

*Słowa kluczowe: herbicydy, pozostałości, fitotoksyczność, gleba*

Jerzy SADOWSKI\*, Tomasz SEKUTOWSKI\*

## **OCENA RYZYKA FITOTOKSYCZNEGO DZIAŁANIA POZOSTAŁOŚCI HERBICYDÓW NA UPRAWY NASTĘPCZE**

Pozostałości herbicydów w glebie mogą stwarzać zagrożenia dla upraw następczych w dwu krytycznych momentach. Pierwszy w sytuacji, kiedy z różnych powodów (np. wymarznienia ozimin) należy dokonać przesiewów. Drugi to pozostałości zalegające w glebie w momencie zbioru rośliny uprawnej (rys. 1).

Właściwości sorpcyjne gleby powodują, że jedynie część herbicydu zawartego w glebie jest dostępna dla roślin. W glebie substancje aktywne herbicydów ulegają rozdziałowi pomiędzy fazę stałą (cząsteczki gleby) i wodną (roztwór glebowy). Dla roślin dostępna jest jedynie ta część, która znajduje się w roztworze glebowym. Natomiast cząsteczki herbicydu zaadsorbowane lub związane chemicznie z fazą stałą nie są przez rośliny pobierane. Zmiany uwilgotnienia i temperatury gleby mogą powodować zmiany w równowadze sorpcyjnej a tym samym zmiany w dostępności pozostałości dla roślin. Stwarza to ryzyko fitotoksycznego działania na rośliny następcze w płodozmianie.

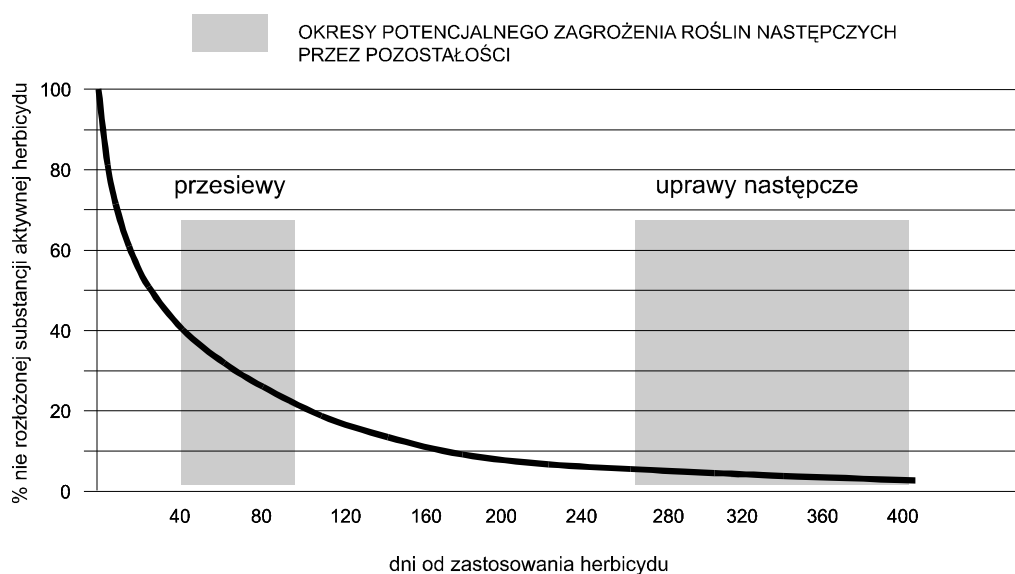
### **1. MATERIAŁ I METODY BADAŃ**

W celu określenia wpływu sorpcji herbicydu przeprowadzono biotesty na podłożu glebowym. Gleby do badań pobierano z warstwy do 25 cm. W próbkę gleby oznaczano pH, próchnicy, składników pokarmowych (N, P, K), oraz określano skład granulometryczny (charakterystyki gleb w tab. 1a i 1b). Glebę suszono do poziomu powietrznie suchej i przesiewano w celu usunięcia kamieni oraz resztek roślinnych. Do odważonej partii gleby dodawano odpowiednią ilość wody w celu uzyskania zakładanej wilgotności (np. 8, 10, 12, 15%). Glebę umieszczano w zamkniętym pojemniku w celu wyrównania wilgotności w całej przygotowywanej do badań partii. Tak przygotowaną glebę opryskiwano odpowiednią ilością herbicydu w celu uzyskania zakładanego poziomu pozostałości. Badano pozostałości w przedziale 0,002–4,00 mg/kg. Po naniesieniu herbicydu glebę mieszano w celu uzyskania jednolitego stężenia w całej partii gleby.

