

PIOTR KRASKAKatedra Ekologii Rolniczej
Akademia Rolnicza, Lublin

Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydów na plonowanie i zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej

The influence of different doses of herbicides on yielding and macroelements content in winter wheat grain

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2003–2005 w Gospodarstwie Doświadczalnym Bezek należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Dwuczynnikowe doświadczenie polowe założono metodą bloków losowych w czterech powtórzeniach na rędzinie. Celem badań było porównanie działania trzech dawek herbicydów w łanie pszenicy ozimej Tonacja i Turnia na plon ziarna, elementy struktury kłosa i zawartość makroelementów w ziarnie. Herbicydy Atlantis 04 WG i Factor 365 EC były stosowane w pełnych zalecanych dawkach ($200 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1} + 1,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$), zredukowanych do 75% oraz dawkach zmniejszonych o połowę. Efekt działania pełnej i zredukowanych dawek herbicydów porównywano w odniesieniu do obiektu kontrolnego bez herbicydu. Uzyskane dane opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Średnie porównano przy pomocy najmniejszych istotnych różnic testem Tukeya. Stwierdzono, że plon ziarna, MTZ i liczba kłosów na jednostce powierzchni były istotnie większe na obiektach z zastosowaniem herbicydów w porównaniu do poletek kontrolnych. Długość kłosa, masa i liczba ziaren z kłosa, wysokość roślin i MTZ były większe na obiektach z odmianą Turnia aniżeli z odmianą Tonacja. Czynniki doświadczenia nie różnicowały zawartości białka ogółem, N, P, K, Mg, Ca i Na w ziarnie.

Słowa kluczowe: herbicydy, makroelementy, plon ziarna, pszenica ozima

The experiment with winter wheat was carried out in the years 2003–2005 at the farm Bezek (near Chełm) subjected to the Agricultural University in Lublin. The two-factor field experiment was set up as randomized blocks with four replications, on rendzina soil after forecrop of tomato cultivated on full dose of manure. The aim of the study was comparison of influence of three doses of herbicides on grain yield, yield components and macroelements content in grain. The herbicides Atlantis 04 WG and Factor 365 EC were applied in three doses: full recommended ($200 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1} + 1.0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$), reduced to 75% and reduced to 50% in canopy of winter wheat cultivars Tonacja and Turnia. The control object was not treated with herbicides. The results were statistically analyzed by means of variance analysis, and the mean values were compared with the Tukey's confidence intervals ($p = 0.05$). It was stated that grains yield, weight of 1000 grain and number of productive ears were significantly higher for the herbicides treatments, in comparison with the control. Length of ear, grain weight per ear, number of grains per ear, plant height and weight of 1000 grains were higher for the objects with cv. Turnia than for those

with cv. Tonacja. The experimental factors did not differentiate contents of total protein, N, P, K, Mg, Ca and Na in grain.

Key words: grain yield, herbicides, macroelements, winter wheat

WSTĘP

Stosowanie herbicydów w uprawie zbóż stało się trwałym elementem współczesnego rolnictwa (Banaszkiewicz, 1993). Stworzyło jednocześnie konieczność kontrolowania ich wpływu na jakość plonu. Istnieje bowiem możliwość wpływu tych związków na procesy metaboliczne roślin, czego następstwem są zmiany w jakości ziarna (Rola i Kostowska, 1985; Narkiewicz-Jodko i in., 2002). Dążenie do ograniczenia zużycia środków chemicznych spowodowane jest coraz większą dbałością o jakość środowiska przyrodniczego, zdrowotność płodów rolnych, oraz zmniejszeniem kosztu zabiegu (Domaradzki i Praczyk, 2004). Domaradzki i Rola (2001) stwierdzili, że istnieje możliwość redukcji dawek herbicydów nawet o 50%, bez istotnego obniżenia plonowania zbóż ozimych z jednoczesnym zachowaniem wymaganej skuteczności chwastobójczej.

W pracy podjęto próbę porównania działania zróżnicowanych dawek herbicydów na plon ziarna, elementy struktury plonu oraz zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2003–2005 w Gospodarstwie Doświadczalnym Bezek niedaleko Chełma, należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. W dwuczynnikowym doświadczeniu przeprowadzonym w układzie bloków losowych porównywano działanie trzech dawek herbicydów w łanie pszenicy ozimej Tonacja i Turnia. Herbicydy były stosowane w pełnych zalecanych dawkach, zredukowanych do 75% oraz dawkach zmniejszonych o połowę. Kontrolę stanowiły poletka, na których nie stosowano herbicydów.

