

WPŁYW RETARDANTA MODDUS 250 EC I NAWOŻENIA AZOTEM NA PLONOWANIE I JAKOŚĆ ZIARNA PSZENICY OZIMEJ

ELŻBIETA HARASIM, MARIAN WESOŁOWSKI

Katedra Herbologii i Techniki Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

elzbieta.harasim@up.lublin.pl

Synopsis. W pracy określono wpływ dwóch poziomów nawożenia azotem oraz retardanta Modus 250 EC stosowanego łącznie z adiuwantem Atpolan 80 EC lub bez tego środka na wielkość plonu ziarna i jego podstawowe cechy jakościowe pszenicy ozimej odmiany Muza. Badania prowadzono latach 2004–2007. Wyniki badań wskazują na zależność wyróżników jakości od dawki nawożenia azotem i lat badań. Zastosowanie wyższej dawki N ($150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) korzystnie wpłynęło na zawartość białka ogólnego, ilość glutenu mokrego, liczb opadania, wartości wskaźnika sedymentacyjnego oraz gęstości ziarna w stanie zsypanym. Wraz ze wzrostem dawki azotu obniżeniu uległa jakość glutenu. Stosowany retardant oraz adiuwant Atpolan 80 EC nie wpływały w sposób istotny na parametry jakościowe ziarna pszenicy ozimej.

Słowa kluczowe – *key words*: pszenica ozima – *winter wheat*, retardant – *retardant*, adiuwant – *adjuvant*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, plon ziarna – *grain yield*, jakość ziarna – *grain quality*

WSTĘP

Wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej jest cechą fizjologiczno-genetyczną, modyfikowaną przez warunki klimatyczne i agrotechnikę [Dubis i Borysewicz 2008, Erekuł i Köhn 2006]. Z zabiegów agrotechnicznych największą rolę przypisuje się nawożeniu azotem, gdyż składnik ten istotnie wpływa na ilość i jakość białka oraz glutenu w ziarnie. Badania Langensiepna i in. [2008] oraz Podolskiej i Stankowskiego [2001] dowodzą, że jakość ziarna pszenicy zwyczajnej zależy od warunków pogodowych. Mniejsza suma opadów i wyższa temperatura powietrza w okresie wzrostu pszenicy zwiększała zawartość białka i glutenu w ziarnie oraz wartość wskaźnika sedymentacji Zelenyego. Literatura przedmiotu [Achremowicz i in. 1995, Mazurek i Sułek 1999, Podolska i Sułek 2002] wskazuje, iż zwiększenie dawki azotu wpływa z reguły dodatnio na zawartość białka w ziarnie i inne cechy określające jego wartość wypiekową. Wyższej zawartości białka towarzyszy zwykle wzrost udziału frakcji glutenowych, jednak jakość glutenu może ulegać pogorszeniu [Borkowska i in. 2003, Cacak-Pietrzak i in. 2005].

Częstym problemem w uprawie roślin zbożowych jest wyleganie, w efekcie którego dochodzi do zmniejszenia natężenia fotosyntezy w łanie, zakłóceń w pobieraniu przez rośliny składników pokarmowych i wody z gleby, co z kolei może powodować duże straty w wielkości i jakości plonu ziarna [Cacak-Pietrzak i in. 2004].

Celem badań była ocena wpływu retardanta Modus 250 EC i dwóch poziomów nawożenia azotem na wielkość i jakość plonu ziarna pszenicy ozimej odmiany Muza. W badaniach założono, iż odmiana jakościowa pszenicy ozimej pod wpływem działania trineksapaku etylu i wyższego poziomu nawożenia azotem wykaże się zadowalającym plonem i dobrą jakością technologiczną ziarna.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe prowadzono w latach 2004–2007, w Gospodarstwie Doświadczalnym Cze-sławice (51°18' N, 22°16' E), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Zloka-lizowano je na glebie płowej wytworzonej z lessu (kompleks pszenny dobry), lekko kwaśnej, zasobnej w fosfor, potas i magnez. Trzyczynnikowe doświadczenie polowe założono metodą pod-bloków losowanych (split-split-plot), w 3 powtórzeniach, o wielkości poletka do zbioru 10 m². Czynnikiem doświadczenia były: I. Dawka azotu: 100 i 150 kg N·ha⁻¹; II. Dawka retardan-ta: obiekt bez retardanta (kontrolny) i retardant w dawkach 0,4; 0,2 i 0,13 l·ha⁻¹ III. Adiuwant i obiekt bez adiuwanta.

