

KAZIMIERZ NOWOROLNIK**DANUTA LESZCZYŃSKA**

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Wpływ dawki azotu na plonowanie odmian jęczmienia jarego w doświadczeniu wazonowym

Effect of nitrogen rate on yielding of spring barley cultivars in a pot experiment

W latach 2000–2001 i 2001–2002 przeprowadzono 2 serie doświadczeń wazonowych z 8 odmianami jęczmienia jarego (po 4 odmiany w każdej serii) stosując pod nie 3 dawki N: 1, 2 i 3 g na wazon. Odmiany: Justina i Annabell wykazały istotny wzrost plonu ziarna pod wpływem zwiększenia dawki N do 3 g/wazon. Pozostałe odmiany: Antek, Blask, Omaha, Binal, Granal i Johan plonowały podobnie przy dawkach 2 i 3 g N, a wyżej w stosunku do dawki N-1 g/wazon. Dodatni wpływ azotu na plon jęczmienia był związany z większym rozkrzewieniem produkcyjnym roślin. Wszystkie odmiany reagowały znacznym wzrostem zawartości białka w ziarnie pod wpływem zwiększania dawki azotu.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, dawka N, odmiany, plon ziarna, struktura plonu

Two series of pot experiment were carried out in the period of 2000–2002 to determine the response of 8 spring barley cultivars to three nitrogen fertilization rates: 1, 2 and 3 g N per pot. The Justina and Annabell cultivars showed significant increase of grain yield with increase of N rate to 3 g per pot. For the remaining cultivars, significant differences of yield increase were observed between the doses of 1 g N and 2 g N per pot; the yields at 2g N and 3 g N per pot were similar. The grain yield increment was related to increase of productive tillering rate. All cultivars showed great increase of protein content in grain with increase of N rate.

Key words: cultivars, grain yield, nitrogen dose, spring barley, yield components

WSTĘP

Poziom nawożenia azotem wpływa niejednakowo na plon ziarna różnych odmian jęczmienia jarego (Brvkovič, Lazovič, 1986; Cyfert i in., 2004; Kamińska, Mazgalska, 1988; Noworolnik, 1990, 1996, 2003; Petkova, 1989; Prugar, Strnad, 1981). Wiąże się to z różnicami w zakresie niektórych cech morfologiczno-fizjologicznych odmian. Takie cechy jak lepsza zdolność do krzewienia się, większa długość pędów wraz z ich słabszą sztywnością i elastycznością (zwiększającą podatność na wyleganie), nie sprzyjają dodatniej reakcji odmian na wysokie dawki azotu (Noworolnik, 2003). Azot z reguły

dotatnio wpływa na rozkrzewienie produkcyjne roślin, a często także na liczbę ziaren w kłosie i jest ważnym czynnikiem plonotwórczym (Noworolnik, 1990, 1996, 2003; Leszczyńska, Noworolnik, 1998). Duża liczba wprowadzonych ostatnio do Rejestru odmian jęczmienia jarego uzasadnia celowość systematycznego badania wymagań nawozowych nowych odmian odnośnie azotu. Dla doświadczeń prowadzonych w warunkach kontrolowanych (w małym stopniu zależnych od przebiegu pogody w latach) wystarczający jest okres dwuletni (Ruszkowski, 1984).

Celem przeprowadzonych doświadczeń było zbadanie reakcji nowych odmian jęczmienia jarego w zakresie wielkości i struktury plonu ziarna na wzrastający poziom nawożenia azotem.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w hali wegetacyjnej IUNG w Puławach posługując się wazonami Mitscherlicha (o poj. 7 kg gleby). Badano reakcje różnych odmian: Antek, Blask, Justina i Omaha (w serii 2000–2001) oraz Annabell, Binal, Granal i Johan (w serii 2001–2002) na 3 poziomy nawożenia azotem: 1, 2 i 3 g N/wazon. Z tych odmian tylko Omaha nie została u nas zarejestrowana. Dawki 1 i 2 g N/wazon dzielono na dwie części: 60% przed siewem + 40% przy końcu krzewienia, a dawkę 3 g N/wazon na trzy części: 60% przed siewem + 25% przy końcu krzewienia + 15% przed kłoszeniem. Użyto glebę o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego o dość wysokiej zawartości przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu. Nawożenie innymi składnikami stosowano przedsiewnie w dawkach: 0,8 g P; 1,7 g K; 0,4 g Mg; 50 mg Fe; 5 mg B i 3 mg Cu/wazon. Siewu dokonano w końcu marca. W fazie 2 liści pozostawiono (po przerywce) po 10 roślin w wazonie. Wilgotność gleby utrzymywano na poziomie 60% polowej pojemności wodnej. Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach.

