

KRZYSZTOF KLIMONT

Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wpływ herbicydów na wartość siewną i skład chemiczny ziarna pszenicy ozimej i jarej, jęczmienia jarego, pszenżyta jarego

The effect of some herbicides on seed quality and grain chemical composition of winter and spring wheat, spring barley and spring triticale

Badano wpływ trzech herbicydów: Aminopieliku D, Chwastoxu D, Granstaru 75 DF na wartość siewną i skład chemiczny ziarna pszenicy ozimej odmiany Elena, pszenicy jarej odmiany Torca, jęczmienia jarego odmiany Rataj i pszenżyta jarego odmiany Wanad. Określono również zawartość pozostałości substancji biologicznie czynnych użytych preparatów w ziarnie. Obiektami kontrolnymi były poletka nieopryskiwane i niepielone. Otrzymane wyniki wskazują, że tylko Chwastox D zastosowany w pszenicy ozimej istotnie wpływał na obniżenie zdolności kiełkowania ziarna tego gatunku, natomiast żaden z herbicydów nie wpływał istotnie na energię kiełkowania ziarna badanych zbóż. Aminopielik D i Chwastox D istotnie stymulowały wzrost zawartości białka i glutenu w ziarnie pszenicy ozimej, Aminopielik D białka w ziarnie pszenicy jarej, a Granstar 75 DF jęczmienia. Zawartość białka i skrobi w ziarnie jęczmienia była zmienna w latach i zależała od przebiegu pogody w okresie badawczym. Ziarniaki wszystkich gatunków zbóż odchwaszczanych chemicznie nie zawierały żadnych pozostałości substancji biologicznie czynnych (dikamba), lub oznaczone pozostałości nie przekraczały dopuszczalnych wielkości tolerancyjnych.

Słowa kluczowe: gatunki, herbicydy, odmiany, pozostałości substancji biologicznie czynnych, skład chemiczny nasion, wartość siewna nasion

The effect of three herbicides on seed sowing value and chemical composition of grain was studied in winter and spring wheat, spring barley and spring triticale. The following herbicides (and their doses per ha) were used: Aminopielik D — 3 l/ha, Chwastox D — 3 l/ha (for barley and triticale, 5l for spring and winter wheat) and Granstar 75 DF (30 g). The residues of herbicides active substances in seed were analyzed either. Untreated plants served as controls. All the herbicides reduced germination percentage of the final count in all cereals, but there were no differences in the first percentage of germination. Aminopielik D and Chwastox D significantly increased content of protein and gluten in the winter wheat seed, the same did Aminopielik D with protein in the spring wheat seed and Granstar and Granstar 75 DF in barley seed. The protein and starch contents were variable in years as dependent on weather conditions of the vegetation seasons. Seed of all cereals contained no residues of active substances of the used chemicals (dicamba), or an herbicide residue in the seeds was fairly below the accepted limits.

Key words: cultivars, herbicides, seed chemical composition, sowing value, species, residues of herbicides

WSTĘP

Stosowanie herbicydów w ochronie roślin wiąże się z ich wpływem na właściwości fizjologiczne nasion wraz ze zmianą ich żywotności (Grzesiuk, 1973; Ashton i Crafts, 1973; Klimont i Dul, 1998; Klimont i Osińska, 2004), co może powodować obniżenie ich wartości siewnej. Zmniejszenie energii kiełkowania ziarna pszenżyta ozimego odnotowano po wiosennym oprysku tego zboża Arelonem (Romek i Dzienia, 1993). Inni autorzy Kozaczanko i Kosińska (1992) nie stwierdzili ujemnego wpływu herbicydów zastosowanych w zbożach na zdolność kiełkowania zebranych z opryskanych roślin nasion. Z kolei Czkanikow i Sokołow (1973) donoszą o możliwości pozytywnego oddziaływania herbicydów typu regulatorów wzrostu na wartość biologiczną ziarna. Także Klimont (1996) stwierdził, że herbicydy zastosowane do odchwaszczania soi mogą wpływać na poprawę wartości siewnej nasion, natomiast w przypadku dawek zdwojonych tych środków obserwuje się obniżenie wartości tej cechy. Herbicydy według wyników badań Domańskiej i Kłosińskiej-Rycerskiej (1973) oddziałują na procesy tworzenia białka, a tempo jego syntezy może być regulowane zależnie od wysokości wniesionej dawki. Romek i wsp. (1993) w swych badaniach wykazali, że retardanty zastosowane w pszenżycie ozimym obniżają plon białka ogółem i prawie wszystkich aminokwasów w ziarnie, natomiast wysokie nawożenie mineralne wpływa na zwiększenie jego zawartości. Również Płoszyński i wsp. (1991), wykazali, że zarówno preparaty tradycyjne (Aminopielik D i Chwastox D), jak również nowej generacji Glean 75 DF pozytywnie wpływając na plon, jednocześnie obniżają zawartość białka w ziarnie pszenżyta jarego. Badania Piecha i Maciorowskiego (1996) wykazały korzystne oddziaływanie pięciu herbicydów zastosowanych do odchwaszczania pszenżyta ozimego na zawartość białka w ziarnie, a Pawłowska (1996) odnotowała różnice w reakcji odmian pszenżyta jarego Migo i Gabo na środki chwastobójcze pod względem zawartości białka w ziarnie. Wyniki badań Klimonta i Osińskiej (2004) z zastosowaniem trzech herbicydów w zbożach wykazują, że ziarniaki pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego po ich użyciu wykazują tendencję do obniżania energii kiełkowania ziarna, nie zmieniając przy tym zdolności kiełkowania, stymulują zawartość białka i glutenu w ziarnie pszenicy ozimej, białka i lizyny w ziarnie pszenżyta nie wpływając na zawartość białka, skrobi i włókna w ziarniakach jęczmienia.

