

Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rzeszowski
ul. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów, e-mail: j buc z e k @ u n i v . r z e s z o w . p l

JAN BUCZEK, BARBARA KRYŃSKA, RENATA TOBIASZ-SALACH

Reakcja pszenicy ozimej na doglebowe i dolistne stosowanie azotu

Winter wheat reaction to soil fertilization and foliar nitrogen application

Streszczenie. Badania przeprowadzono w latach 2000–2002 na polu doświadczalnym należącym do Stacji Dydaktyczno-Badawczej Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego. Badano wpływ zróżnicowanych dawek i sposobów stosowania azotu na wielkość, strukturę plonu i jakość ziarna pszenicy ozimej. Czynnikiem doświadczenia były: A – odmiany pszenicy ozimej Begra i Kobra; B – poziomy nawożenia azotem doglebowo (saletra amonowa) i dolistne stosowanie mocznika. Plon ziarna obu odmian był uzależniony od dawki azotu, a przy poziomie nawożenia $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ również od sposobu jego stosowania. Badane odmiany pszenicy reagowały istotnym wzrostem plonu na zwiększenie dawki azotu w stosunku do kontroli. Dawka $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ – $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie sypkiej i $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ jako trzykrotny zabieg dokarmiania mocznikiem w porównaniu z dawką $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w całości aplikowaną w formie sypkiej spowodowała większy przyrost plonu ziarna obu odmian pszenicy i jego elementów składowych. Zwiększenie dawki azotu z 60 do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zwiększyło zawartość białka i potasu w ziarnie obu odmian, zmniejszyło natomiast zawartość fosforu, nie powodując jednocześnie zróżnicowania zawartości magnezu i wapnia. Sposób aplikacji azotu nie miał wpływu na zawartość białka i makroelementów w ziarnie pszenicy.

Słowa kluczowe: dawki azotu, nawożenie doglebowe i dolistne, plon, składowe plonu, odmiany, jakość ziarna

WSTĘP

Bardzo ważnym problemem w uprawie zbóż jest wyznaczenie optymalnych dawek nawozów azotowych i sposobów ich stosowania, które pozwoliłyby na osiągnięcie wysokiego plonu o wymaganej jakości przy racjonalnych nakładach [Czuba 2000, Szewczuk i Michałojć 2003]. Stosowanie dawki azotu przed siewem, a następnie dawek uzupełniających na podstawie stanu zawartości azotu w roślinie i glebie jest jednym z elementów optymalizacji nawożenia tym pierwiastkiem [Fotyma 2000, Fotyma i Fotyma 2005].

Dokarmianie dolistne azotem jako element intensywnej technologii uprawy roślin zbożowych jest zabiegiem, który nie zastępuje podstawowego nawożenia doglebowego, lecz jest sposobem dodatkowego dostarczenia roślinom azotu w fazach ich największego zapotrzebowania i w warunkach utrudnionego jego pobierania z gleby [Czuba 2000, Jaskulski 2004].

Znaczna liczba czynników wpływających na pobieranie składników pokarmowych przez liście zbóż prowadzi do dużej zmienności plonotwórczego efektu dolistnego stosowania roztworów nawozów azotowych [Kubik 2000]. Zagadnienie to w szczególności dotyczy odmian i rodów pszenicy ozimej, u których stwierdza się niejednakową reakcję na nawożenie azotem, dlatego istotne jest w zróżnicowanych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych ustalenie optymalnych relacji ilościowych doglebowego i dolistnego stosowania azotu [Fotyma 2000, Fotyma i Fotyma 2005].

Celem przeprowadzonych badań było porównanie wpływu zróżnicowanych dawek i sposobów stosowania azotu na wielkość, strukturę plonu i jakość ziarna pszenicy ozimej odmian Begra i Kobra.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2000–2002 w warunkach Pogórza Rzeszowskiego na polu doświadczalnym należącym do Stacji Dydaktyczno-Badawczej Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego.

