

TOMASZ SEKUTOWSKIInstytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — Państwowy Instytut Badawczy w Puławach
Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu

Ocena wybranych cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej w zależności od terminu stosowania herbicydu i formy aplikacji azotu

Characteristics of selected quality parameters of winter wheat grain depending on the time and method of plant treatment with a herbicide and nitrogen fertilizer

Badania prowadzono w latach 2003–2005 w uprawie pszenicy ozimej odmiany Mewa. W doświadczeniu zastosowano nawóz azotowy w postaci saletry amonowej i mocznika, który stosowano w dawce $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dawka ta została podzielona na trzy części i aplikowana w trzech terminach: początek wegetacji wiosennej, w fazie końca krzewienia oraz w fazie kłoszenia pszenicy ozimej. W doświadczeniu stosowano herbicyd Sekator 6,25 WG, który również aplikowano w trzech terminach: pełnia krzewienia, koniec krzewienia, ale siedem dni przed zastosowaniem drugiej dawki saletry amonowej lub koniec krzewienia łącznie z mocznikiem oraz w końcu krzewienia, ale siedem dni po zastosowaniu drugiej dawki saletry amonowej. W zależności od zastosowanej kombinacji, istnieje możliwość uzyskania np. wysokiego plonu ziarna i MTZ o wysokiej zawartości glutenu i białka ogólnego, lecz o nieco słabszych pozostałych parametrach jakościowych i odwrotnie — wysokie parametry jakościowe, ale przy średnim plonie ziarna.

Słowa kluczowe: herbicyd, jakość ziarna, mocznik, pszenica ozima, saletra amonowa, termin stosowania

Strict field experiments on winter wheat cv. Mewa were carried out in the years 2003–2005. Nitrogen fertilization was applied in the form of ammonium nitrate and coated urea at a dose of $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. The fertilization dose was divided into three parts and applied in three terms: at the beginning of spring vegetation, at the end of tillering and at the heading stage of plants. Herbicide Secator 6,25 WG was also applied at three terms: in the period of full tillering, at the end of tillering but seven days before application of the second dose of ammonium sulphate or at the end of tillering stage with coated urea and at the end of tillering, but seven days after application of the dose of fertilizer. Depending on the experiment combination, it is possible to obtain a high yield of grain and high weight of 1000 grains, associated with a high content of gluten and protein but simultaneously with lower other quality parameters, or adversely - high grain quality parameters but only average grain yield.

Key words: ammonium nitrate, coated urea, grain quality, herbicide, time of application, winter wheat

WSTĘP

W dobie coraz większej konkurencji rynkowej i zwiększonych wymagań konsumentów, co do oferowanego produktu, przemysł młynarski oraz przetwórczy kładzie zdecydowanie większy nacisk na zdrowotność i jakość uzyskanego produktu. Możliwość zbytu ziarna oraz cena, jaką uzyskuje się po jego wyprodukowaniu jest ściśle powiązana z jego czystością, zdrowotnością oraz jakością. Ziarno przeznaczone na cele konsumpcyjne powinno odznaczać się dobrą wartością technologiczną określaną przez takie parametry jakościowe ziarna jak: zawartość białka i glutenu, wskaźnik sedymentacji, liczba opadania, wyrównanie i gęstość ziarna, wodochłonność mąki czy objętość pieczywa. Dane literaturowe oraz badania własne wskazują na to, że osiągnięcie odpowiedniej wielkości wymienionych wyróżników jakościowych, uzależnione jest od kilku czynników, takich jak: odmiana, warunki pogodowe oraz prawidłowa agrotechnika (np.: ochrona herbicydowa czy szczególnie istotne w tym przypadku nawożenie azotowe) (Gonzalez-Ponce i in., 1990; McCloskey i in., 1998; Wróbel i Szempliński, 1999; Cacak-Pietrzak i in. 1999; Urban i in., 2001; Podolska i Sułek, 2002; Domaradzki i Sekutowski 2004). Stosowanie herbicydów oraz nawozów azotowych w zbożach jest niezbędnym elementem agrotechniki wpływającym nie tylko na wielkość plonu, ale również na jakość technologiczną ziarna (Rola i Banach, 2001; Gil i in., 2004). W związku z tym nasuwa się pytanie, czy istnieje związek pomiędzy terminami stosowania herbicydu nawozu azotowego oraz jego formą a poszczególnymi cechami jakościowymi ziarna?

Celem podjętych badań była ocena działania wybranych nawozów azotowych w połączeniu z herbicydem w warunkach zróżnicowanych terminów stosowania, na wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej.

MATERIAŁY I METODY

Materiał do analizy stanowiły próbki ziarna pobrane z doświadczenia polowego przeprowadzonego na polu produkcyjnym pszenicy ozimej odmiany Mewa. Badania prowadzono w latach 2003–2005 w gospodarstwie indywidualnym w Turowie (okolice Wrocławia) na glebie kl. II, kompleksu pszennego dobrego o zawartości próchnicy = 4,1% i pH 6,1. Eksperyment prowadzono metodą losowanych bloków w 3 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 20 m². Nawóz azotowy w postaci 34% saletry amonowej oraz 46% mocznika w dawce 120 kg·ha⁻¹ czystego składnika, podzielono na trzy części i aplikowano w następujących fazach rozwojowych pszenicy ozimej: początek wegetacji wiosennej (50% zalecanej dawki, termin T-1), w fazie końca krzewienia (25% zalecanej dawki, termin T-3) oraz w fazie kłoszenia (25% zalecanej dawki, termin T-5).

