

WPLYW NAWOŻENIA AZOTOWEGO NA LICZBĘ OPADANIA
ORAZ ZAWARTOŚĆ BIAŁKA I POPIOŁU W ZIARNIE I MĄCE ŻYTNIEJ

Adam Zdybel¹, Bogdan Dubis², Janusz Laskowski¹

¹Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: adam.zdybel@up.lublin.pl

²Katedra Agrotechnologii i Zarządzania Produkcją Roślinną, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. Czapskiego 8, 10-719 Olsztyn

Streszczenie. Materiałem badawczym było ziarno żyta ozimego populacyjnej odmiany Amilo oraz mieszańcowej Esprit pochodzące z doświadczeń polowych przeprowadzonych przez Katedrę Agrotechnologii i Zarządzania Produkcją Roślinną Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Czynnikiem doświadczenia uwzględniał 6 poziomów nawożenia azotowego od 0 do 150 kg N·ha⁻¹ wnoszonego w trzech fazach rozwoju żyta tj. przedsięwzięcie, na ruszenie wegetacji oraz w trzecim międzywęźlu. Odnotowano dodatni wpływ zastosowania azotu na cechy jakościowe ziarna i mąki obu odmian żyta. Zawartość białka ogółem oraz liczba opadania wzrastała w przedziale nawożenia od 0 do 150 kg N·ha⁻¹. Natomiast zawartość popiołu obniżała się wraz ze wzrostem dawki nawożenia azotowego.

Słowa kluczowe: nawożenie azotowe, zawartość białka, zawartość popiołu, liczba opadania, żyto

WYKAZ OZNACZEŃ

- df* – liczba stopni swobody;
- F* – wartość testu istotności Fishera-Snedecora;
- LO* – liczba opadania (s),
- LO_m* – liczba opadania dla mąki (s),
- MS* – średnia kwadratów odchyleń,
- NF* – nawożenie azotowe (kg N·ha⁻¹),
- p* – obliczony stopień istotności (krytyczny poziom istotności),
- SS* – suma kwadratów odchyleń,
- z_b* – zawartość białka ogólnego (%),
- z_{bm}* – zawartość białka ogólnego w mące (%),

z_p – zawartość popiołu (%),
 z_{pm} – zawartość popiołu w mące (%),
 α – poziom istotności.

WPROWADZENIE

Wartość technologiczna ziarna żyta zależy od cech genetycznych odmiany oraz warunków uprawy. Wśród czynników agrotechnicznych podstawowe znaczenie dla kształtowania się cech jakościowych ma nawożenie azotowe. Wyznaczenie optymalnego poziomu nawożenia dla wciąż wprowadzanych do uprawy nowych odmian żyta ma duże znaczenie ze względu na istotny wpływ tego składnika pokarmowego nie tylko na wysokość plonów, ale także na jakość ziarna. W niektórych przypadkach zwiększone dawki azotu prowadzą do obniżenia plonów ziarna, jednak z reguły dodatnio wpływają na zawartość białka w ziarnie i inne cechy określające jego wartość wypiekową (Achremowicz i in. 1988, Mazurek i Sułek 1999).

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu 6 poziomów nawożenia azotowego na jakość ziarna żyta ozimego odmiany Amilo i Esprit.

METODYKA BADAŃ

Ziarno pochodziło z doświadczeń polowych przeprowadzonych w ramach projektu badawczego KBN 5 PO6B 026 17 wykonanego w Katedrze Agrotechnologii i Zarządzania Produkcją Roślinną Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Badanymi czynnikami było 6 dawek nawożenia azotowego od 0 do 150 kg N·ha⁻¹ wnoszonych w trzech dawkach tj. przedsięwzięcie, na ruszenie wegetacji i w trzecim międzywęźlu (0; 30 = 0 + 30 + 0; 60 = 0 + 30 + 30; 90 = 0 + 60 + 30; 120 = 0 + 90 + 30; 150 = 0 + 120 + 30) oraz dwie odmiany żyta: populacyjna Amilo oraz mieszańcowa Esprit. Wybór podyktowany był możliwością wykorzystania tych odmian do celów piekarskich, ze względu na wysoką do bardzo wysokiej liczbę opadania (COBORU 2002, Heinmann 2003, Kadłubiec i in. 1998).

Oznaczano zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla zgodnie z Polską Normą (PN-75/A-04018/Az3:2002) oraz zawartość popiołu (PN-ISO 2171:1994), a także liczbę opadania (PN-ISO 3093:1996/Az1:2000). Wszystkie oznaczenia przeprowadzono w trzech powtórzeniach, za wynik przyjmując średnią arytmetyczną.