Po zbiorze jęczmienia określono plon ziarna, cechy jego struktury oraz zawartość białka w ziarnie (metodą Dumasa). Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, obliczając zmienność odmian, dawek azotu i współdziałanie odmian z dawkami N. Istotność różnic oceniono za pomocą testu Tukeya. Obliczono także plon białka i efektywność dawki 2 g N/wazon (przyrost plonu białka na tej dawce w stosunku do dawki 1 g N) oraz dawki 3 g N/wazon (podobnie w stosunku do dawki 2 g N).

WYNIKI

Stwierdzono istotny wpływ nawożenia azotem na plon ziarna jęczmienia jarego, współdziałanie nawożenia z odmianami, a także zróżnicowanie plonu między odmianami (tab. 1, 2).

Wszystkie odmiany jęczmienia plonowały wyżej przy dawce 2 g N w stosunku do dawki 1 g N na wazon. Dalszy istotny wzrost plonu ziarna przy dawce 3 g N/wazon wykazały dwie odmiany Justina i Annabell. Wzrost plonu ziarna był efektem zwiększenia liczby kłosów w wazonie. Istotnym wzrostem rozkrzewienia produkcyjnego przy dawce 3 g N/wazon w porównaniu z dawką 2 g N charakteryzowały się odmiany: Justina, Omaha,

Annabell, Granal i Johan, ale tylko u odmian Justina i Annabell spowodowało to istotny wzrost plonu.

Tabela 1

**Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna odmian jęczmienia jarego i elementy struktury plonu
(2000–2001)**
**Effect of nitrogen fertilization on grain yield and yield components of spring barley cultivars
(2000–2001)**

Odmiana Cultivar	Dawka N g/wazon N rate g/pot	Plon ziarna w g na wazon Grain yield g/pot	Liczba kłosów w wazonie Ear number per pot	Masa ziarna z kłosa Grain yield per ear g	Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight g
Antek (past)* AT	1	46,7	44,8	1,04	20,2	51,4
	2	57,8	57,4	1,01	19,8	50,8
	3	56,7	60,5	0,94	20,4	46,0
	$\bar{x}$	53,7	54,2	1,00	20,1	49,4
Blask (brow)* PL	1	48,9	47,3	1,03	21,1	48,6
	2	57,1	57,2	1,00	20,3	48,9
	3	58,8	61,0	0,96	21,6	44,3
	$\bar{x}$	54,9	55,1	1,00	21,0	47,3
Justina (past) DE	1	50,4	46,7	1,08	22,2	48,5
	2	65,2	59,2	1,10	23,2	47,3
	3	71,0	65,8	1,08	23,6	45,6
	$\bar{x}$	62,2	57,2	1,09	23,0	47,1
Omaha (past) DE	1	49,8	45,4	1,10	21,6	50,9
	2	62,3	58,2	1,07	21,9	48,8
	3	60,4	65,9	0,92	20,2	45,4
	$\bar{x}$	57,5	56,5	1,03	21,2	48,3
Średnio Mean	1	48,9	46,0	1,06	21,3	49,8
	2	60,6	58,0	1,04	21,2	48,9
	3	61,7	63,3	0,97	21,4	45,3
NIR _(0,05) dla odmian LSD _(0,05) for cultivars		4,0	r.n.	0,08	1,5	2,2
NIR _(0,05) dla dawek N LSD _(0,05) for N rate		4,7	5,1	0,08	r.n.	2,8
NIR _(0,05) dla interakcji czynników LSD _(0,05) for factors interaction		5,4	6,3	0,10	r.n.	r.n.

* Past — odmiana pastewna, fodder cultivar

* Brow — odmiana browarna, brewing cultivar

Interakcję dawki azotu z odmianami stwierdzono także dla masy ziarna z kłosa (tab. 1, 2). Obniżenie tej masy przy dawce 3 g N w stosunku do dawki 1 g N na wazon wystąpiło tylko u odmian: Antek, Omaha i Granal. Inne odmiany nie reagowały istotnymi zmianami plenności kłosa pod wpływem dawki azotu. Zróżnicowanie liczby ziaren w kłosie badanych odmian pod wpływem nawożenia N było nieistotne, a zmiany masy ziarna w kłosie niektórych odmian wynikały ze zmienności masy 1000 ziaren. Tendencję do większej niżki MTZ przy dużej dawce azotu wykazały odmiany Granal i Johan, a następnie Antek i Omaha. Mniejsze zróżnicowanie dorodności ziarna obserwowano u odmiany Justina.