W doświadczeniu użyto herbicyd o nazwie handlowej Sekator 6,25 WG w zalecanej przez producenta dawce 0,30 kg·ha⁻¹ w następujących fazach rozwojowych pszenicy ozimej: T-2 = pełnia krzewienia (BBCH — 25), T-3 = koniec krzewienia (BBCH — 27), ale siedem dni przed zastosowaniem drugiej dawki saletry amonowej lub koniec krzewienia łącznie z mocznikiem, T-4 = koniec krzewienia (BBCH — 29), ale siedem dni po zastosowaniu drugiej dawki saletry amonowej. Dokładny schemat doświadczenia przedstawia tabela 1.

Przy oznaczaniu faz rozwojowych pszenicy ozimej posłużono się kluczem wg Adamczewskiego i Matysiak (2005).

Tabela 1

Schemat doświadczenia
Trial plan

	Obiekt Treatment	Termin stosowania; Time of application	Dawka — Dose (kg·ha ⁻¹)
A	Kontrola Untreated	—	—
B	Saletra amonowa — Ammonium nitrate (34%)	T-1	176,5
	Mocznik — Coated urea (46%)	T-3, T-5	65,25 + 65,25
C	Saletra amonowa — Ammonium nitrate (34%)	T-1, T-3, T-5	176,5 + 88,25 + 88,25
D	Sekator 6,25 WG	T-2	0,30
	Saletra amonowa — Ammonium nitrate (34%)	T-1, T-3, T-5	176,5 + 88,25 + 88,25
E	Sekator 6,25 WG	T-3	0,30
	Saletra amonowa — Ammonium nitrate (34%)	T-1, T-4, T-5	176,5 + 88,25 + 88,25
F	Sekator 6,25 WG	T-4	0,30
	Saletra amonowa — Ammonium nitrate (34%)	T-1 T-3, T-5	176,5 + 88,25 + 88,25
G	Sekator 6,25 WG	T-3	0,30
	Saletra amonowa — Ammonium nitrate (34%)	T-1	176,5
	Mocznik — Coated urea (46%)	T-3, T-5	65,25 + 65,25

T-1 — Początek okresu wegetacji (Beginning of vegetation season), T-2 — Pełnia krzewienia (full tillering), T-3 — Koniec krzewienia, ale siedem dni przed zastosowaniem drugiej dawki saletry amonowej, lub koniec krzewienia łącznie z mocznikiem (The end of tillering, seven days before ammonium nitrate application, and together with coated urea), T-4 — Koniec krzewienia, ale siedem dni po zastosowaniu drugiej dawki saletry amonowej (The end of tillering, seven days after ammonium nitrate application), T-5 — Początek kłoszenia (Beginning of heading)

Nawożenie fosforem i potasem stosowano przed siewem pszenicy ozimej i było ono jednakowe dla wszystkich obiektów doświadczalnych (69 kg·ha⁻¹ P₂O₅ i 90 kg·ha⁻¹ K₂O).

Sposób przeprowadzenia obserwacji i pomiarów został dokładnie opisany w metodyce (Domaradzki i in., 2001). Zbiór przeprowadzono w fazie dojrzałości pełnej, kombajnem poletkowym "Nusermayser Elite Z 035" firmy Wintersteiger. Po zbiorze oznaczono plon, a następnie próbki ziarna poddano analizie laboratoryjnej oznaczając: zawartość glutenu - metodą wagową (przez wymywanie w 2% NaCl), liczbę opadania — metodą Hagberga-Pertena, wskaźnik sedymentacji — metodą Zeleny'ego, natomiast białko ogółem — metodą Kjeldahla (przeliczając białko ziarna pszenicy = %N × 5,7). Gęstość ziarna w stanie zsypanym oznaczono zgodnie z Polską Normą (PN-73/R-74007), a wyrównanie ziarna wykonano zgodnie z Normą Branżową (BN-69/9131-02). Wyniki badań obliczono statystycznie stosując analizę wariancji na poziomie istotności NIR_{α=0,05}.

Charakterystyka badanej odmiany pszenicy ozimej

Odmiana — MEWA — wpisana do Krajowego Rejestru Odmian w 1998 roku

- wartość technologiczna (grupa B — chlebowa), zawartość białka i glutenu dość duża,
- liczba opadania duża do bardzo dużej,
- MTZ dość duża (47,2 g), szklistość ziarna mała, wyrównanie średnie,
- plenność dobra, na poziomie 6,9 t·ha⁻¹,
- mrozoodporność dobra (6°),

- rośliny średniej wysokości (101 cm), mało odporne na wyleganie (konieczny zabieg CCC),
- termin kłoszenia średni, dojrzewania dość wczesny, odporność na porastanie w kłosach poniżej średniej,
- zdrowotność dobra, duża odporność na rdzę brunatną i fuzariozę kłosów, przeciętna na choroby podstawy źdźbła, septoriozę liści i plew, natomiast mała odporność na mączniaka,
- wymagania glebowe i w odniesieniu do kultury roli — średnie, również średnia tolerancja na zakwaszenie gleby,
- norma wysiewu 210-240 kg·ha⁻¹.

