

OCENA JAKOŚCI ZIARNA PSZENICY OZIMEJ UPRAWIANEJ W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM

TOMASZ KNAPOWSKI¹, MARIA RALCEWICZ¹, EWA SPYCHAJ-FABISIAK¹, OTTO LOŻEK²

¹*Katedra Chemii Rolnej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

²*Department Agrochemistry and Plant Nutrition, Slovak Agricultural University in Nitra*

knap@utp.edu.pl

Synopsis. Celem pracy było określenie wpływu zróżnicowanych dawek azotu i sposobu jego aplikacji na wartości wybranych wskaźników wypiekowych w ziarnie i mące pszenicy ozimej odmiany Astella. W przeprowadzonych badaniach istotną dawką w stosunku do zawartości białka w ziarnie, stosowaną dolistnie w fazie strzelania w źdźbło, okazała się dawka na poziomie 30 kg N·ha⁻¹ w porównaniu do obiektów N₀ i N_{15z}. Najwyższe istotne wartości testu sedymentacji i objętości pieczywa uzyskano po zastosowaniu dolistnego nawożenia azotem w fazie strzelania w źdźbło w dawce 30 kg·ha⁻¹ w porównaniu do niższych obiektów nawozowych. Dolistne zastosowanie dawki 15 kg N·ha⁻¹ w fazie kłoszenia okazało się korzystniejsze w porównaniu z dawką 15 kg N·ha⁻¹ stosowaną dolistnie w fazie strzelania w źdźbło w stosunku do zawartości białka w ziarnie, wartości wskaźnika sedymentacji mąki i objętości pieczywa uzyskanej ze 100 g mąki.

Słowa kluczowe – *key words*: pszenica ozima – *winter wheat*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, parametry technologiczne – *technological parameters*

WSTĘP

Ziarno pszenicy jakościowej jest cennym surowcem przeznaczonym na cele konsumpcyjne. Powinno się ono charakteryzować wysoką wartością technologiczną, która zależy od genotypu, czynników siedliska i stosowanej agrotechniki, głównie nawożenia azotem [Budzyński i in. 2008, Dubis i Borysewicz 2008, Jedyński i Zalewski 2004, Johansson i in. 2001, Varga i in. 2003]. Azot decyduje o plonie ziarna, jego właściwościach fizycznych i chemicznych, a zwłaszcza o ilości i jakości białka oraz podstawowych parametrach wypiekowych mąki pszennej. Stosując wyższe dawki azotu uzyskać można większy plon, jednak nie zawsze oznacza to, że uzyskane ziarno będzie cechowało się odpowiednimi parametrami jakościowymi [Mazurek i in. 1999, Knapowski i Ralcewicz 2004a, 2004b, Kwiatkowski i in. 2006]. Dlatego też w aspekcie technologicznym i ekonomicznym, zarówno dla producenta ziarna jak i jego przetwórcy, ważne jest dobranie takiego poziomu nawożenia azotem oraz sposobu jego zastosowania, który byłby optymalny dla plonu ziarna i jego cech technologicznych. W ostatnich latach coraz częściej stosowana jest technologia dolistnego żywienia pszenicy azotem w formie płynnej [Sułek i in. 2004, Sztuder i Świerczewska 2002]. Taki sposób aplikacji azotu ma na celu zwiększenie efektywności nawożenia przy zachowaniu dobrej jakości plonu. Według Mazurka i in. [1999] efekt plonotwórczy oddziaływania nawożenia azotem zależy w dużym stopniu od sposobu nawożenia tym składnikiem, natomiast niewiele wiadomo, jaki jest związek techniki aplikacji z kształtowaniem się cech jakościowych ziarna a w konsekwencji – mąki.

Celem badań było określenie wpływu różnych dawek nawożenia azotem i sposobu jego aplikacji na wartość wypiekową mąki pszenicy ozimej odmiany Astella.

MATERIAŁ I METODY

Podstawą przeprowadzonych w latach 2002–2005 badań było jednoczynnikowe doświadczenie polowe założone metodą losowanych bloków w Zakładzie Doświadczalnym Uniwersytetu Rolniczego w Nitrze, w miejscowości Sladkovicovo-Novy Dvor (48°12' N, 17°38' E), około 30 km od Nitry (południowo-zachodnia Słowacja). Czynnikiem doświadczenia było zróżnicowane dolistne nawożenie azotem (tab.1) w formie nawozu DAM 390 (30% N, w tym 15% N-NH₂, 7,5% N-NO₃, 7,5% N-NH₄). Na ruszenie vegetacji wiosennej na wszystkich poletkach doświadczalnych zastosowano 80 kg N·ha⁻¹.