Doświadczenie zlokalizowane było na glebie brunatnej wytworzonej z lessu, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IIIa, kompleksu pszennego dobrego, o zawartości N – 0,15%, P₂O₅ – 220 mg · kg⁻¹ gleby, K₂O – 150 mg · kg⁻¹ gleby i pH KCl = 6,5. Dwuczynnikowe doświadczenie założono metodą losowanych bloków w układzie zależnym w czterech powtórzeniach, a powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 20 m².

Czynnikami doświadczenia były: A – odmiany pszenicy ozimej: Begra i Kobra; B – poziomy nawożenia azotem doglebowo i dolistne stosowanie mocznika.

Nawożenie azotem doglebowo w formie sypkiej (saletra amonowa 34%) oraz dolistne roztworem mocznika stosowano według schematu (tab. 1). Pszenicę w każdym roku uprawiano po owsie. Po jego zbiorze na polu wykonywano standardową uprawę późniejszą i przedsięwną. Odmiany pszenicy wysiewano w optymalnym terminie dla rejonu, czyli w trzeciej dekadzie września w ilości wysiewu 450 sztuk ziaren · m⁻². Przed siewem pszenicy stosowano nawożenie fosforowo-potasowe w ilości 80 P₂O₅ i 120 K₂O. Dolistne nawożenie azotem łączono ze stosowaniem herbicydów i fungicydów.

Plon ziarna z ha określono na podstawie zbioru z poletka po przeliczeniu na 15% wilgotności. Liczbę kłosów na jednostce powierzchni ustalono na podstawie prób roślin pobranych z każdego powtórzenia z powierzchni 0,5 m². Wartość składowych plonu pszenicy, tj. liczbę ziaren w kłosie i masę ziarna z kłosa, obliczono, wykorzystując wyniki pomiarów 10 roślin wybranych losowo z każdego poletka, oznaczono także masę tysiąca ziaren. W próbkach ziarna określono także zawartość azotu oznaczonego metodą Kjeldahla, białka (wykorzystując mnożnik 6,25) oraz podstawowych składników mineralnych – fosforu (metoda kolorymetryczna), potasu, wapnia i magnezu (metoda emisyjna przy użyciu atomowego spektrofotometru absorpcyjnego).

Wyniki opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji i test t-Studenta przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy przy poziomie istotności 0,05.

Tabela 1. Nawożenie azotem pszenicy ozimej, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
 Table 1. Nitrogen fertilization of winter wheat, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

Nawożenie N Fertilization N	Dawka N Dose N	Termin, dawka i forma nawożenia azotem Term, dose and form of nitrogen application			
		A	B	C	D
I	0	-	-	-	-
II	60	30 sypka, granular	20 sypka granular	10 sypka granular	-
III	60	30 sypka, granular	20 płynna, liquid	10 płynna, liquid	-
IV	90	50 sypka, granular	30 sypka, granular	10 sypka, granular	-
V	90	50 sypka, granular	30 płynna, liquid	10 płynna, liquid	-
VI	120	60 sypka, granular	30 sypka, granular	20 sypka, granular	10 sypka, granular
VII	120	60 sypka, granular	30 płynna, liquid	20 płynna, liquid	10 płynna, liquid

A – ruszenie wegetacji; start of vegetation, B – krzewienie; tillering, C – strzelanie w źdźbło; shooting, D – kłoszenie; heading

