

**Justyna Wrzosek\*, Barbara Gworek\*\*, Danuta Maciaszek\*\*\***

## **ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN W ASPEKCIE OCHRONY ŚRODOWISKA**

### **PLANT PROTECTION PRODUCTS AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**

**Słowa kluczowe:** środki ochrony roślin, ocena ryzyka, rejestracja środków ochrony roślin  
**Key words:** plant protection products, registration of plant protection products, risk assessment

*The paper describes plant protection products in the light of environmental protection. Placing plant protection products on the market is managed by a number of regulations. The evaluation of environmental risk resulting from the application of environmental products is conducted according to the Directive 91/414/EEC and Act of 18 December 2003 on plant protection.*

#### **1. WPROWADZENIE**

Pestycydy stały się niezbędnym elementem ochrony chemicznej roślin. Stosowane są zarówno w celu zwiększenia plonów, jak również po to, aby ograniczyć straty związane z występowaniem szkodników oraz chwastów na plantacjach roślin uprawnych. Poza obszarem działalności rolniczej środki ochrony roślin są używane również w ochronie lasów, sadów, trawników oraz roślin ozdobnych. Pozostałości pestycydów występują zarówno w wodzie, glebie, roślinach i zwierzętach, jak i w organizmie ludzkim.

---

\* Mgr Justyna Wrzosek – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa; Instytut Ochrony Środowiska, ul. Krucza 5/11d, 00-548 Warszawa, tel.: 022 625 10 05 w. 43.

\*\* Prof. dr hab. Barbara Gworek – Instytut Ochrony Środowiska, ul. Krucza 5/11d, 00-548 Warszawa, tel.: 022 621 36 70 w. 47; Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa; tel. 022 59 326 18.

\*\*\*Mgr inż. Danuta Maciaszek – Instytut Ochrony Środowiska, ul. Krucza 5/11d, 00-548 Warszawa, tel.: 022 622 32 10.

Produkcja i stosowanie środków ochrony roślin, poza niewątpliwymi korzyściami, wiąże się jednak z wieloma niepożądanymi skutkami. Zabiegi ochronne z użyciem pestycydów wykonane na polach uprawnych oraz terenach nieużytkowanych rolniczo są głównym źródłem degradacji otaczającego nas środowiska .

Na szczególną uwagę zasługuje problem ochrony wód przed zanieczyszczeniami pestycydowymi. Występowanie środków ochrony roślin stwierdzono we wszystkich rodzajach wód krążących w ekosystemie – w opadach atmosferycznych, wodach powierzchniowych i podziemnych. Część substancji aktywnej, wchodzącej w skład środka ochrony roślin oraz jej metabolitów może przedostać się do łańcucha troficznego ludzi i zwierząt wraz z plonem rośliny uprawnej. Stają się wówczas szkodliwymi pozostałościami. Stwierdzono również, że małe powierzchnie pól uprawnych, bioróżnorodność gatunkowa upraw, a także sumienne wykonywanie zabiegów agrotechnicznych przez wykwalifikowanych i przeszkolonych rolników przestrzegających instrukcji stosowania zawartych w etykiecie na opakowaniu danego środka ochrony roślin, sprzyja ograniczeniu negatywnego oddziaływania pestycydów na środowisko [Banaszkiewicz 2003].

Chemiczne środki ochrony roślin stały się zatem szybkim, wygodnym i bardzo powszechnym elementem ochrony roślin przed patogenami. Pomimo występowania wielu zagrożeń związanych z degradacją środowiska naturalnego oraz możliwością włączania pozostałości pestycydów do łańcucha biologicznego na etapie gleba – roślina – człowiek są one nadal najbardziej skuteczną i nowoczesną metodą zapobiegania występowaniu wielu szkodliwych gatunków owadów, nicieni, roztoczy i gryzoni, a także chorobotwórczych wirusów, grzybów i bakterii na plantacjach roślin uprawnych. Ze względu na wymienione czynniki głównym kierunkiem w ochronie środowiska jest poszukiwanie sposobu ograniczenia szkodliwego działania odpadów i pozostałości pestycydowych. Wnikliwa ocena ryzyka wprowadzanych do obrotu środków ochrony roślin oraz wszelkie środki ostrożności stosowane w celu zminimalizowania występującego narażenia na organizmy żywe są zatem niezbędnym elementem zabezpieczenia żywności oraz środowiska naturalnego przed negatywnym oddziaływaniem pestycydów na środowisko naturalne.