Tabela 1. Dawki dolistnego nawożenia azotem i terminy stosowania
Table 1. Foliar nitrogen fertilization doses and date of application

| Poziom <i>Level</i> | Dawka – <i>Dose</i> (kg N·ha ⁻¹) | Strzelanie w źdźbło <i>Shooting</i> (Z) | Kłoszenie <i>Beginning of earing</i> (K) |
|------------------------|---|---|--|
| N ₀ | 0 | – | – |
| N _{15Z} | 15 | 15 | – |
| N _{15K} | 15 | – | 15 |
| N ₃₀ | 30 | 30 | – |
| N ₄₅ | 45 | 45 | – |

Wielkość poletek doświadczalnych wynosiła 10 m² (8 x 1,25 m). Materiał badawczy stanowiło ziarno pszenicy ozimej odmiany Astella zaliczanej do pszenic chlebowych, której masa tysiąca ziaren kształtuje się na poziomie 41,5 g. Rośliny tej odmiany charakteryzują się dobrą mrozoodpornością oraz średnią podatnością na wyleganie, dobrą do średniej odpornością przeciwko mączniakowi i rdzy brunatnej, natomiast średnią do słabej w przypadku rdzy źdźbłowej. Optymalny termin siewu pszenicy odmiany Astella przypada na okres między 25 września a 10 października, zalecana ilość wysiewu to 5 mln ziaren na 1 ha.

Doświadczenie przeprowadzono w czterech powtórzeniach na średnio ciężkim zdegradowanym czarnoziemiu. Gleba ta charakteryzowała się średnią zawartością azotu mineralnego (N_{min} = 18,5 mg·kg⁻¹ gleby), wysoką zawartością przyswajalnych form fosforu (82,2 mg·kg⁻¹ gleby), bardzo wysoką zawartością przyswajalnych form potasu (395 mg·kg⁻¹ gleby) i wapnia (354 mg·kg⁻¹ gleby), zawartością wymiennej siarki na poziomie 38,5 mg·kg⁻¹ gleby oraz obojętnym odczynem (pH w KCl 7,15) i zawartością węgla – 19,2 g·kg⁻¹. Przedplonem w przeprowadzonych badaniach była pszenica jara. Wszystkie zabiegi uprawowe, siew oraz zbiór pszenicy ozimej wykonano zgodnie z wymaganiami agrotechnicznymi optymalnymi dla danego gatunku.

W odpowiednio przygotowanym materiale roślinnym oznaczono następujące wskaźniki wartości wypiekowej:

- liczbę opadania (według Hagberga, PN–ISO–3093),
- zawartość białka ogólnego (% N x 5,7; według Kjeldahla, PN–75A–04018),
- zawartość mokrego glutenu (PN–A–74–043),
- wskaźnik sedymentacji (według Zeleny'ego, PN–ISO–5529),
- objętość pieczywa uzyskaną ze 100 g mąki (PN–A–74108).

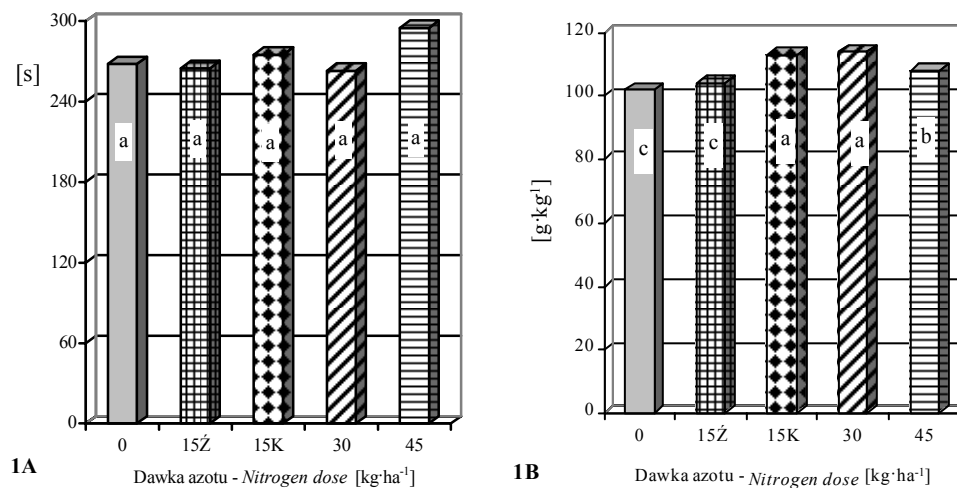
Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie, wykorzystując analizę wariancji, a różnice graniczne oszacowano wg testu Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Ze względu