Charakterystyka stosowanych nawozów

Saletra amonowa — NH₄(NO)₃

- jednoskładnikowy nawóz mineralny (zawartość azotu całkowitego 34% ± 0,6), powstający w wyniku neutralizacji kwasu azotowego amoniakiem,
- saletra amonowa jest produktem bardzo higroskopijnym, łatwo rozpuszczalnym w wodzie i mocno reaktywnym chemicznie, działa szybko dostarczając roślinie azot, który zawarty jest w dwóch formach. Pierwsza to szybko działająca forma azotanowa, druga to forma amonowa, zatrzymywana przez kompleks sorpcyjny gleby i udostępniona roślinie w dłuższym okresie po wysiewie, dlatego saletra amonowa nadaje się zarówno do nawożenia przedsiewnego, jak i pogłównego. Układ taki zapewnia maksymalne zaopatrzenie rośliny w azot w każdych warunkach glebowych i we wszystkich technologiach upraw.
- stosowanie saletry amonowej wpływa na poprawę wielkości i jakości plonu, wypełnienie ziarna, przedłużenie okresu wegetacji, wzrost masy nadziemnej części rośliny. Zwiększa zawartość, jakość aminokwasów i białek w roślinie oraz polepsza wartość technologiczną plonów.
- saletra amonowa może być stosowana pod wszystkie rośliny uprawne i na wszystkich glebach,
- saletrę amonową można mieszać bezpośrednio przed wysiewem z superfosfatem granulowanym, fosforanem amonu, nawozami potasowymi oraz większością nawozów wieloskładnikowych.

Mocznik — (NH₂)₂CO

- uzyskiwany przez syntezę amoniaku z dwutlenkiem węgla. Jest produktem higroskopijnym i łatwo rozpuszcza się w wodzie. Należy chronić go przed zawilgoceniem.
- zawiera 46% N w formie amidowej (NH₂), która w glebie przechodzi w dostępną dla roślin formę amonową, a następnie azotanową, która jest zatrzymywana przez glebę, dzięki czemu straty azotu na skutek wymywania są małe.
- mocznik jest nawozem uniwersalnym, może być stosowany przedsiewnie i pogłównie, zarówno doglebowo, jak i dolistnie. W przypadku nawożenia dolistnego stężenie mocznika musi być dostosowane do odporności danego gatunku roślin (zawartość mocznika w roztworze użytym do opryskiwania może wynosić 0,5-10%). Można łączyć go wówczas ze środkami ochrony roślin (wg zaleceń Instytutu Ochrony Roślin), czy

nawadnianiem i takim roztworem opryskiwać pole. Oprysk należy wykonywać w godzinach rannych lub wieczornych; nie należy stosować roztworu mocznika w fazie kwitnienia zbóż.

- nadaje się do nawożenia wszystkich roślin uprawianych na różnych glebach, z wyjątkiem gleb bardzo kwaśnych, silnie zasadowych lub świeżo zwapnowanych, w których znacznie ograniczone są procesy przemiany mocznika. Szczególnie korzystnie działa na glebach próchnicznych, ciepłych i zasobnych w wodę.

CHARAKTERYSTYKA STOSOWANEGO HERBICYDU

Sekator 6,25 WG — środek chwastobójczy w formie granulatu do sporządzania zawiesiny wodnej, stosowany nalistnie, przeznaczony do powschodowego zwalczania chwastów dwuliściennych w zbożach ozimych i jarych.

Substancjami aktywnymi są: jodosulfuron metylosodowy (związek z grupy pochodnych sulfonilomocznika) — 1,25% sól jednosodowa estru metylowego kwasu 4-jodo-2-[3-(4-metoksy-6-metylo-1,3,5-triazyn-2-yl)-ureidosulfonylo] benzoesowego, amidosulfuron (związek z grupy pochodnych sulfonilomocznika) — 5% 1-(4,6-dimetoksy-pyrimidin-2-yl)-3-metanosulfonylo-(metylo)-sulfamoiomocznik.

Środek jest herbicydem o działaniu systemicznym, pobierany jest poprzez korzenie oraz liście chwastów i przemieszczany w roślinie, powodując zahamowanie rozwoju i wzrostu chwastów. Najskuteczniej niszczy chwasty jednoroczne znajdujące się w fazie 2-3 liści. Efekt chwastobójczy uzyskuje się po upływie 14–18 dni. Opryski stosuje się wiosną po rozpoczęciu wegetacji roślin do końca fazy krzewienia, a zalecana dawka: 0,30 kg·ha⁻¹.

Warunki klimatyczne w trakcie prowadzenia badań

Rozkład temperatur i opadów w okresie prowadzenia doświadczenia w poszczególnych latach przedstawiają tabele 2 i 3.

