

WPLYW ODMIANY I NAWOŻENIA AZOTEM NA PLONOWANIE JĘCZMIENIA OZIMEGO

KAZIMIERZ NOWOROLNIK, DANUTA LESZCZYŃSKA, TADEUSZ DWORAKOWSKI, ALICJA SULEK

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

knoworolnik@iung.pulawy.pl

Synopsis. W doświadczeniach przeprowadzonych w północno-wschodnim rejonie Polski (w 3 miejscowościach) w latach 2005–2007 badano wpływ nawożenia azotem: 0, 35, 70 i 120 kg N·ha⁻¹ na plonowanie odmian jęczmienia ozimego (Bażant, Lomerit). Stwierdzono istotny wzrost plonu ziarna obu odmian do dawki N – 70 kg·ha⁻¹. Był on efektem zwiększenia liczby kłosów na jednostce powierzchni. Zróżnicowanie masy 1000 ziaren było niewielkie. Zawartość białka w ziarnie i plon białka badanych odmian wzrastały wraz ze zwiększaniem dawki azotu do 105 kg·ha⁻¹.

Słowa kluczowe – key words: jęczmień ozimy – *winter barley*, odmiany – *cultivars*, dawki azotu – *nitrogen rates*, plon ziarna – *grain yield*, plon białka – *protein yield*, efektywność nawożenia azotem – *nitrogen efficiency*

WSTĘP

Jęczmień jest głównym zbożem wykorzystywanym na cele paszowe. W Polsce jego ozima forma jest uprawiana na powierzchni około 6-krotnie mniejszej niż forma jara, odwrotnie jak w krajach Europy Zachodniej. Zaletą jęczmienia ozimego jest wysoka potencjalna plenność, mała podatność na suszę wiosenną i wczesne schodzenie z pola, ułatwiające organizację prac polowych. Przyczyną małej popularności tego gatunku w Polsce i Europie Wschodniej jest słaba zimotrwałość, ograniczająca jego uprawę do rejonów z łagodniejszą zimą [Noworolnik 1992a, Szewcow i in. 2007]. Wyhodowanie ostatnio bardziej zimotrwałych odmian (zwłaszcza Bażant, a ponadto Lomerit) stwarza możliwości rozszerzenia uprawy jęczmienia ozimego także w najzimniejszym u nas rejonie północno-wschodnim [Najewski 2006].

Jednym z najważniejszych czynników plonotwórczych w uprawie jęczmienia jest nawożenie azotem, które jednocześnie zwiększa plon ziarna (do pewnej granicy) i zawartość białka w ziarnie [Farack i in. 1987, Harris i in. 1987, Malesevic 1995, Nasalski i in. 2004, Noworolnik 1992a, 1992b, 1992c]. Dodatni wpływ nawożenia azotem na plon ziarna wiąże się ze zwiększaniem rozkrzewienia produkcyjnego roślin, a zróżnicowanie cech produkcyjności kłosa pod wpływem dawki azotu jest niewielkie [Akten i Akkaya 1989, Jensen 1996, Noworolnik 1992c, Noworolnik i Pecio 1990]. Zakres wzrostu plonu ziarna i zawartości białka w ziarnie jęczmienia zależy od właściwości odmianowych. Silniej na wzrastające dawki azotu reagują odmiany słabiej krzewiące się i odporniejsze na wyleganie [Górny 2001, Leszczyńska i Noworolnik 2007, Noworolnik 1992b, 1992c].

