

Alicja Sulek, Grażyna Podolska, Danuta Leszczyńska, Kazimierz Noworolnik

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

REAKCJA ZBÓŻ NA NAWOŻENIE AZOTEM*

Wstęp

Azot jest składnikiem pokarmowym najbardziej wpływającym na wzrost i rozwój zbóż, przy czym niekorzystny jest zarówno jego niedobór, jak i nadmiar. Niedobór azotu hamuje wzrost roślin i ogranicza ich możliwości plonotwórcze, natomiast nadmiar powoduje zbyt intensywny wzrost masy vegetatywnej, opóźnia drewnienie tkanki mechanicznej, przez co rośliny są bardziej podatne na wyleganie i porażenie przez choroby grzybowe liści i źdźbeł (12-14). Azot jest składnikiem pokarmowym stosunkowo łatwo przemieszczającym się w środowisku glebowym, dlatego przy jego stosowaniu należy zachować ostrożność, tj. podawać tylko dawki niezbędne w określonych warunkach, wynikające z zawartości N w glebie (dawka przedsięwna) oraz oceny warunków pogody, kondycji i zawartości azotu w roślinach. Mechanizm oddziaływania azotu zmienia się w okresie wegetacji zbóż. Nawożenie przedsięwne decyduje o obsadzie kłosów, wnoszone w okresie krzewienia lub początku strzelania w źdźbło o liczbie ziarn w kłosie i wykształceniu ziarna, a stosowane w fazie kłoszenia głównie o zawartości białka w ziarnie. Optymalny poziom nawożenia azotem zależy głównie od zawartości tego składnika w glebie, przebiegu pogody w okresie jesienno-zimowym, warunków uprawy i przedplonu (16). Istotne znaczenie dla efektywności nawożenia azotem ma również zdolność odmiany do produktywnego wykorzystania składnika nawozowego. Celem opracowania było wykazanie reakcji różnych gatunków i odmian zbóż określonej plonem ziarna i cechami jego struktury na wzrastające dawki azotu.

Material i metoda

Opracowanie dotyczy wpływu różnych poziomów nawożenia azotem na plonowanie odmian zbóż jarych i ozimych. Materiał do analizy stanowiły wyniki doświadczeń wazonowych i mikroplotkowych przeprowadzonych w hali wegetacyjnej IUNG w Puławach oraz doświadczeń polowych przeprowadzonych w Stacjach Doświadczalnych IUNG i Ośrodkach Doradztwa Rolniczego.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Omówienie i dyskusja wyników

Nawożenie azotem jest uznane za jeden z podstawowych czynników plonotwórczych, co wiąże się z dużą labilnością zawartości przyswajalnych form tego składnika w glebie oraz niezbędnością jego w procesie kształtowania się organów generatywnych, decydujących o plonowaniu roślin (tab. 1). Dostępność azotu również korzystnie wpływa na kształtowanie się cech struktury plonu i właściwej architektury łańcuchów zbóż. Wpływa przede wszystkim na liczbę kłosów i plon ziarna z kłosa oraz zwiększa wyrównanie wysokości pędów kłosonośnych i ich produktywność (12).

