

WIKTOR DROZDA

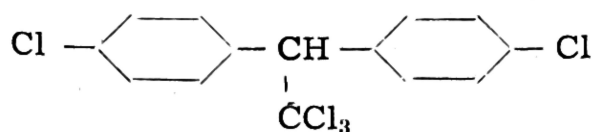
Katedra Chemii Ogólnej Wyższej Szkoły Rolniczej w Lublinie

EFEKTY UBOCZNE ODDZIAŁYWANIA INSEKTYCYDÓW NA ŚRODOWISKO

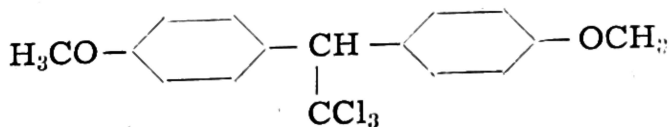
Chemiczne zwalczanie szkodników odgrywa i nadal będzie odgrywało zasadniczą rolę w ochronie roślin i zwierząt. Zastosowanie na szeroką skalę insektycydów przyniosło olbrzymie korzyści zdrowotne, ekonomiczne i gospodarcze dla człowieka. Statystyki podają, że dzięki zastosowaniu insektycydów w rolnictwie zwiększyły się o 60—80% zbiory produktów rolnych i ziemiopłodów. Wiele chorób występujących endemicznie przenoszonych przez owady uległo całkowitej likwidacji lub ograniczeniu; np. na malarię chorowało rocznie 300 milionów ludzi, z czego 3 miliony umierało. Obecnie w rejonach gdzie zastosowano insektycydy do zwalczania komara widliszka liczba zachorowań na malarię spadła o około 90%.

Korzyści jakie osiągnął człowiek wskutek stosowania insektycydów są zatem znaczne i trwałe, jednakże okazało się, że insektycydy wywierają pewne działania uboczne. Wiele z nich jest silnymi truciznami i mogą powodować ostre zatrucia u ssaków kończące się często śmiercią. Insektycydy mogą również wywierać ujemny wpływ na rośliny i równowagę biologiczną środowiska.

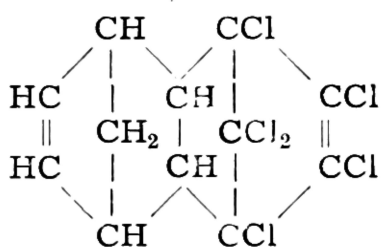
Pod względem budowy chemicznej i własności farmakodynamicznych insektycydy wykazują dużą różnorodność. Największe niebezpieczeństwo dla człowieka wykazują insektycydy należące do dwu grup: węglowodórów chlorowanych i pochodnych organicznych kwasu fosforowego. Insektycydy z grupy węglowodórów chlorowanych różnią się między sobą własnościami toksycznymi. Insektycydy takie jak: DDT, metoksychlor są stosunkowo słabo toksyczne. Dawki śmiertelne dla dorosłego człowieka wynoszą 20 do 30 gramów. Natomiast toksyczność aldriny i dieldriny jest znacznie wyższa. Dawka śmiertelna wynosi około 5 gramów.



