

Jerzy Sadowski, Marek Badowski, Mariusz Kucharski

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

PRZYDATNOŚĆ HERBICYDÓW DO REGULACJI ZACHWASZCZENIA NA TRWAŁYCH UŻYTKACH ZIELONYCH*

Wstęp

Ponad 20% użytków rolnych w Polsce stanowią trwałe użytki zielone. Wykorzystywane jako łąki kośne i pastwiska lub w systemie przemiennym kośno-pastwiskowym stanowią cenne źródło pasz objętościowych dla zwierząt gospodarskich. Zbiorowiska trawiaste na tych terenach nie mogą być zastąpione nawet przez najcenniejsze gatunki roślin z innych rodzin. W produkcji wartościowych pasz objętościowych trawy mogą dawać najwyższe plony masy nadziemnej o bogatym składzie chemicznym zarówno pod względem zawartości składników organicznych, jak i mineralnych (4). Łatwość produkcji pasz na zbiorowiskach trawiastych, wysoka opłacalność nakładów ponoszonych na nawożenie i nawadnianie przyczyniają się do ich powszechnego wykorzystania, zwłaszcza dla pastwiskowego żywienia zwierząt.

Potencjał produkcyjny trwałych użytków zielonych znacznie przekracza uzyskiwane z nich plony. Nasze łąki mogłyby dostarczać znacznie więcej i w dodatku dużo lepszej paszy objętościowej, jednak według bieżących obserwacji ponad połowa łąk i pastwisk to użytki zdegradowane i wymagające odnowienia, a około 30% z nich to użytki niskoprodukcyjne o dużym stopniu degradacji, na których dochodzi do masowego przepadania cennych gatunków traw i motylkowatych oraz powiększania się powierzchni niepokrytych roślinnością, na które wchodzi konkurencyjne chwasty. Te niekorzystne procesy przyczyniają się do zmniejszania plonów zielonej masy i pogarszania jej wartości pokarmowej. Głównymi przyczynami degradacji użytków zielonych są:

- brak lub niewłaściwe nawożenie mineralne,
- zaniechanie zbiegów pielęgnacyjnych,
- niewłaściwe zastosowanie płynnych nawozów organicznych (gnojowicy),
- okresowe zalewy i powiązany z nimi niedobór tlenu w glebie,
- długotrwałe okresy suszy hamujące wzrost płytko korzeniących się traw,
- zbyt późne koszenie I wiosennego odrostu,

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.4 w programie wieloletnim IUNG - PIB

- wieloletnie jednostronne użytkowanie kośne lub pastwiskowe.

Wszystkie wyżej wymienione powody degradacji sprzyjają pojawianiu się na użytkach zielonych chwastów i zwiększaniu zajmowanej przez nie powierzchni w runi. Do szczególnie uciążliwych chwastów dwuliściennych występujących na łąkach i pastwiskach należą: mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*), szczaw (szczaw zwyczajny – *Rumex acetosa*, szczaw polny – *R. acetosella*, szczaw kędzierzawy – *R. crispus*, szczaw tępolistny – *R. obtusifolius*), pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*), ostrożeń polny (*Cirsium arvense*) i inne (1). Wymienione gatunki charakteryzują się z reguły dobrze rozwiniętym oraz często głęboko sięgającym systemem korzeniowym (5). Chwasty te, trudne do wyeliminowania metodą mechaniczną, można z powodzeniem zwalczać za pomocą niektórych herbicydów (2). Jednak jak dotąd brakuje szerszych opracowań z tego zakresu.

Wpływ na odrastanie uciążliwych chwastów dwuliściennych na trwałych użytkach zielonych mają takie czynniki, jak:

- rodzaj pielęgnacji (mechaniczna, mechaniczno-chemiczna)
- stopień zachwaszczenia użytków zielonych chwastami dwuliściennymi,
- optymalny dobór herbicydów (dawki preparatów, termin stosowania).

W powiązaniu z tymi czynnikami dużej wagi nabiera obecnie zagadnienie kontroli poziomu pozostałości herbicydów stosowanych do niszczenia chwastów w roślinach uprawnych.

Podjęte badania miały na celu określenie skuteczności zwalczania uciążliwych chwastów dwuliściennych na użytkach zielonych metodą mechaniczną (koszenie) oraz metodą mechaniczno-chemiczną (koszenie w połączeniu z zabiegami herbicydowymi). Ważnym aspektem badań było określenie właściwej dawki herbicydu w zależności od danego gatunku chwastu, jego fazy rozwojowej oraz terminu zastosowania preparatów, a także określenie w roślinach pozostałości stosowanych herbicydów.