---

\* Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,  
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli, ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław,  
e-mail: j.sadowski@iung.wroclaw.pl

Tak przygotowaną glebę napełniano pojemniki o wymiarach  $\Phi = 6$  cm,  $h = 5$  cm, jeden pojemnik zawierał około 150 g gleby) i wysiewano roślinę testową. Po dwu tygodniach określano suchą masę nadziemnych części roślin i obliczano procentowy ubytek masy w stosunku do roślin kontrolnych (wysianych na glebie bez dodatku herbicydu).



Rys. 1. Okresy potencjalnego zagrożenia roślin w płodozmianie przez pozostałości herbicydów w glebie

Tabela 1a. Charakterystyki gleb

Gleba	Skład mechaniczny	Procentowa zawartość frakcji mechanicznych								
		$\phi$ [ mm ]								
		1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002	
G1	gsp	7	12	13	8	23	20	8	9	
G2	gsp	4	5	9	6	27	10	15	18	

Tabela 1b

Gleba	pH w 1 n KCl	Próchnica %	Zasobność gleby		
			Zawartość w mg na 100 g gleby		
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg
G1	9,7	1,72	18,4	19,9	9,3
G2	6,1	4,17	10,3	26,0	10,8

Tabela 2. Charakterystyka herbicydów

Herbicyd	Substancja aktywna	Zawartość substancji aktywnej w preparacie	Dawki preparatu stosowane w praktyce
Cresopur 225 SL	benazolina	225 g/l	2–3 l/ha
Glean 75 WG	chlorosulfuron	75%	10-25 g/ha
Aminopielik 720 SL	2,4-D	720 g/l	1-1,25l/ha
Kerb 50 WP	propyzamid	50 %	1–1,5 kg/ha

## 2. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Sprawdzano przydatność różnych roślin do prowadzenia biotestów. Rośliny powinny odznaczać się pewnymi wspólnymi cechami, które decydują o ich przydatności do tego rodzaju badań. Podstawową cechą jest silna reakcja na niskie (rzędu  $10^{-2}$  mg/kg) stężenia badanych substancji aktywnych. Ważnymi cechami są również: wyrównana siła i energia kiełkowania nasion, drobne nasiona, krótki okres wschodów i wegetacji oraz duża masa roślin. Wymienione cechy pozwalają na uzyskanie odpowiedniej dokładności i powtarzalność uzyskiwanych wyników.

Badano przydatność takich roślin jak: ogórek, groch, gorczyca i fasola. Reakcja roślin była zróżnicowana. Ponadto można było zaobserwować różnice w czułości biotestu w zależności od części roślin.. Badane herbicydy zawierały substancje aktywne zaliczane do różnych grup chemicznych i różniące się mechanizmami działania. Chlorosulfuron z grupy pochodnych sulfonilomocznika jest inhibitorem syntezy aminokwasów, propyzamid należy do grupy amidów hamujących wzrost korzeni i procesy podziału komórek, benazolinę i 2,4-D zalicza się do grupy regulatorów wzrostu. Substancje z tej grupy zakłócają również równowagę hormonalną w roślinach.

Różnorodne mechanizmy działania powodują, że objawy fitotoksycznego oddziaływania poszczególnych substancji widoczne jest po różnym czasie. Reakcję na substancje z grupy regulatorów wzrostu lub inhibitorów syntezy pigmentów można zaobserwować już po kilku dniach. Natomiast w przypadku innych mechanizmów, reakcje roślin testowych są zdecydowanie wolniejsze. Z tego względu należałoby wydłużyć czas trwania biotestu do ponad trzech tygodni. Wydłużenie czasu trwania biotestu powoduje wystąpienie niekorzystnych zjawisk wpływających na uzyskiwane wyniki. Rośliny zaczynają być atakowane przez różnego rodzaju patogeny (zwłaszcza w przypadku wyższych poziomów wilgotności gleby). Istotnym jest również to, że w tym czasie substancja aktywna ulega rozkładowi. Z tych względów ograniczono czas trwania biotestu do dwu tygodni.

Spośród przebadanych roślin do prowadzenia dalszych prac wybrano gorczycę. Umożliwiało to wykonywanie biotestów w założonym czasie. Dostatecznie silna

reakcja tej rośliny na badane herbicydy umożliwiała porównywanie wyników dla różnych substancji aktywnych.