Tabela 2

Średnia temperatura (°C) powietrza oraz odchylenie od średniej wieloletniej Average temperature (°C) and deviations from long-term average

Miesiąc Month	2003		2004		2005	
	średnia average	odchylenie deviation	średnia average	odchylenie deviation	średnia average	odchylenie deviation
Październik — October	7,7	-1,1	5,5	-3,3	10,5	1,7
Listopad — November	4,8	1,1	5,1	1,4	4,6	0,9
Grudzień — December	-4,2	-4,3	1,5	1,4	1,2	1,1
Styczeń — January	-2,3	-0,8	-3,7	-2,2	1,9	2,4
Luty — February	-4,0	-3,7	1,1	1,4	-2,1	-1,8
Marzec — March	3,0	-0,2	3,9	0,7	1,3	-1,9
Kwiecień — April	7,5	-0,5	9,4	1,4	9,3	1,3
Maj — May	15,7	2,4	12,9	-0,4	14,2	0,9
Czerwiec — June	19,7	3,1	17,0	0,4	17,0	0,4
Lipiec — July	19,8	1,6	18,6	0,4	19,9	1,7
Średnio — Average	6,8	-0,2	7,1	0,1	7,8	0,7

Tabela 3

Suma opadów (mm) oraz odchylenie od średniej wieloletniej
Sum of rainfall (mm) and deviations from long-term average

Miesiąc Month	2003		2004		2005	
	suma sum	odchylenie deviation	suma sum	odchylenie deviation	suma sum	odchylenie deviation
Październik — October	63,3	24,9	50,6	12,2	49,6	11,2
Listopad — November	51,2	12,9	30,7	-7,6	77,4	39,1
Grudzień — December	19,7	-14,7	44,6	10,2	16,2	-18,2
Styczeń — January	37,9	10,7	39,5	12,3	39,6	12,4
Luty — February	6,1	-19,4	49,0	23,5	55,4	29,9
Marzec — March	16,2	-14,9	63,6	32,5	12,3	-18,8
Kwiecień — April	21,2	-16,4	27,0	-10,6	23,7	-7,4
Maj — May	57,7	-3,6	37,3	-24,0	86,2	24,9
Czerwiec — June	30,4	-41,0	46,8	-24,6	24,6	-46,8
Lipiec — July	77,7	-2,3	55,3	-24,7	123,7	43,7
Średnio — Average	381,4	-63,8	444,4	-0,8	508,7	70,0

Wiosenna wegetacja w roku 2003 ruszyła w III dekadzie marca, jednak niskie średnie temperatury w kwietniu spowodowały przejściowe zahamowanie wzrostu pszenicy ozimej. Okres wiosenno-letni charakteryzował się wysokimi temperaturami powietrza i stosunkowo małą ilością opadów (tab. 2–3). Wysokie temperatury w czerwcu i lipcu w połączeniu z małą ilością opadów, spowodowały szybsze dojrzewanie pszenicy ozimej (tab. 2–3).

Wznowienie wegetacji roślin w 2004 roku nastąpiło w ostatnim tygodniu marca. Wiosna i lato tego roku charakteryzowały się stosunkowo, jak na tę porę roku, niskimi temperaturami powietrza (tab. 2). Pod względem uwilgotnienia gleby sezon ten należał do stosunkowo suchych. Warunki takie nie wywarły jednak negatywnego wpływu na wzrost i rozwój pszenicy ozimej.

W roku 2005 wegetacja roślin ruszyła w I dekadzie kwietnia. W miesiącu tym odnotowano niedobór opadów w porównaniu do średniej z wielolecia, natomiast w maju wystąpił znaczny wzrost średniej dobowej temperatury powietrza w połączeniu ze średnią ilością opadów dla tego okresu (tab. 2–3). W czerwcu wystąpił bardzo duży niedobór wody w glebie w stosunku do średniej z wielolecia (tab. 3). Natomiast obfite opady deszczu w lipcu spowodowały opóźnienie w dojrzewaniu pszenicy ozimej co skutkowało utrudnieniami w terminowym zbiorze rośliny uprawnej (tab. 3).

WYNIKI

Największy plon ziarna oraz najwyższą wartość MTZ pszenicy ozimej odmiany Mewa, uzyskano po zastosowaniu dawek dzielonych saletry amonowej w fazie początku wegetacji (50% zalecanej dawki, termin T-1), w fazie końca krzewienia (25% zalecanej dawki, ale tydzień po zastosowaniu herbicydu Sekator 6,25 WG, termin T-3) oraz w fazie kłoszenia (25% zalecanej dawki, termin T-5). Zbliżone efekty stwierdzono również po łącznej aplikacji herbicydu Sekator 6,25 WG z mocznikiem pod koniec krzewienia pszenicy ozimej (25% zalecanej dawki termin T-3) oraz w fazie kłoszenia (25% zalecanej dawki, termin T-5). W obiekcie, w którym zastosowano jedynie nawożenie saletrą amonową

(termin T-1, T-3 i T-5), plon ziarna oraz MTZ były istotnie niższe, niż w obiekcie w którym oprócz saletry amonowej (termin T-1) zastosowano mocznik w terminie T-3 i T-5 oraz w obiektach z ochroną herbicydową i nieznacznie (różnice nieistotne) tylko przewyższał plon i MTZ uzyskane z kontroli absolutnej (bez nawozu azotowego i herbicydu) (tab. 4).

