

STUDIA I RAPORTY IUNG - PIB

ZESZYT 28(2)

2012

Renata Kieloch*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

WPLYW HERBICYDÓW NA JAKOŚĆ ZIARNA ZBÓŻ*

Wstęp

We współczesnym rolnictwie dąży się do uzyskania wysokiej jakości plonów, spełniających wymagania określone przy skupie surowca dla przemysłu spożywczego oraz bezpiecznych dla konsumenta. Mechanizmy gospodarki rynkowej oraz wymagania stawiane przez Unię Europejską powodują, że wzrasta znaczenie uzyskiwania wysokiej jakości ziarna zbóż konsumpcyjnych. Cechy jakościowe ziarna w znaczącym stopniu zależą od właściwości genetycznych odmiany danego gatunku, przy czym mogą być one modyfikowane poprzez warunki klimatyczno-glebowe oraz poziom agrotechniki. Do najważniejszych cech określających przydatność ziarna zbóż do przemiału należą gęstość ziarna w stanie zsypanym oraz jego wyrównanie, natomiast o przydatności dla piekarnictwa decydują: zawartość białka ogólnego i glutenu, liczba opadania oraz wskaźnik sedimentacji. Powinny one zawierać się w granicach norm ustalonych dla Unii Europejskiej. Przykładowo, ziarno pszenicy o zawartości białka niższej niż 10,5% nie może być skupowane z przeznaczeniem na cele konsumpcyjne. Ponadto powinno być ono zdrowe, czyste, dobrze wykształcone, wolne od żywych owadów i roztoczy (22).

W Polsce zboża uprawiane są na ok. 70% użytków rolnych, co zmusza rolników do wprowadzania znacznych uproszczeń w płodozmianach i powoduje zwiększanie areалу monokultur zbożowych. Prowadzi to do wzrostu zachwaszczenia zbóż, zwłaszcza gatunkami uciążliwymi dla tych upraw oraz do nasilenia występowania chorób. Chwasty już od początku wegetacji stanowią konkurencję dla rośliny uprawnej o wodę, światło i składniki pokarmowe, przyczyniając się do istotnych strat w plonach oraz pogorszenia ich jakości. Badania wykazały, że mogą one pobierać kilka razy więcej składników pokarmowych niż roślina uprawna (15, 23). Niektóre gatunki azotolubne, takie jak gwiazdnica pospolita lub przytulia czepna mogą, zwłaszcza w dużym nasileniu, silnie wyczerpywać glebę z tego składnika, co prowadzi do jego deficytu w roślinie i ma odzwierciedlenie w niższej zawartości białka w ziarnie. W zachwaszczonym łanie obserwuje się zmniejszoną liczbę kłosów na jednostce powierzchni, a ziarno jest

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.6 w programie wieloletnim IUNG - PIB

drobne i mało wyrównane (1). Obecność chwastów odgrywa znaczącą rolę w kształtowaniu mikroklimatu w łanie zbóż, przyczyniając się do wzrostu wilgotności, a tym samym stwarzając korzystne warunki dla rozwoju grzybów i bakterii chorobotwórczych oraz do spadku zdrowotności ziarna. Ponadto chwasty jednoliścienne stanowią ogniwo w cyklu rozwojowym niektórych chorób. W związku z powyższym istotnym elementem agrotechniki jest utrzymanie pól uprawnych w stanie wolnym od chwastów. Jest to osiągalne dzięki prężnie rozwijającemu się przemysłowi chemicznemu, który oferuje bogaty asortyment herbicydów do odchwaszczania zbóż.

Wieloletnie badania prowadzone w placówkach naukowo-badawczych naszego kraju dowodzą, że chemiczna regulacja zachwaszczenia na ogół wpływa korzystnie na jakość ziarna zbóż i najczęściej nie wywiera żadnego wpływu, choć znane są przypadki ujemnego oddziaływania herbicydów na jakość ziemiopłodów. W niniejszej pracy omówione zostaną zarówno pozytywne, jak i negatywne aspekty stosowania herbicydów w odniesieniu do kształtowania parametrów jakościowych ziarna zbóż.