Retardant Moddus 250 EC (trineksapak etylu) stosowano w fazie 2 kolanka pszenicy (BBCH 32) łącznie z adiuwantem Atpolan 80 EC (75% oleju mineralnego SN 200) lub bez tego wspo-magacza. Aplikowano go przy użyciu opryskiwacza poletkowego pod ciśnieniem 0,25 MPa, zużywając 250 l cieczy na 1 ha. Pszenicę ozimą, odmiany Muza, wysiewano w stanowisku po wyce siewnej uprawianej na nasiona. Uprawę roli pod pszenicę prowadzono według zasad po-prawnej agrotechniki. Jesienią zastosowano 40 kg P·ha⁻¹ i 110 kg K·ha⁻¹. Zabiegi pielęgnacyjne obejmowały chemiczne niszczenie chwastów (Apyros 75 WG i Starane 250 EC) oraz ochronę przed chorobami grzybowymi (Alert 375 SC i Tilt Plus 400 EC). Badaną pszenicę wysiewano w 3 dekadzie września, w obsadzie 500 kielkujących ziaren na 1m². Zbiór pszenicy przeprowa-dzono w końcu lipca.

Cechy wartości technologicznej ziarna oznaczono metodami powszechnie stosowanymi w laboratoriach zbożowo-młynarskich określając: zawartość białka metodą Kjeldahla (Nx6,25) wg ICC-Standard 105/2), zawartość glutenu mokrego wg PN-77/A-74041, indeks glutenu zgod-nie z normą ICC 155 oraz PN-93/A-74042 na urządzeniu Glutomatic 2200, gęstość w stanie zsypanym na standardowej wadze hektolitrowej wg PN-73/R-74007, liczbę opadania wg PN-ISO 3093:1996/Az1:2000, wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego wg normy PN-ISO 5529:1998.

Układ warunków pogodowych w latach badań był zmienny (tab. 1). Zróżnicowanie doty-czyło głównie ilości i rozkładu opadów w okresie wegetacji pszenicy ozimej. Sezon 2004/2005 charakteryzował się wyższymi od przeciętnych (o 29,7 mm) opadami oraz wyższą od średniej wieloletniej temperaturą powietrza o 0,6°C. W maju 2005 roku opady przekroczyły średnią wieloletnią aż o 89,2 mm. Natomiast w sezonie 2005/2006 wystąpił niedobór opadów, a tem-peratura była zbliżona do średniej z wielolecia. Miesiące wiosenne i letnie (z wyjątkiem marca i maja) okazały się bardziej suche niż przeciętnie. Sezon wegetacyjny 2006/2007 był przecięt-ny pod względem opadów, ale zdecydowanie cieplejszy od poprzednich okresów badawczych. Średnia temperatura w czasie wegetacji była wyższa o 2,5°C, w porównaniu do przeciętnej z wielolecia.

WYNIKI BADAŃ

Wykazano istotny wpływ warunków pogody, nawożenia azotem i dawki retardanta na wiel-kość plonu ziarna pszenicy ozimej (tab. 2). Różnica w wydajności pszenicy pomiędzy pierw-szym (2005) korzystnym sezonem, a drugim (2006) rokiem badań wynosiła 26,4%. Średni plon ziarna dla dawki 100 kg N·ha⁻¹ wynosił 7,92 t·ha⁻¹. Zastosowanie wyższej dawki azotu (150 kg·ha⁻¹) zwiększyło wydajność pszenicy o 0,36 t·ha⁻¹. Stosowanie adiuwanta Atpolan 80 EC nie miało udowodnionego wpływu na wydajność pszenicy odmiany Muza, chociaż wystą-piła tendencja obniżki plonu ziarna po jego zastosowaniu. Retardant zastosowany w dawce 0,13 l·ha⁻¹ zwiększał plon ziarna pszenicy o 7,5%, w porównaniu do uzyskanego na dawce