Z badań wieloletnich przeprowadzonych zarówno w warunkach polowych, jak i kontrolowanych z dużą liczbą odmian zbóż jarych i ozimych wynika, że odmiany wykazują zróżnicowanie możliwości efektywnego wykorzystania zwiększonych dawek azotu. Uwarunkowane to jest genetycznie i wiąże się z odmiennym metabolizmem każdej odmiany, a tym samym zróżnicowanymi wymaganiami żywieniowymi (12-14). W rezultacie badań wydzielono dwie grupy odmian efektywnie wykorzystujących średnie i duże dawki azotu (tab. 2). Z badań przeprowadzonych z odmianami pszenicy jarej wynika, że u genotypów reagujących wzrostem plonu ziarna na wysoki poziom N wystąpiło istotne zwiększenie liczby kłosów, krzewistości produkcyjnej, masy ziarna z rośliny i liczby ziaren z kłosa (18). Odmiany te prawdopodobnie intensywniej pobierają azot przez cały okres wegetacji, co umożliwia wzrost krzewistości produkcyjnej, jak i liczby zawiązywanych ziaren w kłosie (12). Genotypy charakteryzujące się istotnym zwiększeniem masy ziarna na średniej dawce N miały korzystnie kształtujące się elementy struktury plonu oraz utrzymywały ich wartości przy dalszym zwiększeniu dawki azotu (tab. 2). Wyniki badań J a ś k i e w i c z (3) wskazują, że w obrębie odmian pszenżyta ozimego można wydzielić grupę reagującą wyraźną obniżką plonu ziarna przy wysokim poziomie nawożenia azotem na skutek zmniejszenia masy 1000 ziaren. K o z ł o w s k a - P t a s z y Ń s k a i in. (6) w badaniach odmian owsa wykazała, że zwiększenie plonu ziarna pod wpływem wzrastających dawek azotu wynikała głównie ze zwiększenia liczby pędów produktywnych na roślinie, która rekompensowała spadek plenności wiech, lecz tylko u odmian o dużej masie i liczbie ziaren z pojedynczej wiechy.

Tabela 1

Wydajność i cechy struktury plonu pszenicy ozimej w zależności od dawki azotu

Dawka azotu (kg N · ha ⁻¹)	Plon ziarna (t · ha ⁻¹)	Liczba kłosów na 1 m ²	Plon ziarna z kłosa (g)	Masa 1000 ziaren (g)
0	3,7	496	0,74	37,14
40	4,6	508	0,91	38,81
80	5,5	514	1,07	38,23
120	6,6	516	1,27	38,45
160	6,3	517	1,22	37,35
200	6,3	520	1,21	37,08

Źródło: Podolska G., 2004 (13).

Tabela 2

Wydajność ziarna i elementy struktury plonu odmian pszenicy jarej w zależności od dawki azotu

Badane cechy	Odmiany reagujące istotną wyższą plonu na średnią dawkę azotu (Korynta, Napola, Żebra, Zura, KOC 5500, KOH1700, KOH 1800)				Odmiany reagujące istotną wyższą plonu na dużą dawkę azotu (KOH 2000, KOC 5900)			
	dawka azotu (N – g/wazon)							
	1,2	2,4	3,6	NIR ($\alpha = 0,05$)	1,2	2,4	3,6	NIR ($\alpha = 0,05$)
Plon ziarna z wazonu (g)	41,50	57,83	64,33	7,34	49,3	60,7	72,2	10,70
Liczba kłosów z wazonu	28,0	29,5	32,8	3,71	26,3	32,3	38,0	6,57
Rozkrzewienie produktywne	2,1	2,1	2,2	r.n.	2,9	3,2	3,8	0,55
Masa 1000 ziarn (g)	37,9	42,1	40,1	1,77	50,1	50,1	51,5	r.n.
Plon ziarna z rośliny (g)	3,36	4,39	4,68	0,79	4,93	6,07	7,21	1,19
Masa ziarna z kłosa (g)	1,51	2,09	2,24	0,34	1,72	1,87	1,92	r.n.
Liczba ziarn z rośliny	86,5	102,6	113,6	19,24	96,7	120,8	141,3	23,12
Liczba ziarn z kłosa	39,7	49,8	56,2	9,52	33,8	37,4	37,2	r.n.

Źródło: Sutek A., 2004 (18).

Wielkość optymalnej dawki azotu pod zboża zależy od warunków glebowych (skład mechaniczny, żyzność i zasobność w składniki pokarmowe, pH i uwilgotnienie), od rodzaju przedplonu, terminu siewu oraz warunków pogodowych w okresie wegetacji roślin. Wszystkie te czynniki stanowią kompleks warunków środowiska, które limituje wykorzystanie różnych dawek nawożenia azotem. Badania przeprowadzone przez P o d o l s k ą i in. (15) wskazują, że reakcja pszenicy ozimej na nawożenie azotem była związana z odmianą i warunkami środowiska. Odmiana Mikon reagowała wzrostem plonu ziarna wraz ze wzrostem dawki azotu do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. U odmiany Kobra w rejonie IV (centralnym) największy plon ziarna uzyskano stosując dawkę $80 \text{ kg} \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast w rejonie V (południowo-zachodnim) $120 \text{ kg} \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 3).

