

WPLYW DOLISTNEGO NAWOŻENIA AZOTEM NA WYBRANE PARAMETRY JAKOŚCIOWE ZIARNA PSZENICY OZIMEJ

ARTUR MAKAREWICZ, BARBARA GĄSIOROWSKA, ANNA CYBULSKA

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach*

makarewicz@uph.edu.pl

Synopsis. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2005–2007 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach, należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. W doświadczeniu badano: nawożenie dolistne azotem: 1) obiekt kontrolny, bez nawożenia dolistnego, 2) 20% roztwór mocznika zastosowany w fazie krzewienia, 3) 10% roztwór mocznika zastosowany na początku fazy strzelania w źdźbło, 4) 5% roztwór mocznika zastosowany na końcu fazy strzelania w źdźbło oraz odmiany pszenicy ozimej: Finezja, Turnia, Tonacja. W badaniach dotyczących wartości technologicznej ziarna pszenicy ozimej określono zawartość białka ogólnego, zawartość glutenu, rozplywalność glutenu oraz liczbę opadania. Z badań wynika, że zarówno warunki pogodowe w latach jak i czynniki agrotechniczne miały istotny wpływ na zawartość białka ogólnego i glutenu w ziarnie oraz rozplywalność glutenu i liczbę opadania. Większe dawki azotu stosowane w formie nawożenia dolistnego, wpływały na wzrost wartości tych parametrów. Największą zawartość białka ogólnego w suchej masie ziarna odnotowano na obiektach nawożonych dawką 10% roztworu mocznika, natomiast z badanych odmian najwięcej białka ogólnego w suchej masie ziarna było w ziarnie odmiany Turnia. Zawartość glutenu i jego rozplywalność oraz liczba opadania były najwyższe u odmiany Tonacja.

Słowa kluczowe – *key words*: pszenica ozima – *winter wheat*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilizing*, odmiana – *cultivar*, jakość ziarna – *quality of grain*

WSTĘP

Ziarno pszenicy odmian konsumpcyjnych formy ozimej powinno charakteryzować się odpowiednią wartością technologiczną, na którą składa się wartość przemiałowa ziarna i wypiekowa mąki [Podolska in. 2004]. Badania nad wpływem nawożenia azotem na wartość technologiczną ziarna pszenicy ozimej wskazują, że zarówno dawka azotu jak i sposób jej aplikacji wywierają istotny wpływ na poszczególne parametry jakości [Wróbel i Szempliński 2000]. Azot w nawożeniu pszenicy ozimej może być dostarczony w formie nawozów sypkich lub płynnych. Stosowanie nawożenia dolistnego w pszenicy ozimej jest bardziej efektywne w warunkach suszy, działa skutecznie, gdyż jest bardziej dostępny dla roślin [Czuba 2005, Johansson i in. 2001].

Ustalenie optymalnego poziomu nawożenia azotem dla wprowadzonych do uprawy nowych odmian pszenicy ozimej ma duże znaczenie ze względu na istotny wpływ tego składnika nie tylko na wysokość plonu ziarna, ale i jego jakość [Mazurek i Biskupski 1997]. Przy ocenie jakości ziarna pszenicy ozimej dużą uwagę zwraca się na jego właściwości enzymatyczne, a zwłaszcza na aktywność amylolityczną. Hevia [1999] i Zebarth [1999] wykazali, że wraz ze wzrostem nawożenia azotem następuje spadek aktywności alfa-amylazy, natomiast Subda i in. [1997] oraz Sułek i in. [2002] są zdania, że duże dawki azotu mogą powodować wzrost aktywności amylolitycznej. Ujemną konsekwencją stosowania dużych dawek nawożenia azotem w upra-

wie pszenicy ozimej jest obniżenie zawartości glutenu w ziarnie, natomiast przesunięcie terminu stosowania azotu na koniec fazy strzelania w źdźbło, powoduje wzrost zawartości białka w ziarnie, a tym samym pogorszenie jego wartości żywieniowej.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dolistnego nawożenia azotem zastosowanego w różnych fazach rozwoju roślin na niektóre cechy charakteryzujące jakość ziarna trzech zrejzonizowanych odmian pszenicy ozimej.

