

RECENZJE

HERBICYDY A GLEBA (HERBICIDES AND THE SOIL. EDITED
BY E. K. WOODFORD AND G. R. SAGAR)*

Jest to sprawozdanie z drugiego sympozjum na temat chemicznej walki z chwastami, jakie odbyło się w Oksfordzie, w Clarendon Laboratory, zorganizowane przez British Weed Control Council. Sprawozdanie z pierwszego sympozjum, poświęconego ocenie herbicydów, nie zostało opublikowane (powodów nie podano). Obecna publikacja została sfinansowana przez 17 brytyjskich przedsiębiorstw chemicznych, wytwarzających herbicydy i zainteresowanych w coraz większym rozpowszechnianiu tych środków. Ma to swoją wymowę.

Na publikację składają się 4 referaty opracowane przez wybitnych specjalistów. Ze względu na niezwykle interesującą treść, podaję ją w skrócie. Poszczególne referaty zaopatrzone są w streszczenia przeprowadzonej nad nimi dyskusji oraz wykazy odnośnej literatury, przeważnie najnowszej (pozycji kolejno: 45, 256, 19 i 19).

1. L. J. Audus (Bedford College, London University): *Mikrobiologiczny rozkład herbicydów w glebie*

Autor podkreśla znaczenie zachowania się herbicydów w glebie dla jej życia. Istnieje tu pewna przeciwstawność interesów: z punktu widzenia walki z chwastami pożądane jest jak najdłuższe utrzymywanie się w glebie chemikaliów niszczących chwasty, z punktu widzenia życia gleby jest to bardzo niepożądane, gdyż równocześnie wyjaławia ją, zabijając mikroorganizmy. Niebezpieczeństwo to zmniejsza ważna właściwość gleby, polegająca na zdolności pewnych grup bakterii glebowych do rozbijania drobnych obcych związków chemicznych. Te obce związki mogą dla bakterii stać się źródłem energii oraz materiałów budulcowych.

Niektóre bakterie glebowe mają tak dalece posuniętą zdolność do nastawiania się na wykorzystywanie związków zupełnie sobie obcych, że zaczynają wytwarzać nowe systemy enzymatyczne, które przerabiać mogą takie substancje. Mikrobiotyczne populacje większości gleb uprawnych są tak obfite i różnorodne, że zawsze znajdują się między nimi takie, które zdolne będą do przerobienia każdej niemal napotkanej substancji.

Autor daje przegląd prac doświadczalnych nad nielicznymi, poznanymi dotychczas tego rodzaju mikrobiontami glebowymi; opiera się przy tym również na przeszło 10-letnich pracach kierowanego przez siebie zakładu badawczego.

Rozpad herbicydów w glebie może być także czysto chemiczny. Od rozkładu mikrobiotycznego można go wyraźnie odróżnić przez zastosowanie w doświadczeniach czynników blokujących metabolizm bakterii. Bezpośrednio po dostaniu się herbicydów do gleby może mieć miejsce ich rozpad chemiczny, jako proces o nasileniu stale malejącym. Proces rozkładu biologicznego rozpoczyna się po pewnym czasie, a nasilenie jego wzrasta później gwałtownie dzięki rozmnożeniu się form bakterii przystosowanych już do skutecznego atakowania nowego metabolitu. Gleba tak „wzbożona” w pewne bakterie zdolna jest do przerabiania dodatkowych nawet dawek herbicydów. Swoje nowonabyte właściwości może ona zachować

* Oxford 1960. Blackwell Scientific Publications. 88 str.

nawet przez rok. Może też przyspieszyć rozkład herbicydów na innym terenie, jeśli obsiejemy nią glebę nową, której populacje bakteryjne nie zdążyły się jeszcze przystosować do tych chemikaliów.