Tabela 4

Plon oraz masa tysiąca ziaren pszenicy ozimej odmiany Mewa
Grain yield and thousand grains weight of winter wheat cultivar Mewa

Wyszczególnienie Specification		Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)				Masa tysiąca ziaren Thousand grains weight (g)			
obiekt treatment	termin stosowania time of application	2003	2004	2005	średnia mean	2003	2004	2005	średnia mean
A	—	3,8	3,5	4,1	3,8	45,4	46,2	45,9	45,8
B	T-1, T-3, T-5	5,1	4,8	5,5	5,1	47,3	48,1	47,8	47,7
C	T-1, T-3, T-5	4,2	4,0	4,4	4,2	46,4	47,7	47,3	47,1
D	T-2, T-1, T-3, T-5	7,2	6,8	7,4	7,1	47,5	48,2	48,1	47,9
E	T-3, T-1, T-4, T-5	8,2	7,9	8,6	8,2	48,3	48,8	49,1	48,7
F	T-4, T-1 T-3, T-5	6,9	6,5	7,3	6,9	47,2	47,5	48,4	47,7
G	T-3, T-1, T-3, T-5	7,9	7,7	8,1	7,9	47,3	48,4	48,9	48,3
NIR _(0,05) obiekty LSD _(0,05) treatments		0,84	0,57	0,89	0,87	1,03	1,07	1,11	1,22
Średnie z lat Mean for the years		6,2	5,9	6,5	—	47,1	47,8	47,9	—
NIR _(0,05) lata LSD _(0,05) years		0,85			—	1,37			—
Interakcja lata×obiekty Interaction years× treatments		0,96			—	1,74			—

Objaśnienia w rozdziale Materiał i metody; Explanations in chapter Material and methods

Najwyższy poziom glutenu oraz zawartość białka ogólnego stwierdzono w ziarnie z obiektu, w którym stosowano saletrę amonową w fazie początku wegetacji (50% zalecanej dawki, termin T-1), w fazie końca krzewienia (25% zalecanej dawki, ale tydzień po zastosowaniu herbicydu Sekator 6,25 WG, termin T-3). Natomiast najniższe wartości tych cech obserwowano w ziarnie z obiektu kontrolnego oraz z obiektów, w których stosowano jako uzupełnienie nawożenia dolistne samym mocznikiem, a także kiedy stosowano herbicyd łącznie z mocznikiem w fazie końca krzewienia (termin T-3) (tab. 5).

Aktywność alfa-amylazy określona pośrednio poprzez pomiar liczby opadania była istotnie najwyższa w ziarnie uzyskanym z obiektu, w którym stosowano tylko nawożenie saletrą amonową oraz z obiektu, gdzie aplikowano herbicyd pod koniec krzewienia pszenicy ozimej, ale tydzień po zastosowaniu drugiej dawki saletry amonowej. Relatywnie niższe wartości omawianej cechy stwierdzono również dla obiektów, w których stosowano jako nawożenie uzupełniające, dolistne - mocznik w fazie końca krzewienia oraz na początku kłoszenia pszenicy ozimej. Najniższą wartość dla liczby opadania stwierdzono w ziarnie z obiektu kontrolnego oraz z obiektu, w którym stosowano herbicyd w fazie pełni krzewienia pszenicy, a saletrę amonową zastosowano w terminach T-1, T-3 i T-5 (tab. 6).

Tabela 5

Zawartość glutenu oraz białka ogólnego w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Mewa
Gluten and crude protein content in grain of winter wheat cultivar Mewa

Wyszczególnienie Specification		Zawartość glutenu Gluten content (%)				Białko ogółem Crude protein (%)			
obiekt treatment	termin stosowania time of application	2003	2004	2005	średnia mean	2003	2004	2005	średnia mean
A	—	26,8	26,5	26,2	26,5	11,3	11,5	10,6	11,1
B	T-1, T-3, T-5	35,5	35,7	35,3	35,5	12,8	12,2	11,9	12,3
C	T-1, T-3, T-5	36,9	37,3	36,7	37,0	13,1	12,6	12,4	12,7
D	T-2, T-1, T-3, T-5	36,5	36,0	35,7	36,0	14,3	13,6	13,2	13,7
E	T-3, T-1, T-4, T-5	39,5	38,1	37,9	38,5	14,6	14,1	13,9	14,2
F	T-4, T-1 T-3, T-5	38,1	36,3	36,6	37,0	13,5	13,3	13,1	13,3
G	T-3, T-1, T-3, T-5	36,9	36,5	36,1	36,5	13,2	12,9	12,6	12,9
NIR _(0,05) obiekty LSD _(0,05) treatments		1,94	1,99	1,85	1,44	1,16	1,29	1,5	1,19
Średnie z lat Mean for the years		35,5	35,2	34,9	—	13,5	12,9	12,6	—
NIR _(0,05) lata LSD _(0,05) years		1,15	—	—	—	1,07	—	—	—
Interakcja lata×obiekty Interaction years× treatments		1,46	—	—	—	1,26	—	—	—

Objaśnienia w rozdziale Materiał i metody ; Explanations in chapter Material and methods

Tabela 6

Liczba opadania oraz wskaźnik sedymentacji dla ziarna pszenicy ozimej odmiany Mewa
Falling number and sedimentation index for grain of winter wheat cultivar Mewa