MATERIAŁ I METODY

W pracy przedstawiono wyniki badań zrealizowanych w latach 2005–2007 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach (52°06' N, 22°50' E) należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Wielkość poletka do zbioru wynosiła 18 m². Doświadczenie dwuczynnikowe założono w układzie losowanych bloków (split-blok) w trzech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu były dawki nawożenia azotem aplikowane w formie roztworu mocznika: 1) obiekt kontrolny, bez nawożenia dolistnego, 2) 20% roztwór mocznika zastosowany w fazie krzewienia [BBCH 22], 3) 10% roztwór mocznika zastosowany na początku fazy strzelania w źdźbło [BBCH 31], 4) 5% roztwór mocznika zastosowany na końcu fazy strzelania w źdźbło [BBCH 37]. Czynnikiem drugiego rzędu były odmiany pszenicy ozimej: Finezja, Turnia, Tonacja.

Doświadczenie przeprowadzono na glebie zaliczanej do działu – gleby autogeniczne, rzędu – gleby brunatnoziemne, typu – gleby płowe, wytworzone z piasku gliniastego pylastego. Skład granulometryczny (%) warstwy ornej był następujący: piasek (1,0–0,1) – 53, pył (0,1–0,02) – 27, części spławialne (<0,02) – 20. Właściwości warstwy ornej obejmowały: zawartość materii organicznej – 1,57%, zawartość przyswajalnych form w mg na 1 kg gleby: P – 4,6; K – 13,3; Mg – 3,5; pH w 1 M KCL – 6,5. Pojemność sorpcyjna wynosiła T – 89 mmol (+)·kg⁻¹, ilość kationów zasadowych S – 69 mmol (+)·kg⁻¹, kwasowość hydrologiczna Hh – 20 mmol (+)·kg⁻¹, a stopień wysycenia gleby wynosił V – 77,5%. Pod względem przydatności rolniczej gleba zaliczana jest do kompleksu żytniego bardzo dobrego (klasa bonitacyjna IVa, odczyn obojętny), o wysokiej zasobności w fosfor i próchnicę. Pszenicę ozimą uprawiano po wczesnych ziemniakach. Na dwa tygodnie przed siewem pszenicy wysiano nawozy fosforowo-potasowe w ilości P – 44,0 (100 P₂O₅) kg·ha⁻¹ (superfosfat potrójny 46%) i K – 99,6 (120 K₂O) kg·ha⁻¹ (sól potasowa 60%). Nawożenie doglebowo azotem zastosowano wiosną (całkowita dawka azotu w przeliczeniu na 1 ha wynosiła 70 kg·ha⁻¹ z czego 40 % ogólnej dawki w czystym składniku zastosowano przed ruszeniem wegetacji w formie saletrzaku 26%, a po ruszeniu wiosennej wegetacji zastosowano dolistne nawożenie zgodne z opracowaną metodyką (tj. 5% roztwór azotu – 4 kg·ha⁻¹, 10% roztwór azotu – 8 kg·ha⁻¹, 20% roztwór azotu – 16 kg·ha⁻¹). Siewu pszenicy ozimej dokonano w ostatniej dekadzie września w ilości od 200 do 230 kg·ha⁻¹ (w zależności od zdolności kiełkowania odmian), rozstawa rzędów wynosiła 12 cm, a głębokość siewu 3 cm. Przed siewem ziarno zaprawiono zaprawą nasienną Raxil Gel 206 (500 ml na 100 kg ziarna). W ochronie chemicznej w fazie krzewienia (BBCH 21) zastosowano herbicyd Aminopielik D – 450 SL (3,0 l·ha⁻¹) a w początkowym okresie wylęgania larw skrzypionki (BBCH 26), insektycyd Karate 25 EC (0,25 l·ha⁻¹). W latach 2005 i 2007 zbioru pszenicy dokonano w pierwszej dekadzie sierpnia, natomiast w roku 2006 już w trzeciej dekadzie lipca. Bezpośrednio po zbiorze pobrano średnie próby ziarna w celu wykonania oznaczeń w laboratorium. Wartość technologiczną ziarna pszenicy ozimej określono poprzez oznaczenie:

– zawartości azotu ogólnego metodą Kjeldahla i przeliczono na białko ogólne stosując mnożnik 6,25 [Gronowska-Senger i in. 1999],

- gluten i jego rozpuszczalność oznaczono według PN – 68/A – 74041,
- liczbę opadania oznaczono metodą Hagberga [PN ISO 3093].