na brak interakcji lat badań i nawożenia w kształtowaniu wielkości plonu i cech jakościowych w pracy podano średnie z lat badań.

WYNIKI I DYSKUSJA

Nawożenie azotem odgrywa szczególną rolę wśród czynników agrotechnicznych decydując w istotny sposób o plonie i jakości ziarna pszenicy ozimej, m. in. o cechach technologicznych. Znajduje to potwierdzenie w piśmiennictwie krajowym i zagranicznym [Dubis i Borysewicz 2008, Ducsay i Lożek 2004, Ehlert i in. 2004, Knapowski i Ralcewicz 2004ab, Kwiatkowski i in. 2006, Lożek i in. 2008, Lożek i Spychaj-Fabisiak 2004, Sułek i in. 2004, Woolfolk i in. 2002].

Jak podają Sułek i in. [2004] wartość liczby opadania zależy od genotypu, czyli od odmiany. Badane ziarno pszenicy ozimej charakteryzowało się wartością liczby opadania średnio na poziomie 273 s (rys. 1A). Natomiast w pracach Knapowskiego i Ralcewicz [2004a] oraz



Wartości oznaczone w kolumnach tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie $\alpha=0,05$
Values in columns marked with the same letters are insignificant at $\alpha=0.05$

Rys.1. Średnie wartości liczby opadania (A) i zawartości białka (B) w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od dawki azotu (średnie z lat)

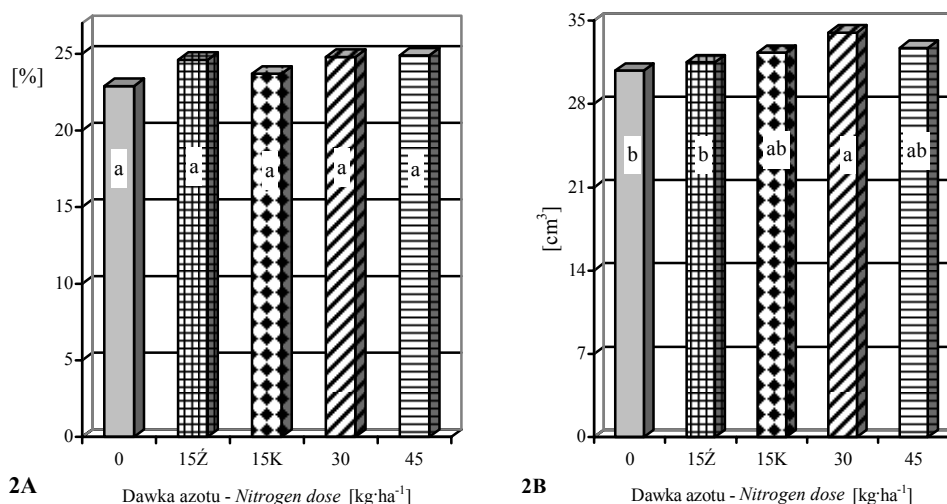
Fig.1. Mean values of the falling number (A) and the content of protein (B) in winter wheat grain depending on the nitrogen dose (mean for years)

Podolskiej i in. [2005] uzyskano średnie wartości tej cechy, w zależności od odmiany, w granicach odpowiednio: 346–381 s oraz 242–294 s. W prezentowanych badaniach, podobnie jak w pracach Budzyńskiego i in. [2008] oraz Dubisa i Borysewicza [2008] wykazano brak istotnej zależności pomiędzy dawką azotu a wartością liczby opadania. Z kolei Mazurek i in. [1999]

oraz Sułek i in. [2004] nie stwierdzili zależności liczby opadania od formy stosowania azotu w postaci płynnej w porównaniu do obiektów, gdzie zastosowano nawozy w formie sypkiej. W pracy Knapowskiego i Ralcewicz [2004a] udowodniono, że podwyższenie dawek azotu pod pszenicę ozimą do poziomu $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało istotny wzrost wartości liczby opadania. Wysokie dawki tego składnika mogą powodować opóźnienie okresu wegetacji pszenicy, co w przypadku niektórych odmian powoduje wzrost wartości liczby opadania w ziarnie [Knapowski i Ralcewicz 2004a], a u innych jej spadek [Podolska i in. 2005].