WYNIKI I DYSKUSJA

Przebieg warunków pogodowych w okresie wzrostu i rozwoju pszenicy w poszczególnych latach badań był zmienny. Zróżnicowanie dotyczyło głównie ilości i rozkładu opadów w okresie wegetacji pszenicy, a w mniejszym stopniu temperatury (tab. 2). Najkorzystniejszym przebiegiem pogody charakteryzował się sezon 2001/2002 ze względu na duży zasób wilgoci przed siewem pszenicy i temperaturę na poziomie $12,4^{\circ}\text{C}$ przed siewem i po siewie zboża. Po łagodnej i niezbyt obfitej w opady zimie, a po suchym kwietniu ilość opadów w maju i czerwcu (przy rosnącej temperaturze od $8,4$ do $17,5^{\circ}\text{C}$) pokrywała potrzeby wodne pszenicy. W sezonie 1999/2001 szczególnie obfite opady lipcowe utrudniały i opóźniły zbiór pszenicy, natomiast mała ilość opadów w miesiącach jesiennych w sezonie 2000/2001 niekorzystnie wpływała w początkowym okresie wegetacji pszenicy na jej wzrost i rozwój. Zmienne warunki meteorologiczne w okresie badań zdecydowały o zróżnicowanym plonowaniu odmian pszenicy ozimej (tab. 3). Plon ziarna zmieniał się od $6,03 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w roku 2000 do $6,36 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w roku 2001, by osiągnąć swój najwyższy poziom $6,64 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w roku 2002, który charakteryzował się korzystnym układem warunków pogodowych. Zarówno odmiana Begra i Kobra istotnie wyżej plonowały w roku 2002 niż w roku 2000 i 2001.

Odmiana Kobra istotnie wyżej plonowała niż odmiana Begra, różnica w poziomie plonowania wynosiła 6,6%. O wyższym plonowaniu odmiany Kobra decydowały składowe jej plonu, tj. wyższa liczba kłosów na 1 m^2 oraz korzystniejsza masa i liczba ziarna z kłosa. Plon ziarna obu odmian był uzależniony od ilości zastosowanego azotu, a przy poziomie nawożenia $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ również od sposobu stosowania. Plony pszenicy istotnie wzrastały wraz z dawką nawożenia azotem i wynosiły odpowiednio w zależności od sposobu stosowania dla dawek: $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ – $5,83$ i $6,00 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ – $6,32$ i $6,59 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$

Tabela 2. Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji pszenicy ozimej
 Table 2. Meteorological conditions in winter wheat vegetation period

Czynnik Faktor	Rok Year	Miesiąc – Month												Cały okres wegetacji Total vegetation period	
		IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	średnia mean	suma sum
Temperatura Temperature	1999/2000	15,3	8,5	2,1	-0,1	-3,1	1,7	3,5	11,7	15,0	17,2	17,2	18,6	9,6	
	2000/2001	11,5	11,4	7,4	1,8	-0,5	-1,0	3,7	8,8	14,4	15,4	20,0	19,3	9,3	
	2001/2002	12,4	9,9	4,4	-5,9	-1,8	3,7	5,4	8,4	16,8	17,5	20,9	20,5	9,3	
Opady Rainfall	1999/2000	66	68	45	39	37	53	82	69	74	92	200	58	883	
	2000/2001	42	7	20	42	53	19	66	74	60	111	98	89	681	
	2001/2002	130	27	40	20	34	24	19	44	92	112	84	72	698	

oraz $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ – 7,26 i $7,61 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Najwyższy plon $7,61 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i jego istotny przyrost w stosunku do kontroli stwierdzono, stosując dawkę $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu w połowie doglebowo i dolistnie. Natomiast odpowiednio najniższy plon $5,83 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ uzyskano przy nawożeniu doglebowym pszenicy dawką $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zbliżony poziom plonowania odmian pszenicy ozimej (od 6,95 do $7,81 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w zależności od wzrastających dawek azotu ($40, 80$ i $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) stosowanego doglebowo i dolistnie, uzyskała w swoich badaniach Chrzanowska-Drożdż i in. [2004]. Najwyższy przyrost plonu $7,81 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ autorka stwierdziła, stosując dawkę azotu $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ + dwukrotne dokarmianie mocznikiem. Natomiast w badaniach Wróbla i Szemplińskiego [1999] plon odmian pszenicy wzrastał wraz z zwiększaniem dawkami azotu, by osiągnąć maksymalny poziom $8,72 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ przy dawce $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabela 3. Plon ziarna pszenicy ozimej w zależności od odmiany oraz dawki i sposobu stosowania azotu, $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$

Table 3. Winter wheat crop in relation to a cultivar and nitrogen application method, $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$