Tabela 1. Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji pszenicy ozimej
 Table 1. Meteorological conditions during the vegetation seasons of winter wheat

Miesiące Months	Lata – Years						Średnia–Mean (1951–2005)	
	2004/2005		2005/2006		2006/2007		mm	°C
	mm	°C	mm	°C	mm	°C		
IX	21,1	12,5	23,1	14,7	10,1	15,1	51,6	12,6
X	26,1	9,8	4,2	8,7	31,0	9,8	40,1	7,8
XI	65,5	2,8	24,6	2,7	43,7	4,7	38,1	2,5
XII	15,8	1,1	55,7	-1,3	22,7	2,5	31,5	-1,4
I	34,8	-0,7	16,1	-8,2	83,7	2,0	22,7	-3,5
II	35,4	-4,0	24,4	-4,6	23,8	-2,0	25,6	-2,7
III	42,2	-1,1	47,4	-2,0	32,6	5,7	26,3	1,1
IV	21,2	8,4	26,1	8,5	16,4	8,2	40,2	7,4
V	146,9	13,0	68,1	13,3	46,4	14,9	57,7	13,0
VI	48,0	15,6	23,2	16,9	85,1	18,2	65,7	16,2
VII	55,8	19,8	26,6	21,1	70,0	18,8	83,5	17,8
Suma – Średnio Total – Average	512,8	7,0	339,5	6,3	465,5	8,9	483,1	6,4

Tabela 2. Plon ziarna pszenicy ozimej (t·ha⁻¹)
 Table 2. Yield of winter wheat (t·ha⁻¹)

Dawka retardanta Retardant dose (l·ha ⁻¹)	Średnio dla dawki N Mean for N dose (kg·ha ⁻¹)		Średnio dla adiuwanta Mean for adjuvant		Średnio dla lat Mean for years			Średnio dla retardanta Mean for retardant
	100	150	a	b	2005	2006	2007	
Kontrola – Control	7,79	8,07	8,26	7,60	9,58	7,27	6,94	7,93
0,40	7,56	8,15	8,06	7,65	9,21	7,43	6,92	7,85
0,20	8,01	8,25	8,22	8,03	9,56	6,97	7,86	8,13
0,13	8,34	8,63	8,41	8,56	10,36	6,82	8,28	8,49
Średnio – Mean	7,92	8,28	8,24	7,96	9,68	7,12	7,50	–

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: lata – years – 0,15; dawki azotu – nitrogen doses – 0,10; adiuwant – adjuvant – r.n.; dawki retardanta – retardant doses – 0,38; interakcja – interaction – r.n.

*a – bez adiuwanta – without adjuvant, b – adiuwant – adjuvant – Atpolan 80 EC (1,5 l·ha⁻¹)
 r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

pełnej – 0,4 l·ha⁻¹. Pszenica uprawiana na obiekcie kontrolnym (bez retardanta) plonowała na poziomie 7,93 t ziarna z 1 ha. Obniżenie dawki retardanta o 50 i 67% skutkowało wzrostem wydajności pszenicy, w porównaniu do osiągniętej na obiekcie kontrolnym i przy pełnej dawce preparatu.

Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy zależała od zastosowanej dawki azotu. Istotnie więcej białka zawierało ziarno z obiektów nawożonych wyższą dawką azotu w każdym roku badań. Odnotowany wzrost zawartości białka w stosunku do uzyskanej na dawce standardowej (100 kg N·ha⁻¹) wyniósł dla kolejnych lat badań: 12,5; 5,4 i 9,5%. Analogicznie do zawartości białka w ziarnie kształtowała się ilość glutenu mokrego. Wyższa dawka azotu zwiększała o 2,8–18,6% ilość glutenu w ziarnie, w stosunku do stwierdzonej na obiektach z dawką standardową (tab. 3). Na obiektach intensywniej nawożonych azotem zwiększyła się również gęstość ziarna w stanie zsypanym (o 0,1–1,7%), liczba opadania (o 1,2–13,7%) i wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (o 6,6–18,2%), a pogorszeniu uległa jakość glutenu.