Pozytywny wpływ herbicydów na jakość ziarna zbóż

Przydatność ziarna dla przemysłu spożywczego jest podstawowym kryterium decydującym o jakości zbóż konsumpcyjnych. Stąd wiele prac z zakresu omawianej tematyki koncentruje się wokół oceny wpływu różnych czynników na wartość technologiczną. Wynika z nich, że intensywna ochrona roślin przed chorobami i chwastami, jak również wysoki poziom nawożenia mineralnego wpływają dodatnio na wysokość i jakość uzyskiwanych plonów zbóż (12, 21). Wyniki wieloletnich badań wskazują, że herbicydy wywierają zróżnicowany wpływ na jakość ziarna zbóż, w zależności od warunków klimatyczno-glebowych, stanu zachwaszczenia upraw oraz poziomu agrotechniki. Wpływ ten jest różny dla poszczególnych wyróżników jakościowych oraz dla odmian danego gatunku. W pracach prowadzonych przez Urbana (26) herbicydy spowodowały nieznaczny wzrost wskaźnika sedymentacji, ale obniżyły aktywność amylolityczną w ziarnie pszenicy ozimej.

Na ogół obserwuje się wpływ korzystny, co jest widoczne w postaci wzrostu zawartości białka i glutenu oraz zwiększenia wskaźnika sedymentacji, jak też poprawy innych parametrów, jak np. wodochłonność mąki, objętość chleba itp. Herbicydy, obok poziomu nawożenia, są istotnym elementem warunkującym uzyskanie ziarna dobrze wykształconego i wyrównanego – cech decydujących o jego przydatności do przemysłu młynarskiego. W niektórych przypadkach ich stosowanie może nawet decydować o tym czy ziarno może być skupowane z przeznaczeniem dla przemysłu młynarskiego i piekarniczego, czy też należy je zdyskwalifikować (tab. 1).

Dodatni wpływ herbicydów na jakość ziarna zbóż jest bardziej wyraźny na plantacjach silnie zachwaszczonych. W przypadku niewielkiego stopnia zachwaszczenia bądź też wystąpienia gatunków mało konkurencyjnych stosowanie herbicydów nie wywiera istotnego wpływu na parametry jakościowe. Wyniki badań własnych wykazały brak wpływu herbicydów na wartość technologiczną ziarna dwóch odmian psze-

Tabela 1

Wpływ herbicydów na wartość technologiczną ziarna pszenicy ozimej odmian Kobra i Tonacja

Obiekt	Dawka na 1 ha	Termin stosowania	Odmiana Kobra					
			białko (%)	gluten (%)	liczba opadania (s)	wskaźnik sedymentacji (ml)	gęstość (kg/hl)	wyrównanie (%)
Kontrola	-	-	12,3	28,5	441	33,3	77,0	93,3
Alister 162 OD	1 l	jesień	12,2	28,8	429	33,0	77,3	94,3
Huzar 05 WG	200 g	jesień	12,1	28,6	455	33,0	76,9	93,0
Huzar 05 WG	200 g	wiosna	12,0	28,3	418	33,2	77,3	93,3
Chwastox Trio 540 SL	2 l	wiosna	12,1	28,5	430	34,7	77,3	94,7
Odmiana Tonacja								
Kontrola	-	-	11,5	26,6	296	35,5	77,8	94,5
Alister 162 OD	1 l	jesień	11,4	26,3	286	35,7	79,7	94,8
Huzar 05 WG	200 g	jesień	11,7	27,1	304	37,9	77,9	94,1
Huzar 05 WG	200 g	wiosna	11,8	27,3	287	37,8	77,9	94,4
Chwastox Trio 540 SL	2 l	wiosna	11,3	26,3	285	35,7	77,7	95,9

Źródło: badania własne (dane niepublikowane).

nicy ozimej, przy czym istotny w tym przypadku był fakt, że doświadczenie przeprowadzono na polu, na którym gatunkiem dominującym był mało konkurencyjny dla pszenicy fiołek polny.

W badaniach G i I a (6, 7) herbicydy: Apyros 75 WG, Attribut 70 WG, Huzar 05 WG, Gold 450 EC i Chwastox Trio 540 SL nie różnicowały cech przemiałowych ziarna (łączna wydajność mąki) oraz cech jakościowych mąki (zawartość białka i glutenu, wskaźnik sedymentacji, liczba opadania oraz maksymalna lepkość kleików mącznych) pszenicy ozimej odmian Finezja, Pegassos, Turnia i Sukces, natomiast Atlantis 04 WG wpłynął na wzrost ilości mąki uzyskanej z przemiału ziarna. Wartość przemiałowa ziarna i wypiekowa mąki w większym stopniu wynikały z cech odmianowych niż stosowania środków chwastobójczych.