## **2. CHARAKTERYSTYKA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN**

### **2.1. Zastosowanie i działanie**

Pestycydy są związkami pochodzenia syntetycznego lub naturalnego stosowanymi w ochronie roślin uprawnych w celu ograniczenia lub całkowitego wyeliminowania szkodników, chorób oraz chwastów. Wpływają również na regulację wzrostu roślin. Nazwa wywodzi się od łacińskich słów: *pestis* – szkodnik oraz *cedeo* – niszczyć. Liczba stosowanych pestycydów na świecie jest ogromna. Szacuje się, że obecnie wyprodukowano ponad 1000 preparatów zawierających substancje pestycydowe o dużej

aktywności biologicznej [Laskowski, Migula 2004; Makles, Domański 2008; Rejmer 1997]. Odgrywają one istotną rolę w zwiększaniu efektywności i jakości produkcji rolnej przez ograniczenie chorób roślin oraz niszczenia chwastów, grzybów, roztoczy, insektów, gryzoni atakujących te uprawy. Szacuje się, że ok. 15–20 % strat produktów rolniczych jest wywołanych przez szkodniki roślinne i zwierzęce. Ograniczenie ich występowania zapewni wyżywienie stale rosnącej liczbie ludności na świecie i ograniczy istniejące strefy głodu. Stosowane są również w ochronie pól, lasów, a także w celu konserwacji drewna oraz zabezpieczenia żywności podczas jej magazynowania i transportu [Makles, Domański 2008].

Środki ochrony roślin charakteryzuje duża toksyczność w stosunku do docelowych szkodników. Powinna również charakteryzować je krótka trwałość w środowisku oraz dużą podatnością na degradację, tak aby po spełnieniu swego zadania szybko zanikały w glebie, wodzie oraz powietrzu [Brzeziński 2002; Maciaszek, Gworek 2004].

Działanie środków ochrony obejmuje jednak nie tylko docelową grupę patogenów, lecz także organizmy niebędące celem zwalczania. Bardzo ważnym aspektem ochrony środowiska jest zatem poznanie wpływu pestycydu na pożyteczne grupy organizmów i ocena narażenia wynikającego z jego stosowania. Pozwala to na zmniejszenie zagrożenia negatywnego wpływu pestycydów na środowisko oraz ograniczenie liczby wprowadzonych na rynek środków ochrony roślin przy zadowalających wynikach agrorolniczych.

## 2.2. Klasyfikacja pestycydów

Celem klasyfikacji pestycydów jest określenie właściwości substancji aktywnych oraz preparatów chemicznych, dzięki czemu możliwa jest identyfikacja zagrożeń mogących wystąpić podczas ich produkcji, transportu, dystrybucji i stosowania. Wyróżniamy kilka podziałów środków ochrony roślin według zróżnicowanych kryteriów podziału. Najczęściej stosowane są: podział w zależności od kierunku zastosowania i sposobu działania, klasyfikacja chemiczna oraz klasyfikacja toksykologiczna. Biorąc pod uwagę ich zastosowanie, wyróżnia się [Brzeziński 2002]:

### 1) **zoocydy** – środki do zwalczania szkodników zwierzęcych:

- insektycydy – środki owadobójcze,
- akarycydy – zwalczające roztocze,
- nematocydy – zwalczające nicienie,
- aficydy – zwalczające mszyce,
- moluskocydy – zwalczające ślimaki,
- rodentycydy – zwalczające gryznie,
- atraktanty – środki zwabiające,
- repelenty – środki odstrasżające;

### 2) **bakteriocydy** – środki do zwalczania bakterii;

**3) herbicydy** – środki do zwalczania chwastów:

- totalne – niszczące całą populację roślin,
- wybiórcze – eliminujące określone gatunki roślin,
- regulatory wzrostu – inhibitory, stymulatory;

**4) fungicydy** – środki do zwalczania grzybów.

Zgodnie ze strukturą chemiczną, pestycydy są klasyfikowane jako nieorganiczne (bardzo mało środków tego typu) oraz organiczne. Do pestycydów nieorganicznych należą między innymi herbicydy, w skład których wchodzi takie substancje aktywne, jak: amido-sulfonian amonu, boraks, chloran sodu oraz fungicydy, zawierające następujące substancje aktywne: zasadowy chlorek miedzi II oraz ciecz bordowska. Pestycydy organiczne stanowią grupę około 1000 związków czynnych o różnej budowie i właściwościach. Wśród organicznych środków ochrony roślin wyróżniono klasy pestycydów przedstawione w tabeli 1.

**Tabela 1.** Główne klasy pestycydów organicznych oraz ich charakterystyka**Table 1.** The main pesticide classes and their characteristics

Klasa	Zastosowanie	Trwałość	Rozpuszczalność w wodzie	Transport w glebie
Chlorowane węglowodory	insektycydy	duża	wyjątkowo słaba	osadzanie
Kationowe związki heterocykliczne	herbicydy	duża	dobra	osadzanie
Triazyny	herbicydy	umiarkowana	zależy od pH	osadzanie
Pochodne fenylomocznika	herbicydy	umiarkowana	różna	wyplukiwanie
Pochodne dinitroaniliny	herbicydy	umiarkowana	słaba	osadzanie
Pochodne kwasu fenoksyoctowego	herbicydy	krótka	dobra	osadzanie
Pochodne fenylkarbaminianów	herbicydy	krótka	dobra	osadzanie
Metaliczne pochodne etylenobis (ditiokarbaminianów)	fungicydy	krótka	umiarkowana	nieznany
Pyretroidy	insektycydy	krótka	wyjątkowo słaba	osadzanie
Związki fosfoorganiczne	insektycydy	krótka	dobra	wymywanie
Karbaminiany	insektycydy	krótka	dobra	wymywanie

Źródło: Zakrzewski [1995].