Odmiana Cultivar	Lata Years	Sposób nawożenia N – Variant of fertilization N						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Begra	2000	4,52	5,23	5,45	5,85	6,15	6,55	6,79
	2001	4,74	5,52	5,85	5,95	6,05	7,44	7,72
	2002	4,84	5,75	5,95	6,45	6,72	7,35	7,79
Średnia – Mean		4,70	5,50	5,75	6,08	6,30	7,11	7,43
Kobra	2000	4,67	5,79	6,15	6,45	6,55	6,95	7,25
	2001	4,85	6,22	6,25	6,15	6,85	7,54	7,92
	2002	4,95	6,45	6,35	7,15	7,22	7,75	8,19
Średnia – Mean		4,82	6,15	6,25	6,56	6,87	7,41	7,79
A*		4,76	5,83	6,00	6,32	6,59	7,26	7,61
B**	2000	4,60	5,51	5,80	6,15	6,35	6,75	7,02
	2001	4,80	5,87	6,05	6,05	6,45	7,49	7,82
	2002	4,90	6,10	6,15	6,80	6,97	7,55	7,99
NIR _{0,05} dla: odmian – 0,14; nawożenia – 0,28; lat – 0,20 odmiana × nawożenie – 0,29; lata × nawożenie – 0,29; lata × odmiana – 0,25 LSD _{0,05} for: cultivar – 0,14; fertilization – 0,28; years – 0,20; cultivar × fertilization – 0,29; years × fertilization – 0,29; years × cultivar – 0,25								

* Średnia dla sposobów nawożenia azotem – The average rate for nitrogen application methods

** Średnia dla nawożenia azotem w latach – The average rate nitrogen application in years

Porównując sposoby stosowania azotu w badaniach własnych, stwierdzono istotny wpływ dawki $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ stosowanej w połowie doglebowo + trzykrotne dokarmianie mocznikiem w porównaniu z taką samą ilością azotu wnoszonego w całości w formie sypkiej. Różnica ta u odmiany Begra wynosiła 5,7%, a u Koby 4,9%. Natomiast dwukrotne dokarmianie mocznikiem obu odmian przy dawkach 60 i $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nie było celowe w porównaniu z nawożeniem wyłącznie doglebowym. Również w literaturze dotyczącej tego zagadnienia badania Czuby [2000] i Sztuder [2007] potwierdzają wyższą efektywność azotu stosowanego dolistnie w porównaniu z nawożeniem doglebowym. Związane jest to z wysoką równomiernością rozprowadzania nawozów płynnych (nie występuje zjawisko rozdzielania się składników) oraz lepszym dostosowaniem składu nawozu do potrzeb pokarmowych rośliny, a także lepszymi efektami plonotwórczymi w latach o mniejszej ilości opadów w okresie wegetacji. Natomiast badania Kub-

sika [2000], a także Orlika i in. [2005], w których porównywano sposoby doglebowego i dolistnego stosowania azotu w pszenicy w warunkach polowych i laboratoryjnych, stwierdzono brak istotnych różnic efektów produkcyjnych i ekonomicznych analizowanych technik nawożenia.

Analizując wybrane elementy składowe plonu w zależności od badanych czynników, stwierdzono istotnie większą liczbę kłosów z 1 m² u odmiany Kobra w porównaniu z odmianą Bęgra. Pomimo że obsada kłosów wzrastała wraz z dawką azotu, podobnie jak dla sposobów stosowania azotu, które różnicowały obsadę, zależności tych nie potwierdzono statystycznie (tab. 4). Badania natomiast Chrzanowskiej-Drożdż i in. [2004] nie potwierdziły wzrostu liczby kłosów produktywnych przy wzroście dawki azotu do 120 kg · ha⁻¹ oraz dwukrotnym zastosowaniu dokarmiania mocznikiem, optymalną wartość tej cechy stwierdzono przy dawce 80 kg · ha⁻¹ + jednorazowe stosowanie roztworu mocznika. Budzyński i Bielski [2008], stosując różne sposoby podziału nawożenia azotowego (dawki 60, 120, 180 kg · ha⁻¹), uzyskali najwyższą zwartość łanu pszenicy (662 sztuk · m²) przy dawce 180 kg N · ha⁻¹, zastosowanej w podziale 120 + 60 kg N · ha⁻¹, na przedwiosniu po ruszeniu wegetacji i w fazie strzelania w źdźbło.

