

Katarzyna KLIMCZAK\*

## **OCENA RYZYKA ŚRODOWISKOWEGO DLA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN – POŁĄCZENIE TOKSYCZNOŚCI I NARAŻENIA**

Środki ochrony roślin stosowane w rolnictwie oddziałują nie tylko na zwalczane patogeny, ale również na organizmy niebędące celem zwalczania. W związku z tym przed dopuszczeniem środka ochrony roślin do stosowania wykonywana jest ocena zagrożenia, jakie jego stosowanie może stanowić dla organizmów pożytecznych. Pierwszym etapem oceny jest ustalenie możliwości i wielkości narażenia organizmów na działanie środka lub jego substancji aktywnej. Obliczoną wielkość narażenia porównuje się następnie z wynikami badań ekotoksykologicznych, przeprowadzanych zgodnie z metodykami OECD, EPPO, EPA itp. Badania te prowadzone są dla grup organizmów, które mogą zostać narażone na działanie środka ochrony. Wyniki uzyskane po porównaniu wielkości narażenia z toksycznością muszą spełniać kryteria określone w przepisach prawnych, aby można było uznać, że stosowanie danego środka ochrony roślin nie stanowi zagrożenia dla środowiska.

### **1. WPROWADZENIE**

Celem stosowania środków ochrony roślin jest zwalczanie chorób występujących w uprawach (zarówno chorób grzybowych, jak i bakteryjnych), żerujących na uprawianych roślinach owadów, a także chwastów, które konkurują z uprawianymi roślinami o wodę, światło i składniki odżywcze. Należy jednak pamiętać, że stosowanie środków ochrony roślin może prowadzić do zanieczyszczenia nimi gleby, wód powierzchniowych i podziemnych oraz powietrza, zaś wszelkie substancje stosowane w celu ochrony roślin działają nie tylko na chronione rośliny, ale również na organizmy, które nie są celem ani ochrony, ani zwalczania. Chroniąc uprawę można zatem przyczynić się do zniszczenia całych populacji organizmów pełniących w środowisku pożyteczną rolę. Sposobem zapobiegania tego typu przypadkom jest ocena wpływu środka ochrony roślin na organizmy niebędące celem zwalczania.

---

\* Instytut Ochrony Środowiska, Zespół do spraw Oceny Ryzyka Środowiskowego, ul. Krucza 5/11 D, 00-548 Warszawa, katarzyna.klimczak@ios.edu.pl

Ocena wykonywana jest zarówno dla środka ochrony roślin, jak i jego substancji aktywnej oraz produktów jej rozkładu, na których działanie mogą zostać narażone organizmy żywe [2,6,7,9,11]. Proces oceny składa się z kilku etapów. W pierwszej kolejności dokonuje się oceny narażenia pożytecznych organizmów na działanie środka. Następnie wykonuje się badania, które mają na celu wykazanie toksyczności danego preparatu dla badanych organizmów. Ostatnim etapem jest wykonanie oceny polegającej na porównaniu narażenia i toksyczności. Dopiero ostatni etap jest właściwą oceną ryzyka.

## 2. NARAŻENIE

Możliwość i wielkość narażenia organizmów żywych oceniane są we wszystkich elementach środowiska, do których może przedostać się środek lub jego substancja aktywna. W ocenie ryzyka wykorzystuje się tylko informacje dotyczące wód powierzchniowych oraz gleby.

Zanieczyszczenie gleby środkiem ochrony roślin jest wynikiem bezpośredniego stosowania środka nad powierzchnią gleby (np. oprysk, opylanie) lub do gleby (np. środki stosowane doglebowo, zaprawy nasienne). Na wielkość narażenia ma wpływ dawka środka, jego forma użytkowa, liczba zabiegów wykonywanych w czasie sezonu wegetacyjnego oraz odstęp między zabiegami. Niezwykle istotną rolę w ocenie wielkości narażenia odgrywa termin stosowania środka, a także gatunek oraz faza rozwojowa rośliny, w której stosowany jest środek. W przypadku środków stosowanych przedwiosnowo lub we wczesnych fazach rozwojowych cała stosowana dawka środka dostaje się bezpośrednio do gleby. W przypadku późniejszych faz rozwojowych ilość środka przedostającego się do gleby jest mniejsza ze względu na przechwytywanie części środka przez roślinę, w której środek jest stosowany. Gatunek rośliny ma istotny wpływ na wielkość tego przechwyty – więcej środka zatrzymywane jest przez rośliny o większych liściach, tworzących zwarte międzyrzędzia (np. ziemniaki) [1,11].

W przypadku kilku zastosowań środka w sezonie bierze się pod uwagę możliwość kumulacji substancji aktywnej w glebie. Największy wpływ ma tu jej podatność na degradację – po każdej aplikacji będzie się zwiększać stężenie w glebie substancji o długim okresie degradacji [8,9].