Pozostałości substancji biologicznie czynnych w nasionach i glebie są jednym z wielu ubocznych skutków stosowania herbicydów. Zawartość pozostałości pestycydów w płodach rolnych przedstawia Dąbrowski (1992), a z przedstawionych danych wynika, że w latach 1986–1990 w badaniach IOR odnotowano tylko 123 przypadki wykrycia przekroczeń maksymalnie dopuszczalnych stężeń pozostałości pestycydów w badanych próbkach, co oznacza zaledwie 0,2% w stosunku do liczby przeprowadzonych analiz. W państwach uprzemysłowionych odsetek ten wynosił w tamtych latach od 2% do 4%, czyli kilkakrotnie więcej niż w Polsce. Badania wielu autorów wykazały, że herbicydy

mogą zostawiać niewielkie, ale zauważalne pozostałości substancji biologicznie czynnych w ziarnie zbóż kłosowych i kukurydzy (Sadowski i in., 1987), grochu (Sumińska i in., 1990) i soi (Klimont, 2000), ale zawsze poniżej dopuszczalnych wartości tolerancyjnych. Z kolei, nie wykryto pozostałości preparatu Quartz (diflufenican) w ziarnie pszenicy jarej, Gasagardu 50 (prometryna), Bładexu 50 WP (cyanazyna), Basagranu (bentazon) w nasionach bobiku (Kostowska i in., 1991). Nie znaleziono również pozostałości Aminopieliku D (2,4D+ dikamba) i Chwastoxu D (MCPA+ dikamba) w ziarniakach pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego (Klimont i Osińska, 2004). Zarówno obecność jak i poziom pozostałości w roślinie zależy między innymi od rodzaju użytej substancji biologicznie czynnej, jej właściwości fizyko-chemicznych, warunków pogodowych w okresie stosowania środka, terminu stosowania oraz warunków glebowych (Briggs, 1984; Kampe, 1979). O istniejących różnicach odmianowych w reakcjach na określony herbicyd w pszenicy donoszą Gabińska (1986) oraz Martin i wsp. (1989), a w przypadku soi Klimont (1998).

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu wybranych herbicydów na wartość siewną i skład chemiczny ziarna pszenicy ozimej i jarej, jęczmienia jarego, pszenżyta jarego oraz określenie w nim poziomu pozostałości substancji biologicznie czynnych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pochodził z doświadczeń prowadzonych w latach 1997–1998 na Polu Doświadczalnym IHAR w Obrazowie koło Sandomierza, w którym określono wpływ herbicydów na plon ziarna i strukturę plonu zbóż. Badaniom laboratoryjnym poddano ziarno pszenicy ozimej odmiany Elena, pszenicy jarej odmiany Torca, jęczmienia jarego odmiany Rataj i pszenżyta jarego odmiany Wanad zebrane z poletek, do odchwaszczania, których stosowano herbicydy: Aminopielik D 3 l/ha (wszystkie gatunki zbóż), Chwastox D 3,0 l/ha jęczmień, pszenżyto i 5 l/ha pszenica ozima i jara, oraz Granstar 75 DF w dawce 30 g/ha stosowany we wszystkich zbożach. Obiektami kontrolnymi były poletka nieopryskiwane żadnymi herbicydami i niepielone.

Corocznie badania były prowadzone w oparciu o 4 oddzielne doświadczenia (pszenica ozima, pszenica jara, jęczmień jary, pszenżyto jare). Każde z wymienionych doświadczeń założono metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 5 m². W warunkach laboratoryjnych oceniano energię i zdolność kiełkowania ziarniaków, odpowiednio po 4 i 8 dniach obydwu form pszenicy i pszenżyta, a jęczmienia po 4 i 7 dniach oraz procent ziarniaków nienormalnie kiełkujących i martwych (wg Polskiej Normy PN-R-65950/94). W ziarniakach pszenic określono zawartość białka i glutenu; jęczmienia białka, skrobi i włókna; pszenżyta białka i lizyny, przy zastosowaniu urządzenia INFRATEC 1255 (Food and Feed Analyzer) Tecator — Szwecja i przeliczono na procentową zawartość w absolutnie suchej masie ziarna. Pozostałości substancji biologicznie czynnych oznaczono w Zakładzie Ekologii i Zwalczania Chwastów IUNG — PIB we Wrocławiu, metodą chromatografii gazowej i cieczonej, a otrzymane wyniki

porównywano z wprowadzonymi w kraju najwyższymi dopuszczalnymi pozostałościami substancji biologicznie czynnej w płodach rolnych (Dziennik Ustaw, 1993).