Ważnym parametrem w ocenie technologicznej ziarna pszenicy jakościowej jest zawartość białka. Dane literaturowe [Budzyński i in. 2008, Cacak-Pietrzak i in. 1999, Ducsay i Łożek 2004, Kwiatkowski in. 2006, Łożek i in. 2008, Spychaj-Fabisiak i in. 2006] wskazują, że nawożenie azotem oddziałuje korzystnie na wartość tej cechy w ziarnie pszenicy. W przeprowadzonych badaniach wzrastający poziom nawożenia azotem powodował istotne zmiany w zawartości białka w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Astella (rys. 1B). Stosując dolistne nawożenie azotem w fazie strzelania w źdźbło średnio najwyższą wartość badanej cechy uzyskano na obiekcie N_{30} ($114 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) i to istotnie wyższą w stosunku do wyników uzyskanych z obiektów N_0 i N_{15Z} , odpowiednio o: 11,8 i 9,6%. Zastosowanie dawki azotu na poziomie $15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w fazie kłoszenia w porównaniu do takiej samej dawki zastosowanej w fazie strzelania w źdźbło skutkowało statystycznie udowodnionym wzrostem zawartości białka o 8,6%. Z kolei zwiększenie nawożenia do $45 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało w stosunku do obiektów N_{30} zmniejszenie wartości omawianego parametru. Inną tendencję uzyskali Łożek i Spychaj-Fabisiak [2004], którzy stosując dolistnie azot nie stwierdzili ich istotnego wpływu w stosunku do zawartości białka w ziarnie pszenicy ozimej. Sztuder i Świerczewska [2002] w swoich badaniach wykazały, że nawozy dolistne powodowały wzrost zawartości białka w ziarnie, a Sułek i in. [2004] nie stwierdzili istotnych różnic w zawartości białka w wyniku stosowania różnych sposobów aplikacji.

W doświadczeniach Ducsay'a i Łożka [2004], Knapowskiego i Ralcewicz [2004b] oraz Łożka i Spychaj-Fabisiak [2004] pszenica ozima, niezależnie od nawożenia azotem, charakteryzowała się średnią zawartością mokrego glutenu na poziomie odpowiednio: 28,5, 27,5 oraz 26,5%. W przeprowadzonych badaniach, w wyniku obliczonej analizy wariancji stwierdzono, że średnia zawartość mokrego glutenu w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Astella była niższa i wynosiła 24,2% (rys. 2A). W doświadczeniu przeprowadzonym przez Stankowskiego i in. [2004] średnia wartość tej cechy była wyższa i w zależności od odmiany, kształtowała się w przedziale od 39,5 do 42,0%, natomiast niższą zawartość mokrego glutenu zanotowali w swoich badaniach Budzyński i in. [2008]. Wzrastające dawki azotu determinują wzrost ilości mokrego glutenu w pszenicy, o czym informują badania przeprowadzone przez licznych autorów [Ducsay'a i Łożek 2004, Łożek i Spychaj-Fabisiak 2004, Łożek i in. 2008]. Dodatni wpływ nawożenia azotem na wydajność glutenu wykazali w swoich pracach Johansson i in. [2001], Knapowski i Ralcewicz [2004a], Stankowski i in. [2004] i Wooding i in. [2000]. Przy czym Johansson i in. [2001] oraz Wooding i in. [2000] wskazują, że wysokie dawki azotu mogą jednocześnie wpływać na pogorszenie jakości glutenu poprzez zwiększenie udziału niskocząsteczkowej gliadyny. Sztuder i Świerczewska [2002] wykazały, że wyraźne zwiększenie ilości mokrego glutenu w ziarnie jest efektem stosowania nawozów dolistnych. Stosując trzykrotne dolistne nawożenie łączne (mocznik + siarczan (VI) magnezu + Polvit Z/J) uzyskały one wyższą o 6,7% zawartość omawianego parametru w stosunku do obiektu kontrolnego. W badaniach Łożka i Spychaj-Fabisiak [2004] najkorzystniejszą dawką azotu okazała się dawka stosowana dolistnie w fazie strzelania w źdźbło w ilości $45 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Z kolei zastosowanie $15 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w fazie strzelania w źdźbło wpływało korzystniej na zawartość glutenu w porównaniu do obiektu N_{15K} , podczas gdy w doświadczeniu własnym zależność ta była odwrotna. W przeprowadzonym doświadczeniu w wyniku stosowania zróżnicowanego nawożenia azotem nie uzyskano