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Wyliczono najmniejsze istotne różnice (NIR) stosując test Tukeya, na poziomie $\alpha = 0,05$.

Warunki pogodowe w latach prowadzenia badań były zróżnicowane (tab. 1). Średnia temperatura powietrza w 2005 roku była niższa o $0,6^{\circ}\text{C}$ w porównaniu do średniej temperatury z wielolecia, a średnia suma opadów była o $16,4\text{ mm}$ wyższa od średniej sumy opadów z wielolecia. W 2006 roku średnie temperatury powietrza były porównywalne ze średnimi temperaturami z wielolecia – wyjątkiem były temperatury w czerwcu. Szczególnie wysokie temperatury wystąpiły w lipcu przekraczając średnie z wielolecia aż o $3,1^{\circ}\text{C}$. Suma opadów w sezonie wegetacyjnym przekroczyła o $95,6\text{ mm}$ średnią sumę opadów z wielolecia. Tak dużą różnicę spowodowały opady w miesiącu sierpniu – $227,6\text{ mm}$, gdy tymczasem w lipcu zanotowano opady na poziomie – 162 mm . W roku 2007 średnia temperatura powietrza była wyższa o $1,3^{\circ}\text{C}$ od średniej wielolecia, a opady przewyższały opady z wielolecia o $15,9\text{ mm}$.

Tabela 1. Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji pszenicy ozimej w latach 2005–2007 w RSD Zawady

Table 1. Meteorological conditions during vegetation winter wheat in years 2005–2007 in RSD Zawady

Miesiąc – Month	Odchylenie od średniej wieloletniej Deviations from long-term average					
	Opady – Rainfalls (mm)			Temperatura – Temperature ($^{\circ}\text{C}$)		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
III	11,7	6,7	23,6	–0,7	–1,7	6,3
IV	12,3	29,8	21,2	8,6	8,4	8,6
V	64,7	39,6	59,1	13,0	13,6	14,6
VI	44,1	24,0	59,0	15,9	17,2	18,2
VII	86,5	16,2	70,2	20,2	22,3	18,9
VIII	45,4	227,6	31,1	17,5	18,0	18,9
Suma/średnia (III – VIII) Sum/mean (III – VIII)	264,7	343,9	264,2	12,4	12,9	14,3
Wielolecie 1987–2000 Long-term 1987–2000	248,3	248,3	248,3	13,0	13,0	13,0
Odchylenie od średniej wieloletniej Deviations from long-term average	+16,4	+95,6	+15,9	–0,6	–0,1	+1,3

WYNIKI BADAŃ

Zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenicy ozimej była istotnie modyfikowana przez warunki pogodowe w latach badań oraz czynniki doświadczenia, tj. dolistne nawożenie azotem i odmiany (tab. 2). Istotnie najmniej białka ogólnego zanotowano w ziarnie pszenicy zebranej w sezonie 2006 i 2005 roku, a więcej w sezonie 2007 roku. Rok 2007 charakteryzował się