Obliczeń statystycznych dokonano metodą analizy wariancji, a różnice między średnimi oceniano testem Tukeya przy NIR $\alpha = 0,05$.

Tabela 1

Suma opadów miesięcznych oraz średnia miesięczna temperatura powietrza w okresie wegetacji zbóż
Monthly rainfall and monthly mean air temperature during vegetation of cereals

Miesiąc Month	Lata — Years			
	1996–1997		1997–1998	
	suma opadów (mm) sum of rainfall (mm)	temperatura (°C) temperature (°C)	suma opadów (mm) sum of rainfall (mm)	temperatura (°C) temperature (°C)
Wrzesień September	46,0	10,1	77,7	13,0
Październik October	45,2	9,0	54,9	5,9
Listopad November	34,6	6,0	33,1	3,0
Grudzień December	20,4	-5,3	36,8	1,0
Styczeń January	5,6	-5,6	28,6	0,4
Luty February	25,8	0,8	17,9	3,2
Marzec March	17,1	2,6	28,8	2,5
Kwiecień April	33,2	5,0	91,7	10,6
Maj May	76,6	14,4	57,7	14,4
Czerwiec June	63,6	17,0	116,1	17,9
Lipiec July	148,6	17,7	95,5	18,1
Sierpień August	40,0	18,5	86,8	16,9

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wartość siewna ziarna

Wszystkie zastosowane herbicydy w łanie badanych gatunków zbóż wykazały tendencje w kierunku obniżenia energii kiełkowania ziarna w porównaniu z wariantem kontrolnym (tab. 2).

Tylko po oprysku pszenicy ozimej Chwastoxem D stwierdzono statystycznie istotny spadek zdolności kiełkowania ziarna o 3,2% w porównaniu z wariantem kontrolnym, natomiast pozostałe herbicydy zastosowane w łanie badanych gatunków zbóż działały podobnie i wykazały tylko tendencję do obniżenia wartości tej cechy (tab. 2).

Zastosowane herbicydy nie różnicowały istotnie procentowego udziału ziarniaków kiełkujących nienormalnie i martwych (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ herbicydów na wartość siewną ziarna pszenicy ozimej i jarej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego (średnio 1997–1998)
The effect of herbicides on seed quality of winter and spring wheat, spring barley and spring triticale (mean for 1997–1998)

Gatunki Species	Herbicydy Herbicides	Dawki Doses (l/ha.) (g/ha)	Cechy — Features			
			energia kielkowaniaem emergence first count (%)	zdolność kielkowania emergencje final count (%)	ziarniki nienormalnie kielekujące abnormally germinating seeds (%)	ziarniki martwe dead seeds (%)
Pszenica ozima (odm. Elena)	kontrola — control Aminopielik D Chwastox D	0 3,0 l 5,0 l	90,4 90,4 89,4	95,0 93,5 91,8	2,1 2,9 3,4	2,9 3,6 4,8
Winter wheat (cv. Elena)	Granstar 75 DF NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	30 g	88,9 r.n.; n.s.	92,1 3,1	2,4 r.n.; n.s.	5,5 r.n.; n.s.
Pszenica jara (odm. Torka)	kontrola — control Aminopielik D Chwastox D	0 3,0 l 5,0 l	93,9 93,1 93,8	95,0 94,2 95,0	2,3 2,4 2,5	3,7 3,4 2,5
Spring wheat (cv. Torka)	Granstar 75 DF NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	30 g	93,1 r.n.; n.s.	94,1 r.n.; n.s.	2,8 r.n.; n.s.	3,1 r.n.; n.s.
Jęczmień jary (odm. Rataj)	kontrola — control Aminopielik D Chwastox D	0 3,0 l 3,0 l	92,1 89,5 90,1	92,2 89,9 90,2	3,9 6,1 4,8	3,9 4,0 5,0
Spring barley (cv. Rataj)	Granstar 75 DF NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	30 g	90,6 r.n.; n.s.	90,6 r.n.; n.s.	5,1 r.n.; n.s.	4,3 r.n.; n.s.
Pszenżyto jare (odm. Wanad)	kontrola — control Aminopielik D Chwastox D	0 3,0 l 3,0 l	94,1 93,1 93,8	94,4 92,1 94,0	2,9 3,6 2,2	2,7 4,3 3,8
Spring triticale (cv. Wanad)	Granstar 75 DF NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	30 g	92,1 r.n.; n.s.	92,4 r.n.; n.s.	3,8 r.n.; n.s.	3,8 r.n.; n.s.

