

ISBN 83-895-76-23-6

**INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA**  
**PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**  
INSTITUTE OF SOIL SCIENCE AND PLANT CULTIVATION  
STATE RESEARCH INSTITUTE

---



Krzysztof Domaradzki

EFEKTYWNOŚĆ REGULACJI  
ZACHWASZCZENIA ZBÓŻ  
W ASPEKCIE OGRANICZENIA DAWEK  
HERBICYDÓW ORAZ WYBRANYCH  
CZYNNIKÓW AGROEKOLOGICZNYCH

MONOGRAFIE  
I ROZPRAWY  
NAUKOWE

17

---

PUŁAWY

2006

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY  
INSTITUTE OF SOIL SCIENCE AND PLANT CULTIVATION  
STATE RESEARCH INSTITUTE

Dyrektor: prof. dr hab. *Seweryn Kukula*

Redaktor: doc. dr hab. *Janusz Podleśny*

Recenzent: prof. dr hab. *Zenon Woźnica*

Opracowanie redakcyjne i techniczne: dr *Irena Marcinkowska*

Nakład 150 egz., B-5, zam. 87/F/06  
Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG - PIB w Puławach  
tel. (081) 8863421 w. 301 i 307; fax (081) 8864547  
e-mail: [iung@iung.pulawy.pl](mailto:iung@iung.pulawy.pl); <http://www.iung.pulawy.pl>

Krzysztof Domaradzki

EFEKTYWNOŚĆ REGULACJI ZACHWASZCZENIA ZBÓŻ  
W ASPEKCIE OGRANICZENIA DAWEK HERBICYDÓW  
ORAZ WYBRANYCH CZYNNIKÓW AGROEKOLOGICZNYCH



*Moim Rodzicom,  
Żonie oraz Córce  
pracę niniejszą poświęcam*



## SPIS TREŚCI

1. WSTĘP I CEL BADAŃ .....	9
2. PRZEGLĄD LITERATURY .....	11
2.1. Zbiorowiska chwastów segetalnych i kierunki ich przemian .....	11
2.2. Szkodliwość chwastów .....	12
2.3. Herbicydy w rolnictwie i zmiany koncepcji ich stosowania .....	15
2.4. Wpływ herbicydów na jakość plonów i środowisko .....	18
3. METODYKA .....	19
3.1. Charakterystyka wykonanych doświadczeń .....	19
3.1.1. Doświadczenia polowe .....	19
3.1.2. Doświadczenia mikropoletkowe .....	20
3.1.3. Doświadczenia wazonowe .....	20
3.2. Charakterystyka badanych herbicydów .....	21
3.3. Ocena działania herbicydów .....	22
3.3.1. Ubytek liczby chwastów .....	22
3.3.2. Ubytek świeżej masy chwastów .....	25
3.4. Określenie plonowania .....	25
3.5. Analizy laboratoryjne .....	25
3.6. Statystyczne opracowanie wyników .....	26
3.7. Nazewnictwo chwastów .....	26
4. OMÓWIENIE WYNIKÓW .....	29
4.1. Ocena wpływu wybranych czynników agroekologicznych na skuteczność chwastobójczą zróżnicowanych dawek herbicydów .....	29
4.1.1. Stan zachwaszczenia łąnu .....	29
4.1.1.1. Skuteczność herbicydów w zbiorowiskach zachwaszczonych gatunkami dwuliściennymi .....	29
4.1.1.2. Skuteczność herbicydów w zbiorowiskach zachwaszczonych <i>Apera spica-venti</i> i gatunkami dwuliściennymi. ....	37
4.1.2. Stopień zachwaszczenia łąnu .....	42
4.1.3. Gatunek chwastu .....	44
4.1.4. Faza rozwojowa chwastu .....	54
4.1.5. Obsada i stan rośliny uprawnej .....	65
4.1.6. Dodatek adiuwanta .....	66
4.1.7. Aplikacja pojedynczego herbicydu lub mieszaniny środków .....	68
4.2. Ocena zachowania się herbicydów w roślinie i glebie .....	72

4.2.1. Wpływ rodzaju herbicydu na poziom pozostałości substancji aktywnych w materiale roślinnym i glebie .....	72
4.2.2. Wpływ wybranych czynników na poziom pozostałości substancji aktywnych .....	81
4.2.2.1. Dawka herbicydu .....	81
4.2.2.2. Forma rośliny uprawnej .....	83
4.2.2.3. Aplikacja pojedynczego środka lub mieszaniny herbicydowej .....	83
4.2.2.4. Termin stosowania herbicydu .....	85
5. DYSKUSJA .....	89
5.1. Skuteczność zróżnicowanych dawek herbicydów w łąkach o różnym stanie zachwaszczenia .....	90
5.2. Wpływ wybranych czynników agroekologicznych na skuteczność chwastobójczą herbicydów .....	94
5.3. Pozostałości herbicydów w roślinie i glebie .....	98
6. WNIOSKI .....	101
7. LITERATURA .....	103
8. STRESZCZENIE .....	110
9. ABSTRACT .....	111



## 1. WSTĘP I CEL BADAŃ

Zboża od dawna zdecydowanie dominują w strukturze zasiewów w Polsce, osiągając w ostatnich latach poziom ponad 70% (tab. 1). Zjawisko wzrostu areалу tej grupy roślin postępuje od końca lat osiemdziesiątych XX w., ze szczególnym nasileniem tego procesu od połowy lat dziewięćdziesiątych (98). Spowodowane jest to spadkiem opłacalności produkcji, a co za tym idzie znacznym ograniczeniem powierzchni niektórych upraw, jak np. roślin pastewnych, strączkowych, włóknistych, czy w nieco mniejszym stopniu ziemniaków. Wiele gospodarstw zaczęło specjalizować się w uprawie dwóch – trzech gatunków roślin. Tak znaczny udział zbóż w powierzchni upraw polowych prowadzi w praktyce do zaniechania prawidłowego zmianowania oraz uprawy roślin zbożowych na tym samym polu przez kilka lat, co powoduje wzrost ich zachwaszczenia.

Tabela 1

Udział zbóż w strukturze zasiewów w latach 1950–2004 (98)  
Participation of cereals in sowing structure in the years 1950–2004

Lata Years	Powierzchnia zasiewów ogółem Total sowing area (ha)	Udział zbóż w strukturze zasiewów (%) Participation of cereals in sowing structure (%)
1950	15010	63,3
1960	15321	60,2
1970	14961	55,8
1980	14511	54,1
1990	14242	59,9
1995	12892	66,5
2000	12408	71,0
2002	10764	77,0
2004	10889	74,4

Pomimo zwiększenia areálu zbóż nie obserwuje się znaczącego wzrostu ich plonowania. Porównując średnie plony w okresie ostatnich 10-15 lat można zauważyć tylko niewielkie różnice, uwarunkowane raczej czynnikami pogodowymi niż następstwem zmian w technologii produkcji (tab. 2).

W Polsce na wysokość uzyskiwanych plonów zbóż bardzo duży wpływ ma właściwa ochrona plantacji, zwłaszcza przed konkurencją ze strony chwastów. Według J. H. R o l ó w (110) nie wyeliminowane z łanu chwasty, nawet w przypadku średniego nasilenia (20-30% pokrycia gleby) mogą obniżyć plon pszenicy o około 15%. Poza stratami plonu chwasty utrudniają zbiór mechaniczny, zwiększają wyleganie oraz powodują zanieczyszczenie i wzrost wilgotności ziarna (2). W latach dziewięćdziesiątych XX w. na polach uprawnych zbóż odnotowano wzrost zachwaszczenia od 5 do 12% w porównaniu ze stanem z pierwszej połowy lat osiemdziesiątych XX w. Sytuacja ta spowodowana była między innymi przez: uproszczenia w agrotechnice i zmianowaniu, upowszechnienie zbioru zbóż za pomocą kombajnów oraz często nieprawidłowy dobór herbicydów i wadliwą technikę ich stosowania (108).

Tabela 2

Średnie plony zbóż w Polsce w latach 1946–2004 (98)  
Average cereals yielding in Poland in the years 1946–2004

Wyszczególnienie Specification	Lata; Years							
	1946	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2004
Średni plon w t · ha <sup>-1</sup> Average yielding in t · ha <sup>-1</sup>	0,90	1,27	1,61	1,96	2,35	3,32	2,56	3,55

W nowoczesnym rolnictwie herbicydy zajęły stałe miejsce w technologiach produkcji poszczególnych gatunków roślin, o czym świadczy fakt, że ponad połowa środków chemicznych używanych w ochronie należy właśnie do tej grupy (47). W ostatnich latach nastąpiła wyraźna zmiana poglądów dotyczących ochrony przed chwastami. Efektem tego było pojawienie się na początku lat dziewięćdziesiątych XX w. koncepcji regulacji zachwaszczenia (93, 40, 131, 141), która wyparła pojęcia „walki z chwastami” lub „zwalczania chwastów”. Nowe spojrzenie na problem eliminacji zagrożenia ze strony chwastów polegało na takim sposobie stosowania herbicydów, aby osłabić kondycję chwastów, zaburzyć ich kwitnienie i owocowanie oraz ograniczyć liczebność gatunków szkodliwych do poziomu nie zagrażającego stabilnemu plonowaniu rośliny uprawnej (32).

Efektem zmiany poglądów dotyczących ochrony roślin było powstanie koncepcji rolnictwa zrównoważonego, propagującego stosowanie środków ochrony roślin, w tym również i herbicydów, w niższych dawkach, w sposób bardziej racjonalny i bezpieczny dla konsumenta oraz środowiska. Ponadto rolnictwo zrównoważone postuluje ochronę zdolności ekosystemów do wytwarzania pełnowartościowych produktów bez ich degradacji, a także gospodarowanie umożliwiające wykorzystanie potencjału zasobów naturalnych środowiska do odnawiania się oraz ograniczenie do koniecznego minimum stosowania środków ochrony roślin i nawozów (42, 77, 94).

Celem podjętych badań było określenie:

- czy w warunkach polskiego rolnictwa można stosować herbicydy w dawkach zmniejszonych w porównaniu z zalecanymi?
- do jakiego poziomu można zmniejszyć dawki poszczególnych herbicydów, aby nie spowodować znaczącego spadku skuteczności ich działania?
- jaki będzie wpływ stosowania niższych niż zalecane dawek herbicydów na plonowanie zbóż?
- jakie czynniki decydują o efektywności zabiegu herbicydowego i jaki będzie ich wpływ na skuteczność zredukowanych dawek herbicydów?
- czy zmniejszenie dawek środków chwastobójczych spowoduje spadek pozostałości substancji aktywnych, a przez to może zmniejszyć ich ujemne oddziaływanie na środowisko i konsumentów produktów roślinnych?

Celem niniejszej pracy jest analiza skuteczności regulacji zachwaszczenia zbóż z uwzględnieniem ograniczenia dawek stosowanych herbicydów wraz z oceną ich zachowania się w roślinach i glebie, na tle wybranych czynników agroekologicznych.

W przeprowadzonych badaniach uwzględniono:

- ocenę skuteczności zróżnicowanych dawek herbicydów stosowanych w różnych zbiorowiskach segetalnych;
- analizę wpływu wybranych czynników, takich jak: wrażliwość i faza rozwoju chwastu, stopień zachwaszczenia, obsada i stan rośliny uprawnej oraz sposób stosowania herbicydów na skuteczność chwastobójczą;
- ocenę wpływu dawek herbicydów oraz sposobu i terminu ich stosowania na poziom pozostałości substancji aktywnych w materiale roślinnym i w glebie.

## 2. PRZEGLĄD LITERATURY

### 2.1. ZBIOROWISKA CHWASTÓW SEGETALNYCH I KIERUNKI ICH PRZEMIAN

Wieloletnie badania dotyczące chwastów segetalnych i ich szkodliwości w uprawach prowadzone przez J. i H. Rolów (113) wskazują, że w skali kraju około 70% plantacji zbóż jest zagrożonych przez chwasty, w tym około 50% w stopniu dużym lub bardzo dużym, a spadek plonów w zależności od nasilenia chwastów może się wahać od 10 do ponad 40%. Straty uzależnione są od stanu i stopnia zachwaszczenia, poziomu agrotechniki i potencjalnej wysokości plonów. Im intensywniejsze gospodarowanie i wyższy potencjał plonotwórczy, tym większe mogą być szkody powodowane przez chwasty (2).

Kordasi i Parylak (60) dowodzą, że zachwaszczenie w istotnym stopniu może być powiązane z rodzajem przedplonu, techniką uprawy roli i siewu. Uproszczenia uprawowe i siewy bezpośrednie mogą powodować ponad 30% wzrost zachwaszczenia. Ważnym czynnikiem jest również stanowisko w płodozmianie. Płodozmiany z dużym udziałem zbóż są bardziej narażone na zachwaszczenie. Derłoi i Szymankiewicz (27) twierdzą, że wzrost udziału zbóż w zmianowaniu z 50 do 100% może spowodować ponad dwukrotny wzrost zachwaszczenia, głównie przez gatunki krótkotrwałe. Ponadto Pałowski i in. (86) podają, że wysycenie płodozmianu roślinami zbożowymi ma wpływ na wzrost masy i liczby chwastów w kolejnych latach uprawy. Według Stupnickiej - Rodzyńskiej (128) sytuację taką można zmienić poprzez wprowadzenie do płodozmianu buraka, koniczyny lub roślin strączkowych, co ogranicza zachwaszczenie o 15-20%.

Odrębnym problemem są monokultury zbożowe. Liczba chwastów w monokulturach rośnie wraz z upływem czasu, niezależnie od stosowania herbicydów (86). Z badań prowadzonych przez Pałowskiego i Wesołowskiego (88) wynika, że 13-letnia monokultura pszenicy ozimej spowodowała 12-krotny wzrost zachwaszczenia, a nieprawidłowe użycie herbicydów doprowadziło do kompensacji *Apera spica-venti*.

Na wzrost zachwaszczenia mogą mieć również wpływ zaniedbania lub uproszczenia w takich elementach agrotechniki, jak: płodozmian, uprawa poźniwna oraz mechaniczne zabiegi przedsiewne (74).

Według R o l i (108) przyczyn wzrostu zachwaszczenia pól należy upatrywać w uproszczeniach agrotechniki, nieterminowym wykonywaniu lub rezygnacji z zabiegów uprawowo-pielęgnacyjnych, nieprawidłowym doborze herbicydów oraz wadliwej technice ich stosowania.

Narastająca ingerencja człowieka w zbiorowiska roślinne na polach uprawnych, jej ciągłość i długotrwałość, jest czynnikiem kształtującym oraz modyfikującym ich skład i strukturę (61, 136). We florze segetalnej następuje zjawisko zubożania składu gatunkowego, powstawania zbiorowisk fragmentarycznych poprzez ustępowanie gatunków swoistych. Zanikają zbiorowiska właściwe dla danego typu gleb lub upraw (137). W zbiorowiskach zmniejsza się liczba gatunków ogółem, lecz rośnie liczebność gatunków uciążliwych, co powoduje wzrost zachwaszczenia łąnów (70). Problemem stają się chwasty o szerokich możliwościach przystosowawczych, takie jak *Galium aparine* czy *Stellaria media* (122). Podobne prawidłowości obserwowano w Niemczech, gdzie w okresie ostatnich 40-50 lat liczba pospolitych gatunków chwastów zmniejszyła się o 20-40% (51).

## 2.2. SZKODLIWOŚĆ CHWASTÓW

Chwasty w zależności od gatunku charakteryzują się odmienną konkurencyjnością i zróżnicowanym stopniem szkodliwości. W i l s o n i W r i g h t (143) dowodzą, że w przypadku identycznego nasilenia na jednostce powierzchni 12 gatunków chwastów jednorocznych, jakie wystąpiły w doświadczeniach w łanie pszenicy ozimej najbardziej szkodliwy był *Avena fatua*, a za nim w kolejności malejącej: *Matricaria maritima* subsp. *inodora*, *Galium aparine*, *Myosotis arvensis*, *Poa trivialis*, *Alopecurus myosuroides*, *Stellaria media*, *Papaver rhoeas*, *Lamium purpureum*, *Veronica persica*, *Veronica hederifolia*, *Viola arvensis*. Według C h r i s t i a n s e n a i R a s m u s s e n a (16) w przypadku wystąpienia chwastów w nasileniu 5 szt. na 1 m<sup>2</sup> najmniejszy wpływ na plonowanie zbóż miały *Viola arvensis* i *Lamium purpureum* (zmniejszenie plonu o 7%), nieco większy *Myosotis arvensis* i *Stellaria media* (redukcja plonu o 13%), natomiast najsilniej konkurowała *Matricaria maritima* subsp. *inodora*, powodując obniżenie plonowania aż o 66%. W kraju podobne badania prowadziła R o l a (100). Uzyskane wyniki dowodzą, że w przypadku wystąpienia 20 szt. na 1 m<sup>2</sup> największą konkurencję dla pszenicy ozimej stanowił *Centaurea cyanus*, następnie według zmniejszającej się szkodliwości: *Galium aparine*, *Anthemideae*, *Apera spica-venti* i *Veronica persica*.

Wielu autorów (56, 58, 81, 99, 147, 148) prowadziło badania zmierzające do wyznaczenia progów ekonomicznej szkodliwości chwastów, tzn. określenia stopnia zachwaszczenia, który powoduje obniżenie plonu o wartość równą kosztom wykonania zabiegu odchwaszczania. Wyniki tych prac zawiera tabela 3.

Tabela 3

Progi ekonomicznej szkodliwości wybranych gatunków chwastów w zbożach  
 Economical thresholds of selected weed species in cereals (19, 48, 95, 99, 126, 143, 147, 148)

Gatunek chwastu Weed species	Nasilenie szt. · m <sup>-2</sup> Intensity pcs · m <sup>-2</sup>	Gatunek chwastu Weed species	Nasilenie szt. · m <sup>-2</sup> Intensity pcs · m <sup>-2</sup>
<i>Alopecurus myosuroides</i>	8-30	<i>Papaver rhoeas</i>	21-22
<i>Anthemis arvensis</i>	2-5	<i>Poa annua</i>	>50
<i>Anagallis arvensis</i>	45	<i>Poa trivialis</i>	5
<i>Apera spica-venti</i>	10-20	<i>Polygonum aviculare</i>	10
<i>Avena fatua</i>	0,5-5	<i>Fallopia convolvulus</i>	2
<i>Bromus</i> ssp.	3	<i>Polygonum lapathifolium</i> subsp. <i>lapathifolium</i>	5
<i>Centaurea cyanus</i>	1-5	<i>Raphanus raphanistrum</i>	3
<i>Cirsium arvense</i>	3	<i>Senecio vulgaris</i>	15
<i>Fumaria officinalis</i>	25	<i>Sinapis arvensis</i>	2
<i>Galium aparine</i>	0,1-2	<i>Sonchus arvensis</i>	15
<i>Lamium</i> ssp.	30-44	<i>Sonchus oleraceus</i>	15
<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i>	3-5	<i>Stellaria media</i>	26-60
<i>Mercurialis annua</i>	10	<i>Viola arvensis</i>	50
<i>Myosotis arvensis</i>	6	<i>Veronica</i> ssp.	25-44
Inne dwuliścienne Another broad-leaved	40-60 szt. · m <sup>-2</sup> lub 5-10% pokrycia gleby 40-60 pcs · m <sup>-2</sup> or 5-10% of soil coverage		

Należy jednak pamiętać o tym, że chwasty wykazują zróżnicowaną konkurencyjność i szkodliwość w zależności od gatunku rośliny uprawnej, jej odmiany oraz warunków siedliskowych i pogodowych. Na przykład *Avena fatua* jest znacznie groźniejsza dla pszenicy jarej niż ozimej (99). *Apera spica-venti* na glebach lekkich jest mniej konkurencyjna dla pszenicy ozimej niż na glebach cięższych. Krótkosłome odmiany zbóż są bardziej narażone na konkurencyjne działanie chwastów piętra górnego niż długosłome (101). Opady atmosferyczne i temperatura mogą modyfikować konkurencyjność chwastów w ciągu całego sezonu wegetacyjnego. W latach suchych szkodliwość chwastów rośnie ze względu na łatwiejsze, w porównaniu z rośliną uprawną, pobieranie wody oraz lepsze przystosowanie do niekorzystnych warunków siedliskowych (7).

Analizując wartości progów ekonomicznej szkodliwości wybranych gatunków chwastów można zauważyć, że wyniki uzyskane przez różnych autorów nie pokrywają się i w wielu przypadkach podanie jednej konkretnej wartości nasilenia zachwaszczenia jest niemożliwe. Sytuacja ta w dużym stopniu determinowana jest przez warunki siedliskowe w jakich prowadzono doświadczenia. Dane prezentowane przez poszczególnych autorów (19, 48, 95, 99, 126, 143, 147, 148) pozwalają jednak określić pewien przedział, poza którym strata plonów będzie wyższa niż nakłady poniesione na odchwaszczanie.

Prezentowane wyniki wskazują, że wiele gatunków, często trudnych do wyeliminowania z ładu, takich jak: *Anthemis arvensis*, *Avena fatua*, *Bromus* ssp., *Centaurea cyanus*, *Cirsium arvense*, *Galium aparine*, *Matricaria maritima* subsp. *inodora* występujących w ładzie już w niewielkim nasileniu powoduje znaczącą zniżkę plonów zbóż. Naturalnie nie tylko takie gatunki będą wymagały chemicznej interwencji. B l a c k s h a w (14) twierdzi, że *Thlaspi arvense* i *Descurainia sophia* występujące w dużym nasileniu mogą redukować plon pszenicy ozimej o 18-32%. Inny, z pozoru mało szkodliwy gatunek – *Viola arvensis* – występując w liczbie 50-100 roślin na 1 m<sup>2</sup> może obniżyć plonowanie pszenicy ozimej o 17-35%, a jęczmienia ozimego o 18-27% (4, 78).

Szkodliwość chwastów przejawia się także w: zwiększaniu wylegania, utrudnianiu zbioru maszynowego, zwiększaniu kosztów produkcji i pogarszaniu jakości produktów zbożowych (2). Innym niekorzystnym zjawiskiem jest łatwiejsze i intensywniejsze pobieranie składników pokarmowych przez chwasty w porównaniu ze zbożami. P a r y l a k (85) dowodzi, że w pszenicy ozimych chwasty w okresie wiosennym, pomiędzy fazą krzewienia a uzyskaniem dojrzałości przez zboże, pobrały ponad 85 kg · ha<sup>-1</sup>. Według niektórych autorów większy negatywny wpływ na plonowanie zbóż wywiera pojedynczy gatunek występujący w dużym nasileniu niż zbiorowisko wielogatunkowe bez wyraźnych gatunków dominujących (1, 108, 142). Według A d a m c z e w s k i e g o (2) silne zachwaszczenie przez *Apera spica-venti* przy minimalnym udziale chwastów dwuliściennych powodowało spadek plonu pszenicy ozimej o 17%, natomiast zbiorowisko kilku gatunków dwuliściennych z minimalnym udziałem miotły ograniczało plon pszenicy tylko o 8%. *Apera spica-venti* jest gatunkiem azotolubnym, mogącym pobierać dwukrotnie więcej azotu niż pszenica w krytycznym okresie strzelania w źdźbło (105). W sprzyjających warunkach jedna roślina może wytwarzać do 40 źdźbeł, a większa krzewistość występuje u roślin wschodzących jesienią. W uprawie pszenicy ozimej gatunek ten wytwarza dwukrotnie więcej rozkrzewień i wydaje więcej ziarniaków niż w uprawie żyta. Jego plenność może przekraczać 47 tys. ziarniaków z rośliny (130). W latach o wilgotnej jesieni miotła kielkuje przed nastaniem zimy, lecz gdy brak opadów nasilenie wschodów pojawia się wiosną (5). Gatunek ten rozprzestrzenia się na skutek uproszczeń w agrotechnice i zmianowaniu, wadliwego stosowania herbicydów oraz uprawy zbóż o krótkiej słomie (62). Konkurencyjne oddziaływanie miotły w stosunku do roślin zbożowych można ograniczyć poprzez zwiększenie nawożenia azotem (101). Innym gatunkiem, który może zdominować zbiorowisko i wyprzeć z niego inne chwasty jest *Galium aparine*. Na wielu polach nastąpiła kompensacja tego gatunku, spowodowana stosowaniem herbicydów nie eliminujących w pełni tego chwastu (49). Konkurencyjność *Galium aparine* jest w wysokim stopniu uzależniona od gęstości ładu zbóż i poziomu nawożenia azotem. Chwast ten jest bardziej konkurencyjny w ładach o niższej gęstości i w warunkach dobrego odżywienia azotem (13). *Galium aparine* może kielkować jesienią i wiosną, a nasilenie wschodów jest uzależnione od warunków pogodowych (20). W warunkach klimatycznych naszego kraju główna fala wschodów przypada na wiosnę. Jedna roślina

może wytwarzać do 600 nasion, które zachowują żywotność w glebie przeciętnie przez 7-8 lat. Gatunek ten wykazuje bardzo dużą tolerancję na warunki siedliska (83). Aby zabezpieczyć populację tego gatunku przed powiększaniem się w latach następnych, należy zapewnić zniszczenie przytulii czepnej na poziomie 97-99% (144).

Ponadto na polach gospodarstw zaniedbanych agrotechnicznie znacznie częściej i w większym nasileniu występują bardzo konkurencyjne gatunki wieloletnie, takie jak *Elymus repens* czy *Cirsium arvense* (108).

### 2.3. HERBICYDY W ROLNICTWIE I ZMIANY KONCEPCJI ICH STOSOWANIA

Roślina uprawna pozbawiona opieki człowieka ustępuje miejsca chwastom, które są lepiej przystosowane do zróżnicowanych warunków siedliskowych i bez trudu wygrywają z nią konkurencję o składniki pokarmowe, wodę i światło (108). Dlatego stosowanie chemicznej ochrony zbóż przed chwastami stało się niezbędnym i trwałym elementem w technologii produkcji tej grupy roślin. Prawidłowo stosowane herbicydy umożliwiają osiągnięcie wysokiej skuteczności zabiegu poprzez eliminację szerokiej gamy gatunków chwastów bez uszczerbku dla chronionej rośliny. Ich duży asortyment pozwala na elastyczność w doborze metody i terminu zabiegu, a właściwy dobór substancji aktywnych zapewnia ograniczenie zachwaszczenia do poziomu nie zagrażającego roślinie uprawnej i utrzymanie takiego stanu aż do jej zbioru (18).

W latach osiemdziesiątych XX w. w wielu krajach o bardzo intensywnym rolnictwie pojawiła się tendencja zmierzająca do racjonalnego ograniczania stosowania środków ochrony roślin, a zwłaszcza herbicydów. Działania te wynikały z proekologicznej polityki lansowanej w krajach Unii Europejskiej i Stanach Zjednoczonych, a związane były z wprowadzeniem nowej strategii w ochronie roślin, polegającej na redukowaniu dawek oraz zmniejszaniu ilości zabiegów do niezbędnego minimum (12). W ślad za decyzjami rządowymi nadeszła pora na opracowanie konkretnych rozwiązań praktycznych. W wielu krajach rozpoczęto intensywne badania naukowe mające na celu wypracowanie dla lokalnych warunków właściwych metod zmniejszonego zużycia herbicydów, z jednoczesnym zachowaniem pożądanego skutecznego działania oraz oceniających skutki ograniczenia stosowania środków ochrony roślin. W Europie najintensywniej prowadzono badania w Wielkiej Brytanii, krajach skandynawskich (zwłaszcza w Danii) oraz we Francji i w Niemczech (40, 93, 131, 139, 141). Podobne prace badawcze prowadzono także w Stanach Zjednoczonych (17).

Wyraz troski o zdrowie konsumenta i o środowisko znalazł również odzwierciedlenie w prawodawstwie Unii Europejskiej. Dyrektywa Rady z dnia 15 lipca 1991 roku nr 91/414/EWG zawiera w swej preambule stwierdzenie mówiące, że środki ochrony roślin dopuszczone do użycia muszą być bezpieczne w stosowaniu oraz nie mogą stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi i środowiska. Stosowaniu tych środków powinna przyswieceć zasada o nadrzędności ochrony zdrowia ludzi i zwierząt oraz środowiska, przed osiągnięciem korzyści wynikających z tytułu wzrostu poziomu produkcji

(21). Doskonałym przykładem takiego sposobu myślenia jest stwierdzenie lansowane przez duńskich naukowców i doradców mówiące, że środki ochrony roślin należy stosować tylko wtedy, gdy jest to bezwzględnie konieczne oraz w dawkach na tyle niskich, na ile to tylko możliwe (52).

Jednym ze sposobów dążenia do tego celu było powstanie koncepcji rolnictwa zrównoważonego, którego głównym hasłem jest zaspokojenie aktualnych potrzeb żywnościowych społeczeństw bez ograniczania tej możliwości przyszłym pokoleniom. Taka forma gospodarowania jest przyjazna środowisku, korzystna ekonomicznie i odpowiedzialna społecznie. Środki ochrony roślin stanowiąc integralną część zrównoważonej produkcji rolniczej powinny być wykorzystywane w taki sposób, aby zmniejszyć ujemny wpływ na środowisko, ograniczyć ryzyko związane z ich stosowaniem dla aplikującego, zminimalizować ilość odpadów oraz zapewnić bezpieczeństwo konsumentom (76).

Z pojęciem rolnictwa zrównoważonego nieodłącznie związane jest gospodarowanie zgodne z zasadami Dobrej Praktyki Rolniczej z wykorzystaniem integrowanych metod uprawy i ochrony roślin (9, 26). Koncepcja ta powstała w połowie lat osiemdziesiątych XX w. i została szczegółowo zdefiniowana przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin (EPPO). Zasady Dobrej Praktyki Rolniczej rekomendują stosowanie środków ochrony roślin w sposób bezpieczny, ze szczególnym uwzględnieniem zdrowia ludzi, bezpieczeństwa dla środowiska, użycia minimalnych dawek zapewniających wymaganą skuteczność, a jednocześnie dających jak najmniejsze pozostałości w produktach spożywczych (73). W przypadku stosowania herbicydów nastąpiła zmiana sposobu postrzegania problemu odchwaszczania roślin uprawnych. Obecnie akcentuje się potrzebę regulacji zachwaszczenia, polegającą na ograniczeniu liczebności chwastów w łanie do poziomu nie zagrażającego stabilnemu plonowaniu rośliny uprawnej, bez potrzeby ich pełnej eliminacji (6, 114).

Zgodnie z tymi koncepcjami i ich realizacją w praktyce rolniczej od kilku lat obserwuje się spadek zużycia środków ochrony roślin, w tym także herbicydów, zwłaszcza w intensywnie gospodarujących krajach Ameryki Północnej i Europy. Tendencja ta będzie się utrzymywała również w najbliższej przyszłości (47). Doskonałym przykładem ilustrującym to zjawisko jest ograniczenie aż o 56% zużycia środków ochrony roślin w Danii w okresie ostatnich 20 lat (39). Podobną sytuację, choć wynikającą z innych przesłanek, obserwuje się również w Polsce (tab. 4). W naszym kraju główną przyczyną ograniczenia zużycia środków ochrony roślin była transformacja ustrojowa, która dotknęła również sektor rolniczy. Drastyczny wzrost cen środków produkcji w rolnictwie na początku lat dziewięćdziesiątych XX w. wymusił wprowadzenie redukcji kosztów produkcji, co zostało zrealizowane między innymi poprzez zmniejszenie zużycia środków ochrony roślin i nawozów.

Badania prowadzone w naszym kraju dowodzą, że wyższe zużycie środków ochrony roślin notuje się w gospodarstwach większych, tj. o powierzchni przekraczającej 50 ha niż w średnioobszarowych (10-15 ha). Zróżnicowany jest również asortyment środków w zależności od powierzchni gospodarstwa. W pierwszej grupie gospodarstw udział herbicydów i fungicydów wynosi po około 50%, natomiast w drugiej ponad 70% przypada na herbicydy, a tylko nieco powyżej 25% na fungicydy (50).



Tabela 4

Zużycie środków ochrony roślin w Polsce w latach 1980–2003 (98)  
Expenditure of pesticides in Poland in the years 1980–2003

Lata Years	Środki ochrony roślin ogółem Pesticides in total (T)	W przeliczeniu na substancję aktywną In reckoning to active ingredients (T)	Herbicydy i bioregulatory w stosunku do ogółu środków Herbicides and bioregulators in proportion to all pesticides (%)	Zużycie s.a. w kg · ha <sup>-1</sup> Expenditure of a.i. in kg · ha <sup>-1</sup>
1980	29 329	9 332	48,3	0,64
1985	36 526	12 398	51,8	0,85
1990	19 435	7 548	65,2	0,52
1995	19 687	6 962	59,7	0,54
2000	22 164	8 848	59,7	0,71
2003	18 756	7 185	64,6	0,66

Rozpatrując udział herbicydów w ogólnej strukturze zużycia środków ochrony roślin można zauważyć, że w wielu krajach zdecydowanie zajmują one czołową pozycję, oscylując w granicach 45–65% (29, 47, 98, 132, 148). W Polsce w okresie ostatnich 45 lat corocznie lawinowo rosła liczba nowo wprowadzanych do obrotu herbicydów. W roku 1970 w handlu dostępne były 43 produkty zawierające 33 różne substancje aktywne (s.a.), w 1990 r. były to już 124 herbicydy i 106 s.a., a w 2000 r. aż 329 różnych herbicydów zawierających 138 s.a. (3). Wśród herbicydów najczęściej jest środków przeznaczonych do odchwaszczania zbóż, co wynika z dominującego udziału tej grupy roślin w strukturze zasiewów w Polsce (112). Podobną prawidłowość obserwuje się również w światowym rolnictwie, w którym herbicydy przeznaczone dla upraw zbożowych stanowią ponad 18% udziału w rynku i wyprzedzają środki chwastobójcze zalecane do odchwaszczania soi, kukurydzy oraz upraw ogrodnich (47).

Zgodnie z wytycznymi Dobrej Praktyki Ochrony Roślin opracowanymi przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin przed sięgnięciem po herbicydy i chemiczne metody ochrony należy wykorzystać cały szereg zabiegów alternatywnych, wchodzących w skład ochrony integrowanej (37). Do działań tych należą:

- metody mechaniczne – ze stosowaniem uprawek późniowych, przedsiewnych i pielęgnacyjnych;
- metody uprawowe – z wykorzystaniem zmianowania, doбором roślin o dużej sile konkurencyjnej, użyciem czystego materiału siewnego, właściwą normą wysiewu, stosowaniem międzyplonów i mulczowania;
- metody biologiczne – z wykorzystaniem naturalnych patogenów, bioherbicydów lub herbicydów zawierających naturalne składniki (72).

W latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych XX w. prowadzono intensywne badania, zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie, a w mniejszym stopniu również w Europie, Izraelu, Chinach, Japonii i Australii, nad wprowadzeniem do użytku bioherbicydów mających być przeciwwagą i bezpieczniejszą alternatywą dla syntetycznych środków chemicznych. Do użytku wprowadzono kilka preparatów chwa-

stobójczych opartych głównie na komponentach grzybowych. Są to produkty mające bardzo ograniczone zastosowanie, charakteryzujące się wąskim spektrum działania, często sprowadzającym się tylko do jednego gatunku chwastu. Ich stosowanie może być zatem jedynie uzupełnieniem środków klasycznych (71, 138, 140).

Integrowane zwalczanie chwastów w swej istocie sprowadza się do regulacji zachwaszczenia, sterowania populacjami chwastów i ograniczania ich liczebności poniżej progów ekonomicznej szkodliwości (148). Dlatego zabieg herbicydowy musi być traktowany jako uzupełnienie innych metod redukcji zachwaszczenia, a o konieczności jego wykonania zawsze powinno decydować nasilenie chwastów występujących w łanie i ich szkodliwość. Ingerencja chemiczna może być celowa tylko wtedy, gdy poziom zachwaszczenia będzie na tyle wysoki, że wartość utraconego plonu przewyższy koszty wykonania zabiegu odchwaszczania (99).

#### 2.4. WPLYW HERBICYDÓW NA JAKOŚĆ PLONÓW I NA ŚRODOWISKO

Osiąganie wysokich plonów ziarna zbóż o dobrych parametrach jakościowych wiąże się z intensywną chemiczną ochroną plantacji. W trakcie każdego z zabiegów fitosanitarnych na pole wprowadzane są pokaźne ilości substancji aktywnych środków służących ochronie roślin. Najliczniejszą grupę wśród nich stanowią herbicydy (132).

Intensywność chemicznej ochrony roślin może budzić obawy i rodzić pytanie, czy tak uzyskane produkty zbożowe nie będą zawierały nadmiernych pozostałości i czy będą w pełni bezpieczne dla konsumenta. Obawa taka może wynikać z faktu, że rośliny uprawne są w stanie pobierać i odkładać w swych organach wegetatywnych i generatywnych pewne ilości nierozłożonych substancji aktywnych. Pobieranie herbicydu przez roślinę i jego późniejszy rozkład jest procesem złożonym i uzależnionym od wielu czynników, między innymi od właściwości fizykochemicznych substancji aktywnej, warunków pogodowych, właściwości gleby oraz terminu stosowania środka (15, 55). Z badań prowadzonych przez S a d o w s k i e g o i K u c h a r s k i e g o (121) wynika, że pozostałości wykrywano jedynie w około 10% prób, a ich poziom był niewielki i mieścił się w dolnych granicach normy. Według D ą b r o w s k i e g o i i n. (24) jedynie w 3% analizowanych prób ziarna występowały śladowe stężenia substancji aktywnych herbicydów, a liczba próbek zawierających pozostałości spadła w porównaniu z latami poprzednimi o 1/3. Oznacza to, że w porównaniu z krajami o bardziej intensywnym poziomie rolnictwa obciążenie pozostałościami substancji aktywnych herbicydów płodów rolnych w Polsce jest mniejsze. Sytuacja ta wynika ze wzrostu świadomości rolników, stosowania przez nich zasad dobrej praktyki rolniczej i lepszej techniki stosowania środków ochrony roślin. Do podobnych wniosków na podstawie badań własnych dochodzi także S a d ł o (119).