Metodyka badań

Badania realizowano w latach 2004–2006 w Zakładzie Ekologii i Zwalczania Chwastów IUNG-PIB we Wrocławiu. Doświadczenia prowadzono na polach produkcyjnych, na terenie woj. dolnośląskiego. Jedną serię doświadczeń przeprowadzono na trwałym użytku zielonym zlokalizowanym na mniej zasobnych glebach brunatnych, zaliczanych do IV kompleksu przydatności rolniczej, w miejscowości Mojęcice. Drugą serię doświadczeń prowadzono na zasobnych czarnych ziemiach wrocławskich w Osobowicach.

Zabiegi herbicydowe wykonywano w dwóch terminach: wiosennym i letnim. Ogółem przeprowadzono 12 doświadczeń (po 6 w Mojęcicach i w Osobowicach). Wszystkie doświadczenia były założone metodą losowanych bloków, w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 25 m². Badaniami objęto 4 herbicydy, których charakterystykę przedstawiono w tabeli 1.

Herbicydy aplikowano za pomocą opryskiwacza poletkowego ze stałym ciśnieniem roboczym wynoszącym 0,25 MPa i wydatkiem cieczy użytkowej wynoszącym

Tabela 1

Charakterystyka herbicydów stosowanych w badaniach własnych

Lp.	Herbicyd	Substancja aktywna	Zawartość substancji aktywnej w preparacie	Dawki preparatu stosowane w doświadczeniach
1.	Fernando 225 EC	chloryralid fluroksypyr trichlopyr	50 g · l ⁻¹ 75 g · l ⁻¹ 100 g · l ⁻¹	2-4 g · ha ⁻¹
2.	Starane 250 EC	fluroksypyr	250 g · l ⁻¹	1,2 g · ha ⁻¹
3.	Chwastox Extra 300 SL	MCPA	300 g · l ⁻¹	4,5 g · ha ⁻¹
4.	Glean 75 WG	chlorosulfuron	75%	20 g · ha ⁻¹
5.	Aminopielik D 450 SL	2,4-D dikamba	417,5 g · l ⁻¹ 32,5 g · l ⁻¹	3 g · ha ⁻¹

Źródło: opracowanie własne.

250 l · ha⁻¹. Na obiektach kontrolnych wykonywano zabiegi wykaszania roślin. Przed zabiegami herbicydowymi określano stopień pokrycia gleby chwastami metodą szacunkową (agrofitosocjologiczną w %).

Po upływie 7, 14 i 28 dni od zabiegu wykonywano analizy bonitacyjne fitotoksyczności herbicydów dla roślin uprawnych (traw) w skali 9°, gdzie 1 – brak reakcji na herbicyd, 9 – całkowite zniszczenie rośliny uprawnej. Skuteczność działania herbicydów określano na podstawie stopnia zniszczenia poszczególnych gatunków chwastów (%), które oceniano metodą szacunkową po upływie 7, 14, 28 i 56 dni od zabiegów.

W trawach i wybranych gatunkach chwastów przeprowadzono badania poziomu pozostałości takich substancji aktywnych, jak: chloryralid, 2,4-D, dikamba, fluroksypyr i MCPA. Próby do analiz pozostałości herbicydów pobierano głównie w czasie pierwszego pokosu (około miesiąca po aplikacji herbicydów). Pozostałości oznaczano metodą chromatografii gazowej (3, 6-8).

Charakterystyki metod analitycznych podano w tabeli 2.

Tabela 2

Charakterystyki metod analitycznych oznaczania pozostałości substancji aktywnych

Substancja aktywna	Nazwa chemiczna	Wykrywalność (ng)	Oznaczalność (mg · kg ⁻¹)
Chloryralid	kw. 3,6-dichloropirydino-2-karboxylowy	0,01	0,002
2,4-D	kw. 2,4-dichlorofenoksyoctowy	0,01	0,002
Dikamba	kw. 3,6-dichloro-2-metoksybenzoesowy	0,01	0,002
Fluroksypyr	kw. 4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2-pirydyloksyoctowy	0,10	0,002
MCPA	kw. 2-metylo-4-chlorofenoksy octowy	0,80	0,010

Źródło: opracowanie własne.

Zasada oznaczania pozostałości metodami analitycznymi wyżej wymienionych substancji aktywnych polega na ekstrakcji materiału roślinnego acetonitrylem w środowisku kwaśnym, reekstrakcji dichlorometanem z wykorzystaniem zmiany pH, odparowaniu ekstraktu i derywatywacji do formy estru (butylowy, metylowy lub chloroetylowy). Otrzymane estry oczyszczano metodą chromatografii kolumnowej lub techniki SPE. Frakcję zawierającą pozostałości oznaczano na chromatografie gazowym.