r.n. — Różnice nie istotne; n.s. Non — significant differences

Skład chemiczny ziarniaków

Dwa herbicydy Aminopielik D i Chwastox D zastosowane w łanie pszenicy ozimej wpływały istotnie na wzrost zawartości białka i glutenu w ziarniakach w porównaniu wariantem kontrolnym (tab. 3). Wzrost zawartości białka zarówno w przypadku zastosowania Aminopieliku D jak i Chwastoxu D nie przekraczał jednak jednego procenta. Z kolei przyrost zawartości glutenu w ziarnie zebranym z opryskiwanych obiektów w stosunku do kontroli wyniósł po użyciu Aminopieliku D — 2,46%, Chwastoxu D — 3,15%. Oprysk pszenicy ozimej Granstarem 75 DF skutkował istotnym obniżeniem zawartości białka i glutenu w ziarnie w porównaniu do ziarniaków zebranych z roślin opryskanych Aminopielikiem D i Chwastoxem D, nie różnicował natomiast zawartości tych składników w porównaniu z wariantem kontrolnym.

W ziarnie pszenicy jarej Aminopielik D istotnie wpływał na procentowy przyrost zawartości białka powodując wzrost o 0,74%, nie zmieniając przy tym istotnie zawartości glutenu. Warunki pogodowe w 1998 roku sprzyjały gromadzeniu białka i glutenu w ziarniakach pszenicy ozimej i jarej (tab. 4). Badania wykazały, że ziarniki jarej formy

pszenicy jarej odm. Torka w obu latach badań niezależnie od herbicydów zawierały więcej białka i glutenu niż formy ozimej odm. Elena.

Tabela 3

Wpływ herbicydów na skład chemiczny ziarna pszenicy ozimej i jarej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego (średnio 1997–1998)
The effect of herbicides on chemical composition of winter and spring wheat, spring barley and spring triticale (mean for 1997–1998)

Gatunki Species	Herbicydy Herbicides	Dawki Doses (l/ha) (g/ha)	Cechy — Features				
			białko protein %	gluten gluten %	lizyna lysine g/kg	skrobia starch (%)	włókno fibre (%)
Pszenica ozima (odm. Elena) Winter wheat (cv. Elena)	Kontrola — Control	0	13,65	31,40	—	—	—
	Aminopielik D	3,0 l	14,37	33,86	—	—	—
	Chwastox D	5,0 l	14,26	34,55	—	—	—
	Granstar 75 DF	30 g	13,40	30,30	—	—	—
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		0,60	2,39			
Pszenica jara (odm. Torka) Spring wheat (cv. Torka)	Kontrola — Control	0	14,77	37,56	—	—	—
	Aminopielik D	3,0 l	15,51	38,79	—	—	—
	Chwastox D	5,0 l	14,40	36,72	—	—	—
	Granstar 75 DF	30 g	14,89	38,34	—	—	—
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		0,63	r.n.; n.s.			
Jęczmień jary (odm. Rataj) Spring barley (cv. Rataj)	Kontrola — Control	0	13,00	—	—	59,04	5,67
	Aminopielik D	3,0 l	13,01	—	—	58,85	5,64
	Chwastox D	3,0 l	13,02	—	—	58,49	5,85
	Granstar 75 DF	30 g	13,65	—	—	58,09	5,84
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		0,62			r.n.; n.s.	r.n.; n.s.
Pszenżyto jare (odm. Wanad) Spring triticale (cv. Wanad)	Kontrola — Control	0	12,16	—	4,63	—	—
	Aminopielik D	3,0 l	12,14	—	4,71	—	—
	Chwastox D	3,0 l	12,11	—	4,61	—	—
	Granstar 75 DF	30 g	11,69	—	4,48	—	—
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		r.n.; n.s.		r.n.; n.s.		

r.n. — różnice nie istotne; n.s. — non significant differences

Zawartość białka, skrobi i włókna w ziarniakach jęczmienia nie ulegała istotnym zmianom pod wpływem zastosowanych herbicydów zarówno w odniesieniu do kontroli, jak we wzajemnych relacjach między sobą, z wyjątkiem Granstaru 75 DF, który istotnie wpływał na wzrost zawartości białka w odniesieniu do kontroli (tab. 3).

Oceniano również wpływ przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji zbóż na skład chemiczny nasion (tab. 1 i 4). Ziarniaki jęczmienia zawierały więcej o 1,13% białka w bogatym w opady i ciepłym 1998 roku niż w chłodniejszym 1997 roku, który jednocześnie sprzyjał gromadzeniu skrobi — wzrost o 1,69%, (tab. 4).

Zawartość włókna w ziarniakach jęczmienia również zależała od przebiegu pogody w czasie wegetacji i była istotnie wyższa w 1998 roku niż w 1997 roku (tab. 4).

Wszystkie herbicydy zastosowane do odchwaszczania pszenżyta nie wpływały istotnie na zawartość białka i lizyny w ziarniakach zebranych z opryskiwanych roślin (tab. 3). Zawartość białka w ziarniakach pszenżyta w dużym stopniu zależała od przebiegu pogody w latach prowadzenia doświadczenia (tab. 1 i 4). W ciepłym i obfitym w opady (czerwiec, początek lipca) 1998 roku ziarniaki gromadziły więcej białka i lizyny.