Na podstawie dotychczasowych badań autor zestawia tabelę mikroorganizmów glebowych, rozkładających najważniejsze herbicydy. Składa się na nią 13 gatunków z rzędu *Eubacteriales*, 4 z rzędu *Mycobacteriales* (*Actinomycetes*), wreszcie 2 gatunki grzybów. Nawet bardzo stałe i odporne herbicydy mogą być atakowane przez szereg mikroorganizmów (np. 2,4-D przez 9 gatunków z różnych grup systematycznych).

Wspomniane powyżej przystosowywanie się mikroorganizmów glebowych do herbicydów tłumaczyć można przez:

a. Powstawanie mutantów (niektóre herbicydy mogłyby tutaj występować w charakterze czynników mutagenicznych) umiejących wykorzystywać nowe źródła surowców niedostępne dla form dotychczasowych. Mutanty takie posiadają zatem większe szanse we współzawodnictwie w walce o siedlisko; utrwała je walka o byt i pozwala im na mnożenie się szybsze niż u form pierwotnych.

b. Zdolność do wytwarzania nowych enzymów przystosowanych do nowych, obcych związków chemicznych, a zatem zdolnych do atakowania ich. Mikroorganizmy, w których powstają takie enzymy, uzyskują lepszy start życiowy (analogicznie, jak mutanty), gdyż mogą wykorzystywać ten nowy, korzystny substrat, a dzięki temu silniej rozwijać się i mnożyć.

Zdolność mikroorganizmów glebowych do przystosowywania się do pewnych herbicydów (czy w ogóle pestycydów) i do rozkładania ich w glebie ma dużą doniosłość praktyczną dla rolnictwa i ogrodnictwa. Dyskusja nad referatem wykazała, że dla oceny pozostałości herbicydów w glebie, zwłaszcza herbicydów nowych, wskazane jest opracowanie i stosowanie testów mikrobiologicznych. W ten sposób można będzie wykluczyć od stosowania w praktyce herbicydy zatruwające glebę i uniknąć poważnego niebezpieczeństwa dla edafonu oraz roślin uprawnych. Sprawa ta wymaga dalszych długoletnich badań ścisłych.

2. W. W. Fletcher (*Botany Department, West of Scotland Agricultural College*):
Wpływ herbicydów na mikroorganizmy glebowe

Jest to referat najobszerniejszy i przynoszący najwięcej materiału. Autor omawia w nim na wstępie krótkie stosunkowo dzieje stosowania herbicydów oraz obecne rozmiary tej akcji w niektórych krajach zachodnich. Podkreśla wagę zagadnienia, w jakim stopniu herbicydy wpływają na mikroorganizmy glebowe, na zasobność gleby w różne organiczne i mineralne związki pokarmowe, wreszcie na rozwój tak często w glebie występujących organizmów fitopatogenicznych.

Niestety, zbyt często nowe herbicydy wprowadza się na rynki bez odpowiednich badań nad ich skutkami dla gleby. Konieczne jest wstępne atestowanie tych preparatów przed dopuszczeniem ich do stosowania w praktyce i to pod kątem widzenia ich wpływu nie tylko na rośliny wyższe ale i na tak ważne mikroorganizmy glebowe.

Autor daje następnie systematyczny przegląd poszczególnych herbicydów na podstawie dotychczasowych prac doświadczalnych omawiając ich wpływ na edafon, na mikrobiologiczne procesy w glebie, wreszcie na mikroorganizmy fitopatogeniczne. Ze względu na fragmentaryczność dotychczasowych badań ścisłych w tym zakresie przegląd ten nie może być kompletny. Autor rozpatruje 14 różnych grup chemicznych (związki nieorganiczne, hormony i związki pokrewne, kwasy fenoksyoctowe, fenoksypropionowe, fenoksymasłowe, fenoksyetylosiarczany itp., inne regulatory

wzrostu, alifatyczne kwasy chlorowcowe, karbaminiany, amidy kwasu octowego, pochodne mocznika, związki grupy fenolowej, emulgatory i różne inne związki).