WYNIKI BADAŃ

Uzyskane zależności pomiędzy zawartością białka ogółem, zawartością popiołu i liczbą opadania a dawką nawożenia azotowego przedstawiono na rysunkach 1-6. Wartości mierzonych parametrów, które różnią się istotnie między sobą średnią wartością badanej cechy oznaczono na wykresach różnymi literami.

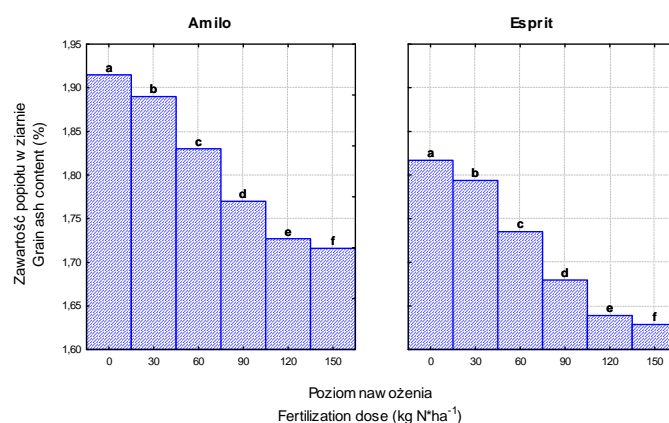
Przy pomocy analizy wariancji wykazano istotność różnic w zawartości popiołu w ziarnie (z_p) pomiędzy badanymi odmianami, jak również pomiędzy poszczególnymi poziomami nawożenia. Stwierdzono również wystąpienie interakcji pomiędzy odmianami i nawożeniem (tab. 1).

Zawartość popiołu w ziarnie żyta zawierała się w przedziale 1,72-1,92% dla odmiany Amilo oraz 1,63-1,82% dla Esprit. Najniższą zawartość popiołu zanotowano u obu odmian dla próby nawożonej dawką 150 kg N·ha⁻¹. We wszystkich przypadkach stwierdzono, że wraz ze zwiększeniem nawożenia maleje zawartość popiołu w ziarnie żyta. Wyniki analizy regresji przedstawiono w tabeli 7. Użytkano wysokie wartości współczynnika determinacji – 0,97. Wykres zależności zawartości popiołu od poziomu nawożenia przedstawiono na rysunku 1.

Tabela 1. Zestawienie wyników analizy wariancji dla zawartości popiołu w ziarnie z_p

Table 1. Results of variance analysis for grain ash content z_p

Składniki analizy wariancji Elements of variance analysis	SS	df	MS	F	p
Wyraz wolny – Intercept	111,7	1	111,7	12414567	0,000
Odmiana – Cultivar	0,077	1	0,077	8569	0,000
Nawożenie – Fertilization	0,199	5	0,040	4438	0,000
Odmiana x Nawożenie Cultivar x Fertilization	0,000	5	0,000	3	0,018
Błąd standardowy Standard error	0,000	24	0,000		



Rys. 1. Zawartość popiołu w ziarnie badanych odmian żyta z_p w zależności od poziomów nawożenia azotowego

Fig. 1. Grain ash content z_p for each fertilization dose and both rye cultivars

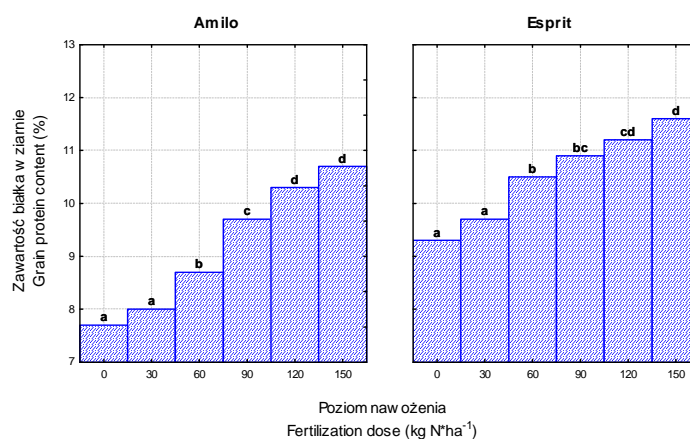
Przeprowadzona analiza wariancji wyników badań zawartości białka ogółem w ziarnie (z_b) pozwoliła na stwierdzenie istotnych różnic pomiędzy odmianami żyta oraz stosowanymi poziomami nawożenia azotowego. Wystąpiła również interakcja pomiędzy odmianą i nawożeniem (tab. 2).