Zastosowanie różnych dawek azotu niezależnie od odmiany nie miało istotnie wpływu na liczbę ziaren w kłosie. Odmiany Bęgra i Kobra, w porównaniu z kontrolą, zawiązywały istotnie więcej ziarna w kłosie przy dawce 120 kg · ha⁻¹ stosowanej zarówno doglebowo, jak i doglebowo-dolistnie. Badania Wróbla i Szemplińskiego [1999] oraz Budzyńskiego i Bielskiego [2008] również wykazały istotny wzrost liczby ziaren w kłosie dla dawki azotu 120 kg · ha⁻¹ w porównaniu z dawką 60 kg · ha⁻¹.

Podobnie jak liczba ziaren w kłosie również ich masa z kłosa dla obu odmian pszenicy była bardzo zbliżona i wynosiła dla Bęgry 1,52 g, a dla Kobry 1,60 g. Stwierdzono jedynie istotny wzrost masy ziarna z kłosa dla odmiany Kobra przy dawce 120 kg · ha⁻¹ stosowanej doglebowo-dolistnie w porównaniu z dawką doglebową.

Oceniane odmiany charakteryzowały się zróżnicowaną masą tysiąca ziaren. Istotnie większą masą 1000 ziaren (45,9 g) odznaczała się odmiana Kobra, a mniejszą odmiana Bęgra 44,0 g. Dawki azotu jak również sposób jego aplikowania nie miały wpływu na wartości tej cechy.

Pozytywny wpływ nawożenia azotem stwierdzono na zawartość białka w ziarnie obu odmian pszenicy (tab. 5). Jest to najważniejsza cecha użytkowa w przypadku odmian pszenicy. Odmiana Kobra charakteryzowała się większą zawartością białka niż odmiana Bęgra. Zanotowano istotny wzrost zawartości białka w ziarnie przy wszystkich dawkach azotu w porównaniu z obiektem kontrolnym. Najwyższą zawartość białka w ziarnie uzyskano, nawożąc pszenicę azotem w dawce 120 kg · ha⁻¹, odpowiednio 14,0 i 14,2%, a najniższą, gdy stosowano dawkę 60 kg N · ha⁻¹ – dla obu sposobów nawożenia 12,3%. Również w badaniach Klupeczyńskiego i in. [2000] stwierdzono istotną korelację pomiędzy dawką azotu a zawartością białka ogółem w ziarnie pszenicy. Stwierdzony istotny wzrost o 7,0 i 12,0 g · kg⁻¹ zawartości białka w ziarnie w stosunku do obiektu kontrolnego, wykazano zwłaszcza po zastosowaniu dawki 80 i 120 kg N · ha⁻¹. Stwierdzony w badaniach własnych dodatni wpływ wzrastających dawek nawożenia azotem na zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy znajduje z reguły potwierdzenie także w badaniach innych autorów [Wróbel i Szempliński 1999, Kryńska i in. 1997].

Tabela 4. Elementy struktury plonu pszenicy ozimej (średnie za lata 2000–2002)
 Table 4. Elements of winter wheat crop (mean for years 2000–2002)