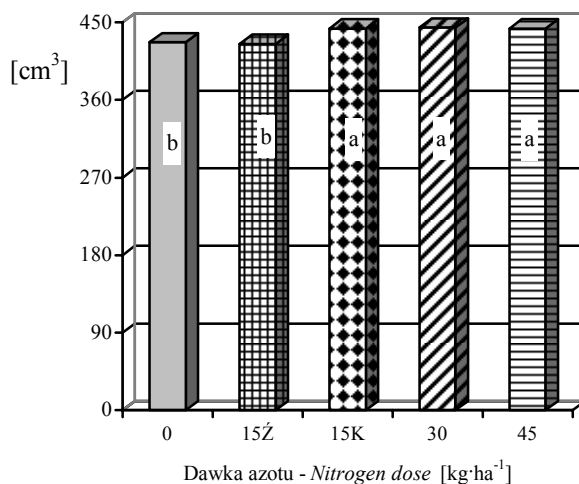
Wartości oznaczone w kolumnach tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie $\alpha=0,05$
 Values in columns marked with the same letters are insignificant at $\alpha=0.05$

Rys. 2. Średnie ilości mokrego glutenu (A) i wartości testu sedymentacji (B) w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od dawki azotu (średnio z lat)
 Fig. 2. Mean contents of wet gluten (A) and the values of the sedimentation test (B) in winter wheat grain depending on the nitrogen dose (mean for years)

poziomu statystycznej istotności w stosunku do badanej cechy (rys. 2A). Najprawdopodobniej mogło to być rezultatem stosowania mniejszych dawek i sposobu aplikacji azotu przy uprawie odmiany Astella.

Jednym z ważniejszych parametrów technologicznych pszenicy jest wskaźnik sedymentacji, którego liczba określa w dużym przybliżeniu wartość wypiekową mąki pszennej. Wskaźnik ten charakteryzuje jednocześnie ilość i jakość kompleksu białkowego, które decydują o strukturze pieczywa. W badaniach Mazurka i in. [1999], niezależnie od sposobu nawożenia azotem, średnie wartości testu sedymentacji odmian pszenic ozimych wynosiły: 31,2 cm³ (Panda), 32,5 cm³ (Almari), 31,3 cm³ (Juma) i 30,2 cm³ (Kobra). W przeprowadzonym doświadczeniu średnia wartość wskaźnika sedymentacji kształtowała się na poziomie 32,3 cm³ (rys. 2B). Z badań Budzyńskiego i in. [2008], Dubisa i Borysewicz [2008], Knapowskiego i Ralcewicz [2004a,b] oraz Podolskiej i in. [2005] wynika, że dawka azotu ma istotny wpływ na wartość liczby sedymentacji. Z kolei Stankowski i in. [2004] oraz Spsychaj-Fabisiak i in. [2006] stwierdzili, że wartość liczby sedymentacji nie jest determinowana nawożeniem tym składnikiem. W prezentowanych badaniach, średnio dla lat uprawy, zróżnicowane nawożenie azotem istotnie modyfikowało wartość wskaźnika sedymentacji (rys. 2B). Stosując dolistne nawożenie azotem w fazie strzelania w źdźbło, średnio najwyższą wartość cechy uzyskano na obiekcie N₃₀ (34 cm³) i to wyższą w stosunku do wartości testu sedymentacji uzyskanych z obiektów N₀ i N_{15Z}, odpowiednio o: 10,4 i 7,9%. Zwiększenie poziomu nawożenia dolistnego azotem do 45 kg·ha⁻¹ powodowało w stosunku do obiektów N₃₀ zmniejszenie wartości omawianego parametru.