Tabela 3

Plony ziarna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) pszenicy ozimej w zależności od dawki azotu

Dawka azotu ($\text{kg} \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Odmiana		
	Mikon	Kobra	
	rejon według COBORU		
	III	IV	V
0	3,80	5,62	4,30
40	4,57	6,83	5,10
80	4,88	7,34	5,01
120	5,14	6,95	5,45
160	5,31	6,94	5,29
200	5,29	6,44	5,16
NIR ($\alpha = 0,05$)	0,428	0,418	0,671

Źródło: Podolska G. i in., 2001 (14).

O tym, że różne genotypy zbóż odmiennie reagują na nawożenie azotem wskazują wyniki badań przeprowadzone z dwurzędowymi i wielorzędowymi odmianami jęczmienia ozimego. Z badań Leszczyńskiej i in. (7) wynika, że odmiany wielorzędowe wykazują większy wzrost plonu przy dawce $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, w odróżnieniu od odmian dwurzędowych plonujących podobnie przy dawkach 60 i $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 4). Słabszy wzrost plonu ziarna odmian dwurzędowych niż wielorzędowych pod wpływem nawożenia azotem wynika ze zmniejszenia się masy 1000 ziaren.

Wprowadzone do uprawy formy nagoziarniste owsa i jęczmienia wykazują odmienną reakcję na nawożenie azotem w porównaniu z formami oplewionymi. Badania przeprowadzone przez Noworolnika i in. (10) wskazują, że nagoziarnista odmiana jęczmienia jarego reagowała na zwiększenie dawek azotu słabszym wzrostem plonu ziarna od odmian oplewionych. Dotyczy to głównie reakcji na dawkę $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Odmiana Rastik wyróżniała się natomiast dodatnią reakcją na dawkę $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w gorszych warunkach glebowych (tab. 5). Słabsza reakcja na nawożenie azotem nagoziarnistej odmiany Rastik w porównaniu z oplewionymi formami jęczmienia wynika głównie z większej podatności na choroby i wyleganie.

Owies, podobnie jak inne zboża silnie reaguje na nawożenie azotem. Efektywność tego nawożenia zależy w dużym stopniu od odmiany (11, 19, 21). Z badań przeprowadzonych przez Noworolnika i Maję (9) z oplewionymi i nagoziarnistymi odmianami owsa wynika, że obie formy podobnie reagują zwyżką plonu ziarna na wzrastające nawożenie do $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 6). Jednak reakcja odmian owsa w zakresie plonu ziarna i białka wykazała, że oplewiona odmiana charakteryzowała się większą efektywnością młodej i średniej dawki azotu, a mniejszą dawki dużej ($90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) niż odmiany nagoziarniste (9). Do gorszej efektywności wykorzystania dużej dawki azotu przez odmianę oplewioną Skrzat przyczyniło się jej wyleganie. Wóbel i in. (21) wykazali, że odmiana nagoziarnista Akt reagowała istotnym przyrostem plonu ziarna przy zwiększeniu dawki azotu do $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a odmiana oplewiona Bajka tylko do $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zwyżka plonu ziarna pod wpływem wzrastających dawek azotu u odmiany Akt wynikała głównie ze zwiększenia liczby ziarniaków w wiesze

Tabela 4

Wpływ dawki azotu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia ozimego

Odmiany	Dawka azotu ($\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Plon ziarna ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	Liczba kłosów na 1 m^2	Liczba ziarn w kłosie	Masa 1000 ziaren (g)
Odmiany dwurzędowe (Tiffany, BKH 2096, POA 1794)	0	686	745	20,9	44,0
	30	765	792	22,0	43,8
	60	866	854	23,1	43,9
	90	862	893	22,3	43,5
Odmiany wielorzędowe (Tramp, MAD 697, KRC 197)	0	863	498	40,8	42,6
	30	948	531	41,9	42,6
	60	1020	571	41,0	43,0
	90	1130	605	42,6	43,4

Źródło: Leszczyńska D. i in., 2005 (7).