Wyniki badań

Ocena stanu zachwaszczenia i skuteczności zwalczania chwastów

Prowadzone w pierwszym etapie badań obserwacje zachwaszczenia na trwałych użytkach zielonych wskazywały jednoznacznie na duży udział w zbiorowiskach traw uprawnych niepożądanych gatunków dwuliściennych należących do uporczywych wieloletnich chwastów, trudnych do wyeliminowania ze składu zbiorowisk użytków zielonych metodami konwencjonalnymi, takimi jak np. zabiegi wykaszania roślin.

Do typowych dwuliściennych gatunków chwastów występujących na użytkach zielonych w miejscowości Mojęcice (w rejonie gleb słabych zaliczanych do IV i V kompleksu przydatności rolniczej) należały: mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*), krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*), babka zwyczajna (*Plantago mayor*), babka średnia (*P. media*) i babka lancetowata (*P. lanceolata*), ostrożeń polny (*Cirsium arvense*), szczaw zwyczajny (*Rumex acetosa*), marchew zwyczajna (*Daucus carota*); (tab. 3). Natomiast na znacznie zasobniejszych czarnych ziemiach wrocławskich w dzielnicy Wrocławia Osobowice zachwaszczenie użytków zielonych miało odmienny charakter, gdyż na tym terenie powszechnie występującymi gatunkami chwastów dwuliściennych były: mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*), szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus*), pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), szczwół plamisty (*Conium maculatum*) i ostrożeń polny (*Cirsium arvense*).

Zabiegi pielęgnacyjne wykaszania roślin, które prowadzono na obiektach kontrolnych nie dawały w rezultacie prawie żadnego widocznego efektu skutecznego zniszczenia chwastów wieloletnich (mniszek lekarski, krwawnik pospolity, szczaw kędzierzawy, pokrzywa zwyczajna, babka zwyczajna, babka średnia i babka lancetowata, ostrożeń polny, szczaw zwyczajny, marchew zwyczajna). Po okresowym usunięciu zielonych nadziemnych części tych chwastów w krótkim okresie po skoszeniu szybko odrastały i ponownie zagłuszyły rośliny uprawne. Częste koszenie osłabia rośliny uprawne w wyniku czego szlachetne gatunki traw wypierane są ze zbiorowiska przez znacznie bardziej konkurencyjne gatunki chwastów dwuliściennych (2).

Podstawowe problemy występujące na trwałych użytkach zielonych związane są z trudnością mechanicznego zwalczania chwastów należących do wieloletnich gatunków dwuliściennych, zwykle głęboko korzeniących się. Powoduje to konieczność poszukiwania skutecznych herbicydów do zwalczania tej grupy chwastów. Podstawowe różnice w skuteczności zwalczania chwastów zależały od rodzaju użytego herbicydu, również zastosowana dawka preparatu miała wpływ na skuteczność niszczenia

Tabela 3

Średni stopień pokrycia gleby przez rośliny uprawne i chwasty* (%)

Moęcice – termin wiosenny (2004)									
GR	ALOPR	DACGL	POAPR	TAROF	RANAR	ACHMI	TRFRE	CIRAR	PLAMA
77-79	33-42	2-3	55-62	53-57	4-9	6-11	5-7	1-2	1-3

Moęcice – termin letni (2004)										
GR	ALOPR	DACGL	POAPR	TAROF	ACHMI	TRFRE	PLAMA	RANAR	CIRAR	DAUCA
76-78	37-42	2-3	55-56	33-37	6-17	6-9	2-5	1-2	1-1	1

Osobowice – termin wiosenny (2004)									
GR	ALOPR	DACGL	POAPR	TAROF	RUMCR	URTDI	CIRAR	COIMA	ACHMI
80-82	8-22	10-22	65-73	40-45	3-5	12-15	3-5	3-4	2-3

Osobowice – termin letni (2004)									
GR	ALOPR	DACGL	POAPR	TAROF	RUMCR	URTDI	CIRAR	COIMA	ACHMI
78-79	10-16	14-20	63-69	30-35	5-8	21-25	4-7	6-7	3-5

Osobowice – termin wiosenny (2005)								
GR	TAROF	URTDI	CIRAR	RANAR	RUMCR	GALAP	COIMA	
79-83	18-21	15-21	8-9	5-6	4-6	4-5	2-3	

Osobowice – termin letni (2005)							
GR	TAROF	URTDI	CIRAR	RANAR	RUMCR	GALAP	COIMA
76-78	25-28	22-24	5-7	3-4	6-8	5-6	6-7