Wykonano biotesty utrzymując różne poziomy uwilgotnienia obu gleb (w stosunku do gleby powietrznie suchej) 8, 10, 12 i 15%. Dla badanych substancji wielkości  $ED_{50}$  osiągały wartości w przedziale  $10^{-2} - 10^{-1}$  mg/kg. Wartości  $ED_{50}$  ulegają wyraźnemu obniżeniu ze wzrostem wilgotności gleby, jest to szczególnie wyraźne na glebie G1 o niższej zawartości próchnicy i uboższej frakcji koloidalnej. Podobne spostrzeżenia odnośnie wpływu uwilgotnienia gleby opisują Garcia i wsp. [1,2], Hance [3] oraz Lasan i Bhandari [4].

Spśród badanych substancji jedynie w przypadku propyzamidu wielkość  $ED_{50}$  dla gleby G2 przekroczyła poziom 1 mg/kg.

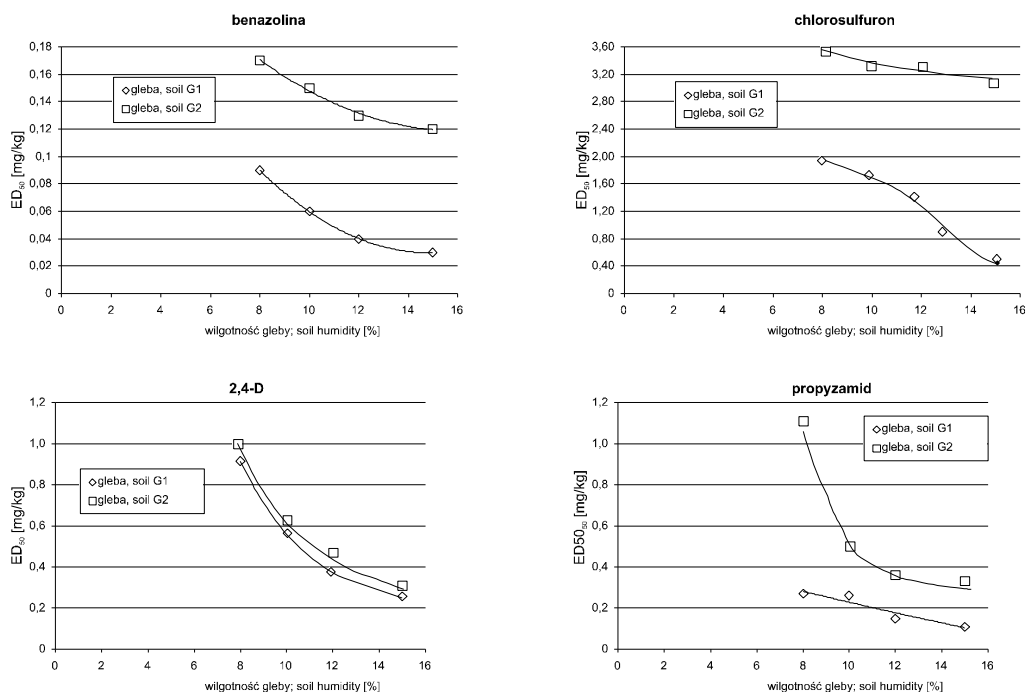
Na glebie G2 wielkości  $ED_{90}$  były wyraźnie niższe, jedynie w przypadku propyzamidu i dimetachloru przekraczały poziom 1 mg/kg. Podobnie jak dla  $ED_{50}$  widać wyraźny spadek tego parametru ze wzrostem uwilgotnienia gleby.

Wyznaczone wartości  $ED_{50}$  pozwoliły na powiązanie tej wielkości ze zmianami wilgotności badanych gleb. Uzyskane wyniki przedstawiono na rys. 2.

Wzrost wilgotności nawet o 2% powodował wyraźne obniżenie wielkości  $ED_{50}$ . Najwyraźniejsze zmiany obserwowano w przedziale wilgotności 10–15%. Dalszy wzrost uwilgotnienia gleb nie powodował już tak silnego obniżenia progowych fitotoksyczności. Przebieg krzywych na wykresie wskazuje, że dalszy wzrost uwilgotnienia w coraz mniejszym stopniu będzie powodował obniżkę progowej wartości fitotoksyczności.