Elementy Elements	Odmiana Cultivar	Sposób nawożenia N – Variant of fertilization N							Średnia Mean
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
Liczba kłosów w szt. · m ² Number of ears · m ⁻²	Begra	413	415	430	485	478	495	510	460
	Kobra	419	475	460	495	510	520	540	488
	średnia; mean	416	445	445	490	494	508	525	-
NIR _{0,05} dla: odmian – 20,5; nawożenia – 24,6; odmiana × nawożenie – 33,1; LSD _{0,05} for: cultivar – 20,5; fertilization – 24,6; cultivar × fertilization – 33,1;									
Liczba ziaren w kłosie w szt. Number of grains per ear	Begra	31,8	34,1	34,1	34,7	35,0	35,4	35,6	34,4
	Kobra	32,3	34,2	34,6	35,2	35,8	36,0	36,4	34,9
	średnia; mean	32,1	34,2	34,4	35,0	35,4	35,7	36,0	-
NIR _{0,05} dla: odmian – 1,1; nawożenia – r.n.; odmiana × nawożenie – 2,3; LSD _{0,05} for: cultivar – 1,1; fertilization – n.s.; cultivar × fertilization – 2,3;									
Masa ziarna z kłosa w g Grain weight per ear	Begra	1,35	1,48	1,49	1,55	1,60	1,55	1,60	1,52
	Kobra	1,40	1,52	1,58	1,60	1,58	1,62	1,89	1,60
	średnia; mean	1,38	1,50	1,54	1,58	1,59	1,59	1,75	-
NIR _{0,05} dla: odmian – r.n.; nawożenia – 0,08; odmiana × nawożenie – 0,11; LSD _{0,05} for: cultivar – n.s.; fertilization – 0,08; cultivar × fertilization – 0,11;									
Masa 1000 ziaren w g Weight of 1000 grains	Begra	41,2	43,6	43,7	44,8	45,9	43,9	44,9	44,0
	Kobra	43,2	45,4	45,8	45,7	44,8	45,1	51,9	45,9
	średnia; mean	42,2	44,5	44,8	45,3	45,4	44,5	48,4	-
NIR _{0,05} dla: odmian – 0,42; nawożenia – r.n.; odmiana × nawożenie – r.n. LSD _{0,05} for: cultivar – 0,42; fertilization – n.s.; cultivar × fertilization – n.s.									

Tabela 5. Zawartość białka i makroelementów (% s.m.) w ziarnie pszenicy ozimej (średnie za lata 2000–2002)
 Table 5. Content of protein and microelements (% DM) in grain of winter wheat (mean for years 2000–2002)

Wyszczególnie Specifications	Odmiana Cultivar	Sposób nawożenia N – Variant of fertilization N							Średnia Mean
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
Zawartość białka ogółem Total protein content	Begra	10,0	11,8	12,1	13,2	13,6	13,9	14,0	12,6
	Kobra	10,6	12,8	12,5	13,9	14,0	14,2	14,5	13,2
	średnia; mean	10,3	12,3	12,3	13,5	13,8	14,0	14,2	-
NIR _{0,05} dla: odmian – 0,30; nawożenia – 0,89; odmiana × nawożenie – r.n.; LSD _{0,05} for: cultivar – 0,30; fertilization – 0,89; cultivar × fertilization – n.s.									
Fosfor Phosphorous	Begra	0,33	0,39	0,40	0,37	0,38	0,35	0,36	0,37
	Kobra	0,38	0,43	0,41	0,40	0,40	0,38	0,39	0,40
	średnia; mean	0,35	0,41	0,40	0,38	0,39	0,36	0,37	-
NIR _{0,05} dla: odmian – 0,025; nawożenia – r.n.; odmiana × nawożenie – r.n.; LSD _{0,05} for: cultivar – 0,025; fertilization – n.s.; cultivar × fertilization – n.s.									
Potas Potassium	Begra	0,38	0,37	0,39	0,41	0,39	0,40	0,43	0,39
	Kobra	0,38	0,39	0,41	0,43	0,41	0,45	0,45	0,42
	średnia; mean	0,38	0,38	0,40	0,42	0,40	0,42	0,42	-
NIR _{0,05} dla: odmian – 0,034; nawożenia – r.n.; odmiana × nawożenie – r.n.; LSD _{0,05} for: cultivar – 0,034; fertilization – n.s.; cultivar × fertilization – n.s.									
Wapń Calcium	Begra	0,09	0,11	0,12	0,12	0,10	0,11	0,13	0,11
	Kobra	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,118
	średnia; mean	0,095	0,105	0,115	0,120	0,115	0,120	0,135	-
NIR _{0,05} dla: odmian – r.n.; nawożenia – r.n.; odmiana × nawożenie – r.n.; LSD _{0,05} for: cultivar – n.s.; fertilization – n.s.; cultivar × fertilization – n.s.									
Magnez Magnesium	Begra	0,14	0,16	0,18	0,15	0,15	0,12	0,17	0,153
	Kobra	0,13	0,15	0,13	0,17	0,14	0,16	0,18	0,151
	średnia; mean	0,135	0,155	0,155	0,160	0,145	0,140	0,175	-
NIR _{0,05} dla: odmian – r.n.; nawożenia – r.n.; odmiana × nawożenie – r.n.; LSD _{0,05} for: cultivar – n.s.; fertilization – n.s.; cultivar × fertilization – n.s.									

