

Władysław Węgorek
Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu

Badanie wpływu pestycydów na środowisko rolnicze

Ochrona plonów rolnych przed chorobami, szkodnikami i chwastami musi być traktowana w naszym rolnictwie bardzo poważnie, bowiem straty w plonach, jakie ponosimy na skutek agrofagów, są wysokie. Kosztem roślin uprawnych i ich zbiorów żyje na naszych polach około 1200 gatunków owadów, nicieni, roztoczy, gryzoni i innych zwierząt, około 600 gatunków chorobotwórczych grzybów, wirusów i bakterii oraz około 300 gatunków chwastów, które zagłuszają pola i odbierają wilgoć z gleby wraz z substancjami pokarmowymi. Zmagazynowane plony też nie są bezpieczne, bowiem różne gatunki szkodników i patogenów zagrażają składowanym zbożom, warzywom i owocom.

Straty w plonach upraw rolnych wyrządzane przez agrofagi wynoszą w Polsce przeciętnie ok. 15–20% plonu. W magazynach straty są wyższe i szacuje się je na ok. 30%, a w sadach owocowych zagrożenie jest najwyższe i — w razie zaniedbań ochrony chemicznej — straty wynoszą nawet do 60%.

Na tle tak dużych zagrożeń wynika konieczność stosowania środków chemicznych, które dobrze i prawidłowo używane mogą zapobiec pojawom i szkodliwości agrofagów. Prawidłowe orki, dobór odmian roślin uprawnych, nawożenie i inne zabiegi agrotechniczne są bezsprzecznie podstawą dobrego rolnictwa, ale nie zabezpieczają roślin przed szkodnikami, chorobami czy zachwaszczeniem. Również walka biologiczna, która odgrywa znaczną rolę w warunkach środowisk naturalnych, nie może uratować zaatakowanych pól. Wprowadzenie środków walki biologicznej, takich jak biopreparaty, drapieżniki i pasożyty, w celu zwalczania szkodników na polach, jest niemożliwe. Obecnie znane biopreparaty i różne organizmy drapieżne lub chorobotwórcze można zalecać w szklarniach, niewielkich warzywnikach i w sadach handlowych do zwalczania niektórych gatunków szkodników. Nie posiadamy jednak jeszcze skutecznych środków biologicznych do walki z patogenami i chwastami.

W obecnym czasie najskuteczniejszą bronią w ochronie roślin są pestycydy. Na korzyść preparatów chemicznych przemawia to, iż mają one możliwości syntezy coraz lepszych i skuteczniejszych środków chemicznych na potrzeby rolnictwa.

Mówiąc o zaletach pestycydów, trzeba powiedzieć o wadach i zagrożeniach wynikających ze stosowania tych substancji. Trzeba zdawać sobie sprawę, że chemi-

czne środki ochrony roślin, a szczególnie zoocyty, są czasem truciznami lub co najmniej substancjami szkodliwymi dla ludzi, zwierząt i całej rzeszy współżyjących organizmów pożytecznych i potrzebnych dla normalnego funkcjonowania agrocenoz. Nieumiejętnie stosowane preparaty mogą przenikać do gleby, wód rzecznych i jeziornych lub być przenoszone z wiatrem na tereny nie wymagające takich zabiegów.

Na tle tych potencjalnych zagrożeń rozwinęła się ostra dyskusja, a oponenci stosowania pestycydów zażądali usunięcia chemii z ochrony roślin. Jest to naturalnie niemożliwe. Trzeba natomiast szukać rozwiązań satysfakcjonujących obie strony. Nauka nagromadziła dość argumentów i doświadczeń, by uzyskać możliwość prowadzenia ochrony roślin metodą integracji rozmaitych metod walki z agrofagami, a stosowanie pestycydów traktować jako ostateczną drogę do likwidowania chorób, szkodników i chwastów. Ponieważ potrzeba stosowania pestycydów stała się podstawą ochrony roślin, zaistniała konieczność śledzenia ubocznego wpływu preparatów chemicznych na środowisko rolnicze. Obok stałej kontroli plonów z chronionych pól konieczne jest śledzenie penetracji używanych pestycydów i ich wpływu na florę i faunę. Szczegółowe badania wpływu pestycydów na agrocenozę i krążenie środków chemicznych rozpoczęto w 1963 roku na polach Winnogóry będącej obiektem badawczym Instytutu Ochrony Roślin. Badania te obejmują trzy kierunki:

1. **Badanie środowiska glebowego.** Na terenie pól pobiera się glebę z różnych punktów celem badania obecności pestycydów oraz wybranych gatunków mikroorganizmów i zwierząt, takich jak: roztocze, skoczogonki, chrząszcze biegaczowate, norniki polne, zające i sarny.
2. **Analiza środowiska wodnego.** Próby wody pobierano w stałych punktach u wylotu drenów, z otwartych rowów melioracyjnych i trzech stawów, do których uchodzą wody z pól. Obiektami analizowanymi, poza wodą, są również: rzęsa wodna, łyska wodna i karpie.
3. **Szata roślinna.** Analizą objęto rzepak, pszenicę, jęczmień, kukurydzę, buraki cukrowe, ziemniaki, rośliny pastewne i kiszonki liści buraka i kukurydzy.

Ostatnim ogniwem tego łańcucha jest mleko krów, które są żywione własnymi paszami i dokupowaną paszą treściwą.

Terminy pobierania prób z trzech wymienionych środowisk są zróżnicowane i tak np. glebę i wodę wraz z jej żywymi obiektami bada się wiosną i jesienią; rośliny uprawne — po zbiorze, a mleko — w pełni sezonu wegetacji i zimą, gdy karmi się krowy kiszonkami z własnych pól.

Analizy pestycydów prowadzi się metodą chromatografii gazowej, uwzględniając wszystkie preparaty stosowane przeciw agrofagom.

Od pobierania prób z dużych pól prowadzi się szczegółowe badania na dwóch jednohektarowych polach, gdzie na połowie pól stosuje się zapobiegawczo pestycydy, a na drugiej połowie — wyłącznie ochronę ręczną i techniczną. Obiektami badanymi są: mikroflora, roztocze (*Acarina*), skoczogonki (*Collembola*) i chrząszcze biegaczowate (*Carabidae*).

Przechodząc do omówienia wyników badań wpływu pestycydów na środowisko rolnicze, zacznę od pól ornych obejmujących 540 ha. Na polach tych stosuje się pestycydy od 30 lat, zużywając średnio 2,23 kg/ha s.a. W ubiegłych latach udoskonalono preparaty chemiczne zwiększając ich toksyczność dla agrofagów, a obniżając szkodliwość dla ludzi i środowiska rolniczego. Dla przykładu można podać, że przed 30 laty stosowano jako insektycydy — arseniany, a obecnie — pyretroidy i wiele innych nowych preparatów. Choroby grzybowe zwalczano związkami miedziowymi i siarkowymi, a obecnie stosuje się triadimefon, dodynę, propikonazyl i wiele innych. Wielkie zmiany zaszły w herbicydach — od kainitu, cyjanamidu wapnia i siarczanów, do dikwatu, metalachloru, lenacylu i wiele innych. Ważną cechą nowoczesnych pestycydów jest ich stosunkowo szybki okres rozkładu, dzięki czemu nie kumulują się one w środowisku. Nie wymieniam wszystkich nazw ani składu chemicznego poszczególnych preparatów, ponieważ są one podawane w "Zaleceniach" wydawanych co dwa lata przez Instytut Ochrony Roślin.

W próbkach glebowych znajdowano w latach siedemdziesiątych nieznaczne ilości lindanu (0,0113 $\mu\text{g}/\text{kg}$) i DDT (0,1045), a w latach późniejszych (w 1985 roku) pozostałości tych preparatów stanowiły tylko śladowe resztki. Wynikało to z wycofania z użytku związków chloroorganicznych (w 1973 r. DDT i w 1982 r. lindanu). Innych insektycydów ani fungicydów i herbicydów nie wykryto. Świadczy to o tym, że gleba nie kumuluje pestycydów. Dżdżownice miały w swoim ciele nieznaczne ilości DDT i lindanu, a w latach późniejszych nie stwierdzono obecności jakichkolwiek skażeń. Również w ciele norników polnych nie wykryto żadnych substancji trujących. Stała kontrola nie znalazła padniętych zajęcy ani saren. Analiza organów wewnętrznych tych zwierząt, odstrzelonych w okresie polowań, nie wykazała w laboratorium weterynaryjnym żadnych śladów pestycydów. Stan zwierzyny łownej w obwodzie należącym do Instytutu Ochrony Roślin jest zadowalający i nawet lepszy niż w wielu innych obwodach.