Z niezwykle interesującego zestawienia wynika, że:

1. Aby uzyskać pełny obraz, konieczne są długoletnie badania ściśle nad każdym herbicydem (w ogóle nad każdym pestycydem czyli „biocydem”) w najróżniejszych warunkach ekologicznych i przy najrozmaitszej wysokości dawek. Częste jest zjawisko, że małe dawki herbicydów, zwłaszcza hormonalnych, działają stymulująco, dawki większe — hamująco. Ustalenie odpowiedniego „progu” dawek jest zatem sprawą bardzo ważną i wymagającą wieloletnich doświadczeń ścisłych o długich cyklach.

2. Duży wpływ ma tutaj rodzaj gleby, jak to zresztą wynika z punktu poprzedniego.

3. Warunki ekologiczne, wpływające na sposób działania poszczególnych preparatów oraz na stymulację lub hamowanie przez nie rozwoju pewnych mikroorganizmów, mogą ulec wydatnej zmianie, np. przez dodanie do gleby pewnych substancji. Dodatek skrobi wpływa np. stymulująco na grzyby.

4. Badania laboratoryjne dają najczęściej wyniki zupełnie odmienne niż badania glebowe, a nawet wyniki zupełnie sprzeczne, ze względu na olbrzymie różnice środowisk: pożywek i gleby, wskutek tego wyniki tych dwu rodzajów badań są nieporównywalne, a miarodajne dla praktyki są jedynie doświadczenia glebowe (polowe).

5. Szczególnie wrażliwa na szereg herbicydów nieorganicznych jest większość mikroorganizmów zaopatrujących glebę w azotany — i to zarówno bakterii nitryfikacyjnych, jak asymilujących azot z powietrza (np. *Azotobacter* sp. sp.). Wrażliwość tych ostatnich zależy znowu od rodzaju gleby i jej zasobności w pewne składniki mineralne.

6. Mikroorganizmy patogeniczne reagują na pestycydy w sposób najrozmaitszy — mogą być przez nie stymulowane (zwłaszcza przy dawkach małych), mogą być obojętne lub też rozwój ich ulega zahamowaniu. Niekiedy pod wpływem herbicydów wzrasta odporność pewnych roślin uprawnych, zwłaszcza na rdzę lub *Fusarium* sp. sp., niekiedy jednak herbicydy (np. typu auksyn, a także kwasów fenoksyoctowych) stymulować mogą rozwój nowotworów roślinnych. Prace opublikowane przynoszą jednak wiele wyników sprzecznych — tym bardziej wskazuje to na konieczność kontynuowania badań przed wyciągnięciem ostatecznych wniosków.

7. Szczególnie toksyczne i niebezpieczne dla mikroorganizmów glebowych są pochodne mocznika (np. DCU i Monuron) i substytuowane związki fenolowe (np. DNC = DNOC, oraz Dinoseb). Jak podniesiono w dyskusji, silnie hamujące działanie wywierają w glebie także karbaminiany (Propham i Chloroprotham) w stosunku zarówno do grzybów, jak bakterii, zwłaszcza z rzędu *Mycobacteriales* (*Actinomycetes*, *Streptomyces*). Szczególnie katastrofalne jest działanie DNOC. Dinoseb okazał się bardzo szkodliwy dla zasiewów następczych.

3. G. S. Hartley (Chesterford Park Research Station): Pożyteczność herbicydów w glebie pod kątem fizyko-chemicznym

Rozważania raczej teoretyczne, o małym znaczeniu dla praktyki. Prowadzą one do wniosku, że wylugowywanie herbicydów z gleby w decydującej mierze zależy od różnic budowy gleby i od stanu jej wilgotności bezpośrednio przed zastosowaniem preparatów chemicznych, a następnie od wysokości opadów po zastosowaniu. Rozpuszczalność herbicydów ma przy tym nadspodziewanie duże znaczenie.