Tabela 2

**Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna odmian jęczmienia jarego i elementy struktury plonu
(2001–2002)**

**Effect of nitrogen fertilization on grain yield and yield components of spring barley cultivars
(2001–2002)**

Odmiana Cultivar	Dawka N g/wazon N rate g/pot	Plon ziarna g/wazon Grain yield g/pot	Liczba kłosów w wazonie Ear number per pot	Masa ziarna z kłosa Grain yield per ear g	Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight g
Annabell (brow)* DE	1	48,3	53,8	0,90	20,1	44,8
	2	62,8	70,1	0,89	19,6	45,3
	3	69,7	78,5	0,88	20,0	43,7
	$\bar{x}$	60,3	67,5	0,89	19,9	44,6
Binal (brow) PL	1	43,2	47,0	0,92	21,1	43,4
	2	58,1	58,1	1,00	22,6	44,2
	3	57,0	62,3	0,92	22,9	40,1
	$\bar{x}$	52,8	55,8	0,95	22,2	42,6
Granal (brow) PL	1	44,7	40,1	1,12	21,0	53,2
	2	57,5	56,5	1,02	20,1	50,6
	3	62,1	66,0	0,94	20,3	46,3
	$\bar{x}$	54,8	54,2	1,02	20,5	50,0
Johan (brow) AT	1	46,4	44,2	1,05	20,5	51,1
	2	59,0	53,4	1,10	22,2	49,4
	3	63,2	62,6	1,01	22,5	44,8
	$\bar{x}$	56,2	53,4	1,05	21,7	48,4
Średnio Mean	1	45,6	46,3	1,00	20,7	48,1
	2	59,3	59,5	1,00	21,1	47,4
	3	63,0	67,4	0,94	21,4	43,7
NIR _(0,05) dla odmian LSD _(0,05) for cultivars		3,7	4,2	0,09	1,7	3,0
NIR _(0,05) dla dawek N LSD _(0,05) for N rate		4,5	5,3	r.n.	r.n.	2,8
NIR _(0,05) dla interakcji czynników LSD _(0,05) for factors interaction		4,9	r.n.	0,12	r.n.	r.n.

* Brow — odmiana browarna, brewing cultivar

W miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem uzyskano duży wzrost zawartości białka w ziarnie wszystkich odmian, a w szczególności Binal i Blask (tab. 3, 4). Plon białka badanych odmian był około dwukrotnie wyższy przy dawce 3 g N w porównaniu z dawką 1 g N na wazon. Największą zwyżką plonu białka wyróżniła się odmiana Justina, a w następnej kolejności Annabell, Granal i Binal. Najwyższą efektywnością średniej dawki azotu charakteryzowała się Justina, a następnie Binal i Antek, a wysoką efektywnością dużej dawki N cechowały się odmiany: Justina, Annabell i Johan.

W pierwszej serii doświadczeń (tab. 1, 3) najwyższy plon ziarna i białka spośród odmian wydała Justina, a w drugiej serii (tab. 2, 4) — Annabell. Te odmiany charakteryzowały się największym rozkrzewieniem produkcyjnym roślin. Wysoką masą ziarna z kłosa wyróżniały się odmiany: Justina i Johan. Justina cechowała się ponadto największą liczbą ziaren w kłosie, zaś Granal i Antek posiadały największą masę 1000 ziaren.

Tabela 3

Wpływ nawożenia azotem na zawartość i plon białka w ziarnie odmian jęczmienia jarego (2000–2001)
Effect of nitrogen fertilization on protein content and protein yield in grain of spring barley cultivars (2000–2001)