Wyszczególnienie Specification		Liczba opadania Falling number (s)				Wskaźnik sedymentacji Sedimentation index (ml)			
obiekt treatment	termin stosowania time of application	2003	2004	2005	średnia mean	2003	2004	2005	średnia mean
A	—	298	303	300	300	27,7	27,1	26,9	27,2
B	T-1, T-3, T-5	321	324	327	324	34,2	33,9	33,6	33,9
C	T-1, T-3, T-5	335	340	342	339	37,6	36,8	37,0	37,1
D	T-2, T-1, T-3, T-5	315	310	320	315	36,2	35,1	35,5	35,5
E	T-3, T-1, T-4, T-5	324	330	321	325	37,2	36,3	36,9	36,8
F	T-4, T-1 T-3, T-5	337	344	339	340	36,4	35,1	35,3	35,6
G	T-3, T-1, T-3, T-5	325	324	329	326	35,9	35,1	35,5	35,5
NIR _(0,05) obiekty LSD _(0,05) treatments		17,30	19,49	15,76	14,25	1,28	1,17	1,22	1,62
Średnie z lat Mean for the years		322	325	326	—	35,1	34,2	34,4	—
NIR _(0,05) lata LSD _(0,05) years		18,25	—	—	—	1,57	—	—	—
Interakcja lata×obiekty Interaction years× treatments		14,65	—	—	—	1,70	—	—	—

Objaśnienia w rozdziale Materiał i metody; Explanations in chapter Material and methods

Najwyższą wartość wskaźnika sedymentacji, świadczącego o jakości użytkowej ziarna, a w szczególności o przydatności do celów piekarniczych, stwierdzono w ziarnie pobranym z obiektu nawozowego, gdzie stosowano tylko saletrę amonową oraz z obiektu, w którym aplikowano herbicyd pod koniec krzewienia, ale na tydzień przed drugą dawką saletry

amonowej. Najniższą wartość tej cechy stwierdzono w obiekcie kontrolnym oraz w obiekcie, gdzie stosowano pierwszą dawkę saletry amonowej na początku wegetacji, a następnie dwie dawki azotu stosowano w postaci płynnego roztworu mocznika w fazie końca krzewienia i początku kłoszenia pszenicy ozimej (tab. 6).

Kolejną badaną cechą to gęstość ziarna w stanie zsypanym. Najwyższe wartości tej cechy przyjmowało ziarno uzyskane z obiektu, w którym stosowano tylko nawożenie azotowe w postaci trzech dawek dzielonych saletry amonowej oraz z obiektu w którym łączono aplikację herbicydu Sekator 6,25 WG z mocznikiem pod koniec krzewienia pszenicy ozimej (25% zalecanej dawki azotu, termin T-3). Zbliżone efekty stwierdzono również dla obiektu, w którym aplikowano herbicyd pod koniec krzewienia pszenicy ozimej, ale tydzień po zastosowaniu drugiej dawki saletry amonowej. Najniższe wartości dla gęstości ziarna w stanie usypowym stwierdzono dla kontroli absolutnej (tab. 7).

Tabela 7

Gęstość w stanie zsypanym oraz wyrównanie ziarna pszenicy ozimej odmiany Mewa
Test weight and grain uniformity of winter wheat cultivar Mewa

Wyszczególnienie Specification		Gęstość ziarna; Test weight (kg·hl ⁻¹)				Wyrównanie ziarna; Grain uniformity (%)			
obiekt treatment	termin stosowania time of application	2003	2004	2005	średnia mean	2003	2004	2005	średnia mean
A	-	79,2	77,7	77,4	78,1	87,2	85,5	83,5	85,4
B	T-1, T-3, T-5	80,5	81,1	79,9	80,5	88,7	88,2	87,5	88,1
C	T-1, T-3, T-5	79,1	79,7	80,4	79,7	87,4	88,3	88,0	87,9
D	T-2, T-1, T-3, T-5	78,9	80,1	79,5	79,5	87,1	87,7	87,5	87,4
E	T-3, T-1, T-4, T-5	78,6	79,3	78,8	78,9	87,3	86,5	86,3	86,7
F	T-4, T-1 T-3, T-5	78,6	79,3	80,1	79,3	85,2	85,9	85,2	85,4
G	T-3, T-1, T-3, T-5	81,7	81,4	80,9	81,3	88,4	89,2	88,8	88,7
NIR _(0,05) obiekty LSD _(0,05) treatments		1,10	1,16	1,15	1,73	1,23	1,31	1,40	1,84
Średnie z lat Mean for the years		79,5	79,8	79,6	—	87,3	87,4	86,7	—
NIR _(0,05) lata LSD _(0,05) years		1,24			—	1,07			—
Interakcja lata×obiekty Interaction years× treatments		1,39			—	1,28			—

Objaśnienia w rozdziale Materiał i metody; Explanations in chapter Material and methods

Ostatnia z badanych cech jakościowych — wyrównanie ziarna, pośrednio świadcząca o wydajności mąki, a przy przemiale mówiąca o wyciągu ogólnym, zawierała się w przedziale od 85,4% do 88,7%. Ziarno najbardziej wyrównane uzyskiwano z obiektów, w których stosowano dawkę „startową” saletry amonowej (50% zalecanej dawki) w okresie ruszenia wegetacji pszenicy oraz dzielone dawki mocznika w postaci roztworu, którym opryskiwano rośliny pszenicy ozimej w fazie końca krzewienia i początku kłoszenia. Natomiast najniższą wartość tej cechy stwierdzono dla ziarna pobranego z kontroli absolutnej oraz z obiektu, w którym stosowano herbicyd Sekator 6,25 WG i saletrę amonową pod koniec krzewienia pszenicy ozimej, ale tydzień po zastosowaniu drugiej dawki saletry amonowej (tab. 7).

