

Słowa kluczowe: środki ochrony roślin, substancja aktywna, formułacja, badania ekotoksykologiczne, metodyki OECD, EPPO, OPPTS, SETAC

Agnieszka MUSZYŃSKA*

ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN W UJĘCIU EKOTOKSYKOLOGICZNYM – RODZAJE BADAŃ, DOBÓR GATUNKÓW TESTOWANYCH ORAZ ANALIZA OTRZYMANYCH WYNIKÓW

W rolnictwie środki ochrony roślin są szeroko stosowane w celu ochrony upraw przed chwastami, patogenami roślinnymi, owadami, czy innymi szkodnikami. Wywierają istotny wpływ na populację organizmów niecelowych zarówno w miejscu zastosowania, jak i poprzez przemieszczenie się w środowisku – na organizmy znajdujące się na sąsiadujących terenach. Z tego powodu, przed wprowadzeniem jakiegokolwiek produktu ochrony roślin na rynek UE, konieczne jest wykonanie niezbędnych badań umożliwiających oszacowanie ryzyka dla organizmów niebędących celem zwalczania. Badania ekotoksykologiczne, w zależności od przeznaczenia środka ochrony roślin oraz właściwości substancji aktywnej wchodzącej w jego skład, mogą obejmować różne gatunki organizmów wodnych i lądowych. Przy czym, niezależnie od rodzaju badanego organizmu, testy powinny być przeprowadzane w oparciu o obowiązujące metodyki (OECD, EPPO, OPPTS, SETAC itp.) w sposób umożliwiający osiągnięcie wiarygodnego, powtarzalnego wyniku niezależnie od laboratorium w którym zostały wykonane.

Szczegółowe wymagania dotyczące badań ekotoksykologicznych dla środków ochrony roślin zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 17 maja 2005r. w sprawie badań, informacji i danych dotyczących środka ochrony roślin i substancji aktywnej oraz zasad sporządzania ich oceny (Dz. U. Nr 100, poz.839).

1. WPROWADZENIE

Środki ochrony roślin stanowią od dziesięcioleci skuteczną broń w walce z chorobami i szkodnikami upraw, zwłaszcza w rolnictwie konwencjonalnym skupiającym się na wysokich plonach, produktywności i dochodach. Jednakże powszechne ich stosowanie powoduje szereg niepożądanych skutków, takich jak zanieczyszczenie wody substancjami odżywczymi i pestycydami oraz zanik siedlisk i związanej z nimi bioróżnorodności.

* Instytut Ochrony Środowiska, Zespół ds. Oceny Ryzyka Środowiskowego, ul. Krucza 5/11D, 00-548 Warszawa, e-mail: agnieszka.muszynska@ios.edu.pl

Z tego powodu, w celu ochrony otaczającego nas środowiska, przed wprowadzeniem jakiegokolwiek produktu ochrony roślin na rynek Unii Europejskiej, producent musi wykonać niezbędne badania pozwalające oszacować potencjalne ryzyko wynikające ze stosowania tego środka na organizmy niebędące celem zwalczania. W tym celu zostały wprowadzone jednolite wymogi dotyczące badań dla środka ochrony roślin i jego substancji aktywnej, zawarte w Załączniku II i III Dyrektywy 91/414/EWG.

Zakres wymaganych badań uzależniony jest od przeznaczenia i sposobu stosowania środka ochrony roślin oraz od właściwości substancji aktywnej wchodzącej w jego skład. Konieczne jest więc rozważenie w jaki sposób środek będzie stosowany (w formie oprysku, zaprawy, przynęty), w jakim terminie (wiosna, lato, jesień), rodzaju uprawy (zboża i trawy, rośliny liściaste, sady) ilości zabiegów w sezonie wegetacyjnym. W przypadku substancji aktywnej powinno się wziąć pod uwagę m.in. mechanizm działania, rozpuszczalność, czy trwałość w środowisku.

Badania ekotoksykologiczne mogą być przeprowadzone na: ptakach, ssakach, organizmach wodnych, organizmach żyjących w osadzie, pszczołach i innych stawonogach lądowych, mikro- i makroorganizmach glebowych, roślinach, czy w osadzie czynnym.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wachlarza badań (laboratoryjnych, pół-polowych i polowych) możliwych do wykorzystania podczas oceny ryzyka wynikającego ze stosowania środków ochrony roślin.