Zależność zawartości białka ogółem w ziarnie od poziomu nawożenia azotem przedstawiono na rysunku 2. Wartości badanej cechy zawierały się w przedziale 7,7-10,7% dla Amilo oraz 9,3-11,6% dla Esprit. Analiza zawartości białka ogółem w ziarnie żyta pozwala stwierdzić, że wraz ze zwiększeniem poziomu nawożenia wzrasta również wartość badanej cechy. Podobną zależność zaobserwowali w swoich badaniach Biskupski (1997), Delgado i inni (1999) oraz Domska i in. (1997). Uzyskane zależności regresyjne zestawiono w tabeli 7.

Tabela 2. Zestawienie wyników analizy wariancji dla zawartości białka ogółem w ziarnie z_b

Table 2. Results of variance analysis for grain protein content z_b

Składniki analizy wariancji Elements of variance analysis	SS	df	MS	F	p
Wyraz wolny – Intercept	3498,7	1	3498,7	87468	0,000
Odmiana – Cultivar	16,40	1	16,40	410,1	0,000
Nawożenie – Fertilization	33,52	5	6,705	167,6	0,000
Odmiana x Nawożenie Cultivar x Fertilization	1,223	5	0,245	6,11	0,001
Błąd standardowy Standard error	0,960	24	0,040		



Rys. 2. Zawartość białka ogółem w ziarnie żyta z_b dla poszczególnych poziomów nawożenia azotowego badanych odmian żyta

Fig. 2. Grain protein content z_b for each fertilization dose and both rye cultivars

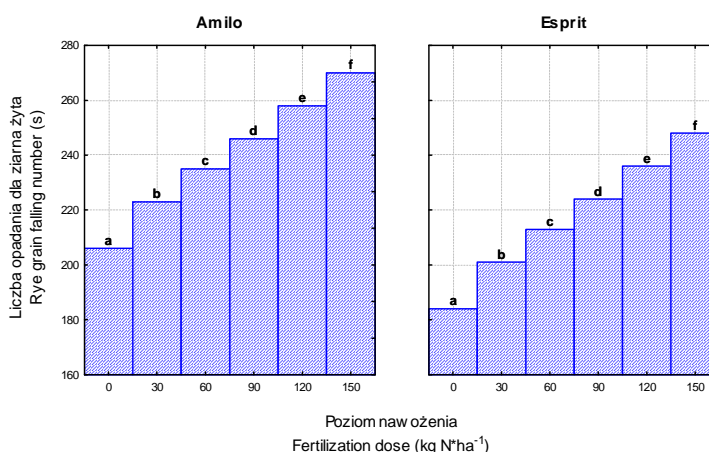
Rozpatrując na podstawie analizy wariancji wartości liczby opadania (*LO*) dla ziarna żyta odmiany Amilo i Esprit, stwierdzono pomiędzy nimi istotne różnice w wartości badanej cechy. Wykazano również istotne statystycznie różnice pomiędzy stosowanymi poziomami nawożenia azotowego (tab. 3).

Wartości liczby opadania zawierały się w przedziale 206-270 s dla odmiany Amilo i 184-248 s dla Esprit. Analiza wyników badań *LO* pozwoliła stwierdzić, że wraz ze wzrostem wielkości dawki azotu wzrasta wartość tego parametru. Badania własne potwierdzają zależności otrzymane przez Kolasińską i współautorów (1998). Na rysunku 3 przedstawiono otrzymane zależności pomiędzy *LO* dla ziarna żyta a wielkości nawożenia azotowego. Uzyskane wyniki analizy regresji zestawiono w tabeli 7.

Tabela 3. Zestawienie wyników analizy wariancji wartości *LO* dla ziarna żyta

Table 3. Results of variance analysis for grain falling number (*LO*)

Składniki analizy wariancji Elements of variance analysis	SS	df	MS	F	p
Wyraz wolny – Intercept	1882384	1	1882384	836615	0,000
Odmiana – Cultivar	4356	1	4356	1936	0,000
Nawożenie – Fertilization	16376	5	3275	1456	0,000
Odmiana x Nawożenie Cultivar x Fertilization	0	5	0	0,0	1,000
Błąd standardowy Standard error	54	24	2		



Rys. 3. Liczba opadania dla ziarna żyta dla poszczególnych poziomów nawożenia azotowego badanych odmian żyta