Zawartość oznaczonych składników ziarna pszenicy ozimej i jarej jęczmienia jarego i pszenżyta jarego w zależności od roku zbioru (%)

Chemical composition of winter and spring wheat, spring barley and spring triticale seeds (%) depending on year of harvest (%)

Lata Years	Pszenica ozima (odm. Elena) Winter wheat (cv. Elena)		Pszenica jara (odm. Torka) Spring wheat (cv. Torka)		Jęczmień jary (odm. Rataj) Spring barley (cv. Rataj)			Pszenżyto jare (odm. Wanad) Spring triticale (cv. Wanad)	
	białko protein (%)	gluten gluten (%)	białko protein (%)	gluten gluten (%)	białko protein (%)	skrobia starch (%)	włókno fibre (%)	białko protein (%)	lizyna lysine (%)
	1997	13,49	30,90	14,51	36,07	12,61	59,46	5,58	11,69
1998	14,50	34,16	15,05	39,49	13,74	57,77	5,92	12,36	4,70
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,69	2,58	0,52	2,79	0,55	0,85	0,31	0,61	0,15

Zawartość pozostałości substancji biologicznie czynnych w ziarnie

Ziarniaki wszystkich badanych gatunków zbóż odchwaszczanych chemicznie z zastosowaniem Aminopieliku D (2,4D + dikamba), Chwastoxu D (MCPA + dikamba) nie zawierały wcale, bądź zawierały pozostałości substancji biologicznie czynnych w ilościach nieprzekraczających najwyższych dopuszczalnych pozostałości w ziarnie przy oznaczalności w.w. związków (tab. 5); (Dz. U. 1993; Nr 104):

oznaczalność	najwyższa dopuszczalna pozostałość w ziarnie zbóż
—2,4 D — 0,0002 mg·kg ⁻¹	—0,2 mg·kg ⁻¹
—MCPA — 0,002 mg·kg ⁻¹	—0,1 mg·kg ⁻¹
—dikamba — 0,0002 mg·kg ⁻¹	—0,05 mg·kg ⁻¹

Pozostałości sulfmetonmetylu (Granstar 75 DF) nie oznaczono, gdyż dostępne metody w kraju są mało czułe i nikt dotychczas nie wykonał oznaczeń pozostałości sulfonocmoczników.

Pozostałości dikamby, która jest substancją biologicznie czynną Aminopieliku D i Chwastoxu D nie wykryto w ziarniakach żadnego gatunku zbóż i w żadnym roku badań.

Pozostałości 2,4 D wynosiły przeciętnie 0,0010 mg·kg⁻¹ w ziarniakach pszenicy ozimej, 0,0020 mg·kg⁻¹ pszenicy jarej i jęczmienia oraz 0,0040 mg·kg⁻¹ pszenżyta. Substancja ta pozostawiła minimalne resztki w ziarniakach badanych gatunków zbóż, tylko w drugim roku badań (1998), z wyjątkiem pszenicy jarej, u której w ziarnie stwierdzono pozostałości w obydwu latach. Znalezione minimalne pozostałości 2,4 D w ziarnie są średnio 200-krotnie niższe w pszenicy ozimej, 100-krotnie w pszenicy jarej i jęczmieniu, 50-krotnie w pszenżycie niż najwyższe dopuszczalne pozostałości.

MCPA stosowany do oprysku zbóż wykryto w ziarniakach wszystkich chronionych gatunków, ale w różnych ilościach. Najwięcej pozostałości tej substancji zawierały ziarniaki jęczmienia, (0,0200 mg·kg⁻¹), ale była to wartość 5 razy mniejsza niż dopuszcza tolerancja. Mniej w porównaniu do jęczmienia pozostałości zawierały ziarniaki pszenżyta i pszenicy ozimej (odpowiednio 0,0090 mg·kg⁻¹ i 0,0080 mg·kg⁻¹), tj. 11,1 i 12,5-krotnie mniej niż dopuszczalne wielkości tolerancyjne, najmniej ziarniaki pszenicy jarej (0,0020 mg·kg⁻¹), tj. 50 razy mniej niż dopuszcza norma. Z wyjątkiem pszenicy jarej, w której

nasionach nie wykryto MCPA w 1998 roku, pozostałości tej substancji stwierdzono w ziarnie każdego z badanych gatunków zbóż w każdym roku prowadzenia eksperymentu.

Osadzanie pozostałości substancji biologicznie czynnych zastosowanych herbicydów w ziarniakach zależało głównie od rodzaju użytego środka i gatunku bądź formy zboża (ozima lub jara).