Obserwując przebieg krzywych na wykresach, można zauważyć, że ich ułożenie dla poszczególnych substancji ma w zdecydowanej większości bardzo podobny charakter a uwidacznia się wyraźne przesunięcie związane z typem gleby. Przebieg wykresu wskazuje na powiązania pomiędzy rodzajem substancji aktywnej, natomiast przesunięcie w górę lub w dół odzwierciedla wpływ typu gleby na zmiany progowej wartości fitotoksyczności.

W tabeli 3 podano maksymalne stężenia substancji aktywnych badanych herbicydów w glebie po ich zastosowaniu w maksymalnych zalecanych dawkach. Z grupy badanych herbicydów jedynie 2,4-D i benazolina miały progowe fitotoksyczności ( $ED_{50}$ ) znacznie poniżej tych wartości. Należy jednak pamiętać, że są to dane uzyskane dla gorczycy jako rośliny testowej.



Rys. 2. Zmiany wielkości ED<sub>50</sub> substancji aktywnych herbicydów ze zmianą uwilgotnienia i typu gleby

Tabela 3. Maksymalne stężenia substancji aktywnych herbicydów w glebie

Herbicyd	Substancja aktywna	Maksymalne* stężenie w warstwie gleby do głębokości 25 cm [mg/kg]
Cresopur 225 SL	benazolina	0,170
Glean 75 WG	chlorosulfuron	0,005
Aminopielik 720 SL	2,4-D	0,425
Kerb 50 WP	propyzamid	0,180

\*) – po zastosowaniu najwyższych zalecanych dawek

Wyniki badań pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

Określanie wartości ED<sub>50</sub> a nawet tej wielkości z niższymi indeksami jest bardzo przydatnym i stosunkowo tanim narzędziem w badaniach zachowania się herbicydów w środowisku glebowym. Wielkość tego parametru odzwierciedla dostępność dla roślin herbicydu zawartego w glebie.

Zmiany stopnia uwilgotnienia gleby wpływają w istotny sposób na progowe wartości fitotoksycznego działania herbicydów.

Największe zmiany wielkości  $ED_{50}$  obserwowano w przedziale wilgotności gleb 10–15%. Dalszy wzrost uwilgotnienia gleby nie powodował już tak gwałtownych zmian w dostępności herbicydu dla roślin testowych.

Kompleks sorpcyjny gleby wywierał najsilniejszy wpływ na dostępność benazoliny i chlorosulfuronu.

Dokładne poznanie uwalniania substancji aktywnych herbicydów ma znaczenie dla praktyki rolniczej. Pozwala bowiem na oszacowanie ryzyka dla upraw następczych lub przesiewów w przypadkach występowania pozostałości herbicydów w glebie.

#### LITERATURA

- [1] Garcia\_Valcarel A. I., Martinezo T., Sanchez-Brunete C. Tadeo J. L. 1998. Adsorption of triazines in soil with low organic matter content. *Fresenius Environ. Bull.* 7: 649-656.
- [2] Garcia\_Valcarel A. I., Tadeo J. L. 1999. Influence of soil moisture on sorption and degradation of hexazinone and simazine in soil. *J. Agric. Food Chem.* 47 (9): 3895-3900.
- [3] Hance R. J. 1977. The adsorption of atraton and monuron by soils at different water contents. *Weed Res.* 17: 197-201.
- [4] Lasan H. M., Bhandari A. 2003. Atrazine sorption of surface soils: time – dependent phase distribution and apparent desorption hysteresis. *Water Research* 37: 1644- 1654.

#### ESTIMATION OF PHYTOTOXICITY RISK OF HERBICIDES RESIDUE ON FOLLOWING CROPS

The  $ED_{50}$  (effective doze) values for 2,4-D, chlorsulfuron, propyzamide, benazoline, were established, that is the active substance concentration causing the reduction of the measure parameter of the test plans by 50%. The highest changes of ED were observed for the humidity values between 10–15%. The changes of phytotoxicity threshold of the herbicides with the changes of the soil humidity indicates the significant influence of the atmospheric conditions on the herbicide behaviour in soil. In the case of soils of better sorption complex the increase of the threshold phytotoxicity for these substances may be even tenfold in comparison to the weaker soils. It has significance for the farming practice for both the herbicide treatment and the influence on sequent plants. The obtained results allow to estimate which active substances and in what conditions may cause the biggest risk for the sequent plants.