Fig. 3. Rye grain falling number for each fertilization dose and both rye cultivars

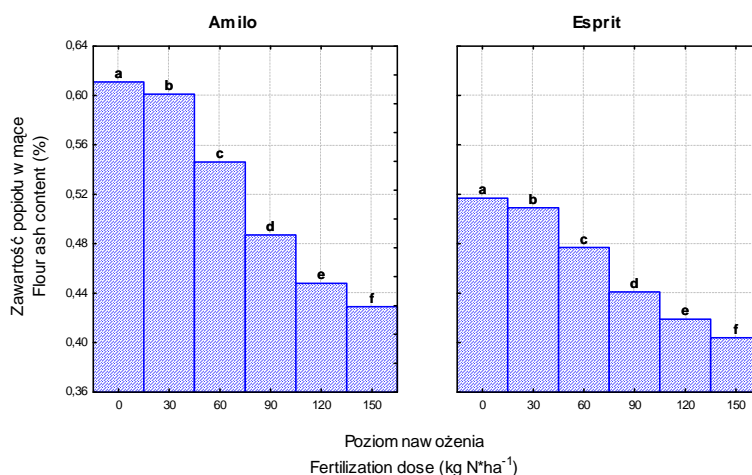
Analiza wariancji zawartości popiołu w mące żytniej (z_{pm}) pozwoliła na stwierdzenie istotnych różnic w wartości badanego parametru przy zastosowaniu zróżnicowanego nawożenia azotowego jak i pomiędzy odmianami (tab. 4).

Zawartość popiołu w mące zawierała się w przedziale 0,429-0,611% dla odmiany populacyjnej oraz 0,404-0,517% dla mieszańca żyta. Stwierdzono, że wraz ze zwiększeniem poziomu nawożenia wartość badanej cechy maleje. Na rysunku 4 przedstawiono otrzymane zależności pomiędzy zawartością popiołu w mące żytniej a wielkością nawożenia azotowego. Uzyskane wyniki analizy regresji zestawiono w tabeli 7.

Tabela 4. Zestawienie wyników analizy wariancji dla zawartości popiołu w mące żytniej z_{pm}

Table 4. Results of variance analysis for rye flour ash content z_{pm}

Składniki analizy wariancji Elements of variance analysis	SS	df	MS	F	p
Wyraz wolny – Intercept	8,670	1	8,670	2167520	0,000
Odmiana – Cultivar	0,032	1	0,032	7877	0,000
Nawożenie – Fertilization	0,117	5	0,023	5829	0,000
Odmiana x Nawożenie Cultivar x Fertilization	0,007	5	0,001	348	0,000
Błąd standardowy Standard error	0,000	24	0,000004		



Rys. 4. Zawartość popiołu w mące z_{pm} dla poszczególnych poziomów nawożenia azotowego badanych odmian żyta

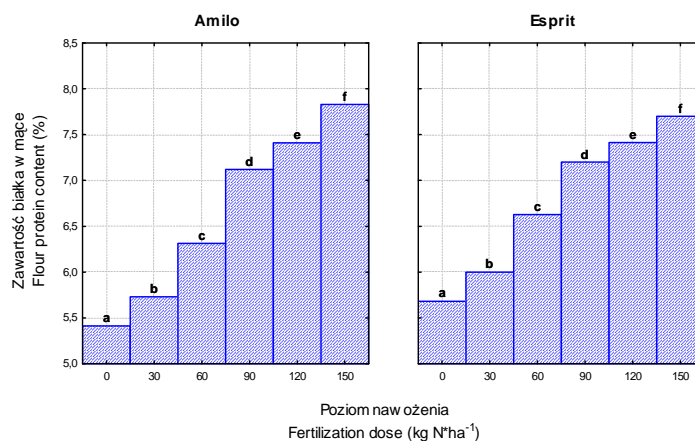
Fig. 4. Flour ash content z_{pm} for each fertilization dose and both rye cultivars

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotne różnice w zawartości białka ogółem w mące żytniej (z_{bm}) między badanymi odmianami i pomiędzy poszczególnymi dawkami nawożenia azotowego (tab. 5).