Porównując sposoby aplikowania azotu, nie stwierdzono udowodnionych różnic w zawartości białka w ziarnie odmiany Begra i Kobra. Uzyskane zawartości białka w ziarnie pszenicy zarówno nawożonej azotem w formie stałej, jak i mieszanej były bardzo do siebie zbliżone. Również badania Orlika i in. [2005] nie wykazały jednoznacznie, który z wariantów nawożenia azotem, doglebowo saletrą i dolistnie mocznikiem, wpływa korzystniej na zawartość białka w ziarnie pszenicy, co tłumaczy się mniejszym wykorzystaniem azotu z dawek dolistnych, doбором odmian, terminem podawania mocznika oraz aktualnymi warunkami pogodowymi.

W prezentowanych badaniach podjęto również próbę oceny zawartości podstawowych makroelementów w ziarnie obu odmian w zależności od dawki i sposobu aplikowania azotu. Wzrastające dawki azotu wywarły wpływ jedynie na zawartość fosforu i potasu w ziarnie. Zawartość fosforu w ziarnie pszenicy malała pod wpływem wyższej dawki azotu, natomiast zawartość potasu wzrastała i najwyższą zawartością K odznaczało się ziarno pochodzące z obiektów nawożonych dawką $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podobne zależności wykazali w swoich badaniach Kryńska i in. [1997] oraz Pisulewska i in. [1998], natomiast zawartości składników pokarmowych prezentowane w badaniach własnych nie odbiegają od stwierdzonych w badaniach Matyki i in. [1993].

Istotnie więcej fosforu i potasu stwierdzono w ziarnie odmiany Kobra niż Begra. Nie stwierdzono wpływu nawożenia azotem na zawartości wapnia i magnezu w ziarnie pszenicy. Zawartości Ca i Mg w ziarnie zarówno na obiektach kontrolnych, jak i nawożonych azotem były do siebie zbliżone. Wpływ sposobu aplikowania azotu na zawartość makroelementów w ziarnie obu odmian był nieistotny. Według niektórych autorów [Kryńska i in. 1997, Pisulewska i in. 1998] zawartość składników pokarmowych w ziarnie zbóż w dużym stopniu zależy od przebiegu warunków pogodowych. Nie potwierdziły tego badania własne, w których zmienne warunki pogodowe podczas trzech lat badań wpływały zdecydowanie na plon ziarna, a prawie nie zmieniały zawartości w nim omawianych pierwiastków.

WNIOSKI

1. Nawożenie azotem w dawce $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, aplikowane w formie doglebowej i dolistnej w porównaniu ze stosowanym w całości w formie sypkiej, spowodowało większy przyrost plonu ziarna zarówno odmiany Begra, jak i Kobra.
2. Dolistne stosowanie azotu w roztworze mocznika, zwłaszcza w dawkach 60 i $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, było mało efektywne niezależnie od odmiany pszenicy.
3. Odmiana Kobra w porównaniu z odmianą Begra odznaczała się wyższym poziomem plonowania oraz korzystniejszymi elementami struktury plonu.
4. Zwiększenie dawki azotu z 60 do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zwiększało zawartość białka i potasu w ziarnie obu odmian, zmniejszało natomiast zawartość fosforu, nie powodując jednocześnie zróżnicowania zawartości magnezu i wapnia. Sposób aplikacji azotu nie miał wpływu na zawartość białka i makroelementów w ziarnie pszenicy.