Tabela 2. Zawartość białka ogólnego w suchej masie ziarna pszenicy ozimej ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
 Table 2. Content of total protein in winter wheat dry matter grain ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Czynnik – Factor	Lata – Years			Średnia Mean
	2005	2006	2007	
Nawożenie dolistne azotem – Nitrogen foliar fertilizing (%)				
Obiekt kontrolny Control treatment	119	118	144	127
20% roztwór mocznika 20% solution of urea	147	139	149	145
10% roztwór mocznika 10% solution of urea	147	135	149	147
5% roztwór mocznika 5% solution of urea	129	129	147	135
Odmiany – Cultivars				
Finezja	135	130	143	136
Turnia	146	144	157	149
Tonacja	144	142	150	145
Średnia – Mean	142	139	150	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : lata – years – 5; poziom nawożenia azotem – level of nitrogen fertilizing – 9; odmiany – cultivars – 5; lata x nawożenie azotem – years x nitrogen fertilizing – 1				

równomiernym rozkładem temperatur w miesiącach wegetacji, co korzystnie wpłynęło na akumulację białka ogólnego w suchej masie ziarna pszenicy ozimej. Największą zawartością białka ogólnego charakteryzowało się ziarno pszenicy ozimej nawożonej 10% roztworem mocznika, zastosowanego w fazie krzewienia – $147 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Najmniej tego składnika zawierało ziarno pszenicy ozimej z obiektu kontrolnego, gdzie zastosowano tylko azot doglebowo oraz z obiektu nawożonego 5% roztworem mocznika, w końcowej fazie strzelania w źdźbło, odpowiednio: 127 i $135 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Z badanych odmian najwięcej białka ogólnego zanotowano w ziarnie odmiany Turnia ($149 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), natomiast istotnie najmniej w ziarnie odmiany Finezja ($137 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Różnica pomiędzy skrajnymi wartościami wyniosła $13 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ wartości względnej. Wykazane współdziałanie lat badań z dawką nawożenia azotem dowodzi, że akumulacja białka ogólnego w ziarnie pszenicy ozimej zmieniała się w latach badań w zależności od ilości mocznika zastosowanego w formie dolistnej.

Analiza wariancji wykazała, że zawartość glutenu w ziarnie pszenicy zależała od warunków pogodowych występujących w poszczególnych sezonach wegetacyjnych, nawożenia dolistnego azotem oraz badanych odmian (tab. 3). Najmniejszą zawartość glutenu w ziarnie odnotowano w roku 2006, a największą w 2007 roku podobnie jak zawartość białka ogólnego, różnica tej zawartości w wartościach względnych wyniosła 6,9%. Warunki pogodowe – małe ilości opadów i wyższe temperatury w sezonie 2006 roku nie sprzyjały akumulacji glutenu w ziarnie. Zróżnicowane poziomy dolistnego nawożenia azotem istotnie modyfikowały zawartość glutenu w ziarnie pszenicy. Najmniejszą zawartość tego składnika odnotowano w ziarnie z obiektu kontrolnego – 27,1%, a największą w ziarnie z obiektu nawożonego 20% roztworem mocznika zastosowanego w fazie krzewienia. Różnica pomiędzy tymi wartościami wyniosła 16,9% wartości względnej. Z badanych odmian najmniejszą zawartość glutenu stwierdzono w ziarnie odmiany Finezja (37,2%), natomiast największą jego zawartością charakteryzowało się ziarno

Tabela 3. Zawartość glutenu w ziarnie pszenicy ozimej (%)

Table 3. Content of gluten in winter wheat grain (%)

Czynnik – Factor	Lata – Years			Średnia Mean
	2005	2006	2007	
Nawożenie dolistne azotem – Nitrogen foliar fertilizing (%)				
Obiekt kontrolny Control treatment	22,9	23,2	35,3	27,1
20% roztwór mocznika 20% solution of urea	49,8	40,2	42,0	44,0
10% roztwór mocznika 10% solution of urea	48,0	38,7	42,1	42,9
5% roztwór mocznika 5% solution of urea	42,1	33,1	39,8	38,3
Odmiany – Cultivars				
Finezja	41,1	33,3	37,2	37,2
Turnia	40,8	33,9	42,8	39,2
Tonacja	45,3	38,2	41,4	41,6
Średnia – Mean	41,6	34,4	40,1	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : lata – years – 2,1; poziom nawożenia azotem – level of nitrogen fertilizing – 3,1; odmiany – cultivars – 2,1; lata x nawożenie azotem – years x nitrogen fertilizing – 2,1				

odmiany Tonacja (41,6%). Dowiedziona interakcja lat badań z nawożeniem dolistnym azotem wskazuje na zmienną reakcję pszenicy na gromadzenie glutenu w latach badań w zależności od dawki nawożenia azotem. Najwyższą zawartość glutenu w ziarnie pszenicy ozimej odnotowano w sezonie 2005 roku, na obiekcie nawożonym 20% roztworem mocznika i wynosiła ona 49,8%, natomiast najniższą zawartość odnotowano również w tym samym sezonie na obiekcie kontrolnym i wynosiła ona 22,9%. Różnica pomiędzy tymi wartościami wyniosła aż 26,9%.