Cecha Trait	Dawka N g/wazon N rate g/pot	Odmiana Cultivar				Średnio Mean
		Antek	Blask	Justina	Omaha	
	1	11,2	11,3	10,0	10,1	10,6
Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	2	14,5	13,8	14,1	13,2	13,9
Protein content in grain (d.m. %)	3	16,3	17,2	16,6	15,2	16,3
	$\bar{x}$	14,0	14,1	13,6	12,8	—
NIR _(0,05) dla: odmian — 0,9; dawek N — 1,1; interakcji czynników — r.n.						
LSD _(0,05) for cultivars — 0,9; N rate — 1,1, factors interaction — n.s.						
	1	5,23	5,52	5,04	5,03	5,20
Plon białka (g/wazon)	2	8,38	7,88	9,19	8,10	8,39
Protein yield (g/pot)	3	9,24	10,11	11,78	9,18	10,08
	$\bar{x}$	7,62	7,84	8,67	7,44	—
Efektywność nawożenia*	2–1			4,15	3,07	3,18
w przedziale dawek N						
Fertilization efficiency in N rate range	3–2	0,86	1,28	2,59	1,08	1,45

* Przyrost plonu białka (g) na 1 g N

* Protein yield increase (g) per 1 g N

Tabela 4

Wpływ nawożenia azotem na zawartość i plon białka w ziarnie odmian jęczmienia jarego (2001–2002)
Effect of nitrogen fertilization on protein content and protein yield in grain of spring barley cultivars (2001–2002)

Cecha Trait	Dawka N g/wazon N rate g/pot	Odmiana Cultivar				Średnio Mean
		Annabell	Binal	Granal	Johan	
	1	11,1	10,9	11,0	11,1	11,0
Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	2	12,9	13,7	13,7	12,7	13,2
Protein content in grain (d.m. %)	3	15,3	17,0	15,9	15,8	16,0
	$\bar{x}$	13,1	13,9	13,5	13,2	—
NIR _(0,05) dla: odmian — 0,7; dawek N — 1,0; interakcji czynników — r.n.						
LSD _(0,05) for cultivars — 0,7; N rate — 1,0, factors interaction — n.s.						
	1	5,36	4,71	4,92	5,15	5,03
Plon białka (g/wazon)	2	8,10	7,96	7,88	7,49	7,86
Protein yield (g/pot)	3	10,66	9,69	9,87	9,98	10,05
	$\bar{x}$	8,04	7,45	7,56	7,54	—
Efektywność nawożenia*	2–1	2,74	3,25	2,96	2,34	2,82
w przedziale dawek N						
Fertilization efficiency in N rate range	3–2	2,56	1,73	1,99	2,49	2,19

* Przyrost plonu białka (g) na 1 g N

* Protein yield increase (g) per 1 g N

DYSKUSJA

Stwierdzono współdziałanie odmian jęczmienia z poziomem nawożenia azotem. Silniejszy wzrost plonu ziarna pod wpływem zwiększania dawki azotu do 3 g/wazon

wykazały odmiany: Justina i Annabell. Było to efektem większego rozkrzewienia produkcyjnego roślin przy dużej dawce azotu.

W literaturze naukowej brakuje dokładnych informacji na temat reakcji najnowszych odmian jęczmienia (badanych w niniejszej pracy) na nawożenie azotem.

W serii doświadczeń odmianowych (Cyfert i in., 2004) porównywano plonowanie aktualnie zarejestrowanych odmian jęczmienia jarego przy dwu poziomach intensywności nakładów (nawozy, środki ochrony roślin). Średnio z wszystkich doświadczeń, badane odmiany wykazały duży wzrost plonu ziarna na wysokim poziomie (110 kg N/ha) w stosunku do poziomu średniego (70 kg N/ha). Brak wyraźnych różnic między odmianami odnośnie ich reakcji na wysoki poziom nawożenia N można tłumaczyć uwikłaniem czynnika azotowego z innymi czynnikami siedliskowo-agrotechnicznymi (glebowymi, klimatycznymi, ochroną roślin).

We wcześniejszych doświadczeniach wazonowych (Leszczyńska, Noworolnik, 1998; Noworolnik, 1990, 1996, 2003; Noworolnik, Leszczyńska 2000, 2002) większość badanych odmian plonowała podobnie przy dawkach 2 i 3 g N/wazon, a niektóre: Brenda, Start, Rodion, Ramon, Madonna i Poldek reagowały dodatnio na dawkę 3 g N/wazon. Wszystkie odmiany zwiększały znacznie liczbę kłosów w wazonie pod wpływem podwyższania poziomu nawożenia N. Największe zwiększenie rozkrzewienia produkcyjnego roślin obserwowano u odmian: Start, Boss, Bies, Rodion, Brenda, Refren, Rastik i Stratus. Najśłabszą reakcją pod tym względem charakteryzowały się odmiany: Rambo, Klimek, Prosa, Bryl i Scarlett.