W kształtowaniu wartości technologicznej ziarna zbóż znaczącą rolę odgrywa wielkość dawki herbicydu. Badania wykazały, że zastosowanie środka w dawce mniejszej niż zaleca producent nie wywiera żadnego wpływu na cechy jakościowe ziarna. Herbicyd Chwastox Extra 340 SL aplikowany w dawce zredukowanej nie wpłynął istotnie na zawartość białka i glutenu, wskaźnik sedymentacji, liczbę opadania oraz masę tysiąca nasion pszenicy jarej, natomiast aplikowany w dawce zalecanej przyczynił się do znaczącego wzrostu wskaźnika sedymentacji i masy tysiąca nasion. Również środki Granstar 75 WG i Chisel 75 WG nie wpłynęły na zawartość białka i glutenu oraz na wskaźnik sedymentacji (3, 13).

Wpływ herbicydów na poprawę jakości ziarna jest skorelowany z poziomem nawożenia azotem. W badaniach nad wpływem nawożenia i zwalczania chwastów

wykazano, że na kształtowanie kompleksu białkowego ziarna pszenicy jarej znaczący wpływ wywarł zarówno poziom nawożenia azotem, jak i zastosowany herbicyd (Chisel 75 WG), przy czym oddziaływanie nawożenia było silniejsze. Wpływ ochrony herbicydowej na poziom białka i glutenu oraz wskaźnik sedymentacji był istotny tylko na obiektach z wysokim nawożeniem azotem (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ herbicydu Chisel 75 WG na niektóre parametry jakościowe ziarna pszenicy jarej w zależności od poziomu nawożenia azotem

Obiekt	Dawka	Białko (%)	Gluten (%)	Wskaźnik sedymentacji (ml)
Nawożenie azotem 60 + 20 = 80 kg N·ha ⁻¹				
Kontrola	-	12,7	22,8	37,1
Chisel 75 WG + Trend 90 EC	40 g·ha ⁻¹ + 0,1%	12,7	22,7	37,4
Chisel 75 WG + Trend 90 EC	20 g·ha ⁻¹ + 0,1%	13,1	24,0	38,8
Nawożenie azotem 80 + 70 + 30 = 180 kg N·ha ⁻¹				
Kontrola	-	14,8	28,2	47,7
Chisel 75 WG + Trend 90 EC	40 g·ha ⁻¹ + 0,1%	15,3	29,4	50,1
Chisel 75 WG + Trend 90 EC	20 g·ha ⁻¹ + 0,1%	15,0	28,8	48,2

Źródło: Pietryga i Drzewiecki, 2005 (20).

Oprócz dawki na jakość ziarna wpływa również termin nawożenia. W przypadku herbicydu Huzar 05 WG najlepsze efekty odnośnie wartości technologicznej ziarna pszenicy ozimej osiągnięto po zabiegu wykonanym w końcu krzewienia rośliny uprawnej, ale 7 dni przed zastosowaniem drugiej dawki saletry amonowej (tab. 3); (5).

Stosowanie herbicydów wpływa korzystnie na zdrowotność ziarna. Herbicydy Apyros 75 WG, Attribut 70 WG, Tolurex 500 SC ograniczyły występowanie grzybów z rodzaju *Fusarium* na ziarnie odmian pszenicy ozimej, zwłaszcza w sezonie z dużą ilością opadów, co sprzyjało mniejszemu porażeniu ziarna. Wpływ herbicydów na liczbę izolatów grzybów był uwarunkowany właściwościami odmianowymi zbóż. Równie korzystny wpływ na stan fitosanitarny ziarna pszenicy ozimej uzyskano po zastosowaniu herbicydów: Atlantis 04 WG, Chwastox Trio 540 SL, Gold 450 EC i Huzar 05 WG (16, 17, 18).