W hipotezie roboczej zakładano, że odmiany te dobrze przezimują i wydadzą dość wysokie plony w danym rejonie oraz będą reagowały istotnym wzrostem plonu białka na wzrastający poziom nawożenia N do 105 kg·ha⁻¹. Celem badań było określenie wielkości plonu ziarna i plonu

białka odmian jęczmienia ozimego Bażant i Lomerit w warunkach województwa podlaskiego, w zależności od dawki azotu.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2005–2007 przeprowadzono doświadczenia polowe z jęczmieniem ozimym w 3 miejscowościach (Rajgród, Śniadowo, Dąbrowa Białostocka), w ramach doświadczalnictwa terenowego Podlaskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Szepietowie, na glebach kompleksu pszennego dobrego i żytniego bardzo dobrego. Czynnikiem doświadczenia były odmiany: Bażant i Lomerit oraz poziom nawożenia azotem: 0, 35, 70 i 105 kg·ha⁻¹. Doświadczenia zakładano metodą losowanych podbloków, w 4 powtórzeniach (powierzchnia poletka – 30 m²), w stanowisku po pszenicy. Jęczmień wysiewano w terminie 10–20 września. Gęstość siewu wynosiła 370 ziaren·m⁻². Nawożenie mineralne stosowano w ilości: P – 30 i K – 70 kg·ha⁻¹ przed siewem, a azot po ruszeniu wegetacji wiosną (30 % dawek N – 70 i 105 kg·ha⁻¹ stosowano w fazie strzelania w źdźbło jako druga część).

Określono stopień przezimowania i wylegania roślin, liczbę kłosów na m², plon ziarna, masę 1000 ziaren, zawartość białka w ziarnie (metodą Kjeldahla) i obliczono plon białka. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, przy pomocy półprzedziałów ufności Tukeya. Określono efektywność poszczególnych dawek azotu w zakresie plonu ziarna i plonu białka. W tym celu wyliczono stosunek przyrostu plonu ziarna i białka w kg na danej dawce N w porównaniu z niższą dawką N do różnicy zastosowanych kg N na ha między tymi dawkami.

WYNIKI

We wszystkich punktach doświadczalnych obserwowano dobre przezimowanie jęczmienia. Sprzyjała temu gruba powierzchnia śniegu występująca w okresach większych mrozów. Niższe plonowanie jęczmienia w 2007 roku (tab. 1), mimo łagodnej zimy w tym roku było spowodowane częściowym uszkodzeniem rozhartowanych już roślin przez wczesno-wiosenne przymrozki.

Stwierdzono dodatni wpływ nawożenia azotem na plonowanie obu odmian jęczmienia ozimego. Każdego roku badań wystąpił istotny wzrost plonu ziarna przy dawce N – 35 kg·ha⁻¹, a dalszy wzrost po nawożeniu N – 70 kg·ha⁻¹ w latach 2006, 2007 i średnio w wieloleciu (tab. 1). Plon ziarna przy dawce 105 kg·ha⁻¹ był podobny jak po nawożeniu N – 70 kg·ha⁻¹.

Odmiana Lomerit wykazała istotnie wyższy plon ziarna od odmiany Bażant w latach 2005, 2006 i średnio w wieloleciu. Istotność współdziałania odmian z dawką N stwierdzono tylko w 2007 r.; odmiana Lomerit plonowała wyżej przy dawce N – 105 kg·ha⁻¹ niż przy dawce N – 70 kg·ha⁻¹, natomiast plony odmiany Bażant przy tych dawkach były podobne (tab. 1). Wyliczone równania regresji między dawką azotu a plonem ziarna odmian (Bażant: $y = 4,397 + 0,019x - 0,00018x^2$, Lomerit: $y = 4,405 + 0,034x - 0,00020x^2$) wskazują, że dla odmiany Bażant optymalna dawka N wynosiła 74 kg·ha⁻¹, a dla odmiany Lomerit 73 kg·ha⁻¹. Nie stwierdzono współdziałania badanych czynników z miejscowościami.

W miarę zwiększania dawki N wzrastała istotnie liczba kłosów na jednostce powierzchni obu odmian jęczmienia ozimego w każdym roku badań (tab. 2). Obserwowano tendencję do lepszego zwarcia łanu odmiany Lomerit w stosunku do odmiany Bażant. Odmiana Lomerit charakteryzowała się także wyższą masą 1000 ziaren. Zmniejszanie się dorodności ziarna jęczmienia pod wpływem zwiększania dawek azotu miało charakter tendencji.

