakość ziarna jęczmienia jarego. Cz. I. Plonowanie jęczmienia jarego. Zesz. Nauk. AP Siedlce, Rol. 65: 33–41.

- Plaza A., Ceglarek F. 2008. Wpływ wsiewek na zachwaszczenie jęczmienia jarego. *Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin* 48(4): 1463–1465.
- Szukała J., Rybak H., Małecka I. 1993. Wpływ sposobu uprawy seradeli na plon i wartość siewną nasion. *Rocz. AR Poznań* 247, Rol. 42: 79–90.
- Wanic M., Kostrzevska M.K., Jastrzębska M., Brzezin G.M. 2004. Rola wsiewek międzyplonowych w regulacji zachwaszczenia jęczmienia jarego w płodozmianach zbożowych. *Fragm. Agron.* 21(1): 85–100.
- Wanic M., Majchrzak B., Waleryś Z. 2006. Wsiewka międzyplonowa a plonowanie i choroby podstawy źdźbła jęczmienia jarego w wybranych stanowiskach. *Fragm. Agron.* 23(2): 149–161.
- Zajac T., Witkowicz R. 1999. Produkcyjność jęczmienia jarego i wartość ochronna dla koniczyny czerwonej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. *Ujęcie syntetyczne. Zesz. Nauk. AR Kraków* 347, Sesja Nauk. 62: 385–396.

P. SOBKOWICZ, A. LEJMAN

RESPONSE OF SPRING BARLEY AND UNDERSOWN PERSIAN CLOVER AND COMMON SERRADELLA TO NITROGEN FERTILIZATION

Summary

In pot experiment conducted in 2005–2007, persian clover, common serradella and their mixture were sown together with spring barley at three levels of nitrogen fertilization – 0, 0.5; 1 g N·pot.⁻¹ Pots were filled with alluvial sandy soil. Soil moisture was kept constant during whole season at 60% of field water capacity. Twelve plants of barley were grown in each pot in pure stand or with twelve plants of each legume. Mixture of legumes comprised six plants of persian clover and six plants of common serradella. Nitrogen rates were applied at tillering stage of barley (0.5 g) and at second node of barley (0.5 g). Plant height, ear length, yield and its components were determined for barley. Biomass yield, plant height and number of branches per plant were measured for legumes. Nitrogen fertilization increased yield of barley. Biomass yield of interseeded serradella was unaffected by N rate, while biomass yield of persian clover and mixture of the two legumes was decreased. Interseeded legumes reduced grain yield of barley. The highest decrease was observed when barley was grown with persian clover and the lowest when grown with serradella. Irrespective of N rates, during growth with barley, persian clover produced the highest yield of biomass among interseeded crops.