Tabela 3. Cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej w zależności od dawki azotu
Table 3. Quality characteristics of winter wheat grain depending on nitrogen dose

Lata Years	Dawka azotu Nitrogen dose (kg·ha ⁻¹)	Wskaźniki jakości ziarna – Indicators of the quality of grain					
		1*	2	3	4	5	6
2005	100	9,8	22,8	97	76,0	352	22
	150	11,2	28,0	92	77,3	385	26
	średnio – mean	10,5	25,4	95	76,7	369	24
2006	100	13,8	33,8	86	73,6	241	38
	150	14,6	34,8	85	73,7	244	38
	średnio – mean	14,2	34,3	84	73,7	243	38
2007	100	11,4	30,7	65	78,2	364	30
	150	12,6	34,1	65	79,2	414	32
	średnio – mean	12,0	32,4	65	78,7	389	31
Średnio Mean	100	11,7	29,1	83	75,9	319	30
	150	12,8	32,3	81	76,7	348	32
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}							
Lata – Years		0,4	1,5	4	0,5	38	2
Dawki N – N doses		0,4	1,0	2	0,4	r.n.	2

*1 – białko ogółem – protein total (%); 2 – gluten mokry – wet gluten (%); 3 – indeks glutenu – gluten index; 4 – gęstość w stanie zsypanym – test weight (kg·hl⁻¹); 5 – liczba opadania – falling number (s); 6 – wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego – Zeleny's test (cm³)

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

W prezentowanej pracy warunki pogody w latach badań silnie wpływały na parametry technologiczne ziarna pszenicy ozimej. Wyższymi wskaźnikami zawartości białka i glutenu, wskaźnika sedymentacyjnego oraz gęstości ziarna w stanie zsypanym charakteryzowały się lata suchsze (2006 i 2007). Korzystne wartości liczby opadania – średnio 243 s, mieszczące się w

przedziale wartości optymalnych (220–300 s) dla ziarna pszenicy ozimej, uzyskano w roku suchym (2006). Średnie wartości liczby opadania w pozostałych latach (369 i 389 s) świadczą o niskiej aktywności α -amylaz. Jakości ziarna (indeks glutenu) i jego wypełnieniu (gęstość ziarna w stanie zsypanym) sprzyjał bardziej wilgotny rok badań (2005).

Nie stwierdzono istotnego współdziałania czynników doświadczenia w kształtowaniu poszczególnych parametrów jakości ziarna. Zastosowany retardant nie wpłynął w sposób istotny na badane parametry jakości ziarna (tab. 4). W większości przypadków, odnotowano natomiast tendencję wzrostową wartości badanych wskaźników wraz ze zmniejszaniem się dawki tego regulatora wzrostu. Obniżone dawki preparatu Moddus 250 EC wpływały z reguły na pogorszenie indeksu glutenu. Wpływ adiuwanta Atpolan 80 EC na wartość technologiczną ziarna był również nieistotny.

Tabela 4. Cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej w zależności od dawki retardanta i stosowania adiuwanta (średnio z lat 2004–2007)

Table 4. Quality characteristics of winter wheat grain depending on retardant dose and adjuvant used (mean of 2004–2007)

Czynnik Factor	Wskaźniki jakości ziarna – Indicators of the quality of grain					
	1*	2	3	4	5	6
Dawka retardanta – Retardant dose (l·ha ⁻¹)						
Kontrola – Control	12,3	31,0	80	76,3	329	31
0,40	12,3	30,8	83	76,2	320	31
0,20	12,1	30,2	82	76,0	341	30
0,13	12,4	31,1	80	76,8	340	32
Stosowanie adiuwanta – Adjuvant using						
Adiuwant Adjuvant	12,2	27,5	81	76,5	326	32
Bez adiuwanta Without adjuvant	12,3	31,0	82	76,2	341	30