Analiza wód gruntowych i powierzchniowych nie wykazała obecności pestycydów nawet w śladowych ilościach. W rzęsie wodnej stwierdzono tylko w roku 1979 ślady lindanu. Natomiast łyski wodne miały do roku 1985 ślady lindanu (0,00018 $\mu\text{g}/\text{kg}$). W stawach, do których spływają wody z badanych pól, stwierdzono w latach 1984 i 1988 nieznaczne ilości herbicydów, a mianowicie MCPA, 2,4-D i atrazynę. Innych pestycydów nie wykryto.

Analizą skażeń roślin uprawnych objęto pszenicę ozimą, jęczmień jary, ziemniaki, buraki cukrowe, rzepak ozimy i groch. Próby do analiz pobierano w okresie zbioru z pól. Tylko w nasionach pszenicy i jęczmienia analiza z lat 1979 i 1987 wykazała minimalną obecność lindanu (0,0020 i 0,0012 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

W badaniach roślin uprawnych analizowane były też słomy pszenicy, jęczmienia, grochu i rzepaku. Okazało się, że we wszystkich roślinach skażenie słomy było znacznie wyższe niż w ziarnie. Wynika to stąd, że pozostałości lindanu i DDT nie przenikały do gleby, lecz dostawały się na rośliny z zewnątrz. Ruch powietrza unosił

pył, a w nim znajdujące się na glebie resztki trwałych pestycydów i osadzał je na łodygach roślin.

Ostatnim elementem badania, zamykającym łańcuch penetracji pestycydów w środowisku rolniczym, jest kiszonka z liści buraków cukrowych i rośliny kukurydzy. Te pasze stanowią podstawę karmienia krów w późnej jesieni i zimie. W obu kiszonkach nie stwierdzono obecności pestycydów. W mleku krów wykryto tylko w 1979 roku minimalne ilości lindanu i DDE. Skażenia te były daleko poniżej dopuszczalnej granicy, a pochodziły z pasz treściwych kupowanych w magazynach zbożowych. W latach następnych nie wykryto w mleku śladów pestycydów.

Uzupełnieniem badań wpływu pestycydów na środowisko rolnicze jest analizowanie różnych organizmów glebowych z dwóch pól hektarowych. Na połowie pól stosuje się pestycydy profilaktycznie w dużej ilości (4–5 kg s.a./ha), a na drugiej połowie zwalcza się agrofagi ręcznie, mechanicznie lub technicznie. Badanymi obiektami są: roztocze (*Acarina*), skoczogonki (*Collembola*) i mikroflora glebowa. Stwierdzono, że po zastosowaniu pestycydów populacja roztoczy znacznie spada, natomiast populacja drapieżnych skoczogonków — znacznie wzrasta. Zmiany te nie były długotrwałe.

Podobnie, po zastosowaniu pestycydów obserwowano zmiany w liczebności chrząszczy biegaczowatych. Zmiany te były krótkotrwałe i już po 2–3 tygodniach liczba biegaczowatych wyrównała się z liczbą na terenie nie traktowanym pestycydami.

Materiał glebowy dla celów analizowania mikroflory w latach 1990–1993 pobierano trzykrotnie: wiosną i jesienią. Średnia ilość pestycydów wprowadzana na badane pola wynosiła, zależnie od roślin, 1,40–7,20 kg/ha substancji aktywnych. Badano następujące obiekty: ogólną biomasę, liczebność bakterii eutroficznych i oligotroficznych, liczebność promieniowców, potencjalną aktywność mineralizacji, amonifikacji i nityfikacji oraz liczebność azotobaktera.

Stwierdzono, że pestycydy na badanych polach nie powodowały większych zniszczeń mikroorganizmów, a ubytki niektórych gatunków były dość szybko wyrównywane, np. bakterie makro- i oligotroficzne oraz promieniowce. Istotnym wpływem stosowania pestycydów było zmniejszenie sorpcji biologicznej gleby poprzez zmniejszenie biomasy bakterii. Można też zaobserwować ujemne oddziaływanie pestycydów na zdolność drobnoustrojów do przeprowadzenia procesu nityfikacji. Tę właściwość obserwuje się szczególnie przy stosowaniu herbicydów.