Na rysunku 5 przedstawiono wpływ nawożenia azotowego na zawartość białka ogółem w mące. Wraz ze wzrostem poziomu nawożenia wzrasta również wartość oznaczanej cechy, która zawierała się w przedziale 5,414-7,829% dla odmiany Amilo oraz 6,682-8,699% dla Esprit. Analiza regresji dla (z_{bm}) wykazała istotny wpływ wzrastającej dawki azotu na badany parametr. Równania regresji zestawiono w tab. 7

Tabela 5. Zestawienie wyników analizy wariancji dla zawartości białka ogółem w mące żytniej z_{bm}
Table 5. Results of variance analysis for flour protein content z_{bm}

Składniki analizy wariancji Elements of variance analysis	SS	df	MS	F	p
Wyraz wolny – Intercept	1868,3	1	1868,3	392412	0,000
Odmiana – Cultivar	11,57	1	11,57	2430,2	0,000
Nawożenie – Fertilization	23,56	5	4,712	989,7	0,000
Odmiana x Nawożenie Cultivar x Fertilization	0,239	5	0,048	10,0	0,000
Błąd standardowy Standard error	0,114	24	0,005		



Rys. 5. Zawartość białka ogółem w mące z_{bm} dla poszczególnych poziomów nawożenia azotowego badanych odmian żyta

Fig. 5. Flour protein content z_{bm} for each fertilization dose and both rye cultivars

Rozpatrując wyniki analizy wariancji LO_m stwierdzono istotne różnice w wartości badanego parametru pomiędzy odmianami jak i stosowanymi poziomami nawożenia azotowego (tab. 6).

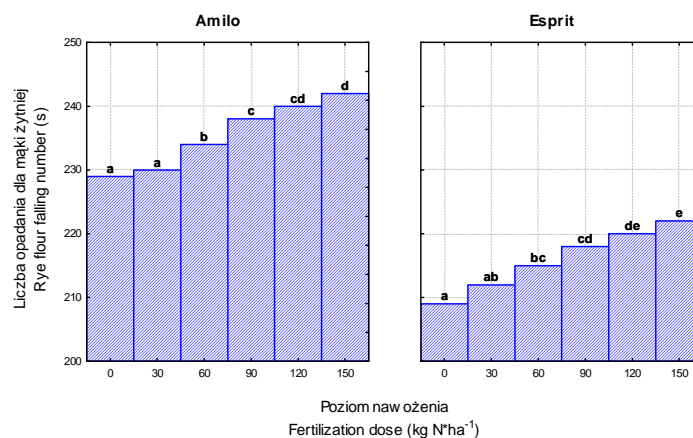
Badania LO dla mąki pozwoliły stwierdzić, że wzrost wielkości dawki azotu powoduje zwiększenie wartości tego parametru. Dla Amilo wartości te zawierały się w przedziale 229-242 s, natomiast dla odmiany Esprit 209-222 s. Na rysunku 6 przedstawiono zależność LO_m od wielkości dawki azotu.

Analizując wartości LO_m dla odmiany Amilo jak i dla odmiany Esprit, stwierdzono istotne zależności regresyjne przedstawione w tabeli 7.

Tabela 6. Zestawienie wyników analizy wariancji LO_m

Table 6. Results of variance analysis for LO_m

Składniki analizy wariancji Elements of variance analysis	SS	df	MS	F	p
Wyraz wolny – Intercept	1834670	1	1834670	1085604	0,000
Odmiana – Cultivar	3422	1	3422	2025	0,000
Nawożenie – Fertilization	791	5	158	94	0,000
Odmiana x Nawożenie Cultivar x Fertilization	5	5	1	1	0,685
Błąd standardowy Standard error	41	24	2		



Rys. 6. Wartość LO_m dla poszczególnych poziomów nawożenia azotowego badanych odmian żyta

Fig. 6. Flour falling number LO_m for each fertilization dose and both rye cultivars

Tabela 7. Zestawienie równań regresji i wartości współczynnika determinacji określających zależności badanych cech od dawki nawożenia azotowego**Table 7.** Equations and determination coefficients expressing the relationship between determined characteristics and nitrogen fertilisation dose

Badana cecha Determined characteristic	Odmiana – Cultivar		R^2	
	Amilo	Esprit	Amilo	Esprit
Zawartość popiołu Ash content z_p (%)	$z_p = -0,0015 NF + 1,92$	$z_p = -0,0014 NF + 1,82$	0,97	0,97
Zawartość białka Protein content z_b (%)	$z_b = 0,0218 NF + 7,55$	$z_b = 0,0156 NF + 9,36$	0,98	0,98
Liczba opadania Falling number LO (s)	$LO = 0,4152 NF + 208,5$	$LO = 0,4153 NF + 186,5$	0,99	0,99
Zawartość popiołu w mące Flour ash content z_{pm} (%)	$z_{pm} = -0,0014 NF + 0,62$	$z_{pm} = -0,0008 NF + 0,52$	0,97	0,98
Zawartość białka w mące Flour protein content z_{bm} (%)	$z_{bm} = 0,0171 NF + 5,36$	$z_{bm} = 0,0142 NF + 6,71$	0,98	0,97
Liczba opadania dla mąki Flour falling number LO_m (s)	$LO_m = 0,0943 NF + 228,4$	$LO_m = -0,0002 NF^2 + 0,1144 NF + 208,9$	0,98	0,99