Tabela 1. Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) odmian jęczmienia ozimego w latach 2005–2007 (średnio z 3 miejscowości)Table 1. The effect of nitrogen fertilization on grain yield ($t \cdot ha^{-1}$) of winter barley cultivars in the years 2005–2007 (mean of 3 sites)

Odmiana Cultivar	Dawka azotu Nitrogen rate ($kg N \cdot ha^{-1}$)	2005	2006	2007	Średnio – Mean 2005–2007
Bazant	0	4,71	5,02	3,49	4,41
	35	5,90	6,06	3,97	5,32
	70	6,07	6,54	4,28	5,63
	105	6,08	6,58	4,32	5,66
	średnio – mean	5,69	6,05	4,02	5,25
Lomerit	0	4,95	5,17	3,18	4,43
	35	6,16	6,62	3,71	5,50
	70	6,51	7,16	4,02	5,93
	105	6,32	7,01	4,46	5,92
	średnio – mean	5,99	6,49	3,86	5,47
Średnio Mean	0	4,83	5,10	3,34	4,42
	35	6,03	6,34	3,83	5,41
	70	6,29	6,85	4,15	5,78
	105	6,20	6,80	4,39	5,79
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}				
– odmiany – cultivars		0,25	0,35	r.n.	0,20
– dawki N – N rates		0,30	0,29	0,23	0,22
– interakcja – interaction		r.n.	r.n.	0,31	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Obie odmiany reagowały istotnym zwiększaniem zawartości białka w ziarnie pod wpływem wzrastającego poziomu nawożenia N do $105 kg \cdot ha^{-1}$. Nie wystąpiło istotne zróżnicowanie zawartości białka w ziarnie między badanymi odmianami (tab. 2). Plon białka w ziarnie jęczmienia ozimego wyraźnie zależał od dawki azotu (tab. 3). Wzrastał on istotnie w miarę zwiększania dawki azotu do $105 kg \cdot ha^{-1}$. Odmiany nie różniły się plonem białka i nie stwierdzono też ich współdziałania z nawożeniem azotowym pod względem tej cechy.

Uzyskano bardzo dużą efektywność nawożenia dawką N – $35 kg \cdot ha^{-1}$ zarówno pod względem plonu ziarna, jak i plonu białka, a także dość dużą efektywność dawki N – $70 kg \cdot ha^{-1}$ (tab. 4). Większa efektywność nawożenia tymi dawkami wystąpiła w przypadku odmiany Lomerit. Dawka N – $105 kg \cdot ha^{-1}$ okazała się efektywna tylko w aspekcie plonu białka.

DYSKUSJA

Wyniki badań potwierdziły założenia hipotezy roboczej, gdyż w warunkach rejonu północno-wschodniego uzyskano dość wysokie plony ziarna i białka jęczmienia ozimego. Największe plony białka obu odmian otrzymano po zastosowaniu najwyższej dawki azotu ($105 kg N \cdot ha^{-1}$). Wystąpiła duża efektywność dawki N – $70 kg \cdot ha^{-1}$, a szczególnie dawki N – $35 kg \cdot ha^{-1}$ w zakresie plonu ziarna i plonu białka. Wysokie plony ziarna jęczmienia ozimego w wymienionym rejonie uzyskano również w doświadczeniach odmianowych COBORU [Najewski 2006].

Tabela 2. Wpływ nawożenia azotem na wybrane cechy odmian jęczmienia ozimego w latach 2005–2007 (średnio z 3 miejscowości)

Table 2. The effect of nitrogen fertilization on some traits of winter barley cultivars in the years 2005–2007 (mean of 3 sites)