2. BADANIA EKOTOKSYKOLOGICZNE

Badania ekotoksykologiczne możemy podzielić w oparciu o miejsce ich wykonywania, a tym samym poziom skomplikowania (laboratoryjne, pół-polowe, polowe), lub czas trwania (krótkoterminowe, długoterminowe, badania układów wielogatunkowych). Dla organizmów wodnych możemy wyróżnić dodatkowy podział na: statyczne, pół-statyczne, przepływowe.

Wyniki badań krótkoterminowych wykorzystywane do oceny ryzyka to: LC_{50} (stężenie wywołujące 50% śmiertelności w badanej grupie), EC_{50} (stężenie wywołujące 50% skutek), LD_{50} (dawka wywołująca 50% śmiertelności grupy badanej).

Badania długoterminowe dostarczają informacji na temat wartości NOEC/NOEL (stężenie lub dawka nie wywołująca istotnego statystycznie skutku), LOEC/LOEL (najniższe stężenie lub dawka badanej substancji wywołujące statystycznie istotny skutek), lub EC_{10} (stężenie wywołujące 10% skutek).

2.1. PTAKI

Toksyczność ostra doustna (substancji aktywnej lub formulacji) – badanie wykonywane w oparciu o metodykę SETAC, US EPA, Subdivision E, § 71-1, OECD

223 na jednym z zalecanych gatunków ptaków tj. *Anas platyrhynchos*, *Colinus virginianus*, *Coturnix coturnix japonia*. Wynik badania to wartość LD₅₀ [mg/kg masy ciała] oraz NOEL po 14 dniach testu.

Toksyczność pokarmowa krótkoterminowa (substancji aktywnej) – badanie wykonywane zgodnie z wytyczną US EPA, Subdivision E, § 71-1, OECD 205 na jednym z zalecanych gatunków tj. *Anas platyrhynchos*, *Colinus virginianus*. Wynik badania to LC₅₀ [mg/kg masy ciała] oraz NOEC po 5-dniowym okresie narażenia i 3 dniach rekonwalescencji. Drugi gatunek jest wymagany, gdy NOEL z badania toksyczności ostrej doustnej < 500 mg/kg masy ciała, lub NOEC z badania toksyczności krótkoterminowej < 500 mg/kg pożywienia.

Toksyczność reprodukcyjna (substancji aktywnej) – badanie przeprowadzane w oparciu metodykę OECD 206, US-EPA, OPPTS 850 2300, na jednym z zalecanych gatunków: *Anas platyrhynchos*, *Colinus virginianus*, *Coturnix coturnix japonia*. Wynik badania to NOEC [mg/kg masy ciała] przy uwzględnieniu wielorakich parametrów (produkcji jaj, przeżywalności zarodków, liczby wylęgów, przeżywalności młodych, grubości skorupy, wyniki badań pozostałości, szczegóły dotyczące zmian patologicznych) w ciągu ok. 20 tygodni (zależnie od gatunku) trwania testu. Badanie to jest wymagane gdy możliwe jest narażenie ptaków na kontakt z badaną substancją podczas okresu lęgowego.

Badania wtórnego zatrucia (formulacja) – wykonywane w przypadku rodentycydów lub możliwości narażenia ptaków drapieżnych i padlinożernych.

2.2. ORGANIZMY WODNE

Toksyczność ostra dla ryb (substancji aktywnej lub formulacji) – badania wykonywane w oparciu o metodykę OECD 203 (C1), US EPA, Subdivision E, § 71-1 na dwóch gatunkach ryb wybranych spośród zalecanych: *Oncorhynchus mykiss*, *Cyprinus carpio*, *Lepomis macrochirus*, *Pimephales promelas*. Wynik badania to wartość LC₅₀ i NOEC [mg/l] po 96 godzinach trwania testu.

Toksyczność chroniczna dla ryb (substancja aktywna) – badania są wymagane gdy substancja jest trwała w środowisku wodnym lub gdy preparat przewidziany jest do wielokrotnego zastosowania w okresie wegetacyjnym.

- toksyczność krótkoterminowa na embrionach ryb i stadiach młodego narybku – wykonane zgodnie z metodą OECD 212. Wynik badania to NOEC;
- badanie wzrostu narybku (pstrąg) – wykonane zgodnie z metodą OECD 215. Wynik badania to NOEC.
- badanie toksyczności dla wczesnych stadiów rozwojowych – wykonywane w oparciu o metodę OECD 210. Wynik badania to NOEC.