Pole doświadczalne było położone na średnio ciężkiej rędzinie mieszanej, wytworzonej z opoki kredowej o składzie granulometrycznym gliny średniej pylastej. Gleba ta miała odczyn obojętny, bardzo wysoką zawartość P — 342,1 i K — 278,9 oraz bardzo niską magnezu — 16 (podane w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby), wysoką zawartość — ponad 3,5% węgla organicznego oraz została zakwalifikowana do klasy bonitacyjnej IIIb i kompleksu pszennego wadliwego.

Uprawę roli wykonywano zgodnie z ogólnie przyjętymi zaleceniami agrotechnicznymi. Przedplonem był ziemniak uprawiany na pełnej dawce obornika ($25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Ziarno zaprawiane zaprawą Panocrine 300 LS (substancja biologicznie czynna — guazatyna w postaci octanu) wysiewano w liczbie 5 mln ziaren na ha. Dawki nawozów mineralnych były następujące: N — $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; P_2O_5 — $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; K_2O — $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nawozy fosforowe i potasowe oraz $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ zastosowano przedsięwinnie. Pozostałą część dawki azotu wnoszono przed ruszeniem vegetacji $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, oraz $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w fazie strzelania w źdźbło. Zastosowano następujące środki ochrony roślin: Atlantis 04 WG $200 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ —

(20-29 fazy rozwojowe wg Zadoksa) + Actirob 842 EC 1,0 l·ha⁻¹ — dawka podstawowa, Factor 365 EC 1,0 l·ha⁻¹ — (20–29*) — dawka podstawowa, Alert 375 SC 1,0 l·ha⁻¹ — (26–29*), Tango 500 SC 0,8 l·ha⁻¹ — (40–49*), Terpal C 460 SL 2,5 l·ha⁻¹ — (30–39*). Herbicydy Atlantis 04 WG (zawierający dwie substancje aktywne: mezosulfuron metylowy 30g·kg⁻¹ + jodosulfuron metylosodowy 6 g·kg⁻¹ i jako sejfner mefenpyr dietylowy 90 g·kg⁻¹) oraz Factor 365 EC (zawierający 5 g·l⁻¹ metosulamu oraz 360 g·l⁻¹ 2,4 D) stosowano łącznie. W doświadczeniu użyto również adiuwant Actirob 842 EC (zawierający w 1 litrze 842 g estru metylowego oleju rzepakowego).

Przed zbiorem pszenicy ozimej oznaczono liczbę źdźbeł produkcyjnych w dwu punktach każdego poletka wyznaczonych ramką o powierzchni 0,5 m². Ponadto na 30 roślinach z każdego poletka określono ich wysokość. Jednocześnie na trzydziestu losowo wybranych kłosach z każdego poletka określono ich długość, liczbę ziaren w kłosie oraz masę ziaren z kłosa. Zbiór wykonano kombajnem w fazie dojrzałości pełnej. Zawartość białka ogółem w suchej masie ziarna pszenicy ozimej oznaczono metodą Kjeldahla w próbkach zbiorczych z kombinacji. W ziarnie oznaczono procentową zawartość P metodą kolorymetryczną, K, Na, Ca metodą fotometrii płomieniowej oraz Mg metodą ASA. Mineralizację wykonano w H₂SO₄ + H₂O₂. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Średnie porównano testem Tukeya za pomocą najmniejszych istotnych różnic.

Warunki meteorologiczne

Suma opadów okresu wegetacji w roku 2003 była wyraźnie mniejsza niż suma wieloletnia, w roku 2004 zbliżona natomiast w roku 2005 większa od normy wieloletniej. Średnie temperatury powietrza w pierwszym i trzecim roku badań były większe od średniej wieloletniej natomiast w roku 2004 mniejsze (tab. 1).