Bezpośrednim parametrem jakościowym, który świadczy o wartości wypiekowej ziarna pszenicy jest objętość chleba z próbnego wypieku. W przeprowadzonym doświadczeniu zastosowane nawożenie azotem w dawce 30 i 45 kg N·ha⁻¹ oraz 15 kg N·ha⁻¹ w okresie kłoszenia, podobnie jak w innych badaniach z pszenicą ozimą [Knapowski Ralcewicz 2004a,b], powodowały wzrost objętości pieczywa uzyskanego z mąki odmiany Astella (rys. 3). Najwyższą wartość omawianego parametru (444 cm³) uzyskano z obiektu N₃₀ (30 kg w fazie strzelania w źdźbło) i była ona istotnie wyższa w porównaniu do objętości chleba otrzymanego z obiektu kontrolnego i obiektu, na którym zastosowano dolistnie 15 kg N·ha⁻¹ odpowiednio o: 4,0 i 4,5%. Cacak-Pietrzak i in. [1999] badając wpływ różnych dawek i technik nawożenia azotem pszenicy na jej parametry jakościowe nie stwierdzili istotnej zależności pomiędzy powyższym czynnikiem doświadczenia a wartością objętości pieczywa. Podobnie Mazurek i in. [1999] potwierdzili brak wpływu sposobu aplikacji azotu, jednak w wyniku podwyższania nawożenia tym składnikiem z 40 do 80 kg uzyskali poziom statystycznej istotności w stosunku do omawianej cechy jakościowej.



Wartości oznaczone w kolumnach tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie $\alpha=0,05$
Values in columns marked with the same letters are insignificant at $\alpha=0.05$

Rys. 3. Średnie wartości objętości pieczywa w zależności od dawki azotu (średnio z lat)
Fig. 3. Mean values of baking volume depending on the nitrogen dose (mean for years)

WNIOSKI

- Po zastosowaniu dolistnie w fazie strzelania w źdźbło azotu w dawce 30 kg·ha⁻¹ stwierdzono istotnie najwyższą zawartość białka w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Astella.
- Najwyższe istotne wartości testu sedymentacji i objętości pieczywa uzyskano po zastosowaniu dolistnego nawożenia azotem w fazie strzelania w źdźbło w dawce 30 kg·ha⁻¹ w porównaniu do stosowanych niższych dawek azotu.

3. Dolistne zastosowanie dawki $15 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w fazie kłoszenia okazało się korzystniejsze w porównaniu z dawką $15 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ stosowaną dolistnie w fazie strzelania w źdźbło w stosunku do zawartości białka ogólnego, wskaźnika sedymentacji i objętości pieczywa.
4. Najkorzystniejsze wartości badanych parametrów wypiekowych ziarna i mąki pszenicy ozimej uzyskano po zastosowaniu $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