* GR – trawy

ACHMI – *Achillea millefolium*ALOPR – *Alopecurus pratensis*CIRAR – *Cirsium arvense*COIMA – *Conium maculatum*DACGL – *Dactylis glomerata*DAUCA – *Daucus carota*GALAP – *Galium aparine*POAPR – *Poa pratensis*PLAMA – *Plantago major*RANAR – *Ranunculus arvensis*RUMCR – *Rumex crispus*TAROF – *Taraxacum officinale*TRFRE – *Trifolium repens*URTDI – *Urtica dioica*

Źródło: opracowanie własne.

zachwaszczenia, co widać na przykładzie preparatu Fernando 225 EC stosowanego w dawkach 2, 3 i 4 l · ha⁻¹. Wyniki badań przedstawiono w tabelach 4-8.

Zwalczanie chwastów

Mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*) jako jeden z najpospolitszych gatunków chwastów użytków zielonych był skutecznie zwalczany przez herbicydy Fernando 225 EC w dawkach 2, 3 i 4 kg · ha⁻¹ oraz Starane 250 EC w dawce 1,2 kg · ha⁻¹

(tab. 4). Natomiast Aminopielik D 450 SL w dawce $3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ dobrze zwalczał ten gatunek chwastu w okresie do 4 tygodni po aplikacji. Mniejszą skuteczność wykazał herbicyd Chwastox Extra 300 SL w dawce $4,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a Glean 75 WG w dawce $20 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ okazał się nieskuteczny w zwalczaniu tego gatunku chwastu.

Tabela 4

Skuteczność zwalczania mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*); (średnie z lat 2004–2006)

Herbicyd	Dawka na 1 ha	Stopień zniszczenia chwastów (%)			
		liczba dni po zabiegu			
		7	14	28	56
Kontrola (pielęgnacja mechaniczna)	-	100	80	20	0
Fernando 225 EC	2 l	50	68	86	99
Fernando 225 EC	3 l	56	72	90	100
Fernando 225 EC	4 l	62	78	96	100
Starane 250 EC	1,2 l	45	71	85	85
Chwastox Extra 300 SL	4,5 l	31	52	61	60
Glean 75 WG	20 g	20	25	45	53
Aminopielik D 450 SL	3 l	42	65	85	78

Źródło: badania własne.

Szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus*) to gatunek, który zasiedla wilgotne i zasobne łąki; powoduje duże straty przez zajmowanie dużych powierzchni, szczególnie przy masowym występowaniu. W doświadczeniach występował w miejscowości Osobowice i był bardzo dobrze zwalczany przez herbicyd Fernando 225 EC w dawkach 2, 3 i $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast Starane 250 EC w dawce $1,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ działał na ten gatunek tylko trochę słabiej od Fernando 225 EC zastosowanego w dawce $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 5). Herbicydy Aminopielik D 450 SL w dawce $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, Chwastox Extra 300 SL w dawce $4,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz Glean 75 WG w dawce $20 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ wykazały się średnią skutecznością, osiągając 70-75% zniszczenia szczawiu kędzierzawego.

Tabela 5

Skuteczność zwalczania szczawiu kędzierzawego (*Rumex crispus*); (średnie z lat 2004–2006)

Herbicyd	Dawka na 1 ha	Stopień zniszczenia chwastów (%)			
		liczba dni po zabiegu			
		7	14	28	56
Kontrola (pielęgnacja mechaniczna)	-	100	90	45	0
Fernando 225 EC	2 l	50	62	98	95
Fernando 225 EC	3 l	63	73	100	100
Fernando 225 EC	4 l	71	82	100	100
Starane 250 EC	1,2 l	55	62	86	88
Chwastox Extra 300 SL	4,5 l	45	55	75	70
Glean 75 WG	20 g	20	28	68	75
Aminopielik D 450 SL	3 l	50	58	78	75

Źródło: badania własne.

Ostrożeń polny (*Cirsium arvense*) jest gatunkiem bardzo pospolitym na polach uprawnych, jak i zaniedbanych użytkach zielonych, bardzo trudnym do skutecznego wytopienia i mało wrażliwym na mechaniczne metody zwalczania (5). Wysoką skuteczność zwalczania tego gatunku osiągnięto jedynie po zastosowaniu herbicydu Fernando 225 EC w dawce $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 6). Dobre działanie na ostrożnia polnego obserwowano również na obiektach, gdzie stosowano Fernando 225 EC w dawce $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i Aminopielik D 450 SL w dawce $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Chwastox Extra 300 SL w dawce $4,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ działał na ten gatunek ze średnią skutecznością, natomiast Starane 250 EC w dawce $1,2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i Glean 75 WG w dawce $20 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ okazały się nieskuteczne.