Tabela 1

Opady i temperatury powietrza sezonu wegetacyjnego 2003–2005 w zestawieniu ze średnimi wieloletnimi (1974–2003) wg Stacji Meteorologicznej w Bezku
Rainfalls and air temperatures in the vegetation seasons of the years 2003–2005 as compared to the long-term mean figures (1974–2003), according to the Meteorological Station at Bezek

Lata Years	Miesiące — Months					Suma Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	
	Opady w mm — Rainfalls in mm					
2003	33,7	82,5	57,6	69,1	31,8	274,7
2004	47,4	67,8	38,7	90,7	67,2	311,8
2005	35,6	81,1	55,3	52,4	105,5	329,9
Średnie z lat 1974–2003 Mean for 1974–2003	40,1	53,0	77,6	80,3	61,6	312,6
	Temperatura w °C — Temperature in °C					średnio — mean
2003	6,8	16,2	17,2	19,7	18,7	15,7
2004	7,8	11,6	15,6	17,6	19,0	14,3
2005	7,0	13,0	15,8	19,8	20,2	15,2
Średnie z lat 1974–2003 Mean for 1974–2003	7,6	13,6	16,2	17,9	17,5	14,6

WYNIKI I DYSKUSJA

Czynniki doświadczenia w istotny sposób wpływały na plon ziarna pszenicy ozimej oraz elementy jego struktury. Nie stwierdzono natomiast współdziałania odmiany z dawką herbicydu na kształtowanie wielkości plonu ziarna, cech jego struktury oraz zawartości makroelementów w ziarnie. Plon ziarna pszenicy ozimej nie był istotnie różnicowany przez warunki pogodowe kolejnych sezonów wegetacji. Natomiast elementy struktury plonu oraz zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej były istotnie różnicowane przez warunki panujące w kolejnych latach badań.

Liczba kłosów produkcyjnych na poletkach kontrolnych była istotnie mniejsza niż w obiektach herbicydowych — od 28,4 do 34,5% (tab. 2). Liczba kłosów pszenicy ozimej na 1 m² w roku 2003 była istotnie większa niż w dwu pozostałych latach badań (tab. 5). W badaniach Skrzypczaka i wsp. (2003) wniesienie herbicydów zwiększyło liczbę kłosów pszenicy o 4%.

Tabela 2

Liczba kłosów produkcyjnych na 1 m² (średnio z lat 2003–2005)
Number of productive ears per 1 m² (mean in the 2003–2005)

Odmiany Cultivars	Dawki herbicydów — Herbicides doses				Średnio Mean
	A*	B	C	D	
Tonacja	347,3	470,8	490,2	441,9	437,5
Turnia	338,0	437,0	431,8	437,9	411,2
Średnio — Mean	342,7	453,9	461,0	439,9	—
NIR — LSD (p = 0,05) dawka herbicydów 57,6 — herbicides dose 57.6					

A* — kontrola; A* — control

B — 100% dawki herbicydu; B — 100% dose of herbicide

C — 75% dawki herbicydu; C — 75% dose of herbicide

D — 50% dawki herbicydu; D — 50% dose of herbicide

Masa tysiąca ziaren w wariancie kontrolnym była istotnie mniejsza niż w obiektach herbicydowych od 5,6 do 7,1% (tab. 3). Podobnie Adamczewski i wsp. (1996) stosując chemiczne odchwaszczanie łąnu pszenicy uzyskali zwiększenie MTZ od 16 do 21% oraz jednocześnie zwiększenie liczby ziaren w kłosie od 9 do 13%. Masa tysiąca ziaren w roku 2004 była istotnie większa niż w latach 2003 i 2005, jednocześnie w roku 2005 większa niż w pierwszym roku badań (tab. 5).

Tabela 3

MTZ pszenicy ozimej (g) (średnio z lat 2003–2005)
Weight of 1000 grain of winter wheat (g) (mean in the 2003–2005)

Odmiany Cultivars	Dawki herbicydów — Herbicides doses				Średnio Mean
	A*	B	C	D	
Tonacja	46,6	50,0	49,5	49,6	48,9
Turnia	49,9	52,8	53,7	52,3	52,2
Średnio — Mean	48,2	51,4	51,6	50,9	—
NIR (p = 0,05) dawka herbicydów 1,2 — herbicides doses 1.2					
LSD (p = 0,05) odmiana 0,6 — cultivar 0.6					

* Objasnienia jak w tabeli 3; Explanation like in table 2

Zastosowane dawki herbicydów nie zmieniały istotnie długości, liczby i masy ziaren z kłosa. Także wysokość roślin nie była istotnie różnicowana przez zastosowane dawki herbicydów. Zaznaczyła się jednak tendencja występowania wyższych roślin w obiektach bez herbicydów. Prawdopodobnie wynikało to z faktu, że na tych poletkach pszenica konkurowała o światło z licznie występującymi chwastami. Długość kłosa, liczba i masa ziaren w kłosie w roku 2003 były istotnie mniejsze niż kolejnych dwu latach badań, jednocześnie w roku 2004 mniejsze niż w roku 2005. W latach 2004 oraz 2005 pszenica ozima była istotnie wyższa niż w roku 2003 (tab. 5).