W trosce o zmniejszenie zagrożenia dla środowiska i zminimalizowanie poziomu pozostałości substancji aktywnych herbicydów w produktach roślinnych dąży się do ograniczenia dawek herbicydów (32, 109). Poziom pozostałości substancji aktywnych herbicydów jest dodatnio skorelowany z wielkością dawki środka. Wraz z jej ograni-

czeniu obniża się ilość wykrytych pozostałości zarówno w ziarnie zbóż, jak i w glebie. Należy podkreślić, że wyniki badań jednoznacznie dowodzą, iż herbicydy stosowane w pełnych zalecanych dawkach, zgodnie z zaleceniami zawartymi w ich etykietach–instrukcjach, nie stanowią zagrożenia ani dla konsumenta, ani dla środowiska, a pozostałości wykrywane w czasie badań były o co najmniej jeden rząd wielkości niższe niż dopuszczają normy (34). Ponadto S a d o w s k i i K u c h a r s k i (67) na podstawie badań własnych dowodzą, że rozkład substancji aktywnych w glebie jest na tyle wystarczający i szybki, że prawidłowo stosowane herbicydy nie stanowią również zagrożenia dla upraw następczych.

### 3. METODYKA

Prace badawcze zaprezentowane w niniejszym opracowaniu wykonano we Wrocławiu w latach 1996–2005, w Zakładzie Ekologii i Zwalczania Chwastów, Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowego Instytutu Badawczego.

#### 3.1. CHARAKTERYSTYKA WYKONANYCH DOŚWIADCZEŃ

Przeprowadzone badania w głównej mierze opierały się na doświadczeniach wykonanych w warunkach polowych. W celu uzupełnienia danych wykonano serię doświadczeń w warunkach kontrolowanych na mikropoletkach i w hali wegetacyjnej.

##### 3.1.1. Doświadczenia polowe

Doświadczenia polowe, które przeprowadzono w latach 1996–2005 zlokalizowane były na wybranych fragmentach pól produkcyjnych obsianych zbożami, w gospodarstwach rolnych na terenie woj. dolnośląskiego (gleby brunatne klas II-IIIb, płowe kl. IIIa-IVb i czarne ziemie kl. II-IIIa). Założono je metodą losowanych bloków, w trzech powtórzeniach, na polkach o powierzchni 20 m<sup>2</sup>. Doświadczenia prowadzono z trzema gatunkami zbóż ozimych (pszenica, pszenżyto i jęczmień) oraz dwoma gatunkami zbóż jarych (pszenica i jęczmień). Przedplonem dla badanych zbóż były: rzepak ozimy, burak cukrowy i pszenica ozima. Po zbiorze przedplonów na polach, na których zlokalizowane były doświadczenia przeprowadzono wszystkie niezbędne zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi dla zbóż. Nawożenie mineralne było zróżnicowane w zależności od stanowiska i zasobności gleby.

Celem badań była ocena wybranych czynników agroekologicznych na skuteczność chwastobójczą zróżnicowanych dawek herbicydów.

W badaniach polowych oceniano 15 herbicydów oraz 2 adiuwanty powszechnie stosowane do odchwaszczania zbóż. Ich charakterystykę zamieszczono w tabeli 7. Każdy z badanych herbicydów stosowano w trzech lub czterech dawkach – maksy-

malnej zalecanej oraz w dwóch lub trzech obniżonych. Wybrane herbicydy stosowano również bez dodatku oraz z dodatkiem adiutantów, a także oceniano skuteczność herbicydów użytych pojedynczo oraz w mieszaninach z innymi herbicydami. Badane środki aplikowano opryskiwaczem plecakowym „Gloria” wyposażonym w 4 dysze typu TeeJet XR 11003-VS, pracującym ze stałym ciśnieniem roboczym 0,25 MPa i wydatkiem cieczy użytkowej wynoszącym 250 l · ha<sup>-1</sup>. W zbożach ozimych opryskiwanie wykonano wiosną po ruszeniu wegetacji w fazie pełni krzewienia (BBCH = 24-26), natomiast w zbożach jarych w okresie od fazy 3-4 liści do początku krzewienia (BBCH = 13-22). W doświadczeniach tych oceniano ubytek liczby chwastów, wysokość plonowania oraz poziom pozostałości substancji aktywnych.

### 3.1.2. Doświadczenia mikropoletkowe

Doświadczenia mikropoletkowe prowadzono w latach 2001–2003 na polu doświadczalnym Zakładu Ekologii i Zwalczenia Chwastów IUNG-PIB we Wrocławiu. Założono je w trzech powtórzeniach, na mikropoletkach o powierzchni 1 m<sup>2</sup>, na glebie płowej należącej do klasy bonitacyjnej IIIa. Celem badań była ocena wpływu obsady pszenicy ozimej na skuteczność chwastobójczą herbicydów. Rośliną doświadczalną była pszenica ozima odmiany Kobra, którą wysiewano w dwóch gęstościach: zalecanej – 450 ziaren · m<sup>-2</sup> i obniżonej o połowę – 225 ziaren · m<sup>-2</sup>. Roślina uprawna zachwaszczona była przez *Galium aparine*, którą wcześniej wysiano, występującą na każdym z poletek w jednakowym nasileniu, tj. 20 roślin · m<sup>-2</sup>. Inne gatunki chwastów oraz nadmiar *Galium aparine* były usuwane w trakcie wegetacji.

Do badań mikropoletkowych wybrano 3 herbicydy zawierające następujące substancje aktywne: amidosulfuron, fluoksypyr oraz mieszaninę mekoprop + MCPA + dikamba. Ich pełną charakterystykę przedstawiono w tabeli 7.

Każdy z ocenianych herbicydów stosowano w czterech dawkach – maksymalnej zalecanej – 100% DP (dawki pełnej) oraz w trzech obniżonych o: 25% (75% DP), 50% (50% DP) i 75% (25% DP). Herbicydy aplikowano opryskiwaczem plecakowym „Gloria”, zachowując takie same parametry zabiegu, jak w przypadku doświadczeń polowych. Opryskiwanie wykonano wiosną, po ruszeniu wegetacji, w fazie pełni krzewienia pszenicy ozimej (BBCH = 24-26) i 3-4 okółków *Galium aparine* (BBCH = 13-14). Skuteczność działania badanych herbicydów określono na podstawie ubytku świeżej masy *Galium aparine*.

### 3.1.3. Doświadczenia wazonowe

Doświadczenia wazonowe prowadzono w hali wegetacyjnej Zakładu Ekologii i Zwalczenia Chwastów IUNG - PIB we Wrocławiu w latach 2002–2003. Ich celem była ocena wpływu fazy rozwojowej chwastu na skuteczność działania zróżnicowanych dawek herbicydów. W badaniach uwzględniono 4 gatunki chwastów najczęściej występujących w doświadczeniach polowych: *Anthemis arvensis*, *Galium aparine*, *Stellaria media* oraz *Apera spica-venti*. Nasiona pozyskane na poletkach kontrol-

nych doświadczeń polowych wysiano do wazonów o pojemności 5 dcm<sup>2</sup> wypełnionych podłożem składającym się z torfu i piasku w stosunku 2 : 1. Siew wykonywano w odstępach tygodniowych, aby w dniu wykonywania zabiegu otrzymać materiał roślinny znajdujący się w trzech fazach rozwojowych (tab. 5).

Tabela 5

Gatunki chwastów i ich fazy rozwojowe wykorzystane w doświadczeniach szklarniowych  
Weed species and its growth stages used in greenhouses trials

Gatunek chwastu Weed species	Faza I Growth stage I	Faza II Growth stage II	Faza III Growth stage III
<i>Anthemis arvensis</i>	2-4 liście; 2-4 leaves BBCH = 12-14	6-8 liści; 6-8 leaves BBCH = 16-18	10-12 liści 10-12 leaves BBCH = 19-20
<i>Apera spica-venti</i>	liścienie-2 liście cotyledones-2 leaves BBCH = 10-12	4-6 liści; 4-6 leaves BBCH = 14-16	początek krzewienia begining of tillering BBCH = 22-23
<i>Galium aparine</i>	liścienie-1 okółek cotyledones-1 wheel BBCH = 10-11	2-3 okółki 2-3 wheels BBCH = 12-13	4-5 okółków 4-5 wheels BBCH = 14-15
<i>Stellaria media</i>	2-4 liście; 2-4 leaves BBCH = 12-14	6-8 liści; 6-8 leaves BBCH = 16-18	10-12 liści 10-12 leaves BBCH = 19-20

Bezpośrednio po siewie wazony zostały umieszczone na świeżym powietrzu, w pawilonie zabezpieczonym siatką, gdzie miały zapewnione warunki porównywalne z panującymi na polu i pozostawały tam przez cały okres prowadzenia doświadczenia. Dzień przed planowanym zabiegiem herbicydowym wykonano ręczną przerywkę, pozostawiając po 3 rośliny w wazonie. Wykaz substancji aktywnych jakie zastosowano przeciwko poszczególnym gatunkom podano w tabeli 6, natomiast pełną charakterystykę herbicydów i adiuwantów przedstawiono w tabeli 7. Badane środki aplikowano w czterech dawkach: maksymalnej zalecanej (100% DP – dawki pełnej) oraz w trzech obniżonych – 75%, 50% i 25% DP. Zabieg herbicydowy wykonano w szklarniowej komorze opryskowej „Aporo”, wyposażonej w ruchomą głowicę z dyszą typu TeeJet XR 11003-VS, zapewniającą utrzymanie stałego ciśnienia roboczego o wartości 0,25 MPa oraz wydatku cieczy użytkowej na poziomie 250 l · ha<sup>-1</sup>. Skuteczność chwastobójczą zróżnicowanych dawek badanych herbicydów oceniano na podstawie ubytku świeżej masy chwastu.

### 3.2. Charakterystyka badanych herbicydów

W przeprowadzonych badaniach oceniano łącznie 19 herbicydów oraz 3 adiuwanty (tab. 7) powszechnie stosowane w praktyce rolniczej na plantacjach zbóż. Badane środki należą do kilku grup chemicznych, takich jak: pochodne sulfonilomocznika (amidosulfuron, jodosulfuron metylosodowy, mezosulfuron metylu, triasulfuron, tribenuron

Tabela 6

Oceniane chwasty i substancje aktywne w doświadczeniach wazonowych  
Weeds and active ingredients tested in pot experiments

Gatunek chwastu Weed species	Substancja aktywna (s.a.) Active ingredient (a.i.)
<i>Anthemis arvensis</i>	amidosulfuron 2,4-D + dikamba mekoprop + MCPA + dikamba tribenuron metylu
<i>Apera spica-venti</i>	izoproturon fenoksaprop-P-etylu sulfosulfuron + adiuwant (olej parafinowy) flufenacet + diflufenikan
<i>Galium aparine</i>	amidosulfuron mekoprop + MCPA + dikamba fluroksypyr tribenuron metylu
<i>Stellaria media</i>	2,4-D + dikamba fluroksypyr mekoprop + MCPA + dikamba tribenuron metylu

metylu), pochodne fenoksykwasów (2,4-D, dichlorprop-P, fluroksypyr, MCPA, mekoprop-P), pochodne mocznika (chlorotoluron, izoproturon), pochodne kwasu benzoowego (dikamba), pochodne kwasu arylofenoksypropionowego (fenoksaprop-P-etylu), arylotriazolinony (karfentrazon etylu), cykloheksanodiony (tralkoksydim), difenylotery (fluoroglikofen etylu), fenoksynikotynoanilidy (diflufenikan), czy oksycetamidy (flufenacet).

Badane adiuwanty można zaliczyć do olejowych (olej parafinowy i ester metylowy oleju rzepakowego) oraz surfaktantów (etosylowany izodecynol).

### 3.3. OCENA DZIAŁANIA HERBICYDÓW

Skuteczność działania herbicydów określono zgodnie z metodyką przyjętą w herbolodii (31). Wykorzystano dwie metody, oznaczając ubytek liczby chwastów (%) oraz ubytek świeżej masy chwastów (%).

#### 3.3.1. Ubytek liczby chwastów

W doświadczeniach polowych zniszczenie chwastów określano metodą ramkową przez policzenie chwastów na obiektach kontrolnych (bez herbicydu) oraz na obiektach traktowanych herbicydami i określenie ubytku ich liczby pod wpływem działania środka chwastobójczego. Na każdym poletku liczenie wykonano trzykrotnie w losowo wybranych miejscach, ograniczonych ramką o wymiarach 0,5 x 0,5 m. Liczebność każdego z gatunków była ustalana oddzielnie. Analizę wykonano po upływie 4-6

Tabela 7

Charakterystyka badanych herbicydów i adiuwantów  
Characteristic of tested herbicides and adjuvants

Herbicyd, adiuwant Herbicide, adjuvant	Substancja aktywna (s.a.) Active ingredient (a.i.)	Zawartość s.a. Content of a.i.	Zalecana pełna dawka na ha Recommended full dose per ha (100% DP)	Zwalczane chwasty Controlled weeds	Rodzaj doświad- czeń Type of trials
Affinity 50,75 WG	isoproturon + carfentrazone ethyl	50% + 0,75%	2,75 kg	1+2	P
Aminopielik D 450 SL	2,4-D + dicamba	417,5 g · l <sup>-1</sup> + 32,5 g · l <sup>-1</sup>	3 l	2	P, W
Arelon Dyspersyjny 500 SC	isoproturon	500 g l <sup>-1</sup>	3 l	1+2	W
Arelon Forte 61,5 WP	isoproturon + fluorglycofen ethyl	60% + 1,5%	2 kg	1+2	P
Arelon Super 61,5 WG	isoproturon + amidosulfuron	60% + 1,5%	2 kg	1+2	P
Atlantis 04 WG	mesosulfuron methyl + iodosulfuron methyl/sodium	3% + 0,6%	0,4 kg	1+2	P
Attribut 70 WG	propoxycarbazone sodium	70%	60 g	1+2	W
Aurora Super 61,5 WG	mecoprop-P + carfentrazone ethyl	60% + 1,5%	1 kg oziminy (winter cereals) 0,75 kg jare (spring cereals)	2	P
Chwastox Trio 540 SL	mecoprop + MCPA + dicamba	300 g · l <sup>-1</sup> + 200 g · l <sup>-1</sup> + 40 g · l <sup>-1</sup>	2,5 l oziminy 2 l jare	2	P, M, W
Dicuran Forte 80 WP	chlortoluron + triasulfuron	78,5% + 1,5%	1 kg	1+2	P
Duplosan DP 600 SL	di chlorprop-P	600 g · l <sup>-1</sup>	2,5 l	2	P
Duplosan KV 600 SL	mecoprop-P	600 g · l <sup>-1</sup>	2 l	2	P
Expert 60 WG	flufenacet + diflufenican	40% + 20%	0,6 kg	1+2	W

cd. tab. 7

Herbicyd, adjuwant Herbicide, adjuvant	Substancja aktywna (s.a.) Active ingredient (a.i.)	Zawartość s.a. Content of a.i.	Zalecana pełna dawka na ha Recommended full dose per ha (100% DP)	Zwalczane chwały Controlled weeds	Rodzaj doświad- czeń Type of trials
Granstar 75 WG	tribenuron methyl	75%	20 g	2	P, W
Grasp 100 EC	trialkoxymiflufenacet	100 g · l <sup>-1</sup>	3 l	1	P
Grodyl 75 WG	amidosulfuron	75%	20 g	2	P, M, W
Puma Univesal 069 EW	fenoxaprop-P-ethyl	69 g · l <sup>-1</sup>	1,2 l	1	P, W
Quarz Super 350 SC	isoproturon + diflufenican	500 g · l <sup>-1</sup> + 50 g · l <sup>-1</sup>	2 l	1+2	P
Starane 250 EC	fluroxypyr	250 g · l <sup>-1</sup>	0,8 l	2	P, M, W
Actirob 842 EC	methyl esters of rape oil	842 g · l <sup>-1</sup>	1 l	adiuwant	P
Atolan 80 EC	paraftin oil	76%	1,5 l	adiuwant	P
Olbras 88 EC	post-refined fatty acids of rape oil	88%	1,5 l	adiuwant	W
Trend 90 EC	ethoxylated isodecyl alcohol	90%	0,05%	adiuwant	W

Objaśnienia: Explanations:

1 – tylko gatunki jednoliścienne; only grass weeds, 2 – tylko gatunki dwuliścienne; only broad-leaved weeds, 1 + 2 – gatunki jedno- i dwuliścienne; grass and broad-leaved weeds

P – doświadczenia polowe; field trials, M – doświadczenia mikropoletkowe; microplot trials, W – doświadczenia wazonowe; pot experiments



tygodni od aplikacji herbicydów. W doświadczeniach wazonowych porównywano liczbę wszystkich roślin w wazonie.

### 3.3.2. Ubytek świeżej masy chwastów

W warunkach polowych po upływie 5-6 tygodni od zabiegu określono świeżą masę chwastów poszczególnych gatunków rosnących w 3 losowo wybranych miejscach każdego poletka, na powierzchni ograniczonej ramką o wymiarach 0,5 x 0,5 m.

W doświadczeniach mikropoletkowych świeżą masę *Galium aparine* określano po upływie 5-6 tygodni od zastosowania herbicydów dla całej powierzchni mikropoletka (1 m<sup>2</sup>). W warunkach szklarniowych oceniano masę wszystkich roślin rosnących w wazonie. Czynność tę wykonano po upływie 4 tygodni od daty aplikacji herbicydów.

We wszystkich doświadczeniach chwasty ścinano bezpośrednio nad powierzchnią gleby i ważono. Na podstawie ubytku świeżej masy pomiędzy obiektami chronionymi a obiektem kontrolnym (bez herbicydu) określono skuteczność działania badanych środków. Jako wymagany poziom skuteczności, zgodnie z obowiązującymi w Polsce unormowaniami prawnymi (115), przyjęto ubytek liczby lub redukcję świeżej masy chwastu o co najmniej 85% w stosunku do obiektu kontrolnego, nie traktowanego herbicydami.

### 3.4. OKREŚLENIE PLONOWANIA

Zbiór ziarna zbóż z doświadczeń polowych wykonano kombajnem poletkowym Nurserymaster Elite Z 035 firmy Wintersteiger w fazie dojrzałości pełnej. W doświadczeniach mikropoletkowych zbiór wykonano ręcznie. Plony ziarna przeliczono dla 14% wilgotności.

### 3.5. ANALIZY LABORATORYJNE

W czasie zbioru pobrano próby ziarna i gleby do analiz chemicznych. Oznaczenie pozostałości substancji aktywnych wykonano w Laboratorium Chemicznym Zakładu Ekologii i Zwalczania Chwastów IUNG-PIB we Wrocławiu z zastosowaniem metod chromatograficznych (chromatografia cieczowa – HPLC i gazowa – GLC). Wykaz oznaczanych substancji aktywnych herbicydów wraz z charakterystyką metod analitycznych przedstawiono w tabeli 8. Ze względu na brak odpowiedniej aparatury nie oznaczono pozostałości: karfentrazonu etylu, będącego jedną z substancji aktywnych herbicydów Affinity 50,75 WG i Aurora Super 61,5 SG, amidosulfuronu wchodzącego w skład preparatu Arelon Super 61,5 WG, fluoroglikofenu etylu – jednego ze składników herbicydu Arelon Forte 61,5 WP oraz triasulfuronu składnika – herbicydu Dicuran Forte 80 WP.

Dla każdej z substancji aktywnych zestawiono najwyższe wartości wykryte w ziarnie i w glebie oraz porównano je z normami maksymalnych dopuszczalnych pozostałości (tab. 50). Jako punkt odniesienia przyjęto Rozporządzenie Ministra Zdro-

Tabela 8

Badane substancje aktywne herbicydów i metody ich oznaczania  
Examined active ingredients of herbicides and methods of their detection

Lp. No	Substancja aktywna Active ingredient	Herbicydy zawierające daną substancję aktywną Herbicides contain this active ingredient	Metoda analityczna Analytical method
1.	2,4-D	Aminopielik D 450 SL	HPLC
2.	Chlortoluron	Dicuran Forte 80 WP	HPLC
3.	Dichlorprop	Duplosan DP 600 SL	GLC
4.	Diflufenikan	Quarz Super 550 SC	GLC
5.	Dikamba	Aminopielik D 450 SL, Chwastox Trio 540 SL	GLC
6.	Fluoksypyr	Starane 250 EC	GLC
7.	Izoproturon	Affinity 50,75 WG, Arelon Forte 61,5 WP Arelon Super 61,5 WG	HPLC
8.	MCPA	Chwastox Trio 540 SL	GLC
9.	Mekoprop	Aurora Super 61,5 WG, Chwastox Trio 540 SL Duplosan KV 600 SL, Quarz Super 550 SC	GLC

Objaśnienia; Explanations:

HPLC – wysoko sprawna chromatografia cieczowa; high performance liquid chromatography

GLC – chromatografia gazowa; gas liquid chromatography

wia z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz. U., nr 85, poz. 801) wraz z późniejszymi zmianami (Dz. U., nr 48, poz. 460 oraz Dz. U., nr 108, poz. 907 z 2005 r.) w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości chemicznych środków ochrony roślin, które mogą się znajdować w środkach spożywczych lub na ich powierzchni (116). Akt ten zgodny jest z przepisami obowiązującymi w tym zakresie w państwach członkowskich Unii Europejskiej.

### 3.6. STATYSTYCZNE OPRACOWANIE WYNIKÓW

W statystycznym opracowaniu wyników zastosowano metodę analizy wariancji dla doświadczeń w układzie losowanych bloków. Istotność różnic testowano wykorzystując półprzedział ufności Tukey'a przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Obliczenia wykonane zostały za pomocą programu komputerowego AWAR 2.0, opracowanego w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach.

### 3.7. NAZEWNICTWO CHWASTÓW

Nomenklaturę nazw chwastów opisywanych w niniejszej pracy podano za Flowering Plants and Pteridophytes of Poland a Checklist (79). Pełen wykaz nazw łacińskich i polskich wszystkich wymienionych taksonów wraz z synonimami używanymi w przeszłości, a także wykaz skrótów nazw zamieszczono w tabelach 9 i 10.

Tabela 9

Wykaz łacińskich i polskich nazw chwastów wraz z synonimami używanymi w przeszłości  
List of Latin and Polish names of weeds with synonym used in the past

Nazwa łacińska Scientific name	Nazwa polska Polish name
<i>Achillea millefolium</i> L. S. STR.	krwawnik pospolity
<i>Alopecurus myosuroides</i> HUDS.	wyczyniec polny
<i>Anagallis arvensis</i> L.	kurzyśląd polny
<i>Anthemis arvensis</i> L.	rumian polny
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. BEAUV.	miołta zbożowa
<i>Aphanes arvensis</i> L.	skrytek polny
<i>Avena fatua</i> L.	owies głuchy
<i>Brassica napus</i> L. subsp. <i>napus</i>	rzepak ozimy (samosiewy)
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MEDIK.	tasznik pospolity
<i>Centaurea cyanus</i> L.	chaber bławatek
<i>Chenopodium album</i> L.	komosa biała
<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	złociień polny
<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	ostrożeń polny
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	powój polny
<i>Descurainia sophia</i> (L.) WEBB EX PRANTL	stulicha psia
<i>Elymus repens</i> (L.) GOULD = ( <i>Agropyron repens</i> (L.) P. BEAUV.)	perz właściwy
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'HER.	iglica pospolita
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	wilczomlec obrotny
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. LÖWE = ( <i>Polygonum convolvulus</i> L.)	rdestówka powojowata (rdest powojowaty)
<i>Fumaria officinalis</i> L.	dymnica pospolita
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	poziewnik szorstki
<i>Galinsoga parviflora</i> CAV.	zółtlica drobnokwiatowa
<i>Galium aparine</i> L.	przytulia czepna
<i>Geranium pusillum</i> BURM. F. EX L.	bodziszek drobny
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	jasnota różowa
<i>Lamium purpureum</i> L.	jasnota purpurowa
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> (L.) DOSTÁL = ( <i>Matricaria perforata</i> MÉRAT) = ( <i>Tripleurospermum inodorum</i> SCH. BIP.)	maruna nadmorska bezwonna
<i>Mercurialis annua</i> L.	szczyr roczny
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) HILL	niezapominajka polna
<i>Poa trivialis</i> L.	wiechlina zwyczajna
<i>Polygonum aviculare</i> L.	rdest ptasi
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. subsp. <i>lapathifolium</i>	rdest szczawiolistny (rdest kolankowy)
<i>Polygonum persicaria</i> L.	rdest plamisty
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	jaskier polny
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	rzodkiew świrzepa
<i>Senecio vulgaris</i> L.	starzec zwyczajny
<i>Sinapis arvensis</i> L.	gorczyca polna

Objaśnienia; Explanations:

w nawiasie ( ) podano synonim nazwy łacińskiej lub polskiej używany w przeszłości;  
in bracket ( ) is a synonym of scientific or Polish name used in the past

cd. tab. 9

Nazwa łacińska Scientific name	Nazwa polska Polish name
<i>Sonchus arvensis</i> L.	mlecz polny
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	mlecz zwyczajny (mlecz warzywny)
<i>Spergula arvensis</i> L.	sporek polny
<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	czyściec polny
<i>Stellaria media</i> (L.) VILL.	gwiazdnica pospolita
<i>Thlaspi arvense</i> L.	tobołki polne
<i>Veronica hederifolia</i> L.	przetacznik bluszczykowy
<i>Veronica persica</i> POIR	przetacznik perski
<i>Vicia angustifolia</i> L.	wyka wąskolistna
<i>Viola arvensis</i> MURRAY	fiołek polny

Objaśnienie; Explanation:

w nawiasie ( ) podano synonim nazwy łacińskiej lub polskiej używany w przeszłości;

in bracket ( ) is a synonym of scientific or Polish name used in the past

Tabela 10

Wykaz skrótów nazw chwastów występujących w doświadczeniach  
List of abbreviations of weeds names occurred in trials

Skrót Abbreviation	Nazwa łacińska Scientific name
ALOMY	<i>Alopecurus myosuroides</i>
ANTAR	<i>Anthemis arvensis</i>
APESV	<i>Apera spica-venti</i>
BRNSA	<i>Brassica napus</i> subsp. <i>napus</i>
CHEAL	<i>Chenopodium album</i>
DESSO	<i>Descurainia sophia</i>
GALAP	<i>Galium aparine</i>
LAMAM	<i>Lamium amplexicaule</i>
MYOAR	<i>Myosotis arvensis</i>
POLCO	<i>Fallopia convolvulus</i>
STEME	<i>Stellaria media</i>
THLAR	<i>Thlaspi arvense</i>
VERHE	<i>Veronica hederifolia</i>
VIOAR	<i>Viola arvensis</i>

## 4. OMÓWIENIE WYNIKÓW

### 4.1. OCENA WPŁYWU WYBRANYCH CZYNNIKÓW AGROEKOLOGICZNYCH NA SKUTECZNOŚĆ CHWASTOBÓJCZĄ ZRÓŻNICOWANYCH DAWEK HERBICYDÓW

Efektywne stosowanie herbicydów uzależnione jest od kilku podstawowych czynników, takich jak: stan i stopień zachwaszczenia, rodzaj i dawka środka, wrażliwość chwastu na stosowany herbicyd, faza rozwojowa chwastu, kondycja rośliny uprawnej, warunki pogodowe i sprawność sprzętu do aplikacji. Umiejętne wykorzystanie wiadomości dotyczących wpływu tych czynników może zapewnić uzyskanie odpowiedniej skuteczności chwastobójczej i wysokich plonów.

#### 4.1.1. Stan zachwaszczenia łąnu

Zbiorowiska chwastów segetalnych w zbożach są zróżnicowane w skali kraju, lecz ze względów praktycznych można wyodrębnić dwa najczęściej występujące stany zachwaszczenia:

- gdy w łąnie występują gatunki dwuliścienne,
- gdy oprócz chwastów dwuliściennych występuje w dużym nasileniu *Apera spica-venti*.

#### 4.1.1.1. Skuteczność herbicydów w zbiorowiskach zachwaszczonych gatunkami dwuliściennymi

W zbożach zachwaszczonych gatunkami dwuliściennymi oceniano skuteczność 6 herbicydów. Badane środki aplikowano w dawce zalecanej przez producenta (100% DP) oraz w dwóch dawkach obniżonych.

##### • 2,4-D + dikamba – herbicyd Aminopielik D 450 SL

Mieszanka 2,4-D + dikamba w doświadczeniach polowych zastosowana w trzech dawkach (100%, 83% i 67% DP) charakteryzowała się zróżnicowanym działaniem. Najskuteczniej eliminowała chwasty w zbożach jarych, pszenicy ozimej i pszenicy ozimym (tab. 11 i 12). W tych gatunkach zbóż można ją było stosować w 67% DP, co gwarantowało skuteczność chwastobójczą na poziomie 88-92%. Zdecydowanie słabiej badana mieszanka działała na chwasty w jęczmieniu ozimym (83-87% zniszczenie chwastów, w zależności od dawki), co wynikało z faktu, że chwasty występujące w tej roślinie były bardziej zaawansowane w rozwoju w porównaniu z chwastami w innych zbożach (tab. 11, 12). Spadek skuteczności działania mieszaniny tych substancji może również wystąpić, gdy w łąnie pojawiają się gatunki średnio wrażliwe (*Fumaria officinalis*, *Convolvulus arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Euphorbia helioscopia*, *Vicia angustifolia*) lub odporne (*Geranium* ssp., *Galeopsis* ssp., *Stachys arvensis*, *Achillea millefolium*, *Chrysanthemum segetum*).

Analizując plonowanie zbóż odchwaszczanych różnymi dawkami mieszanki 2,4-D + dikamba można stwierdzić, że w przypadku zbóż ozimych i jęczmienia jarego, pomimo pewnego zróżnicowania, analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w plonowaniu. Statystycznie udowodnione różnice w plonie stwierdzono jedynie pomiędzy dwoma najwyższymi dawkami (100% i 83% DP), a dawką najniższą (67% DP) w pszenicy jarej (tab. 11 i 12).

Tabela 11

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mieszanki 2,4-D + dikamba oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of 2,4-D + dicamba mixture and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (11 doświadczeń) Winter wheat (11 trials)		Jęczmień ozimy (6 doświadczeń) Winter barley (6 trials)		Pszenżyto ozime (4 doświadczenia) Winter triticale (4 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	5,46	78*	5,00	149*	3,56	154*
2,4-D + dikamba	67% DP	6,15	89	5,76	83	4,29	91
	83% DP	6,25	93	5,97	85	4,35	92
	100% DP	6,33	94	6,13	87	4,46	95
NIR; LSD (0,05)		0,197	5,1	0,494	3,7	0,196	5,6

zn. chw. 2-liśc. – zniszczenie chwastów dwuliściennych (%); control of broad-leaved weeds (%)

\* liczba chwastów (szt. · m<sup>2</sup>); number of weeds (pcs · m<sup>2</sup>)

DP – dawka pełna (patrz tab. 7); full dose (see tab. 7)

Tabela 12

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mieszanki 2,4-D + dikamba oraz ich wpływ na plonowanie zbóż jarych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of 2,4-D + dicamba mixture and they influence on spring cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica jara (6 doświadczeń) Spring wheat (6 trials)		Jęczmień jary (4 doświadczenia) Spring barley (4 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	3,37	78*	5,21	184*
2,4-D + dikamba	67% DP	3,62	92	5,65	88
	83% DP	3,73	94	5,70	92
	100% DP	3,81	97	5,89	94
NIR; LSD (0,05)		0,155	6,1	0,211	6,4

objaśnienia jak dla tabeli 11; explanations as for table 11

• **mekoprop-P + karfentrazon etylu – herbicyd Aurora Super 61,5 WG**

W doświadczeniach polowych mieszaninę mekoprop-P + karfentrazon etylu aplikowano w trzech dawkach: 100%, 60% i 50% DP. Bez względu na wysokość użytej dawki obserwowano wysoką skuteczność chwastobójczą w pszenicy ozimej, wynoszącą 93-96%. Nieco gorsze efekty wystąpiły w jęczmieniu ozimym, gdzie chwasty niszczone były w 85-89%. Największe zróżnicowanie działania na chwasty wystąpiło w pszenicy ozimym, w którym chwasty, zależnie od dawki, zwalczane były w 78-90% (tab. 13). Wynikało to z zaawansowania w rozwoju chwastów oraz wystąpienia gatunków *Viola arvensis* i *Geranium pusillum* słabiej niszczonych przez te substancje aktywne. Gorsza skuteczność mieszaniny tych herbicydów może również wystąpić w stosunku do gatunków średnio wrażliwych, jak: *Fallopia convolvulus*, *Stellaria media*, *Anthemis arvensis*, *Papaver rhoeas*, *Aphanes arvensis*, *Matricaria maritima* subsp. *inodora* i *Chrysanthemum segetum*.

Pomimo pewnego zróżnicowania w plonowaniu na obiektach traktowanych dawką maksymalną zalecaną (100% DP) oraz obniżoną do 60% DP analiza statystyczna nie wykazała między nimi istotnych różnic. Istotnie mniejsze plony uzyskano z obiektów, na których aplikowano najniższą dawkę (50% DP) mieszaniny mekopropu-P i karfentrazonu etylu (tab. 13).

Tabela 13

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mieszaniny mekopropu-P i karfentrazonu etylu oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych  
(doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of mecopropu-P + carfentrazone ethyl mixture and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (6 doświadczeń) Winter wheat (6 trials)		Jęczmień ozimy (3 doświadczenia) Winter barley (3 trials)		Pszenżyto ozime (3 doświadczenia) Winter triticale (3 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	5,06	79*	6,37	257*	3,75	208*
Mekoprop-P + karfentrazon etylu	50% DP	5,93	93	6,80	85	4,95	78
	60% DP	6,01	94	6,93	87	4,98	83
	100% DP	6,20	96	6,97	89	5,11	90
NIR; LSD (0,05)		0,217	4,8	0,111	4,2	0,145	5,1

objaśnienia jak dla tabeli 11; explanations as for table 11

• **mekoprop + MCPA + dikamba – herbicyd Chwastox Trio 540 SL**

Mieszanina trójskładnikowa mekoprop + MCPA + dikamba aplikowana była w dawkach: zboża ozime – 100%, 80% i 70% DP, zboża jare – 100%, 75% i 62,5% DP. W pszenicy ozimej i jarej oraz jęczmieniu ozimym i jarym, niezależnie od wysokości użytej dawki, stwierdzono bardzo dużą (91-99%) skuteczność niszczenia chwastów (tab. 14 i 15). Efektywność chwastobójcza w nieznacznym stopniu zwiększała się wraz ze wzrostem dawki herbicydu. W przypadku pszenżyta ozimego skuteczność była niższa (83-91%) ze względu na wystąpienie dwóch gatunków słabiej niszczonej przez te substancje, tj. *Viola arvensis* i *Geranium pusillum*. Niższa skuteczność może również wystąpić, gdy w zbiorowisku pojawią się inne średnio wrażliwe gatunki, takie jak *Convolvulus arvensis* czy *Lamium* ssp.

Zmniejszenie dawki mieszaniny badanych herbicydów o 20 lub 25% w stosunku do zalecanej nie wpłynęło istotnie na plonowanie zbóż ozimych i jarych (tab. 14 i 15). Potwierdzone statystycznie różnice wystąpiły, gdy obniżono dawkę herbicydu o 30% w zbożach ozimych oraz o 37,5% w zbożach jarych (tab. 14).

Tabela 14

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)

Weed control efficacy of differential doses of mecoprop + MCPA + dicamba mixture and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (11 doświadczeń) Winter wheat (11 trials)		Jęczmień ozimy (6 doświadczeń) Winter barley (6 trials)		Pszenżyto ozime (4 doświadczenia) Winter triticale (4 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	5,46	78*	4,99	141*	3,93	78*
Mekoprop + MCPA + dikamba	70% DP	6,26	94	5,80	91	4,69	83
	80% DP	6,49	96	5,88	93	4,93	87
	100% DP	6,58	98	6,00	95	5,00	91
NIR; LSD (0,05)		0,128	3,6	0,167	3,8	0,158	6,1

objaśnienia jak dla tabeli 11; explanations as for table 11



Tabela 15

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba oraz ich wpływ na plonowanie zbóż jarych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of mecoprop + MCPA + dicamba mixture and they influence on spring cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica jara (8 doświadczeń) Spring wheat (8 trials)		Jęczmień jary (5 doświadczeń) Spring barley (5 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	5,69	68*	5,55	155*
Mekoprop + MCPA + dikamba	62,5% DP	6,17	95	6,30	92
	75% DP	6,38	97	6,37	96
	100% DP	6,58	99	6,46	98
NIR; LSD (0,05)		0,213	3,7	0,153	4,2

objaśnienia jak dla tabeli 11; explanations as for table 11

#### • dichlorprop-P – herbicyd Duplosan DP 600 SL

Dichlorprop-P niezależnie od wielkości zastosowanej dawki (100%, 80% i 70% DP) wykazywał dużą skuteczność działania chwastobójczego w zbożach jarych i pszenicy ozimej (91-98%). Wyraźnie słabiej zwalczał chwasty w jęczmieniu ozimym (w 77-87%) i pszenzycie ozimym (w 79-89%), gdzie tylko pełne jego dawki zapewniały akceptowalną skuteczność (tab. 16, 17). Słabsza efektywność chwastobójcza dichlorpropu-P w jęczmieniu ozimym i pszenzycie ozimym wynikała z bardziej zaawansowanych faz rozwojowych chwastów w tych uprawach. Dichlorprop-P również nie był w pełni skuteczny nawet w dawce 100% DP, gdy w łanie występowały gatunki średnio wrażliwe, takie jak: *Centaurea cyanus*, *Viola arvensis*, *Lamium* ssp., *Papaver rhoeas*, *Veronica* ssp., *Convolvulus arvensis*.

Zarówno w zbożach ozimych, jak i jarych zastosowanie dichlorpropu-P w dawce niższej o 20% w stosunku do zalecanej nie miało istotnego wpływu na wysokość plonu ziarna. Dalsze ograniczenie dawki o 30% skutkowało istotnym spadkiem plonowania, niezależnie od gatunku rośliny uprawnej (tab. 16 i 17).