Tabela 6

Skuteczność zwalczania ostrożnia polnego (*Cirsium arvense*); (średnie z lat 2004–2006)

Herbicyd	Dawka na 1 ha	Stopień zniszczenia chwastów (%)			
		liczba dni po zabiegu			
		7	14	28	56
Kontrola (pielęgnacja mechaniczna)	-	100	95	45	0
Fernando 225 EC	2 l	42	61	72	70
Fernando 225 EC	3 l	59	72	88	83
Fernando 225 EC	4 l	70	78	95	91
Starane 250 EC	1,2 l	35	43	48	45
Chwastox Extra 300 SL	4,5 l	35	50	67	75
Glean 75 WG	20 g	25	37	55	50
Aminopielik D 450 SL	3 l	40	52	72	80

Źródło: badania własne.

Krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*) jest gatunkiem występującym powszechnie na zaniedbanych terenach zielonych, użytkach porolnych, odłogach itp. (5). W prowadzonych badaniach dużą skuteczność zwalczania krwawnika pospolitego osiągnięto po zastosowaniu herbicydu Fernando 225 EC w dawkach 3 i $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 7). Znacznie słabiej (70% zniszczenia) działał Fernando 225 EC w dawce $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i Aminopielik D 450 SL w dawce $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Pozostałe preparaty, takie jak Starane 250 EC w dawce $1,2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, Chwastox Extra 300 SL w dawce $4,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i Glean 75 WG w dawce $20 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ były nieskuteczne, gdyż uzyskano tylko 45-63% zniszczenia tego gatunku chwastu.

Pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*) jest gatunkiem występującym powszechnie na terenach podmokłych, wilgotnych łąkach, zaniedbanych nieużytkach itp. (5). Badane herbicydy skutecznie zwalczały ten gatunek, szczególnie Fernando 225 EC w dawkach 2, 3 i $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, który całkowicie ją eliminował (tab. 8). Dobrze działały również herbicydy Starane 250 EC w dawce $1,2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i Aminopielik D 450 SL w dawce $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, które niszczyły ten gatunek w 85-87%. Natomiast nieskuteczne okazały się herbicydy Glean 75 WG w dawce $20 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ i Chwastox Extra 300 SL w dawce $4,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, które zwalczały pokrzywę zwyczajną tylko w 43-54%.

Tabela 7

Skuteczność zwalczania krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium*); (średnie z lat 2004–2006)

Herbicyd	Dawka na 1 ha	Stopień zniszczenia chwastów (%)			
		liczba dni po zabiegu			
		7	14	28	56
Kontrola (pielęgnacja mechaniczna)	-	100	80	30	0
Fernando 225 EC	2 l	40	45	60	72
Fernando 225 EC	3 l	40	47	65	85
Fernando 225 EC	4 l	45	52	78	98
Starane 250 EC	1,2 l	35	40	55	45
Chwastox Extra 300 SL	4,5 l	35	42	45	50
Glean 75 WG	20 g	28	35	52	63
Aminopielik D 450 SL	3 l	27	38	57	70

Źródło: badania własne.

Tabela 8

Skuteczność zwalczania pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*); (średnie z lat 2004–2006)

Herbicyd	Dawka na 1 ha	Stopień zniszczenia chwastów (%)			
		liczba dni po zabiegu			
		7	14	28	56
Kontrola (pielęgnacja mechaniczna)	-	100	80	25	0
Fernando 225 EC	2 l	78	85	98	100
Fernando 225 EC	3 l	82	91	100	100
Fernando 225 EC	4 l	87	94	100	100
Starane 250 EC	1,2 l	40	50	81	85
Chwastox Extra 300 SL	4,5 l	30	42	50	43
Glean 75 WG	20 g	10	28	45	54
Aminopielik D 450 SL	3 l	38	51	76	87

Źródło: badania własne.