Badanie biokumulacji, test na rybach (substancja aktywna) – badanie wykonywane w oparciu o metodykę OECD 305 E. Wynik badania to współczynnik biokumulacji,

stały stopień deputacji. Badanie jest wymagane dla wszystkich substancji których $\log P_{ow} > 3$, chyba że substancja nie jest stabilna w środowisku wodnym.

Toksyczność ostra dla rozwielitki (substancja aktywna lub formacja) – Badanie wykonywane w oparciu o metodykę OECD 202 na jednym z gatunków: *Daphnia magna*, *Daphnia pulex*. Wynik badania to wartość EC_{50} i NOEC [mg/l] po 48 godzinach trwania testu.

Wpływ na rozmnażanie rozwielitki (substancja aktywna) – badanie wykonywane zgodnie z metodyką OECD 211. Wynik to NOEC po 21 dniach trwania testu. Badanie jest wymagane gdy substancja jest trwała w środowisku wodnym lub preparat jest przewidziany do wielokrotnego zastosowania w okresie wegetacyjnym.

Drugi gatunek bezkręgowców wodnych (*Chironomus riparius*) wymagany dla insektycydów.

Badanie hamowania wzrostu glonów (substancja aktywna) – badanie wykonywane według metody OECD 201 w celu wyznaczenia wartości EC_{50} i NOEC [mg/l] w ciągu 72 godzinowego testu. Oceniamy biomasę i stopień wzrostu.

Badanie na dodatkowym gatunku glonów jest wymagane w przypadku regulatorów wzrostu roślin i herbicydów.

Toksyczność chroniczna dla organizmów żyjących w osadach (substancja aktywna) – badanie wykonywane w oparciu o metodę OECD 218 i OECD 219 na jednym gatunku (*Chironomus riparius*). Wynik to NOEC po 28 dniach trwania testu. Badanie jest wymagane dla insektycydów, lub gdy $>10\%$ całkowitej radioaktywności występuje w sedymencie po okresie 14 dni od zastosowania, lub gdy NOEC z badań toksyczności chronicznej dla rozwielitki jest $< 0,1$ mg/l.

Toksyczność dla roślin wodnych (substancja aktywna lub formacja) – badania wykonywane w zgodzie z metodyką ASTM lub EPA OPPTS 850.4400, OECD 221. Badanie wykonywane na jednym gatunku (*Lemna* sp.). Wynik to EC_{50} po 14 dniach trwania testu.

Badanie jest wymagane dla herbicydów.

Badania z wyższego poziomu są wykorzystywane, gdy toksyczność wykazana w badaniach laboratoryjnych w stosunku do narażenia wynikającego ze stosowania danego środka, wykazuje nieakceptowane ryzyko dla organizmów wodnych. Do tego typu badań zaliczamy badania laboratoryjne wykonywane w bardziej realistycznych warunkach (np. badanie statyczne gdy mamy jednokrotne zastosowanie w ciągu roku), lub na większej liczbie gatunków, badania pół – polowe i polowe tj. mezokosmos.

2.3. STAWONOGI

Toksyczność ostra pokarmowa i kontaktowa na pszczołach miodnych (substancja aktywna lub formacja) – badanie wykonywane w oparciu o metodykę OECD 213 i OECD 214, EPP0 170. Wynik badania to LD_{50} po 48 godzinach trwania testu.

Dla wszystkich regulatorów wzrostu owadów wymagane są dodatkowe badania na czerwiu pszczelim.

Badaniami wyższego rzędu na pszczołach są testy klatkowe, tunelowe oraz testy polowe wykonywane według metody EPPO 170, US EPA.

Toksyczność dla pożytecznych stawonogów, pasożytniczych i drapieżnych – badania wykonywane zgodnie z metodą SETAC, IOBC, EPPO 142,151,180 oraz ESCORT II. Podstawowymi gatunkami są: *Aphidius rhopalosiphi* i *Typhlodromus pyri*. Dodatkowe gatunki to: *Orius laevigatus*, *Chrysoperla carnes*, *Coccinella septempunctata*, *Aleochara bilineata*.

Jeżeli środek należy do regulatorów wzrostu owadów w badaniach powinno się uwzględnić stadium młodociane. Jeśli natomiast środek jest stosowany doglebowo, w formie granul, lub zaprawy nasiennej, jako dodatkowy gatunek do badań powinien być wybrany reprezentant z gatunków żyjących w glebie np. pająk (*Poecilus cupreus*). Badaniami wyższego rzędu dla stawonogów innych niż pszczoły są laboratoryjne badania przedłużone, badania pozostałości, badania pół-polowe, lub polowe.