Środki ochrony roślin klasyfikuje się również pod względem stwarzania zagrożeń dla środowiska. Klasyfikacja powinna być zgodna z ustawą o substancjach i preparatach chemicznych [Ustawa... 2001] oraz z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie kryteriów i sposobu klasyfikacji substancji i preparatów chemicznych [Rozporządzenie... 2003].

Zasadniczym celem klasyfikacji substancji i preparatów niebezpiecznych dla środowiska jest ukazanie zagrożeń, jakie wynikają z ich stosowania. Należy zwrócić szczególną uwagę na ochronę ekosystemów wodnych, wobec czego klasyfikacja pod kątem zagrożeń środowiskowych dla organizmów wodnych jest zawsze wymagana. Ponadto substancje i preparaty klasyfikuje się jako niebezpieczne dla środowiska i przypisuje się im symbol N oraz zwroty wskazujące rodzaj zagrożenia, zgodnie z następującymi kryteriami (na podstawie wyników badań toksyczności ostrej preparatu dla organizmów wodnych, wyników badań biodegradacji oraz wartości LogPow dla substancji):

- 1) **R50/53** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne; może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym, jeżeli:
  - $LC_{50}$  ryby  $\leq 1$  mg/l lub
  - $EC_{50}$  rozwielitki  $\leq 1$  mg/l lub
  - $EC_{50}$  glony  $\leq 1$  mg/li substancje lub preparaty chemiczne są trudno biodegradowalne lub  $\text{LogPow} \geq 3$  ( $\text{LogPow}$  – współczynnik podziału oktanol/woda), chyba że oznaczony doświadczalnie  $\text{BCF} \leq 100$  ( $\text{BCF}$  współczynnik biokoncentracji w rybach).
- 2) **R50** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne, jeżeli:
  - $LC_{50}$  ryby  $\leq 1$  mg/l lub
  - $EC_{50}$  rozwielitki  $\leq 1$  mg/l lub
  - $EC_{50}$  glony  $\leq 1$  mg/l.
- 3) **R51/53** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne; może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym, jeżeli:
  - $1 \text{ mg/l} < LC_{50}$  ryby  $\leq 10$  mg/l lub
  - $1 \text{ mg/l} < EC_{50}$  rozwielitka  $\leq 10$  mg/l lub
  - $1 \text{ mg/l} < EC_{50}$  glony  $\leq 10$  mg/loraz substancje i preparaty chemiczne są trudno biodegradowalne lub  $\text{LogPow} \geq 3$ , chyba że oznaczony doświadczalnie  $\text{BCF} \leq 100$ .
- 4) **R52/53** – działa szkodliwie na organizmy wodne; może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym, jeżeli:
  - $10 \text{ mg/l} < LC_{50}$  ryby  $\leq 100$  mg/l lub
  - $10 \text{ mg/l} < EC_{50}$  rozwielitka  $\leq 100$  mg/l lub
  - $10 \text{ mg/l} < EC_{50}$  glony  $\leq 100$  mg/l,oraz substancje i preparaty chemiczne są trudno biodegradowalne lub  $\text{LogPow} \geq 3$ , chyba że oznaczony doświadczalnie  $\text{BCF} \leq 100$ .
- 5) **R52** – stosuje się wobec preparatów, które nie spełniają wymogów dla R52/53, jednak z ich toksyczności wynika, że mogą stanowić pewne zagrożenie środowiska.
- 6) **R53** – stosuje się wobec preparatów, które nie spełniają wymogów R52/53 lub R52, jednak z danych wynika, że istnieje możliwość ich kumulowania w środowisku wodnym i mogą one stwarzać zagrożenie przewlekłe lub opóźnione.

### 3. ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN W ŚWIETLE OCHRONY ŚRODOWISKA

#### 3.1. Los i zachowanie w środowisku

W dobie rozwoju przemysłowo-gospodarczego oraz wzrostu standardu życia mieszkańców kraju tworzy się nadal wiele ścieków, odpadów komunalnych, zwalowisk kopalni odkrywkowych, a także osadów poflotacyjnych. Rozwój cywilizacyjny przyczynia się do wzrostu zanieczyszczenia środowiska, w tym wód powierzchniowych i podziemnych. Zanieczyszczenia antropogeniczne trafiające do wód naturalnych to przede wszystkim:

- 1) detergenty,
- 2) pestycydy,
- 3) składniki nawozów sztucznych,
- 4) związki ropopochodne,
- 5) węglowodory aromatyczne,
- 6) chlorowane związki organiczne oraz metale ciężkie.