Pozostałości substancji aktywnych w materiale roślinnym

Wyniki oznaczeń pozostałości przedstawiono w tabelach 9-14. W trawach z pierwszego pokosu pozostałości fluroksypyru zawierały się w przedziale 0,002-0,022 mg · kg⁻¹. Poziom pozostałości zależał w głównej mierze od dawki herbicydu (tab. 9). Wyższe pozostałości stwierdzono w przypadku stosowania dawki 4 l · ha⁻¹ Fernando 225 EC i preparatu Starane 250 EC. W obydwu przypadkach dawka fluroksypyru wynosiła 300 g · ha⁻¹. Maksymalne pozostałości chlopyralidu sięgały wartości 0,020 mg · kg⁻¹. Pozostałości 2,4-D zawierały się w przedziale od wielkości niewykrywalnych do 0,016 mg · kg⁻¹. Na podobnym poziomie określano pozostałości dikamby, które wykryto jedynie w roku 2005 (maksymalnie sięgały wartości 0,012 mg · kg⁻¹). Tego samego rzędu były pozostałości MCPA. Maksymalne wykryte w trawach pozo-

Tabela 9

Pozostałości substancji aktywnych w trawach (lata 2003–2006)

Herbicyd	Dawka (l · ha ⁻¹)	Pozostałości (mg · kg ⁻¹)			
		2003	2004	2005	2006
fluroksypyr					
Fernando 225 EC	2	0,016	0,008	0,002	NW*
Fernando 225 EC	4	0,020	0,020	0,022	0,004
Starane 250 EC	1,2	0,016	NW	0,010	0,004
chlopyralid					
Fernando 225 EC	2	0,016	NW	0,002	0,014
Fernando 225 EC	4	0,020	0,020	0,012	0,016
2,4-D					
Aminopielik D 450 SL	3	0,016	0,008	0,002	NW
dikamba					
Aminopielik D 450 SL	3	NW	NW	0,012	NW
MCPA					
Chwastoks Extra 300	4,5	0,01	NW	0,02	NW

* NW – nie wykryto

Źródło: badania własne.

stałości tej substancji to 0,020 mg · kg⁻¹. Nie stwierdzono większych różnic w wielkości pozostałości w poszczególnych latach prowadzenia badań, jak też w zależności od warunków siedliska (lokalizacji doświadczenia polowego).

Specyfiką użytków zielonych jest to, że w skład plonu wchodzi wszystkie rośliny, jakie rosną w momencie zbioru. Należą do nich również te chwasty, które pozostały lub odrosły po zabiegu herbicydowym. Z tego względu przeprowadzono oznaczenia pozostałości substancji aktywnych stosowanych herbicydów w wybranych chwastach. W literaturze można spotkać nieliczne doniesienia na temat pozostałości herbicydów w chwastach (3). Pozostałości wszystkich oznaczanych substancji aktywnych wykryto we wszystkich badanych gatunkach chwastów (tab. 10-14). Poziom pozostałości fluroksypiry wahał się w granicach 0,018-0,408 mg · kg⁻¹. W zdecydowanej większości przypadków pozostałości w chwastach były znacznie większe niż w trawie. Podobnie jak w przypadku trawy wielkość pozostałości wzrastała wraz z dawką herbicydu. Odnotowano również zróżnicowanie poziomu pozostałości w zależności od gatunku chwastu. Spośród przebadanych gatunków najniższe pozostałości (0,028-0,130 mg · kg⁻¹) tej substancji wykryto w mniszku pospolitym. Największe pozostałości oznaczano w szczawiu kędzierzawym (0,320-0,408 mg · kg⁻¹).

Pozostałości chlopyralidu zawierały się w przedziale od 0,006 mg · kg⁻¹ w krwawniku pospolitym do 0,200 mg · kg⁻¹ w szczawiu kędzierzawym (tab. 11). Natomiast 2,4-D wykrywano w chwastach w granicach od 0,026 mg · kg⁻¹ w mniszku pospolitym do 0,220 mg · kg⁻¹ w szczawiu kędzierzawym (tab. 12). Najwyższy poziom pozostałości dikamby wykryto w ostrożeńiu polnym i sięgały one poziomu 0,190 mg · kg⁻¹ (tab. 13). Najmniejsze pozostałości tej substancji stwierdzono w jaskrze polnym (0,008 mg · kg⁻¹). Pozostałości MCPA wahały się w granicach od 0,020 mg · kg⁻¹ w jaskrze

Tabela 10

Pozostałości fluoksypiry w chwastach (lata 2004–2006)

Herbicyd	Dawka (l · ha ⁻¹)	Pozostałości (mg · kg ⁻¹)				
		gatunek chwastu*				
		1	2	3	4	5
2004						
Fernando 225 EC	2	0,086	0,028	0,046	0,132	0,320
Fernando 225 EC	4	0,090	0,076	0,102	0,220	0,360
Starane 250 EC	1,2	0,088	0,088	0,172	0,320	0,408
2006						
Fernando 225 EC	2	0,058	0,052	0,066	0,030	0,290
Fernando 225 EC	4	0,130	0,128	0,142	0,080	0,336
Starane 250 EC	1,2	0,168	0,130	0,108	0,240	0,380

* 1 – jaskier polny (*Ranunculus arvensis*), 2 – mniszek pospolity (*Taraxacum officinale*), 3 – krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*), 4 – ostrożeń polny (*Cirsium arvense*), 5 – szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus* L.)