#### • mekoprop-P – herbicyd Duplosan KV 600 SL

Najlepsze działanie chwastobójcze mekopropu-P, niezależnie od zastosowanej dawki (100%, 87,5% lub 75% DP), stwierdzono w uprawie pszenicy ozimej (92-97% zniszczenia chwastów) i w zbożach jarych (94-99%). Zdecydowanie słabiej zredukowane było zachwaszczenie w pszenzycie ozimym (o 81-90%) i jęczmieniu ozimym (o 77-86%), w których tylko najwyższe dawki miały akceptowalną skuteczność (tab. 18, 19). Przyczyną tego mógł być fakt, że chwasty w jęczmieniu ozimym, ze względu na jego najwcześniejszy siew, były bardziej zaawansowane w rozwoju niż w innych zbo-

Tabela 16

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek dichloropropu-P oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of dichlorprop-P and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (8 doświadczeń) Winter wheat (8 trials)		Jęczmień ozimy (4 doświadczenia) Winter barley (4 trials)		Pszenżyto ozime (3 doświadczenia) Winter triticales (3 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	4,93	108*	5,06	183*	4,34	199*
Dichlorprop-P	70% DP	5,83	91	6,16	77	4,75	79
	80% DP	6,26	93	6,36	83	5,03	84
	100% DP	6,38	95	6,60	87	5,07	89
NIR; LSD (0,05)		0,192	3,9	0,280	4,2	0,269	4,6

objaśnienia jak dla tabeli 11; explanations as for table 11

Tabela 17

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek dichloropropu-P oraz ich wpływ na plonowanie zbóż jarych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of dichlorprop-P and they influence on spring cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica jara (6 doświadczeń) Spring wheat (6 trials)		Jęczmień jary (4 doświadczenia) Spring barley (4 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	3,37	133*	5,21	186*
Dichlorprop-P	70% DP	3,56	93	5,66	95
	80% DP	3,87	95	6,03	97
	100% DP	3,98	98	6,19	98
NIR (0,05) LSD (0,05)		0,176	4,9	0,249	3,1

objaśnienia jak dla tabeli 11; explanations as for table 11

zach, natomiast w pszenicy ozimym wystąpiły gatunki słabiej niszczone przez mekoprop-P, tj. *Viola arvensis* i *Anthemis arvensis*. Również pojawienie się w łąnie: *Centaurea cyanus*, *Lamium* ssp., *Myosotis arvensis*, *Galeopsis tetrahit*, *Polygonum* ssp., *Matricaria maritima* ssp. *inodora*, *Descurainia sophia*, *Convolvulus arvensis* lub *Chrysanthemum segetum* mogło spowodować słabsze działanie mekopropu-P stosowanego nawet w pełnej dawce.

W pszenicy ozimej ograniczenie dawki o 25% w stosunku do zalecanej nie miało istotnego wpływu na plonowanie, natomiast w przypadku pozostałych gatunków zbóż jedynie zastosowanie dawki niższej o 12,5% pozwoliło uzyskać plony na poziomie zbliżonym, jak na obiekcie traktowanym pełną zalecaną dawką (tab. 18 i 19).

Tabela 18

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mekopropu-P oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of mecoprop-P and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (8 doświadczeń) Winter wheat (8 trials)		Jęczmień ozimy (4 doświadczenia) Winter barley (4 trials)		Pszczyto ozime (3 doświadczenia) Winter triticale (3 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	4,93	108*	5,06	183*	4,34	199*
Mekoprop-P	75% DP	6,11	92	6,02	77	5,10	81
	87,5% DP	6,19	95	6,19	82	5,19	86
	100% DP	6,27	97	6,33	86	5,43	90
NIR; LSD (0,05)		0,192	5,7	0,280	4,1	0,269	4,9

objaśnienia jak dla tabeli 11; explanations as for table 11

Tabela 19

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mekopropu-P dichlorpropu-P oraz ich wpływ na plonowanie zbóż jarych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of mecoprop-P dichlorprop-P and they influence on spring cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica jara (6 doświadczeń) Spring wheat (6 trials)		Jęczmień jary (4 doświadczenia) Spring barley (4 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	3,37	133*	5,21	186*
Mekoprop-P	75% DP	3,60	94	5,60	95
	87,5% DP	3,71	96	5,83	97
	100% DP	3,88	98	6,06	99
NIR; LSD (0,05)		0,176	4,3	0,249	4,4

objaśnienia jak dla tabeli 11; explanations as for table 11

• **fluroksypyr – herbicyd Starane 250 EC**

Fluroksypyr w zależności od zastosowanej dawki (100%, 75% i 50% DP) zapewnił zniszczenie chwastów na poziomie 80-92% w zbożach ozimych i 81-94% w zbożach jarych. W pszenicy ozimej oraz zbożach jarych obniżenie dawki herbicydu o 25% nie powodowało spadku skuteczności poniżej 90% (tab. 20, 21). Najśłabsze działanie ograniczonych dawek stwierdzono w pszenicy ozimym, ze względu na

Tabela 20

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek fluroksypiry oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of fluroxypyr and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (7 doświadczeń) Winter wheat (7 trials)		Jęczmień ozimy (3 doświadczenia) Winter barley (3 trials)		Pszenżyto ozime (3 doświadczenia) Winter triticale (3 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	4,96	76*	6,37	237*	3,75	207*
Fluroksypyr	50% DP	5,95	88	6,93	86	4,90	80
	75% DP	6,05	90	6,96	88	5,01	81
	100% DP	6,19	92	7,21	89	5,19	88
NIR; LSD (0,05)		0,249	4,8	0,280	5,2	0,217	6,3

objaśnienia jak dla tabeli 11; explanations as for table 11

Tabela 21

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek fluroksypiry oraz ich wpływ na plonowanie zbóż jarych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of fluroxypyr and they influence on spring cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica jara (6 doświadczeń) Spring wheat (6 trials)		Jęczmień jary (4 doświadczenia) Spring barley (4 trials)	
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	3,27	90*	4,57	203*
Fluroksypyr	50% DP	3,69	81	5,07	86
	75% DP	3,72	90	5,08	92
	100% DP	3,78	94	5,09	94
NIR; LSD (0,05)		0,140	5,2	0,079	4,8

objaśnienia jak dla tabeli 11; explanations as for table 11

występowanie w łanie gatunków mniej wrażliwych, takich jak *Viola arvensis* i *Anthemis arvensis*. Słabsze efekty chwastobójcze mogą również wystąpić w odniesieniu do innych gatunków średnio wrażliwych, jak: *Fumaria officinalis*, *Anagalis arvensis*, *Matricaria maritima* subsp. *inodora*, *Spergula arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* i *Galinsoga parviflora*.

Analizując plonowanie na obiektach traktowanych różnymi dawkami fluoksypiry można stwierdzić, że nie wystąpiły istotne statystycznie różnice w plonach pszenicy ozimej i jarej oraz jęczmienia ozimego i jarego na obiektach traktowanych dawką pełną – 100% DP i dawkami zredukowanymi: 75% i 50% DP (tab. 20 i 21). Jedynie w przypadku pszenicy ozimego istotnie niższe były plony na poletkach, na których aplikowano najmniejszą dawkę, tj. 50% DP.

#### 4.1.1.2. Skuteczność herbicydów w zbiorowiskach zachwaszczonych *Apera spica-venti* i gatunkami dwuliściennymi

W łanie zbóż ozimych często obok gatunków dwuliściennych występuje również *Apera spica-venti*, dlatego ważne jest osiągnięcie wymaganej skuteczności chwastobójczej zarówno dla tego taksonu, jak i dla chwastów dwuliściennych. W doświadczeniach oceniano 5 herbicydów, które stosowano w dawce zalecanej oraz w dwóch dawkach zredukowanych.

##### • izoproturon + karfentrazon etylu – herbicyd Affinity 50,75 WG

Mieszaninę izoproturon + karfentrazon etylu aplikowano w trzech dawkach: 100%, 72,7% oraz 54,5% DP. Najwyższą skuteczność działania tej mieszaniny na chwasty obserwowano w uprawie pszenicy ozimej, w której *Apera spica-venti* eliminowana była w 92-98%, a gatunki dwuliścienne w 78-83%. Obniżenie dawki herbicydu powodowało tylko niewielki spadek skuteczności. Mieszanina izoproturon + karfentrazon etylu wykazała nieznacznie słabszą efektywność działania w jęczmieniu ozimym. W pszenicy ozimym obserwowano wysoką skuteczność w odniesieniu do *Apera spica-venti* (97-99% niezależnie od dawki), natomiast wstąpiło zdecydowanie słabe działanie w stosunku do gatunków dwuliściennych (68-77%), nawet w dawce 100% DP (tab. 22). Spowodowane to było znaczną przewagą chwastów dwuliściennych w łanie (blisko 300 szt. · m<sup>-2</sup>) nad miotłą zbożową (77 szt. · m<sup>-2</sup>). Spadek skuteczności działania tego herbicydu obserwowano również, gdy w łanie pojawiły się gatunki średnio wrażliwe, takie jak: *Geranium pusillum*, *Viola arvensis*, *Papaver rhoeas*, *Polygonum aviculare*, *Fallopia convolvulus* lub *Descurainia sophia*.

Analiza statystyczna wyników badań potwierdziła możliwość ograniczenia dawki mieszaniny izoproturonu z karfentrazonem etylu o 27,3% w stosunku do dawki pełnej (100% DP) w pszenicy ozimej oraz o 45,5% w jęczmieniu ozimym. W przypadku pszenicy ozimego każde zmniejszenie dawki wpływało istotnie na niższą plon (tab. 22).

Tabela 22

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mieszanki izoproturon + karfentrazon etylu oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Weed control efficacy of differential doses of isoproturon + carfentrazone ethyl mixture and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (8 doświadczeń) Winter wheat (8 trials)			Jęczmień ozimy (4 doświadczenia) Winter barley (4 trials)			Pszczyto ozime (3 doświadczenia) Winter triticale (3 trials)		
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	4,39	135*	160*	4,76	54*	150*	4,44	77*	294*
Izoproturon + karfentrazon etylu	54,5% DP	5,12	92	78	5,39	88	75	5,55	97	68
	72,7% DP	5,23	96	80	5,51	91	87	5,63	99	71
	100% DP	5,37	98	83	5,73	94	91	5,88	99	77
NIR; LSD (0,05)		0,269	6,2	4,1	0,223	6,5	5,2	0,232	3,7	3,9

zn. APESV – zniszczenie *Apera spica-venti* (%); control of *Apera spica-venti* (%)

zn. chw. 2-liśc. – zniszczenie chwastów dwuliściennych (%); control of broad leaves weeds (%)

\*) liczba chwastów (szt. · m<sup>-2</sup>); number of weeds (pcs · m<sup>-2</sup>)

DP – dawka pełna (patrz tab. 7); full dose (see tab. 7)

#### • izoproturon + fluoroglycofen etylu – herbicyd Arelon Forte 61,5 WP

Niezależnie od użytej dawki (100%, 87,5% czy 75% DP) mieszanka izoproturon + fluoroglycofen etylu stosowana w pszenicy ozimej i pszenżycie ozimym charakteryzowała się wysoką skutecznością eliminowania *Apera spica-venti* (95-99%). Nieco słabsze działanie na ten gatunek obserwowano w jęczmieniu ozimym (87-94% zniszczenia). Chwasty dwuliścienne były niszczone mniej skutecznie, tj. w granicach 75-87% w pszenicy ozimej, 72-81% w jęczmieniu ozimym i 64-82% w pszenżycie ozimym (tab. 23). Słabsze działanie zredukowanych dawek badanej mieszanki w odniesieniu do gatunków dwuliściennych mogło wynikać z bardzo wysokiej liczebności tej grupy chwastów (346 szt. · m<sup>-2</sup>) w łanie pszenżyta oraz wystąpienia gatunków mniej wrażliwych, takich jak: *Viola arvensis*, *Erodium cicutarium*, *Veronica* ssp., *Polygonum* ssp. i *Spergula arvensis*.

W pszenicy ozimej i jęczmieniu ozimym zastosowanie dawki niższej o 25% w stosunku do zalecanej (100% DP) nie powodowało istotnego obniżenia plonowania rośliny uprawnej. W przypadku pszenżyta ozimego tylko dawka niższa o 12,5% zapewniała plon na poziomie obiektu, na którym stosowano pełną dawkę herbicydu (tab. 23).

Tabela 23

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mieszaniny izoproturon + fluoroglikofen etylu oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)  
Weed control efficacy of differential doses of isoproturon + fluoroglykofen ethyl mixture and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (9 doświadczeń) Winter wheat (9 trials)			Jęczmień ozimy (5 doświadczeń) Winter barley (5 trials)			Pszennyto ozime (3 doświadczenia) Winter triticale (3 trials)		
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	3,71	145*	154*	4,46	70*	170*	4,17	79*	346*
Izoproturon + fluoroglikofen etylu	75% DP	4,55	97	75	5,64	87	72	4,99	95	64
	87,5% DP	4,63	98	83	5,81	90	81	5,37	95	77
	100% DP	4,75	99	87	5,86	94	81	5,55	97	82
NIR; LSD (0,05)		0,370	3,7	4,1	0,402	7,2	3,7	0,286	4,2	4,0

objaśnienia jak dla tabeli 22; explanations as for table 22

#### • izoproturon + amidosulfuron – herbicyd Arelon Super 61,5 WG

Mieszaninę izoproturon + amidosulfuron stosowano w trzech dawkach – 100%, 87,5% i 75% DP. Bez względu na wysokość dawki bardzo skutecznie (95-96%) ograniczyła ona występowanie *Apera spica-venti* w pszenicy ozimej i pszenżycie ozimym, natomiast słabiej (88-94%) niszczyła ten gatunek w jęczmieniu ozimym, ze względu na bardziej zaawansowane fazy rozwojowe tego chwastu w czasie aplikacji herbicydu.

Chwasty dwuliścienne najskuteczniej były eliminowane w pszenicy ozimej (w zależności od dawki w 83-92%). W pozostałych zbożach działanie na tę grupę chwastów było słabsze – w jęczmieniu ozimym na poziomie 80-88%, a w pszenżycie ozimym w granicach 74-85% (tab. 24). Niższa skuteczność tego herbicydu wynikała z obecności w zbiorowisku gatunków średnio wrażliwych, takich jak: *Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*, *Myosotis arvensis*, *Veronica* ssp., *Polygonum* ssp. i *Spergula arvensis*.

Obniżenie dawki mieszaniny izoproturon + amidosulfuron nawet o 25% nie miało istotnego wpływu na wysokość plonu pszenicy ozimej. W przypadku jęczmienia ozimego jedynie zmniejszenie dawki tego herbicydu o 12,5% nie wpływało ujemnie na plon. Natomiast w pszenżycie ozimym każde zmniejszenie dawki powodowało istotny

spadek plonowania. Wynikało to z bardzo dużego nasilenia chwastów dwuliściennych w łanie pszenżyta, które wynosiło 346 szt. · m<sup>-2</sup> (tab. 24).

Tabela 24

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mieszanki izoproturon + amidosulfuron oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)

Weed control efficacy of differential doses of isoproturon + amidosulfuron mixture and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (9 doświadczeń) Winter wheat (9 trials)			Jęczmień ozimy (5 doświadczeń) Winter barley (5 trials)			Pszenżyto ozime (3 doświadczenia) Winter triticale (3 trials)		
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	3,71	145*	154*	4,46	70*	170*	4,17	79*	346*
Izoproturon + amidosulfuron	75% DP	4,60	96	83	5,41	88	80	5,30	96	74
	87,5% DP	4,74	97	87	5,57	88	84	5,61	96	81
	100% DP	4,84	98	92	5,94	94	88	6,02	98	85
NIR; LSD (0,05)		0,370	4,1	5,2	0,402	6,3	3,1	0,286	3,8	3,7

objaśnienia jak dla tabeli 22; explanations as for table 22

#### • chlorotoluron + triasulfuron – herbicyd Dicuran Forte 80 WP

Mieszanka chlorotoluron + triasulfuron, pomimo pewnego zróżnicowania efektywności w zależności od dawki (100%, 85% lub 70% DP), eliminowała *Apera spica-venti* w granicach 88-96%. Chwasty dwuliścienne były skuteczniej niszczone w pszenicy ozimej (90-96%) niż w jęczmieniu ozimym (84-91%) i pszenżycie ozimym (80-89%); (tab. 25). Mogło to wynikać z mniejszego ich nasilenia w łanie pszenicy (158 szt. · m<sup>-2</sup>) niż w jęczmieniu (222 szt. · m<sup>-2</sup>) i pszenżycie (325 szt. · m<sup>-2</sup>) oraz z tego, że w pszenicy nie wystąpiły gatunki mniej wrażliwe na ten herbicyd, takie jak: *Viola arvensis*, *Fumaria officinalis* lub *Veronica* ssp.

Pomimo zróżnicowanej efektywności niszczenia chwastów przez trzy badane dawki mieszanki chlorotoluron + triasulfuron nie zanotowano istotnych różnic w plonowaniu pszenicy ozimej i jęczmienia ozimego na obiektach traktowanych dawką pełną (100% DP) i dwoma dawkami zredukowanymi (70% i 85% DP). W przypadku pszenżyta ozimego podobną prawidłowość obserwowano dla dawki pełnej (100% DP) i obniżonej o 15% (tab. 25).



Tabela 25

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mieszanki chlortoluron + triasulfuron oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh Wrocław, IUNG-PIB, 1997–2000)

Weed control efficacy of differential doses of chlortoluron + triasulfuron mixture and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1997–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (9 doświadczeń) Winter wheat (9 trials)			Jęczmień ozimy (5 doświadczeń) Winter barley (5 trials)			Pszenżyto ozime (3 doświadczenia) Winter triticale (3 trials)		
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	3,82	158*	153*	4,46	74*	222*	4,17	84*	325*
Chlorotoluron + triasulfuron	70% DP	4,72	90	90	5,69	90	84	5,88	88	80
	85% DP	4,92	93	94	5,71	92	90	6,07	94	87
	100% DP	4,97	96	94	6,00	95	91	6,05	96	89
NIR; LSD (0,05)		0,311	7,2	4,4	0,360	5,1	3,2	0,189	8,3	3,7

objaśnienia jak dla tabeli 22; explanations as for table 22

#### • izoproturon + diflufenikan – herbicyd Quarz Super 550 SC

Herbicyd Quarz Super 550 SC zawierający mieszaninę izoproturon + diflufenikan, niezależnie od wielkości zastosowanej dawki (100%, 75% i 50% DP), skutecznie (91–99%) eliminował z łanu pszenicy ozimej, jęczmienia ozimego i pszenżyta ozimego *Apera spica-venti*. Chwasty dwuliścienne niszczone były, w zależności od dawki, w jęczmieniu w 88–93%, w pszenżycie w 86–93% i w pszenicy w 81–88% (tab. 26). Wynikało to ze słabszej skuteczności zwalczania *Centaurea cyanus*, *Fumaria officinalis* i *Galeopsis tetrahit*, które są średnio wrażliwe na ten herbicyd stosowany nawet w pełnej dawce.

Mieszanka izoproturon + diflufenikan aplikowana w pszenicy ozimej, bez względu na zastosowaną dawkę, nie powodowała istotnego zróżnicowania jej plonowania. W uprawie jęczmienia ozimego i pszenżyta ozimego nie obserwowano istotnego obniżenia plonu jedynie w przypadku redukcji dawki o 25% (tab. 26). Istotne zmniejszenie plonu ziarna po zastosowaniu tego herbicydu w dawce 50% DP wynikało ze słabej skuteczności chwastobójczej w stosunku do chwastów, które w czasie aplikacji były znacznie zaawansowane w rozwoju oraz z obecności w łanie gatunków średnio wrażliwych.

Tabela 26

Skuteczność chwastobójcza zróżnicowanych dawek mieszaniny izoproturon + diflufenikan oraz ich wpływ na plonowanie zbóż ozimych (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Weed control efficacy of differential doses of isoproturon + diflufenican mixture and they influence on winter cereals yielding (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Pszenica ozima (9 doświadczeń) Winter wheat (9 trials)			Jęczmień ozimy (5 doświadczeń) Winter barley (5 trials)			Pszenżyto ozime (3 doświadczenia) Winter triticale (3 trials)		
		plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.	plon yield t · ha <sup>-1</sup>	zn. APESV	zn. chw. 2-liśc.
Obiekt kontrolny Untreated object	-	4,39	137*	111*	4,76	53*	156*	4,44	75*	309*
Izoproturon + diflufenikan	50% DP	5,03	91	81	5,11	91	88	5,38	96	86
	75% DP	5,21	94	87	5,25	92	90	5,76	97	89
	100% DP	5,32	97	88	5,49	97	93	5,94	99	93
NIR; LSD (0,05)		0,353	6,2	3,3	0,263	6,7	3,3	0,199	3,1	4,2

objaśnienia jak dla tabeli 22; explanations as for table 22

#### 4.1.2. Stopień zachwaszczenia łąnu

Ważnym czynnikiem decydującym o skuteczności herbicydów jest nasilenie występowania chwastów w łąnie rośliny uprawnej. Im mniejszy stopień zachwaszczenia plantacji, tym większa jest skuteczność zastosowanych herbicydów. Wynika to z faktu, że chwastobójcze działanie herbicydu wspomagane jest przez oddziaływanie konkurencyjne ze strony rośliny uprawnej, które słabnie wraz ze wzrostem zachwaszczenia.

Potwierdzeniem tej tezy są wyniki doświadczeń polowych, które wskazują, że bez względu na rodzaj stosowanego herbicydu i jego dawkę wyższą skuteczność chwastobójczą osiągnięto na polach o mniejszym nasileniu chwastów. Zaznaczyła się także wyraźna tendencja do spadku skuteczności działania ograniczonych dawek badanych herbicydów wraz ze wzrostem stopnia zachwaszczenia łąnu. Na przykład *Galium aparine* była skutecznie (92-100%) eliminowana z łąnu, nawet niższymi dawkami herbicydów, gdy występowała w nasileniu do 20 roślin · m<sup>-2</sup>. Wzrost zachwaszczenia powodował pogorszenie skuteczności chwastobójczej, która uzależniona była również od wysokości dawki zastosowanego herbicydu. W warunkach silnego zachwaszczenia *Galium aparine* (powyżej 50 roślin · m<sup>-2</sup>) najwyższą skutecznością charakteryzowała się mieszanina trzech substancji aktywnych, tj. mekoprop + MCPA + dikamba, która zarówno w dawce pełnej (100% DP), jak i obniżonej o 25% wykazała skuteczność na poziomie 91-94%. Podobne rezultaty zapewniała pełna dawka fluroksypiryu.

Natomiast mieszanina mekopropu-P i karfentrazonu etylu nawet w pełnej dawce nie zapewniała wymaganej skuteczności (tab. 27).

Podobną prawidłowość obserwowano w odniesieniu do *Stellaria media*. Gatunek ten był bardzo dobrze (91-100%) eliminowany przez każdą z badanych dawek fluoksypiry oraz mieszaninę mekopropu + MCPA + dikamby, gdy występował w nasileniu do 50 szt. · m<sup>-2</sup> (tab. 27). Herbicydy zawierające dwie substancje aktywne, tj. izoproturon + karfentrazon etylu oraz izoproturon + diflufenikan (bez względu na ich dawkę) działały z podobną skutecznością (90-99%), gdy nasilenie *Stellaria media* było niższe i nie przekraczało 20 roślin · m<sup>-2</sup> (tab. 28). Przekroczenie tego progu zachwaszczenia powodowało pogorszenie skuteczności zwalczania tego gatunku, zwłaszcza w przypadku zastosowania obniżonych dawek herbicydów (tab. 27, 28).

Wielkość dawki nie miała wyraźnego wpływu na skuteczność działania mieszanin izoproturon + karfentrazon etylu i izoproturon + diflufenikan w odniesieniu do *Apera spica-venti*, gdy nasilenie tego gatunku nie przekraczało 20 szt. · m<sup>-2</sup>. Natomiast wzrost stopnia zachwaszczenia powodował zmniejszenie skuteczności chwastobójczej tych herbicydów, zwłaszcza gdy stosowano je w niższych dawkach (tab. 28).

Tabela 27

Skuteczność chwastobójcza herbicydów (w %) w zależności od nasilenia występowania wybranych gatunków chwastów  
(średnia z 22 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)  
Efficacy of weed control (in %) in dependence on density of selected weed species  
(average from 22 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	<i>Galium aparine</i> szt. · m <sup>-2</sup> ; pcs · m <sup>-2</sup>				<i>Stellaria media</i> szt. · m <sup>-2</sup> ; pcs · m <sup>-2</sup>			
		<10	11-20	21-50	>50	<10	11-20	21-50	>50
Mekoprop + MCPA + dikamba	70% DP	92	90	88	81	92	92	91	89
	80% DP	95	94	92	91	96	96	92	92
	100% DP	98	97	95	94	100	96	96	94
Mekoprop + karfentrazon etylu	50% DP	100	98	94	77	-	-	-	-
	60% DP	100	98	97	79	-	-	-	-
	100% DP	100	99	98	81	-	-	-	-
Fluoksypyr	50% DP	98	97	96	87	100	99	93	65
	75% DP	98	97	96	86	100	99	95	89
	100% DP	100	99	97	91	100	99	95	90

DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Tabela 28

Skuteczność chwastobójcza herbicydów (w %) w zależności od nasilenia występowania wybranych gatunków chwastów  
(średnia z 15 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)  
Efficacy of weed control (in %) in dependence on density of selected weed species  
(average from 15 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1996–2000)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	<i>Apera spica-venti</i> szt. · m <sup>-2</sup> , pcs · m <sup>-2</sup>				<i>Stellaria media</i> szt. · m <sup>-2</sup> , pcs · m <sup>-2</sup>			
		<20	21-50	51-100	>100	<10	11-20	21-50	>50
Izoproturon + karfentrazon etylu	54,5% DP	94	86	85	76	98	90	81	56
	72,7% DP	97	92	90	84	99	96	94	83
	100% DP	100	98	95	91	100	98	96	91
Izoproturon + diflufenikan	50% DP	90	86	82	68	91	90	86	59
	75% DP	97	94	93	85	100	99	97	64
	100% DP	98	98	96	90	100	99	99	98

DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

#### 4.1.3. Gatunek chwastu

W celu osiągnięcia wymaganej skuteczności należy tak dobierać herbicyd, aby jego spektrum chwastobójcze zapewniało zniszczenie możliwie wszystkich gatunków chwastów występujących w łanie. W przypadku niepełnej wrażliwości określonego gatunku chwastu nawet zastosowanie pełnej zalecanej dawki nie zapewni uzyskania zadowalających rezultatów zwalczania. W literaturze często spotykane jest pojęcie minimalnej efektywnej dawki, czyli takiej ilości herbicydu, która zapewni wymaganą skuteczność działania w odniesieniu do danego gatunku chwastu. Wysokość efektywnej dawki najczęściej jest określana na podstawie ograniczenia świeżej masy chwastu (40, 53, 69, 93, 141).

Na podstawie wykonanych doświadczeń polowych przeanalizowano reakcję 10 wybranych gatunków chwastów pospolicie występujących w zbożach: *Anthemis*, *Anthemis arvensis*, *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Galium aparine*, *Lamium purpureum*, *Polygonum persicaria*, *Stellaria media*, *Thlaspi arvense*, *Veronica hederifolia* i *Viola arvensis*. Do oceny ich wrażliwości wykorzystano 6 herbicydów o różnym składzie chemicznym zawierających: 2,4-D + dikamba, fluroksypyr, amidosulfuron, mekoprop + MCPA + dikamba, mekoprop-P + karfentrazon etylu i tribenuron metylu. Stosowano je w 4 dawkach: pełnej zalecanej (100% DP) oraz ograniczonych o: 25% (75% DP), 50% (50% DP) i 75% (25% DP).

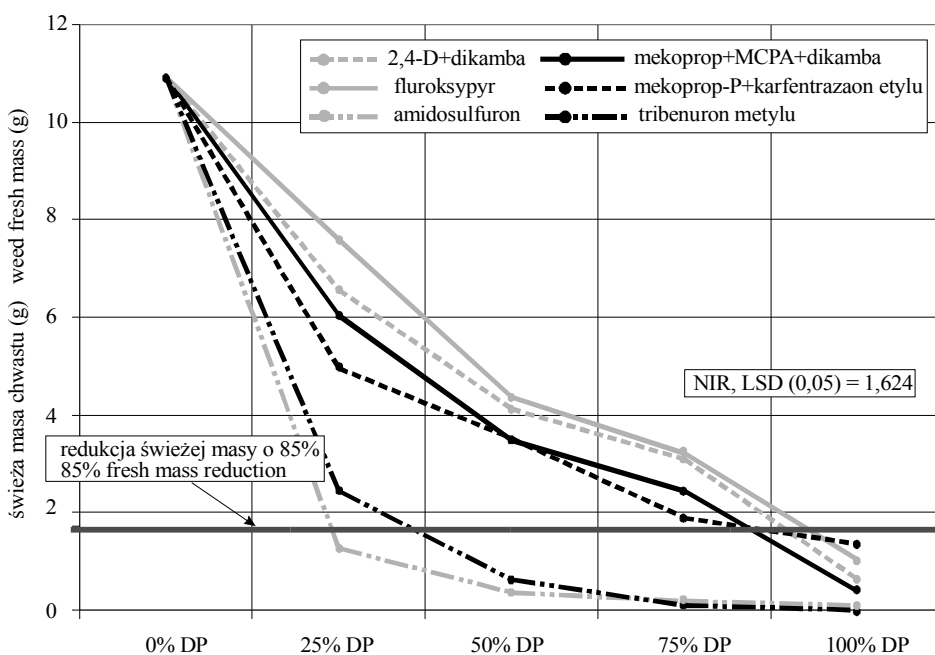
Jako wymagany poziom skuteczności, zgodnie z obowiązującymi w Polsce unormowaniami (115), przyjęto ubytek liczby lub redukcję świeżej masy chwastu o co najmniej 85% w stosunku do obiektu kontrolnego, nie traktowanego herbicydami.

*Anthemis arvensis*

Gatunek ten wykazał się dużą wrażliwością na amidosulfuron i tribenuron metylu stosowane w dawce pełnej oraz obniżonych o 25% i 50% w stosunku do zalecanej (rys. 1). Analiza statystyczna wykazała, że obydwie te substancje aktywne zdecydowanie lepiej ograniczały świeżą masę *Anthemis arvensis* w dawkach obniżonych niż pozostałe badane herbicydy.

W przypadku fluroksypiry, a także mieszanin 2,4-D + dikamba, mekoprop + MCPA + dikamba oraz mekoprop-P + karfentrazon etylu podobne efekty zapewniała jedynie aplikacja pełnej zalecanej dawki (100% DP).

Skuteczność działania pełnych dawek wszystkich badanych herbicydów była zbliżona, co zostało potwierdzone statystycznie.

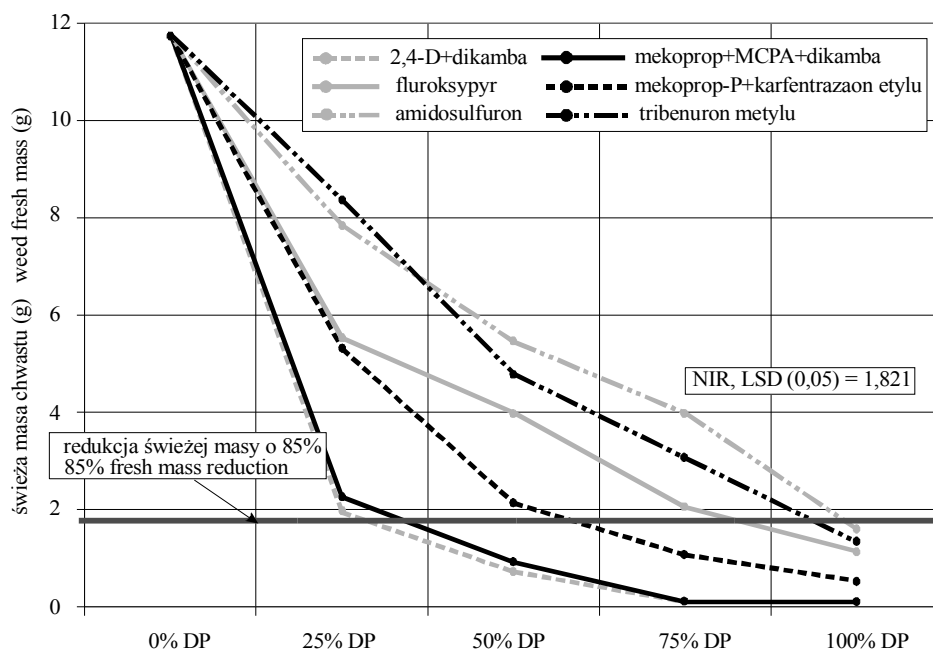


DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 1. Wrażliwość *Anthemis arvensis* na różne dawki badanych herbicydów (średnia z 14 doświadczeń polowych ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)  
Sensitivity of *Anthemis arvensis* on different doses of tested herbicides (average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

### *Chenopodium album*

Rozwój tego gatunku był bardzo skutecznie ograniczany przez mieszaniny 2,4-D + dikamba i mekoprop + MCPA + dikamba aplikowane w dawce pełnej oraz niższej o 25 i 50% w stosunku do zalecanej (rys. 2). Podobne efekty obserwowano po zastosowaniu mieszaniny mekoprop-P i karfentrazon etylu w dawce niższej o 25% niż zalecana, co potwierdziła analiza statystyczna. W przypadku tribenuronu metylu, amidosulfuronu i fluroksypiru tylko pełna dawka (100% DP) zapewniała wymaganą skuteczność. Nie wykazano istotności różnic w działaniu pełnych dawek badanych herbicydów.



DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

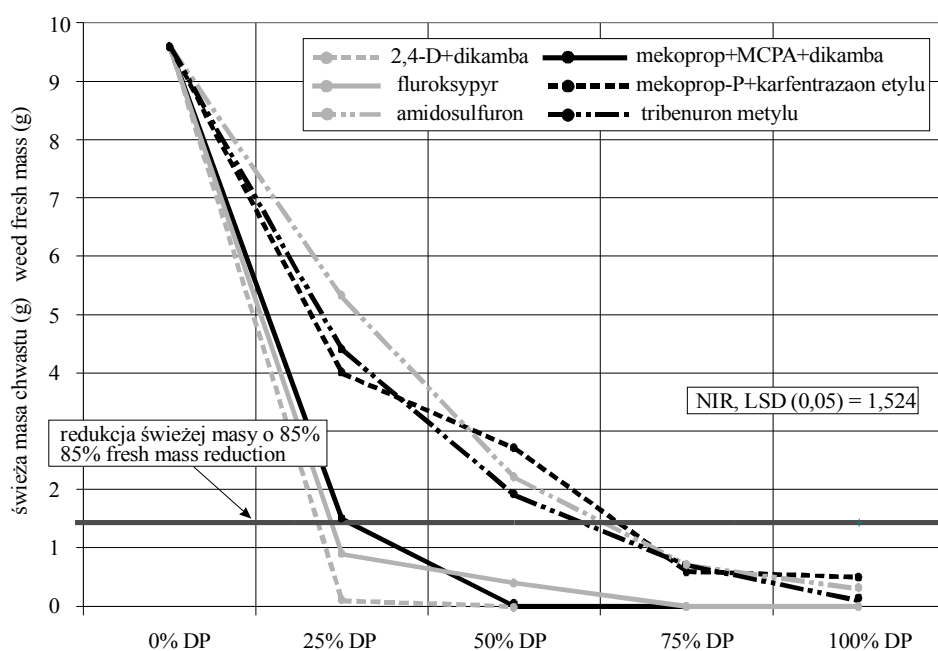
Rys. 2. Wrażliwość *Chenopodium album* na różne dawki badanych herbicydów (średnia z 14 doświadczeń polowych ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)  
Sensitivity of *Chenopodium album* on different doses of tested herbicides (average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

### *Fallopia convolvulus*

Nie wystąpiły istotne statystycznie różnice w działaniu badanych herbicydów aplikowanych w dawkach pełnych oraz obniżonych o 25%, natomiast obserwowano zróżnicowanie wrażliwości *Fallopia convolvulus* na herbicydy w dawkach ograniczo-

nych o 50 lub 75% (rys. 3). Dwa z badanych herbicydów zawierające fluroksypyr oraz mieszaninę 2,4-D i dikamby już w najniższej dawce (odpowiadającej 25% dawki pełnej) ograniczały świeżą masę tego gatunku o 90-99%, natomiast trzeci – mieszanina trójskładnikowa mekoprop + MCPA + dikamba – w 85%. Pomimo pewnych różnic analiza statystyczna nie wykazała ich istotności.

Podobną skutecznością charakteryzowały się pozostałe oceniane substancje, tj. tribenuron metylu, amidosulfuron oraz mieszanina mekoprop-P + karfentrazon etylu w dawkach obniżonych o 25%.



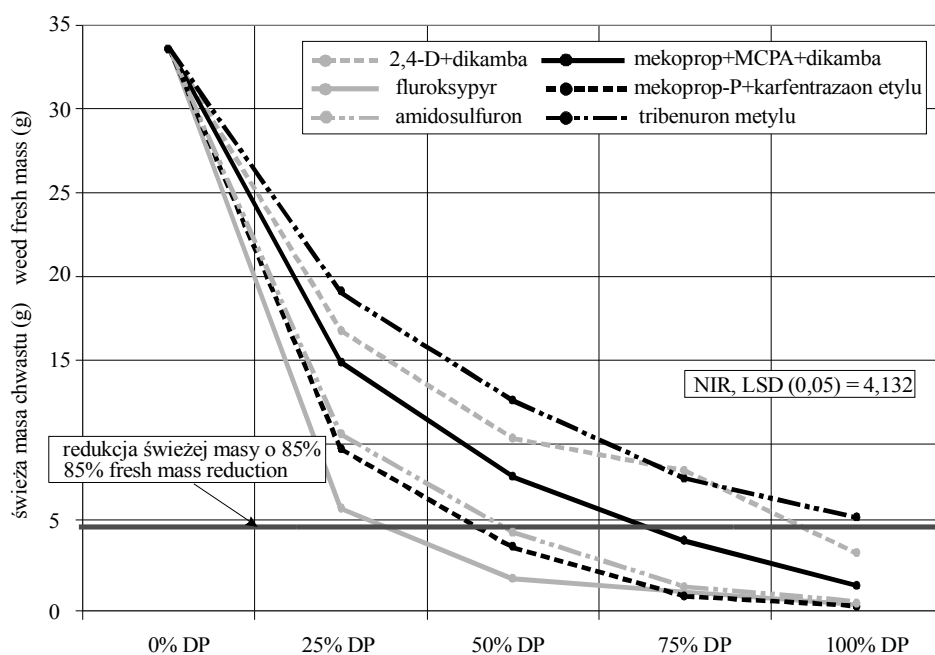
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 3. Wrażliwość *Fallopia convolvulus* na różne dawki badanych herbicydów (średnia z 14 doświadczeń polowych ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)  
Sensitivity of *Fallopia convolvulus* on different doses of tested herbicides (average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

### *Galium aparine*

Chwast ten wykazywał bardzo zróżnicowaną wrażliwość w zależności od zastosowanych substancji aktywnych (rys. 4). Wysoką efektywnością charakteryzowały się: fluroksypyr, amidosulfuron oraz mieszanina mekoprop-P + karfentrazon etylu, które już w dawce niższej o 50% niż maksymalna zalecana zapewniały redukcję świeżej masy *Galium aparine* powyżej 85%. Skuteczność działania tych środków była istot-

nie lepsza niż pozostałych ocenianych herbicydów. W celu osiągnięcia podobnej skuteczności mieszaninę mekoprop + MCPA + dikamba należało zastosować w dawce odpowiadającej 75% dawki pełnej, a 2,4-D + dikamba w dawce pełnej (100% DP). W przypadku tribenuronu metylu nawet pełna zalecana dawka powodowała redukcję świeżej masy *Galium aparine* jedynie w 81%. Analiza statystyczna potwierdziła słabsze działanie pełnej dawki tribenuronu metylu w porównaniu z innymi środkami zastosowanymi w dawkach zalecanych (100% DP).