PIŚMIENNICTWO

- Budzyński W., Bielski S., Borysewicz J. 2008. Wpływ nawożenia azotem na jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 25(1): 39–49.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T. 1999. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Pam. Puł.* 118: 45–56.
- Dubis B., Borysewicz J. 2008. Wpływ nawożenia azotem na plon i technologiczną jakość wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 25(1): 110–120.
- Ducsay L., Lożek O. 2004. Effect of topdressing with nitrogen on the yield and quality of winter wheat grain. *Plant Soil Environ.* 50: 309–314.
- Ehlert D., Schmerler J., Voelker U. 2004. Variable rate nitrogen fertilization of winter wheat based on a crop density sensor. *Precis. Agric.* 5: 263–273.
- Jedyński S., Zalewski D. 2004. Analiza genetyczna cech wpływających na jakość plonu pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 231: 11–17.
- Johansson E., Prieto-Linde M.L., Jönsson J.Ö. 2001. Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality. *Cereal Chem.* 78: 19–25.
- Knapowski T., Ralcewicz M. 2004a. Ocena wskaźników jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. *Ann. UMCS, Sec. E* 59(2): 959–968.
- Knapowski T., Ralcewicz M. 2004b. Evaluation of qualitative features of Mikon cultivar winter wheat grain and flour depending on selected agronomic factors. *EJPAU, Ser. Agonomy* 7(1) #01.
- Kwiatkowski C., Wesołowski M., Harasim E., Kubecki J. 2006. Plon i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. *Pam. Puł.* 142: 277–286.
- Lożek O., Spychaj-Fabisiak E. 2004. Effectiveness of fertilizers DUFOS, Dusadam and Fostim AT cultivation of winter wheat. *Agrochemia* 8(3): 11–16.
- Lożek O., Hanáčková E., Slamka P., Varga L., Proksa M. 2008. Effectiveness of nitrogenous fertilizers containing phosphorus and sulphur in winter wheat growing. *Agrochemia* 12(3): 22–27.
- Mazurek J., Jaśkiewicz B., Klupczyński Z. 1999. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od techniki nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 118: 263–269.
- Podolska G., Krasowicz S., Sułek A. 2005. Ocena ekonomiczna i jakościowa uprawy pszenicy ozimej przy różnym poziomie nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 139: 175–188.
- Spychaj-Fabisiak E., Lożek O., Knapowski T., Ralcewicz M. 2006. The assessment of selected baking parameters of winter wheats under the influence of diverse nitrogen fertilization. *Mengen und Spurenelemente* 23: 403–408.
- Stankowski S., Podolska G., Pacewicz K. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, Sec. E* 59(3): 1363–1369.
- Sułek A., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A. 2004. Wpływ różnych sposobów aplikacji azotu na plon, elementy jego struktury oraz wybrane cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy jarej. *Annales UMCS, Sec. E*, 59(2): 543–551.
- Sztuder H., Świerczewska M. 2002. Wpływ nawozów dolistnych na cechy jakościowe ziarna niektórych odmian pszenicy ozimej i jarej. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 484: 669–674.
- Varga B., Svečnjak Z., Jurković Z., Kovačević J., Jukić Ž. 2003. Wheat grain and flour quality as affected by cropping intensity. *Food Technol. Biotechnol.* 41: 321–329.
- Wooding A.R., Kavale S., MacRitchie F., Stoddard F.L., Wallace A. 2000. Effects of nitrogen and sulfur fertilizer on protein composition, mixing requirements and dough strength of four wheat cultivars. *Cereal Chem.* 77: 798–807.

Woolfolk C.W., Raun W.R., Johnson G.V., Thomason W.E., Mullen R.W., Wynn K.J., Freeman K.W. 2002. Influence of late-season foliar nitrogen applications on yield and grain nitrogen in winter wheat. *Agron. J.* 94: 429–434.

T. KNAPOWSKI, M. RALCEWICZ, E. SPYCHAJ-FABISIAK, O. LOŽEK

GRAIN QUALITY EVALUATION IN WINTER WHEAT GROWN AS EXPOSED TO VARIED NITROGEN FERTILISATION

Summary

Over 2002–2005 at the Experiment Station of the Agricultural University in Nitra, at Sladkovicovo-Novy Dvor, about 30 km away from Nitra (Slovakia) a field experiment was carried out which aimed at defining the effect of different nitrogen fertilizer doses and its application method on the value of selected technological parameters in ‘Astella’ winter wheat grain and flour. The plots were treated with the following nitrogen fertilization variants (n=5), with foliar application: the control without nitrogen (N_0), 15 kg N·ha⁻¹ ($N_{15\zeta}$) – applied at the shooting phase, 15 kg N·ha⁻¹ (N_{15K}) – applied at the tillering phase, 30 kg N·ha⁻¹ (N_{30}) – applied at the shooting phase and 45 kg N·ha⁻¹ (N_{45}) – applied at the shooting phase. In the present research the dose which appeared to be significant for the content of total protein in grain, applied as a foliar fertilization at the shooting phase was the dose of 30 kg N·ha⁻¹, as compared with N_0 and $N_{15\zeta}$ treatments. The highest significant values of the sedimentation test and bread volume were recorded after the foliar fertilization with nitrogen at the shooting phase at the dose of 30 kg·ha⁻¹, as compared with the lower fertilization treatments. Foliar application of 15 kg N·ha⁻¹ at the tillering phase was more favourable than the dose of 15 kg N·ha⁻¹ applied as a foliar fertilizer at the shooting phase, as compared with the total protein content in grain, the value of the sedimentation index of flour and the bread volume per 100 g of flour.