Jednym z pozytywnych aspektów odchwaszczania chemicznego jest mniejsze zanieczyszczenie zebranego ziarna nasionami chwastów oraz fragmentami ich nadziemnych części. Stwierdzono istotnie niższe, w porównaniu z obiektem kontrolnym, zanieczyszczenie ziarna pszenicy jarej po zastosowaniu herbicydów Chwastox Trio 540 SL i Granstar 75 WG. W przypadku środka Granstar 75 WG zastosowanego w dawce zalecanej istotny wpływ na zanieczyszczenie ziarna wywarł również termin jego apli-

Tabela 3

Wpływ herbicydu Huzar 05 WG na niektóre parametry jakościowe ziarna pszenicy ozimej w zależności od terminu wykonania zabiegu oraz nawożenia azotem

Obiekt	Termin zabiegu	Dawka na 1 ha	Białko (%)	Gluten (%)	Liczba opadania (s)	Wskaźnik sedymentacji (ml)
Kontrola	-	-	12,1	28,0	387	32
Huzar 05 WG	T-2	200 g	11,3	30,0	380	32
Saletra amonowa 34%	T-1, T-4, T-6	176,5+88,25+88,25 kg	13,3	39,0	409	39
Huzar 05 WG	T-2	200 g	13,6	38,0	399	41
Saletra amonowa 34%	T-1, T-4, T-6	176,5+88,25+88,25 kg	13,7	41,0	406	44
Huzar 05 WG	T-3	200 g	13,4	41,0	409	40
Saletra amonowa 34%	T-1, T-4, T-6	176,5+88,25+88,25 kg				

T-1, T-2, T-3, T-4, T-5, T-6 – terminy wykonania zabiegu, odnoszące się do faz rozwojowych pszenicy ozimej:
T-1 – szpilowanie, T-2 – 1-2 liście, T-3 – 3-4 liście, T-4 – początek krzewienia, T-5 – pełnia krzewienia,
T-6 – koniec krzewienia

Źródło: Domaradzki i Sekutowski, 2004 (5).

kacji, ponieważ wczesny zabieg (początek krzewienia) spowodował szybkie i skuteczne zniszczenie chwastów, co jednak stworzyło korzystne warunki do nowych wschodów i zachwaszczenia wtórnego (13).

Ujemny wpływ herbicydów na jakość ziarna

Jak wykazują dotychczasowe badania herbicydy mogą wpływać fitotoksycznie na roślinę uprawną, powodując zmiany w morfologii roślin (np. chlorozy, deformacje roślin), obniżenie wielkości i pogorszenie jakości plonu. Zakłócają one przebieg procesów fizjologicznych roślin uprawnych już we wczesnych fazach rozwojowych, co może mieć swoje odzwierciedlenie na etapie formowania się ziarna (27). Duży wpływ na zmiany w zawartości składników pokarmowych wywierają zmienne warunki pogodowe, natomiast w mniejszym stopniu wynikają one z reakcji osobniczych odmian roślin uprawnych i rodzaju herbicydu oraz tylko nieznacznie zależą od terminu aplikacji tych środków. Wielu autorów stwierdza, że w wyniku stosowania herbicydów zachodzą istotne zmiany składu mineralnego ziarna zbóż. Ich niekorzystne oddziaływanie może uwidaczniać się znacznym obniżeniem zawartości makro- i mikroelementów oraz zmianami w składzie aminokwasowym białka w ziarnie zbóż (2, 20, 23). U odmian wrażliwych na dany herbicyd można zaobserwować w trakcie wegetacji uszkodzenia roślin, które prowadzą do obniżenia plonowania i pogorszenia jakości ziarna. Herbicyd Gold 450 EC spowodował na przykład deformację kłosów pięciu badanych

odmian pszenicy, jednak tylko u jednej wystąpiło pogorszenie jakości ziarna w postaci obniżenia wskaźnika sedymentacji do poziomu dyskwalifikującego ziarno dla przetwórstwa spożywczego. Również mieszanina herbicydów Granstar 75 WG i Chwastox Extra 300 SL spowodowała obniżenie zawartości azotu w ziarnie pszenicy oziemnej, co może wynikać z wrażliwości roślin na tę mieszaninę (2, 11).