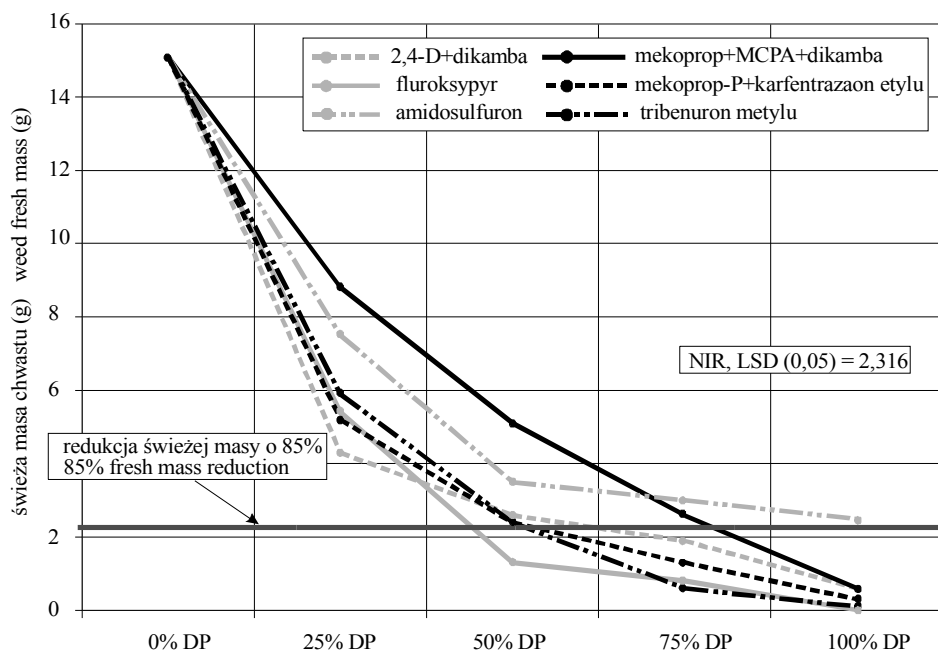
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 4. Wrażliwość *Galium aparine* na różne dawki badanych herbicydów (średnia z 14 doświadczeń polowych ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)  
Sensitivity of *Galium aparine* on different doses of tested herbicides (average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

### *Lamium purpureum*

Gatunek ten można skutecznie wyeliminować aplikując fluroksypyr w dawce niższej o 50%, a mieszaniny mekoprop-P + karfentrazon etylu i 2,4-D + dikamba oraz amidosulfuron w dawce zredukowanej o 25% od zalecanej (rys. 5). Taki sam efekt zapewniało stosowanie pełnej dawki mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba. Jedynie amidosulfuron działał słabiej nawet w pełnej zalecanej dawce, redukując świeżą





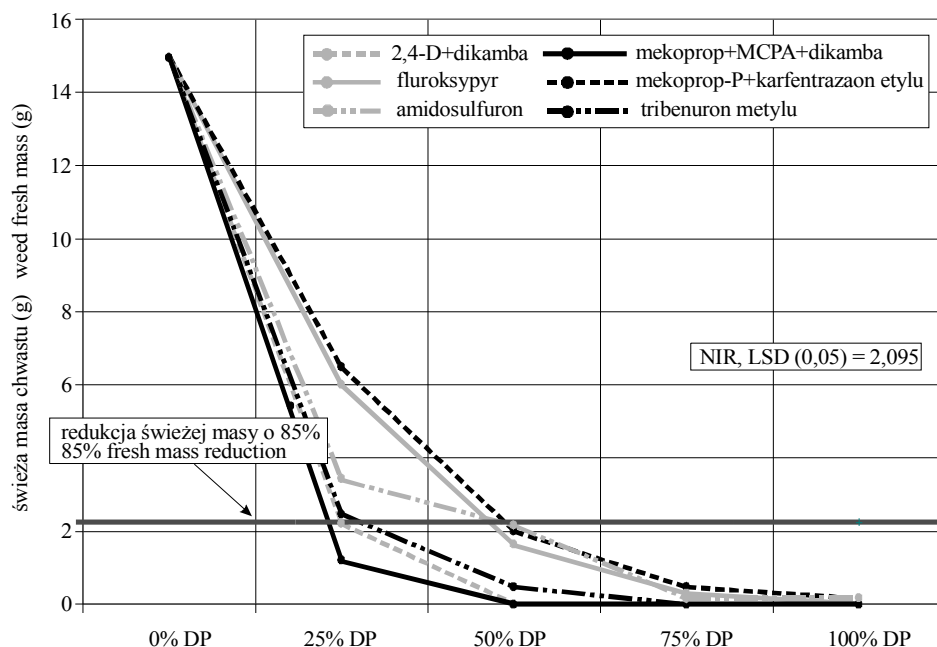
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 5. Wrażliwość *Lamium purpureum* na różne dawki badanych herbicydów (średnia z 14 doświadczeń polowych ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)  
Sensitivity of *Lamium purpureum* on different doses of tested herbicides (average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

masę *Lamium purpureum* w 82%. Niższa skuteczność pełnej dawki amidosulfuronu w porównaniu z pozostałymi substancjami została potwierdzona statystycznie.

### *Polygonum persicaria*

Gatunek ten reagował w bardzo zróżnicowany sposób na najniższą dawkę (25% DP) aplikowanych herbicydów, z których jedynie mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba oraz 2,4-D + dikamba zapewniały wymaganą skuteczność działania (powyżej 85%); (rys. 6). W przypadku pozostałych ocenianych dawek herbicydów, tj. 50%, 75% i 100% DP wszystkie substancje lub ich mieszaniny charakteryzowały się wysoką skutecznością ograniczania świeżej masy *Polygonum persicaria*, a analiza statystyczna nie wykazała istotnych rozbieżności w ich działaniu.

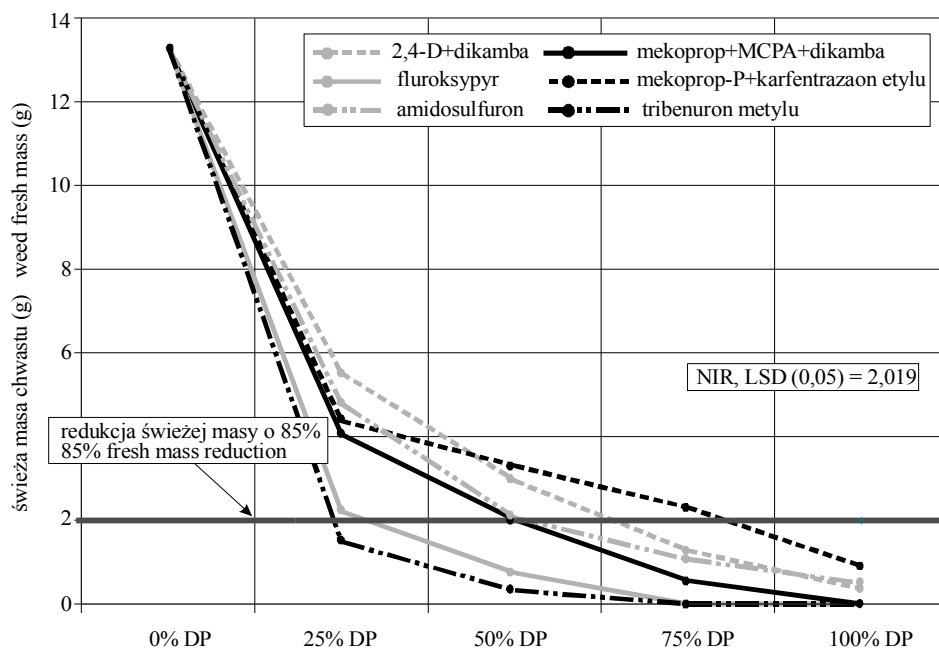


DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 6. Wrażliwość *Polygonum persicaria* na różne dawki badanych herbicydów (średnia z 14 doświadczeń polowych ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)  
Sensitivity of *Polygonum persicaria* on different doses of tested herbicides (average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB, Wrocław, 2001–2003)

### *Stellaria media*

Gatunek ten reagował ograniczeniem świeżej masy przekraczającym 85% pod wpływem działania tribenuronu metylu w dawce niższej o 75% oraz fluroksypyru w dawce obniżonej o 50% niż zalecana (rys. 7). Zbliżoną skuteczność osiągnięto stosując amidosulfuron oraz mieszaniny 2,4-D + dikamba i mekoprop + MCPA + dikamba w dawce niższej o 25%. W celu osiągnięcia wymaganej skuteczności mieszaninę mekoprop-P + karfentrazaon etylu należało zastosować w pełnej zalecanej dawce (100% DP). Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w skuteczności działania badanych środków tylko wtedy, gdy aplikowano je w pełnych zalecanych dawkach.



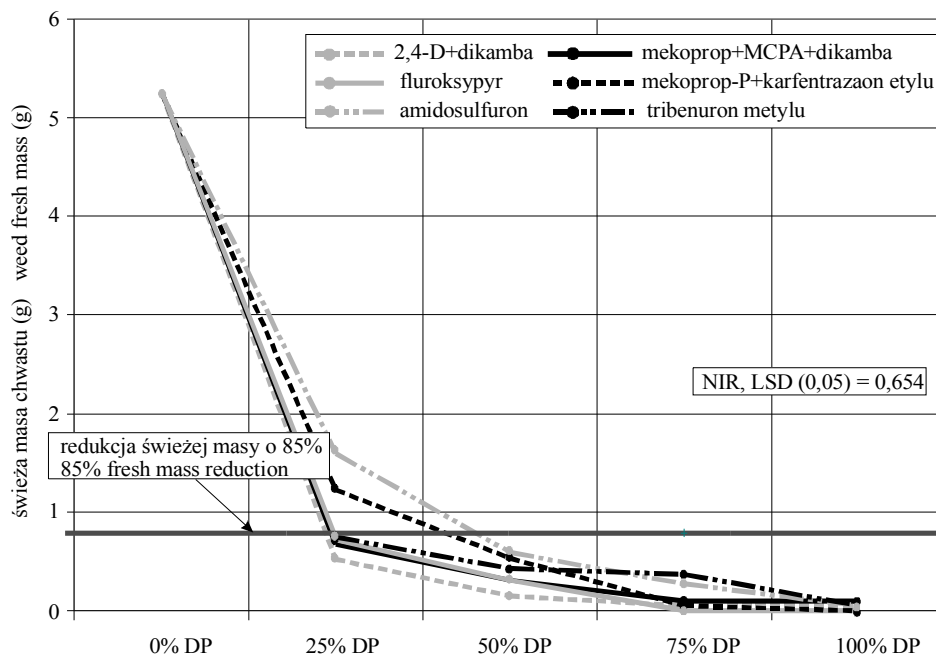
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 7. Wrażliwość *Stellaria media* na różne dawki badanych herbicydów (średnia z 14 doświadczeń polowych ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)  
Sensitivity of *Stellaria media* on different doses of tested herbicides (average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

### *Thlaspi arvense*

Gatunek *Thlaspi arvense* wykazał dużą wrażliwość na badane herbicydy (rys. 8). Zareagował silną redukcją świeżej masy (powyżej 85%) pod wpływem stosowania tribenuronu metylu, fluroksypyru oraz mieszanin 2,4-D + dikamba i mekoprop + MCPA + dikamba w dawkach obniżonych o 75%. Podobną efektywność zapewniała aplikacja amidosulfuronu oraz mieszaniny mekopropu-P + karfentrazonu etylu w dawkach ograniczonych o 50%.

Skuteczność działania wszystkich badanych herbicydów w dawkach pełnych oraz obniżonych o 25-50% była zbliżona, co zostało potwierdzone statystycznie.



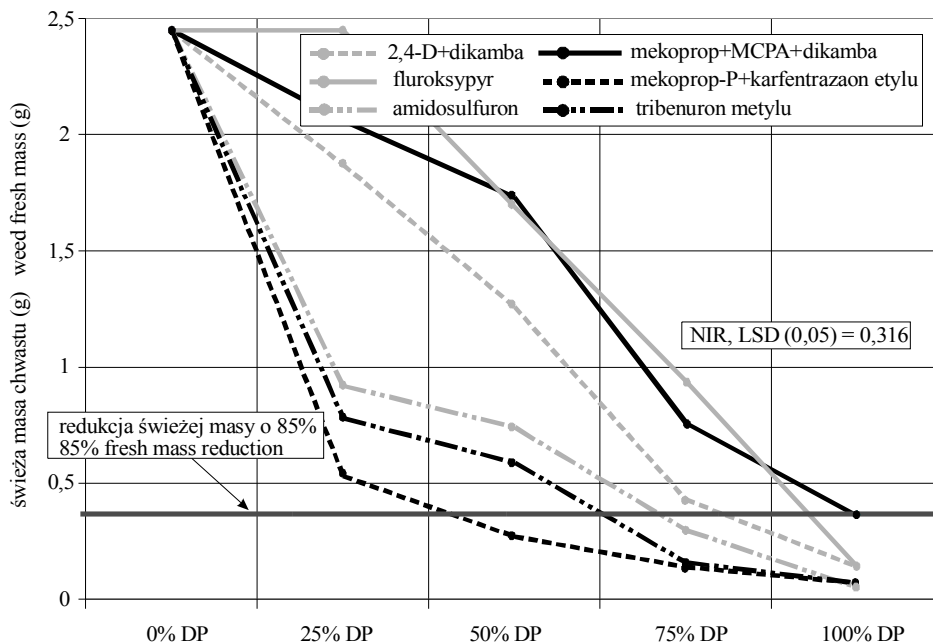
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 8. Wrażliwość *Thlaspi arvense* na różne dawki badanych herbicydów (średnia z 14 doświadczeń polowych ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)  
Sensitivity of *Thlaspi arvense* on different doses of tested herbicides (average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

### *Veronica hederifolia*

Chwast ten należy do gatunków słabo reagujących na większość herbicydów stosowanych w zredukowanych dawkach (rys. 9). Zadowalające efekty obniżonych dawek uzyskano jedynie stosując mieszaninę mekoprop-P + karfentrazaon etylu (50% DP) oraz amidosulfuron i tribenuron metylu (75% DP). W przypadku pozostałych środków, tj. fluroksypyr oraz mieszanin 2,4-D + dikamba i mekoprop + MCPA + dikamba w celu skutecznej eliminacji *Veronica hederifolia* należało zastosować je w pełnych zalecanych dawkach.

Analiza statystyczna nie wykazała zróżnicowania w skuteczności działania ocenianych herbicydów tylko wtedy, gdy aplikowano je w pełnych dawkach (100% DP).

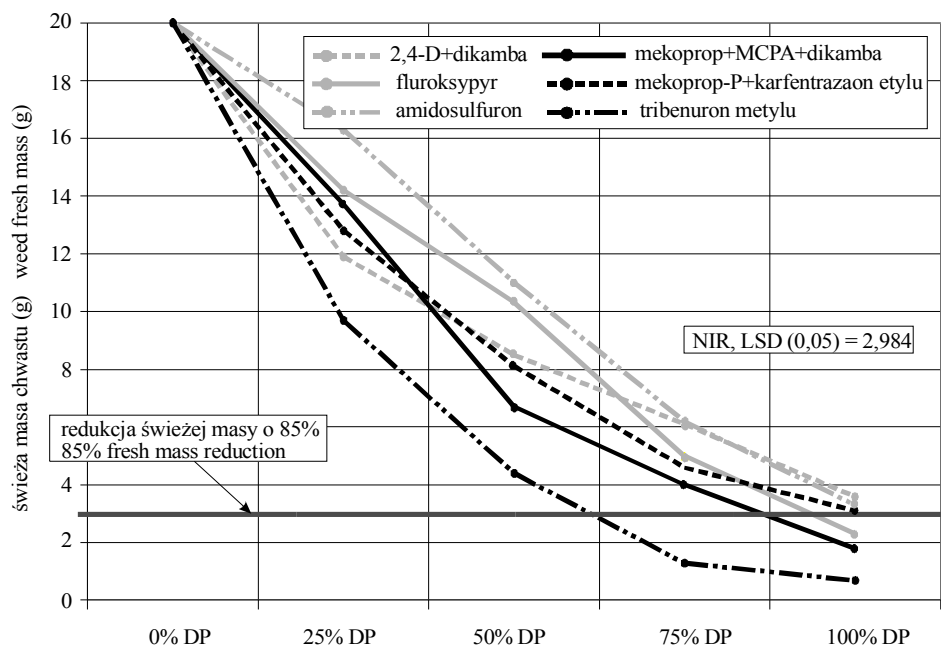


DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 9. Wrażliwość *Veronica hederifolia* na różne dawki badanych herbicydów (średnia z 14 doświadczeń polowych ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)  
Sensitivity of *Veronica hederifolia* on different doses of tested herbicides (average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

### *Viola arvensis*

Również *Viola arvensis* jest gatunkiem o niskiej wrażliwości na wiele herbicydów. Przeprowadzone badania dowiodły, że jedynie tribenuron metylu stosowany w dawce niższej o 25% od zalecanej oraz mieszanina mekoprop + MCPA + dikamba i fluroksypyr w pełnej dawce zapewniały osiągnięcie zadowalających efektów chwastobójczych (rys. 10). Pozostałe herbicydy działały słabiej, a ich pełne dawki zapewniały skuteczność na poziomie nie przekraczającym 85%.



DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

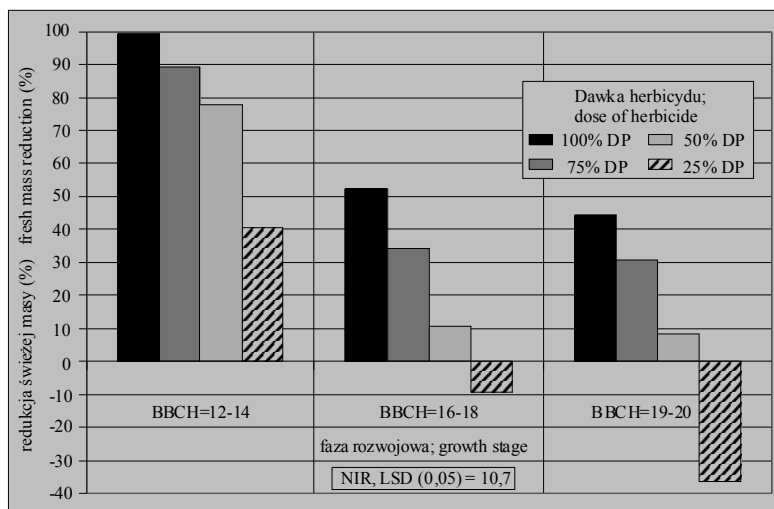
Rys. 10. Wrażliwość *Viola arvensis* na różne dawki badanych herbicydów (średnia z 14 doświadczeń polowych ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)  
Sensitivity of *Viola arvensis* on different doses of tested herbicides (average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

#### 4.1.4. Faza rozwojowa chwastu

Faza rozwojowa chwastu to oprócz wrażliwości gatunkowej podstawowy czynnik wpływający na skuteczność działania zastosowanych herbicydów. Zazwyczaj wraz z zaawansowanym rozwojem obserwuje się tendencję do coraz słabszej reakcji na środek chwastobójczy. Najczęściej najwrażliwsze są chwasty młode w fazie od liście ni do 4 liści (BBCH = 10-14), natomiast im rośliny są starsze, tym niszczone są słabiej.

##### *Anthemis arvensis*

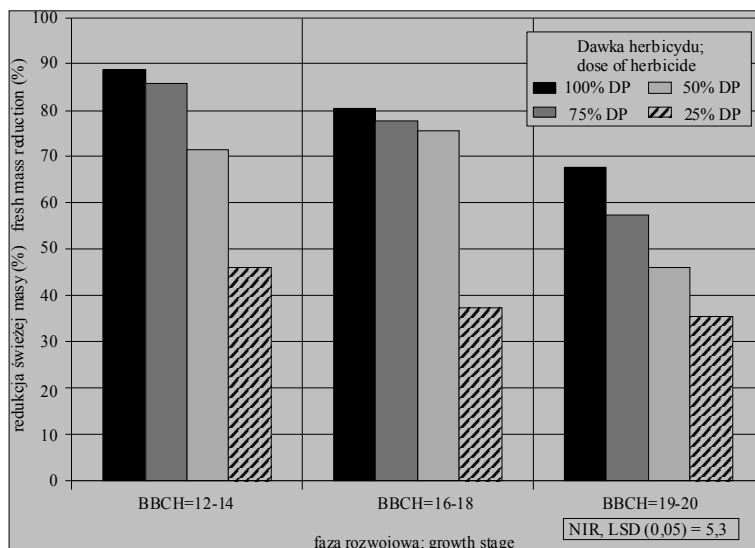
Herbicydy zawierające mieszaniny 2,4-D + dikamba i mekoprop + MCPA + dikamba wykazały zadowalającą skuteczność jedynie w odniesieniu do roślin najmłodszych (BBCH = 12-14) i to w przypadku zastosowania dawki pełnej (100% DP) oraz ograniczonej o 25% (75% DP); (rys. 11-12). Niższe dawki działały znacznie słabiej. Rośliny w starszych fazach rozwojowych były eliminowane zdecydowanie słabiej, niezależnie od dawki herbicydu. W przypadku stosowania mieszaniny 2,4-D i dikamby



DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 11. Redukcja świeżej masy *Anthemis arvensis* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek mieszaniny 2,4-D + dikamba (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

Reduction of fresh mass of *Anthemis arvensis* depending on its growth stage and different doses of 2,4-D + dicamba mixture (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)



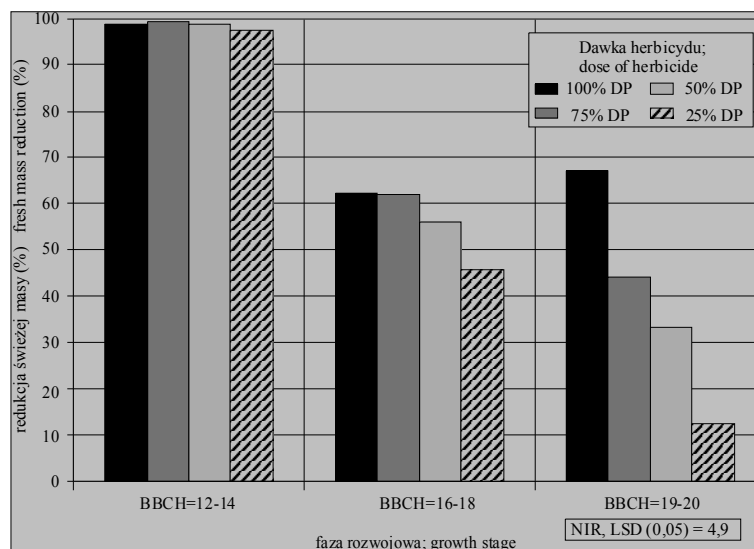
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 12. Redukcja świeżej masy *Anthemis arvensis* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

Reduction of fresh mass of *Anthemis arvensis* depending on its growth stage and different doses of mecoprop + MCPA + dicamba mixture (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

w dawce ograniczonej o 75% na rośliny najstarsze (6-8 i 10-14 liści) wystąpił efekt stymulujący wzrost świeżej masy tego chwastu od 9 do 36%. Zjawisko to jest spowodowane tym, że substancje te należą do grupy regulatorów wzrostu, które w niewielkim stężeniu mogą stymulować wzrost i rozwój roślin (rys. 11, 12).

*Anthemis arvensis* w najmłodszej fazie, tj. 2-4 liści (BBCH = 12-14) był bardzo dobrze zwalczany (w 96-99%) przez tribenuron metylu i amidosulfuron niezależnie od zastosowanej dawki. Rośliny w starszych fazach (6-8 i 10-14 liści) były eliminowane znacznie słabiej, przy czym skuteczność zmniejszała się wraz z ograniczaniem dawki herbicydu (rys. 13, 14).



DP - dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

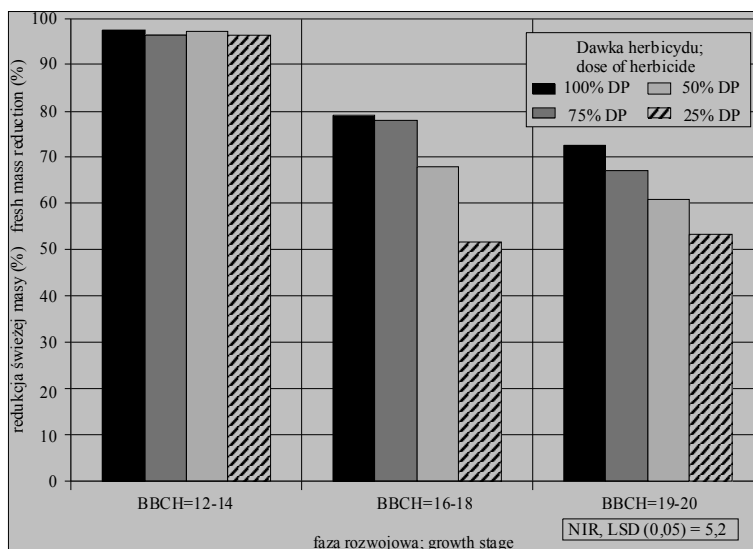
Rys. 13. Redukcja świeżej masy *Anthemis arvensis* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek tribenuronu metylu (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)  
Reduction of fresh mass of *Anthemis arvensis* depending on its growth stage and different doses of tribenuron methyl (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

### *Galium aparine*

Spośród badanych herbicydów najskuteczniej *Galium aparine* zwalczał fluroksypyr, który niezależnie od użytej dawki oraz fazy rozwojowej chwastu redukowałą masę roślin w 88-98% (rys. 15).

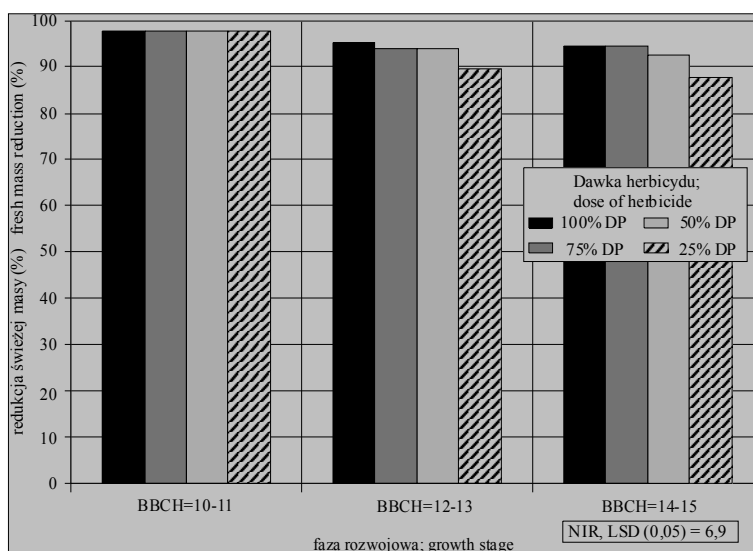
Zbliżoną efektywnością wykazał się amidosulfuron, ale tylko w przypadku, gdy stosowano go w fazach BBCH: 10-11 i 12-13 oraz w dawkach pełnej i zredukowanych o 25 i 50%. Obserwowano pewien spadek skuteczności działania tych dawek (o 5-7%) w stosunku do roślin, które w czasie aplikacji znajdowały się w fazie 14-15





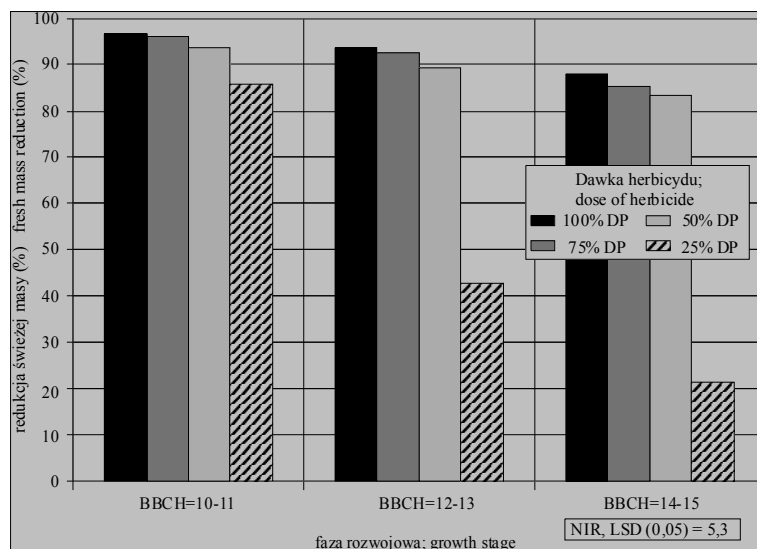
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 14. Redukcja świeżej masy *Anthemis arvensis* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek amidosulfuronu (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)  
Reduction of fresh mass of *Anthemis arvensis* depending on its growth stage and different doses of amidosulfuron (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)



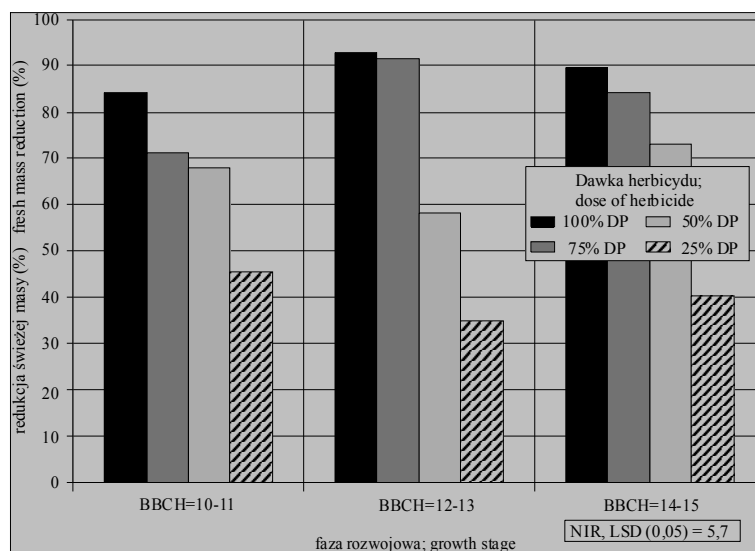
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 15. Redukcja świeżej masy *Galium aparine* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek fluoksypyru (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)  
Reduction of fresh mass of *Galium aparine* depending on its growth stage and different doses of fluoxypyr (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)



DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 16. Redukcja świeżej masy *Galium aparine* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek amidosulfuronu (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)  
Reduction of fresh mass of *Galium aparine* depending on its growth stage and different doses of amidosulfuron (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)



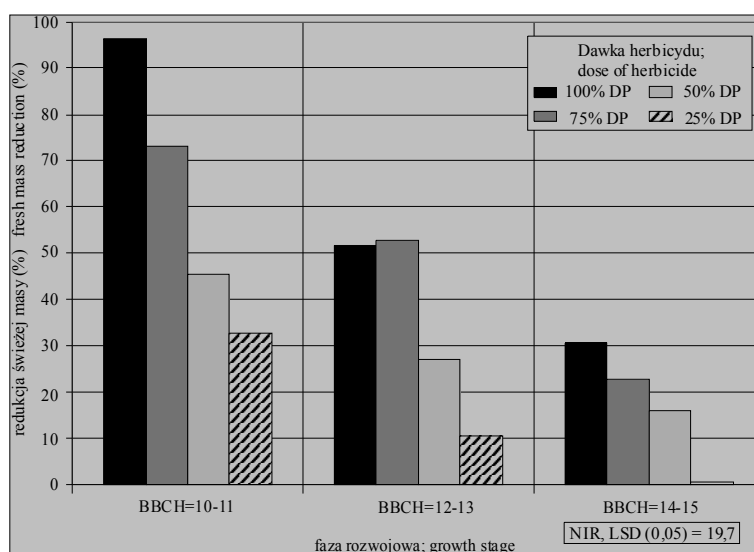
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 17. Redukcja świeżej masy *Galium aparine* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)  
Reduction of fresh mass of *Galium aparine* depending on its growth stage and different doses of mecoprop + MCPA + dikamba mixture (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

okółków. Herbicyd w dawce najniższej (25% DP) działał znacznie słabiej, szczególnie w odniesieniu do roślin będących w starszych fazach, tj. BBCH: 12-13 i 14-15 (rys. 16).

Mieszanka mekopropu, MCPA i dikamby najskuteczniej działała, gdy stosowano ją w dawce pełnej (100% DP) oraz ograniczonej o 25% na rośliny w fazie BBCH = 12-13. Te same dawki nieco słabiej (o 3-7%) ograniczały rozwój *Galium aparine* w fazie 4-5 okółków (BBCH = 14-15), natomiast najslabiej redukowały masę roślin w fazie BBCH = 10-11. Niezależnie od fazy rozwojowej chwastu wystąpiła niezadowalająca skuteczność działania w dawkach niższych o 50 i 75% w stosunku do zalecanej (rys. 17).

Tribenuron metylu wykazał pożądaną skuteczność jedynie w przypadku stosowania dawki pełnej na rośliny w fazie BBCH = 10-11 (liścienie–pierwszy okółek). Wraz z obniżaniem dawki oraz zaawansowaniem roślin w rozwoju obserwowano gwałtowny spadek efektywności działania tego herbicydu (rys. 18).



DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 18. Redukcja świeżej masy *Galium aparine* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek tribenuronu metylu (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)  
Reduction of fresh mass of *Galium aparine* depending on its growth stage and different doses of tribenuron methyl (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

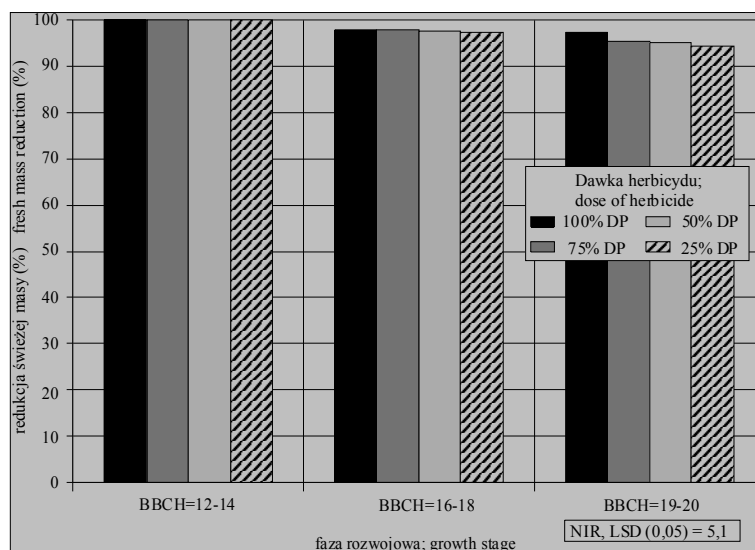
### *Stellaria media*

Gatunek ten charakteryzował się bardzo wysoką wrażliwością na wszystkie z badanych herbicydów. Niezależnie od fazy rozwojowej gwiazdnicy oraz użytej dawki tribenuron metylu redukował świeżą masę tego chwastu w 94-100% (rys. 19).

Zbliżoną skutecznością wykazał się fluroksypyr, który ograniczał świeżą masę *Stellaria media* na poziomie 89-100% (rys. 20).

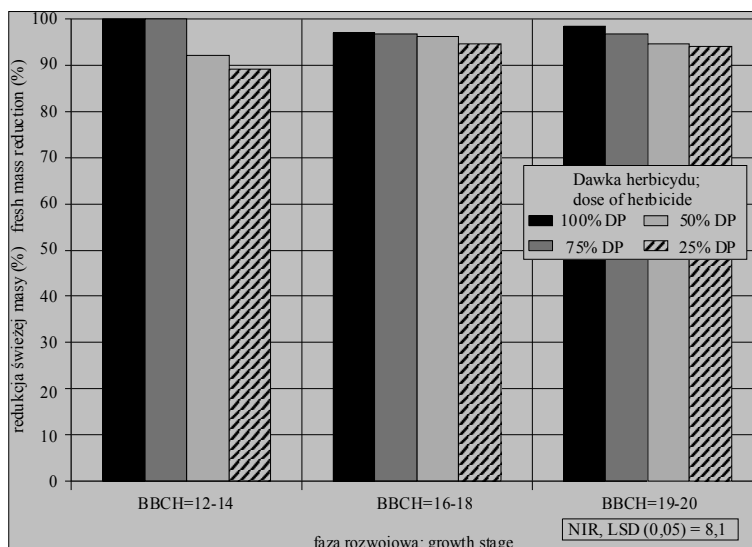
Mieszanina 2,4-D i dikamby w dawce pełnej – 100% DP oraz dawkach obniżonych o 25 i 50% również działała bardzo skutecznie na *Stellaria media*, zmniejszając jej masę od 92 do 100% niezależnie od fazy rozwojowej. Natomiast w dawce zredukowanej o 75% mieszanina ta była efektywna jedynie w odniesieniu do roślin w fazach BBCH = 12-14 i 16-18 (rys. 21).

Trójskładnikowa mieszanina mekopropu, MCPA i dikamby w dawce pełnej (100% DP) oraz niższych o 25 i 50% wykazała się bardzo dobrą skutecznością niezależnie od fazy rozwojowej chwastu. Herbicyd w dawce ograniczonej o 75% działał efektywnie tylko na rośliny najmłodsze – BBCH = 12-14 (rys. 22).