Po opisanie wpływu pestycydów na agrocenozę i prześledziwszy penetrację preparatów w rozmaitych środowiskach należy spojrzeć na opłacalność zwalczania agrofagów. Na wspomnianych dwóch hektarowych polach połowa jest chemicznie chroniona, a na drugich połowach chroni się te same rośliny zabiegami agrotechnicznymi, mechanicznymi i ręcznymi. Porównanie plonów daje odpowiedź na pytanie: czy stosowanie pestycydów jest potrzebne i czy się opłaca?

Po 30 latach badań nie ulega żadnej wątpliwości, że bez chemicznych środków ochrony roślin nie można osiągnąć spodziewanych plonów. Dla przykładu: straty w

ziemniakach nie chronionych chemicznie wynosiły, w porównaniu z polami chronionymi — 30,0 do 83,7%, jęczmienia jarego — 8,2 do 22,1%, grochu — 2,4 do 27,7%, pszenicy — 2,4 do 64,6%, buraka cukrowego — 1,4–100% (młode rośliny zostały całkowicie zniszczone przez choroby i chwasty), owies — od 4,3–33%, koniczyna czerwona — 22,0–23,0%, peluszka 32,0–58,0%, rzepak ozimy — 16,1 do 74,3%.

Porównując koszty ochrony wszystkich tych pól zabiegami niechemicznymi z ochroną chemiczną, stwierdzono, że niechemiczna ochrona jest znacznie kosztowniejsza od stosowanych pestycydów.

Na tle przedstawionych wyników wieloletniego badania wpływu pestycydów na środowisko rolnicze można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Konieczność stosowania pestycydów w ochronie roślin wynika z występujących licznie agrofagów niszczących uprawy polowe. Poleganie na mechanicznym, fizycznym czy ręcznym zwalczaniu szkodników, patogenów czy chwastów nie daje efektów. Metody biologiczne mogą być stosowane na małych powierzchniach, np. w szklarniach czy w ogródkach, i to tylko przeciwko niektórym owadom, a przeciw patogenom czy chwastom brak jest biopreparatów.
2. Trwałe pestycydy nie powinny być stosowane na polach, ponieważ kumulując się w glebie i w wodzie, przenikają do roślin uprawnych i organizmów żyjących na polach. Obecny zestaw pestycydów składa się prawie wyłącznie z preparatów o krótkiej trwałości i mogą być stosowane w minimalnych ilościach (5–10g/ha).
3. Celem niedopuszczenia do skażeń środowiska rolniczego należy przestrzegać przepisów podanych na opakowaniach preparatów.
4. Częstym skażeniem gleby, roślin i zwierząt jest niedbalstwo osób prowadzących zabiegi chemicznej ochrony pól. I tak np. resztki płynu pozostałego w opryskiwaczu są wylewane na ziemię lub do stawu czy strumienia; opakowania po zużytych preparatach są wyrzucane na pola itp. Tego rodzaju postępowanie powoduje uzasadnioną krytykę chemicznej ochrony roślin. Niedbalstwo powinno podlegać karom.

Literatura

-
- [1] Węgorek W., Dąbrowski J., Trojanowski H., Rudny R. 1982. Ekonomiczne i środowiskowe skutki intensywnego stosowania chemicznej ochrony roślin. Materiały XXII i XXIII Sesji Nauk. Inst. Ochrony Roślin, 11–40.
 - [2] Węgorek W., Trojanowski H., Dąbrowski J. 1990. Kompleksowe badanie wpływu pestycydów na środowisko rolnicze. Materiały XXX Sesji Nauk. Inst. Ochrony Roślin, 23–37.
 - [3] Węgorek W., Trojanowski H., Rudny R., Dąbrowski J. 1991. Wpływ intensywnego stosowania pestycydów na plony i wybrane elementy środowiska rolniczego. *Prace Nauk. Inst. Ochrony Roślin* XXXII(1/2): 99–129.
 - [4] Węgorek W., Kaszubiak H. Wpływ stosowania pestycydów na drobnoustroje w glebie (w druku).