W związku z częstymi uszkodzeniami zbóż przez herbicydy prowadzone są prace odnośnie ich fitotoksycznego oddziaływania na różne odmiany danego gatunku. Oprócz wpływu na wzrost i rozwój roślin w trakcie wegetacji badania obejmują ocenę plonowania oraz wartości technologicznej ziarna. Herbicydy starszej generacji, zawierające chlorotoluron lub izoproturon, charakteryzują się silnie fitotoksycznym oddziaływaniem na zboża. Z tego powodu były one przedmiotem długoletnich badań w zakresie ich wpływu na odmiany pszenicy ozimej. Na podstawie oceny reakcji 42 odmian pszenicy ozimej na chlorotoluron można stwierdzić, że środek ten wywierał wpływ na plonowanie oraz skład chemiczny ziarna w zależności od odmiany pszenicy oraz terminu aplikacji herbicydu. Zmiany w składzie chemicznym były jednak nieistotne i niepowtarzające się w latach. W znacznej mierze zależały od przebiegu pogody w sezonie wegetacyjnym oraz właściwości siedliska. Nie powodowały także pogorszenia jakości pszenicy jako surowca (24).

Prace nad określeniem reakcji odmian pszenicy ozimej na herbicydy wykonane w ostatnim dziesięcioleciu w Zakładzie Herbologii i Technik Uprawy Roli wskazują, że środki te na ogół nie wpływają negatywnie na przydatność ziarna na cele młynarskie i piekarnicze (tab. 4). Obserwowane pogorszenie niektórych parametrów pod wpływem działania herbicydu były sporadyczne i nie dyskwalifikowały ziarna jako surowca dla przetwórstwa, a zależały głównie od odmiany i przebiegu pogody, a nie od zastosowanego środka (8, 9, 10). Prace nad wpływem herbicydów na plonowanie

Tabela 4

Wpływ herbicydów na wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej
(na podstawie doświadczeń z lat 2000–2009)

Odmiany	Herbicydy									
	Maraton 375 SC	Carat 350 SC	Glean 75 WG	Atlantis 04 WG	Chwastox Trio 540 SL	Gold 450 EC	Alister 162 OD	Lintur 70 WG	Sekator 6,25 WG	Huzar 05 WG
Tonacja	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Sukces	X	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Trend	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Kobiera	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Kobra	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Finezja	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Satyna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bogatka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zyta	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-

0 – brak ujemnego wpływu herbicydów na wartość technologiczną ziarna, X – ujemny wpływ na jakość ziarna,
- brak danych

Źródło: badania własne.

odmian pszenicy ozimej są nadal kontynuowane, a ich uzasadnieniem jest wprowadzanie do praktyki nowych odmian pszenicy, dla których brak jest informacji o tolerancji na herbicydy. Powiększa się również asortyment herbicydów dostępnych na rynku, które są przeznaczone do odchwaszczania pszenicy ozimej, co stwarza konieczność ciągłego prowadzenia powyższych badań.

Ujemna reakcja na herbicydy wiąże się z nieprawidłową agrotechniką oraz błędami popełnianymi w czasie opryskiwania roślin. Zastosowanie herbicydu w dawce wyższej niż zaleca producent wiąże się ze wzrostem ryzyka uszkodzenia rośliny uprawnej, obniżenia plonowania i pogorszenia jakości ziarna. Niekorzystne oddziaływanie środków chwastobójczych na wartość technologiczną ziarna zostało udowodnione po aplikacji dwukrotnie wyższych niż zaleca producent dawek herbicydów Chwastox Extra 340 SL i Puma Universal 069 EW. Spowodowały one istotne zmniejszenie liczby opadania w ziarnie pszenicy ozimej (25).

Pozostałości substancji aktywnych herbicydów w ziarnie zbóż

W obecnych czasach duży nacisk kładzie się na produkcję tzw. zdrowej żywności. Dlatego też konsumentów mogą niepokoić sygnały mówiące o tym, że pozostałości środków ochrony roślin mogą przedostawać się do plonów i tym samym wpływać negatywnie na zdrowie człowieka. Jednak wieloletnie badania nie dowiodły nagromadzenia się substancji aktywnych środków chwastobójczych w ziarnie zbóż w stężeniu przekraczającym wartości podane w normach. Na ogół było ono znacznie niższe lub poniżej granicy wykrywalności. Obecność i poziom pozostałości herbicydów zależał głównie od przebiegu pogody w sezonie wegetacyjnym, terminu wykonania zabiegu oraz odmiany pszenicy. W badaniach nad oceną wrażliwości odmian pszenicy ozimej na herbicydy stwierdzono zwiększenie częstotliwości i poziomu występowania ich pozostałości w odmianach wrażliwych na dany środek. Obecność herbicydów stwierdzano częściej po zastosowaniu herbicydów w terminach wiosennych w porównaniu z jesiennymi, ze względu na krótszy okres od aplikacji herbicydu do zbioru ziarna, co uniemożliwiło całkowity ich rozkład (tab. 5).