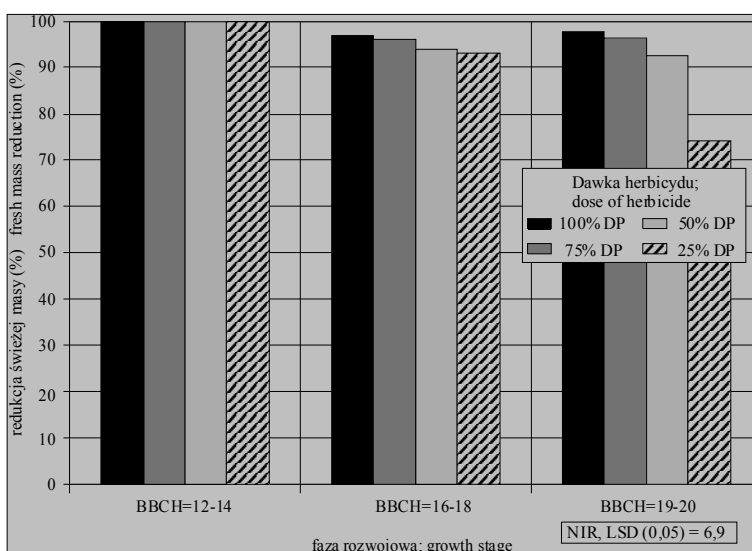
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 19. Redukcja świeżej masy *Stellaria media* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek tribenuronu metylu (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)  
Reduction of fresh mass of *Stellaria media* depending on its growth stage and different doses of tribenuron methyl (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)



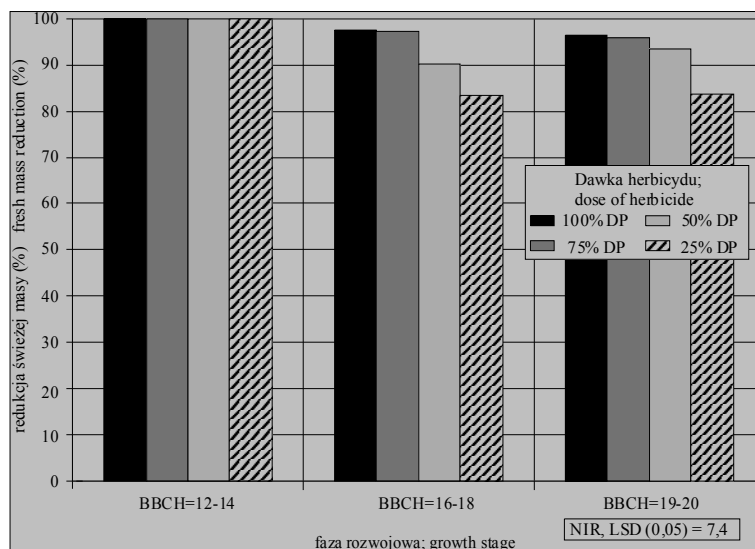
DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 20. Redukcja świeżej masy *Stellaria media* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek fluroksypyru (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)  
Reduction of fresh mass of *Stellaria media* depending on its growth stage and different doses of fluroxypyr (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)



DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 21. Redukcja świeżej masy *Stellaria media* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek mieszaniny 2,4-D + dikamba (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)  
Reduction of fresh mass of *Stellaria media* depending on its growth stage and different doses of 2,4-D + dicamba mixture (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)



DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 22. Redukcja świeżej masy *Stellaria media* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

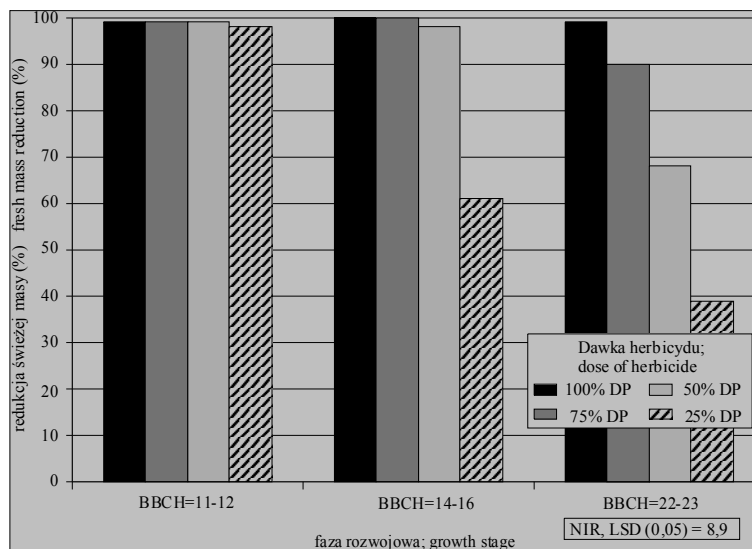
Reduction of fresh mass of *Stellaria media* depending on its growth stage and different doses of mecoprop + MCPA + dicamba (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

### *Apera spica-venti*

Oceniając wrażliwość *Apera spica-venti* na herbicydy w zależności od jej fazy rozwojowej można stwierdzić, że gatunek ten charakteryzował się bardzo wysoką wrażliwością w fazach najmłodszych, tj. od jednego do dwóch liści oraz 4-6 liści (BBCH = 11-12 i 14-16).

Izoproturon bardzo skutecznie (w 98-99%) ograniczał rozwój tego gatunku w fazie BBCH = 11-12 niezależnie od zastosowanej dawki. Podobną skuteczność obserwowano dla dawek: pełnej oraz ograniczonych o 25 i 50% stosowanych w fazie BBCH = 14-16. Rośliny starsze, które rozpoczęły krzewienie (BBCH = 22-23) reagowały silną redukcją świeżej masy (w 90-99%) tylko na izoproturon w dawkach pełnej i obniżonej o 25% (rys. 23).

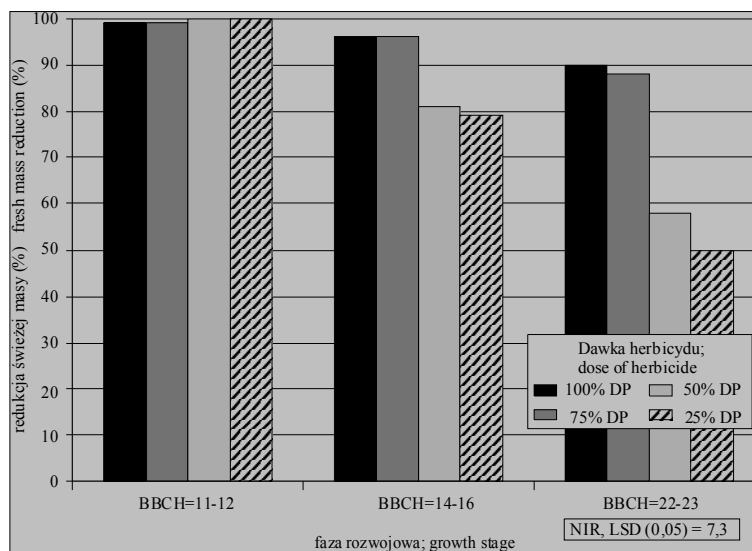
Propoksykarbazon sodowy stosowany łącznie z adiuwantem (poekstrakcyjne kwasy tłuszczowe oleju rzepakowego) niezależnie od wysokości dawki bardzo skutecznie niszczył *Apera spica-venti* w fazie BBCH = 11-12. Chwast ten w fazie 4-6 liści i początku krzewienia (BBCH = 14-16 i 22-23) był efektywnie hamowany w rozwoju jedynie przez propoksykarbazon sodowy aplikowany w dawce pełnej i obniżonej o 25% (rys. 24).



DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 23. Redukcja świeżej masy *Apera spica-venti* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek izoproturonu (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

Reduction of fresh mass of *Apera spica-venti* depending on its growth stage and different doses of isoproturon (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)



DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

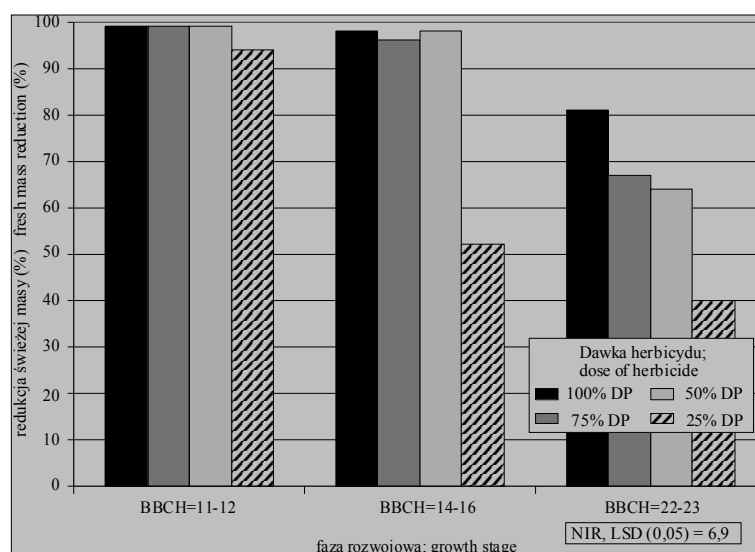
Rys. 24. Redukcja świeżej masy *Apera spica-venti* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek propoksykarbazonu sodowego z adiuwantem (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

Reduction of fresh mass of *Apera spica-venti* depending on its growth stage and different doses of propoxycarbazono sodium with adjuvant (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

Sulfosulfuron stosowany łącznie z adiuwantem (olej parafinowy) niezależnie od wysokości dawki bardzo skutecznie niszczył *Apera spica-venti* w fazie BBCH = 11-12. Chwast ten w fazie 4-6 liści i początku krzewienia (BBCH = 14-16 i 22-23) był efektywnie hamowany w rozwoju jedynie przez sulfosulfuron aplikowany w dawce pełnej i obniżonej o 25% (rys. 24)

Mieszanina flufenacetu z diflufenikanem, bez względu na wysokość zastosowanej dawki, najskuteczniej (w 94-99%) ograniczała świeżą masę *Apera spica-venti* w fazie od jednego do dwóch liści (BBCH = 11-12). Rośliny starsze (BBCH = 14-16) silnie zareagowały tylko na dawkę pełną oraz zredukowaną o 25 lub 50%. Znacznie słabszą skuteczność zwalczania *Apera spica-venti* obserwowano, gdy herbicyd ten zastosowano w fazie początku krzewienia, dotyczyło to nawet pełnej dawki substancji aktywnych (rys. 25).

Fenoksaprop-P-etylu aplikowany w dawce pełnej oraz dawkach ograniczonych o 25 lub 50% skutecznie (w 93-99%) redukował świeżą masę *Apera spica-venti* bez względu na fazę rozwojową chwastu. Dawka najniższa, tj. 25% dawki pełnej działała wyraźnie słabiej (rys. 26).

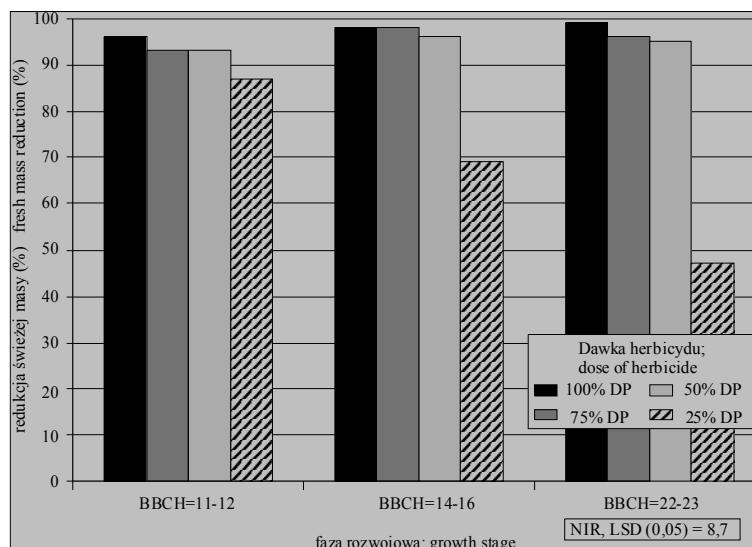


DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 25. Redukcja świeżej masy *Apera spica-venti* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek mieszaniny flufenacet + diflufenikan (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

Reduction of fresh mass of *Apera spica-venti* depending on its growth stage and different doses of flufenacet + diflufenican mixture (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)





DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 26. Redukcja świeżej masy *Apera spica-venti* w zależności od fazy rozwojowej i różnych dawek fenoksapropru-P-etylu (doświadczenia wazonowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)  
Reduction of fresh mass of *Apera spica-venti* depending on its growth stage and different doses of fenoxaprop-P-ethyl (pot trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2002–2003)

#### 4.1.5. Obsada i stan rośliny uprawnej

Roślina uprawna rosnąca w optymalnym zagęszczeniu, w warunkach zapewniających jej właściwy rozwój i zdrowotność oraz potencjalnie wysoki poziom plonowania posiada mechanizm obronny, jakim jest jej oddziaływanie konkurencyjne w stosunku do chwastów występujących w łanie. Zmniejszenie jej obsady sprzyja intensywniejszemu wzrostowi chwastów. W wyniku przeprowadzonych doświadczeń mikroplotkowych stwierdzono, że zachwaszczenie przez *Galium aparine* w nasileniu 20 roślin na m<sup>2</sup> przy zmniejszonej obsadzie pszenicy ozimej o połowę, tj. z 450 szt. · m<sup>-2</sup> do 225 szt. · m<sup>-2</sup> spowodowało wzrost świeżej masy chwastu na obiektach nieopryskiwanych herbicydami o ponad 44% (rys. 27). Analiza statystyczna potwierdziła istotność tej różnicy.

Analizując ubytek świeżej masy *Galium aparine* pod wpływem działania wybranych herbicydów w zależności od ich dawki i gęstości łanu pszenicy można stwierdzić, że obsada rośliny uprawnej tylko w niewielkim stopniu różnicowała skuteczność badanych środków.

W łanie o prawidłowej obsadzie (450 roślin · m<sup>-2</sup>) świeża masa *Galium aparine* była nieznacznie mniejsza niż w łanie rzadszym (225 roślin · m<sup>-2</sup>). Analiza statystyczna

potwierdziła istotność tego zróżnicowania tylko w przypadku obiektów kontrolnego oraz traktowanego najniższą dawką (25% DP) amidosulfuronu i mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba.

Fluoksypyr charakteryzował się bardzo dobrym działaniem na *Galium aparine* niezależnie od zagęszczenia łąnu pszenicy. Nieznaczne zróżnicowanie w skuteczności zwalczania tego chwastu pomiędzy zastosowanymi dawkami nie zostało potwierdzone statystycznie.

W łąnie o prawidłowej obsadzie ( $450 \text{ roślin} \cdot \text{m}^{-2}$ ) zastosowanie amidosulfuronu zapewniało silną redukcję świeżej masy *Galium aparine* bez względu na wysokość zastosowanej dawki. W przypadku łąnu o niższej obsadzie pszenicy środek ten można było stosować z dobrym skutkiem w dawce pełnej i ograniczonych o 25 i 50%. Istotnie słabiej na *Galium aparine* działał amidosulfuron w dawce obniżonej o 75%.

Rozpatrując ubytek świeżej masy chwastu w zależności od zastosowanej dawki herbicydu w łąnach pszenicy o różnej obsadzie można stwierdzić, że mieszanina mekoprop + MCPA + dikamba efektywnie ograniczała rozwój *Galium aparine* w łąnie rzadszym tylko wtedy, gdy była stosowana w dawkach pełnej (100% DP) i obniżonej o 25% (75% DP), natomiast dawki 50% i 25% DP wykazały istotnie niższą efektywność. W łąnie o prawidłowej obsadzie, pomimo wystąpienia pewnych różnic, analiza statystyczna nie potwierdziła istotnego wpływu obniżenia dawki mieszaniny mekopropu, MCPA i dikamby na świeżą masę *Galium aparine*. Istotnie gorzej działała ta mieszanina w dawce niższej o 75% w stosunku do zalecanej.

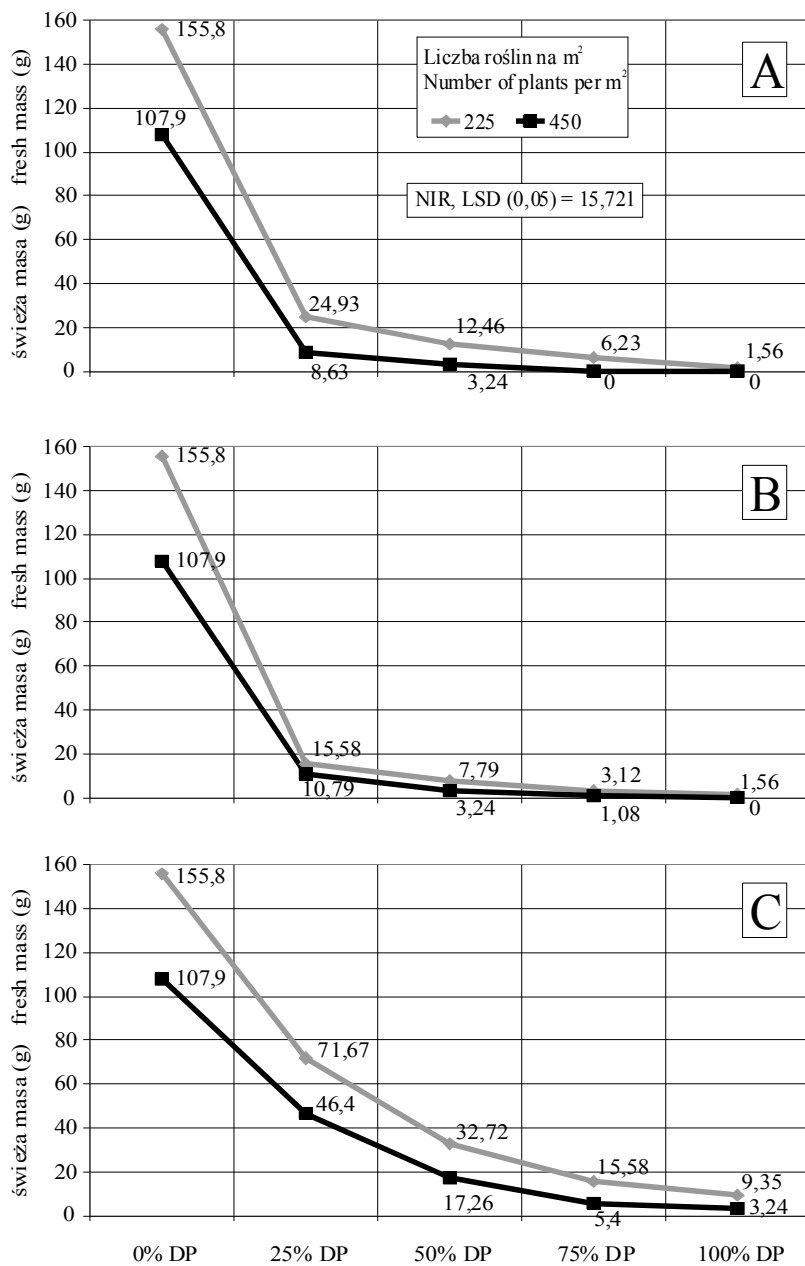
#### 4.1.6. Dodatek adiuwanta

Adiuwant jest środkiem pomocniczym dodawanym do herbicydu powodującym wzrost efektywności jego działania. W przypadku chwastów bardzo wrażliwych lub będących w bardzo **młodych** wczesnych fazach rozwojowych dodatek adiuwanta zazwyczaj nie przynosi zauważalnych efektów. Celowe jest jego stosowanie, gdy chwasty charakteryzują się nieco niższą wrażliwością, są zaawansowane w rozwoju lub warunki pogodowe odbiegają od optymalnych dla skutecznego działania herbicydów.

W tabelach 29 i 30 przedstawiono wpływ dodatku adiuwanta zawierającego etoksylowany izodecynol (Trend 90 EC) stosowanego w stężeniu 0,05% na skuteczność chwastobójczą tribenuronu metylu oraz na efekty stosowania mieszaniny mezosulfuronu i jodosulfuronu z dodatkiem ( $1 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) estru metylowego oleju rzepakowego (Actirob 842 EC).

Wyniki doświadczeń wykazały, że tribenuron metylu stosowany łącznie z adiuwantem działał zdecydowanie skuteczniej niż aplikowany samodzielnie, zwłaszcza gdy zastosowano niższe dawki herbicydu, tj. 25% i 50% DP (tab. 29).

Tribenuron metylu z dodatkiem etoksylowanego izodecynolu jako adiuwanta zdecydowanie lepiej ograniczał świeżą masę: *Anthemis arvensis*, *Chenopodium album*, *Galium aparine*, *Lamium amplexicaule*, *Fallopia convolvulus*, *Stellaria media* i *Thlaspi arvense* nawet w dawkach mniejszych o 50 i 75% od zalecanej. Dodatek adiuwanta nie powodował wzrostu skuteczności w odniesieniu do *Viola arvensis*.



DP – dawka pełna (patrz tabela 7); full dose (see table 7)

Rys. 27. Redukcja świeżej masy *Galium aparine* w zależności od obsady pszenicy ozimej przez różne dawki herbicydów: A – amidosulfuron, B – fluroksypyr, C – mekoprop + MCPA + dikamba (doświadczenia mikropoletkowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

Reduction of fresh mass of *Galium aparine* as influenced by winter wheat density and different doses of herbicide: A – amidosulfuron, B – fluroksypyr, C – mekoprop + MCPA + dikamba (microplots trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2001–2003)

W przypadku wyższych dawek tribenuronu metylu, tj. pełnej zalecanej (100% DP) i ograniczonej o 25%, większość chwastów charakteryzowała się dużą wrażliwością, a dodatek adiuwanta nie miał wpływu na ich zwalczanie. Wyjątkiem była *Galium aparine*, która w zdecydowanie silniejszym stopniu reagowała na herbicyd z dodatkiem adiuwanta w każdej z badanych dawek oraz *Chenopodium album* i *Viola arvensis* wykazujące wyższą redukcję świeżej masy pod wpływem tribenuronu metylu stosowanego z adiuwantem.

Mieszanina mezosulfuronu i jodosulfuronu wykazała się zdecydowanie wyższą skutecznością działania, gdy zastosowano ją łącznie z estrem metylowym oleju rzepakowego. Największe różnice we wzroście efektywności niszczenia chwastów (od 9 do 15%) obserwowano w przypadku dawek obniżonych, tj. 62,5% i 37,5% DP (tab. 30).

Dodatek adiuwanta do mieszaniny mezosulfuronu i jodosulfuronu powodował zauważalny wzrost skuteczności działania w odniesieniu do: *Alopecurus myosuroides*, *Viola arvensis*, *Galium aparine* i *Myosotis arvensis* dla każdej z zastosowanych dawek badanego środka. Podobną prawidłowość obserwowano w stosunku do *Apera spica-venti*, *Veronica hederifolia* oraz *Anthemis arvensis*, gdy chwasty te traktowano obniżonymi dawkami mieszaniny mezosulfuronu i jodosulfuronu (62,5% i 37,5% DP). Dwa z gatunków występujących w doświadczeniach: *Thalaspis arvense* i *Stellaria media* wykazały się wysoką wrażliwością na badany herbicyd niezależnie od jego dawki oraz dodatku adiuwanta.

Mieszanina mezosulfuronu i jodosulfuronu z dodatkiem estru metylowego oleju rzepakowego jako adiuwanta, stosowana w dawce odpowiadającej 62,5% DP, charakteryzowała się zbliżoną skutecznością działania na większość występujących w doświadczeniach gatunków chwastów jak dawka pełna (100% DP) tego herbicydu, użyta bez adiuwanta (tab. 30).

#### 4.1.7. Aplikacja pojedynczego herbicydu lub mieszaniny środków

W przypadku, gdy herbicyd stosowany pojedynczo wykazuje zbyt wąskie spektrum działania chwastobójczego i słabiej eliminuje jeden lub kilka gatunków chwastów celowe może być zastosowanie go w mieszaninie z innym środkiem chwastobójczym. Regułą wtedy jest stosowanie obydwu komponentów mieszaniny w dawkach ograniczonych o 30-50% w porównaniu z dawkami pełnymi. Takie rozwiązanie zazwyczaj pozwala lepiej zwalczać mniej wrażliwe gatunki chwastów oraz zwiększyć ogólną skuteczność chwastobójczą, a przez to osłabić konkurencyjny wpływ zbiorowiska chwastów na plonowanie rośliny uprawnej.

Potwierdzeniem tego są wyniki doświadczeń polowych, w których aplikowano herbicydy pojedynczo oraz w mieszaninach. Tribenuron metylu aplikowany bez dodatku innych środków charakteryzował się wysoką skutecznością ogólną wynoszącą 90%, lecz na niektóre gatunki, takie jak np. *Galium aparine* i *Brassica napus* subsp. *napus* działał niewystarczająco skutecznie. Znacznie lepszy efekt zaobserwowano,

Tabela 29

Ograniczenie świeżej masy chwastów (w %) przez tribenuron metylu stosowany bez oraz z adiuwantem  
(średnia z 14 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2003–2005)  
Reduction of fresh mass of weeds (in %) by tribenuron methyl applied without and with adjuvant  
(average from 14 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2003–2005)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Redukcja świeżej masy w %; Fresh mass reduction in %									
		średnio average	ANTAR	CHEAL	GALAP	LAMAM	POLCO	STEME	THLAR	VIOAR	
Tribenuron metylu	25% DP	56	73	37	35	58	58	82	86	56	
	50% DP	76	93	64	57	83	82	96	92	80	
	75% DP	92	99	77	73	96	93	100	93	85	
	100% DP	97	100	90	81	99	99	100	99	97	
Tribenuron metylu + adiuwant	25% DP	72	96	88	88	88	89	90	98	58	
	50% DP	89	99	97	92	92	91	100	100	84	
	75% DP	95	99	99	92	92	97	100	100	94	
	100% DP	97	100	99	96	94	98	100	100	97	

pełne nazwy chwastów oraz ich skróty zamieszczono w tabeli 10; full names of weeds and its abbreviations are given in table 10

Tabela 30

Ograniczenie świeżej masy chwastów (w %) przez mieszankę mezosulfuronu i jodosulfuronu stosowaną bez oraz z adiuwantem (średnia z 6 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2003–2005)  
 Reduction of fresh mass of weeds (in %) mesosulfuron and iodosulfuron mixture applied without and with adjuvant (average from 6 field trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 2000–2002)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	średnio average	Redukcja świeżej masy w %; Fresh mass reduction in %									
			ALOMY	APESV	VERHE	THLAR	STEME	VIAOR	GALAP	MYOAR	ANTAR	
Mezosulfuron + jodosulfuron	37,5% DP	71	59	85	54	95	95	78	51	46	78	
	62,5% DP	80	78	91	68	98	100	83	62	53	85	
	100% DP	85	85	95	75	100	100	90	70	62	88	
Mezosulfuron + jodosulfuron + adiuwant	37,5% DP	86	90	95	75	100	100	85	75	70	88	
	62,5% DP	89	95	98	78	100	100	93	75	72	90	
	100% DP	91	97	100	80	100	100	97	81	75	92	

pełne nazwy chwastów oraz ich skróty zamieszczono w tabeli 10; full names of weeds and its abbreviations are given in table 10

gdy tribenuron metylu zastosowano w mieszaninie z amidosulfuronem, pomimo tego, że obydwie komponenty mieszaniny użyto w dawkach niższych o 40-50% w stosunku do dawek pełnych zalecanych w przypadku oddzielnego stosowania tych herbicydów. Nieco gorsze efekty uzyskano, gdy jako jeden z dodatków użyto herbicyd zawierający fluoksypyr lub mieszaninę 2,4-D + dikamba (tab. 31).

Podobną prawidłowość obserwowano w przypadku amidosulfuronu, który stosowany w mieszaninie z fluoksypirem charakteryzował się wyższą skutecznością ogólną oraz lepiej eliminował: *Descurainia sophia*, *Viola arvensis* i *Veronica hederifolia*, chociaż składniki mieszaniny były aplikowane w dawce niższej o 37,5 i 50% w stosunku do dawek pełnych tych herbicydów. Dodatek fluoksypiru lub mieszaniny 2,4-D + dikamba do fluoksypiru poprawiał również skuteczność w odniesieniu do *Descurainia sophia* i *Veronica hederifolia*, lecz nie zwiększał efektywności niszczenia *Viola arvensis* (tab. 32).

Tabela 31

Skuteczność chwastobójcza tribenuronu metylu stosowanego samodzielnie i w mieszaninach z innymi herbicydami  
(średnia z 6 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB, Wrocław, 1999–2001)  
Efficacy of tribenuron methyl applied alone and in the mixture with other herbicides  
(average from 6 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1999–2001)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Zniszczenie chwastów w %; Weed control in %							
		ogółem total	GALAP	STEME	DESSO	VIOAR	POLCO	VERHE	BRNSA
Obiekt kontrolny Untreated object	-	*104	*36	*13	*15	*7	*5	*5	*5
Tribenuron metylu	100% DP	90	75	99	99	100	99	99	60
Tribenuron metylu +fluoksypyr	60% DP 62,5% DP	95	89	100	100	99	99	99	80
Tribenuron metylu +amidosulfuron	60% DP 50% DP	93	96	100	100	100	100	83	75
Tribenuron metylu +2,4-D + dikamba	60% DP 50% DP	95	81	99	100	99	99	99	60

Objaśnienia; Explanations:

\* liczba chwastów (szt. · m<sup>-2</sup>); number of weeds (pcs · m<sup>-2</sup>)

pełne nazwy chwastów oraz ich skróty zamieszczono w tabeli 10; full names of weeds and its abbreviations are given in table 10

Tabela 32

Skuteczność chwastobójcza amidosulfuronu stosowanego samodzielnie i w mieszaninach z innymi herbicydami (średnia z 6 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1999–2001)  
Efficacy of amidosulfuron applied alone and in the mixture with another herbicides  
(average from 6 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1999–2001)

Herbicyd Herbicide	Dawka na ha Dose per ha	Zniszczenie chwastów w %; Weed control in %							
		ogółem total	GALAP	STEME	DESSO	VIOAR	POLCO	VERHE	BRNSA
Obiekt kontrolny Untreated object	-	99	*36	*12	*9	*7	*6	*6	*5
Amidosulfuron	100% DP	83	95	97	87	62	99	60	80
Amidosulfuron +fluoksypyr	50% DP 62,5% DP	92	97	96	95	82	100	80	80
Amidosulfuron +2,4-D + dikamba	50% DP 50% DP	89	92	99	95	66	99	80	80

objaśnienia jak dla tabeli 31; explanation as in table 31

#### 4.2. OCENA ZACHOWANIA SIĘ HERBICYDÓW W ROŚLINIE I GLEBIE

Współczesne rolnictwo wykorzystuje intensywną chemiczną ochronę plantacji dla osiągnięcia wysokich plonów ziarna zbóż o dobrych parametrach jakościowych. W trosce o zmniejszenie zagrożenia dla środowiska i ograniczenie poziomu pozostałości substancji aktywnych herbicydów prawodawstwo Unii Europejskiej oraz każdego z krajów członkowskich określa najwyższe stężenia tych substancji w środkach spożywczych pochodzenia rolniczego oraz ziarnie zbóż. W Polsce aktem prawnym normującym te zagadnienia jest Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 kwietnia 2004 r. wraz z późniejszymi zmianami (116).

##### 4.2.1. Wpływ rodzaju herbicydu na poziom pozostałości substancji aktywnych w materiale roślinnym i glebie

Herbicydy stosowane na polach uprawnych charakteryzują się zróżnicowaną trwałością i okresem połowicznego rozpadu. W roślinie są one rozkładane dzięki procesom metabolicznym, natomiast w glebie główną rolę w degradacji herbicydów odgrywiają mikroorganizmy (64, 121).

Prezentowane badania obejmują 11 herbicydów należących do różnych grup chemicznych, które są powszechnie stosowane do odchwaszczania zbóż.



• **2,4-D + dikamba – herbicyd Aminopielik D 450 SL**

W ziarnie pszenicy ozimej i jęczmienia ozimego wykrywano jedynie pozostałości 2,4-D w ilości 0,006-0,008 mg · kg<sup>-1</sup> i to tylko w przypadku aplikacji pełnej dawki (100% DP) tego środka (tab. 33). W pszenżycie ozimym niezależnie od wysokości dawki pozostałości nie stwierdzono. W ziarnie pszenicy jarej wykryto pozostałości 2,4-D jedynie po aplikacji dawki pełnej (100% DP) oraz obniżonej do 83% DP. Wynosiły one odpowiednio: 0,010 mg · kg<sup>-1</sup> i 0,004 mg · kg<sup>-1</sup>. W ziarnie jęczmienia jarego pozostałości 2,4-D stwierdzono po zastosowaniu dawki pełnej (100% DP), które wynosiły 0,016 mg · kg<sup>-1</sup>.

W ziarnie żadnego ze zbóż nie wykryto dikamby – drugiego ze składników herbicydu Aminopielik D 450 SL. Pozostałości stwierdzone w badanym ziarnie zbóż były znacznie niższe niż dopuszczają normy. Dla 2,4-D wynoszą one 0,200 mg · kg<sup>-1</sup> (tab. 50).

Poziom pozostałości badanych substancji aktywnych w glebie był zróżnicowany i w znacznym stopniu uzależniony od dawki herbicydu. Niższe wartości oznaczano w zbożach ozimych, w których wynosiły one 0,008-0,022 mg · kg<sup>-1</sup> dla 2,4-D i do 0,008 mg · kg<sup>-1</sup> dla dikamby. W zbożach jarych pozostałości w glebie wynosiły 0,022-0,046 mg · kg<sup>-1</sup> dla 2,4-D oraz do 0,008 mg · kg<sup>-1</sup> dla dikamby i również rosły wraz z dawką herbicydu.

Tabela 33

Maksymalne wykryte pozostałości 2,4-D i dikamby w ziarnie zbóż i glebie  
(średnia z 31 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of 2,4-D and dicamba in grain and soil  
(average from 31 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )									
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter tritiale		pszenica jara spring wheat		jęczmień jary spring barley	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
2,4-D	67% DP	NW	0,008	NW	0,008	NW	0,010	NW	NW	NW	0,022
Dikamba		NW	NW	NW	0,002	NW	0,004	NW	NW	NW	NW
2,4-D	83% DP	NW	0,010	NW	0,012	NW	0,020	0,004	0,024	NW	0,042
Dikamba		NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	0,006	NW	0,008
2,4-D	100% DP	0,006	0,018	0,008	0,018	NW	0,022	0,010	0,030	0,016	0,046
Dikamba		NW	0,008	NW	0,006	NW	0,008	NW	0,006	NW	0,008

NW – pozostałości nie wykryto; residues not detected

• **mekoprop-P + karfentrazon-etylu – herbicyd Aurora Super 61,5 WG**

W badanym ziarnie zbóż ozimych nie stwierdzono obecności mekopropu. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia dopuszczalny poziom tej substancji w ziarnie wynosi  $0,100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (tab. 50).

W glebie pozostałości mekopropu wystąpiły tylko w doświadczeniach z pszenicą ozimą po zastosowaniu dawki pełnej oraz obniżonej do 60% DP (tab. 34). W próbkach gleby pobranych z doświadczeń obsianych jęczmieniem ozimym i pszenżytem ozimym nie wykryto mekopropu. Pozostałości karfentrazonu etylu nie oznaczano (patrz rozdz. 3.5. Analizy laboratoryjne).

Tabela 34

Maksymalne wykryte pozostałości mekopropu i karfentrazonu etylu w ziarnie zbóż i glebie (średnia z 12 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of mecoprop and carfentrazone ethyl in grain and soil (average from 12 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )					
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
Mekoprop	50% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Karfentrazon etylu		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Mekoprop	60% DP	NW	0,010	NW	NW	NW	NW
Karfentrazon etylu		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Mekoprop	100% DP	NW	0,018	NW	NW	NW	NW
Karfentrazon etylu		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*

NW – pozostałości nie wykryto; residues not detected

xxx)\* pozostałości nie oznaczano; residues were not analysed

• **mekoprop + MCPA + dikamba – herbicyd Chwastox Trio 540 SL**

Herbicyd Chwastox Trio 540 SL jako jedyny z badanych zawiera trzy substancje aktywne: MCPA, dikambę i mekoprop. Po aplikacji najniższych dawek tego środka (70% DP w zbożach ozimych i 62,5% DP w jarych) nie stwierdzono w ziarnie pozostałości żadnej z wymienionych substancji (tab. 35). Wraz ze wzrostem dawki wystąpiły pozostałości mekopropu ( $0,004\text{--}0,006 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w zbożach ozimych i  $0,008\text{--}0,014 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w jarych) oraz MCPA ( $0,006\text{--}0,008 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w ozimych i  $0,008\text{--}0,010 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w jarych). W żadnym przypadku nie wykrywano dikamby. Rozporządzenie Ministra Zdrowia dopuszcza w ziarnie pozostałości do  $0,100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  dla MCPA i mekopropu oraz do  $0,050 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  dla dikamby (tab. 50).

Pozostałości w glebie były uzależnione od wysokości dawki herbicydu. Dla MCPA wynosiły one  $0,010\text{--}0,026 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w zbożach ozimych oraz  $0,010\text{--}0,030 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w zbożach jarych, a dla dikamby odpowiednio  $0,004\text{--}0,008 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  i  $0,002\text{--}0,008 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

oraz dla mekopropu 0,004–0,006 mg · kg<sup>-1</sup> i 0,008–0,018 mg · kg<sup>-1</sup>. Wzrost dawki badanych herbicydów powodował z reguły wystąpienie większych pozostałości tych substancji aktywnych w glebie.

Tabela 35

Maksymalne wykryte pozostałości mekopropu, MCPA i dikamby w ziarnie zbóż i glebie (średnia z 34 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of mecoprop, MCPA and dikamba in grain and soil (average from 34 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )									
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale		pszenica jara spring wheat		jęczmień jary spring barley	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
MCPA	62,5% DP (zboża)	xx	xx	xx	xx	xx	xx	NW	0,008	NW	0,028
Dikamba		xx	xx	xx	xx	xx	xx	NW	NW	NW	NW
Mekoprop	jare; spring cereals)	xx	xx	xx	xx	xx	xx	NW	NW	NW	NW
MCPA	75% DP (zboża)	xx	xx	xx	xx	xx	xx	0,008	0,010	0,010	0,030
Dikamba		xx	xx	xx	xx	xx	xx	NW	NW	NW	0,002
Mekoprop	jare; spring cereals)	xx	xx	xx	xx	xx	xx	0,008	0,008	0,012	0,012
MCPA	70% DP (zboża ozime; winter cereals)	NW	NW	NW	0,010	NW	0,012	xx	xx	xx	xx
Dikamba		NW	NW	NW	0,004	NW	NW	xx	xx	xx	xx
Mekoprop	jare; spring cereals)	NW	NW	NW	NW	NW	NW	xx	xx	xx	xx
MCPA	80% DP (zboża ozime; winter cereals)	NW	0,020	NW	0,016	NW	0,020	0,008	0,026	0,010	0,030
Dikamba		NW	NW	NW	0,004	NW	0,006	NW	NW	0,002	0,008
Mekoprop	100% DP (zboża jare; spring cereals)	0,004	0,006	0,006	NW	NW	NW	0,012	0,010	0,014	0,018
MCPA	100% DP (zboża ozime; winter cereals)	0,008	0,016	0,006	0,018	0,006	0,026	xx	xx	xx	xx
Dikamba		NW	0,004	NW	0,008	NW	0,006	xx	xx	xx	xx
Mekoprop	jare; spring cereals)	0,006	0,006	0,006	NW	0,006	0,004	xx	xx	xx	xx

objaśnienia jak dla tabeli 33; explanations as in table 33  
xx – nie stosowano danej dawki; this dose was not applied

• **dichlorprop-P – herbicyd Duplosan DP 600 SL**

W ziarnie zbóż ozimych i jarych niezależnie od zastosowanej dawki nie wykryto pozostałości dichloropropu-P (tab. 36). Maksymalna dopuszczalna zawartość tej substancji w ziarnie według obowiązujących w Polsce norm wynosi  $0,200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (tab. 50).