Tabela 5

Zawartość pozostałości substancji biologicznie czynnych w ziarnie pszenicy ozimej i jarej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego w latach zbioru i średnio 1997–1998 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
The content of herbicide residues in seeds of winter and spring wheat, spring barley and spring triticale depending of the year of harvest and the means of the period 1997–1998 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Herbicyd Herbicide	Substancja biologicznie czynna Active agent of herbicide	Pszenica ozima (odm. Elena) Winter wheat (cv. Elena)		Pszenica jara (odm. Torka) Spring wheat (cv. Torka)		Jęczmień jary (odm. Rataj) Spring barley (cv. Rataj)		Pszenżyto jare (odm. Wanad) Spring triticale (cv. Wanad)		\bar{x}				
		lata years		lata years		lata years		lata years						
		1997	1998	\bar{x}	1997	1998	\bar{x}	1997	1998	\bar{x}	1997	1998	\bar{x}	
		Kontrola Control	2,4D MCPA dikamba	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
Aminopielik D	2,4D dikamba	n.w.	0,0020	0,0010	0,0020	0,0020	0,0020	n.w.	0,0040	0,0020	n.w.	0,0080	0,0040	0,00225
Chwastox D	MCPA dikamba	0,0060	0,0100	0,0080	0,0040	n.w.	0,0020	0,0220	0,0180	0,0200	0,0060	0,0120	0,0090	0,00975

n.w. — Nie wykryto pozostałości substancji biologicznie czynnej; Not contain residues of active substances

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wskazują, że niezależnie od lat badań wszystkie użyte do odchwaszczania herbicydy wykazały tendencje do obniżenia energii i zdolności kiełkowania każdego z badanych gatunków zbóż, tylko Chwastox D zastosowany w pszenicy ozimej istotnie zmniejszył zdolność kiełkowania ziarniaków tego gatunku. Liczne dane literaturowe dotyczące oceny wartości siewnej zbóż wskazują na ujemne oddziaływanie herbicydów na obydwie wymienione cechy oceny wartości siewnej zbóż (Grzesiuk, 1973; Asthon i Crafts, 1973; Klimont i Dul, 1998; Klimont i Osińska, 2004). Użyte w doświadczeniu herbicydy nie wpływały na procentowy udział siewek kiełkujących nienormalnie i nasion martwych w poddanym analizom ziarnie, co potwierdzają badania prowadzone na jęczmieniu przez Klimonta i Dul (1998) oraz Klimonta i Osińską (2004) na pszenicy ozimej, jęczmieniu jarym i pszenżycie jarym. Herbicydy Aminopielik D i Chwastox D istotnie stymulowały wzrost zawartości białka i glutenu w ziarniakach pszenicy ozimej, w przypadku pszenicy jarej zawartość glutenu nie uległa zmianie po użyciu stosowanych herbicydów, natomiast stwierdzono wzrost zawartości białka w ziarniakach po użyciu Aminopieliku D. Zawartość skrobi i włókna w ziarnie jęczmienia nie uległa istotnym zmianom pod działaniem stosowanych herbicydów. Po zastosowaniu Granstaru 75 DF nastąpił w porównaniu do obiektu kontrolnego i sto-

sowanych Aminopieliku D oraz Chwastoxu D istotny wzrost zawartości białka. Rozpatrując zawartość białka i skrobi w ziarnie jęczmienia zauważono, że te które zawierały więcej białka zawierały jednocześnie mniej skrobi, wystąpiła zatem odwrotna zależność między zawartością białka i skrobi w ziarniakach. Również zawartość białka i lizyny w ziarnie pszenżyta nie zmieniała się istotnie pod wpływem każdego z zastosowanych do odchwaszczania preparatów. Odmienne wyniki badań otrzymali w pszenżycie ozimym Piech i Maciorowski (1996) oraz Klimont i Osińska (2004) w pszenżycie jarym, wykazując korzystne oddziaływanie herbicydów na zawartość białka. Pawłowska (1996) odnotowała z kolei różnice odmianowe u pszenżyta jarego w reakcji na użyte herbicydy pod względem zawartości białka w ziarnie. Natomiast Płoszyński i in. (1991) udowodnił, że herbicydy Aminopielik D i Chwastox D korzystnie wpływając na plon ziarna odchwaszczanych nimi zbóż, jednocześnie obniżają poziom białka. Warunki pogodowe występujące w latach prowadzenia doświadczenia różnicowały istotnie procentowy udział wszystkich składników zawartych w ziarnie każdego z gatunków zbóż będących przedmiotem eksperymentu. Zmiany jakości ziarna w pszenicy ozimej na skutek różnic pogodowych w latach zaobserwowali Podolska i Stankowski (2001); w pszenicy ozimej, jęczmieniu jarym i pszenżycie jarym Klimont i Osińska (2004), a różnice w zawartości białka i tłuszczu w nasionach soi Klimont (1998). Otrzymane rezultaty wskazały, że ziarniaki poszczególnych gatunków nie zawierały wcale bądź zawierały substancje biologicznie czynne użytych preparatów w ilościach nieprzekraczających najwyższej dopuszczalnej pozostałości. Badania wykazały, że dikamba, która jest substancją biologicznie czynną zarówno Aminopieliku D, jak i Chwastoxu D nie osadziła się w ziarnie żadnego z badanych gatunków zbóż w obydwu latach badań. Pozostałości 2,4D w ziarniakach badanych gatunków zbóż były minimalne i 50 razy (pszenżyto), 100 razy (pszenica jara i jęczmień), 200 razy (pszenica ozima) niższe niż wartość graniczna określona dla Polski (Dziennik Ustaw, 1993), tj. $0,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, nie przekraczając jednocześnie o wiele surowszych norm obowiązujących w Niemczech, tj. $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Bundesgesetzblatt 1989; Rückstande..., 1969) i Belgii $0,05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Moniteur Belge, 1969). Chwastox D, którego s.b.cz. jest MCPA zostawiał wykrywalne resztki pozostałości w ziarnie zbóż w większych ilościach niż 2,4D z wyjątkiem pszenicy jarej, gdzie ilości oznaczonych pozostałości obydwu substancji biologicznie czynnych, tj. 2,4D i MCPA były identyczne. Podobnie jak w przypadku 2,4D ilość pozostałości s.b.cz. MCPA nie przekraczała dopuszczalnej wielkości tolerancyjnej, obowiązującej w Polsce tj. $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Dziennik Ustaw, 1993), jak również w Niemczech — $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Bundesgesetzblatt 1989; Rückstande..., 1969), czy Belgii $0,05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Moniteur Belge, 1969). Prowadzone badania wykazały, że ilości osadzanych pozostałości s.b.cz w ziarniakach zależały głównie od rodzaju użytego preparatu i gatunku zboża. Stwierdzono, że wszystkie gatunki zbóż, z wyjątkiem pszenicy jarej, zdecydowanie więcej osadzają pozostałości MCPA niż 2,4D w ziarnie tj. jęczmień jary 10 razy więcej, pszenica ozima 8 razy, pszenżyto 2,2 razy, a ziarniaki pszenicy jarej gromadzą równe ilości pozostałości s.b.cz obydwu preparatów. Zauważono również, że forma jara pszenicy gromadzi w ziarniakach więcej pozostałości obydwu substancji biologicznie czynnych niż forma ozima tego zboża. Na osadzanie pozostałości w ziarnie zbóż wpływały również warunki atmosferyczne w okresie