PIŚMIENNICTWO

- Budzyński W., Bielski S., 2008. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 1, 27–38.
- Chrzanowska-Drożdż B., Gil Z., Liszewski M., Malarz W., 2004. Wysokość plonu ziarna pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 233, 29–38.

- Czuba R., 2000. Nawozy zawieszinowe – nowoczesna generacja nawozów płynnych. *Więś Jutra* 11, 11–14.
- Fotyma E., 2000. Zasady nawożenia azotem z wykorzystaniem testów glebowych i roślinnych. *Nawozy i Nawożenie/Fertilizers and Fertilization* 3, 17–37.
- Fotyma E., Fotyma M., 2005. Parametry modelu optymalizacji dawek azotu pod pszenicę ozimą. *Nawozy i Nawożenie/Fertilizers and Fertilization* 1, 83–89.
- Jaskulski M., 2004. Efektywność dolistnego stosowania nawozów „Sonata”. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura*, 59, (1), 431–439
- Kłupczyński Z., Knapkowski T., Ralcewicz M., Murawska B., 2000. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wartość technologiczną chlebowych odmian pszenicy ozimej. *Nawozy i Nawożenie/Fertilizers and Fertilization*, 3, 61–72.
- Kryńska B., Majda J., Kud K., 1997. Wpływ poziomu i sposobu stosowania azotu na plonowanie pszenżyta ozimego i zawartość makroelementów w ziarnie. Cz. II. Zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego. *Bibl. Fragm. Agron.*, 3, 353–358.
- Kubsik K., 2000. Produkcyjna i ekonomiczna ocena technik stosowania nawozów azotowych w pszenicy ozimej i jęczmieniu jarym. *Fragm. Agron.*, 1, 98–107.
- Matyka S., Korol W., Wójciak M., 1993. Skład mineralny ziarna zbóż. *Zesz. Nauk. WSRP, Zoo-technika*, 32, 51–55.
- Orlik T., Wesołowska-Janczarek M., Marzec M., 2005. Porównanie wpływu dolistnego dokarmiania i nawożenia doglebowego na plonowanie zbóż w terenach erodowanych. *Acta Agrophysica*, 5(2), 367–375.
- Pisulewska E., Zając T., Oleksy A., 1998. Skład mineralny ziarna wybranych odmian pszenżyta ozimego w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Biul. IHAR 205/206*, 179–188.
- Sztuder H., 2007. Produkcyjna i ekologiczna ocena różnych sposobów aplikacji nawozów w uprawie pszenicy ozimej. *Inżynieria Roln.* 3, 167–172.
- Szewczuk C., Michałojć Z., 2003. Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophysica*, 85, 89–98.
- Wróbel E., Szempliński W., 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.*, 118, 463–469.

Summary. The research was carried out in the years 2000–2002 in the experimental field belonging to the Didactic and Research Station of Faculty of Biology and Agriculture at Rzeszow University. There was analyzed the influence of diverse rates and application methods of nitrogen over the size, structure of the crop and the quality of winter wheat grain. The experiment components were as follows: A – winter wheat cultivars Begra and Kobra and B – changeable levels of nitrogen soil fertilization (ammonium nitrogen) and application of foliar urea.

The crop of both cultivars depended on the quantity of the nitrogen applied and the fertilization level of $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ on the application method as well. The reaction of wheat cultivars was reflected in the remarkable growth of the crop with the subsequent nitrogen application in relation to control. The rate of $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ with $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ in powder form and $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ as a triple urea fertilized treatment in comparison to the rate of $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ applied as a whole in powder form caused the highest growth of grain crop and its components for both cultivars wheat. The increase of the nitrogen rate from 60 to $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ raised protein and potassium content in the grain of both cultivars. On the other hand, it lowered the phosphorus content without magnesium and calcium changes. Nitrogen application method had no impact on protein and microelements content in wheat grain.

Key words: nitrogen rates, soil and foliar fertilization, crop, crop components, cultivars, grain quality