W niniejszych badaniach, podobnie jak w badaniach wcześniejszych (Leszczyńska, Noworolnik, 1998; Noworolnik, 1990, 1996, 2003; Noworolnik, Leszczyńska 2000, 2002) stwierdzono słaby wpływ nawożenia azotem na cechy produkcyjności kłosa. Zdecydowana większość odmian nie wykazała istotnych zmian liczby ziaren w kłosie przy różnych dawkach N, ale niektóre z nich – Rabel, Rodion, Boss, Refren i Scarlett zmniejszały wartości tej cechy przy dużej dawce N. Stwierdzono różną reakcję odmian na dawkę N pod względem masy 1000 ziaren. Należy wyróżnić odmiany: Start i Ramon reagujące dodatnio pod tym względem na dużą dawkę azotu i grupę odmian: Boss, Rambo, Atol, Bies, Brenda, Stratus i Scarlett zmniejszających dorodność ziarna przy tej dawce. Większość odmian nie wykazała jednak zmienności tej cechy pod wpływem dawek azotu.

Wszystkie odmiany omawiane w niniejszej publikacji podobnie jak wcześniej badane zwiększały zawartość białka w ziarnie w miarę wzrostu dawki azotu (największe zwyżki dotyczyły odmian: Rodion, Boss, Orthege i Stratus). Dodatni wpływ nawożenia azotem na zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego stwierdzono także w badaniach zagranicznych (Brvkovič, Lazovič, 1986; Petkova, 1989).

WNIOSKI

1. Wszystkie badane odmiany dodatnio reagowały na zwiększenie dawki azotu z 1 do 2 g N /wazon, a dwie z nich — Justina i Annabell wykazały dalszy istotny wzrost plonu ziarna przy najwyższej dawce N (3 g/wazon).

2. Dodatni wpływ wzrastającej dawki nawożenia azotu na plon odmian jęczmienia był efektem zwiększania się liczby kłosów w wazonie wskutek lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin, przy niewielkiej zmienności cech produkcyjności kłosa (MTZ, liczba ziaren w kłosie).
3. Wraz ze wzrostem dawki azotu zwiększała się znacznie zawartość białka w ziarnie jęczmienia, w większym stopniu u odmian: Justina, Blask i Binal.

LITERATURA

- Brvkovič M., Lazovič D. 1986. Utičaj povecanih kolcina dubriva na prinos i morfolške osobine nekih sorata jarog ječma. *Agrohemijska*. 5/6: 389 — 396.
- Cyfert R., Michalak A., Najewski A., Zych J. 2004. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. *Zboża jare*. 22.
- Kamińska J., Mazgalska W. 1988. Reakcja odmian i rodów jęczmienia jarego na nawożenie azotowe w doświadczeniu wazonowym. *Biul. IHAR* 165: 15 — 33.
- Kulik D. 1981. Ertragsstruktur bei Sommergerste unter dem Einfluss unterschiedlicher Düngungsintensität. *Braugerstetagung, Halle*: 219 — 234.
- Leszczyńska D., Noworolnik K. 1998. Reakcja odmian jęczmienia jarego na nawożenie azotem w warunkach kontrolowanych. *Pam. Puł.* 112: 145 — 149.
- Noworolnik K. 1990. Plonowanie odmian jęczmienia jarego na różnych dawkach azotu. *Biul. IHAR* 176: 37 — 41.
- Noworolnik K. 1996. Reakcja odmian i rodów jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 197: 121 — 125.
- Noworolnik K. 2003. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. *Monogr. i Rozpr. Nauk., IUNG*, 8: 1 — 66.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2000. Reakcja odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 214: 163 — 166.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2002. Porównanie reakcji odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 221: 67 — 72.
- Petkova M. 1989. Vlijanie na mineralnoto torenu vrchu produktivnosta na novi sortove pivovaren ecemik. *Rasten. Nauki*, 26 (4): 24 — 27.
- Prugar J., Strnad P. 1981. Einfluss der N-Düngung auf Ertrag und Qualität der Sommergerste. *Braugerstetagung, Halle*: 211 — 218.
- Ruszkowski M. 1984. Możliwość oceny reakcji odmian jęczmienia jarego na nawożenie azotem w doświadczeniach wazonowych. *Biul. IHAR* 154: 15 — 18.