Środki ochrony roślin stosowane są bezpośrednio w środowisku, oddziałując w ten sposób nie tylko na szkodliwe dla uprawy patogeny, lecz także na gatunki niebędące celem zwalczania preparatu. Dlatego tak ważny jest monitoring pozostałości pestycydów w środowisku oraz przestrzeganie procedur wprowadzania do obrotu i stosowania środków ochrony roślin oraz ich substancji aktywnych.

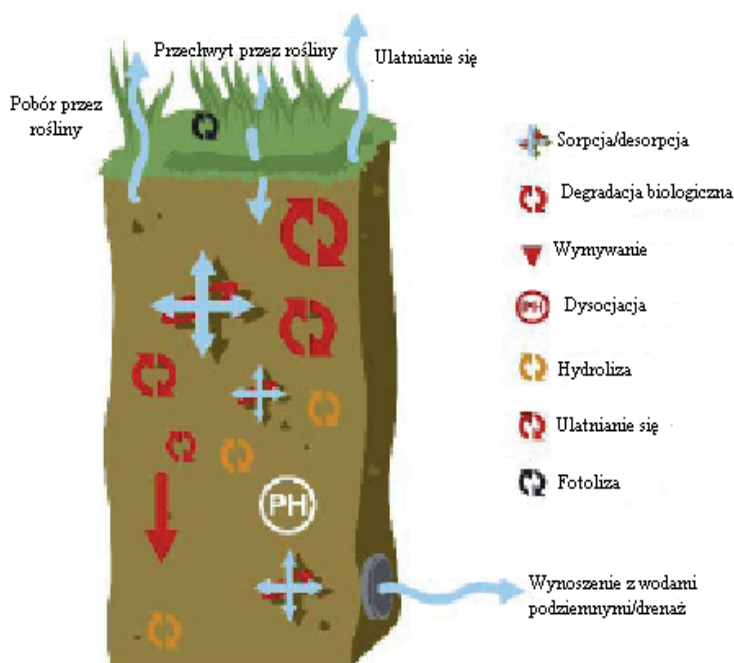
W Polsce istotne sprawy związane z rejestracją środków ochrony roślin reguluje ustawa o ochronie roślin z dnia 18 grudnia 2003 r. [Ustawa...], która jest zgodna z zaleceniami dyrektywy 91/414/EEC, obowiązującej w państwach członkowskich Unii Europejskiej. Zgodnie z obowiązującymi przepisami środki wprowadzone do środowiska muszą spełnić następujące kryteria [Maciaszek 2006]:

- 1) jeżeli stosowane są zgodnie z obowiązującą etykietą środka ochrony roślin, nie stanowią potencjalnego zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska, a w szczególności dla wód powierzchniowych i podziemnych;
- 2) nie wykazują negatywnego działania na organizmy niebędące celem zwalczania środka;
- 3) zgodnie z kryteriami określonymi w przepisach o substancjach i preparatach chemicznych środki ochrony roślin są odpowiednio sklasyfikowane pod kątem zagrożeń dla środowiska oraz oznakowane i opakowane według sprecyzowanych zasad bezpiecznego postępowania.

Los i zachowanie środków ochrony roślin w środowisku składa się z wielu odmiennych procesów przebiegających w zależności od właściwości fizykochemicznych substancji aktywnej, wchodzącej w skład preparatu oraz proponowanego sposobu stosowania przewidzianego dla Polski w etykiecie. Warto również zwrócić uwagę, że możliwość narażenia organizmów na działanie danego pestycydu wynika w głównej mierze ze sposobu stosowania środka, terminu stosowania, rodzaju uprawy, rodzaju środka ochrony roślin,

a także sposobu działania środka. Wielkość narażenia organizmów na działanie danego preparatu zależy natomiast od dawki środka, sposobu stosowania, liczby aplikacji, rodzaju danej uprawy (zboża, rośliny ozdobne, rośliny liściaste, sady), a także stopnia degradacji substancji aktywnej ( $DT_{50}$ ).

Głównymi procesami, które prowadzą do rozkładu środka, są biodegradacja z udziałem mikroorganizmów oraz hydroliza bądź fotoliza. Substancja aktywna wchodząca w skład środka oraz jej metabolity ulegają również takim przemianom, jak migracja pomiędzy różnymi elementami środowiska oraz sorpcja w środowisku glebowym (rys. 1).



**Rys. 1.** Główne procesy przemian, jakim ulegają pestycydy w środowisku. Źródło: [Mackay i in. 2002]  
**Fig. 1.** The main processes of pesticide fate in the environmental

Warto zwrócić uwagę na proces adsorpcji pestycydów przez próchnicę oraz części spławialne, ponieważ jest to jeden z głównych mechanizmów zatrzymujących środki ochrony roślin w glebie. Przebieg tego procesu przede wszystkim zależy od pojemności sorpcyjnej gleby, rozmiaru molekuly środka ochrony roślin (kształtu, struktury, grup jonowych), składu granulometrycznego oraz struktury gleby. Obserwujemy zatem zależność, że substancję aktywną ulegającą silnej adsorpcji przez próchnicę będzie charakteryzować mniejsza mobilność niż w profilu glebowym.