Wody powierzchniowe mogą być zanieczyszczone środkiem ochrony i jego substancją aktywną poprzez znos z chmurą oprysku lub pyłu, w zależności od typu formulacji [5,6,13]. Na wielkość narażenia będącego wynikiem tej drogi migracji ma wpływ dawka środka, typ uprawy oraz odległość od zbiornika wodnego. Największy znos z chmurą oprysku lub pyłu obserwuje się podczas stosowania środków ochrony roślin w sadach, winnicach oraz uprawach chmielu, zaś najmniejszy w przypadku upraw zbóż oraz innych roślin polowych, takich jak np. rośliny okopowe, oleiste, motylkowe.

Substancja aktywna środka ochrony roślin może dostawać się do wód powierzchniowych również w wyniku spływu powierzchniowego lub drenażu [5,6,13]. Spływ powierzchniowy polega na wymywaniu substancji aktywnej rozpuszczonej w wodzie lub związanej z cząstkami glebowymi do zbiornika wodnego i występuje na ogół po opadach deszczu. Drenaż ma miejsce na terenach zmeliorowanych i polega na przenoszeniu substancji aktywnej wraz wodą z drenów do zbiorników wodnych. Na wielkość migracji substancji tymi drogami narażenia ma wpływ dawka środka, termin stosowania środka oraz liczba zabiegów w sezonie wegetacyjnym. Istotną rolę odgrywają też właściwości gleby, które wpływają na stopień zatrzymywania substancji aktywnej w glebie. Ważne są również właściwości substancji aktywnej. Na przykład substancje aktywne o wysokiej wartości współczynnika Koc będą miały tendencję do zalegania w glebie i nie będą podatne na wymywanie, podczas gdy substancje o niskiej wartości współczynnika Koc uznaje się za substancje mobilne, zdolne do przemieszczania się w glebie wraz z wodą.

Wielkość narażenia w glebie oraz wodach powierzchniowych obliczana jest z zastosowaniem narzędzi do modelowania stworzonych przez grupę FOCUS (Forum for the Co-ordination of pesticide fate models and their Use) [5]. Podczas obliczeń brane są pod uwagę wszystkie wymienione wcześniej czynniki. W wyniku obliczeń otrzymuje się wartość przewidywanego stężenia środowiskowego PEC (Predicted Environmental Concentration) w danym elemencie środowiska.

### 3. WPŁYW NA ORGANIZMY ŻYWE

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 17 maja 2005 [12] oraz Dyrektywa 91/414/EEC [2] wskazują grupy organizmów, dla których należy wykonać badania toksyczności środka ochrony roślin lub substancji aktywnej. Badania te wykonuje się dla ptaków, ssaków, organizmów wodnych, pszczół, stawonogów pożytecznych innych niż pszczoły, makroorganizmów i mikroorganizmów glebowych oraz roślin lądowych. Dla każdej grupy organizmów zidentyfikowane są gatunki wskaźnikowe, dla których wykonywane są badania toksyczności. Badania przeprowadza się zgodnie z metodykami OECD, EPPO, EPA, SETAC lub innymi, zaakceptowanymi na poziomie Unii Europejskiej. Testy przeprowadza się zawsze dla toksyczności ostrej, a jeśli istnieje możliwość długotrwałego lub powtarzającego się narażenia – również dla toksyczności długoterminowej.

W pierwszej kolejności badania prowadzone są w warunkach laboratoryjnych, jednak możliwe jest również przeprowadzenie testów w warunkach półpolowych lub polowych [3,6,7,9]. Badania półpolowe prowadzone są w warunkach kontrolowanych, z wprowadzeniem pewnych elementów naturalnych, zaś badania polowe prowadzone są w warunkach naturalnych i wskazują możliwe efekty działania środka na badane organizmy w rzeczywistych warunkach stosowania, przy uwzględnieniu najgorszego scenariusza narażenia.

#### 4. OCENA RYZYKA

Ocena ryzyka wykonywana jest w oparciu o wytyczne SANCO, SETAC oraz EPPO a także inne, zaakceptowane na poziomie Unii Europejskiej [2,3,4,6,7,9,11,12]. Celem oceny ryzyka jest określenie wielkości zagrożenia, które spowodowane jest stosowaniem środka ochrony roślin. Wielkość zagrożenia oblicza się przez porównanie toksyczności z wielkością narażenia, w wyniku czego otrzymuje się wartość współczynnika narażenia toksycznego TER (Toxicity Exposure Ratio) lub poprzez porównanie narażenia do dawki w wyniku czego otrzymuje się wartość współczynnika ryzyka HQ (Hazard Quotient). Następnie porównuje się wartość obliczonego współczynnika do wartości granicznych wskazanych w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 17 maja 2005 [12] oraz Dyrektywie 91/414/EEC [2] (tab. 1 i 2).

Tab.1. Wartości graniczne współczynników narażenia toksycznego dla różnych grup organizmów

TER	ptaki	ssaki	organizmy wodne			dżdżownice	rośliny lądowe
			ryby	bezkęgowce	glony		
ostre	>10	>10	>100	>100	-	>10	>5
krótkoterminowe	>10	-	-	-	-	-	-
długoterminowe	>5	>5	>10	>10	>10	>5	-

Tab. 2. Wartości graniczne współczynników ryzyka dla różnych grup organizmów

HQ	pszczoły		pożyteczne stawonogi	
	doustny	kontaktowy	w polu	poza polem
	< 50	< 50	< 2	< 2

W przypadku mikroorganizmów glebowych zaobserwowane w badaniach efekty nie mogą być większe niż 25% w porównaniu do kontroli.