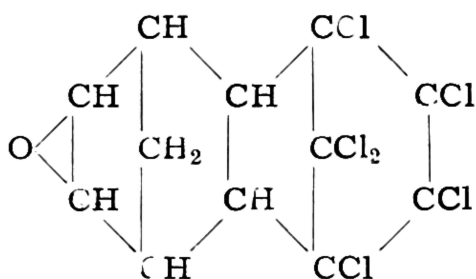
DDT



Metoksychlor



Aldrina



Dieldrina

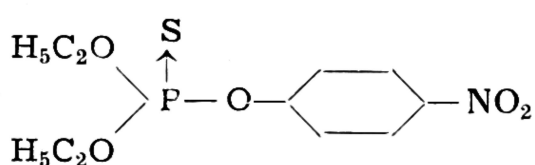
Toksyczność insektycydu zależy jest od wielu czynników, takich jak: sposób wprowadzenia do organizmu, szybkość wydalania, zdolność kumulowania się, przemiany metaboliczne. Poglądy na temat metabolizmu węglowodorów chlorowanych nie są jednolite. Przemiany metaboliczne tych związków zachodzą z bardzo małą szybkością. Pierwsze produkty przemian tracą własności owadobójcze ale są nadal toksyczne dla człowieka. Dla DDT czas, w ciągu którego połowa ilości pierwotnej traci swą aktywność biologiczną wynosi około 10 lat. W przypadku lindanu następuje odszczepienie cząsteczek HCl do utworzenia pięcio-, cztero-, i trójchlorobenzenu. Dalsze odszczepienie HCl zachodzi bardzo opornie.

Chlorowane węglowodory rzadko powodują zatrucia ostre. Natomiast ich duża trwałość i łatwość kumulowania się w tkance tłuszczowej organizmów żywych powodują, że insektycydy te są częstą przyczyną zatruc przewlekłych. Przewlekłe zatrucia charakteryzują się przede wszystkim: zmianami zwyrodnieniowymi wątroby, bólami głowy, ogólnym wyniszczeniem organizmu i wzmożonym uczuleniem na związek powodujący zatrucie. Stwierdzono, że insektycydy cyklodienowe powodują także zmiany nowotworowe.

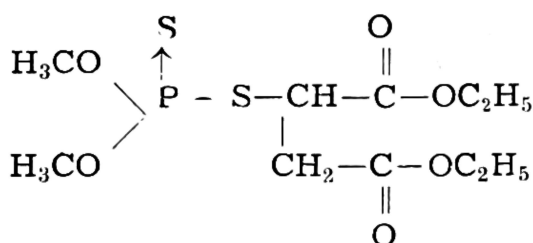
Szeroki rozwój chemizacji rolnictwa i innych dziedzin życia człowieka powoduje, że możliwości zatruc insektycydami są liczne. Olbrzymia większość produktów rolnych zawiera resztki insektycydów jako pozostałość po zwalczaniu pasożytów w czasie produkcji lub w wyniku niszczenia pasożytów magazynowych w zbożu, mące itp. Większość zwierząt hodowlanych to obecnie nosiciele DDT. W związku z tak szerokim rozpowszechnieniem i dużą trwałością węglowodorów chlorowanych bardzo wielu lekarzy i toksykologów domaga się przedsięwzięcia odpowiednich kroków zmierzających do tego, aby podstawowe produkty żywnościowe, takie jak: mleko, mięso, tłuszcz, mąka, a także woda do picia nie zawierały zupełnie pestycydów.

Insektycydy z grupy związków fosforoorganicznych są bardzo silnymi truciznami, dawki śmiertelne dla człowieka wynoszą często poniżej 0,5 g. Związki te łatwo wchłaniają się przez skórę i błony śluzowe. Przebieg zatruc jest gwałtowny. Przy użyciu dawek śmiertelnych śmierć następuje

w ciągu 0,5 do 1 godziny. Związki fosforoorganiczne w organizmie ulegają stosunkowo szybko rozkładowi. Np. paration (0,0-dwuetylotiofosforan p-nitrofenyłu) ulega hydrolizie do kwasu dwuetylotiofosforowego i do p-nitrofenolu, który następnie redukuje się do p-aminofenolu, a następnie po sprzęgnięciu z kwasem glikuronowym jest wydalany z moczem. Produkty hydrolizy mogą tworzyć ze składnikami rozpuszczalników i nośników połączenia silnie toksyczne. Niektóre związki fosforoorganiczne stosowane razem wykazują działanie synergetyczne. Np. malathion (0,0-dwumetylodwutiofosforan 1,2-dwukarboksyetylu) jest najmniej toksyczny z insektycydów fosforoorganicznych, ale jego mieszanina z rozpuszczalnikiem EPN (etylo- nitrofenylo-fenylotiofosforan) w stosunku 1:2 wykazuje dziesięciokrotnie silniejsze działanie toksyczne. Zjawisko to polega prawdopodobnie na blokowaniu przez jeden ze składników mieszaniny enzymu powodującego rozkład drugiego składnika.