### 3.2. Pestycydy w środowisku

Pestycydy są wprowadzone do środowiska w wyniku świadomej działalności człowieka mającej na celu ograniczenie bądź usunięcie szkodliwych dla uprawy organizmów żywych. Środki ochrony roślin stosuje się zarówno w uprawach polowych oraz ogrodniczych, jak i w lasach. Najwyższe stężenia środka obserwujemy podczas bądź w krótkim odstępie czasu od zastosowanej aplikacji. Następnie pojawia się zmniejszenie stężenia pozostałości środka, czego przyczyną jest rozkład preparatu w poszczególnych komponentach środowiska. Należy wziąć pod uwagę dynamikę zmian stężenia środka w środowisku, która pokazuje, że zmniejszenie zawartości w glebie może oznaczać wzrost stężenia w innych komponentach środowiska, takich jak wody powierzchniowe bądź podziemne (rys. 2). Przemiany, jakim ulegają pestycydy w środowisku wodnym, to [Maciaszek 2006]:

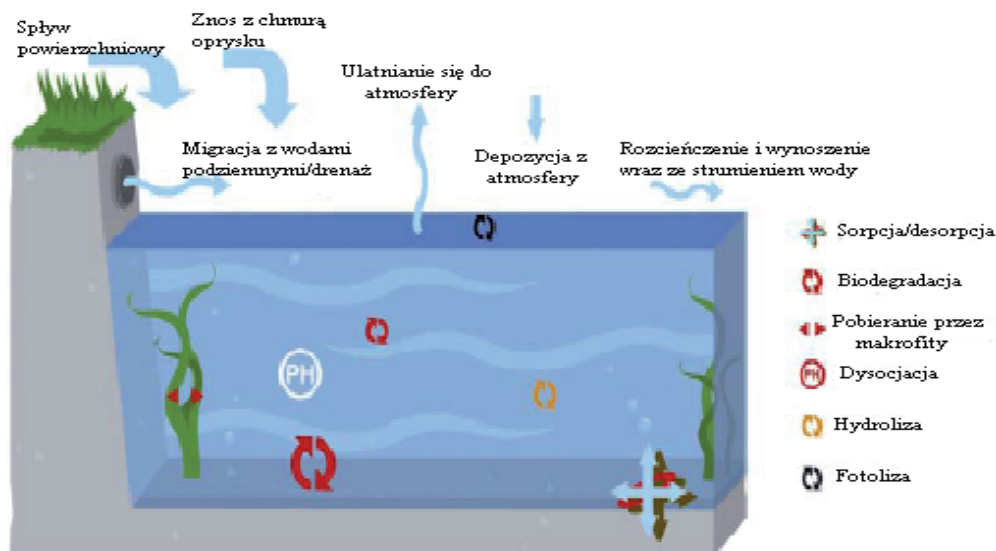
- 1) hydroliza w środowisku wodnym,
- 2) fotoliza w środowisku wodnym,
- 3) degradacja biologiczna w środowisku wodnym (podatność na biodegradację, degradacja w układzie woda/osad).

Bardzo ważną cechą pestycydów jest ich trwałość w środowisku. Decyduje ona o skuteczności działania danego preparatu, lecz także wpływa na to czy produkty rolne mogą być bezpiecznie spożywane przez człowieka. Szybkość zanikania środków ochrony roślin w poszczególnych elementach środowiska zależy od wielu czynników, takich jak, właściwości substancji aktywnej (forma użytkowa, stosowana dawka), rodzaj i typ gleby (zawartość substancji organicznej, pH, temperatura i wilgotność, skład mechaniczny), natężenie promieniowania ultrafioletowego, temperatura powietrza i opady. Pestycydy polarne szybciej się degradują niż związki niepolarne. Przyczyną tego jest większa rozpuszczalność związków polarnych, są one również lepiej adsorbowane przez substancje organiczne gleby.

Budowa chemiczna substancji aktywnej pestycydu jest jednym z najistotniejszych czynników decydujących o rozkładzie środka. Połączenia anionowe w związkach jonowych są podatne na degradację. Ponadto połączenia aromatyczne charakteryzuje większa trwałość od połączeń alifatycznych.

Podwyższenie temperatury i wilgotności gleby zwiększa szybkość przemian pestycydów w drodze rozkładu abiotycznego oraz przez zwiększenie aktywności mikroorganizmów sprzyja intensywności rozkładu biotycznego. Wymienione wyżej czynniki wpływają również na szybkość reakcji chemicznych i zmniejszenie adsorpcji środków ochrony roślin na powierzchni cząstek glebowych. Zasadowy odczyn gleby sprzyja hamowaniu procesów biotycznych oraz przyspiesza przebieg procesów chemicznych, niskie pH gleby natomiast na ogół zwiększa trwałość pestycydów [Biziuk 2001].





