

*Piotr Sobkowicz
Katedra Kształtowania Agroekosystemów
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

POBIERANIE I WYKORZYSTANIE AZOTU W UPRAWIE JĘCZMIENIA JAREGO Z WSIEWKĄ KONICZYNY PERSKIEJ I SERADELI

Streszczenie

W latach 2005-2007 przeprowadzono doświadczenie wazonowe, w celu zbadania reakcji jęczmienia jarego oraz wsiewek: koniczyny perskiej, seradeli i mieszanki obu motylkowych na zróżnicowane nawożenie azotowe: 0, 0,5 i 1 g N na wazon. W wazonach utrzymywano stałą wilgotność gleby, wynoszącą 60% polowej pojemności wodnej. Uprawa jęczmienia z koniczyną perską przyczyniła się do zwiększenia ilości azotu w ziarnie. Oddziaływania konkurencyjne wsiewek spowodowały zmniejszenie pobrania azotu z plonem ziarna. Efektywność wykorzystania pobranego azotu na produkcję plonu ziarna jęczmienia (NUE) była największa przy uprawie z seradelą.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, wsiewka, koniczyna perska, seradela, nawożenie azotowe

Wprowadzenie

Uprawa zbóż z wsiewkami roślin motylkowych jest jedną z metod stosowanych w rolnictwie zrównoważonym. Rolą wsiewek jest symbioza z bakteriami brodawkowymi i pozyskiwanie azotu do układu zboże – wsiewka, co m. in. obniża konkurencję między komponentami o azot glebowy i nawozowy. Wyniki dotyczące wpływu wsiewek na plonowanie zbóż nie są zgodne. Wanic i in. [2006] wykazała niższe plonowanie jęczmienia jarego z wsiewką koniczyny czerwonej niż tego uprawianego w siewie czystym. W innych badaniach wpływ wsiewek na plon ziarna jęczmienia jarego okazał się nieistotny [Wanic i in. 2004]. Pisulewska i Zajac [1997] oraz Zajac i in. [1995] wykazali większe plonowanie pszenicy i owsa, uprawianych z wsiewką koniczyny czerwonej niż w siewie czystym oraz pozytywny wpływ koniczyny na zawartość białka w ziarnie. Pisulewska i Zajac [1997] podkreślają, że na taki rezultat wpływ miał rozkład opadów oraz warunki glebowe. Klima [1997] stwierdził większy plon owsa uprawianego bez wsiewki i większą zawartość białka w ziarnie, niż przy uprawie z wsiewką. Stosował on jednak różną ilość wysiewu owsa i różne nawożenie azotowe na tych dwóch obiektach. Wspomniane doświadczenia przeprowadzono w warunkach polowych, w zróżni-

cowanych warunkach glebowych i atmosferycznych i przy innej agrotechnice. Brak jest doświadczeń przeprowadzonych w warunkach kontrolowanych, które bardziej jednoznacznie określiłyby wpływ oddziaływań między zbożem a wsiewkami.

Celem pracy było zbadanie, jak uprawa jęczmienia jarego z wsiewką koniczyny perskiej i seradeli przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym wpływa na pobieranie azotu przez gatunki oraz na wykorzystanie tego składnika przez jęczmień w warunkach kontrolowanych.

Metodyka i materiały badawcze

Doświadczenie wazonowe przeprowadzono w latach 2005-2007 w zadaszonej hali wegetacyjnej Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Swojec, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Do doświadczenia użyto glebę lekką o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego, zaliczaną do klasy bonitacyjnej IVa, kompleksu żytniego dobrego. Wazonny typ Wagnera wypełniano 10 kg powietrznie suchej masy gleby.

Pierwszym czynnikiem doświadczenia był sposób uprawy jęczmienia jarego. Zboże uprawiano w siewie czystym w liczbie 12 roślin na wazon oraz z dodatkiem wsiewek koniczyny perskiej, seradeli i mieszanki obu motylkowych. Liczba roślin każdej wsiewki wynosiła 12 szt. na wazon. W przypadku wsiewanej mieszanki motylkowych udział roślin obu gatunków był jednakowy (6 + 6 szt. na wazon).