Odmiana <i>Cultivar</i>	Dawka azotu <i>Nitrogen rate</i> (kg N·ha ⁻¹)	Liczba kłosówm ² <i>Ear number</i> <i>per m²</i>	Masa 1000 ziaren <i>Weight of 1000</i> <i>grains</i> (g)	Zawartość białka w ziarnie <i>Protein content</i> <i>in grain</i> (g·kg ⁻¹ s.m. – <i>D.M</i>)
Bażant	0	478	42,2	106
	35	535	42,0	113
	70	562	41,1	118
	105	590	40,3	124
	średnio – <i>mean</i>	541	41,4	115
Lomerit	0	493	44,8	103
	35	537	44,5	110
	70	591	44,0	117
	105	608	43,6	123
	średnio – <i>mean</i>	557	44,2	113
Średnio <i>Mean</i>	0	486	43,5	104
	35	536	43,2	112
	70	577	42,6	118
	105	599	42,0	124
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} – odmiany – <i>cultivars</i>		r.n.	2,2	r.n.
– dawki N – <i>N rates</i>		21	r.n.	6
– interakcja – <i>interaction</i>		r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

Wpływ poziomu nawożenia azotem (0, 40, 80 i 120 kg N·ha⁻¹) na plon ziarna i białka jęczmienia ozimego w zależności od różnych warunków siedliskowych badano wcześniej w dużej serii wieloletnich i wielopunktowych doświadczeń w ramach doświadczalnictwa terenowego Wojewódzkich Ośrodków Postępu Rolniczego w zachodnich i południowych rejonach Polski [Noworolnik 1992a]. Niezależnie od warunków siedliska uzyskano wzrost plonu ziarna wraz ze zwiększaniem dawki azotu do 80 kg·ha⁻¹, z tendencją do dalszego wzrostu przy dawce N – 120 kg·ha⁻¹. Zawartość białka w ziarnie i plon białka wzrastały w miarę zwiększania dawki N do 120 kg·ha⁻¹. W gorszych warunkach glebowych (kompleks żytni dobry, kwaśny odczyn gleby) i przy opóźnieniu terminu siewu (po 15 września) wystąpiła niższa efektywność produkcyjna stosowanych dawek N. Dodatkowo na efektywność nawożenia dawką N – 120 kg·ha⁻¹ pod względem plonu białka wpływał jej podział na 3 części w porównaniu z jej podziałem na 2 części [Harasim i Noworolnik 1992].

W wielu badaniach nad starszymi odmianami stwierdzono niejednakową ich reakcję na poziom nawożenia azotem [Barczak i in. 1994, Noworolnik 1992c, Noworolnik i Pecio 1990]. W doświadczeniach mikropoletkowych [Leszczyńska i Noworolnik 2005] reakcja odmiany Bażant na poziom nawożenia N nie różniła się wyraźnie od reakcji kilku innych porównywanych odmian. Nie ma dotychczas opublikowanych wyników dotyczących reakcji na nawożenie

Tabela 3. Plon białka (kg ha^{-1}) odmian jęczmienia ozimego w zależności od dawki azotu
 Table 3. Protein yield (kg ha^{-1}) of winter barley cultivars depending on nitrogen rate

Odmiana <i>Cultivar</i>	Dawka azotu <i>Nitrogen rate</i>	Lata – Years			Średnio <i>Mean</i>
		2005	2006	2007	
Bażant	0	494	478	373	465
	35	668	535	445	601
	70	734	562	491	664
	105	765	590	518	702
	średnio – <i>mean</i>	665	541	457	608
Lomerit	0	510	493	334	456
	35	678	537	408	605
	70	762	591	456	694
	105	776	608	522	728
	średnio – <i>mean</i>	682	557	430	621
Średnio <i>Mean</i>	0	502	485	353	460
	35	673	536	427	603
	70	748	577	473	679
	105	770	599	520	715
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} – odmiany – <i>cultivars</i>		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
– dawki N – <i>N rates</i>		37	34	31	29
– interakcja – <i>interaction</i>		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

Tabela 4. Efektywność nawożenia azotem odmian jęczmienia ozimego w zakresie plonu ziarna i plonu białka
 Table 4. Efficiency of nitrogen fertilization of winter barley cultivars with regard to grain and protein yield