1* – objaśnienia jak w tabeli 3 – explanation see table 3

DYSKUSJA

Spośród badanych czynników największy wpływ na plonowanie i cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej miały warunki pogody poszczególnych sezonów wegetacyjnych oraz poziom nawożenia azotem. Potwierdzono hipotezę badawczą zakładającą korzystny wpływ większej dawki azotu (150 kg·ha⁻¹) na plon i jakość ziarna. Pszenica ozima odmiany Muza zareagowała wzrostem plonu ziarna w dwóch na trzy lata badań. Uzyskane efekty plonotwórcze zastosowanego nawożenia azotowego zależały od układu warunków meteorologicznych w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. Na zależność pomiędzy przebiegiem pogody i nawożeniem azotem a plonem ziarna wskazują Kuś i Jończyk [1997] oraz Borkowska i in. [2003]. Według cytowanych autorów zwiększone nawożenie azotem powodowało przyrost plonu ziarna pszenicy ozimej w latach o niskich opadach w maju i czerwcu. W latach wilgotnych pod wpływem

wem zwiększonego nawożenia azotem następował spadek plonu w wyniku wylegania pszenicy. W badaniach Stankowskiego i in. [2004] reakcja pszenicy na zwiększenie nawożenia azotem z 80 do 160 kg·ha⁻¹ była uzależniona od lokalizacji doświadczeń, co wiązało się z lokalnymi warunkami pogodowymi. Rudnicki [1998] udowodnił, że przy znacznych niedoborach opadów i wody w glebie nawet najbardziej intensywne nawożenie azotem nie jest w stanie zrekompenzować obniżki plonów.

Nawożenie azotem jest wśród wszystkich zabiegów agrotechnicznych nie tylko najsilniej działającym czynnikiem plonotwórczym, ale również powodującym największe zmiany w składzie chemicznym ziarna [Biskupski i Grabski 1979, Domska i Rogalski 1991]. Uzyskane wysokie plony ziarna w pierwszym roku badań charakteryzowały się niską zawartością białka i glutenu mokrego. Dowodzi to słuszności twierdzenia Kaczyńskiego [1999], że plenność pszenicy jest zazwyczaj ujemnie skorelowana z jakością jej ziarna. W prezentowanych badaniach korzystniejsze parametry wspomnianych wskaźników uzyskano w latach suchszych (2006 i 2007), gdy w okresie od kłoszenia do dojrzałości pełnej ziarna pszenicy ozimej panowała wyższa temperatura powietrza niż w pierwszym roku doświadczenia.

Ujemną konsekwencją wysokiego nawożenia azotem w uprawie pszenicy ozimej jest obniżenie jakości glutenu. Gluten uzyskany w warunkach nadmiernej dostępności azotu i obfitej ilości opadów atmosferycznych charakteryzuje się bowiem większym udziałem gliadyn w stosunku do glutenin oraz mniejszym udziałem białek wielkocząsteczkowych i aminokwasów [Rozbicki 1999]. Podobne zależności wykazali w badaniach Borkowska i in. [2003] oraz Horvat in. [2006]. Cytowani autorzy odnotowali znaczny spadek wartości indeksu glutenu (IG) wraz ze wzrostem dawki azotu. Do wypieku chleba i ciasta drożdżowego najodpowiedniejsza jest mąka o indeksie glutenu w granicach od 60–90. W badaniach własnych korzystne wartości badanej cechy uzyskano w latach suchszych (2006 i 2007) stosując niższą dawkę azotu. Ilość glutenu mokrego i indeks glutenu wskazują, że ziarno uprawianej w doświadczeniu pszenicy ozimej odmiany Muza było dobrym surowcem do produkcji mąki.

Liczba opadania jako jeden z podstawowych wskaźników jakościowych zależy od głębokości i długości stanu spoczynkowego ziarna warunkującego mniejszą skłonność ziarniaków do porastania [Binek i in. 2007]. W badaniach własnych zmienność wyników omawianej cechy zależała głównie od warunków agrometeorologicznych i poziomu nawożenia azotem. Podobne rezultaty osiągnęli Smith i Gooding [1999], Podolska i in. [2004] oraz Dubis i Borysiewicz [2008]. Większe porastanie ziarna i wyjątkowo niską liczbę opadania w sezonie z dwukrotnie wyższą od średniej wieloletniej sumą opadów w lipcu odnotowali również Stankowski i Rutkowska [2006].