Drugim czynnikiem było nawożenie azotowe, wynoszące w przeliczeniu na czysty składnik: 0, 0,5 g i 1 g N na wazon. Doświadczenie zakładano metodą serii niezależnych w czterech powtórzeniach. Na obiektach nawożonych stosowano dawkę azotu 0,5 g N na wazon w fazie krzewienia jęczmienia, a w fazie pierwszego kolanka na obiekcie z nawożeniem najwyższym zastosowano drugą dawkę N (0,5 g N na wazon). Azot zastosowano w formie saletry amonowej rozpuszczonej w wodzie. Nawożenie fosforowe i potasowe wynosiło 0,8 g P₂O₅ oraz 0,8 g K₂O na wazon. Superfosfat potrójny i sól potasową wymieszano z glebą w czasie zakładania doświadczenia. W wazonach utrzymywano stałą wilgotność gleby, wynoszącą 60% polowej pojemności wodnej.

Po zebraniu nadziemnej masy roślin w okresie dojrzałości pełnej jęczmienia, w próbach średnich obiektowych ziarna, słomy oraz biomasy wsiewek oznaczono zawartość azotu metodą Kjeldahla. Zawartość azotu w biomasy roślin jęczmienia wyliczono jako średnią ważoną zawartość azotu w ziarnie i słomie. Pobranie azotu określono mnożąc plon z każdego wazonu (ziarna, biomasy jęczmienia, biomasy wsiewek) przez średnią obiektową zawartość azotu (w ziarnie, biomasy jęczmienia, biomasy wsiewek). Indeks żniwny azotu (NHI – *nitrogen harvest index*) obliczono jako stosunek pobranego

azotu z plonem ziarna do pobranego azotu z plonem biomasy jęczmienia i wyrażono w procentach. Wykorzystanie pobranego azotu na produkcję plonu ziarna jęczmienia (NUE – *nitrogen utilization efficiency*) obliczono jako stosunek plonu ziarna do całkowitej ilości pobranego azotu z plonem biomasy jęczmienia z wazonu. Oba wskaźniki liczono według Delogu i in. [1998]. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji przy poziomie istotności $\alpha = 0,01$. Plony jęczmienia i wsiewek zostaną zamieszczone w innej pracy (praca w przygotowaniu).

Omówienie wyników badań i dyskusja

Zwiększenie nawożenia N do 1 g na wazon zwiększyło koncentrację azotu w ziarnie i biomase jęczmienia (tab. 1). W stosunku do koncentracji azotu w ziarnie jęczmienia w siewie czystym, uprawa tego zboża z koniczyną perską spowodowała zwiększenie zawartości azotu. Na takim rezultacie zawżyła duża koncentracja N w ziarnie na obiekcie z wsiewką koniczyny i dawką nawożenia 1 g N na wazon. Zastosowanie seradeli jako wsiewki prowadziło natomiast do obniżenia koncentracji azotu w ziarnie zboża. Zróżnicowany wpływ wsiewek motylkowych na zawartość azotu w ziarnie zbóż notowali także Jasiewicz i in. [1995]. Maciejewicz-Ryś i in. [1997] stwierdziła nieznaczne zmniejszenie zawartości białka w ziarnie owsa nagiego pod wpływem uprawy z wsiewką seradeli.

Tabela 1. Zawartość azotu w roślinach jęczmienia (% s.m.)

Table 1. Nitrogen content in the barley plants (% d.m)

Obiekt	Nawożenie azotowe g N/wazon			Średnio
	0	0,5	1	
ziarno				
Jęczmień	1,51	1,27	1,42	1,40
Jęczmień + koniczyna perska	1,39	1,38	1,73	1,50
Jęczmień + seradela	1,31	1,22	1,46	1,33
Jęczmień + koniczyna + seradela	1,34	1,30	1,57	1,40
Średnio	1,39	1,29	1,55	
biomasa				
Jęczmień	0,88	0,79	0,94	0,87
Jęczmień + koniczyna perska	0,77	0,84	1,12	0,91
Jęczmień + seradela	0,73	0,78	0,99	0,83
Jęczmień + koniczyna + seradela	0,78	0,81	1,01	0,87
Średnio	0,79	0,81	1,01	