**Rys. 2.** Los i zachowanie pestycydów w wodach powierzchniowych. Źródło: [Mackay i in. 2002]

**Fig. 2.** Pesticide fate and behaviour in surface waters

### 3.3. Identyfikacja i ocena środków ochrony roślin w zakresie bezpieczeństwa dla środowiska

**Formulacja preparatów handlowych.** Istotną rolę w zidentyfikowaniu oddziaływania substancji aktywnej, wchodzącej w skład środka ochrony roślin na otaczające środowisko pełni formuacja preparatów handlowych. Ponadto pozwala także na określenie skuteczności substancji aktywnej wobec organizmów będących celem zwalczania. Ze względu na bezpieczeństwo wykonawców oraz poszczególnych elementów środowiska dąży się do [Legocki 2006]:

- 1) eliminowanie preparatów w postaci proszków zawiesinowych i zastępowanie ich preparatami w postaci stężonych zawiesin,
- 2) zastępowanie preparatów typu roztwory emulgujące (rozpuszczalniki) przez stężone wodne emulsje, mikroemulsje, stężone suspoemulsje, dyspergujące w wodzie granulaty i mikrogranulaty,
- 3) wprowadzenie różnorodnych środków pomocniczych,
- 4) formuacje uwalniające substancję aktywną stopniowo (mikrokapsułkowanie),
- 5) zastosowanie opakowań nadających się do recyklingu i opakowania rozpuszczalne w wodzie,

- 6) zaprawianie nasion (proces otoczkowania przeprowadzony przez specjalistów, powoduje, że użytkownik nie jest narażony na bezpośredni kontakt z pestycydem).

**Zakres oceny środków ochrony roślin.** Ocena środków ochrony roślin w procesie rejestracyjnym w zakresie bezpieczeństwa dla środowiska jest prowadzona w następujących obszarach tematycznych:

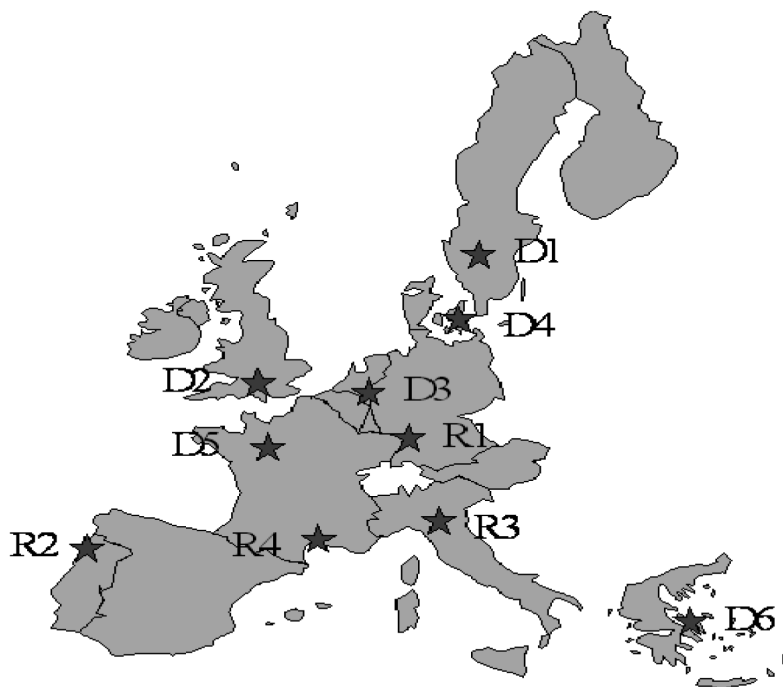
- 1) **los i zachowanie w środowisku**, z uwzględnieniem przewidywanych stężeń w poszczególnych komponentach środowiska wyliczonych za pomocą programów modelowych ( $PEC_s$  – przewidywane stężenie w glebie,  $PEC_{sw}$  – przewidywane stężenie w wodach powierzchniowych,  $PEC_{gw}$  – przewidywane stężenie w wodach podziemnych);
- 2) **ekotoksykologia** – wpływ pestycydów na gatunki niebędące celem zwalczania oraz identyfikacja gatunków i populacji, które mogą być narażone na oddziaływanie środka ochrony roślin w wyniku jego zastosowania, ocena krótkoterminowego oraz długoterminowego ryzyka dla populacji niebędących celem zwalczania środka;
- 3) **ocena ryzyka**.