W glebie poziom pozostałości badanego herbicydu zwiększał się wraz ze wzrostem stosowanej dawki. W doświadczeniach ze zbożami ozimymi wynosił on  $0,004\text{--}0,020 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby, natomiast w jarych  $0,016\text{--}0,046 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Tabela 36

Maksymalne wykryte pozostałości dichloropropu-P w ziarnie zbóż i glebie  
(średnia z 25 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of dichlorprop-P in grain and soil  
(average from 25 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )									
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter tritcale		pszenica jara spring wheat		jęczmień jary spring barley	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
Dichlorprop-P	70% DP	NW	0,004	NW	0,008	NW	0,010	NW	NW	NW	0,020
Dichlorprop-P	80% DP	NW	0,010	NW	0,008	NW	0,010	NW	0,016	NW	0,024
Dichlorprop-P	100% DP	NW	0,018	NW	0,010	NW	0,020	NW	0,024	NW	0,046

objaśnienia jak dla tabeli 33; explanation as in table 33

• **mekoprop-P – herbicyd Duplosan KV 600 SL**

W ziarnie pszenżyta nie stwierdzono pozostałości mekopropu-P niezależnie od użytej dawki herbicydu (tab. 37). W ziarnie pszenicy i jęczmienia ozimego pozostałości wystąpiły tylko po zastosowaniu dawki pełnej (100% DP). W przypadku zbóż jarych nie wykrywano pozostałości na obiektach traktowanych dawką najniższą (75% DP). Na pozostałych obiektach oznaczono tę substancję na poziomie  $0,008\text{--}0,018 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , w zależności od zastosowanej dawki środka. Jej dopuszczalna zawartość w ziarnie nie może przekraczać  $0,200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (tab. 50).

Pozostałości mekopropu-P w glebie zwiększały się wraz ze wzrostem dawki herbicydu. W próbkach gleby pobranych w doświadczeniach ze zbożami ozimymi wahały się w granicach od  $0,006$  do  $0,018 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , natomiast w zbożach jarych utrzymywały się na poziomie  $0,018\text{--}0,030 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . W glebie pobranej z poletek, na których mekoprop-P stosowano w zbożach ozimych (z wyjątkiem pszenicy) oraz jarych nie stwierdzono pozostałości tego herbicydu na obiektach traktowanych dawką najniższą (75% DP).

Tabela 37

Maksymalne wykryte pozostałości mekopropu-P w ziarnie zbóż i glebie  
(średnia z 25 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of mecoprop-P in grain and soil  
(average from 25 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )									
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale		pszenica jara spring wheat		jęczmień jary spring barley	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
Mekoprop-P	75% DP	NW	0,010	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Mekoprop-P	87,5% DP	NW	0,010	NW	0,012	NW	0,006	0,008	0,022	0,010	0,018
Mekoprop-P	100% DP	0,004	0,014	0,006	0,018	NW	0,010	0,012	0,030	0,018	0,028

objaśnienia jak dla tabeli 33; explanations as in table 33

#### • fluoksypyr – herbicyd Starane 250 EC

Bez względu na wysokość zastosowanej dawki nie wykryto pozostałości fluoksypiry w ziarnie zbóż ozimych i jęczmienia jarego (tab. 38). W ziarnie pszenicy jarej wystąpiły niewielkie pozostałości (0,002 mg · kg<sup>-1</sup>) tylko na obiekcie traktowanym najwyższą zalecaną dawką (100% DP). Rozporządzenie Ministra Zdrowia dopuszcza zawartość do 0,100 mg · kg<sup>-1</sup> fluoksypiry w ziarnie zbóż (tab. 50).

W glebie nie stwierdzono pozostałości fluoksypiry w uprawie pszenicy ozimej oraz jęczmienia ozimego i jarego. Ich niewielki poziom obserwowano na polach obsianych pszenżytem ozimym (0,004 mg · kg<sup>-1</sup> dla dwóch najwyższych dawek – 100% DP i 75% DP) oraz pszenicą jarą (0,002 mg · kg<sup>-1</sup>, dla dawki pełnej – 100% DP).

Tabela 38

Maksymalne wykryte pozostałości fluoksypiry w ziarnie zbóż i glebie  
(średnia z 22 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of fluoxypyr in grain and soil  
(average from 25 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )									
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale		pszenica jara spring wheat		jęczmień jary spring barley	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
Fluoksypyr	50% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Fluoksypyr	75% DP	NW	NW	NW	NW	NW	0,004	NW	NW	NW	NW
Fluoksypyr	100% DP	NW	NW	NW	NW	NW	0,004	0,002	0,002	NW	NW

objaśnienia jak dla tabeli 33; explanations as in table 33

• **izoproturon + karfentrazon etylu – herbicyd Affinity 50,75 WG**

Izoproturon był wykrywany w niewielkiej ilości (0,002-0,004 mg · kg<sup>-1</sup>) jedynie na obiektach traktowanych najwyższą dawką (100% DP) badanego herbicydu (tab. 39). Normy dopuszczają zawartość do 0,050 mg · kg<sup>-1</sup> tej substancji w ziarnie (tab. 50).

W próbkach gleby pobranych z doświadczeń w pszenicy ozimej i w jęczmieniu ozimym stwierdzono pozostałości na obiektach traktowanym dwoma najwyższymi dawkami (100% i 72,7% DP) oraz w przypadku pszenżyta ozimego, po aplikacji dawki pełnej (100% DP). Ich poziom wahał się od 0,002 do 0,006 mg · kg<sup>-1</sup>. Pozostałości karfentrazonu etylu nie oznaczano (patrz rozdz. 3.5. Analizy laboratoryjne).

Tabela 39

Maksymalne wykryte pozostałości izoproturonu i karfentrazonu etylu w ziarnie zbóż i glebie (średnia z 15 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of isoproturon and carfentrazone ethyl in grain and soil (average from 15 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )					
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
Izoproturon	54,5% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Karfentrazon-etylu		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Izoproturon	72,7% DP	NW	0,006	NW	0,002	NW	NW
Karfentrazon-etylu		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Izoproturon	100% DP	0,004	0,004	0,002	0,004	0,002	0,004
Karfentrazon-etylu		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*

objaśnienia jak dla tabeli 34; explanations as in table 34

• **izoproturon + fluoroglikofen etylu – herbicyd Arelon Forte 61,5 WP**

W ziarnie zbóż ozimych pozostałości izoproturonu wystąpiły jedynie na obiektach opryskiwanych najwyższą dawką (100% DP) i wahały się one na poziomie 0,002-0,006 mg · kg<sup>-1</sup> (tab. 40). Norma dopuszcza zawartość izoproturonu w ziarnie do 0,050 mg · kg<sup>-1</sup> (tab. 50).

W glebie nie stwierdzono pozostałości na obiektach traktowanych najniższą dawką (75% DP) badanego środka. W pozostałych przypadkach pozostałości wahały się od 0,002 do 0,016 mg · kg<sup>-1</sup>. Pozostałości fluoroglikofenu etylu nie oznaczano (patrz rozdz. 3.5. Analizy laboratoryjne).

Tabela 40

Maksymalne wykryte pozostałości izoproturonu i fluoroglikofenu etylu w ziarnie zbóż i glebie (średnia z 17 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of isoproturon and fluoroglycofen ethyl in grain and soil (average from 17 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )					
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
Izoproturon	75% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Fluoroglikofen etylu		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Izoproturon	87,5% DP	NW	0,010	NW	NW	NW	0,002
Fluoroglikofen etylu		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Izoproturon	100% DP	0,006	0,016	0,002	0,002	0,002	0,002
Fluoroglikofen etylu		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*

objaśnienia jak dla tabeli 34; explanations as in table 34

• **izoproturon + amidosulfuron – herbicyd Arelon Super 61,5 WG**

Bez względu na wysokość zastosowanej dawki nie stwierdzono pozostałości izoproturonu w ziarnie zbóż ozimych (tab. 41). Rozporządzenie Ministra Zdrowia dopuszcza obecność tej substancji w ziarnie do 0,050 mg · kg<sup>-1</sup> (tab. 50).

W glebie wykrywano niewielkie pozostałości izoproturonu (0,008 mg · kg<sup>-1</sup>) jedynie na obiektach traktowanych najwyższą dawką (100% DP).

Pozostałości amidosulfuronu nie oznaczano (patrz rodz. 3.5. Analizy laboratoryjne).

Tabela 41

Maksymalne wykryte pozostałości izoproturonu i amidosulfuronu w ziarnie zbóż i glebie (średnia z 17 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB, 1998–2000)  
Maximal detected residues of isoproturon and amidosulfuron in grain and soil (average from 17 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )					
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
Izoproturon	75% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Amidosulfuron		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Izoproturon	87,5% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Amidosulfuron		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Izoproturon	100% DP	NW	0,008	NW	0,008	NW	0,008
Amidosulfuron		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*

objaśnienia jak dla tabeli 34; explanations as in table 34

• **chlorotoluron + triasulfuron – herbicyd Dicuran Forte 80 WP**

Chlorotoluron wykryto tylko w ziarnie zbóż ozimych (0,002-0,004 mg · kg<sup>-1</sup>) traktowanych pełną dawką – 100% DP (tab. 42). Obowiązujące w Polsce normy dopuszczają maksymalną zawartość tej substancji do 0,100 mg w 1 kg ziarna (tab. 50).

W glebie chlorotoluron wystąpił również tylko na obiektach opryskanych pełną dawką badanego herbicydu. Pozostałości triasulfuronu nie oznaczano (patrz rozdz. 3.5. Analizy laboratoryjne).

Tabela 42

Maksymalne wykryte pozostałości chlorotoluronu i triasulfuronu w ziarnie zbóż i glebie (średnia z 17 doświadczeń ZE i ZCh, IUNG-PIB, 1998–2000)  
Maximal detected residues of chlorotoluron and triasulfuron in grain and soil (average from 17 trials ZE i ZCh, IUNG-PIB, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )					
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
Chlorotoluron	70% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Triasulfuron		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Chlorotoluron	85% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Triasulfuron		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Chlorotoluron	100% DP	0,004	0,008	0,002	0,004	0,002	0,004
Triasulfuron		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*

objaśnienia jak dla tabeli 34; explanation as a table 34

• **izoproturon + diflufenikan – herbicyd Quarz Super 550 SC**

W ziarnie zbóż nie wykryto, niezależnie od użytej dawki, pozostałości izoproturonu (tab. 43). Niewielkie ilości diflufenikanu (0,004-0,008 mg · kg<sup>-1</sup>) stwierdzono w ziarnie pszenicy ozimej i jęczmienia ozimego traktowanego dwoma najwyższymi dawkami (100% i 75% DP) oraz w ziarnie pszenżyta ozimego opryskanego pełną dawką badanego herbicydu. Rozporządzenie Ministra Zdrowia dopuszcza zawartość po 0,050 mg · kg<sup>-1</sup> w przypadku obydwu substancji aktywnych (tab. 50).

W glebie izoproturon stwierdzono w ilości 0,002-0,008 mg · kg<sup>-1</sup> jedynie na obiektach, na których stosowano badany herbicyd w dawce pełnej (100% DP), natomiast diflufenikan w stężeniu 0,002-0,008 mg · kg<sup>-1</sup> wykryto na obiektach traktowanych dwoma najwyższymi dawkami (100% i 75% DP).



Tabela 43

Maksymalne wykryte pozostałości izoproturonu i diflufenikanu w ziarnie zbóż i glebie  
(średnia z 15 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of isoproturon and diflufenican in grain and soil  
(average from 15 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )					
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale	
		ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil	ziarno grain	gleba soil
Diflufenikan	50% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Izoproturon		NW	NW	NW	NW	NW	NW
Diflufenikan	75% DP	0,004	0,008	0,006	0,002	NW	NW
Izoproturon		NW	NW	NW	NW	NW	NW
Diflufenikan	100% DP	0,008	0,008	0,008	0,008	0,004	0,008
Izoproturon		NW	NW	NW	0,002	NW	0,008

objaśnienia jak dla tabeli 33; explanations as in table 33

#### 4.2.2. Wpływ wybranych czynników na poziom pozostałości substancji aktywnych

##### 4.2.2.1. Dawka herbicydu

Przeprowadzone doświadczenia pozwalają stwierdzić, że poziom pozostałości substancji aktywnych badanych herbicydów jest uzależniony od wielkości dawki środka. W każdym przypadku zarówno w ziarnie zbóż ozimych, jak i jarych wystąpił spadek wykrytych pozostałości wraz z ograniczeniem ich dawek (tab. 44, 45, 48, 49). Prawidłowość ta najlepiej widoczna była w odniesieniu do mieszaniny chlorotoluronu i triasulfuronu. Zmniejszenie dawki zaledwie o 15% spowodowało spadek poziomu pozostałości poniżej granicy wykrywalności, tj. 0,002 mg · kg<sup>-1</sup> (tab. 49). Aby osiągnąć podobne efekty należało zredukować dawkę mieszanin: 2,4-D + dikamba o 17 lub 33% (tab. 44), izoproturon + diflufenikan o połowę (tab. 48), natomiast w przypadku trójskładnikowej mieszaniny mekopropu, MCPA i dikamby, nawet dawka niższa o 50% powodowała obecność niewielkich pozostałości MCPA i mekopropu (na poziomie 0,002 mg · kg<sup>-1</sup>), ale tylko w ziarnie zbóż jarych (tab. 45).

Tabela 44

Maksymalne wykryte pozostałości 2,4-D i dikamby w ziarnie zbóż  
(średnia z 31 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of 2,4-D and dicamba in grain  
(average from 31 trials ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )			
		pszenica wheat		jęczmień barley	
		ozima winter	jara spring	ozima winter	jara spring
2,4-D	67% DP	NW	NW	NW	NW
Dikamba		NW	NW	NW	NW
2,4-D	83% DP	NW	0,004	NW	NW
Dikamba		NW	NW	NW	NW
2,4-D	100% DP	0,006	0,010	0,008	0,016
Dikamba		NW	NW	NW	NW

objaśnienia jak dla tabeli 33; explanations as in table 33

Tabela 45

Maksymalne wykryte pozostałości mekopropu, MCPA i dikamby w ziarnie zbóż  
(średnia z 34 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues of mecoprop, MCPA and dicamba in grain  
(average from 34 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )			
		pszenica wheat		jęczmień barley	
		ozima winter	jara spring	ozima winter	jara spring
MCPA	50% DP	NW	NW	NW	0,002
Dikamba		NW	NW	NW	NW
Mekoprop		NW	0,002	NW	0,002
MCPA	75% DP	NW	0,008	NW	0,010
Dikamba		NW	NW	NW	NW
Mekoprop		NW	0,008	NW	0,012
MCPA	100% DP	NW	0,008	NW	0,010
Dikamba		NW	NW	NW	0,002
Mekoprop		0,004	0,012	0,006	0,014

objaśnienia jak dla tabeli 33; explanations as in table 33

#### 4.2.2.2. Forma rośliny uprawnej

W obrębie tego samego gatunku zbóż występują zazwyczaj dwie formy – ozima i jara. Podstawową różnicą pomiędzy nimi, oprócz terminu siewu, jest różna długość okresu jaki mija od zastosowania herbicydu do zbioru ziarna.

W ziarnie zbóż ozimych pozostałości 2,4-D, dikamby i mekopropu wykrywano sporadycznie (wielkości rzędu  $0,004-0,008 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) i to tylko wtedy, gdy aplikowane były najwyższe z badanych dawek. Herbicydy stosowane w niższych dawkach ulegały pełnemu rozkładowi w roślinie (tab. 44 i 45). W zbożach jarych ze względu na krótszy czas od wykonania zabiegu do zbioru wykrywano nieco większe ilości pozostałości, głównie 2,4-D, MCPA i mekopropu (do  $0,016 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Większe wartości wykrywano w ziarnie zbóż traktowanych pełnymi zalecanymi dawkami, natomiast w przypadku dawek zredukowanych poziom pozostałości był mniejszy, często poniżej granicy oznaczalności, np. dla 2,4-D i dikamby (tab. 44 i 45).

#### 4.2.2.3. Aplikacja pojedynczego środka lub mieszaniny herbicydowej

Wiele herbicydów może być stosowanych pojedynczo lub w mieszaninach z innymi preparatami. Łączna aplikacja dwóch lub więcej środków ma na celu poszerzenie spektrum chwastobójczego, przedłużenie działania, zmniejszenie ryzyka powstania odporności chwastów oraz ograniczenie liczby zabiegów i obniżenie kosztów. Taka forma stosowania herbicydów jest bardzo wygodna dla rolnika i staje się coraz bardziej popularna. Nasuwa się jednak pytanie, czy zmniejszenie dawki poszczególnych komponentów w mieszaninie (z reguły o 50%) spowoduje adekwatny spadek poziomu pozostałości substancji aktywnych zastosowanych herbicydów w ziarnie?

Przeprowadzone badania wykazały, że w przypadku stosowania herbicydu zawierającego 2,4-D i dikambę jedynie największa dawka (100% DP) powodowała obecność pozostałości 2,4-D w ziarnie na poziomie  $0,006 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , natomiast nie wykrywano drugiej z substancji aktywnych – dikamby. Nie stwierdzono pozostałości żadnej z substancji aktywnych w ziarnie pszenicy ozimej traktowanej tym środkiem w dawce mniejszej o 50%. Nieco inaczej wyglądała sytuacja, gdy herbicyd zawierający 2,4-D i dikambę był aplikowany w mieszaninach z tribenuronem metylu i amidosulfuronem. Pomimo mniejszej dawki wyjściowej (50% DP) wykrywano pozostałości obydwu substancji aktywnych, tj. 2,4-D ( $0,006 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) oraz dikamby ( $0,002-0,006 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) (tab. 46).

Fluoksypyr stosowany pojedynczo, niezależnie od jego dawki, nie powodował obecności wykrywalnych pozostałości w ziarnie pszenicy ozimej. W przypadku stosowania fluoksypiry z preparatami zwalczającymi gatunki dwuliścienne (tribenuron metylu lub amidosulfuron), pomimo zastosowania mniejszej dawki (50% DP) tych herbicydów, wykryto pozostałości fluoksypiry w ziarnie na poziomie  $0,0005-0,0010 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (tab. 47).

W przypadku obydwu z badanych herbicydów, tj. mieszaniny 2,4-D + dikamba oraz fluoksypiryru, zastosowanych w pełnej zalecanej dawce (100% DP) w mieszaninach ze środkami przeciwko chwastom jednoliściennym (fenoksaprop-P-etylu lub tralkoksydim) poziom pozostałości wynosił dla 2,4-D, dikamby i fluoksypiryru odpowiednio: 0,008-0,012; 0,008; 0,0012-0,0015 mg · kg<sup>-1</sup> i był większy, niż gdy aplikowano je bez dodatku innych substancji aktywnych (tab. 46, 47).

Porównując poziom pozostałości substancji aktywnych herbicydów zawierających fluoksypyr lub mieszaninę 2,4-D + dikamba stosowanych pojedynczo oraz z dodatkiem innych środków można zauważyć, że pomimo zastosowania tych samych dawek większe wartości pozostałości wykrywano w ziarnie zbóż traktowanych mieszaninami niż pojedynczymi komponentami tych mieszanin.

Tabela 46

Wpływ aplikacji pojedynczego herbicydu lub mieszaniny herbicydów na maksymalne wykryte pozostałości mieszaniny 2,4-D i dikamby w ziarnie pszenicy ozimej (średnia z 6 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Influence of herbicide applied alone or in the mixture with other herbicide on maximal detected residues of 2,4-D and dicamba mixture in winter wheat grain (average from 6 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Lp. No	Substancja aktywna Active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )	Uwagi Comments
1.	2,4-D Dikamba	50% DP	NW NW	pojedynczy herbicyd herbicide alone
2.	2,4-D Dikamba	100% DP	0,006 NW	pojedynczy herbicyd herbicide alone
3.	2,4-D Dikamba	50% DP	0,006 0,002	mieszanina herbicydowa herbicide mixture
	Tribenuron metylu	60% DP	xxx)*	
4.	2,4-D Dikamba	50% DP	0,006 0,006	mieszanina herbicydowa herbicide mixture
	Amidosulfuron	50% DP	xxx)*	
5.	2,4-D Dikamba	100% DP	0,008 0,008	mieszanina herbicydowa herbicide mixture
	Fenoksaprop-P-etylu	100% DP	0,004	
6.	2,4-D Dikamba	100% DP	0,012 0,008	mieszanina herbicydowa herbicide mixture
	Tralkoksydim	100% DP	xxx)*	

objaśnienia jak dla tabeli 34; explanations as in table 34

Tabela 47

Wpływ aplikacji pojedynczego herbicydu lub mieszaniny herbicydów na maksymalne wykryte pozostałości fluroksypyr w ziarnie pszenicy ozimej (średnia z 6 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Influence of herbicide applied alone or in the mixture with other herbicide on maximal detected residues of fluroxypyr in winter wheat grain (average from 6 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Lp. No	Substancja aktywna Active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )	Uwagi Comments
1.	Fluroksypyr	50% DP	NW	pojedynczy herbicyd herbicide alone
2.	Fluroksypyr	100% DP	NW	pojedynczy herbicyd herbicide alone
3.	Fluroksypyr	50% DP	0,001	mieszanina herbicydowa herbicide mixture
	Tribenuron metylu	60% DP	xxx)*	
4.	Fluroksypyr	50% DP	0,0005	mieszanina herbicydowa herbicide mixture
	Amidosulfuron	50% DP	xxx)*	
5.	Fluroksypyr	100% DP	0,0015	mieszanina herbicydowa herbicide mixture
	Fenoksaprop etylu	100% DP	0,008	
6.	Fluroksypyr	100% DP	0,0012	mieszanina herbicydowa herbicide mixture
	Tralkoksydim	100% DP	xxx)*	

objaśnienia jak dla tabeli 34; explanations as in table 34

#### 4.2.2.4. Termin stosowania herbicydu

Termin wykonania zabiegu miał znacznie większy wpływ na poziom pozostałości niż forma rośliny uprawnej. W przypadku aplikacji jesiennej od opryskiwania do zbioru mija minimum 9 miesięcy, podczas gdy dla zabiegów wiosennych okres ten jest o połowę krótszy. W związku z tym nie wykrywano izoproturonu i diflufenikanu oraz chlorotoluronu (substancji aktywnych herbicydów Quarz Super 550 SC i Dicuran Forte 80 WP), gdy były one stosowane jesienią. Stwierdzano natomiast wystąpienie pozostałości (do 0,008 mg · kg<sup>-1</sup>), kiedy zabieg wykonany był wiosną. Oczywiście wraz z ograniczaniem dawki herbicydu poziom pozostałości malał, by zmniejszyć się poniżej granicy wykrywalności dla dawek najniższych (tab. 48 i 49).

Przedstawione w tabelach 33–49 wyniki uzyskane w doświadczeniach polowych dotyczące pozostałości substancji aktywnych herbicydów w materiale roślinnym, jak i w glebie wykazały, że wysokość wykrywanych pozostałości uzależniona jest od rodzaju stosowanego herbicydu i jego dawki, a także od terminu i sposobu aplikacji środka oraz od formy rośliny uprawnej (ozima lub jara).

Tabela 48

Maksymalne wykryte pozostałości w ziarnie zbóż po zastosowaniu zróżnicowanych dawek mieszaniny izoproturonu i diflufenikanu w zależności od terminu stosowania (średnia z 15 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues in grain after treatment of differential doses of isoproturon + diflufenican mixture depending on time of application (average from 15 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )					
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale	
		zabieg; treatment					
		jesienny autmn	wiosenny spring	jesienny autmn	wiosenny spring	jesienny autmn	wiosenny spring
Diflufenikan	50% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Izoproturon		NW	NW	NW	NW	NW	NW
Diflufenikan	75% DP	NW	0,004	NW	0,006	NW	NW
Izoproturon		NW	NW	NW	NW	NW	NW
Diflufenikan	100% DP	NW	0,008	NW	0,008	NW	0,004
Izoproturon		NW	0,006	NW	0,008	NW	0,006

objaśnienia jak dla tabeli 33; explanation as a table 33

Tabela 49

Maksymalne wykryte pozostałości w ziarnie zbóż po zastosowaniu zróżnicowanych dawek mieszaniny chlorotoluronu + triasulfuronu w zależności od terminu stosowania (średnia z 18 doświadczeń polowych, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)  
Maximal detected residues in grain after treatment of differential doses of chlortoluron + triasulfuron mixture depending on time of application (average from 15 field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczana substancja aktywna Indicated active ingredient	Dawka herbicydu na ha Dose of herbicide per ha	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )					
		pszenica ozima winter wheat		jęczmień ozimy winter barley		pszenżyto ozime winter triticale	
		zabieg; treatment					
		jesienny autmn	wiosenny spring	jesienny autmn	wiosenny spring	jesienny autmn	wiosenny spring
Chlorotoluron	70% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Triasulfuron		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Chlorotoluron	85% DP	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Triasulfuron		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*
Chlorotoluron	100% DP	NW	0,004	NW	0,002	NW	0,002
Triasulfuron		xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*	xxx)*

objaśnienia jak dla tabeli 34; explanation as a table 34

Poziom wykrytych pozostałości był bardzo zróżnicowany. W ziarnie zbóż wahał się od wartości niższych niż próg wykrywalności (poniżej  $0,002 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), dochodząc do  $0,016 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , natomiast w glebie poziom pozostałości wahał się w granicach od  $0,004$  do  $0,046 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Przeprowadzone badania wykazały zatem jednoznacznie, że wykrywane pozostałości były znacznie niższe (od 7 do 66 razy) niż dopuszczają normy obowiązujące w Polsce oraz w innych krajach Unii Europejskiej. Oznacza to, że prawidłowo stosowane herbicydy, nawet w pełnych zalecanych dawkach, nie stanowią zagrożenia dla konsumenta ani dla środowiska (tab. 50).

Tabela 50

Maksymalne wykryte pozostałości w ziarnie zbóż i glebie po zastosowaniu zróżnicowanych dawek badanych herbicydów (doświadczenia polowe, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Maximal detected residues in cereals grain and soil after treatment by tested herbicides (field trials, ZE i ZCh, IUNG-PIB Wrocław, 1998–2000)

Oznaczona substancja aktywna Indicated active ingredient	Herbicydy zawierające daną substancję aktywną Herbicides containing this active ingredient	Maksymalne wykryte pozostałości Maximal detected residues (mg · kg <sup>-1</sup> )		Maksymalne dopuszczalne pozostałości w ziarnie Maximal permissible residues in grain (mg · kg <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>	Granica oznaczalności Limit of indication (mg · kg <sup>2)</sup> )
		ziarno grain	gleba soil		
2,4-D	Aminopielik D 450 SL	0,016	0,046	0,100	0,002
Chlortoluron	Dicuran Forte 80 WP	0,004	0,008	0,100	0,004
Dichlorprop	Duplosan DP 600 SL	NW	0,046	0,200	0,002
Diflufenikan	Quarz Super 550 SC	0,008	0,008	0,050	0,002
Dikamba	Aminopielik D 450 SL, Chwastox Trio 540 SL	0,006	0,008	0,050	0,002
Fluroksypyr	Starane 250 EC	0,002	0,004	0,100	0,0005
Izoproturon	Affinity 50,75 WG, Arelon Forte 61,5 WP, Arelon Super 61,5 WG	0,006	0,016	0,050	0,002
MCPA	Chwastox Trio 540 SL	0,010	0,026	0,100	0,002
Mekoprop	Aurora Super 61,5 WG, Chwastox Trio 540 SL, Duplosan KV 600 SL, Quarz Super 550 SC	0,018	0,030	0,100	0,002

<sup>1)</sup> – maksymalne dopuszczalne pozostałości w ziarnie zbóż wg: maximal permissible residues according to: Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz. U., nr 85, poz. 801) wraz z późniejszymi zmianami (116)

<sup>2)</sup> – oznaczalność dla próbki o masie 30 g; limit of indication for a 30 g sample  
NW – pozostałości nie wykryto; residues not detected



## 5. DYSKUSJA

Gwarancją osiągania wysokich plonów zbóż o wymaganej jakości ziarna jest staranna ochrona plantacji nie tylko przed chorobami i szkodnikami, ale również przed chwastami. Odpowiednio dobrane i racjonalnie stosowane herbicydy pozwalają na szybkie ograniczenie zachwaszczenia, ponadto są bezpieczne w użyciu, wykazują dużą selektywność dla rośliny uprawnej i nie stanowią zagrożenia dla środowiska i dla konsumentów produktów roślinnych (18).

Dobór odpowiedniego herbicydu i jego właściwej dawki uzależniony jest przede wszystkim od: występujących w zasiewach gatunków chwastów oraz ich faz rozwojowych, terminu i sposobu jego aplikacji oraz selektywności dla rośliny uprawnej, a także od kosztów jego zastosowania (96, 118). Trafność w doborze herbicydu decyduje o powodzeniu ochrony plantacji przed chwastami, natomiast nieodpowiedni wybór może prowadzić do poważnych strat w plonach. Ujmując rzecz syntetycznie można stwierdzić, że zagrożenie ze strony chwastów można zminimalizować, stosując dobrze dobrany herbicyd w odpowiednim czasie, we właściwej dawce, przeciwko gatunkom wykazującym wrażliwość na jego działanie (80).

Dokonując wyboru herbicydu oraz dostosowując wysokość dawki do stanu i stopnia zachwaszczenia, a także do pozostałych czynników panujących na polu należy przestrzegać kilku podstawowych warunków (33):

- roślina uprawna powinna być zdrowa, o pełnym turgorze, właściwie rozwinięta oraz uprawiana w warunkach zapewniających potencjalnie wysoki poziom plonowania;
- aplikację herbicydu należy wykonać w odpowiednich warunkach pogodowych (wysoka wilgotność powietrza, wilgotna gleba, temperatura powietrza 10-20°C);
- na polu przeznaczonym do wykonania zabiegu dominujące gatunki chwastów, wrażliwe na działanie wybranego herbicydu, powinny znajdować się we wczesnych fazach rozwojowych, tzn. od fazy liścieni do 2-4 liści;
- sprzęt do opryskiwania musi zapewniać jednakową wydajność ze wszystkich dysz oraz gwarantować ustalony wydatek cieczy roboczej na jednostkę powierzchni.

Oczywiście poza przedstawionymi powyżej zastrzeżeniami należy jeszcze stosować się do ogólnie przyjętych reguł stosowania herbicydów, a przede wszystkim unikać wieloletniej aplikacji środków o takim samym mechanizmie działania, co może doprowadzić do selekcji biotypów chwastów odpornych (44).

Do tej pory zjawisko odporności chwastów w uprawach rolniczych w Polsce nie stanowi problemu, a pierwsze doniesienia o jego występowaniu pochodzą z połowy lat osiemdziesiątych XX w., gdy zaczęto obserwować brak reakcji niektórych gatunków chwastów, takich jak: *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli* na herbicydy zawierające atrazynę, stosowane w kukurydzy (41, 106, 107). W uprawach zbożowych pierwsze doniesienia z 2002 roku wskazują na problem odporności *Apera spica-venti* i *Centaurea cyanus* na chlorsulfuron na kilku polach

w okolicach Wrocławia (102). Dalsze badania prowadzone przez R o l ę i in. (103) pokazują jednak, że biotypy odporne w zbożach można skutecznie eliminować aplikując środki o innych mechanizmach działania oraz stosując rotację herbicydów. Zatem na pewno nie należy obawiać się sytuacji, jaka miała miejsce w Australii, gdzie jednostronne użytkowanie gruntów, brak rotacji herbicydów oraz zaniechanie innych niż chemiczne metod ograniczania zachwaszczenia doprowadziło do wystąpienia problemu odporności w bardzo szerokiej skali (90).

Idea optymalizacji dawkowania herbicydów zakłada stosowanie takich dawek, które jeśli nie doprowadzą do wyeliminowania wszystkich chwastów, to spowodują u pozostałych roślin zaburzenia w rozwoju, kwitnieniu i owocowaniu, a co za tym idzie uniemożliwią rozmnażanie się osobników mniej wrażliwych. Gdyby jednak skuteczność okazała się niewystarczająca, to w roku następnym należy zastosować odpowiednio dobrane herbicydy lub ich mieszaniny w pełnych zalecanych dawkach.

#### 5.1. SKUTECZNOŚĆ ZRÓŻNICOWANYCH DAWEK HERBICYDÓW W ŁANACH O RÓŻNYM STANIE ZACHWASZCZENIA

Dobór optymalnej efektywnej dawki herbicydu nie jest sprawą prostą. S t r e i b i g (127) twierdzi, że jej wysokość musi wynikać z równowagi pomiędzy maksymalną wymaganą skutecznością w danych warunkach, a zachowaniem selektywności dla chronionej rośliny i bezpieczeństwa dla konsumenta. Wysokość dawki jest funkcją wielu czynników towarzyszących stosowaniu herbicydów, a mianowicie: wrażliwości zwalczanych chwastów, warunków edaficznych i klimatycznych oraz interakcji pomiędzy nimi.

Przeprowadzone badania własne wykazały duże zróżnicowanie w efektywności działania herbicydów w zależności od stanu zachwaszczenia. W łanach zbóż jarych zachwaszczonych gatunkami dwuliściennymi obserwowano wysoką skuteczność działania herbicydów, nawet gdy ich dawka była niższa o 25-37,5% w stosunku do dawki zalecanej. Wynikało to z faktu, że chwasty występujące w łanie zbóż jarych są zazwyczaj mniej zaawansowane w rozwoju niż w oziminach i dzięki temu są łatwiejsze do wyeliminowania. Spośród badanych herbicydów bardzo dobrą skutecznością, pomimo zastosowania dawki obniżonej o 37,5%, odznaczała się mieszanina trójskładnikowa – mekoprop + MCPA + dikamba oraz mieszanina 2,4-D + dikamba (w dawce niższej o 33%), a także dichlorprop-P (redukcja dawki o 30%). Podobne efekty stwierdzono również stosując mekoprop-P i fluroksypyr w ilości o 25% niższej niż zalecana. Zbliżone wyniki w warunkach klimatyczno-glebowych Litwy osiągnął A u s k a l n i s (11), który w jęczmieniu jarym z dobrym skutkiem stosował herbicydy w dawkach niższych o 25-50% od zalecanych. Również inni autorzy (22, 59, 75) na podstawie wykonanych doświadczeń zalecają odchwaszczanie zbóż jarych z wykorzystaniem środków chwastobójczych w dawkach niższych o 50-60% niż zalecane, bez ryzyka zmniejszenia ich skuteczności i plonowania rośliny uprawnej.

W przypadku zbóż ozimych największa elastyczność w doborze wysokości dawki ocenianych herbicydów występuje w pszenicy ozimej. Wszystkie badane środki efek-

tywnie ograniczały zachwaszczenie, gdy były aplikowane w dawkach od 25 do 50% niższych niż maksymalne zalecane przez producenta. W pszenżycie ozimym trzy z herbicydów (zawierające mekoprop-P oraz mieszaniny 2,4-D + dikamba oraz mekoprop + MCPA + dikamba) odznaczały się wymaganą skutecznością, gdy aplikowano je w ilościach ograniczonych o 20-40%. W przypadku trzech pozostałych (zawierających dichlorprop-P i fluoksypyr oraz mieszaninę mekoprop-P + karfentrazon etylu) należało zastosować dawkę pełną (100% DP). Podobnie było w uprawie jęczmienia ozimego, gdzie z sześciu badanych środków cztery musiały być aplikowane w dawce maksymalnej zalecanej (100% DP). Ograniczona możliwość stosowania zredukowanych dawek herbicydów w pszenżycie ozimym i jęczmieniu ozimym wynikała ze słabszego ich działania na bardziej zaawansowane w rozwoju chwasty, które ze względu na wczesny siew tych gatunków zbóż rozwijają się szybciej niż w pszenicy.

W zbożach ozimych stwierdzono wymaganą skuteczność w przypadku stosowania obniżonych dawek następujących substancji aktywnych:

- mieszaniny mekoprop-P + karfentrazon etylu w pszenicy (50% DP) oraz pszenżycie i jęczmieniu (60% DP);
- mieszaniny mekopropu, MCPA i dikamby w pszenicy i jęczmieniu (70% DP), pszenżycie (80% DP);
- mieszaniny 2,4-D + dikamba w pszenicy i pszenżycie (67% DP);
- dichlorpropu-P w pszenicy (70% DP) i pszenżycie (80% DP);
- oraz mekopropu-P i fluoksypiry w pszenicy (75% DP).

Zbliżone rezultaty uzyskali *Davies i Whiting* (23) oraz *Proven i in.* (93), którzy w warunkach angielskich stosowali herbicydy w dawkach niższych o 12,5 do 50% od zalecanych, osiągając dobrą skuteczność ich działania. Do podobnych wniosków dochodzi *Petryga i in.* (89) na podstawie doświadczeń wykonanych w południowej Polsce, w których z dobrym skutkiem stosowano amidosulfuron i fluoksypyr w dawce niższej o 25-50% w porównaniu z zalecaną.

Analizując plonowanie zbóż zachwaszczonych gatunkami dwuliściennymi można stwierdzić, że w większości przypadków aplikacja herbicydów w dawkach obniżonych od 12,5 do 50% w stosunku do dawek zalecanych nie powodowała istotnego obniżenia plonowania rośliny uprawnej i pozwalała zachować wymaganą skuteczność chwastobójczą. Spośród badanych substancji aktywnych w największym stopniu (bez negatywnego wpływu na plon) można było ograniczyć dawkę fluoksypiry (o 50%) w pszenicy ozimej i jarej oraz w jęczmieniu ozimym i jarym, a także mieszaniny mekopropu-P i karfentrazonu etylu (o 40%) w zbożach ozimych. Przeprowadzone badania potwierdziły również możliwość stosowania mieszaniny 2,4-D z dikambą w dawce ograniczonej o 33% w zbożach ozimych (tab. 11) oraz zmniejszenie o 25% dawki trójskładnikowej mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba w zbożach jarych bez istotnego wpływu na plonowanie. Podobną prawidłowość obserwowano w pszenicy ozimej traktowanej mekopropem-P w dawce ograniczonej o 25% i w pszenżycie ozimym odchwaszczanym fluoksypirem, także w dawce zredukowanej o 25%. Analiza statystyczna wykazała brak ujemnego wpływu na plon obniżonych o 20% dawek mie-

szaniny mekoprop + MCPA + dikamba w zbożach ozimych oraz dichlorpropu-P w zbożach ozimych i jarych. Również ograniczenie dawki mieszaniny 2,4-D + dikamba w zbożach jarych o 17%, a mekopropu-P w jęczmieniu ozimym i jarym, pszenżycie ozimym i pszenicy jarej o 12,5% nie miało ujemnego wpływu na plonowanie tych roślin. Podobne wnioski na podstawie przeprowadzonych badań formułują inni badacze (23, 68, 93), potwierdzając, że stosowanie herbicydów w dawkach obniżonych, w skrajnych przypadkach nawet o 2/3, nie miało istotnego wpływu na wysokość plonu zbóż.