WNIOSKI

Analiza uzyskanych wyników badań pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

1. Wzrastająca dawka nawożenia azotowego wpływa na właściwości chemiczne ziarna i maki żytniej.
2. Zawartość popiołu w ziarnie jak i w mące żytniej zmniejszała się wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotowego.

3. Wzrost dawki azotu na hektar wpływał na zwiększenie zawartości białka ogółem w ziarnie i mące żytniej dla obu badanych odmian.
4. Wartość liczby opadania zwiększała się wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotowego.
5. Wykazano istotne różnice pomiędzy odmianą populacyjną (Amilo) a odmianą mieszańcową (Esprit) w wartościach badanych parametrów.
6. Analizując wyniki badań wykazano, że lepszą jakością ziarna charakteryzowała się odmiana Amilo.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B., Dziamba S., Styk B., 1988. Wpływ nawożenia mineralnego na jakość ziarna trzech odmian pszenicy ozimej. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 166, 7-15.
- Biskupski A., 1997. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plon i cechy jakościowe ziarna odmian pszenżyta, pszenicy i żyta. Część I. – Plon ziarna i zawartość białka. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie*, 65, 9-13.
- COBORU 2002. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych – zboża ozime, 2001. 27-39.
- Delgado E., Möller K., Pawelzik E., 1999. Influence of nitrogen fertilization on protein quality of rye and oats grains. *Agrobiological Research*, 52(3/4), 337-345.
- Domska D., Koc J., Procyk Z., Rogalski L., Rytelowski A., 1997. Porównanie wpływu zróżnicowanych dawek nawożenia azotem na zawartość białka i jego jakość w ziarnie pszenżyta, pszenicy i żyta uprawianych w północno-wschodniej Polsce. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie* 65, 91-97.
- Heinmann S., 2003. Przegląd odmian. *Farmer* 13, 9-12 (wkładka).
- Kadłubiec W., Bujak H., Kaczmarek J., Grochowski L., 1998. Ocena podobieństwa populacyjnych i mieszańcowych odmian żyta ozimego. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 205/206, 23-29.
- Kolasińska I., Madej L., Cygankiewicz A., 1998. Zmienność liczby opadania w liniach wsobnych i mieszańcach żyta. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 205/206, 51-57.
- Mazurek J., Sułek A. 1999. Wpływ różnych dawek i technik nawożenia azotem na plon i cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy jarej. *Pamiętnik Puławski* 118, 271-274.
- PN-75/A-04018/Az3:2002. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko (Zmiana Az3).
- PN-ISO 2171:1994. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- PN-ISO 3093:1996/Az1:2000. Zboża. Oznaczanie liczby opadania (Zmiana Az1).

INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZATION
OF RYE ON FALLING NUMBER, PROTEIN AND ASH CONTENTS
IN WHOLE KERNEL AND FLOUR

Adam Zdybel¹, Bogdan Dubis², Janusz Laskowski¹

¹Department of Equipment Operation and Maintenance in the Food Industry,
University of Life Sciences

ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin

e-mail: adam.zdybel@up.lublin.pl

²Department of Agrotechnology and Crop Management, University of Warmia and Mazury
ul. Czapskiego 8, 10-719 Olsztyn

Abstract. Two cultivars of rye, i.e. Amilo and Esprit from a field experiment made at the University of Warmia and Mazury in Olsztyn, were used in the study. Six nitrogen fertilization doses, from 0 to 150 kg N ha⁻¹, added at tree development stages, i.e. prior to seedling, tillering, and 3rd node, were studied for the differences in the falling number, protein and ash contents in whole kernel and flour. An advantageous influence of N fertilization on both grain and flour quality was noted for the two cultivars under examination. The protein content and falling number increased with the rise of nitrogen dose, whereas the ash content decreased.

Key words: nitrogen fertilization, protein content, ash content, falling number, rye.