Ocena ryzyka środowiskowego w zakresie losu i zachowania pestycydów w środowisku wykonywana jest zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie wytycznymi FOCUS:

- 1) Soil persistence models and EU registration – 7617/VI/96,
- 2) Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies in EU Registration – SANCO/10058/2005 ver. 1.0,
- 3) FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances – SANCO/321/2000 rev. 2,
- 4) FOCUS Surface Water Scenarios in the Evaluation Process under 91/414/EEC – SANCO/4802/2001 rev. 2,
- 5) Landscape and Mitigation Factors in Aquatic Ecological Risk Assessment – draft oraz
- 6) Projektem wytycznej FOCUS do oceny narażenia wód podziemnych na wyższych poziomach oceny.

Ocena ryzyka środowiskowego w zakresie losu i zachowania w środowisku oparta jest na następujących modelach i scenariuszach (rys. 3):

- 1) model prosty służący do wyliczenia wartości początkowe  $PEC_s$ , aktualne  $PEC_s$  i TWA  $PEC_s$ ,
- 2) modele FOCUS dla wód podziemnych (PELMO 3.2, PEARL 1.1, PRZM 3.2, MACRO 4.2),
- 3) scenariusze FOCUS do oszacowania narażenia wód powierzchniowych dla Polski to D3, D4, R1 oraz obowiązujące narzędzia: Krok 1 – 2 (Surface Water Tool for Exposure Predictions); Krok 3 (SWASH, PRZM in FOCUS, TOXSWA) oraz Krok 4.



**Rys. 3.** Lokalizacja scenariuszy FOCUS. Źródło: [Mackay i in. 2004]

**Fig. 3.** FOCUS scenarios location

Niezbędnym elementem do oszacowania narażenia środka ochrony roślin na gatunki niebędące celem działania jest wyliczenie przewidywanych stężeń środowiskowych. Ocena ryzyka środowiskowego w zakresie ekotoksykologii wykonywana jest zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie wytycznymi [Klimczak 2006]:

- 1) ocena ryzyka dla kręgowców lądowych – Wytyczna Guidance Document on Risk Assessment for Birds and Mammals Under Council Directive 91/414/EEC, 2002;
- 2) ocena ryzyka dla organizmów wodnych – Wytyczna Guidance Document on Aquatic Ecotoxicology In the kontent of the Directive 91/414/EEC, 2002;
- 3) ocena ryzyka dla pszczół – Wytyczne Environmental Risk Assessment Scheme for Plant Protection Products, 2003; Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology Under Council Directive 91/414/EEC, 2002;
- 4) ocena ryzyka dla pożytecznych stawonogów – Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology Under Council Directive 91/414/EEC, 2002; Procedures for Assessing the Environmental Fate and Ecotoxicity of Pesticides, 2003;
- 5) ocena ryzyka dla dżdżownic i innych makroorganizmów glebowych – Wytyczna Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology Under Council Directive 91/414/EEC, 2002;

- 6) ocena ryzyka dla mikroorganizmów glebowych – Wytyczna Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology Under Council Directive 91/414/EEC, 2002.

Końcowym efektem przeprowadzanej oceny powinno być wykazanie, że dany środek ochrony roślin nie wywołuje nieakceptowanych zmian w środowisku oraz określenie środków ostrożności koniecznych do zminimalizowania potencjalnego zagrożenia (zarządzanie ryzykiem). Przykładem tego jest zastosowanie stref buforowych wokół zbiorników wodnych, wprowadzenie zakazu stosowania środka na uprawy kwitnące, wprowadzenie okresu prewencji, zmniejszenie dawki środka, zastosowanie strefy ochronnej z równoczesnym użyciem rozpylaczy redukujących znoszenie cieczy użytkowej podczas zabiegu [Klimczak 2006].

#### 4. PODSUMOWANIE

Środki ochrony roślin są substancjami chemicznymi, które stwarzają potencjalne zagrożenie dla środowiska, ponieważ charakteryzuje je duża aktywność biologiczna i szeroki zakres szkodliwego oddziaływania na środowisko. Mogą być one przemieszczane przez wiatr z miejsc zabiegów na sąsiednie uprawy i tereny, gdzie są niepożądane lub szkodliwe. Ponadto mogą w swojej pierwotnej postaci lub w postaci produktów degradacji przenikać do gleby, wody, powietrza, a nawet produktów spożywczych i paszowych, stanowiąc zagrożenie dla ludzi i zwierząt.

W celu ochrony ekosystemów przed niedopuszczalnymi niekorzystnymi zmianami, które mogłyby nastąpić w wyniku stosowania środków ochrony roślin, zostały powzięte liczne działania mające na celu zagwarantowanie równowagi pomiędzy oczekiwaniami ekonomicznymi z jednej strony a odpowiedzialnością społeczną z drugiej strony.

Jednym z narzędzi polityki ochrony środowiska w kontekście likwidacji potencjalnych zagrożeń wynikających ze stosowania środków ochrony roślin było podjęcie działań prewencyjnych. Są one realizowane poprzez wprowadzenie stosownych przepisów prawnych, regulujących zasady wprowadzania środków ochrony roślin do obrotu i stosowania. Przepisy te uwzględniają przede wszystkim wymagania, jakie muszą być spełnione przy stosowaniu tych środków w zakresie bezpieczeństwa dla zdrowia ludzi i środowiska.