Paration



Malathion

Synergizm toksykologiczny występuje dla około 20% związków fosforoorganicznych. Dlatego konieczne jest przy ocenie szkodliwości insektycydów badanie każdego gotowego preparatu, a także każdej mieszaniny kilkuskładnikowej.

Oddziaływanie insektycydów na rośliny było w ostatnim piętnastolecu przedmiotem licznych badań. W czasie opryskiwania kultur rolniczych preparatami owadobójczymi pewna ich ilość dostaje się do gleby i może wywierać działanie fizjologiczne na system korzeniowy, a także na mikroflorę gleby. Znaczne ilości insektycydów padają zwykle na powierzchnię liści i są wchłaniane do wnętrza. Obecność aktywnych biologicznie substancji w tkankach może wpływać na procesy biologiczne zachodzące w roślinach. Wpływ ten jest bardzo zróżnicowany w zależności od rodzaju i stężenia insektycydu, oraz rodzaju rośliny. Oddziaływanie insektycydów na rośliny może powodować obniżenie intensywności transpiracji, asymilacji dwutlenku węgla, obniżenie zawartości witamin i substancji odżywczych, zmianę własności smakowych produktów rolnych. Jeśli chodzi o wpływ insektycydów na procesy wzrostu te reakcje roślin sprowadzają się do dwóch typów. Pierwszy typ reakcji można nazwać zahamowaniem wzrostu. Obserwuje się wyraźne zahamowanie wzrostu

łodyg i korzeni, oraz przedwczesne rozgałęzianie się korzeni. Reakcję taką powodują insektycydy jak: chlordan, aldrina, dieldryna, sewin.

Drugi typ reakcji charakteryzuje się hiperplazją i hipertrofią. Struktura korzeni ulega przy tym bardzo silnym zmianom na skutek nieprawidłowego podziału komórek merystemu. Charakterystycznym zjawiskiem obserwowanym pod mikroskopem jest wielojądrowość komórek merystemu. Zwiększony podział komórek i nieprawidłowy ich wzrost powoduje nadmierny rozrost korzeni i dezorganizację struktury. Obserwacje mikroskopowe dają obraz bezładnie rozrzuconych i pomieszanych komórek. Szczególnie silne działanie tego typu na rośliny wykazuje lindan. Dawki 0,5 mg lindanu na kilogram gleby powodowały wyraźnie obserwowane zmiany.

Masowe użycie insektycydów powoduje naruszenie biologicznej równowagi między roślinami, szkodnikami i owadami pożytecznymi. Obok szkodników giną także owady pożyteczne, np. liczne są wypadki masowego wytrucia pszczół, które odgrywają bardzo dużą rolę przy zapylaniu roślin. Insektycydy zwalczają także naturalnych wrogów szkodników. W wyniku tego następuje bardzo intensywne rozmnażanie się szkodników, co stwarza konieczność dalszego rozszerzania akcji oprysków insektycydami. Z drugiej strony przy stosowaniu tych samych preparatów przez czas dłuższy pojawiają się wśród owadów a następnie rozmnażają, osobniki bardziej odporne. Wytwarzają się rasy owadów odporne na działanie poszczególnych preparatów. Np. bardzo wiele ras owadów jest obecnie uodpornionych na działanie DDT w wyniku masowego i długotrwałego stosowania tego preparatu.

Zwalczanie ras odpornych wymaga albo stosowania wyższych dawek insektycydu albo wprowadzenia nowego preparatu. Statystyki wykazują, że obecnie przemysł produkuje coraz skuteczniejsze środki zwalczające owady, ale jednocześnie coraz bardziej toksyczne dla ludzi, zwierząt i owadów pożytecznych. Bezkrytyczne stosowanie środków chemicznych powoduje dalsze oddalanie się od stanu równowagi biologicznej w przyrodzie. Obecnie w USA istnieją obszary ziemi całkowicie zatrute z wyniszczoną mikroflorą glebową, nienadające się do uprawy.