wegetacji. Przebieg pogody w 1998 roku sprzyjał gromadzeniu większej ilości pozostałości w ziarnie formy ozimej pszenicy niż w roku 1997, natomiast forma jara pszenicy oraz jęczmień jary i pszenżyto jare więcej pozostałości 2,4D osadziły w 1998 roku, a MCPA w roku 1997. Według wielu badaczy poziom pozostałości herbicydów w roślinach zależy od s.b.cz. jej właściwości chemicznych, warunków pogodowych w okresie stosowania środka, terminu jego stosowania i warunków glebowych (Briggs, 1984; Kampe, 1979). O istniejących różnicach odmianowych w reakcji na określony herbicyd w pszenicy donosi Gabińska (1986) oraz Martin i wsp. (1989), a w soi Klimont (2000). Wyniki doświadczeń Klimonta i Osińskiej (2004) z zastosowaniem herbicydów do odchwaszczania łąnu pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego pokazały, że ziarniaki badanych gatunków zbóż nie zawierały żadnych pozostałości substancji biologicznie czynnych w żadnym roku badań.

WNIOSKI

1. Spośród zastosowanych herbicydów jedynie Chwastox D obniżał istotnie zdolność kiełkowania ziarniaków pszenicy ozimej odm. Elena. Pozostałe herbicydy nie miały wpływu na tę cechę
2. Aminopielik D i Chwastox D istotnie stymulowały wzrost zawartości białka i glutenu w ziarnie pszenicy ozimej odm. Elena, Aminopielik D białka w ziarnie pszenicy jarej odm. Torka, Granstar 75 DF jęczmienia odm. Rataj, natomiast żaden z herbicydów nie wpływał na zmianę procentowej zawartości skrobi i włókna w ziarnie jęczmienia odm. Rataj oraz białka i lizyny w ziarnie pszenżyta odm. Wanad.
3. Skład chemiczny ziarniaków badanych gatunków zbóż zależał od przebiegu pogody w latach badań.
4. Ziarno badanych gatunków zbóż nie zawierało żadnych pozostałości substancji biologicznie czynnych (zastosowanych herbicydów), lub oznaczone pozostałości nie przekraczały dopuszczalnej wielkości tolerancyjnej. Wśród tych ostatnich wystąpiły różnice w ilości osadzonej substancji biologicznie czynnej w zależności od rodzaju użytego preparatu, gatunku zboża oraz przebiegu pogody w latach badań.