W procedurze rejestracyjnej środków ochrony roślin obowiązują ustalone zasady oceny środków ochrony roślin. Środki ochrony roślin są dopuszczone do obrotu i stosowania tylko w przypadku, jeżeli w wyniku ich oceny zostaną spełnione kryteria dotyczące dopuszczalnego wpływu na zdrowie ludzi i środowisko, w tym ich trwałości i mobilności w glebie, wodzie i powietrzu oraz oddziaływania na gatunki niebędące celem działania.

## AKTY PRAWNE

- Ustawa z dnia 11 stycznia 2001 o substancjach i preparatach chemicznych (Dz. U. z 2001 r. Nr 11, poz. 84, z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie kryteriów i sposobów klasyfikacji substancji i preparatów chemicznych (Dz. U. Nr 171, poz. 1666 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 r. o ochronie roślin (Dz. U. z 2004 r. Nr 11, poz. 94 i 96).

## PIŚMIENNICTWO

- BANASZKIEWICZ T. 2003. Chemiczne środki ochrony roślin - zagadnienia ogólne, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko – Mazurskiego, Olsztyn, str. 75 – 89.
- BIZIUK M. 2001. Praca zbiorowa. Pestycydy – występowanie, oznaczanie i unieszkodliwianie, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- BRZEZIŃSKI J. SEŃCZUK W. [red.] 2002. Toksykologia pestycydów, PZWL, Warszawa.
- Environmental Risk Assessment Scheme for Plant Protection Products. 2003; Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology Under Council Directive 91/414/EEC, 2002.
- FOCUS: „FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances” SANCO/321/2000 rev. 2.
- FOCUS: „FOCUS Surface Water Scenarios in the Evaluation Process under 91/414/EEC”, SANCO/4802/2001 rev. 2.
- FOCUS: „Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies in EU Registration” SANCO/10058/2005 ver. 1.0.
- FOCUS: „Landscape and Mitigation Factors in Aquatic Ecological Risk Assessment” – draft.
- FOCUS: „Soil persistence models and EU registration” 7617/VI/96.
- FRUIJTIER-PÖLLOTH C. 2008. The safety of synthetic zeolites used in detergents, Regulatory Toxicology.
- Ghobarkar H., Schäf O., Guth U. 1999. Zeolites—from kitchen to space. Prog. Solid St. Chem. 27: 29–73.
- Guidance Document on Aquatic Ecotoxicology in the content of the Directive 91/414/EEC, 2002.
- Guidance Document on Risk Assessment for Birds and Mammals Under Council Directive 91/414/EEC, 2002.
- Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology Under Council Directive 91/414/EEC, 2002; Procedures for Assessing the Environmental Fate and Ecotoxicity of Pesticides, 2003.
- KLIMCZAK K. 2006. Ocena ryzyka środowiskowego wynikającego ze stosowania środków ochrony roślin. [W:] Nazimek T., Solecki L. [red.]. Chemiczne zagrożenia w rolnictwie – stan aktualny i perspektywy. Instytut Medycyny Wsi, Lublin.

- LASKOWSKI R., MIGULA P. 2004. Ekotoksykologia od komórki do ekosystemu. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- LEGOCKI J. 2006. Współczesne kierunki ochrony rozwojowej w środkach ochrony roślin. [W:] NazimekT., Solecki L. [red.]. Chemiczne zagrożenia w rolnictwie – stan aktualny i perspektywy, Instytut Medycyny Wsi, Lublin: 35.
- MACIASZEK D. 2006. Aspekty ochrony środowiska w świetle przepisów dotyczących ochrony roślin [W:] NazimekT., Solecki L. [red.]. Chemiczne zagrożenia w rolnictwie – stan aktualny i perspektywy. Instytut Medycyny Wsi, Lublin: 39–40.
- MACIASZEK D., GWOREK B. 2004. Ocena środków ochrony roślin w zakresie bezpieczeństwa dla środowiska. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, Zeszyt 499.
- MACKAY N., TERRY A., ARNOLD D., PEPPER . 2002. Approaches and tools for higher tier assessment of environmental fate, Cambridge Environmental Assessments.
- MACKAY N., ARNOLD D., PRICE O. 2004. Establishing the representativeness of focus surface water scenarios for pesticide risk assessment in the UK landscape, Working Draft, Report for DEFRA/PSD by Cambridge Environmental Assessments.
- MAKLES Z., DOMAŃSKI W. 2008. Ślady pestycydów - niebezpieczne dla człowieka i środowiska, Bezpieczeństwo Pracy I: 5–9.
- REJMER P. 1997. Podstawy ekotoksykologii. Wydawnictwo Ekoinżynieria, Lublin.
- ZAKRZEWSKI S. F. 1995. Podstawy toksykologii środowiska. PWN, Warszawa.