Innego podejścia do problemu regulacji zachwaszczenia wymagają zbiorowiska segetalne, w których oprócz gatunków dwuliściennych występuje *Apera spica-venti*. W warunkach Polski są to przede wszystkim uprawy zbóż ozimych (63, 87, 104, 124, 145). W przypadku takich zbiorowisk ważne jest odpowiednie dobranie herbicydu i jego dawki, umożliwiające równoczesne ograniczenie występowania zarówno *Apera spica-venti*, jak i chwastów dwuliściennych.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń można stwierdzić, że herbicydy zawierające jako jedną z substancji aktywnych izoproturon bardzo dobrze ograniczały występowanie *Apera spica-venti* (skuteczność powyżej 88%), gdy były stosowane w dawkach niższych o 25 do 50% w stosunku do pełnych zalecanych. Wyższą efektywność ograniczonych dawek herbicydów obserwowano w pszenicy ozimej i pszenżycie niż w jęczmieniu ozimym, w którym *Apera spica-venti* występowała w chwili zabiegu w bardziej zaawansowanych fazach rozwojowych. Doświadczenia potwierdziły również możliwość stosowania herbicydu zawierającego chlorotoluron w dawce niższej o 30%, z zachowaniem wymaganej skuteczności w stosunku do *Apera spica-venti*.

Rozpatrując możliwość regulacji zachwaszczenia gatunkami dwuliściennymi przez herbicydy w ograniczonych dawkach można stwierdzić, że duży wpływ na końcową skuteczność oprócz dawki środka miał jego skład (rodzaj substancji aktywnej). Mieszanina izoproturonu i karfentrazonu etylu najlepiej zwalczała chwasty w jęczmieniu ozimym, gdzie występowały gatunki o dużej wrażliwości na te substancje, dlatego w tym przypadku można było zastosować herbicyd w dawce niższej o 27%. W pszenicy i pszenżycie należało zastosować tę mieszaninę w pełnej zalecanej dawce (100% DP), co wynikało z występowania w łanie *Geranium pusillum*, *Viola arvensis* i *Descurainia sophia*, które słabo reagowały na niższe dawki środka. Mieszanina izoproturon + fluoroglikofen etylu stosowana w pszenicy ozimej i jęczmieniu ozimym skutecznie redukowała zachwaszczenie gatunkami dwuliściennymi nawet w dawce niższej o 12,5% niż zalecana. Jedynie w pszenżycie obniżenie dawki nie zapewniało zadowalających rezultatów, co wynikało z bardzo wysokiej liczebności chwastów dwuliściennych oraz wystąpienia gatunków mniej wrażliwych, takich jak: *Viola arvensis*, *Erodium cicutarium* czy *Spergula arvensis*. Podobną sytuację obserwowano w przypadku stosowania mieszaniny izoproturon + amidosulfuron, która w dawce niższej o 12,5% skutecznie eliminowała chwasty w pszenicy i jęczmieniu, lecz nie zapewniała zachowania wymaganego poziomu skuteczności w pszenżycie, w którym należało zastosować 100% DP.

Największą możliwość ograniczania dawki środka przeciwko gatunkom dwuliścien- nym zapewniała mieszanina izoproturonu i diflufenikanu, którą z dobrymi rezultatami można było stosować w zbożach ozimych w dawce niższej o 25-50% w stosunku do pełnej zalecanej. Chlorotoluron aplikowany w mieszaninie z tiasulfuronem pozwalał zachować wysoką skuteczność chwastobójczą w stosunku do gatunków dwuliścien- nych w zbożach ozimych w dawkach niższych o 15-30% niż zaleca producent. Do podobnych wniosków skłaniają badania D a v i e s a i in. (23) oraz W h i t i n g a i in. (141), którzy twierdzą, że nie obserwowali różnic w skuteczności zwalczania *Apera spica-venti* pomiędzy dawką pełną i obniżoną o 50%, gdy stosowano herbicydy za- wierające izoproturon. Zespół W h i t i n g a (141) dowodzi, że w wielu przypadkach można skutecznie regulować nasilenie występowania chwastów dwuliściennych i *Apera spica-venti* w zbiorowiskach zbożowych środkami chwastobójczymi w dawkach ob- niżonych od 30 do 60%. Jednak warunkiem powodzenia stosowania ograniczonych dawek jest aplikowanie ich przeciwko gatunkom o mniejszej zdolności konkurencyjnej oraz występujących w niezbyt dużym nasileniu.

Rozważając wpływ ograniczenia dawki badanych herbicydów na plonowanie zbóż ozimych można stwierdzić, że najszerze możliwości istnieją w pszenicy ozimej, która w najmniejszym stopniu reagowała obniżeniem plonu ziarna, natomiast największe straty stwierdzono w pszenżycie ozimym. Mieszaninę izoproturon + karfentrazon ety- lu można było stosować bez istotnego obniżenia plonowania w pszenicy ozimej w dawce niższej o 45,5%, a w jęczmieniu o 27,3%. Pszenżyto ozime reagowało istotną różnicą w wysokości plonu ziarna na każde ograniczenie dawki tej mieszaniny. Izo- proturon i fluoroglikofen etylu mogły być aplikowane, bez wpływu na wysokość plonu, w pszenicy ozimej i jęczmieniu w dawce niższej o 25%, natomiast w pszenżycie o 12,5%. Izoproturon z dodatkiem amidosulfuronu mógł być stosowany w zredukowa- nych dawkach tylko w pszenicy ozimej (75% DP) i jęczmieniu ozimym (87,5% DP), natomiast w pszenżycie ozimym ograniczenie dawki wywoływało istotną obniżkę plo- nu ziarna. Mieszaninę izoproturonu i diflufenikanu z dobrymi rezultatami (powyżej 85% skuteczności) można było stosować w dawce niższej o 25% w jęczmieniu ozi- mym i pszenżycie ozimym, a w pszenicy ozimej nawet o 50%. Również herbicyd zawierający chlorotoluron i triasulfuron aplikowany w zbożach ozimych w dawce ogra- niczonej o 30% nie wpływał negatywnie na plonowanie tych roślin. Podobne rezultaty uzyskali D a v i e s i in. (23), którzy stosowali mieszaniny izoproturonu z innymi substancjami w dawkach niższych do 50% bez istotnego wpływu na wielkość plonu ziarna zbóż.

Reasumując można stwierdzić, że głównym kryterium decydującym o wysokości dawki powinien być przede wszystkim stan i stopień zachwaszczenia pola. Słabszego działania zredukowanych dawek herbicydów należy oczekiwać w zbożach ozimych, a zwłaszcza w pszenżycie i jęczmieniu, gdzie chwasty są bardziej zaawansowane w rozwoju ze względu na wczesny siew tych gatunków zbóż. Niższe dawki działają słabiej również w przypadku bardzo dużego nasilenia chwastów w łanie rośliny upraw- nej, co potwierdzają także w swoich badaniach inni autorzy (93, 68, 141).

## 5.2. WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW AGROEKOLOGICZNYCH NA SKUTECZNOŚĆ CHWASTOBÓJCZĄ HERBICYDÓW

Efektywne stosowanie herbicydów w zmniejszonych dawkach uzależnione jest od kilku podstawowych czynników, takich jak: wrażliwość i faza rozwojowa chwastu, stan i stopień zachwaszczenia, kondycja rośliny uprawnej, sposób aplikacji herbicydu, sprawność sprzętu oraz warunki pogodowe. Rolnik poprzez umiejętne powiązanie informacji dotyczących wpływu tych czynników z wiedzą na temat działania niższych dawek herbicydów może zapewnić wymaganą skuteczność chwastobójczą stosowanych środków, a w konsekwencji uzyskać wysokie plony chronionych zbóż.

Stopień zachwaszczenia ładu w dużym stopniu decyduje o skuteczności herbicydów. Na polach o mniejszym nasileniu chwastów obserwowano lepsze działanie herbicydów bez względu na ich rodzaj i dawkę. Stwierdzono wyraźny spadek skuteczności działania badanych herbicydów wraz z ograniczaniem ich dawki oraz ze wzrostem nasilenia chwastów. Przykładem tego jest *Galium aparine*, która była skutecznie eliminowana z ładu nawet niższymi dawkami herbicydów, gdy występowała w nasileniu do 20 roślin · m<sup>2</sup>. Podobna prawidłowość wystąpiła w odniesieniu do *Stellaria media* i *Apera spica-venti*. Zbliżone wyniki uzyskali również R o l a (99), C o u r t n e y (19) oraz D a v i e s i in. (22), którzy również obserwowali zmniejszenie skuteczności działania stosowanych herbicydów wraz ze wzrostem stopnia zachwaszczenia. Także K r o p f f i S p i t t e r s (66) podkreślają, że ryzyko nieudanego zabiegu zredukowaną dawką herbicydu rośnie wraz ze zwiększeniem stopnia pokrycia gleby przez chwasty. K l e m i V á ň o v á (57) na podstawie badań własnych dowodzą, że wzrost liczby *Galium aparine* z 2 do 12 szt. · m<sup>2</sup> zmusza do zastosowania fluoksypiru, amidosulfuronu lub mekopropu w dawce wyższej o 2,2-2,8 razy w celu osiągnięcia tej samej skuteczności chwastobójczej.

Przystępując do racjonalnej regulacji zachwaszczenia ładu należy brać pod uwagę fakt, że wrażliwość gatunkowa chwastów na substancje aktywne jest bardzo zróżnicowana, o czym świadczą uzyskane wyniki dla 10 taksonów pospolicie występujących w zbożach:

- *Anthemis arvensis* wykazał dużą wrażliwość na amidosulfuron i tribenuron metylu stosowane w dawce pełnej oraz obniżonych o 25 i 50% w stosunku do dawki zalecanej. Pozostałe herbicydy należało stosować w dawkach pełnych (100% DP);
- rozwój *Chenopodium album* był bardzo skutecznie ograniczany przez mieszaniny 2,4-D + dikamba i mekoprop + MCPA + dikamba aplikowane w dawce pełnej oraz mniejszych o 25 i 50%. Podobne efekty zapewniało zastosowanie mieszaniny mekoprop-P i karfentrazon etylu w dawce mniejszej o 25% niż zalecana. W przypadku tribenuronu metylu, amidosulfuronu i fluoksypiru tylko pełna dawka (100% DP) zapewniała wymaganą skuteczność;
- *Fallopia convolvulus* wykazał się dużym zróżnicowaniem wrażliwości. Wysoką skuteczność zapewniały: fluoksypir oraz mieszaniny 2,4-D + dikamby oraz mekoprop + MCPA + dikamba w najmniejszej dawce, tj. 25% DP. Podob-

ny efekt zapewniały tribenuron metylu, amidosulfuron oraz mieszanina mekoprop-P + karfentrazon etylu aplikowane w 75% DP;

- *Galium aparine* wykazywała bardzo zróżnicowaną wrażliwość w zależności od zastosowanych substancji aktywnych herbicydów. Skutecznie zwalczały ten gatunek chwastu: fluoksypyr, amidosulfuron oraz mieszanina mekoprop-P + karfentrazon etylu już w dawce zredukowanej o 50%. Podobne efekty zapewniały mieszaniny mekoprop-P + karfentrazon etylu oraz mekoprop + MCPA + dikamba aplikowane w 75% DP, a także 2,4-D + dikamba w 100% DP. W przypadku tribenuronu metylu nawet pełna zalecana dawka nie zapewniała wymaganej skuteczności;
- *Lamium purpureum* można skutecznie wyeliminować aplikując fluoksypyr w dawce mniejszej o 50% lub mieszaniny mekoprop-P + karfentrazon etylu i 2,4-D + dikamba oraz amidosulfuron w dawce zredukowanej o 25%. Taki sam efekt zapewniało stosowanie pełnej dawki mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba. Jedynie amidosulfuron działał słabiej nawet w pełnej zalecanej dawce;
- *Polygonum persicaria* był skutecznie ograniczany we wzroście i rozwoju na skutek zastosowania 25% DP mieszanin: mekoprop + MCPA + dikamba oraz 2,4-D + dikamba, a także przez 50% DP tribenuronu metylu, amidosulfuronu, fluoksypiru lub mieszaniny mekopropu-P i karfentrazonu etylu;
- *Stellaria media* reagowała silnym ograniczeniem świeżej masy pod wpływem tribenuronu metylu stosowanego w dawce mniejszej o 75% niż zalecana, fluoksypiru w dawce obniżonej o 50%, amidosulfuronu oraz mieszanin 2,4-D + dikamba i mekoprop + MCPA + dikamba w dawce mniejszej o 25%. W celu osiągnięcia wymaganej skuteczności mieszaninę mekoprop-P + karfentrazon etylu należało zastosować w pełnej zalecanej dawce (100% DP);
- *Thlaspi arvense* wykazały się dużą wrażliwością na badane herbicydy. Pod wpływem stosowania tribenuronu metylu, fluoksypiru oraz mieszanin 2,4-D + dikamba i mekoprop + MCPA + dikamba w dawkach obniżonych o 75%, a także amidosulfuronu lub mieszaniny mekoprop-P + karfentrazon etylu w 50% DP obserwowano redukcję świeżej masy tego gatunku na poziomie powyżej 85%;
- *Veronica hederifolia* należał do gatunków słabo reagujących na herbicydy stosowane w zredukowanych dawkach. Jedynie mieszanina mekoprop-P + karfentrazon etylu (50% DP) oraz amidosulfuron i tribenuron metylu (75% DP) wykazały się wymaganą skutecznością. Pozostałe środki, tj. fluoksypyr oraz mieszaniny 2,4-D + dikamba i mekoprop + MCPA + dikamba należało zastosować w pełnych zalecanych dawkach;
- Również *Viola arvensis* jest gatunkiem o niskiej wrażliwości na wiele herbicydów. Przeprowadzone badania wykazały, że jedynie tribenuron metylu stosowany w dawce niższej o 25% od zalecanej oraz mieszanina mekoprop + MCPA + dikamba i fluoksypyr w dawce pełnej zapewniały osiągnięcie zadowalających efektów chwastobójczych. Pozostałe herbicydy działały słabiej, a ich pełne dawki zapewniały skuteczność na poziomie nie przekraczającym 85%.

Podobne prawidłowości dotyczące zróżnicowanej wrażliwości gatunkowej chwastów w zależności od dawki herbicydu wykazali w swych badaniach D a v i e s i n. (23), K u d s k (68) oraz W h i t i n g i n. (141).

Kolejnym czynnikiem decydującym o skuteczności działania herbicydów jest faza rozwojowa chwastu. Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń można stwierdzić, że zazwyczaj najwrażliwsze są chwasty w okresie od fazy liścieni do 4 liści, natomiast im rośliny są starsze, tym słabiej reagują na herbicyd. D o b r z a n s k i i A d a m c z e s k i (28) dowodzą, że zakres faz, w których chwasty są najskuteczniej niszczone zależy od właściwości substancji aktywnej oraz jej dawki. Zabieg wykonany w okresie największej wrażliwości chwastu umożliwia zmniejszenie ilości zastosowanego środka, natomiast niszczenie chwastów starszych wymaga większych dawek (68). W badaniach własnych *Anthemis arvensis* w najmłodszej fazie, tj. 2-4 liści był bardzo dobrze zwalczany przez tribenuron metylu i amidosulfuron niezależnie od zastosowanej dawki. Rośliny w starszej fazie (6-8 liści i 10-14 liści) były eliminowane znacznie słabiej. Herbicydy zawierające mieszaniny 2,4-D + dikamba i mekoprop + MCPA + dikamba wykazały zadowalającą skuteczność tylko w odniesieniu do roślin najmłodszych (2-4 liście) i tylko w przypadku zastosowania 100% i 75% DP. Skuteczność mniejszych dawek była znacznie słabsza. W przypadku aplikacji mieszaniny 2,4-D + dikamba w dawce ograniczonej o 75% na rośliny w fazie powyżej 6 liści obserwowano efekt stymulujący, polegający na wzroście świeżej masy chwastu w porównaniu z chwastami na obiekcie kontrolnym, nie traktowanymi herbicydem. Efekt taki znany jest od początku lat czterdziestych XX w., kiedy to miały miejsce pierwsze próby stosowania herbicydów należących do tej grupy chemicznej (92, 133).

Najskuteczniej na *Galium aparine* działał fluroksypyr, niezależnie od zastosowanej dawki i fazy rozwojowej chwastu. Zbliżoną skutecznością wykazał się amidosulfuron, ale tylko w przypadku aplikacji herbicydu na chwasty w fazach BBCH = 10-11 i 12-13 oraz w dawkach pełnej i zredukowanej o 25 i 50%. Mieszanina mekopropu, MCPA i dikamby najskuteczniej działała na rośliny w fazie BBCH = 10-11, gdy stosowano ją w dawce pełnej (100% DP) oraz ograniczonej o 25% na rośliny w fazie BBCH = 12-13. Tribenuron metylu wykazał pożądaną skuteczność jedynie w przypadku stosowania dawki pełnej.

*Stellaria media* charakteryzowała się bardzo wysoką wrażliwością na wszystkie z badanych herbicydów. Niezależnie od fazy rozwojowej chwast ten można było skutecznie eliminować herbicydami w dawce ograniczonej o 50-75%.

*Apera spica-venti* charakteryzowała się bardzo wysoką wrażliwością w fazach najmłodszych, tj. od jednego do dwóch liści, a maksymalnie do 4-6 liści. Izoproturon bardzo skutecznie ograniczał rozwój tego gatunku bez względu na zastosowaną dawkę w fazie BBCH = 10-12. W fazie BBCH = 14-16 podobne efekty obserwowano dla dawek 100%, 75% i 50% DP. Rośliny starsze (BBCH = 22-23) reagowały tylko na pełną dawkę środka oraz na dawkę obniżoną o 25%. Sulfosulfuron stosowany łącznie z adiuwantem, niezależnie od wielkości dawki, bardzo skutecznie zwalczał gatunek *Apera spica-venti* w fazie BBCH = 10-12. Rośliny w fazie BBCH = 14-16 i 22-23



były silnie ograniczane w rozwoju jedynie wówczas, gdy stosowano 100 i 75% DP. Mieszanina flufenacetu z diflufenikanem najskuteczniej ograniczała świeżą masę *Apera spica-venti* w fazie BBCH = 10-12 bez względu na wielkość zastosowanej dawki. Rośliny starsze (BBCH = 14-16) silnie reagowały tylko na 100%, 75% i 50% DP. Słabsza skuteczność wystąpiła w przypadku *Apera spica-venti* w fazie początku krzewienia. Fenoksaprop-P-etylu aplikowany w dawce pełnej oraz ograniczonych o 25-50% skutecznie redukował świeżą masę *Apera spica-venti* bez względu na fazę rozwojową chwastu. Zbliżone wyniki uzyskali D o g a n i in. (30), którzy dowodzą, że herbicydy stosowane w fazie od liścieni do trzech liści w dawce niższej o 60% odznaczały się podobną skutecznością, jak w dawce pełnej. Jednak wraz z zaawansowaniem wzrostu chwastów skuteczność zmniejszała się, zwłaszcza w przypadku dawek obniżonych. Znacznie słabszych efektów chwastobójczych należy również oczekiwać na polach zachwaszczonych gatunkami, których nasiona znajdują się w glebie kiełkują w długim przedziale czasowym lub gatunkami znajdującymi się w różnych fazach rozwojowych. Wtedy pożądane efekty można uzyskać jedynie, stosując herbicyd w dawce pełnej (123).

Zmniejszenie obsady roślin uprawnych sprzyja bujniejszemu wzrostowi chwastów ze względu na słabsze oddziaływania konkurencyjne. W doświadczeniu mikropoletkowym *Galium aparine* występująca w nasileniu 20 roślin · m<sup>2</sup> w warunkach zmniejszonej o połowę obsady pszenicy ozimej na obiekcie kontrolnym wytwarzała istotnie więcej świeżej masy (wzrost o 44%) niż rosła w łanie o optymalnej gęstości.

W łanie pszenicy o pełnej obsadzie (450 roślin · m<sup>2</sup>) *Galium aparine* wytwarzała mniejszą świeżą masę niż w łanie przerzedzonym, lecz analiza statystyczna potwierdziła istotność tego różnicowania tylko w odniesieniu do obiektu nietraktowanego herbicydami oraz traktowanego najniższymi dawkami (25% DP) amidosulfuronu i mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba. Na poletkach opryskiwanych fluorksy-pyrem różnice były nieistotne niezależnie od dawki.

W wielu pracach (10, 13, 46, 111, 125) można znaleźć doniesienia wskazujące, że masa chwastów i ich konkurencyjność maleje, gdy rośnie zagęszczenie ładu zbóż. C o u r t n e y (19) dowodzi, że zmniejszenie obsady rośliny uprawnej powodowało spadek skuteczności działania herbicydów stosowanych w dawkach ograniczonych i wymagało zastosowania dawki pełnej.

Istotnym czynnikiem wpływającym na ograniczenie dawek stosowanych herbicydów z jednoczesnym zachowaniem wysokiej skuteczności mogą być adiuwanty. Wyniki doświadczeń dowodzą, że dodatek adiuwanta był w pełni celowy, gdy herbicyd stosowano w dawkach ograniczonych lub w celu zwalczania gatunków o mniejszej wrażliwości.

Tribenuron metylu aplikowany z adiuwantem wykazał lepszą skuteczność działania w odniesieniu do: *Anthemis arvensis*, *Chenopodium album*, *Galium aparine*, *Lamium amplexicaule*, *Fallopia convolvulus*, *Stellaria media* i *Thlaspi arvense* nawet w dawce mniejszej o 50 i 75% od zalecanej, natomiast nie powodował wzrostu skuteczności w stosunku do *Viola arvensis*. W przypadku większych dawek tribenu-

ronu metylu, tj. pełnej zalecanej (100% DP) i ograniczonej o 25%, większość chwastów wykazywała dużą wrażliwość i dodatek adiuwanta nie miał wpływu na ich zwalczanie.

Mieszanina mezosulfuronu i jodosulfuronu wykazała zdecydowanie wyższą skuteczność działania, gdy była aplikowana łącznie z adiuwantem. Różnice wystąpiły zwłaszcza w przypadku dawek zmniejszonych. Łączna aplikacja z adiuwantem powodowała wzrost skuteczności działania w odniesieniu do: *Alopecurus myosuroides*, *Viola arvensis*, *Galium aparine* i *Myosotis arvensis*, dla każdej z zastosowanych dawek badanego środka. Podobną prawidłowość obserwowano w stosunku do *Apera spica-venti*, *Veronica hederifolia* oraz *Anthemis arvensis*, gdy traktowano je obniżonymi dawkami. Jedynie dwa gatunki – *Thalaspis arvensis* i *Stellaria media* – wykazały wysoką wrażliwość na badany herbicyd niezależnie od jego dawki oraz zastosowanego adiuwanta. Korzystny wpływ stosowania adiuwantów z herbicydami wykazali również Pietryga i in. (89), Praczyk i Adamczewski (91) oraz Woźnica (146).

Herbicydy stosowane pojedynczo w wielu przypadkach posiadają zbyt wąskie spektrum działania na chwasty. Zaradzić temu można poprzez stosowanie mieszanin herbicydowych. Takie rozwiązanie zazwyczaj pozwala lepiej zwalczać gatunki słabiej eliminowane przez pojedynczy herbicyd oraz zwiększyć ogólną skuteczność chwastobójczą. Potwierdzeniem tego są wyniki badań własnych. Na przykład tribenuron metylu aplikowany w doświadczeniach polowych wykazał niepełną skuteczność zwalczania *Galium aparine* i *Brassica napus* subsp. *napus*. Natomiast znaczną poprawę efektywności działania na te gatunki zapewnił dodatek amidosulfuronu. Mniej skutecznymi komponentami mieszanek okazały się fluoksypyr lub mieszanina 2,4-D + dikamba. Podobną prawidłowość obserwowano w przypadku amidosulfuronu, który stosowany w mieszaninie z fluoksypyrem charakteryzował się wyższą skutecznością ogólną oraz lepiej eliminował *Descurainia sophia*, *Viola arvensis* i *Veronica hederifolia* niż aplikowany pojedynczo. Powyższy pogląd znajduje potwierdzenie w pracach Adamczewskiego i in. (8), D'Souzy i in. (35), Greena i Bruhna (43) oraz Gressela i Segala (45).

### 5.3. POZOSTAŁOŚCI HERBICYDÓW W ROŚLINIE I GLEBIE

Wpływ środków ochrony roślin na środowisko jest warunkowany ich toksycznością, spektrum działania, trwałością w ekosystemie, bioakumulacją oraz mechanizmem działania na zwalczane organizmy (117). Największe niebezpieczeństwo stanowią środki o wysokiej toksyczności, szerokim spektrum działania, długiej trwałości w środowisku i mające zdolność do kumulacji w kolejnych ogniwach łańcucha pokarmowego (38). Dlatego w społeczeństwie mogą zachodzić obawy o to, czy chemiczna ochrona roślin i jej intensywne stosowanie spowoduje, że produkty roślinne spożywane przez konsumenta będą zawierały nadmierne ilości pozostałości nierozłożonych substancji aktywnych.

W ostatnich latach podjęto cały szereg działań mających na celu zwiększenie bezpieczeństwa dla konsumentów oraz ograniczenie obciążenia środowiska. Jednym z najważniejszych jest wycofywanie z użycia substancji aktywnych o wysokiej toksyczności i persystencji (52, 131). Również producenci herbicydów rozumiejąc rangę problemu włączyli się do tych działań, wprowadzając nowe, bezpieczniejsze formy użytkowe, eliminując uciążliwe dla środowiska rozpuszczalniki i nośniki, stosując substancje wspomagające działanie środka (co umożliwia obniżenie dawki) oraz chroniące roślinę uprawną przed uszkodzeniami herbicydowymi (sejfnery). Do obrotu handlowego wprowadzane są także takie formułacje, które są bezpieczne w dystrybucji i stosowaniu (84, 134).

Prezentowane badania wykazały, że poziom pozostałości substancji aktywnych jest uzależniony od wielu czynników, takich jak: rodzaj stosowanego herbicydu i jego dawka, termin i sposób aplikacji oraz forma rośliny uprawnej (ozima lub jara). Podobne konkluzje w swoich pracach prezentują B r i g s (15) i K a m p e (55).

W przeprowadzonych badaniach własnych maksymalne wykryte stężenia pozostałości wahały się od wartości poniżej progu wykrywalności, tj. poniżej  $0,002 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  do  $0,016 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w ziarnie zbóż oraz od  $0,004$  do  $0,046 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w glebie. Obowiązujące w naszym kraju normy określają poziom maksymalnych dopuszczalnych pozostałości dla badanych substancji aktywnych wynoszący  $0,05$ - $0,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Podobne wyniki uzyskali K o s t o w s k a i in. (64), D ą b r o w s k i i in. (24) oraz K u c h a r s k i i S a d o w s k i (67), którzy wykazali, że w ziarnie pszenicy ozimej najczęściej wykrywano pochodne fenylomocznika (chlortoluron, izoproturon). W połowie prób stwierdzono obecność 2,4-D, natomiast nie wykryto MCPA. Wykryte pozostałości były niewielkie i mieściły się w dolnych granicach normy. Również prace D ą b r o w s k i e g o i in. (25) oraz S a d ł o (119) dowodzą, że prawidłowo stosowane herbicydy nie pozostawiały wykrywalnych pozostałości w ziarnie zbóż, bezpośrednio po ich zbiorze.

Stężenie pozostałości substancji aktywnych jest wyraźnie uzależnione od wysokości zastosowanej dawki herbicydu; w badaniach własnych stwierdzono wraz z jej obniżaniem spadek wykrytych pozostałości. W wielu przypadkach niewielkie ograniczenie dawki (np. o 15%) powodowało spadek poziomu pozostałości poniżej granicy wykrywalności, tj.  $0,002 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Podobne wyniki uzyskali N o r d h - C h r i s t e r s o n i B e r g s t r ö m (82).

W ziarnie zbóż ozimych pozostałości herbicydów wykrywano sporadycznie i to tylko wtedy, gdy aplikowane były w największych dawkach. Herbicydy stosowane w mniejszej dawce ulegały pełnemu rozkładowi w roślinie. W zbożach jarych, ze względu na krótszy czas od wykonania zabiegu do zbioru, wykrywano nieco większe ilości pozostałości, zwłaszcza gdy aplikowano pełne zalecane dawki, natomiast w przypadku dawek zredukowanych ilość pozostałości była mniejsza, często poniżej granicy oznaczalności.

Rozpatrując wpływ terminu wykonania zabiegu można stwierdzić, że miał on znacznie większy wpływ na poziom pozostałości niż forma rośliny uprawnej. Nie wykrywa-

no pozostałości substancji aktywnych stosowanych herbicydów, gdy były one stosowane jesienią, natomiast ich obecność w ziarnie stwierdzono do wartości nie przekraczającej  $0,008 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , gdy zabieg wykonano wiosną. Oczywiście wraz z ograniczeniem dawki herbicydu ich poziom zmniejszał się, by spaść poniżej granicy wykrywalności dla dawek najniższych. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w pracach Kostoj i in. (64, 65) oraz Sadowskiej (120).

Podobnie jak inne czynniki również sposób aplikacji miał wpływ na ilość wykrywanych pozostałości. Na przykład pomimo tych samych dawek herbicydów zawierających 2,4-D + mekoprop oraz fluoksypyr wyższe pozostałości tych substancji aktywnych w ziarnie wykrywano, gdy aplikowano je w mieszaninach z innymi herbicydami (np. tribenuronem metylu, fenoksaprop-P-etylem lub tralkoksydimem), niż gdy zabieg wykonano pojedynczym herbicydem. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy (54, 97, 129), którzy twierdzą, że dodatek do pojedynczego herbicydu innych preparatów (herbicydów bądź adiuwantów) może powodować wolniejszy rozkład substancji aktywnych przez roślinę uprawną, co w konsekwencji wpływa na wyższy poziom ich pozostałości w produktach roślinnych.

Reasumując można stwierdzić, że wykrywane pozostałości substancji aktywnych stosowanych herbicydów były znacznie niższe (od 7 do 66 razy) od dopuszczonych przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 kwietnia 2004 r. wraz w późniejszymi zmianami (116) w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości chemicznych środków ochrony roślin, które mogą się znajdować w środkach spożywczych lub na ich powierzchni. Oznacza to, że prawidłowo stosowane herbicydy, nawet w pełnych zalecanych dawkach, nie stanowią zagrożenia dla konsumenta ani środowiska naturalnego. Ponadto Sadowski i Kuharski (121) na podstawie badań własnych dowodzą, że rozkład substancji aktywnych w glebie jest na tyle wystarczający i szybki, że prawidłowo stosowane herbicydy nie stanowią zagrożenia dla upraw następczych.

## 6. WNIOSKI

1. Wybór herbicydu i wysokość jego dawki uzależnione są od spektrum działania środka chwastobójczego, faz rozwojowych chwastów oraz terminu i sposobu aplikacji. Wysoka skuteczność może być osiągnięta jedynie wtedy, gdy dobrany herbicyd zostanie zastosowany w odpowiednim czasie, we właściwej dawce i przeciwko gatunkom wykazującym wrażliwość na jego działanie.

2. W zbożach jarych stwierdzono wysoką skuteczność działania herbicydów nawet wtedy, gdy ich dawka była niższa o 25-37,5% w stosunku do dawki zalecanej. W pszenicy ozimej i pszenicy ozimym, w większości przypadków, badane herbicydy skutecznie ograniczały zachwaszczenie w dawkach o 12,5% do 50% niższych niż maksymalne zalecane przez producenta. Podobnych prawidłowości nie obserwowano w jęczmieniu ozimym, w którym chwasty w czasie aplikacji były bardziej zaawansowane we wzroście.

3. Wrażliwość gatunkowa chwastów na badane substancje aktywne była bardzo zróżnicowana. Niektóre taksony wykazały silną reakcję na środki zastosowane w dawkach ograniczonych o 50-75%, natomiast inne można było wyeliminować tylko wtedy, gdy aplikowano herbicydy w zalecanych ilościach (100% DP).

4. Faza rozwojowa chwastu to oprócz wrażliwości gatunkowej podstawowy czynnik wpływający na skuteczność działania herbicydów. Najwrażliwsze są chwasty młode w fazie od liścieni do 4 liści (BBCH = 10-14), natomiast rośliny starsze niszczone są słabiej. Niższą efektywność zredukowanych dawek herbicydów obserwowano w zbożach ozimych (zwłaszcza w pszenicy i jęczmieniu), gdzie chwasty w czasie aplikacji herbicydów były bardziej zaawansowane we wzroście, a także w przypadku bardzo dużego nasilenia chwastów w łanie oraz w warunkach niskiej obsady rośliny uprawnej.

5. Dodatek adiuwanta jest w pełni celowy w przypadku, gdy herbicyd stosowany jest w dawkach ograniczonych lub przeciwko gatunkom o mniejszej wrażliwości. Również stosowanie mieszanin herbicydowych pozwala lepiej zwalczać mniej wrażliwe gatunki chwastów oraz zwiększyć ogólną skuteczność chwastobójczą, pomimo stosowania komponentów herbicydowych w dawkach obniżonych o 30-50% w stosunku do dawek zalecanych.

6. Rozpatrując wpływ wysokości dawki herbicydu na plonowanie stwierdzono, że w większości przypadków można stosować środki chwastobójcze w ilościach niższych o 12,5 do 50%, bez istotnego obniżenia plonu ziarna zbóż.

7. Poziom pozostałości substancji aktywnych jest uzależniony od takich czynników, jak: rodzaj stosowanego herbicydu, jego dawka i sposób aplikacji oraz forma rośliny uprawnej. Wyższe pozostałości substancji aktywnych wykrywano, gdy herbicyd użyto w maksymalnych zalecanych dawkach (100% DP) w ziarnie zbóż jarych, gdzie czas od wykonania zabiegu do zbioru jest krótszy niż u ozimin oraz w przypadku, gdy herbicydy aplikowano w mieszaninach.

8. Maksymalne stężenia wykrytych pozostałości były znacznie niższe (od 7 do 66 razy) niż dopuszczają to obowiązujące w Polsce i Unii Europejskiej normy. Pozostało-

ści te wahały się od wartości nieprzekraczających progu wykrywalności (poniżej  $0,002 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), dochodząc do  $0,016 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w ziarnie zbóż oraz od  $0,004$  do  $0,046 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w glebie. Normy dopuszczają poziom maksymalnych pozostałości dla badanych substancji aktywnych w granicach  $0,05$ - $0,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Dlatego można jednoznacznie stwierdzić, że prawidłowo stosowane herbicydy, nawet w pełnych zalecanych dawkach, nie stanowią zagrożenia dla konsumenta ani dla środowiska.

## 7. LITERATURA

1. A d a m c z e w s k i K.: Chemiczna walka z chwastami na przestrzeni ubiegłych 25 lat i kierunki dalszego rozwoju herbologii. Mat. XXV Sesji Nauk. IOR, 1985, cz. 1: 95-114.
2. A d a m c z e w s k i K.: Zalety i wady chemicznego zwalczania chwastów. Mat. XXVIII Sesji Nauk. IOR, 1988, cz. 1: 95-108.
3. A d a m c z e w s k i K.: Rozwój metod zwalczania i perspektywy ograniczania chwastów. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 2000, **40(1)**: 101-112.
4. A d a m c z e w s k i K., A d a m c z e w s k a - J a z d o n B.: *Viola arvensis* Murr. – ekspansywny chwast w uprawach rolniczych. Zesz. Nauk. ART Bydgoszcz, 1996, 196, Rolnictwo **38**: 245-255.
5. A d a m c z e w s k i K., C z a p l i c k i E., C z a r n i k W.: Nowa metoda zwalczania miotły zbożowej (*Apera spica-venti*) preparatem Dicuran 80 WP. Mat. XXII i XXIII Sesji Nauk. IOR, 1982, 157-167.
6. A d a m c z e w s k i K., D o b r z a ń s k i A.: Regulowanie zachwaszczenia w integrowanych programach ochrony roślin. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1997, **37(1)**: 58-65.
7. A d a m c z e w s k i K., P r a c z y k T., S t a c h e c k i S.: Wpływ opadów atmosferycznych i temperatury powietrza na występowanie niektórych gatunków chwastów oraz ich konkurencyjność w stosunku do roślin uprawnych. Mat. XVII Kraj. Konf. Nauk. „Przyczyny i źródła zachwaszczenia pól uprawnych”. Wyd. ART Olsztyn, 1994, 109-116.
8. A d a m c z e w s k i K., R a t a j c z y k G., S t a c h e c k i S.: Chwastobójcze działanie amidosulfuronu (Grodył 75 WG) w uprawie zbóż. Mat. XXXIV Sesji Nauk. IOR, 1994, cz. 2: 116-120.
9. A d a m c z e w s k i K., S t a c h e c k i S.: Dobra praktyka ochrony roślin w zwalczaniu chwastów. W: Mat. Konf. Nauk. nt. Dobre praktyki w produkcji rolniczej. IUNG Puławy, 1998, **1**: 5-13.
10. A n d e r s o n B.: Influence of crop density and spacing on weed competition and grain yield in wheat and barley. The BCPC Conference – Weeds, 1986, **1**: 121-128.
11. A u s k a l n i s A.: Experience with „Plant Protection Online” for weed control in Lithuania. DIAS Report, Plant Production, 2003, **96**: 166-174.
12. B a a n d r u p M., B a l l e g a a r d T.: Three years field experience with an advisory computer system applying factor-adjusted doses. The BCPC Conference – Weeds, 1989, **2**: 555-560.
13. B a y l i s J. M., W a t k i n s o n A. R.: The effect of reduced nitrogen fertilizer inputs on the competitive effect of cleavers (*Galium aparine*) on wheat (*Triticum aestivum*). The BCPC Conference – Weeds, 1991, **1**: 129-134.
14. B l a c k s h a w R. E.: Control of stinkweed (*Thlaspi arvense*) and flixweed (*Descurainia sophia*) in winter wheat (*Triticum aestivum*). Canadian Journal of Plant Sci., 1990, **70(3)**: 817-824.
15. B r i g g s G. G.: Factors affecting uptake of soil-applied chemicals by plants and other organisms. Soil and Crop Protection Chemicals, Monograph 27, Proc. of Symp. Wye College, Kent, 1984, 35-48.
16. C h r i s t i a n s e n S., R a s m u s s e n G.: Crop weed competition, herbicide performance and decision makings in cereals. 10th EWRS Symposium, Poznań, 1997, 50.
17. C l a r k e J.: Developing decision support system to improve weed management. W: Weed Management Handbook. Blackweel Science, 2002, 311-322.
18. C o b l e H. D.: Weed management tools and their impact on the agro-ecosystem. Proc. 2nd International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark, 1996, 1143-1146.
19. C o u r t n e y A. D.: Thresholds theory and practice. Queens Univ. of Belfast, 1994, 1-10.
20. C u s s a n s J. W.: The biology of autumn and spring emerging cleavers (*Galium aparine*) individuals. The BCPC Conference – Weeds, 1999, **1**: 231-236.
21. C z a p l i c k i E., P o d g ó r s k a B.: Dyrektywa 91/414 Unii Europejskiej dotycząca wprowadzenia do obrotu środków ochrony roślin a prawodawstwo polskie. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1998, **38(1)**: 292-297.