Korzystny wpływ wyższego poziomu nawożenia azotem na jakość substancji białkowych – strukturotwórczych, mierzonych testem sedymentacyjnym Zeleny'ego (wzrost o 6,6–18,2%), stwierdzono w dwóch suchszych latach badań (2006 i 2007). Wartości omawianego wskaźnika modyfikowały również warunki pogodowe w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. W mokrym 2005 roku, wskutek wysokiego gradientu wilgoci w ziarnie, średnia wartość wskaźnika wynosiła 24 cm³. W latach charakteryzujących się umiarkowanymi opadami i wyższą temperaturą w końcowym okresie dojrzwania ziarna i zbioru pszenicy następowało zwiększenie wskaźnika sedymentacji do 31–38 cm³. Podobne zależności uzyskali Kłupczyński i Ralcewicz [1998], Nowak i in. [2004] oraz Podolska i in. [2005]. Cytowani autorzy odnotowali wzrost wartości testu sedymentacji pod wpływem wzrastających dawek azotu zarówno w poszczególnych latach badań, jak i średnio dla lat. Zastosowane w doświadczeniu dawki regulatora wzrostu nie różnicowały tej cechy.

Zdaniem Cacak-Pietrzak i in. [1999] gęstość ziarna w stanie zsypanym zależy od jego dorodności, stopnia wypełnienia i struktury, a także od ilości i jakości zanieczyszczeń. W badaniach

własnych, przy niewielkiej zmienności wyników stwierdzono dodatni wpływ zwiększonej dawki azotu na wymieniony parametr w każdym roku doświadczenia. Większą zmienność wartości tej cechy obserwowano pomiędzy latami badań (do 6,7%). Na podobną prawidłowość wskazują wyniki badań Stankowskiego i in. [2008]. Odnotowano wówczas większy wpływ lat badań (34%) niż różnych wariantów nawożenia azotem (13%) na zmienność omawianej cechy.

WNIOSKI

1. Zwiększenie dawki azotu ze 100 do 150 kg·ha⁻¹ istotnie wpłynęło na wzrost wydajności pszenicy ozimej. Warunki pogodowe w czasie wegetacji różnicowały plon ziarna i jego parametry jakościowe. Wyższy plon ziarna uzyskano w bardziej wilgotnym i ciepłym roku badań.
2. Ziarno, przy wysokich plonach (ponad 9 t·ha⁻¹), charakteryzowało się niską zawartością białka i glutenu mokrego, małą gęstością w stanie zsypanym oraz niskim wskaźnikiem sedymentacyjnym Zeleny'ego. Korzystnie kształtowała się natomiast jego jakość – indeks glutenu.
3. Nie stwierdzono udowodnionego wpływu trineksapaku etylu na plon ziarna i jego jakość, co wskazuje, że ten retardant może być stosowany w uprawie pszenic technologicznych.
4. Poziom plonowania i cechy struktury plonu ziarna pszenicy ozimej nie zależały istotnie od zastosowanych kombinacji retardanta z adiuwantem.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S. 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy. Biul. IHAR 193: 29–34.
- Binek A., Moś M., Wojtowicz T. 2007. Zróżnicowanie liczby opadania mąki z pszenicy ozimej w zależności od odmiany i warunków pogodowych podczas dojrzwania. *Fragm. Agron.* 24(2): 16–24.
- Biskupski A., Grabski J. 1979. Jakość technologiczna ziarna 5 odmian pszenicy ozimej przy zróżnicowanym nawożeniu mineralnym. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 124: 5–11.
- Borkowska H., Grundas S., Styk B. 2003. Zmiany wybranych cech jakościowych ziarna kilku odmian pszenicy pod wpływem zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Acta Agrophys.* 2(4): 717–723.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T. 1999. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 118: 45–56.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Leszczyńska D. 2004. Wpływ retardantów na wartość technologiczną pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 138: 4–17.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Sulek A. 2005. Wpływ nawożenia azotem i antywylegaczy na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 140: 25–33.
- Domska D., Rogalski L. 1991. Porównanie reakcji pszenicy i żyta na zróżnicowane nawożenie N w warunkach północno-wschodniej Polski. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 411, *Agricultura* 53: 195–198.
- Dubis B., Borysewicz J. 2008. Wpływ nawożenia azotem na plon i technologiczną jakość wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 25(1): 111–119.
- Erekul O., Köhn W. 2006. Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter Triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in North-East Germany. *J. Agron. Crop Sci.* 192: 452–464.
- Horvat D., Loncaric Z., Vukadinovic V., Drezner G., Bertic B., Dvojkovic K. 2006. The influence of mineral fertilization on winter wheat yield and quality. *Cereal Res. Commun.* 34(1): 429–432.
- Kaczyński L. 1999. Wartość gospodarcza zarejestrowanych w Polsce odmian pszenicy. *Pam. Puł.* 118: 183–205.