Źródło: badania własne.

Tabela 11

Pozostałości chlopyralidu w chwastach zastosowanego w formie herbicydu Fernando 225 EC

Lata	Dawka herbicydu (l · ha ⁻¹)	Pozostałości (mg · kg ⁻¹)				
		gatunek chwastu*				
		1	2	3	4	5
2004	2	0,100	0,040	0,006	0,068	0,060
	4	0,140	0,068	0,012	0,190	0,140
2006	2	0,074	0,020	0,020	0,162	0,086
	4	0,100	0,056	0,022	0,180	0,200

* oznaczenia jak w tab. 10

Źródło: badania własne.

Tabela 12

Pozostałości 2,4-D w chwastach zastosowanego w formie herbicydu Aminopielik D 450 SL

Lata	Dawka herbicydu (l · ha ⁻¹)	Pozostałości (mg · kg ⁻¹)				
		gatunek chwastu*				
		1	2	3	4	5
2004	3	0,060	NW**	0,006	0,164	0,180
2006	3	0,106	0,026	0,040	0,180	0,220

* oznaczenia jak w tab. 10

** NW – nie wykryto

Źródło: badania własne.

Tabela 13

Pozostałości dikamby w chwastach zastosowanej w formie herbicydu Aminopielik D 450 SL

Lata	Dawka herbicydu ($l \cdot ha^{-1}$)	Pozostałości ($mg \cdot kg^{-1}$) gatunek chwastu*				
		1	2	3	4	5
2004	3	NW**	NW	0,096	0,190	0,036
2006	3	0,008	0,014	0,100	0,156	0,008

* oznaczenia jak w tab. 10

** NW – nie wykryto

Źródło: badania własne.

polnym do $0,140 mg \cdot kg^{-1}$ w szczawiu kędzierzawym i $0,160$ w ostrożeńniu polnym (tab. 14).

Znaczne zróżnicowanie wielkości pozostałości w poszczególnych gatunkach chwastów należy tłumaczyć zróżnicowanym stopniem ich wrażliwości na stosowane substancje aktywne. W znacznym uproszczeniu wrażliwość poszczególnych gatunków związana jest ze zdolnością do pobierania substancji aktywnej herbicydu i możliwością jej detoksykacji. W przypadku gatunków mniej wrażliwych na daną substancję aktywną roślina może tolerować znacznie wyższe stężenia (9). W próbkach traw i chwastów pobranych wyrywkowo w czasie drugiego pokosu (60 i więcej dni od aplikacji herbicydów) pozostałości nie stwierdzono.

Wielkość pozostałości i duże ich zróżnicowanie w zależności od gatunku wskazują na konieczność zwrócenia uwagi na ten problem, zwłaszcza w przypadkach silnego zachwaszczenia takimi gatunkami, jak np. szczaw kędzierzawy lub jaskier polny.

Reasumując należy stwierdzić, że przeprowadzone w przeciągu czterech sezonów wegetacyjnych badania i uzyskane w nich wyniki pozwalają na ocenę skuteczności regulacji zachwaszczenia na trwałych użytkach zielonych poprzez stosowanie herbicydów oraz poziomu pozostałości substancji aktywnych herbicydów stosowanych do odchwaszczania.

Tabela 14

Pozostałości MCPA w chwastach zastosowanego w formie herbicydu Chwastoks Extra 300

Lata	Dawka herbicydu ($l \cdot ha^{-1}$)	Pozostałości ($mg \cdot kg^{-1}$) gatunek chwastu*				
		1	2	3	4	5
2004	4,5	NW**	0,080	0,140	0,170	0,100
2006	4,5	0,020	0,060	0,080	0,160	0,140

* oznaczenia jak w tab. 10

** NW – nie wykryto

Źródło: badania własne.

Wnioski

1. Duże zagrożenie dla zaniedbanych użytków zielonych stanowią powszechnie występujące gatunki dwuliścienne, takie jak: mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*), szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus*), pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), ostrożeń polny (*Cirsium arvense*) i krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*).

2. Mechaniczna metoda wykaszania chwastów była całkowicie nieskuteczna, a bardzo efektywna okazała się metoda chemiczna.

3. Stosowane w doświadczeniach herbicydy były w pełni selektywne dla traw, takich jak: wyczyniec łąkowy (*Alopecurus pratensis*), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*) i wiechlina łąkowa (*Poa pratensis*).