Jedynymi obszarami, w których istnieje równowaga biologiczna są lasy. Przywrócenie równowagi biologicznej w obszarach o zakłóconej równowadze może nastąpić tylko pod wpływem naturalnego oddziaływania lasów. Jednakże stosowanie masowych oprysków zaczyna rozszerzać się także na lasy. Statystyka wykazuje, że w czasie niszczenia larw szkodników ginie 70 razy więcej larw pożytecznych. Kryje to w sobie poważne niebezpieczeństwo zakłócenia równowagi biologicznej i w konsekwencji zniszczenie stabilizującego oddziaływania lasu na przyrodę.

Korzyści jakie człowiek odniósł ze stosowania insektycydów są bezsporne i w chwili obecnej znacznie przewyższają straty będące wynikiem stosowania insektycydów. Trudno jednak przewidzieć jakie mogą być w przyszłości efekty stosowania środków chemicznych. Bardzo znamieną jest historia DDT. DDT jest najbardziej rozpowszechnionym insektycydem. Uważany za nieszkodliwy dla człowieka był masowo stosowany na całym świecie. Masowe stosowanie DDT, jego duża trwałość i łatwość kumulowania się w tkance tłuszczowej organizmów żywych spowodowały, że dzisiaj preparat ten znajduje się w każdym punkcie kuli ziemskiej i we wszystkich prawie żywych organizmach. DDT już spowodował masowe wytrucie ryb i ptaków w niektórych rejonach ziemi. Stwierdzono wyraźną zależność między zawartością DDT w tkance tłuszczowej zwierząt doświadczalnych a powstawaniem raka wątroby i nerek oraz bezpłodnością u ptaków i ssaków.

W wielu krajach ustawowo zakazano stosowania DDT. W Polsce nadal stosuje się go w dużych ilościach. Na ironię zakrawa przy tym fakt, że większość najgroźniejszych szkodników jest już całkowicie uodporniona na DDT.

Wymowa tych faktów jest tak oczywista, że koniecznością stała się zmiana programu ochrony roślin oparta o szerokie, kompleksowe badania biologiczne i ekologiczne.

Przed chemikami postawiono zagadnienie zastąpienia preparatów toksycznych, nietoksycznymi dla ludzi, zwierząt i owadów pożytecznych. Wyprodukowanie insektycydu o działaniu selektywnym, tzn. działającym tylko na niektóre gatunki owadów, jest sprawą bardzo trudną. Za mało mamy obecnie danych, aby teoretycznie ustalić wzór cząsteczki związku o określonej aktywności biologicznej. Istnieją dane odnośnie działania biologicznego niektórych grup funkcyjnych, ale pełnego osiągnięcia przewidywanych teoretycznie efektów nie udało się osiągnąć. Uzyskano już częściowo pozytywne rezultaty; od związków fosforoorganicznych przechodzi się obecnie do pochodnych kwasu karbaminowego, które są skuteczne w zwalczaniu owadów, a znacznie mniej toksyczne dla ssaków. Další rozwój badań w tej dziedzinie powinien przynieść w pełni pozytywne rezultaty.

LITERATURA

1. Maier-Bode H.: Pflanzenschutzmittelruckstande. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1965.
2. Johnson O., Krog N., Poland J. L.: Chem. Week, May 25, 116, (1963).
3. Johnson O., Krog N., Poland J. L.: Chem. Week, June 1, 56, (1963).
4. Fukuto T. R.: Ann. Rev. Entomol., 6, 313, (1961).
5. Georghiou G. P., Metcalf R. L.: J. Econ. Entomol., 55, nr 1, 125, (1962).

6. Lichtenstein E. P., Millington W. F., Cowley G. T.: J. Agr. Food. Chem. 10. nr 3, 251—256 (1962).
7. Lichtenstein E. P., Mueller C. H., Myrdal G. R., Schulz K. R.: J. Econ. Entomol., 55, nr 2, 215—219 (1962).
8. Problemy Toksykologii pestycydów w Polsce. — Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, zeszyt 51, Warszawa 1964.