Rozpływalność glutenu zależała od warunków pogodowych w sezonach wegetacyjnych i dolistnego nawożenia azotem (tab. 4). Największą rozpływalnością charakteryzowało się ziarno pszenicy zebrane w roku 2007 (13,8 mm), który charakteryzował się wyższą temperaturą powietrza w porównaniu do wielolecia, natomiast opady były większe o 15,9 mm od opadów z wielolecia, a najmniejszą w roku 2006 (8,5 mm), różnica wynosiła 5,3 mm wartości względnej. Najmniejszą rozpływalność glutenu zanotowano w ziarnie zebranym z obiektu kontrolnego (8,9 mm), zaś największą w ziarnie zebranym z obiektu gdzie zastosowano nawożenia 20% roztworem mocznika (12,4 mm). Największą rozpływalność glutenu odnotowano u odmiany Tonacja, zaś najmniejszą u odmiany Turnia, jednak różnice nie były udowodnione statystycznie.

Liczba opadania zależała od przebiegu pogody w sezonach wegetacyjnych oraz dolistnego nawożenia azotem (tab. 5). Większą liczbą opadania charakteryzowało się ziarno pszenicy zebrane w roku 2005 i 2006 w porównaniu do roku 2007. Największą liczbę opadania ziarna odnotowano przy 20% roztworze mocznika – 416 s, natomiast najmniejszą liczbą opadania charakteryzowało się ziarno zebrane z obiektu kontrolnego – 398 s. Z badanych odmian ziarno odmiany Tonacja odznaczało się istotnie większą liczbą opadania w porównaniu do odmiany Finezja i Turnia.

Tabela 4. Rozpływalność glutenu w ziarnie pszenicy ozimej (mm)

Tabela 4. *Gluten deliquescence in winter wheat grain (mm)*

Czynnik – Factor	Lata – Years			Średnia Mean
	2005	2006	2007	
Nawożenie dolistne azotem – Nitrogen foliar fertilizing (%)				
Obiekt kontrolny <i>Control treatment</i>	8,1	6,3	12,3	8,9
20% roztwór mocznika <i>20% solution of urea</i>	12,5	9,5	15,3	12,4
10% roztwór mocznika <i>10% solution of urea</i>	13,0	9,7	13,5	12,1
5% roztwór mocznika <i>5% solution of urea</i>	10,3	8,7	14,0	11,0
Odmiany – Cultivars				
Finezja	11,4	8,5	13,5	11,1
Turnia	10,4	8,5	14,3	11,1
Tonacja	12,3	8,6	13,8	11,6
Średnia – Mean	11,1	8,5	13,8	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : lata – years – 0,7; poziom nawożenia azotem – level of nitrogen fertilizing – 1,2; odmiany – cultivars – r.n.*; lata x nawożenie – years x nitrogen fertilizing – r.n.				

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

Tabela 5. Liczba opadania w ziarnie pszenicy ozimej (s)

Tabela 5. *Falling number of winter wheat grain (s)*

Czynnik – Factor	Lata – Years			Średnia Mean
	2005	2006	2007	
Nawożenie dolistne azotem – Nitrogen foliar fertilizing (%)				
Obiekt kontrolny <i>Control treatment</i>	417	410	368	398
20% roztwór mocznika <i>20% solution of urea</i>	432	442	373	416
10% roztwór mocznika <i>10% solution of urea</i>	432	438	371	414
5% roztwór mocznika <i>5% solution of urea</i>	417	416	369	401
Odmiany – Cultivars				
Finezja	419	407	322	383
Turnia	422	426	317	389
Tonacja	435	435	424	431
Średnia – Mean	424	425	349	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : lata – years – 6; poziom nawożenia azotem – level of nitrogen fertilizing – 13; odmiany – cultivars – 8; lata x nawożenie azotem – years x nitrogen fertilizing – r.n.*				