4. W. van der Zweep (Wageningen — Holandia): *Trwałość w glebie niektórych ważnych herbicydów*

Autor podkreśla, że trwałość herbicydów w glebie i ich właściwości fitotoksyczne, niebezpieczne i niepożądane ze względu na mikroorganizmy oraz ewentualnie także na rozwój następczych roślin uprawnych, mogłyby być wykorzystane dla dobra rolnika. Istnieje tu pewna analogia z energią atomową, którą można posłużyć się dla dobra ludzkości, chociaż w razie nadużycia tych możliwości kryje ona w sobie niezmiernie niebezpieczeństwa. Oznaczenia „okresu półtrwania”, tak charakterystyczne dla izotopów radioaktywnych, nie da się zastosować do badań trwałości pestycydów w glebie, gdyż decydujące znaczenie dla szybkości zanikania ich ma tu środowisko glebowe — o cechach tak różnorodnych i tak odmiennych. W zbyt małej dotychczas mierze możemy kierować przebiegiem zjawisk glebowych, abyśmy mogli w wystarczający sposób regulować ekologiczne warunki środowiska glebowego. Tym samym nie jesteśmy w stanie w naszej praktyce rolniczej wykorzystać w pełni trwałości herbicydów w glebie. Nie możemy też w większym stopniu rozwinąć chemicznej walki z chwastami zarówno przed siewem, jak na ugorach podczas zimy (oczywiście w klimatycznych warunkach łagodnej zimy angielskiej) i lata.

Stopień trwałości herbicydów w glebie jest wynikiem wzajemnego reagowania na siebie danego preparatu chemicznego oraz czynników glebowych (fizycznych, chemicznych, biologicznych). Herbicydy stracone zostają w glebie wskutek ułatwienia się, ługowania, sorpcji glebowej, rozkładu mikrobiotycznego, dalej wskutek zdolności do wchodzenia w reakcję z jakimiś związkami chemicznymi obecnymi w glebie, wreszcie wskutek fizjologicznego (biochemicznego) oddziaływania samych roślin naczyniowych (np. kukurydzy na Symazyne).

Najmniejszą rolę odgrywa gleba w zatrzymywaniu herbicydów lotnych, używanych do skrapiania; obok powierzchniowej uprawy mechanicznej, dążącej do zachowania struktury gruzełkowatej, która stopniowo tylko zwalnia lotne związki, korzystnie działać tu może polewanie powierzchni oraz okrywy (np. plastikowe). Przy wylugowywaniu herbicydów z górnych warstw gleby ważne jest powinowactwo tych preparatów z różnymi parami w obrębie systemu glebowego: woda-powietrze-składniki stałe. Ocena tego powinowactwa jest jednak szczególnie trudna.

Szybkość biologicznego rozpadu herbicydów w glebie, oprócz normalnych czynników ekologicznych, zależy też od obecności pewnych związków. Tak np. borany, dodane do 2,4-D lub niektórych innych preparatów, swoje właściwości fitotoksyczne sumują z właściwościami herbicydów i wywierają tym silniejsze działanie depresyjne na mikroorganizmy, uniemożliwiając ich szybki rozwój i intensywny, mikrobiotyczny rozkład herbicydów w glebie.

Przy nieselektywnym chemicznym zwalczaniu chwastów pierwszorzędne znaczenie ma nie tylko trwałość herbicydu, ale także jego rozmieszczenie w profilu glebowym. Odrębnym zagadnieniem jest tutaj niszczenie roślin już rozwiniętych, odrębnym zaś wyjaławianie gleby z chwastów i utrzymywanie jej w stanie czystym, wolnym od roślinności. Celowe jest mieszanie herbicydów, łatwo wypłukiwanych do głębszych warstw gleby (takich jak np. borany, chlorany czy arseniany) ze związkami takimi, jak np. pochodne mocznika i dwuchlorobenzonitryle, które opierają się wylugowywaniu i łatwiej utrzymują się w górnych warstwach gleby.