Plon ziarna pszenicy ozimej był istotnie większy w obiektach z zastosowaniem herbicydów Atlantis i Factor w porównaniu z kontrolą bez herbicydów. Pomiędzy obiektami herbicydowymi nie stwierdzono istotnych różnic (tab. 4).

Tabela 4

Plon pszenicy ozimej (dt·ha⁻¹) Yield of winter wheat (dt·ha⁻¹)					
Odmiany Cultivars	Dawki herbicydów — Herbicides doses				Średnio Mean
	A*	B	C	D	
Tonacja	34,2	73,3	72,4	72,9	63,2
Turnia	46,6	71,3	75,0	72,5	66,3
Średnio Mean	40,4	72,3	73,7	72,7	—
NIR — LSD (p = 0,05) dawka herbicydów 5,7 — herbicides doses 5.7					
Lata Years					
2003	49,1	69,8	70,0	71,4	65,1
2004	43,2	72,9	75,6	69,7	65,3
2005	28,8	74,2	75,5	77,0	63,9
Średnio Mean	40,4	72,3	73,7	72,7	—
NIR — LSD (p = 0,05) dawka herbicydów × lata 12,6 — herbicides doses × years 12.6					

* Objasnienia jak w tabeli 2; Explanation like in table 2

Tabela 5

Cechy struktury plonu oraz zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od lat
Yield components and macroelements content of winter wheat grain depending on years

Cecha Character	Lata — Years			NIR — LSD (p = 0,05)
	2003	2004	2005	
Liczba kłosów produkcyjnych na m ² Number of productive ears per m ²	472,0	378,0	422,7	45,4
MTZ — Weight of 1000 grains (g)	47,5	52,5	51,6	0,9
Wysokość roślin — Plant height (cm)	80,7	102,8	105,6	3,3
Długość kłosa — Length of ear (cm)	8,0	8,6	9,6	0,3
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear	26,2	28,7	37,5	1,7
Masa ziaren w kłosie Weight of grain per ear (g)	1,4	1,5	2,2	0,1
N — % zawartość w ziarnie — content in grain	1,990	1,624	2,219	0,148
P — % zawartość w ziarnie — content in grain	0,236	0,411	0,322	0,028
K — % zawartość w ziarnie — content in grain	0,389	0,157	0,321	0,029
Mg — % zawartość w ziarnie — content in grain	0,099	0,051	0,081	0,006
Ca — % zawartość w ziarnie — content in grain	0,022	0,025	0,069	0,011
Na — % zawartość w ziarnie — content in grain	0,0100	0,0116	0,0061	*m–ns

*Różnice nieistotne; Not significant differences

W obiektach herbicydowych uzyskano plon ziarna większy od 79 do 82,4% w porównaniu z obiektami bez herbicydów. Wynikało to z dużego zachwaszczenia obiektów

kontrolnych, na których średnio za okres trzech lat przed zbiorem pszenicy ozimej na m² stwierdzono 112 sztuk chwastów (305,6 g·m⁻² powietrznie suchej masy chwastów). W tym samym okresie w obiektach herbicydowych stwierdzono od 15,3 do 20,4 sztuk chwastów — od 28,8 do 55,7 g·m⁻² powietrznie suchej masy chwastów (Kraska, 2006). Stwierdzona interakcja między dawkami herbicydów a latami wskazuje, że we wszystkich latach badań plon ziarna uzyskany z obiektów herbicydowych był istotnie większy niż z poletek kontrolnych bez herbicydów (tab. 4). Uzyskane wyniki dowodzą, że zastosowane w tym doświadczeniu herbicydy działały skutecznie w pełnych jak i zmniejszonych dawkach. Rola i wsp. (1997) wskazują także na możliwość obniżenia dawki herbicydów od 20% do 30% a nawet do 50%, bez ujemnego wpływu na skuteczność działania i plon ziarna roślin uprawnych.