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

DYSKUSJA

Wyniki badań wielu autorów [Podolska i Stankowski 2004, Sułek i in. 2002] dotyczące oceny wpływu nawożenia azotem na wartość technologiczną ziarna pszenicy jarej wykazały, że zarówno dawka, jak i sposób aplikacji azotu wywierają istotny wpływ na poszczególne parametry jakościowe ziarna pszenicy. Wyższe dawki nawożenia azotem powodują wzrost zawartości białka w ziarnie pszenicy [Gooding i Smith 1998, Wróbel i Szempliński 2000]. W badaniach własnych koncentracja białka ogólnego w ziarnie badanych odmian pszenicy ozimej była w różnym stopniu modyfikowana przez zmienne warunki meteorologiczne i dawkę azotu aplikowaną dolistnie w latach prowadzenia eksperymentu. Wzrastające dolistne nawożenie azotem zwiększało zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenicy.

Gluten charakteryzujący się dobrą jakością powinien mieć małą rozpuszczalność. Rozpuszczalność glutenu jest jednym z parametrów określających jego jakość. Wyniki Sułek i in. [2002] nie potwierdziły wpływu nawożenia azotem na rozpuszczalność glutenu. W badaniach własnych uzyskano zróżnicowanie tej cechy w zależności od poziomu nawożenia dolistnego azotem. Gluten o najmniejszej rozpuszczalności uzyskano w ziarnie z obiektu kontrolnego, natomiast największą rozpuszczalnością charakteryzował się gluten z ziarna pszenicy nawożonej 20% roztworem mocznika.

Liczba opadania charakteryzuje stan aktywności enzymów amylolitycznych w ziarnie, jako wyróżnik przydatności tego ziarna do wypieku oraz jego stan fizjologiczny, jako wyróżnik jego trwałości przechowalniczej. Gwarancją uzyskania mąki pszennej o odpowiednim poziomie liczby opadania jest stosowanie do przemiału ziarna pszenicy o liczbie opadania w granicach 250–400 s. Wyniki badań na temat wpływu nawożenia dolistnego azotem na aktywność amylolityczną ziarna są rozbieżne. Z badań Budzyńskiego i in. [2008] wynika, że duże dawki azotu mogą powodować wzrost aktywności alfa-amylazy, natomiast Mazurek i Biskupski [1999] wykazali spadek aktywności amylolitycznej wraz ze wzrostem dawek azotu. Zarówno w badaniach własnych, w których liczba opadania ziarna pszenicy ozimej spełnia kryteria podane w Polskiej Normie jak i w innych badaniach [Haber i in. 1999] nie wystąpiły istotne zależności pomiędzy dawkami nawożenia dolistnego azotem, a liczbą opadania.