Źródło: Obliczenia własne autora

Wzrost nawożenia azotowego powodował istotne zwiększenie pobierania azotu z plonem ziarna i biomasy jęczmienia z wazonu (tab. 2). W stosunku do wynosu azotu z plonem na obiekcie bez nawożenia azotowego, zastosowanie dawki 0,5 g N na wazon zwiększyło pobranie N ponad 3.krotnie, a po nawożeniu maksymalną dawką tego składnika ponad 6.krotnie.

W przypadku drugiego czynnika doświadczenia, oddziaływania konkurencyjne koniczyny perskiej i seradeli spowodowały istotne zmniejszenie pobrania azotu z plonem ziarna i biomasy jęczmienia, przy czym wpływ rodzaju zastosowanej wsiewki nie okazał się istotny. Nie zgadza się to z badaniami innych autorów, którzy obserwowali zwiększenie plonu białka zbóż pod wpływem uprawy z wsiewkami roślin motylkowych [Maciejewska-Ryś i in. 1997; Pisulewska, Zając 1997; Płaza, Ceglarek 2004]. Zając i Witkowicz [1997] stwierdzili spadek plonu białka jęczmienia pod wpływem wsiewki koniczyny czerwonej w roku mokrym, czyli w warunkach do pewnego stopnia przypominających warunki wodne badań własnych.

Tabela 2. Pobranie azotu z plonem jęczmienia (g N na wazon)
Table 2. Nitrogen uptake with the barley yield (g N per pot)

Obiekt	Nawożenie azotowe g N na wazon			Średnio
	0	0,5	1	
ziarno				
Jęczmień	0,15	0,47	0,85	0,49
Jęczmień + koniczyna perska	0,11	0,43	0,76	0,43
Jęczmień + seradela	0,12	0,42	0,76	0,43
Jęczmień + koniczyna + seradela	0,11	0,44	0,79	0,44
NIR _{0,01}		r.n.		0,03
Średnio	0,12	0,44	0,79	
NIR _{0,01}		0,03		
biomasa				
Jęczmień	0,20	0,61	1,06	0,62
Jęczmień + koniczyna perska	0,15	0,57	0,98	0,56
Jęczmień + seradela	0,16	0,56	0,96	0,56
Jęczmień + koniczyna + seradela	0,15	0,57	1,00	0,57
NIR _{0,01}		r.n.		0,04
Średnio	0,16	0,58	1,00	
NIR _{0,01}		0,03		

Źródło: Obliczenia własne autora

Wartość indeksu żniwnego azotu (NHI) zwiększała się istotnie wraz z rosnącą dawką nawożenia azotowego (tab. 3). W stosunku do wartości indeksu na obiekcie, na którym nie stosowano nawożenia azotowego, pośrednia dawka nawożenia azotowego spowodowała zwiększenie wartości wskaźnika o 3,2%, a maksymalna dawka N o 6,1%. W innych badaniach zaobserwowano zmniejszanie indeksu żniwnego azotu zbóż wraz ze zwiększającą się dawką N [Delogu i in. 1998; Sobkowicz, Śniady 2004]. Uprawa jęczmienia z wsiewką koniczyny perskiej oraz z mieszanką motylkowych obniżyła wartość NHI, natomiast zastosowanie seradeli jako wsiewki nie miało wpływu na efektywność gromadzenia azotu w plonie ziarna jęczmienia. Rozpatrując wyłącznie uprawę jęczmienia z wsiewkami, nie stwierdzono istotnych różnic w wartości NHI.