Adamczewski i Praczyk (2003) wykazali, że w miarę wzrostu dawek herbicydu Atlantis 04 WG z adiuwantami, w wyniku lepszego zwalczania chwastów osiągnięto zwiększenie plonu ziarna. Badania prowadzone przez Skrzypczaka i wsp. (2003) dowiodły, że zastosowanie herbicydów w obniżonej dawce z dodatkiem adiuwantów wpływało na zwiększenie plonu ziarna pszenicy ozimej od 30 do 40% w porównaniu do plonów uzyskanych z obiektu kontrolnego bez pielęgnowania.

Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy ozimej nie była istotnie różnicowana przez zastosowane dawki herbicydów. Urban i wsp. (2001) po zastosowaniu herbicydów w łanie pszenicy ozimej nie stwierdzili istotnych zmian w zawartości białka ogółem. Natomiast Brzozowska i Brzozowski (2002) ograniczając dawkę herbicydu Granstar 75 DF z 24 i 18 g·ha⁻¹ do 12 g·ha⁻¹ uzyskali istotny wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie pszenicy ozimej.

Zastosowane dawki herbicydów nie zmieniały istotnie procentowej zawartości badanych składników w ziarnie pszenicy ozimej (tab. 6).

Tabela 6

Procentowa zawartość niektórych składników w ziarnie pszenicy ozimej (średnio z lat 2003–2005)
Percentage content of some nutrients in grain of winter wheat (mean in the 2003–2005)

Składnik Component	Dawki herbicydów — Herbicides doses				NIR — LSD (p = 0,05)
	A*	B	C	D	
N	1,962	1,958	1,937	1,920	**rn–ns
P	0,317	0,322	0,319	0,333	**rn–ns
K	0,291	0,285	0,283	0,297	**rn–ns
Mg	0,076	0,079	0,076	0,079	**rn–ns
Ca	0,040	0,040	0,037	0,037	**rn–ns
Na	0,0085	0,0088	0,0092	0,0105	**rn–ns

* objaśnienia jak w tabeli 2; Explanation like in table 2

** Różnice nieistotne; Not significant differences

Warunki pogodowe sezonów wegetacji istotnie modyfikowały zawartość analizowanych makroelementów. W roku 2004 zawartość N w ziarnie pszenicy była istotnie mniejsza niż w pozostałych latach badań jednocześnie w roku 2003 mniejsza niż w roku 2005. Największą zawartość fosforu w ziarnie pszenicy ozimej stwierdzono w roku 2004, mniejszą w roku 2005, najmniejszą w pierwszym roku badań. Natomiast największą

zawartość K i Mg w ziarnie określono w roku 2003, istotnie mniejszą w roku 2005, zaś najmniejszą w drugim roku badań. Największą zawartość Ca w ziarnie pszenicy stwierdzono w roku 2005 w porównaniu z dwoma pierwszymi latami badań. Zawartość Na w ziarnie pszenicy nie zmieniała się istotnie w kolejnych latach badań (tab. 5).

Również Brzozowska i Brzozowski (2002) nie odnotowali wpływu zróżnicowanych dawek herbicydów na zawartość makroelementów (P, K, Mg, Ca) w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Almari. Rola i Kostowska (1985) stwierdzili, że prawidłowo stosowane herbicydy nie wywoływały zakłóceń w gospodarce mineralnej roślin, nie powodowały zaburzeń w składzie mineralnym ziarna badanych odmian pszenicy, jak również nie oddziaływały ujemnie na metabolizm białek. Natomiast podkreślają, iż w zawartości makro- i mikroskładników najwyraźniej zaznaczyły się różnice pomiędzy poszczególnymi latami oraz tendencje we współdziałaniu stosowanych herbicydów z przebiegiem pogody.

Odmiana Turnia w porównaniu z Tonacją odznaczała się istotnie większą masą tysiąca ziaren, wysokością, długością kłosa, liczbą i masą ziaren w kłosie (tab. 3, tab. 7). Rola i Kostkowska (1985) stwierdzili, że oddziaływanie herbicydów na jakość plonów zależało poza czynnikami pogodowymi i glebowymi również od cech odmianowych roślin uprawnych. Adamczewski i Urban (2000) podają, że liczba ziaren w kłosie oraz MTZ uzależnione są od odmiany pszenicy ozimej. Plon ziarna pszenicy ozimej odmiany Turnia był nieznacznie większy niż odmiany Tonacja, jednak weryfikacja statystyczna nie potwierdziła istotności różnic (tab. 4).