22. Davies D. H. K., Fisher N. H., Proven M. J., Whytock G. P., Courtney A. D.: Risk evaluation of reduced dose approaches to weed control in cereals. 9th EWRS Symposium, Budapest, 1995, 459-466.
23. Davies D. H. K., Whiting A. J.: Yield responses to herbicide use and weed levels in winter wheat and spring barley in scotish trials and consequences for economic models. The BCPC Conference – Weeds, 1989, **3**: 955-960.
24. Dąbrowski J., Nowacka A., Gnusowski B.: Kontrola pozostałości środków ochrony roślin w materiale roślinnym w Polsce w latach 1996–2002. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 2003, **43(1)**: 85-93.
25. Dąbrowski J., Nowacka A., Spieszalski W., Drożdżyński D., Walorczyk S., Martinek B., Gierschendorf Z.: Badania pozostałości środków ochrony roślin dla potrzeb rejestracji preparatów w Polsce. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1997, **37(2)**: 131-134.
26. Dąbrowski Z. T.: Znaczenie partnerskich powiązań przy opracowywaniu i wdrażaniu integrowanych programów ochrony roślin. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1999, **39(1)**: 190-202.
27. Deryło S., Szymankiewicz K.: Zmiany w zachwaszczeniu pszenicy ozimej uprawianej w płodozmianach o narastającym udziale zbóż. Zesz. Nauk. ART Bydgoszcz, Rolnictwo 196, 1996, **38**: 129-135.
28. Dobrzański A., Adamczewski K.: Fazy rozwojowe roślin a racjonalne zwalczanie chwastów. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1998, **38(1)**: 56-63.
29. Dobrzański A., Adamczewski K.: Przyszłościowe spojrzenie na metody ochrony przed chwastami na progu XXI wieku. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 2001, **41(1)**: 58-68.
30. Dogan N. M., Kemmer A., Hurler K.: Influence of weed growth stage on the performance of reduced herbicide doses. 11th EWRS Symposium, Basel, 1999, 165.
31. Domaradzki K. in.: Metodyka doświadczeń biologicznej oceny herbicydów, bioregulatorów i adiuwantów. Cz. 1. Doświadczenia polowe. Wyd. IUNG Puławy, 2001, 1-167.
32. Domaradzki K., Rola H.: Efektywność stosowania niższych dawek herbicydów w zbożach. Pam. Puł., 2000, **120(1)**: 53-64.
33. Domaradzki K., Rola H.: System wspierania decyzji w ochronie zbóż przed chwastami. Pam. Puł., 2001, **124**: 37-47.
34. Domaradzki K., Sadowski J.: Możliwość zmniejszenia obciążenia dla środowiska naturalnego poprzez stosowanie herbicydów w ograniczonych dawkach. Pam. Puł., 2002, **130**: 99-114.
35. D'Souza D. S. M., Black I. A., Hewson R. T.: Amidosulfuron – a new sulfonylurea for the control of *Galium aparine* and other broad-leaved weeds in cereals. The BCPC Conference – Weeds, 1993, **2**: 567-572.
36. Dyrektywa Rady z dn. 15 lipca 1991 roku dotycząca wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin nr 91/414/EWG.
37. Edwards C. A., Regnier E. E.: Designing integrated low-input farming systems to achieve effective weed control. The BCPC Conference – Weeds, 1989, **2**: 585-590.
38. Eichler W.: Trucizny w naszym pożywieniu. PZWL Warszawa, 1989, 1-192.
39. Facts and Figures. Agriculture in Denmark. 2001. Danish Agricultural Council, 2002, 1-32.
40. Gaurrit C.: Optimisation of herbicide use in France. The BCPC Conference – Weeds, 1991, **3**: 1191-1199.
41. Gawroński S. W.: Inheritance of resistance to triazine herbicides by *Echinochloa crus-galli* L. Proc 5th International Congress Society for the Advancement of Breeding Research in Asia and Oceania, Bangkok, Thailand, 1985, 797-801.
42. Grabiński J., Mazurek J.: Agrotechnika zbóż w warunkach rolnictwa zrównoważonego (wybrane zagadnienia). Pam. Puł., 2000, **120(1)**: 149-153.
43. Green J. M., Bruhn J. A.: Commercially successful pesticide mixtures. Aspect of App. Biol., 1995, **41**: 1-9.



44. Gressel J., Segal L. A.: Herbicide resistance in plants. John Wiley & Sons, NY, USA, 1982, 325-334.
45. Gressel J., Segal L. A.: Herbicide rotations and mixtures: effective strategies. Managing Resistance to Agrochemicals, 1990, 430-458.
46. Hakansson S.: Competition between crops and weeds – influencing factors, experimental methods and research needs. EWRS Symposium, Economic Weed Control, 1986, 49-60.
47. Hall J. C.: Weed control: presence and future – the North American view. J. Plant Diseases and Protection, 2004, Sp. Issue XIX: 3-18.
48. Heitefuss R., Gerowitt B., Wahmhoff W.: Development and implementation of weed economic thresholds in FR Germany. The BCPC Conference – Weeds, 1987, **3**: 1025-1034.
49. Hołdyński C., Korniak T., Polkowski B.: Zmiany flory segetalnej zbóż ozimych w północno-wschodniej Polsce na przykładzie wybranych gatunków chwastów. Mat. Kraj. Sympozjum „Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych” Wrocław, Wyd. IUNG, 1987, 48-57.
50. Hurej M., Majewski E.: Stan chemicznej ochrony roślin w Polsce na przykładzie badanej zbiorowości gospodarstw rolniczych. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1998, **38(1)**: 192-197.
51. Hurler K., Maier J., Amann A., Weishaar T., Mozer B., Pulcher-Hausling M.: Auswirkungen unterlassener Pflanzenschutz und Düngungsmaßnahmen auf die Unkrautflora – Erste Ergebnisse aus einem mehrjährig Versuchsprogramm. J. of Plant Diseases and Protection, 1988, Sp. Issue XI: 175-187.
52. Jensen J. E.: Weed control: presence and future – the Danish view. J. of Plant Diseases and Protection, 2004, Sp. Issue **19**: 19-26.
53. Jensen K. F., Rydal P.: PC Plant protection – a decision support system for Danish agriculture. The weed module. Pam. Puł., 2000, **120**: 185-193.
54. Johnson R. M., Pepperman A. B.: Mobility of atrazine from alginate controlled release formulations. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 1995, **30(1)**: 27-47.
55. Kampe W.: Zur Frage der Herbizidrückstände in Böden und in Erntegut von Getraide. Gesunde Pflanzen, 1979, **4**: 96-101.
56. Klem K., Váňová M.: A decision model for weed control according to economic thresholds in winter wheat. Proc. Conf. „Protection of cereal crops against harmful organisms”. Kroměříž, Czechy, 1997, 57-61.
57. Klem K., Váňová M.: A model of the optimum economic herbicide dose based on the crop-weed competition using an example of *Galium aparine* in winter wheat. 11th EWRS Symposium, Basel, Szwajcaria, 1999, 207.
58. Koch W., Kunisch M.: Principles of weed management. PLITS, 1989, **7(2)**: 83.
59. Kopmanis J.: Effect of reduced herbicide dosages to weed infestation in spring barley and next generation of weeds. Latvia University of Agriculture, Jelgava, 2005, 1-55.
60. Kordas L., Parýlak D.: Wpływ następczy zróżnicowanej agrotechniki buraka cukrowego na zachwaszczenie pszenicy ozimej uprawianej techniką siewu bezpośredniego. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1998, **38(2)**: 684-687.
61. Kornáš J.: Zespoły synantropijne. W: Szafer W., Zarzycki K. (red.), Szata roślinna Polski 1. PWN Warszawa, 1972, 442-465.
62. Korniak T.: Flora segetalna północno-wschodniej Polski, jej przestrzenne zróżnicowanie i współczesne przemiany. Acta Academiae Agriculturae at Technicae Olstenensis, 1992, Agricultura 53, Supp. **A**: 1-77.
63. Korniak T., Hołdyński C.: Charakterystyka flory segetalnej północno-wschodniej części Polski. Mat. XVIII Kraj. Konf. „Przyczyny i źródła zachwaszczenia pól uprawnych”. Wyd. ART Olsztyn, 1994, 7-12.
64. Kostowska B., Sadowski J., Nowicka B.: Pozostałości herbicydów w ziarnie kilku odmian pszenicy ozimej. Pam. Puł., 1993, **102**: 201-209.
65. Kostowska B., Sadowski J., Nowicka B., Rola H.: Pozostałości herbicydów w ziarnie różnych odmian pszenicy ozimej. Mat. XXXIV Sesji Nauk. IOR, 1994, cz. **2**: 299-305.

66. Kropff M. J., Spitters C. J. T.: A simple model of crop loss by weed competition from early observations and relative leaf area of the weeds. *Weed Res.*, 1991, **31(2)**: 97-105.
67. Kucharski M., Sadowski J.: Pozostałości herbicydów w materiale roślinnym i glebie w Polsce na tle norm krajów Unii Europejskiej. *Pam. Puł.*, 2003, **132**: 253-261.
68. Kudsik P.: Experiences with reduced herbicide doses in Denmark and the development of the concept of factor-adjusted doses. *The BCPC Conference – Weeds*, 1989, **2**: 545-554.
69. Kudsik P.: Optimising herbicide use – the driving force behind the development of the Danish decision support system. *The BCPC Conference – Weeds*, 1999, **2**: 737-746.
70. Kutyna I., Leśnik T.: Zmiany w zbiorowiskach segetalnych zbóż ozimych na polach rolników indywidualnych w zachodniej części Niziny Szczecińskiej. *Zesz. Nauk. ART Bydgoszcz*, 1996, **196**, *Rolnictwo* **38**: 103-112.
71. Landell-Mills J., Longman D., Murray D. D.: Commercial prospects for biological and biotechnological weed, plant disease and pest control. *The BCPC Conference – Weeds*, 1989, **3**: 1005-1012.
72. Lee H. C.: Non-chemical weed control in cereals. *The BCPC Conference – Weeds*, 1995, **3**: 1161-1170.
73. Lipa J. J., Bartkowski J.: Dobra Praktyka Ochrony Roślin – rekomendacje EPPO. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.*, 1996, **36(1)**: 81-87.
74. Łęgowiak Z., Kurzeja G., Leska L., Domańska H.: Wpływ zmianowania na zachwaszczenie pól. *Mat. Kraj. Sympozjum „Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych”*, Wrocław, Wyd. IUNG, 1987, 48-57.
75. Malecka S., Bremanis G.: An assessment of reduced herbicide dosages to spring barley grain yield and weed density. *Ann. AFPP*, 2004, 549-556.
76. Michel C., Koch-Achelpohler V.: Rolnictwo zrównoważone potrzebuje ochrony roślin. *European Crop Prot. Ass.*, Brussels, 2002, 1-5.
77. Michna W.: Jakość surowców rolnych i żywności jako ważny składnik oceny zrównoważonego rozwoju rolnictwa. *Pam. Puł.*, 2000, **120(2)**: 317-323.
78. Miklaszewska K., Adamczewski K., Ratajczyk G.: Występowanie *Viola arvensis* w jęczmieniu ozimym – wpływ na plon, zwalczanie. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.*, 1996, **36(2)**: 273-276.
79. Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M.: Flowering plants and pteridophytes of Poland – a checklist. *Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski*. Wyd. PAN, Kraków, 2002, 1-442.
80. Neuhoff D., Schulz D. G., Köpke U.: Application of a Decision Support System (DSS-WECOF) for weed management in organic winter wheat production. *XIIth International Conference on Weed Biology*, *Ann. AFPP*, 2004, 121-128.
81. Niemann von P.: Mehrjährige Anwendung des Schadensschwellenprinzips bei der Unkrautbekämpfung auf einem landwirtschaftlichen Betrieb. *Proc. EWRS Symposium*, Stuttgart-Hohenheim, Germany, 1986, 385-392.
82. Nordh-Christerson M., Bergström L.: Field observation of soil movement and residues of sulfonylureas in Sweden. *The BCPC Conference – Weeds*, 1989, **3**: 1127-1132.
83. Nowicki K.: Występowanie, ekologia i chemiczne zwalczanie *Galium aparine* (L.) w pszenicy ozimej. *Wyd. IUNG*, 1977, **R(123)**: 1-42.
84. Olszak R., Pruszyński S., Nawrot J.: Chemiczna ochrona roślin a ochrona środowiska – stan obecny i przyszłość. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.*, 2003, **43(1)**: 304-310.
85. Parylak D.: Konkurencyjność *Apera spica-venti*, *Stellaria media* i *Viola arvensis* wobec pszenżyta ozimego w pobieraniu składników pokarmowych. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.*, 1997, **37(2)**: 177-180.
86. Pawłowski F., Deryło S., Wesółowski M.: Dynamika zachwaszczenia pszenicy ozimej w wielogatunkowej monokulturze zbożowej. *Mat. Kraj. Sympozjum „Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych”*, Wrocław, Wyd. IUNG, 1987, 208-220.

87. Pa w ł o w s k i F., K a p e ł u s z n y J., K o ł a s a A., W e s o ł o w s k i M.: Zachwaszczenie ważniejszych roślin uprawnych na glebach lekkich (kompleks 6 i 7) w południowo-wschodniej części Polski. Zesz. Nauk. WSR-P Siedlce, 1989, Rolnictwo **20**: 71-77.
88. Pa w ł o w s k i F., W e s o ł o w s k i M.: Następczy wpływ monokultury pszenicy ozimej na dynamikę zachwaszczenia ogniwa zmianowania: gorczyca biała-pszenica ozima-owies. Mat. Kraj. Sympozjum „Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych”, Wrocław, Wyd. IUNG, 1987, 221-232.
89. P i e t r y g a J., G ł a z e k M., K r z y z i ń s k a B.: Zwalczenie chwastów dwuliściennych w pszenicy ozimej przy zastosowaniu łącznie herbicydów z adiuwantami. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1997, **37(2)**: 100-103.
90. P o w l e s S. B.: Herbicide resistance in weedy plant species: From evaluation to management. Proc. 13th EWRS Symposium, Bari, Włochy, 2005, 199-200.
91. P r a c z y k T., A d a m c z e w s k i K.: Znaczenie adiuwantów w chemicznej ochronie roślin. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1996, **36(1)**: 117-121.
92. P r a c z y k T., S k r z y p c z a k G.: Herbicydy. PWRiL Poznań, 2004, 1-274.
93. P r o v e n M. J., C o u r t n e y A., P i c t o n J., D a v i e s D. H. K., W h i t i n g A. J.: Cost-effectiveness of weed control in cereals – system based on thresholds and reduced rates. The BCPC Conference – Weeds, 1991, **3**: 1201-1208.
94. P r u s z y ń s k i S., W o l n y S.: Dobra praktyka w ochronie roślin. W: Mat. Konf. Nauk. nt. Dobre praktyki w produkcji rolniczej. IUNG Puławy, 1998, **I**: 255-263.
95. R a p p a r i n i G.: Il trattamento di post-emergenzareso piu' difficile dall'andamento stagionale. Inf. Agrario, 1989, **5**: 73-89.
96. R e a l B.: Pour un desherbage rentable. EWRS Symposium, Helsinki, 1990, 339-346.
97. R e c k m a n n U.: Seed oil and seed oil derivatives as adjuvants for metamilon. Proc. BCPC Conference. Weeds, 1993, **3**: 1340-1346.
98. Rocznik Statystyczny. GUS Warszawa, 2005, 1-892.
99. R o l a H.: Zjawisko konkurencji wśród roślin i jej skutki na przykładzie wybranych gatunków chwastów występujących w pszenicy ozimej. Wyd. IUNG Puławy, 1982, **R(162)**: 1-63.
100. R o l a H.: Ekonomiczna efektywność odchwaszczania pszenicy ozimej. Mat. XXVI Sesji Nauk. IOR, 1985, 71-76.
101. R o l a H.: Niektóre czynniki agrotechniczne a konkurencyjne oddziaływanie miotły zbożowej (*Apera spica-venti*) na pszenicę ozimą i żyto ozime. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1988, **349**: 89-98.
102. R o l a H., M a r c z e w s k a K.: Biotypy chwastów odporne na chlorsulfuron w rejonie Wrocławia. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 2002, **42(2)**: 575-577.
103. R o l a H., R o l a J., K u c h a r s k i M., M a r c z e w s k a K.: Zabezpieczenie roślin uprawnych przed chwastami odpornymi na herbicydy. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 2004, **44(1)**: 339-346.
104. R o l a H., R o l a J., Z a l i w s k i A.: Monitoring stanu i stopnia zachwaszczenia upraw rolniczych w Polsce. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1999, **39(1)**: 289-297.
105. R o l a H., Ż u r a w s k i H.: Wpływ stopnia zachwaszczenia *Apera spica-venti*, *Avena fatua* i *Anthemidae* na zawartość N, P, K w ziarnie pszenicy ozimej i jarej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1988, **349**: 47-54.
106. R o l a J.: Zjawisko uodparniania się niektórych gatunków chwastów na herbicydy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1988, **349**: 153-159.
107. R o l a J., R o l a H., K u c h a r c z y k A.: Problem odporności chwastów na herbicydy w warunkach Polski. Mat. XXIX Sesji Nauk. IOR, 1989, cz. **1**: 57-73.
108. R o l a J.: Ekologiczno-ekonomiczne podstawy chemicznej walki z chwastami na polach uprawnych. Mat. XXXI Sesji Nauk. IOR, 1991, cz. **1**: 110-124.
109. R o l a J., D o m a r a d z k i K., N o w i c k a B.: Wyniki badań nad redukcją dawek herbicydów do odchwaszczania zbóż. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1997, **37(1)**: 82-87.

110. R o l a J., R o l a H.: Herbicydy jako czynnik plonotwórczy w produkcji roślinnej. Mat. XXII i XXIII Sesji Nauk. IOR, 1983, Suplement, 39-56.
111. R o l a J., R o l a H.: The influence of *Galium aparine* density, nitrogen fertilisation and wheat sowing rate on yield. *Fragm. Herbol. Jugosl.*, 1987, **16(1-2)**: 149-153.
112. R o l a J., R o l a H.: Problemy zwalczania chwastów we współczesnym rolnictwie. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 1996, *Rolnictwo* 66, **290**: 153-163.
113. R o l a J., R o l a H.: Ekspansywne chwasty segetalne w uprawach rolniczych w Polsce. *Zesz. Nauk. ART Bydgoszcz*, 1996, 196, *Rolnictwo* **38**: 17-22.
114. R o l a J., R o l a H.: Strategia postępu w herbologii. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.*, 1997, **37(1)**: 66-71.
115. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 4.08.2004 r. (Dz. U., nr 183, poz. 1890) oraz z dn. 14.04.2005 r. (Dz. U., nr 76, poz. 670).
116. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16.04.2004 r. (Dz. U., nr 85, poz. 801) wraz z późniejszymi zmianami (Dz. U., nr 48, poz. 460 oraz Dz. U., nr 108, poz. 907 z 2005 r.).
117. R ó ż a ń s k i L.: Przemiany pestycydów w organizmach żywych i środowisku. PWRiL Warszawa, 1992, 1-275.
118. R y d a ł P.: Computer Assisted decision making. *Proc. 9th EWRS Symposium Budapest*, 1995, 29-37.
119. S a d ł o S.: Dietary intake of pesticide residues by Polish consumers during 2001. *J. Plant Prot. Res.*, 2003, **43(1)**: 25-32.
120. S a d o w s k i J.: Wpływ terminu stosowania na dynamikę rozkładu herbicydów w glebie. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.*, 2001, **41(1)**: 134-139.
121. S a d o w s k i J., K u c h a r s k i M.: Pozostałości herbicydów w roślinach zbożowych. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.*, 2003, **43(1)**: 359-369.
122. S e n d e k A.: Kształtowanie się zachwaszczenia w uprawach zbożowych na obszarze Pogórza i Beskidów w województwie Bielskim. *Mat. Kraj. Sympozjum „Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych”*, Wrocław, Wyd. IUNG, 1987, 173-181.
123. S k o r a d a E. A., A d a m i d i s T. H., E f t h i m i a d i s P. G.: Long-term effect of reduced herbicide use on weed populations and crop yield in wheat. *The BCPC Conference – Weeds*, 1995, **2**: 695-700.
124. S k r z y c z y ń s k a J.: Rozprzestrzeniające się gatunki chwastów w uprawach zbóż ozimych Wysoczyzny Siedleckiej. *Zesz. Nauk. ART Bydgoszcz*, 1996, 196, *Rolnictwo* **38**: 57-65.
125. S t a r c z e w s k i J., Ż a d e ł e k J.: Wpływ ilości wysiewu oraz redukcji dawek herbicydów na zachwaszczenie i plonowanie pszenżyta. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska*, 2000, *Agriculturae* 55, Suppl. 23, sectio E: 187-195.
126. S t i g l i a n i L., R e s i n a C., C a r d i n a l e N.: An expert system for crop weed management. 8th EWRS symposium, Braunschweig, 1993, 855-862.
127. S t r e i b i g J. C.: The herbicide dose-response curve and the economics of weed control. *The BCPC Conference – Weeds*, 1989, **3**: 927-953.
128. S t u p n i c k a - R o d z y n k i e w i c z E.: Zachwaszczenie jęczmienia jarego w zależności od stanowiska w płodozmianie. *Mat. XVIII Kraj. Konf. „Przyczyny i źródła zachwaszczenia pól uprawnych”*. Wyd. ART Olsztyn, 1994, 79-85.
129. S u m i s ł a w s k a J., K o s t o w s k a B.: Wpływ wspomagaczy (adiuwantów) na pozostałości fenmedifamu. *Mat. 31 Sesji Nauk. IOR*, 1991, **2**: 152-156.
130. S z u m i ł a k G.: Płodność i krzewienie się miotły zbożowej (*Apera spica-venti*) w łańcach żyta i pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 1981, *Rolnictwo* 35, **130**: 205-211.
131. T h o n k e K. E.: Political and practical approaches in Scandinavia to reduce herbicide inputs. *Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, 1991, **3**: 1183-1190.
132. T o r s t e n s o n L.: Herbicides in the environment, *Proc. 2nd International Weed Control Congress, Copenhagen*, 1996, **1**: 267-274.
133. T u r n o w s k a - S t a r c k Z., W o d z i c k i T.: Hormony roślinne. *PW „Wiedza Powszechna” Warszawa*, 1961, 1-121.

134. Turows-Biernacka M., Bakuniak E.: Nowe formy użytkowe pestycydów i ich rozwój w polskim przemyśle. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl., 1999, **39(1)**: 52-58.
135. Vencil W.K. in.: Herbicide handbook. Weed Science Society of America, 2002, 1-493.
136. Warcholińska A. U.: *Vicietum tetraspermae* w Polsce. Fragm. Flor. Geobot. Ser. Polonica, 1999, **6**: 95-117.
137. Warcholińska A. U.: Właściwości zagrożonych gatunków flory segetalnej środkowej Polski i możliwości ich ochrony. Acta Univ. Lodz., Folia Biol. et Oecol., 2002, **1**: 71-95.
138. Watson A. K.: Current advances in bioherbicide research. The BCPC Conference – Weeds, 1989, **3**: 987-996.
139. Werner B., DeMol F., Gerowitt B.: Schadensprognosen und Bekämpfungsempfehlungen für Unkräuter in Raps und Getreide mit CeBrUs. J. Plant Diseases and Protection, 2004, Sp. Issue XIX: 981-988.
140. Weston V. C. M.: The commercial realization of biological herbicides. The BCPC Conference – Weeds, 1999, **1**: 281-288.
141. Whiting A. J., Davies D. H. K., Brown H., Whytock G.: The field use of reduced doses of broad-leaved weed herbicides in cereals. The BCPC Conference – Weeds, 1991, **3**: 1209-1216.
142. Wilson B. J.: Yield responses of winter cereals to the control of broad-leaved weeds. Proc. EWRS Symposium, Stuttgart-Hohenheim, 1986, 75-82.
143. Wilson B. J., Wright K. J.: Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. Weed Res., 1990, **30**: 201-211.
144. Wilson B. J., Wright K. J.: Effects of cultivation and seed shedding on the population dynamics of *Galium aparine* in winter wheat crops. The BCPC Conference – Weeds, 1991, **2**: 813-820.
145. Wnuk Z., Piasiek M.: Ekspansywne chwasty w województwie rzeszowskim. Gminy Boguchwała, Krasne, Lubenia, Rzeszów i Sokołów Małopolski. Zesz. Nauk. ART Bydgoszcz, 1996, 196, Rolnictwo **38**: 29-42.

EFEKTYWNOŚĆ REGULACJI ZACHWASZCZENIA ZBÓŻ W ASPEKcie  
OGRANICZENIA DAWEK HERBICYDÓW ORAZ WYBRANYCH CZYNNIKÓW  
AGROEKOLOGICZNYCH

Streszczenie

**Słowa kluczowe:** herbicydy, redukcja dawek, zboża, regulacja zachwaszczenia, pozostałości substancji aktywnych.

Celem prowadzonych badań była: ocena możliwości regulacji zachwaszczenia niższymi dawkami herbicydów, analiza czynników wpływających na skuteczność ich działania oraz stwierdzenie wpływu wysokości dawki herbicydu na poziom substancji aktywnych w ziarnie i glebie.

Badania przeprowadzono w latach 1996–2005 w warunkach doświadczeń poletkowych, mikropoletkowych i szklarniowych. W przeprowadzonych badaniach oceniano 18 herbicydów, zalecanych i powszechnie stosowanych do odchwaszczania zbóż. Oceniając skuteczność chwastobójczą ograniczonych dawek wzięto pod uwagę wpływ: stanu i stopnia zachwaszczenia łąnu, wrażliwości chwastów w zależności od gatunku i fazy rozwojowej, obsady i stanu rośliny uprawnej oraz sposobu stosowania herbicydów (aplikacja pojedynczych środków lub mieszanin oraz dodatek adiuwanta). Analizowano również poziom pozostałości substancji aktywnych stosowanych herbicydów w ziarnie i glebie, w zależności od dawki środka.

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń dowodzą, że wysoka skuteczność ograniczonych dawek herbicydu jest uzależniona od stanu i stopnia zachwaszczenia, wrażliwości chwastu, jego fazy rozwojowej, obsady rośliny uprawnej oraz sposobu stosowania herbicydu.

W zbożach jarych stwierdzono wysoką skuteczność działania herbicydów nawet wtedy, gdy ich dawka była niższa o 25-37,5% w stosunku do dawki zalecanej. W pszenicy ozimej i pszenicy ozimym badane herbicydy skutecznie ograniczały zachwaszczenie w dawkach o 12,5% do 50% niższych niż maksymalne zalecane przez producenta. Ważnym czynnikiem jest również wrażliwość gatunkowa chwastów na stosowane substancje aktywne. Niektóre taksony wykazały się silną reakcją na środki zastosowane w dawkach ograniczonych o 50-75%, natomiast inne można było wyeliminować tylko wtedy, gdy aplikowano dawkę pełną. Najwrażliwsze na ograniczone dawki herbicydów są chwasty młode w fazie od liścieni do 4 liści, natomiast rośliny starsze niszczone są słabiej.

Stosowanie mieszanin herbicydowych pozwala lepiej zwalczać mniej wrażliwe gatunki chwastów oraz zwiększyć ogólną skuteczność chwastobójczą, pomimo stosowania komponentów herbicydowych w dawkach obniżonych o 30-50% w stosunku do dawek zalecanych. Podobne efekty można osiągnąć poprzez dodatek adiuwanta.

W większości przypadków badane herbicydy można stosować w dawkach niższych o 12,5 do 50%, bez istotnego obniżenia plonowania zbóż.

Poziom pozostałości substancji aktywnych jest uzależniony od takich czynników, jak rodzaj stosowanego herbicydu, jego dawka i sposób aplikacji oraz forma rośliny uprawnej. Wyższe pozostałości substancji aktywnych wykrywano, gdy herbicyd użyto w maksymalnych zalecanych dawkach w ziarnie zbóż jarych, gdzie czas od wykonania zabiegu do zbioru jest krótszy niż w ozimin oraz w przypadku, gdy herbicydy aplikowano w mieszaninach. Oznaczane w doświadczeniach pozostałości wahały się od wartości nieprzekraczających progu wykrywalności (poniżej  $0,002 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) dochodząc do  $0,016 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w ziarnie zbóż oraz od  $0,004$  do  $0,046 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  w glebie. Normy dopuszczają poziom maksymalnych pozostałości dla badanych substancji aktywnych w granicach  $0,05$ - $0,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Dlatego można jednoznacznie stwierdzić, że prawidłowo stosowane herbicydy, nawet w pełnych zalecanych dawkach, nie stanowią zagrożenia dla konsumenta ani dla środowiska

---

EFFECTIVENESS OF THE WEED INFESTATION'S REGULATION IN CEREALS  
IN THE ASPECT OF HERBICIDES REDUCTION DOSES AND SELECTED  
AGROECOLOGICAL FACTORS

Summary

**Key words:** herbicides, reduced doses, cereals, regulation of weed infestation, residues of active ingredients.

The aim of the conducted investigations was the assessment of the possibility of weed control with the use of reduced doses of herbicides, the analysis of the factors influencing the effectiveness and the ascertainment of influence the herbicide dose level on the residues of active ingredient in grain and soil.

The trials during the years 1996–2005 in the field, macroplots and greenhouse conditions were conducted. Totally eighteen herbicides recommended and most commonly applied in cereals were used for this investigations.

Evaluating of the weed control efficacy of the herbicide reduced doses taken into consideration influence of the level of weed infestation, the sensitivity and growth stage of the weed, the state and crop density, the method of herbicide application (single herbicide or tank-mix application, adjuvant addition). The level of the active ingredient of the applied herbicides in the grain and the soil according at the dose was analysed.

The results of conducted research prove that the high level of the weed control efficacy of the herbicides applied in the reduced doses was dependent on the state of weed infestation in the field, sensitivity of the weed to the used herbicide, its growth stage, the condition of the crop and the method of herbicide application.

In the spring cereals ascertained the high level of weed control even if the tested herbicides in the dose reduced by 25-37,5% were applied. The tested herbicides at the doses lowered by 12,5 to 50% than recommended effectively reduced of the weed infestation in the winter wheat and the winter triticale. The important factor is also the sensitivity of weeds on the applied active ingredients. Some weed species were controlled by the herbicides used in the doses reduced by 50-75%, however another one could be eliminated only by the full dose of herbicide. The young weeds from the cotyledons to 4 leaves growth stage are the most sensitivity on the reduced doses of herbicides, however the older plants are weaker controlled. The tank-mixture of herbicides give the possibilities the better control of the less sensitivity weed species and to increase the general efficacy in spite of using the herbicide components in the doses reduced by 30-50%. The addition of the adjuvant the similar effects provided.

In the better part of cases the tested herbicides can to use in the doses reduced by 12,5-50% without the significant decrease of cereals yielding.

The level of active ingredient residues is dependent on some factors, as the kind of applied herbicide and its dose, the method of application and the form of crop. The higher level of residues were detected when the herbicides in the maximal recommended dose in spring cereals were applied where the time from application till harvest is shorter than in the case of winter cereals and when the herbicides in the tank-mixtures were used. The residues detected in the trial oscillated from below 0,002 mg · kg<sup>-1</sup> till 0,016 mg · kg<sup>-1</sup> in the grain and from 0,004 mg · kg<sup>-1</sup> till 0,046 mg · kg<sup>-1</sup> in the soil. The norms admitted for the tested herbicides the maximal level of residues in the range 0,05-0,2 mg · kg<sup>-1</sup> therefore one may say that the herbicide correctly applied (even in full recommended doses) are completely safe for the consumers and the environment.

## WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

W serii wydawniczej IUNG - PIB „**Monografie i Rozprawy Naukowe**” publikowane są recenzowane prace o charakterze monografii i oryginalne rozprawy naukowe (prace habilitacyjne) z zakresu agronomii i kształtowania środowiska rolniczego.

Wydruk tekstu do recenzji czcionką 11 p., z odstępem 1,5-wierszowym.

### **Przygotowanie do druku:**

- tekst i tabele w programie Word, wersja 6.0 lub wyższa
- czcionka – Times New Roman
- układ pracy: spis treści, wstęp, metodyka, omówienie wyników i dyskusja, wnioski lub podsumowanie, literatura, streszczenie
- objaśnienia tabel, podpisy i opisy do rysunków oraz streszczenie pracy wraz ze słowami kluczowymi w językach polskim i angielskim

### **tekst**

- czcionka – 11 p. (spis pozycji literatury – 9 p.)
- wcięcie akapitowe – 0,5 cm

### **tabele**

- podział na wiersze i kolumny (z funkcji tworzenia tabel)
- szerokość dokładnie 12,5 cm (tabele w pionie) lub 18,5 cm (tabele w poziomie)
- czcionka 9 p., pojedyncze odstępy międzywierszowe
- umieszczone w oddzielnych plikach

### **rysunki**

- czarno-białe
- wykresy w programie Word lub Excel
- wymiary w zakresie 12,5 cm × 18,5 cm
- dołączony wydruk w odpowiednich wymiarach, bardzo dobrej jakości, na białym papierze lub na folii
- w podpisach czcionka 9 p.
- na dyskietce w oddzielnych plikach

### **jednostki miary**

- system SI
- jednostki zapisywać potęgowo (np. t · ha<sup>-1</sup>)

### **literatura**

- spis literatury w układzie alfabetycznym wg nazwisk autorów, w kolejności: nazwisko (pismo rozstrzelone), pierwsza litera imienia, tytuł pracy, miejsce publikacji: tytuł wydawnictwa (wg ogólnie przyjętych skrótów tytułów czasopism), rok, numer (pismo pogrubione), strony
- cytowanie w tekście – jako numer pozycji ze spisu literatury (w nawiasach okrągłych) lub dodatkowo z nazwiskiem autora (pismo rozstrzelone).

Pracę do recenzji należy składać w 2 egzemplarzach. Po recenzji oryginalny egzemplarz recenzowany i ostateczną wersję pracy, uwzględniającą uwagi recenzenta i redaktora, składać do Redakcji w 1 egzemplarzu i na dyskietce (lub przesłać e-mailem) na adres:

Dział Upowszechniania i Wydawnictw  
IUNG-PIB  
ul. Czartoryskich 8  
24-100 Puławy  
e-mail: imarcinkowska@iung.pulawy.pl



W serii wydawniczej IUNG - PIB „**Monografie i Rozprawy Naukowe**” ukazały się następujące pozycje:

1. Adam Harasim – *Kompleksowa ocena plodozmianów z różnym udziałem roślin zbożowych i okopowych*. Puławy, 2002.
2. Stanisław Wróbel – *Określenie potrzeb nawożenia buraka cukrowego mikroelementami*. Puławy, 2002.
3. Janusz Podleśny – *Studia nad oddziaływaniem światła laserowego na nasiona, wzrost i rozwój roślin oraz plonowanie lubinu białego (*Lupinus albus* L.)*. Puławy, 2002.
4. Czesław Józefaciuk, Anna Józefaciuk, Eugeniusz Nowocień, Rafał Wawer – *Przeciwerozyjne zagospodarowanie zlewni wyżynnej potoku Grodarz z uwzględnieniem ograniczania występowania powodzi*. Puławy, 2002.
5. Jerzy Księżak – *Dynamika gromadzenia składników pokarmowych w organach roślin tradycyjnych i samokończących odmian bobiku w okresie od kwitnienia do dojrzałości pełnej*. Puławy, 2002.
6. Franciszek Pistelok – *Analiza zależności pomiędzy zanieczyszczeniem ze źródeł komunalnych a jakością powierzchniowych wód płynących na obszarach silnie zurbanizowanych na przykładzie zlewni Górnej Wisły*. Puławy, 2002.
7. Ewa Stanisławska-Głubiak – *Analiza wybranych czynników determinujących efekty dolistnego nawożenia molibdenem w uprawie rzepaku ozimego*. Puławy, 2003.
8. Kazimierz Noworolnik – *Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska*. Puławy, 2003.
9. Teresa Doroszevska – *Krzyżowanie oddalone i transformacja genetyczna w uzyskiwaniu odporności tytoniu (*Nicotiana tabacum* L.) na wirusa Y ziemniaka (PVY)*. Puławy, 2004.
10. Eugeniusz K. Chylek – *Uwarunkowania procesu modernizacji rolnictwa i obszarów wiejskich w Polsce*. Puławy, 2004.
11. Zbigniew Samoń – *Studia nad metodami energooszczędnego suszenia chmielu*. Puławy, 2004.
12. Ryszard Weber – *Zmienność plonowania odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli*. Puławy, 2004.
13. Janusz Igras – *Zawartość składników mineralnych w wodach drenarskich z użytków rolnych w Polsce*. Puławy, 2004.
14. Mariusz Kucharski – *Odporność chwastów na herbicydy z grupy inhibitorów fotosyntezy PSII na polach uprawnych południowo-zachodniej Polski*. Puławy, 2005.

15. Maria J. Król – *Azospirillum – asocjacyjne bakterie wiążące wolny azot*. Puławy, 2006.

16. Jerzy Grabiński – *Studia nad potencjałem allelopatycznym żyta ozimego*. Puławy, 2006.