Odmiana <i>Cultivar</i>	Przedziały dawek N <i>Ranges of N rates</i> (kg)	Efektywność nawożenia <i>Fertilization efficiency</i>	
		kg ziarna·kg ⁻¹ N <i>grain kg·kg⁻¹ N</i>	kg białka·kg ⁻¹ N <i>protein kg·kg⁻¹ N</i>
Bażant	0 – 35	26,0	3,9
	35 – 70	8,8	1,8
	70 – 105	0,9	1,1
	0 – 70	17,4	2,8
	0 – 105	11,9	2,3
Lomerit	0 – 35	30,6	4,3
	35 – 70	12,2	2,5
	70 – 105	– *	1,0
	0 – 70	21,4	3,4
	0 – 105	14,2	2,6

–* efektywność ujemna – *negative efficiency*

N odmiany Lomerit (później zrejonizowanej niż Bażant). Wzrost plonu ziarna odmian jęczmienia ozimego pod wpływem zwiększania dawki N był efektem głównie silniejszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin. Na ogół wyniki dotyczące wpływu nawożenia azotem na wielkość i strukturę plonu ziarna jęczmienia w badaniach własnych były zgodne z wynikami wyżej wymienionych innych prac.

W innych opracowaniach [Barczak i in. 1994, Cwojdzński i Majcherczak 2002, Noworolnik 1992a, 1992b, 1992c, Peric i Micanovic 1998], a także w niniejszej pracy stwierdzono znaczny wzrost zawartości białka w ziarnie oraz plonu białka odmian jęczmienia ozimego w miarę podwyższania poziomu nawożenia N do 100–120 kg·ha⁻¹. Po nawożeniu jęczmienia wysokimi dawkami azotu pogarsza się jakość białka, gdyż zmniejsza się zawartość aminokwasów egzogennych [Barczak i in. 1994, Majcherczak i in. 2005]. Wyniki innych autorów [Chrzanowska-Drożdż i Kaczmarek 2007, Najewski 2006] potwierdziły wyższe plonowanie odmiany Lomerit od odmiany Bażant, głównie dzięki większej masie 1000 ziaren. Odmiana Bażant wykazywała natomiast tendencję do wyższej zawartości białka w ziarnie.

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotny wzrost plonu ziarna obu odmian jęczmienia ozimego (Bażant, Lomerit) w miarę zwiększenia dawki azotu do 70 kg N·ha⁻¹. Wzrost plonu był efektem zwiększenia liczby kłosów na jednostce powierzchni.
2. Zawartość białka w ziarnie i plon białka badanych odmian wzrastały wraz z podnoszeniem poziomu nawożenia N do 105 kg·ha⁻¹.
3. Odmiana Lomerit charakteryzowała się większym plonem ziarna od odmiany Bażant, ale plony białka obu odmian były podobne.
4. Wybrane odmiany jęczmienia ozimego można zalecać do uprawy w północno-wschodnim rejonie Polski.

PIŚMIENNICTWO

- Akten S., Akkaya A. 1989. Ekim yontemi ve ekim sikliginin kislik arpanin verim ve bazi verim ogelerine etkisi. Ataturk Univ. Zir. Fak. Der. 20(1): 42–58.
- Barczak B., Cwojdzński W., Nowak K. 1994. Wpływ wzrastających dawek azotu na plon i jakość białka ziarna trzech odmian jęczmienia ozimego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 414: 235–243.
- Chrzanowska-Drożdż B., Kaczmarek K. 2007. Plonowanie odmian jęczmienia ozimego w warunkach zróżnicowanej technologii uprawy. *Fragm. Agron.* 24(3): 34–40.
- Cwojdzński W., Majcherczak E. 2002. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem na produktywność i zawartość białka w ziarnie jęczmienia ozimego. *Acta Sci. Pol. Agricultura* 1(2): 33–42.
- Farack M., Hansel A., Knoch G. 1987. Agrotechnische Versuche zur Wintergersten – Produktion in Vorgebirgslagen. *Feldversuchswesen* 1: 13–29.
- Górny A.G. 2001. Variation in utilization efficiency and tolerance to reduced water and nitrogen supply among wild and cultivated barleys. *Euphytica* 117: 59–66.
- Harasim A., Noworolnik K. 1992. Efektywność produkcyjno-ekonomiczna wybranych technologii uprawy jęczmienia ozimego. *IUNG Puławy, R(297)*: 57–72.
- Harris P., Donald H., Phillips M. 1987. Date of drilling Igri winter barley and the rate and timing of spring nitrogen. *Res. Dev. Agric.* 2: 25–99.
- Jensen E.S. 1996. Nitrogen acquisition by pea and barley and the effect of their crop residues on available nitrogen for subsequent crops. *Biol. Fertil. Soils* 23: 459–464.