2.4. MAKROORGANIZMY GLEBOWE

Toksyczność ostra na dżdżownicach (substancja aktywna lub formułacja) – badanie wykonywane jest zgodnie z metodyką OECD 207, ISO 11268-1, 88/302/EC na jednym gatunku gł. *Eisenia foetida*. Wynik badania to wartość LC₅₀ i NOEC [mg/kg suchej masy gleby] po 14 dniach testu.

Toksyczność subletalna na dżdżownicach (substancja aktywna lub formułacja) – badanie wykonywana w oparciu o metodę OECD 222, ISO 11268-2 na jednym gatunku tj. *Eisenia foetida/andrei*. Wynik badania to NOEC lub EC_x.

Badanie wpływu na inne gatunki makroorganizmów glebowych – wykonywane zgodnie z wytyczną ISO 11267 na skoczogonkach (Collembola) lub roztocza (Gamasida). Wynik badania to NOEC po 14 dniach testu.

2.5. MIKROORGANIZMY GLEBOWE

Badanie przemian azotu i węgla, mikroorganizmy glebowe – badanie wykonywane jest w oparciu o wytyczną OECD 217 i OECD 218, na zespole organizmów odpowiedzialnych za przemiany azotu lub węgla w glebie. Wynik testu to wartość EC₅₀ [mg/kg gleby].

2.6. ROŚLINY ŁĄDOWE

Wpływ środka ochrony roślin lub jego substancji aktywnej na rośliny łądowe oceniamy na podstawie dostępnych danych skryningowych, badania wzrostu siewek i zdolności wegetatywnej roślin (wykonanych w oparciu o metody OECD 208 i OECD 227, lub US EPA. Badaniami wyższego rzędu są badania pół-polowe i polowe.

2.7. OSAD CZYNNY

Badanie hamowania oddychania osadu czynnego (substancja aktywna) jest wykonywane w oparciu o metodę OECD 209, a punktem końcowym testu jest wartość EC₅₀.

3. PODSUMOWANIE

Środki ochrony roślin są preparatami oddziałującymi w sposób istotny na środowisko. Z tego powodu konieczne jest wykazanie, że powszechne ich stosowanie nie stanowi ryzyka dla organizmów niebędących celem zwalczania. W tym celu każdy preparat lub substancja aktywna musi posiadać pakiet badań toksyczności ostrej i chronicznej dla wszystkich organizmów narażonych na kontakt z preparatem. Należy jednak zaznaczyć, że dopiero zestawienie wyników badań z narażeniem wynikającym z zakresu stosowania środka, umożliwi stwierdzenie czy środek jest bezpieczny dla środowiska.

LITERATURA

- [1] Dyrektywa Rady z dnia 15 lipca 1991r. dotycząca wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin 91/414/EWG wraz z załącznikami II i III;
- [2] Guidance document on Aquatic Ecotoxicology (SANCO/3268/2002);
- [3] Guidance document on Terrestrial Ecotoxicology (SANCO/10329/2002);
- [4] Risk Assessment for Bird and Mammals (SANCO/4145/2002);
- [5] Guidance document for Non-target Arthropods (ESCORT II/2002);
- [6] Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 17 maja 2005r. w sprawie badań, informacji i danych dotyczących środka ochrony roślin i substancji aktywnej oraz zasad sporządzania ich oceny (Dz. U. Nr 100, poz.839).
- [7] Wytoczne OECD do badań substancji chemicznych (Tom I) oraz pozostałe wymienione metodyki;
- [8] Inne.

ECOTOXICOLOGICAL ASPECTS OF PLANT PROTECTION PRODUCTS EVALUATION – SELECTION OF TESTED SPECIES, TYPES OF STUDIES AND ANALYSIS OF RESULTS.

Pesticides are designed to control target pest, disease and weed organisms. In agriculture, these chemicals are used to protect crops from competition from weeds and attack by plant pathogens, insects and other pests, They have the potential to influence on non-target organisms both within and outside the target area.

Ecotoxicological tests are carried out to assess the possible effects of plant protection products to non-target organisms. These tests may be performed on various species of aquatic and terrestrial organisms, depending on the proposed use of the plant protection products and properties.

Detailed requirements concerning the relating ecotoxicological tests for plant protection product are given in the Regulation of the Minister of Agriculture and Rural Development of May 5, 2005 (Dz.U. Nr 100, poz.839).