LITERATURA

- Ashton F., Crafts A. 1973. Mode of action of herbicides. A. Wiley InterScience Publication, New York.
- Briggs G. 1984. Factors affecting uptake of soil — applied chemicals by plants and other organisms. Soil and Crop Protection Chemicals Monograph No. 27, Proc. of Symp. Wye College, Kent, 11th and 12th July 35 — 48.
- Bundesgesetzblatt. 1989. Teil I Nr 49. Ausgegeben zum Bonn, 27 October.
- Czkanikow D., Sokołow M. 1973. Gierbicidnoje diejstwije 2, 4 D i drugih galoidfienoksikislot. Izd. „Nauka”, Moskva.
- Dąbrowski J. 1992. Obraz skażeń pozostałościami pestycydów upraw rolnych w Polsce w latach 1986–1990. Mat. XXXII Sesji Nauk. IOR Cz. I Referaty, Poznań: 186 — 209.
- Domańska H., Kłosińska-Rycerska B. 1973. Kilka uwag dotyczących mechanizmu działania herbicydów w powiązaniu z ich wpływem na przebieg fotosyntezy i przemiany białkowe. Post. Nauk Roln., Nr 3; 36 — 44.
- Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej. 1993. Nr 104, Warszawa.

- Gabińska K. 1986. Tolerancja odmian pszenicy ozimej na herbicydy. Mat. XXVI Sesji Nauk. IOR Cz. II Postery Poznań: 47 — 53.
- Grzesiuk S., 1973. Uboczny wpływ pestycydów na wartość biologiczną nasion. Post. Nauk Roln., 3 (140): 45 — 60.
- Kampe W. 1979. Zur Frage der Herbizidrückstände in Böden und im Erntegut von Getreide. Gesunde Pflanzen., 4: 96 — 101.
- Klimont K. 1996. Wpływ herbicydów na wartość siewną nasion soi. Biul. IHAR 198: 127 — 132.
- Klimont K. 1998. Wpływ herbicydów na zawartość białka i tłuszczu w nasionach soi. Biul. IHAR 208: 141 — 148.
- Klimont K., Dul S. 1998. Ocena chwastobójczego działania preparatu Lintur 70 WG oraz jego wpływ na plon i wartość siewną ziarna jęczmienia jarego. Biul. IHAR 207; 93 — 98.
- Klimont K. 2000. The effect of herbicides on their active ingredient residues in soybean seeds. Plant Breeding and Seed Science, Vol. 44. No. 1: 39 — 43.
- Klimont K., Osińska A. 2004. Wpływ herbicydów na wartość siewną i zawartość niektórych składników w ziarnie pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego. Biul. IHAR 233: 49 — 58.
- Kostowska B., Sadowski J., Głabiszewski J., Kiepuł J. 1991. Wyniki badań lizometrycznych nad przemieszczaniem i wpływem na plon niektórych herbicydów stosowanych w kukurydzy, pszenicy jarej i bobiku. Cz. II. Pozostałości w warunkach przesiąkowych, w glebie i roślinie. Mat. XXXI Sesji Nauk. IOR. Cz. II Postery: 147 — 151.
- Kozaczenko H., Kasińska M., 1992. Badania nad biologiczną aktywnością kilku nowych herbicydów stosowanych w bobiku. Acta Acad. Agricult Tech. Olt., Agricultura 54: 253 — 260.
- Martin D. A., Miller S. D., Alley H. P. 1989. Winter wheat (*Triticum aestivum*) response to herbicides applied at three growth stages. Weed Technology 3 (1): 90 — 94.
- Moniteur Belge. 1969. Anne N.33.15 Fevrier.
- Pawłowska I. 1996. Reakcja odmian pszenżyta jarego na wybrane herbicydy. Symp. Nauk. Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta. Międzyzdroje: 75.
- Piech M., Maciorowski R. 1996. Reakcja odmian pszenżyta ozimego na herbicydy. Symp. Nauk. "Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta". Międzyzdroje: 78.
- Płoszyński M., Pawłowska J., Dietrych-Szostak D. 1991. Wpływ herbicydów na plon i zawartość białka w ziarnie pszenżyta jarego uprawianego na różnych kompleksach glebowych. Mat. Sesji Nauk. IOR cz. II: 120 — 123.
- Podolska G., Stankowski S. 2001. Plonowanie i jakość pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. Biul. IHAR 218/219: 127 — 136.
- Polska Norma 1994. Materiał siewny. Metody badania nasion. (PN-R-65950/94) Wyd. PKN. Warszawa.
- Romek B., Dzienia S. 1993. Efektywność herbicydów stosowanych w pszenżycie ozimym. Mat. Sympozjum Nauk. Biologia i uprawa pszenżyta. Międzyzdroje: 58.
- Romek B., Dzienia S., Szczyżko D. 1993. Wpływ retardantów wzrostu i nawożenia mineralnego na plon i jakość białka w ziarnie pszenżyta ozimego. Mat. Sympozjum Nauk. Biologia i uprawa pszenżyta. Międzyzdroje: 59.
- Rückstände von Pflanzen und Vierratsschutzmitteln in Lebensmitteln. 1969.
- Sadowski J., Rola J., Król Z. 1987. Starane i jego pozostałości w zbożach, kukurydzy, trawach. Mat. XXVII Sesji Nauk. IOR. Cz. II. Postery. Poznań: 207 — 209.
- Sumiśławska J., Kostowska B., Sadowski J., Badowski N. 1990. Rozkład i pozostałości graminydów stosowanych w uprawie grochu. Mat. XXX Sesji Nauk. IOR Cz. 2 Postery II: 179 — 183.