Przy selektywnym zwalczaniu chwastów uwagę zwraca odporność niektórych roślin uprawnych na pewne herbicydy, np. kukurydzy na Symazyne (także na Atrazyne). Ale pomimo ługowania jej z gleby, biologicznego i chemicznego rozpadu

w glebie i detoksykacji przez sorpcję glebową, Symazyna utrzymuje się jednak w glebie, niebezpieczna jest dla roślin następujących po kukurydzy i wymaga specjalnych zmianowań. Szczepienie gleby ziemią z terenów o dużej intensywności mikrobiotycznego rozkładu herbicydów nie dało dotychczas zadowalających wyników. Problem trwałości herbicydów w glebie jest mniej ważny w uprawach trwałych.

Herbicydy mogą być stosowane przed zasiewem (sadzeniem) rośliny uprawnej, po jej zasiewie (zasadzeniu), ale przed wzejściem, wreszcie dopiero po jej wschodach.

Przy stosowaniu herbicydów przed założeniem plantacji wysokość dawki zależy od gatunku i odmiany rośliny uprawnej, od odstępu czasu, jaki pozostaje jeszcze do chwili wysiewu czy sadzenia (długość tego okresu zależy z kolei od rodzaju herbicydu), od klimatu, pory roku i przebiegu pogody, od temperatury (spadek jej hamuje działalność mikrobiotyczną), od rodzaju gleby, od systematycznych typów mikroorganizmów, oraz intensywności ich rozwoju itp. Niekorzystna pogoda (np. zbyt sucha zima po jesiennym stosowaniu herbicydów) oraz zbyt duże ich dawki stanowią niebezpieczeństwo dla roślin następczych. Szczególnie niebezpieczny jest Propham w razie dłuższych okresów bezdeszczowych. Najmniej wrażliwe w tych wypadkach są kapusta i ziemniaki, a dalej buraki cukrowe i groch.

Stosując herbicydy przed wysiewem roślin uprawnych, umieszczać je można także w glebie — w rowkach, głębiej od nasion (sadzonek); stąd zostają one stopniowo wypłukiwane do strefy korzeniowej roślin uprawnych. Oczywiście wysiew roślin uprawnych musi być wtedy wyłącznie rzędowy — przy rzutowym mogłoby nastąpić niepożądane zetknięcie się materiału nasiennego z herbicydem w płytkiej, powierzchniowej warstwie gleby.

Przy stosowaniu herbicydów po wysiewie rośliny uprawnej, ale przed jej wschodami, najbezpieczniejsze są takie preparaty, które utrzymują się w górnych warstwach gleby. Tak np. Chloroprotham, 2,4-D, Monuron i Symazyna mogą być użyte, jeśli systemy korzeniowe roślin uprawnych rozwijają się w większej głębokości niż korzenie chwastów. Jednak ryzyko jest tutaj duże — bezpieczeństwo roślin uprawnych zależy od typu gleby, od jej zwięzłości, oraz od wysokości opadów, inaczej mówiąc od stopnia sorpcji chemikaliów w powierzchniowych warstwach gleby, czyli od szybkości przesiąkania ich do warstw głębszych. W trakcie tego przesiąkania następuje stopniowa inaktywacja herbicydu; od szybkości tych obydwu zjawisk zależy uniknięcie uszkodzeń roślin uprawnych (np. drzew owocowych w sadach).

Pomimo wszelkich środków ostrożności nierzadkie jest uszkodzanie młodych roślin uprawnych przez ulatniające się związki chemiczne, stosowane przedsięwzię. Tak np. Chloroprotham, użyty na plantacji cebuli, uszkadzał niejednokrotnie sąsiadujące z nią len i mak, a zastosowany w marchwi — żyto rosnące w pobliżu. Przedsięwzię użyty Dinoseb, ulatniając się w formie gazowej, niszczył młode siewki bawełny.