- Klupczyński Z., Ralcewicz M. 1998. Wpływ nawożenia azotem na plon i wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. *Rocz. AR Poznań* 307, Rol. 52: 17–24.
- Kuś J., Jończyk K. 1997. Oddziaływanie wybranych elementów agrotechniki na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 14(3): 4–16.
- Langensiepen M., Hanus H., Schoop P., Graesle W. 2008. Validating CERES-wheat under North-German environmental conditions. *Agricul. Syst.* 97:34–47.
- Nowak W., Zbroszczyk T., Kotowicz L. 2004. Wpływ intensywności uprawy na niektóre cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy. *Pam. Puł.* 135: 199–211.
- Podolska G., Stankowski S. 2001. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 218/219: 127–136.
- Podolska G., Stankowski S., Podolski B. 2005. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowych. *Pam. Puł.* 139: 189–196.
- Podolska G., Stypuła G., Stankowski S. 2004. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od intensywności ochrony zasiewów. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 59(1): 269–276.
- Podolska G., Sulek A. 2002. Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam. Puł.* 130(2): 587–596.
- Rozbicki J. 1999. Jakość ziarna zbóż na potrzeby przemysłu przetwórczego. *Mat. konf. „Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości produktów rolnych”*. Wyd. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa 1–2 czerwca 1999: 13–27.
- Rudnicki F. 1998. Czynniki ograniczające plonowanie pszenic w Polsce. *Mat. konf. „Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy”*. Puławy, 21–23 października 1998: 51–64.
- Smith G.P., Gooding M.J. 1999. Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. *Agric. For. Meteorol.* 94: 159–170.
- Stankowski S., Podolska G., Pacewicz K. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 59(3): 1363–1369.
- Stankowski S., Rutkowska A. 2006. Kształtowanie się cech jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej w zależności od dawki i terminu nawożenia azotem. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5(1): 53–61.
- Stankowski S., Smagacz J., Hury G., Ułasik S. 2008. Wpływ intensywności nawożenia azotem na jakość ziarna i mąki odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(3): 105–114.

E. HARASIM, M. WESOŁOWSKI

THE EFFECT OF RETARDANT MODDUS 250 EC AND NITROGEN FERTILIZATION ON YIELDING AND GRAIN QUALITY OF WINTER WHEAT

Summary

In this paper, the effect of two levels of nitrogen fertilization and Modus 250 EC retardant used in conjunction with or without an adjuvant Atpolan 80 EC on grain yield and basic grain quality characteristics of winter wheat varieties Muse was evaluated. The study was conducted in years 2004–2007. The results of the study show the dependence of the quality parameters of nitrogen fertilization and years of research. The use of a higher dose of N (150 kg·ha⁻¹) had a positive influence on the content of protein, gluten, falling number, sedimentation rate, and the value of grain test weight. With the increase of nitrogen dose the quality of gluten reduced. The retardant and adjuvant Atpolan 80 EC used in the experiment did not affect significantly on grain quality parameters of winter wheat.