Tabela 3. Wskaźniki wykorzystania azotu przez jęczmień
Table 3. Indices of nitrogen efficiency in the barley plants

Obiekt	Nawożenie azotowe g N na wazon			Średnio
	0	0,5	1	
NHI (%)				
Jęczmień	73,2	77,4	80,5	77,0
Jęczmień + koniczyna perska	72,9	76,1	78,0	75,7
Jęczmień + seradela	74,8	75,1	79,2	76,3
Jęczmień + koniczyna + seradela	71,7	76,6	79,0	75,7
NIR _{0,01}		2,0		1,2
Średnio	73,1	76,3	79,2	
NIR _{0,01}		1,0		
NUE				
Jęczmień	48,7	60,9	56,6	55,4
Jęczmień + koniczyna perska	52,5	55,4	45,3	51,1
Jęczmień + seradela	56,4	61,3	54,1	57,3
Jęczmień + koniczyna + seradela	53,2	59,2	50,2	54,2
NIR _{0,01}		1,5		0,9
Średnio	52,7	59,2	51,6	
NIR _{0,01}		0,7		

Źródło: Obliczenia własne autora

Jak pokazuje interakcja czynników badanych, na obiekcie z siewem czystym zboża oraz przy uprawie jęczmienia z mieszanką wsiewek, każda dawka N istotnie zwiększała wartość NHI. Efektywność wykorzystania pobranego azotu na produkcję plonu ziarna jęczmienia (NUE) była największa po zastosowaniu dawki N 0,5 g na wazon. Zastosowanie 1 g N na wazon było najmniej plonotwórcze. Istotnie efektywniej jęczmień wykorzystywał pobrany azot na produkcję plonu ziarna, gdy był uprawiany z wsiewką seradeli, niż gdy był uprawiany z koniczyną perską, mieszanką wsiewek lub w siewie czystym. Istotnie gorszym niż na wszystkich pozostałych obiektach wykorzystaniem pobranego azotu charakteryzowało się to zboże, gdy było uprawiane z koniczyną perską.

Interakcja czynników doświadczenia pokazuje duże zróżnicowanie NUE dla poszczególnych form uprawy jęczmienia w zależności od dawki N. Jęczmień w siewie czystym charakteryzował się najmniejszą wartością tego wskaźnika, gdy nie stosowano nawożenia azotowego, natomiast gdy był uprawiany z koniczyną perską, najmniejszą wartość NUE zanotowano przy maksymalnej dawce N. Wyniki badań własnych są częściowo zgodne z danymi Sobkowicza i Śniadego [2004]. Obserwowali oni zmniejszanie się wartości NUE pszenżyta jarego w uprawie z rośliną wiążącą azot, którą był bobik wraz ze zwiększaniem nawożenia N.

Dawka nawożenia azotowego oraz sposób uprawy wsiewek miały relatywnie mały wpływ na koncentrację azotu w gatunkach motylkowych (tab. 4). Andrzejewska i Ignaczak [1996] notowali niewielki wzrost zawartości azotu w roślinach seradeli wsiewanej w zboża pod wpływem nawożenia tym składnikiem.

Tabela 4. Zawartość azotu w roślinach motylkowych (% s.m.)
Table 4. Nitrogen content in papilionaceous plants (% d.m.)

Obiekt	Nawożenie azotowe g N na wazon			Średnio
	0	0,5	1	
koniczyna perska				
Jęczmień + koniczyna perska	1,59	1,72	1,76	1,69
Jęczmień + koniczyna + seradela	1,76	1,81	1,57	1,71
Średnio	1,67	1,77	1,67	
seradela				
Jęczmień + seradela	1,96	1,82	1,92	1,90
Jęczmień + koniczyna + seradela	1,80	1,79	1,69	1,76
Średnio	1,88	1,81	1,80	

Źródło: Obliczenia własne autora

Wsiewki, w ujęciu średnim, negatywnie reagowały na nawożenie azotowe, zmniejszając pobranie tego składnika z plonem (tab. 5). W stosunku do obiektu bez nawożenia, dawka 0,5 g N na wazon spowodowała pobranie azotu mniejsze o 21,3%. Dalsze zwiększenie dawki azotu nie powodowało istotnego zmniejszenia pobrania tego składnika. Pobranie azotu z plonem biomasy seradeli było najmniejsze wśród wsiewek, natomiast nie stwierdzono istotnej różnicy między pobraniem azotu z plonem koniczyny perskiej i mieszanki wsiewek. Wynos azotu z plonem seradeli nie różnił się istotnie w zależności od zastosowanego nawożenia tym składnikiem. W przypadku mieszanki wsiewek każda dawka N istotnie zmniejszała pobranie N z biomasa.