Poziom pozostałości substancji aktywnych herbicydów w ziarnie zbóż zależy od rodzaju stosowanego środka, jego dawki oraz terminu aplikacji. W przypadku aplikacji herbicydów Aminopielik D 450 SL i Starane 250 EC w mieszaninach z takimi herbicydami, jak: Granstar 75 WG, Grodyl 75 WG, Puma Super 069 EW i Grasp 100 EC stężenie ich substancji aktywnych było wyższe w porównaniu z samodzielną ich aplikacją, w takiej samej dawce. Zanieczyszczenie ziarna zbóż pozostałościami substancji aktywnych herbicydów maleje wraz z obniżaniem ich dawki. Znaczący wpływ na poziom pozostałości wywiera również forma danego gatunku rośliny uprawnej. Znacznie częściej wykrywano je w jarych formach pszenicy i jęczmienia niż w formach ozimych, ze względu na krótszy okres od oprysku do zbioru ziarna. Wykazano również różnice pomiędzy poszczególnymi gatunkami zbóż ozimych, spośród których żyto było najbardziej zanieczyszczone pozostałościami MCPA i chlorotoluronu. Należy zaznaczyć fakt, że stosowanie się do zaleceń zawartych w etykietach opakowań herbicy-

Tabela 5

Maksymalne wykryte pozostałości ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w ziarnie zbóż traktowanych herbicydem Chwastox Trio 540 SL (1998–2002)

Dawka herbicydu ($1\cdot\text{ha}^{-1}$)	Substancja aktywna	Pszenica		Jęczmień	
		ozima	jara	ozimy	jary
1,0	MCPA	NW	NW	NW	0,002
	dikamba	NW	NW	NW	NW
	mekoprop	NW	0,002	NW	0,002
1,5	MCPA	NW	0,008	NW	0,010
	dikamba	NW	NW	NW	NW
	mekoprop	NW	0,008	NW	0,012
2,0	MCPA	NW	0,008	NW	0,010
	dikamba	NW	NW	NW	0,002
	mekoprop	0,004	0,012	0,006	0,014

NW – nie wykryto pozostałości

Źródło: Domaradzki, 2004 (4).

dów oraz wykonywanie zabiegu zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej znacznie ogranicza możliwość uzyskania mniej wartościowego ziarna. Również zmniejszanie dawki herbicydu przyczynia się do ograniczania zanieczyszczenia ziarna zbóż pozostałościami herbicydów (4, 14).

Literatura

1. Brzozowska I., Brzozowski J., Jastrzębska M.: Wpływ zabiegów ochronnych i ochronno-nawozowych na plonowanie, zawartość i jakość białka ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 1997, **2**: 32-39.
2. Brzozowska I.: Wpływ herbicydów i sposobów nawożenia azotem na zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 2006, **142**: 10-16.
3. Cacak-Pietrzak G., Sułek A., Ceglińska A.: Wpływ substancji aktywnej i dawki herbicydu na plonowanie i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Fragm. Agron.*, 2008, **1(97)**: 76-83.
4. Domaradzki K.: Wpływ terminu, dawki i sposobu stosowania herbicydów na stężenie pozostałości substancji aktywnych w ziarnie zbóż. *Pam. Puł.*, 2004, **135**: 45-54.
5. Domaradzki K., Sekutowski T.: Wpływ terminów nawożenia azotem i herbicydami na regulację zachwaszczenia i niektóre cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2004, **44(2)**: 657-660.
6. Gil Z., Narkiewicz-Jodko M., Urban M.: Jakość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od środków chwastobójczych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2006, **46(2)**: 312-315.
7. Gil Z., Narkiewicz-Jodko M., Urban M.: Wartość przemiałowa ziarna i wypiekowa mąki odmian pszenicy ozimej w zależności od środków chwastobójczych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2008, **48(2)**: 582-585.
8. Kieloch R., Rola H., Sumisławska J.: Wpływ herbicydów na wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2007, **47(3)**: 138-146.
9. Kieloch R., Sumisławska J., Rola H.: Wpływ pochodnych fenylomocznika na przydatność ziarna odmian pszenicy ozimej do celów młynarskich i piekarniczych. *Fragm. Agron.*, 2008, **1(97)**: 157-166.