WNIOSKI

1. Parametry jakościowe ziarna pszenicy ozimej były modyfikowane przez warunki pogodowe w latach prowadzenia badań oraz czynniki doświadczenia – nawożenie dolistne azotem i odmiany.
2. Wyższe dawki azotu stosowane w formie nawożenia dolistnego, aplikowane w fazie krzewienia pszenicy ozimej, zwiększały wybrane parametry jakości ziarna.
3. Najwyższą zawartość białka ogólnego w suchej masie ziarna pszenicy ozimej odnotowano na obiektach nawożonych dawką 10% roztworu mocznika, natomiast z badanych odmian najwięcej białka ogólnego w suchej masie ziarna odnotowano u odmiany Turnia.
4. Badane odmiany różniły się istotnie zawartością w ziarnie glutenu, rozpuszczalnością glutenu i liczbą opadania ziarna. Najwyższymi wartościami tych parametrów cechowała się odmiana Tonacja.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B., Zając J. 1998. Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy ozimej i jarej. *Rocz. Nauk Rol. Ser. A* 110: 149–157.
- Budzyński W., Bielski S., Borysewicz J. 2008. Wpływ nawożenia azotem na jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 25(1): 39–48.
- Czuba R. 2005. Efekt dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Cz. I. Reakcja roślin na dolistne stosowanie azotu. *Rocz. Glebozn.* 45(3–4): 69–78.
- Gooding M.J., Smith G.P. 1998. The potential to use climate, variety and nitrogen relationships to optimise wheat quality. *Procced. 5 th Congress ESA, Nitra, Slovak* 28 June–2 July 1998: 229–230.
- Gronowska-Senger A., Drywie M., Zamułka J., Wawrzyniak A. 1999. *Analiza żywności. Gronowska-Senger A. (red.).* Wyd. SGGW Warszawa: ss. 116.
- Haber T., Piątek J., Czuchaj D., Dziewulska T. 1999. Wpływ poziomu i terminu nawożenia na wartość technologiczną pszenicy. *Zesz. Nauk. SGGW* 14: 67–79.
- Hevia H. 1999. Effect of nitrogen fertilizers on bread – making quality and prate in content of spring wheat. *Agro Ciencia* 4(1): 27–34.
- Johansson E., Prieto-Linde M.L., Johansson J.O. 2001. Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and bread making quality. *Cereal Chem.* 78: 19–25.
- Mazurek J., Biskupski A. 1997. Wpływ nawożenia azotowego i ilość wysiewu na plonowanie oraz wartość technologiczną odmian pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 164: 215–226.
- Podolska G., Stankowski S., Pacewicz K. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, Sec. E* 59(3): 405–413.
- Polska Norma PN-ISO-74041. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych.
- Polska Norma PN-ISO-3093. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie liczby opadania za pomocą urządzeń mechanicznych.
- Subda H., Prokop D., Gębura E., Zeter J. 1997. Skład chemiczny i wartość wypiekowa mąki pszennej. Cz. II. Wartość wypiekowa. *Biul. IHAR* 201: 101–107.
- Sulek A., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T. 2002. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 130: 711–717.
- Wróbel E., Szempliński W. 2000. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.* 118: 463–470.
- Zebarth B.J., Shearol R.W. 1999. Influence of rate and timing of nitrogen fertilization in Ontario. *Can. J. Plant Sci.* 72: 13–19.

A. MAKAREWICZ, B. GĄSIOROWSKA, A. CYBULSKA

THE EFFECT OF FOLIAR NITROGEN FERTILIZATION ON THE SELECTED QUALITY PARAMETERS OF WINTER WHEAT GRAIN**Summary**

The field experiment was conducted in years 2005–2007 at Agricultural Experimental Station in Zawady belonging to the University of Natural Sciences and Humanities in Siedlce. The two-factor experiment was made in a split-block in triplicate. I factor: 1) control object without nitrogen foliar fertilization, 2) 20% urea solution used in the tillering phase, 3) 10% urea solution used in the stem elongation phase, 4) 5% urea solution used in the stem elongation phase. II factor – winter wheat cultivars: Finezja, Turnia, Tonacja. The field experiment was conducted on soils classified in the natural systematic to the section – autogenic soil, row – brown earth soil, type – fawn soil, with granulometric composition of silty heavy loamy sand belonging to IVa bonitation class (medium quality arable soil), very good rye complex. The harvest of winter wheat was made at full maturity of grain. Technological value of wheat grain was de-

terminated by performing the following analysis: the percentage of total protein, gluten weakening, falling number and the gluten number was labeled. Both the weather conditions during the research and the factors considered in the experiment had a significant impact on the quality parameters of winter wheat grain. Higher doses of nitrogen applied as foliar fertilizer, applied at tillering stage of winter wheat increased selected parameters of grain quality. The highest total protein content was recorded in the objects fertilized with 20% aqueous solution of urea, whereas in the tested varieties the highest content of protein was reported in the Turnia cultivar. Gluten weakening, falling number and gluten number was the highest in the Tonacja cultivar.