Tabela 5. Pobranie azotu z plonem biomasy wsiewek (g na wazon)
Table 5. Nitrogen uptake with biomass yield of undersown plants (g N per pot)

Obiekt	Nawożenie azotowe g N na wazon			Średnio
	0	0,5	1	
Jęczmień + koniczyna perska	1,26	0,95	0,93	1,05
Jęczmień + seradela	0,77	0,64	0,67	0,69
Jęczmień + koniczyna + seradela	1,22	0,95	0,70	0,96
NIR _{0,01}		0,21		0,12
Średnio	1,08	0,85	0,77	
NIR _{0,01}		0,12		

Źródło: Obliczenia własne autora

Wnioski

1. Zwiększenie nawożenia azotowego wpłynęło na zwiększenie pobierania tego składnika z plonem jęczmienia i ograniczenie pobierania azotu z plonem wsiewek.
2. W stosunku do uprawy w siewie czystym, wprowadzenie wsiewek spowodowało zmniejszenie pobierania azotu przez jęczmień.
3. Wykorzystanie pobranego azotu na produkcję plonu ziarna (NUE) było większe, gdy zboże rosło z wsiewką seradeli, niż gdy było uprawiane z koniczyną perską, mieszanką motylkowych lub w siewie czystym.
4. Pobranie azotu z plonem biomasy seradeli było najmniejsze spośród zastosowanych rodzajów wsiewek.

Bibliografia

Andrzejewska J., Ignaczak S. 1996. Wsiewki poplonowe seradeli w pszenżyto i żyto ozime uprawiane w monokulturze. Część III. Rozwój, plony i skład chemiczny seradeli. Zeszyty Naukowe ATR Bydgoszcz, 137, Rol. 37, s. 31-41

Delogu G., Cattivelli L., Pecchioni N., De Falcis D., Maggiore T., Stanca A. M. 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. Eur. J. Agron., 9, s. 11-20

Jasiewicz C., Zając T., Sendor R., Witkowicz R. Oddziaływanie wsiewek na plon i skład chemiczny roślin ochronnych uprawianych w różnych warunkach siedliska. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 421a, s. 151-161

Klima K. 1999. Plonowanie i glebochronność owsa uprawianego w siewie czystym oraz z dwoma rodzajami wsiewek. Żywność 1(18) Supl., s. 69-76

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, s. 73-83

Pisulewska E., Zając T. 1997. Porównanie plonu zawartości oraz składu aminokwasowego białka w ziarnie pszenżyta jarego w zależności od współrzędnie uprawianej rośliny motylkowatej. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 175, Rolnictwo 65, s. 325-333

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. Akad. Podl. Siedlce, Ser. Rol. 65, s. 33-41

Sobkowicz P., Śniady R. 2004. Nitrogen uptake and its efficiency in triticale (*Triticosecale* Witt.) – field beans (*Vicia faba* var. *minor* L.) intercrop. Plant Soil Environ., 50(11), s. 500-506

Wanic M., Kostrzewska M. K. 2004. Rola wsiewek międzyplonowych w regulacji zachwaszczenia jęczmienia jarego w płodozmianach zbożowych. Fragm. Agron., 1(81), s. 85-102

Wanic M., Majchrzak B., Walerys Z. 2006. Wsiewka międzyplonowa a plonowanie i choroby podstawy źdźbła jęczmienia jarego w wybranych stanowiskach. *Fragm. Agron.*, 2(90), s. 149-161

Zajac T., Pisulewska E., Witkowicz R., Lorenc-Kozik A. 1995. Agronomic Aspects of growing spring grain crops with undersown plants. *Fragm. Agron.*, 2(46), s. 212-213

Zajac T., Witkowicz R. 1997. Porównanie wartości ochronnej zbóż jarych i bobiku dla koniczyny czerwonej. Część I. Wartość ochronna i produkcyjność zbóż jarych i bobiku. *Acta Agr. Silv. Ser. Agr.*, 35, s. 121-132