- Leszczyńska D., Noworolnik K. 2005. Porównanie reakcji wielorzędowych i dwurzędowych odmian jęczmienia ozimego na poziom nawożenia azotem i termin siewu. *Biul. IHAR* 237/238: 39–49.
- Majcherczak E., Kozera W., Barczak B. 2005. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem na jakość białka ziarna jęczmienia ozimego. *Fragm. Agron.* 22(1): 493–502.
- Malešević M. 1985. Uticaj rastućih količina azota na prinos ozimog pivskog jecma na cernozemu. *Agrohemija* 6: 423–429.
- Najewski A. 2006. Lista opisowa odmian. Jęczmień. COBORU.
- Nasalski Z., Sadowski T., Stepień A. 2004. Produkcyjne, ekonomiczne i energetyczne efektywności produkcji jęczmienia ozimego przy różnych poziomach nawożenia azotem. *Acta Sci. Pol. Agricultura* 3(1): 83–90.
- Noworolnik K. 1992a. Plonowanie jęczmienia ozimego w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu w różnych warunkach siedliska. *IUNG Puławy, R(297)*: 31–43.
- Noworolnik K. 1992b. Produkcyjność odmian jęczmienia ozimego w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. *Biul. IHAR* 183: 149–155.
- Noworolnik K. 1992c. Reakcja odmian jęczmienia ozimego na nawożenie azotem. *IUNG Puławy, R(297)*: 23–29.
- Noworolnik K., Pecio A. 1990. Wpływ nawożenia azotem oraz terminu i gęstości siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia ozimego. *Biul. IHAR* 175: 55–62.
- Perić D., Micanović O. 1999. Uticaj rastućih količina azota na prinos i kvalitet ozimog jecma. *Zbornik radova* 9: 131–140.
- Shevtsov V.M., Serkin N.V., Fomenko N.P., Kostyanoi D.V. 2007. Problems of increasing winterhardiness of winter barley in the North Caucasus. *Russ. Agric. Sci.* 33(4): 215–217.

K. NOWOROLNIK, D. LESZCZYŃSKA, T. DWORAKOWSKI, A. SULEK

EFFECT OF CULTIVAR AND NITROGEN FERTILIZATION ON YIELD OF WINTER BARLEY

Summary

Field experiments were carried out in the period of 2005–2007 at 3 sites (Rajgród, Śniadowo, Dąbrowa Białostocka) to determine the response of two winter barley cultivars (Bazant, Lomerit) to nitrogen fertilization: 0, 35, 70 and 105 kg N·ha⁻¹. Grain yield, protein content in grain, protein yield, ear number per m², weight of 1000 grain and efficiency of nitrogen rates were estimated. Significant increase of grain yield of both cultivars at N rate 70 kg·ha⁻¹ was stated. Grain yields of cultivars at N rate 70 kg·ha⁻¹ and 105 kg·ha⁻¹ were similar. These cultivars responded with increase of protein content in grain and protein yield to the increase of N rate up to 105 kg·ha⁻¹. Nitrogen fertilization effected favourably on ear number·m², but didn't influence on 1000 grain weight. Nitrogen fertilization efficiency depended on N rate. Lomerit cultivar showed higher nitrogen fertilization efficiency than Bazant cultivar. Grain yield of Lomerit was higher than grain yield of Bazant, but protein yield of both cultivars was similar.