10. Kieloch R., Rola H.: Ocena działania herbicydu Gold 450 EC na odmiany pszenicy ozimej na podstawie ich plonowania i wartości użytkowej ziarna. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2008, **48(2)**: 617-620.
11. Kieloch R., Rola H., Sumińska J., Marczewski K.: Chemiczna ochrona zbóż przed chwastami a jakość ziarna. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2009, **49(2)**: 938-945.
12. Kraska P.: Wpływ zróżnicowanej agrotechniki na plon i wybrane cechy jakościowe ziarna jęczmienia jarego i żyta ozimego. Pam. Puł., 2005, **139**: 75-85.
13. Krwaczyk R., Kaczmarek S.: Wpływ stosowania obniżonych dawek herbicydów na plon i jakość ziarna pszenicy jarej. Fragm. Agron., 2008, **1(97)**: 188-198.
14. Kucharski M., Sadowski J.: Pozostałości substancji aktywnych herbicydów w ziarnie zbóż. Pam. Puł., 2004, **135**: 129-135.
15. Liszka-Podkowa A., Sowiński J.: Skuteczność różnych metod odchwaszczania kukurydzy oraz pobranie makropierwiastków przez chwasty. Fragm. Agron., 2009, **26(3)**: 109-117.
16. Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M.: Wpływ herbicydów na zdrowotność i jakość ziarna pszenicy ozimej. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 1999, **39(2)**: 668-671.
17. Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M.: Herbicydy a jakość i stan fitosanitarny ziarna nowych odmian pszenicy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2005, **45(2)**: 938-941.
18. Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M., Mularczyk A.: Zmiany cech towaroznawczych i zdrowotności ziarna pszenicy ozimej pod wpływem środków chwastobójczych. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2007, **47(3)**: 220-223.
19. Ostapczuk J., Rola H., Nowicka B.: Wpływ herbicydów stosowanych w różnych terminach na zawartość białka i skład aminokwasowy w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Arda i Juma. Pestycydy, 1997, **1-2**: 59-65.
20. Pietryga J., Drzewiecki S.: Wpływ zwalczania chwastów na wysokość i jakość plonu ziarna pszenicy jarej przy różnych poziomach nawożenia azotowego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2005, **45(2)**: 993-996.
21. Podolska G., Stypuła G.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od sposobu ochrony przed chorobami i chwastami. Pam. Puł., 2002, **130/II**: 587-596.
22. Podolska G., Sułek A.: Jakość ziarna pszenicy w Polsce i UE. Pam. Puł., 2003, **132**: 363-369.
23. Rola H., Żurawski H.: Wpływ stopnia zachwaszczenia *Apera spica-venti*, *Avena fatua*, *Anthemideae* na zawartość azotu, fosforu i potasu w ziarnie pszenicy ozimej i jarej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1988, **349**: 47-55.
24. Rola H., Kieloch R.: Wpływ chlorotoluronu na plonowanie oraz wybrane parametry jakościowe ziarna odmian pszenicy ozimej. Pam. Puł., 2005, **139**: 199-210.
25. Sułek A., Podolska G.: Kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej pod wpływem herbicydów. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2006, **46(2)**: 300-304.
26. Urban M., Gil Z., Narkiewicz-Jodko M.: Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość ziarna kilku odmian pszenicy ozimej. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2001, **41(2)**: 826-829.
27. Wang M., Zhou Q.: Effects of herbicide chlorimuron-ethyl on physiological mechanisms in wheat (*Triticum aestivum*). Ecotoxicology and Environmental Safety, 2006, **64**: 190-197.

dr Renata Kieloch
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli
IUNG-PIB
ul. Orzechowa 61
50-540 Wrocław
tel.: (71) 363 87 07
e-mail: r.kieloch@iung.wroclaw.pl