Tabela 7

Cechy struktury plonu pszenicy ozimej w zależności od odmiany (średnio z lat 2003–2005)
Yields components of winter wheat depending on cultivars (mean in the 2003–2005)

Cecha Character	Odmiany — Cultivars		NIR — LSD (p = 0,05)
	Tonacja	Turnia	
Wysokość roślin — Plant height (cm)	93,4	99,4	2,2
Długość kłosa — Length of ear (cm)	8,1	9,4	0,2
Liczba ziaren w kłosie — Number of grains per ear	29,8	31,8	1,2
Masa ziaren w kłosie — Weight of grain per ear (g)	1,5	1,8	0,1

WNIOSKI

1. Liczba kłosów produkcyjnych, MTZ oraz plon ziarna obydwu odmian pszenicy ozimej uzyskany z obiektów herbicydowych był istotnie większy w porównaniu z obiektami kontrolnymi bez herbicydów.
2. Zastosowanie pełnych i obniżonych dawek herbicydów nie różnicowało plonu ziarna pszenicy. Wskazuje to na możliwość obniżenia dawek herbicydów bez ryzyka zmniejszenia plonu ziarna.
3. Zastosowane dawki herbicydów nie zmieniały istotnie długości kłosa, liczby i masy ziaren z kłosa. Również zawartość N, P, K, Mg, Ca oraz Na w ziarnie pszenicy ozimej nie zmieniała się pod wpływem zróżnicowanych dawek herbicydów Atlantis 04 WG i Factor 365 EC.

4. Odmiana Turnia w porównaniu z Tonacją odznaczała się istotnie większą masą tysiąca ziaren, długością kłosa, liczbą i masą ziaren w kłosie.

LITERATURA

- Adamczewski K., Praczyk T. 2003. Wpływ adiuwantów na chwastobójcze działanie herbicydu Atlantis 04 WG (Mezosulfuron + Jodosulfuron) stosowanego w zbożach. Post. w Ochr. Rośl. 43 (1): 18 — 26.
- Adamczewski K., Urban M. 2000. Reakcja 7 odmian pszenicy ozimej na dwie formy użytkowe chlorotoluronu. Post. w Ochr. Rośl. 40 (1): 374 — 379.
- Adamczewski K., Grala B., Stachecki S. 1996. Ekologiczne aspekty stosowania adiuwantów przy zwalczaniu chwastów. Post. w Ochr. Rośl. 36 (1): 126 — 133.
- Banaszkiewicz T. 1993. Zachowanie się herbicydów w roślinach. *Fragm. Agron.*, 1: 72 — 81.
- Brzozowska I., Brzozowski J. 2002. Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydu Granstar 75 DF i mocznika stosowanych dolistnie na zawartość białka ogólnego i makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 130, 1: 65 — 71.
- Domaradzki K., Praczyk T. 2004. Systemy wspierania decyzji w chemicznym zwalczaniu chwastów. Post. w Ochr. Rośl. 44 (1): 43 — 51.
- Domaradzki K., Rola H. 2001. Ekologiczno-agronomiczne aspekty stosowania niższych dawek herbicydów w regulacji zachwaszczenia zbóż. Post. w Ochr. Rośl. 41 (1): 229 — 239.
- Kraska P. 2006. Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydów na zachwaszczenie pszenicy ozimej. Post. w Ochr. Rośl. 46 (2): 256 — 260.
- Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M. 2002. Zdrowotność i cechy towaroznawcze ziarna czterech odmian pszenicy ozimej w zależności od stosowanych herbicydów. Post. w Ochr. Rośl., 42 (2): 530 — 534.
- Rola J., Kostowska B. 1985. Stan badań w Polsce, nad wpływem herbicydów na jakość plonów. *Mat. Krajowego Sympozjum „Wpływ herbicydów na jakość plonów”* Wrocław 6-7 XI, 1985: 11 — 19.
- Rola J., Domaradzki K., Nowicka B. 1997. Wyniki badań nad redukcją herbicydów do odchwaszczania zbóż. Post. w Ochr. Rośl. 37 (1): 82 — 87.
- Skrzypczak G., Pudełko J., Woźnica Z. 2003. Huzar 0,5 WG (jodosulfuron) i adiuwanty w uprawie pszenicy ozimej. Post. w Ochr. Rośl. 43 (2): 914 — 917.
- Urban M., Gil Z., Narkiewicz-Jodko M. 2001. Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość ziarna kilku odmian pszenicy ozimej. Post. w Ochr. Rośl. 41 (2): 826 — 829.