4. Skuteczność zwalczania uciążliwych chwastów na użytkach zielonych jest w głównej mierze uzależniona od rodzaju herbicydu i jego dawki, a termin zabiegu powinien być dobrany w zależności od fazy rozwojowej chwastów.

5. Najskuteczniej zwalczał chwasty herbicyd Fernando 225 EC w dawce $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, który całkowicie eliminował ze zbiorowiska łąkowego mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*), szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus*) i pokrzywę zwyczajną (*Urtica dioica*), a krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*) niszczył w 98%, zaś ostrożeń polny (*Cirsium arvense*) zwalczał w 91%.

6. Fernando 225 EC w dawce $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ słabiej działał na krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*) i ostrożeń polny (*Cirsium arvense*), natomiast Fernando 225 EC stosowany w dawce $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ bardzo dobrze (95-100%) zwalczał mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*), szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus*) i pokrzywę zwyczajną (*Urtica dioica*), ale słabiej działał na pozostałe gatunki.

7. Starane 250 EC stosowany w dawce $1,2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ dobrze zwalczał mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*), szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus*) i pokrzywę zwyczajną (*Urtica dioica*); (85-88% zniszczenia), natomiast okazał się całkowicie nieskuteczny na krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*) i ostrożeń polny (*Cirsium arvense*).

8. Chwastox 300 SL w dawce $4,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i Glean 75 WG w dawce $20 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ znacznie słabiej niszczyły większość występujących chwastów.

9. Aminopielik D 450 SL dobrze zwalczał (80-87% zniszczenia) ostrożeń polny (*Cirsium arvense*) i pokrzywę zwyczajną (*Urtica dioica*); (70-80%), a średnio działał na mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*), szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus*) i krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*).

10. Poziom pozostałości substancji aktywnych w trawach z pierwszego pokosu osiągał maksymalnie wartość $2 \cdot 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Taki poziom pozostałości nie stwarza zagrożenia dla użytkowania traw na paszę.

11. W trawach z drugiego pokosu nie stwierdzono pozostałości stosowanych substancji aktywnych.

12. W chwastach, zwłaszcza pobranych w czasie pierwszego pokosu, pozostałości były znacznie większe i sięgały wartości $4 \cdot 10^{-1} \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

13. Wielkość i duże zróżnicowanie pozostałości substancji aktywnych w zależności od gatunku chwastu wskazują na konieczność zwrócenia uwagi na problem zagrożenia nimi w przypadkach silnego zachwaszczenia takimi gatunkami, jak szczaw kędzierzawy lub jaskier polny.

Literatura

1. B a d o w s k i M.: Utrzymanie trwałych użytków zielonych, łąk kośnych i pastwisk w stanie wolnym od uciążliwych chwastów dwuliściennych za pomocą herbicydów. Wyd. IUNG Puławy, Mat. szkol. 84/02, 2002, 255-264.
2. B a d o w s k i M., R o l a H.: Ocena przydatności herbicydu Fernando 225 EC do zwalczania *Rumex crispus* i *Urtica dioica* na użytkach zielonych. Progr. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2003, **43(2)**.
3. B a d o w s k i M., S a d o w s k i J.: Poziom pozostałości 2,4-D w roślinach trwałych użytków zielonych. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2008, **48(4)**: 1185-1189.
4. F a l k o w s k i M. i in.: Trawy uprawne i dziko rosnące. PWRiL Warszawa, 1974.
5. M o w s z o w i c z J.: Krajowe chwasty polne i ogrodowe. PWRiL Warszawa, 1986.
6. Polska Norma – PN-R-04109: Materiał roślinny i gleba. Oznaczenie pozostałości herbicydów. Substancja aktywna – chlopyralid. Wyd. Norm., Warszawa, 1994.
7. Polska Norma – PN-R-04111: Materiał roślinny i gleba. Oznaczenie pozostałości herbicydów. Substancja aktywna – pochodne fenoksykwasów. Wyd. Norm., Warszawa, 1994.
8. Polska Norma – PN-R-04102: Materiał roślinny i gleba. Oznaczenie pozostałości herbicydów. Substancja aktywna – fluroksypyr. Wyd. Norm., Warszawa, 1994.
9. W o ź n i c a Z.: Herbologia. PWRiL Warszawa, 2008.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Jerzy Sadowski
IUNG-PIB
Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli
ul. Orzechowa 61
50-540 Wrocław
tel.: (71) 363-87-07
e-mail: j.sadowski@iung.wroclaw.pl