DYSKUSJA

Czynnikami mającymi duży wpływ na jakości ziarna, a przez to pośrednio lub bezpośrednio mogącymi indukować wartość mąki, uzyskiwanej w procesie przemiału są: warunki pogodowe, odmiana, prawidłowo zastosowane nawożenie azotowe oraz ochrona herbicydowa. Na trzy ostatnie czynniki plantator ma bardzo istotny wpływ, które powinien w odpowiedni sposób wykorzystywać w celu poprawy jakości oraz wielkości plonu ziarna zbóż (Rola i Kieloch, 2000; Kocoń, 2005; Nowak i in., 2005; Podolska i in., 2005; Rola i Kieloch, 2005). Wyniki uzyskane z przeprowadzonego doświadczenia świadczą o wzajemnym oddziaływaniu takich czynników jak: nawożenie azotowe, ochrona herbicydowa oraz termin i forma ich stosowania na wielkość i jakość plonu ziarna pszenicy ozimej odmiany Mewa. W literaturze można spotkać zbliżone wyniki badań, świadczące o wzajemnym oddziaływaniu wymienionych czynników na plon i wartość technologiczną ziarna zbóż (Rola i Banach, 2001; Domaradzki i Sekutowski, 2004). W nawożeniu pszenicy ozimej azotem, ważne jest nie tylko określenie całkowitej wielkości dawki, ale również sposobów i terminów aplikacji oraz formy (amonowej czy amidowej) tego nawozu. Z danych literaturowych o efektywności wykorzystania azotu przez zboża wynika, że najkorzystniej jest aplikować azot w trzech dawkach dzielonych, odpowiednio do fazy rozwojowej rośliny uprawnej (Knapp i Harms, 1988; Klupczyński, 1996; Kopcewicz i Lewak, 1998; Podolska i Sułek, 2002). Wyniki własne potwierdziły tę zależność, gdyż najlepsze efekty uzyskano po zastosowaniu herbicydu i nawozu azotowego w postaci saletry amonowej, pod koniec krzewienia pszenicy ozimej, ale tydzień przed zastosowaniem drugiej dawki saletry amonowej. Reakcja rośliny uprawnej na stosowaną formę i dawkę oraz późniejsze dokarmianie dolistne mocznikiem była zmienna. Jednak w efekcie końcowym, zbliżone rezultaty (w porównaniu do obiektu, w którym stosowano herbicyd i saletrę pod koniec krzewienia rośliny uprawnej, ale tydzień przed zastosowaniem drugiej dawki saletry amonowej), osiągnięto stosując łączną aplikację herbicydu z mocznikiem pod koniec krzewienia oraz w fazie kłoszenia pszenicy ozimej (druga dawka roztworu mocznika - oprysk nalistny), co uzyskuje potwierdzenie w wynikach innych autorów (Podolska i Stankowski, 2001; Rola i Banach, 2001; Chrzanowska-Drózd i in., 2004; Domaradzki i Sekutowski, 2004). Rozpatrując zachodzące zmiany w plonie oraz w zawartości poszczególnych cech jakościowych ziarna takich jak: białko, gluten, gęstość ziarna w stanie zsypanym, wyrównanie ziarna, liczba opadania i wskaźnik sedymentacji daje się zauważyć, że w większości przypadków kombinacja herbicyd — nawóz — termin stosowania — forma aplikacji, powodował zwiększenie lub obniżenie plonowania i wartości rozpatrywanych parametrów jakościowych. Pozytywny wpływ na wielkość plonu, MTZ, zawartość glutenu i białka stwierdzono w przypadku stosowania herbicydu i saletry amonowej pod koniec krzewienia pszenicy, ale tydzień przed zastosowaniem drugiej dawki saletry amonowej. Natomiast podniesienie wartości pozostałych cech jakościowych ziarna takich jak: liczba opadania, wskaźniki sedymentacji i gęstość ziarna stwierdzono również po zastosowaniu herbicydu i saletry amonowej w fazie końca krzewienia, ale siedem dni po zastosowaniu drugiej dawki saletry amonowej. Pośrednie efekty w porównaniu do omawianych wcześniej

kombinacji, stwierdzono w efekcie łącznej aplikacji płynnej mieszanki mocznika i herbicydu Sekator 6,25 WG pod koniec krzewienia oraz samego mocznika w formie płynnej w fazie kłoszenia pszenicy ozimej. Kombinacja ta najlepiej wpływała na plon ziarna i MTZ oraz na gęstość i wyrównanie ziarna. Zbieżne wyniki uzyskali w swoich badaniach Podolska i Stankowski (2001), Rola i Banach (2001), Chrzanowska-Drózdź i wsp. (2004), Domaradzki i Sekutowski (2004).