Niezmiernie trudne są ściśle prace badawcze nad trwałością herbicydów w glebie. Ilość tych preparatów, sorbowaną przez sorpcyjny kompleks glebowy, stanowi ich część niepożyteczną, straconą dla praktyki. Ilość ta oraz jej rozmieszczenie są niezmiernie trudne do ustalenia ze względu na brak odpowiednich rozpuszczalników, zdolnych do roztworzenia chemikaliów sorbowanych przez glebę. Nie wiadomo też, czy występuje tutaj akumulacja związków chemicznych w razie powtarzanego stosowania.

Istnieją też pewne problemy prawne związane z pozostawianiem w glebie pewnych ilości trwałych herbicydów w razie przejścia terenów uprawnych w ręce innego użytkownika. W Holandii np. obowiązuje system tzw. „tolerancji zerowej”. Polega on na tym, że dany herbicyd może być zalecany do selektywnego stosowania tylko w takim razie, jeśli w porze zasiewu poplonu nie można w glebie stwierdzić żadnych jego pozostałości. Stwierdzenie takie umożliwiają specjalne testy biologiczne.

Autor proponuje równoległe ściśle chemiczne i biologiczne badania w laboratorium i w polu, na kilku najważniejszych typach gleb, celem ustalenia zachowania się herbicydów. Dopiero po zakończeniu wieloletnich cykli takich badań można będzie opanować zjawiska związane z trwałością herbicydów w glebie i pokierować nimi zgodnie z wymaganiami praktyki rolniczej.

Sprawozdanie z wymienionego sympozjum jest niezmiernie interesujące. Jak wynika z niego, zagadnienie roli herbicydów w glebie na konferencji oksfordzkiej omówione zostało w sposób bardzo sumienny, możliwie wyczerpujący, uwzględniający obecny stan wiedzy w tej dziedzinie. Nie kryto przy tym ujemnych stron chemicznej walki z chwastami oraz niedostatecznego przygotowania jej pod względem naukowym.

Zarówno ze streszczonych powyżej referatów, jak i ze związanej z nimi dyskusji, wynika niezbicie, że nie można lekceważyć wpływu, jaki pestycydy wywierają na edafon, nie wyłączając żyjących w glebie mikroorganizmów patogenicznych; stymulowanie tych ostatnich może być groźne dla roślin uprawnych. Nie można też zapominać o bezpośrednim niebezpieczeństwie, jakie niektóre z herbicydów przedstawiają dla znacznej większości roślin uprawnych.

Wynika z tego dalej, że wobec fragmentaryczności, nieporównywalności, a nie rzadko nawet sprzeczności wyników dotychczasowych prac w tej dziedzinie, przed oddaniem jakiegokolwiek herbicydu (czy w ogóle pestycydu) do stosowania w praktyce, konieczne jest przeprowadzenie wieloletnich, wszechstronnych badań ścisłych nad jego skutkami w odniesieniu zarówno do roślin uprawnych, jak i mikroorganizmów glebowych. Badania powinny być zarówno laboratoryjne, jak przede wszystkim glebowe (polowe) i prowadzić powinny między innymi do ustalenia odpowiednich testów biologicznych. Do obiegu powinny być dopuszczone jedynie i wyłącznie herbicydy (pestycydy) atestowane przez powołane do tego instytucje jako nieszkodliwe zarówno dla roślin uprawnych, jak i dla gleby, właśnie na podstawie wyników takich wielostronnych badań. Niestety o tych zasadach, jak stwierdza W. Fletcher, zapomina się zbyt często, mając na uwadze wyłącznie osiągnięcia doraźne, a lekceważąc skutki dalsze.

Zasady te pełne znaczenie mają także dla stosunków polskich. Dlatego wszystkim zainteresowanym dużą korzyść przynieść może przestudiowanie tej zajmującej i wartościowej książki.

Marian Nowiński