Tabela 5

Wpływ dawki azotu na plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) odmian jęczmienia jarego zależnie od jakości gleby (średnio w latach 2000–2002)

Kompleks glebowy (liczba doświadczeń)	Odmiana	Dawka azotu ($kg N \cdot ha^{-1}$)				średnio
		0	30	60	90	
Pszenny dobry (9)	Rastik *	3,93	4,49	4,53	4,57	4,39
	Rajtar **	4,66	5,12	5,56	5,59	5,23
	Rodion **	4,42	4,98	5,28	5,36	5,01
	średnio	4,33	4,86	5,13	5,17	
NIR; ($\alpha = 0,05$) dla: dawki azotu; N – 0,25; odmian 0,21; interakcji; I x II – 0,36; II x I – r.n.						
Żytni bardzo dobry (6)	Rastik	3,11	3,46	3,58	3,73	3,46
	Rajtar	3,58	3,93	4,22	4,37	4,02
	Rodion	3,52	3,90	4,21	4,25	3,97
	średnio	3,40	3,76	4,01	4,12	
NIR; ($\alpha = 0,05$) dla: dawki azotu; N – 0,24; odmian 0,20; interakcji; I x II – 0,33; II x I – r.n.						
Ogółem (15)	Rastik	3,61	4,04	4,18	4,27	4,03
	Rajtar	4,23	4,64	5,02	5,10	4,74
	Rodion	4,07	4,58	4,86	4,92	4,60
	średnio	3,97	4,42	4,69	4,76	
NIR; ($\alpha = 0,05$) dla: dawki azotu; N – 0,22; odmian – 0,18; interakcji; I x II 0 – 0,31; II x I – r.n.						

* nagoziarnista

** oplewiona

Źródło: Noworolnik K. i in., 2004 (10).

Tabela 6

Plony ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) odmian owsa w zależności od dawki azotu

Odmiana	Dawka azotu ($kg N \cdot ha^{-1}$)			
	0	30	60	90
Akt (nagoziarnista)	2,33	2,87	3,30	3,40
STH 3997 (nagoziarnista)	2,18	2,71	3,33	3,39
Skrzat (oplewiona)	3,13	3,84	4,71	4,48
Średnio	2,55	3,14	3,78	3,76
NIR; ($\alpha = 0,05$) dla: dawki azotu; N – 0,22; interakcji dawki N z odmianami – r.n.				

Źródło: Noworolnik K. i in., 2005 (9).

(tab. 7). Również badania K o z ł o w s k i e j - P t a s z y ń s k i e j i P a w ł o w s k i e j (5) wskazują, że odmiana Akt dobrze wykorzystuje intensywne nawożenie azotem. Natomiast P i e c h i in. (10) porównując reakcję odmian Akt i Bajka na dwa poziomy nawożenia N stwierdzili u obu obniżkę plonu ziarna przy zwiększeniu dawki z 60 do 100 $kg N \cdot ha^{-1}$.

W ostatnich latach duże znaczenie w uprawie mają odmiany pszenżyta ozimego o skróconym źdźble. Odmiany półkarłowe dzięki większej odporności na wyleganie wykorzystują efektywniej duże dawki azotu w porównaniu z odmianami konwencjonalnymi. Badania przeprowadzone przez J a ś k i e w i c z (4) wskazują, że półkarło-

Tabela 7

Plon ziarna owsa i liczba ziaren z wiechy w zależności od poziomu nawożenia azotem

Odmiana	Dawka azotu (kg N · ha ⁻¹)				średnie
	0	30	60	90	
	plon ziarna (t · ha ⁻¹)				
Akt	2,81	3,26	3,50	3,94	3,38
Bajka	3,74	4,33	4,29	4,56	5,09
Średnio	3,74	4,33	4,29	4,59	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla odmian – 3,0; nawożenia N – 2,2; odmian x nawożenie N – 3,1					
Liczba ziarniaków w wieszce					
Akt	55,1	64,1	71,0	75,8	66,5
Bajka	55,1	61,6	57,8	57,2	57,9
Średnio	55,1	62,8	64,4	66,5	
NIR ($\alpha = 05$) dla odmian – 1,8; nawożenia N – 1,0; odmian x nawożenie N – 1,4					