PODSUMOWANIE

Analizując różnice powstałe przede wszystkim w wielkości plonu ziarna oraz w zawartości poszczególnych parametrów jakościowych w zależności od terminu, sposobu i formy stosowania, stwierdzono, że zarówno forma aplikacji (amonowa czy amidowa), sposób (oddzielnie lub łącznie), jak i termin stosowania herbicydu i nawozów (saletry amonowej i mocznika) miały istotny wpływ na wielkość i jakość uzyskanego plonu ziarna pszenicy ozimej odmiany Mewa. W zależności od zastosowanej kombinacji, możliwe stało się uzyskanie np. wysokiego plonu ziarna i MTZ o wysokiej zawartości glutenu i białka ogólnego ale o nieco słabszych pozostałych parametrach jakościowych (liczba opadania, wskaźnik sedymentacji) i niektórych cechach fizycznych (gęstość i wyrównanie ziarna). Jednocześnie możliwe jest uzyskanie plonu ziarna na średnim poziomie, ale o pożądanych przez przemysł młynarski czy piekarski cechach fizyko-chemicznych i jakościowych ziarna.

Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do ustalenia optymalnej formy i terminu stosowania nawozu azotowego i herbicydu potrzebnych do uzyskania plonu ziarna o najbardziej pożądanych parametrach technologicznych przez przemysł przetwórczy.

LITERATURA

- Adamczewski K., Matysiak K. 2005. Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH. IOR, Poznań: 134 ss.
- 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.
- Chrzanowska-Drózdź B., Gil Z., Liszewski M., Malarz W. 2004. Wysokość i jakość plonu ziarna pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem. Biul. IHAR. 233: 29 — 38.
- Domaradzki K., Badowski M., Filipiak K., Franek M., Gołębiowska H., Kieloch R., Kucharski M., Rola H., Rola J., Sadowski J., Sekutowski T., Zawerbny T. 2001. Metodyka doświadczeń biologicznej oceny herbicydów, bioregulatorów i adiuwantów. Cz. 1. Doświadczenia polowe. Wyd. IUNG Puławy: 167 ss.
- Domaradzki K., Sekutowski T. 2004. Wpływ terminów nawożenia azotem i herbicydami na regulację zachwaszczenia i niektóre cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 44 (2): 657 — 660.
- Gil Z., Narkiewicz-Jodko M., Urban M. 2004. Wpływ herbicydów na wartość przemiałową ziarna i wypiekową mąki odmian pszenicy ozimej. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 44 (2): 683 — 685.
- Gonzalez-Ponce R., Lamela A., Salas M. L. 1990. Effects of nitrogen and herbicide on grain yield and protein content of tall and a semi-dwarf wheat (*Triticum aestivum*) cultivar in semi-arid conditions. Plant Nutrition: 565 — 568.
- Kluczyński Z. 1996. Nawożenie mineralne roślin uprawnych. Wpływ nawożenia na cechy jakościowe roślin. (pod red. Czuba R.) Wyd. Zakłady Chemiczne "Police" S.A.: 369 — 377.

- Knapp J. S., Harms C. L. 1988. Nitrogen fertilization and plant growth regulator effects on yield and quality of four wheat cultivars. *J. Prod. Agric.* 1(2): 94 — 98.
- Kocoń A. 2005. Nawożenie jakościowej pszenicy jarej i ozimej a plon i jakość ziarna. *Pam. Puł.* 139: 55 — 64.
- Kopcewicz J., Lewak S. 1998. *Gospodarka mineralna roślin. Podstawy fizjologii roślin.* PWN, Warszawa: 188 — 228.
- McCloskey M. C., Firbank L.G., Watkinson A.R., Webb D.J. 1998. Interactions between weeds of winter wheat under different fertilizer, cultivation and weed management treatments. *Weed Res.* 38: 11 — 24.
- Norma Branżowa - BN-69/9131-02. *Ziarno zbóż. Oznaczanie wyrównania ziarna.* Wyd. Norm. „Alfa”, Warszawa 1987, Wydanie 4.
- Nowak Wł., Sowiński J., Pietr S., Kita Wł. 2005. Wpływ sposobu ochrony pszenicy ozimej na jakość ziarna konsumpcyjnego. *Pam. Puł.* 139: 117 — 127.
- Urban M., Gil Z., Narkiewicz-Jodko M. 2001. Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość ziarna kilku odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 41(2): 826 — 829.
- Podolska G., Sułek A. 2002. Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam. Puł.* 130: 597 — 605.
- Podolska G., Krasowicz S., Sułek A. 2005. Ocena ekonomiczna i jakościowa uprawy pszenicy ozimej przy różnym poziomie nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 139: 175 — 188.
- Polska Norma - PN-73/R-74007. *Ziarno zbóż. Oznaczanie gęstości.* Wyd. Norm., Warszawa 1973.
- Rola H., Kieloch R. 2000. Reakcja odmian pszenicy ozimej na mieszanki F8426/MCPA i F8426/2,4-D. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 40 (1): 395 — 400.
- Rola H., Banach P. 2001. Współdziałanie herbicydów i nawozów na cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. *Biul. Nauk. UWM.* 12: 67 — 74.
- Rola H., Kieloch R. 2005. Wpływ chlorotoluronu na plonowanie oraz wybrane parametry jakościowe ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 139: 199 — 209.
- Wróbel E., Szempliński W. 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.* 118: 463 — 470.