Jeśli oceniany środek spełnia wymagane kryteria, oznacza to, że jego stosowanie nie stanowi zagrożenia dla narażonych organizmów. Praktyka pokazuje, że ocena narażenia odgrywa kluczową rolę w ocenie ryzyka i bardzo często decyduje o jego zaistnieniu i wielkości. Bardzo często zdarza się, że nawet środki bardzo toksyczne dla badanych organizmów nie stanowią dla nich zagrożenia ze względu na niewielkie narażenie obserwowane w realistycznych warunkach zastosowania.

W przypadku jednak, gdy wartość obliczonych współczynników wskazuje, że może istnieć zagrożenie dla badanych organizmów, przechodzi się do drugiego etapu oceny, w którym wykorzystuje się wyniki badań polowych lub półpolowych. W tym przypadku nie oblicza się współczynników, lecz dokonuje się oceny krok po kroku,

uwzględniając zakres i rodzaj zaobserwowanych efektów oraz odnosząc scenariusz zastosowany w badaniu do rzeczywistego scenariusza narażenia. Ocenia się również wpływ zastosowania środka ochrony roślin na strukturę oraz funkcjonalność ekosystemu.

#### LITERATURA

- [1] Boesten J., Helweg A., Businelli M., Bergstrom L., Schaefer H., Delmas A., Kloskowski R., Walker A., Travis K., Smeets L., Jones R., Venderbroeck V., van der Linden A., Broerse S., Klein M., Layton R., Jacobsen O.S., Yon D., 1997. *Soil persistence models and EU registration*. The final report of the work of the Soil Modelling Work group of FOCUS (Forum for the Co-ordination of pesticide fate models and their Use). ss 77.
- [2] *Council Directive of 15 July 1991, concerning the placing of plant protection products on the market*. 91/414/EEC.
- [3] *Effects of Plant Protection Products on Functional Endpoints in Soil (EPFES)*. SETAC 2002. ss. 96.
- [4] *Environmental Risk Assessment Scheme for Plant Protection Products*. 2003 OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 33.
- [5] FOCUS 2001. *FOCUS Surface Water Scenarios in the EU Evaluation Process under 91/414/EEC*. Report of the FOCUS Working Group on Surface Water Scenarios, EC Document Reference SANCO/4802/2001-rev.2. ss. 245.
- [6] *Guidance Document on Aquatic Ecotoxicology in the context of the Directive 91/414/EEC*. Working Document SANCO/3268/2001 rev 4 (final). 2002. ss. 62.
- [7] *Guidance Document on Risk Assessment for Birds and Mammals Under Council Directive 91/414/EEC*. SANCO/4145/2000 – final. 2002. ss. 73.
- [8] *Guidance Document on Persistence in Soil*. European Commission, 2000. Directorate General for Agriculture, VI B II.1, 9188/VI/97 rev. 8. ss. 17.
- [9] *Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology Under Council Directive 91/414/EEC*. Working Document SANCO/10329/2002 rev 2 final. 2002. ss. 39.
- [11] *Procedures for Assessing the Environmental Fate and Ecotoxicity of Pesticides*. SETAC 2003. ss. 54.
- [12] *Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 17 maja 2005 w sprawie zakresu badań, informacji i danych dotyczących środka ochrony roślin i substancji aktywnej oraz zasad sporządzania ich oceny*. Dz. U. 2005 nr 100, poz. 839. ss. 137.
- [13] Walker A., Allen R., Bailey S.W., Blair A.M., Brown C.D., Günther P., Leake C.R., Nicholls P.H. 1995. *Pesticides movement to water*. Proceedings of a Symposium held at The University of Warwick, Coventry on 3-5 April 1995. Monograph No 62. ss. 414.
- [14] Walke A. 2001. *Pesticide Behavior in soils and water*. Proceedings of a Symposium organised by the British Crop Protection Council, 13-15 November 2001. Symposium Proceedings No 78. ss. 450.

## ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT FOR PLANT PROTECTION PRODUCTS – A COMBINATION OF TOXICITY AND EXPOSURE

Plant protection products used in agriculture may affect not only pathogens but also non-target organisms. Therefore thorough assessment is performed to estimate a possible risk which plant protection product may cause to the environment. The first step is evaluation of the possibility and extend of exposure. A rate of plant protection product, its form, the crop species and its developmental stage, the date of application, the number of applications and the time interval between them are taken into account as well as properties of the plant protection product and its active substance. The results are then compared with the endpoints obtained from standard laboratory tests (OECD, EPPO, EPA, etc.) performed on species that are at risk. The use of plant protection product is considered safe, if the results of risk assessment meet the trigger values indicated in legislation.