Źródło: Wróbel E. i in., 2003 (22).

wa odmiana Fidelio wykazywała wzrost plonu ziarna przy dawce 120 kg N · ha⁻¹ w porównaniu z 80 kg N · ha⁻¹, natomiast odmiana konwencjonalna Kazo reagowała dodatkowo do 80 kg N · ha⁻¹ (tab. 8). Również inni autorzy (20, 23) podkreślają, że krótkosłome formy pszenżyta ozimego są konkurencyjne pod względem plonowania w stosunku do odmian konwencjonalnych.

Odmiany mieszańcowe żyta plonują przeciętnie o około 10% wyżej od odmian populacyjnych, charakteryzując się zarówno większym krzewieniem produkcyjnym, jak i liczbą ziaren w kłosie (8). Odmiany mieszańcowe do wykorzystania potencjału plonotwórczego wymagają większych dawek azotu w porównaniu z odmianami populacyjnymi (17). Z doświadczeń przeprowadzonych w warunkach kontrolowanych wynika, że odmiana mieszańcowa Mader uzyskała najwyższy plon ziarna przy zastosowaniu największej dawki azotu (2). Badania polowe przeprowadzone przez M a c i o - r o w s k i e g o i in. (8) wskazują, że odmiany żyta mieszańcowego (Mader i Nawid) nie mają większych wymagań co do nawożenia azotem w porównaniu z odmianami populacyjnymi.

Tabela 8

Plonowanie pszenżyta ozimego odmiany półkarłowej (Fidelio) z odmianą konwencjonalną (Kazo) w zależności od dawki azotu

Odmiana	Dawka azotu (kg N · ha ⁻¹)			
	0	40	80	120
	plon ziarna (t · ha ⁻¹)			
Fidelio	4,01	5,63	6,61	7,08
Kazo	4,50	5,80	6,52	6,60

Źródło: Jaśkiewicz B., 2006 (3).

Podsumowanie

O wielkości plonów zbóż w dużym stopniu decyduje nawożenie azotem. Składnik ten w różnym stopniu wpływa na zmiany w strukturze plonu określonych genotypów. Wyniki prezentowanych badań wskazują na różną reakcję odmian zbóż na nawożenie azotem; uwarunkowane to jest genetycznie i wiąże się z odmiennym metabolizmem, a tym samym zróżnicowanymi wymaganiami pokarmowymi. Odmiany, które lepiej plonują przy wyższym poziomie nawożenia azotem cechują się większą krzewistością produkcyjną, masą ziarna z rośliny i kłosa. Na obniżkę plonu ziarna niektórych odmian przy dużych dawkach azotu mogą wpływać pewne zaburzenia w metabolizmie roślin.

Z przedstawionych danych literaturowych wynika, że różne formy owsa i jęczmienia (oplewione i nagoziarniste) wymagają zróżnicowanego nawożenia azotem. Odmiany oplewione do wykorzystania ich potencjału plonotwórczego wymagają większych dawek azotu w porównaniu z odmianami oplewionymi. Wprowadzone do uprawy formy półkarłowe pszenżyta ozimego ze względu na większą odporność na wyleganie wykazują się lepszym wykorzystaniem dużych dawek azotu. Natomiast wysokopienne odmiany żyta mieszańcowego nie wykazują większych wymagań względem nawożenia azotem w porównaniu z odmianami populacyjnymi.

Dynamiczny postęp w hodowli roślin zbożowych oraz różna reakcja odmian na azot uzasadnia celowość prowadzenia badań nad ustalaniem odpowiedniego poziomu nawożenia tym składnikiem.

Literatura

1. D u b i s B., B u d z y ń s k i W.: Reakcja owsa nagoziarnistego i oplewionego na termin i gęstość siewu. Biul. IHAR, 2003, **229**: 139-146.
2. G r a b i ń s k i J., M a z u r e k J.: Reakcja nowych rodów żyta na nawożenie azotem. Biul. IHAR, 1995, **195/196**: 333-335.
3. J a ś k i e w i c z B.: Reakcja nowych odmian pszenżyta ozimego na czynniki agrotechniczne. Folia Univ. Agric. Stet., Agric., 2006, **247**: 63-69.
4. J a ś k i e w i c z B.: Ekonomiczna efektywność półkarłowej formy pszenżyta ozimego. Pam. Puł., 2006, **142**: 163-165.
5. K o z ł o w s k a - P t a s z y ń s k a Z., P a w ł o w s k a J.: Reakcja nowych odmian owsa na nawożenie azotem. Pam. Puł., 1997, **109**: 7-18.
6. K o z ł o w s k a - P t a s z y ń s k a Z., P a w ł o w s k a J., W o c h J.: Wpływ dawek azotu na plon i jego strukturę u nowych polskich odmian owsa. Biul. IHAR, 2000, **215**: 239-244.
7. L e s z c z y ń s k a D., N o w o r o l n i k K.: Porównanie reakcji wielorzędowych i dwurzędowych odmian jęczmienia ozimego na poziom nawożenia azotem i termin siewu. Biul. IHAR, 2005, **237/238**: 39-49.
8. M a c i o r o w s k i R., S t a n k o w s k i S., P i e c h M.: Reakcja odmian żyta mieszańcowego i populacyjnego na nawożenie azotem i regulator wzrostu. Cz. I. Plon ziarna, komponenty plonu i wybrane cechy fizjologiczne. Biul. IHAR, 2000, **215**: 109-120.
9. N o w o r o l n i k K., M a j L.: Plonowanie owsa nagoziarnistego na tle oplewionego w zależności od nawożenia azotem. Pam. Puł., 2005, **139**: 129-136.
10. N o w o r o l n i k K., L e s z c z y ń s k a D., D w o r a k o w s k i T.: Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna i białka jęczmienia jarego nagoziarnistego i oplewionego. Pam. Puł., 2004, **135**: 213-221.

11. Piech M., Nita Z., Maciorowski R.: Porównanie plonowania dwóch odmian owsa nieoplewionego z oplewionym przy dwóch poziomach nawożenia azotem. *Żywność – Nauka, Technologia, Jakość*, 1999, **1(18)**: 137-141.
12. Podolska G., Mazurek J.: Budowa rośliny i lanu pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanego terminu siewu i sposobu nawożenia azotem. Cz. I. Plonowanie, struktura plonu i budowa lanu. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 491-505.
13. Podolska G.: Efektywność agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*, 2004, **231**: 55-64.
14. Podolska G., Mazurek J., Stypuła G.: Określenie wymagań agrotechnicznych nowych rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*, 2001, **220**: 23-33.
15. Podolska G., Stankowski S.: Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR*, 2001, **218/219**: 127-136.
16. Praca zbiorowa pod redakcją J. Chotkowskiego: *Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych*. Wyd. „Wieś Jutra”, Warszawa, 2005.
17. *Saaten Kompendium 98-99*. Lochow-Petkus Bergen, Niemcy, 1998.
18. Sulek A.: Określenie reakcji nowych rodów i odmian pszenicy jarej na wybrane czynniki agrotechniczne. *Biul. IHAR*, 2004, **231**: 139-145.
19. Waleńs M.: Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. IHAR*, 2003, **229**: 115-124.
20. Wolski T., Ceglińska A., Czerwińska E., Gryka J., Pojmaj M. S.: Hodowla półkarłowego pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR*, 1996, **197**: 34-44.
21. Wróbel E., Kijora C.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie i jakość ziarna owsa nagoziarnistego. *Pam. Puł.*, 2004, **135**: 331-340.
22. Wróbel E., Krajewski T., Krajewski W.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i strukturę plonu owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. IHAR*, 2003, **229**: 95-102.
23. Wróbel E., Szempliński W.: Sposób siewu a plonowanie odmian pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.*, 2006, **4**: 203-210.

Adres do korespondencji:

dr Alicja Sulek
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 349
e-mail: sulek@iung.pulawy.pl