

WITOLD KOEHLER

Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa

NOWOCZESNE METODY OCHRONY ROSLIN*

Jeśli w murach naszej Uczelni mówi się o sprawach ochrony roślin z pozycji entomologii stosowanej, to wypada na wstępie złożyć pokłon głęboki pamięci i ceniom Profesora Zygmunta Atanazego Mokrzeckiego.

Niewielu jest już wśród nas Jego uczniów, nieco liczniejsza garstka zna Jego imię z opowieści owianych pewną atmosferą legendy, dla większości jednak wychowanków Uczelni lata życia i pracy pierwszego organizatora Katedry Entomologii i Ochrony Lasu SGGW są już tak odległe, że giną w zapomnieniu.

Jedynie w nauce, w światowym piśmiennictwie entomologicznym pozycja Mokrzeckiego jest nieśmiertelna, a Jego idee i koncepcje zachowują zadziwiającą aktualność i świeżość.

Rozpatrując nowoczesne kierunki badań często spotka się myśli Mokrzeckiego wskrzeszone i realizowane w oparciu o możliwości, których w Jego czasach nie było. Wystarczy wspomnieć, że dokonywał on pierwszych w Polsce prób wprowadzenia samolotów do walki ze szkodnikami, że dążył do ograniczenia stosowania morderczych pylistych insektycydów i zastąpienia ich krótko utrzymującymi się w środowisku toksycznymi dymami, że był jednym z twórców i pionierów biologicznej metody zwalczania szkodników pól, sadów i lasów przy wykorzystaniu pasożytów ich jaj, że wreszcie doprowadził ochronę lasu do poziomu sztuki lekarskiej podejmując koncepcję wewnętrznej terapii roślin.

Fakty tak długotrwałej świeżości myśli badawczej wymownie świadczą o tym, jak trudno wyznaczać granice nowoczesności w nauce i w systemach organizacji produkcji. Rozwój i postęp są to procesy ciągłe i nawet wielkie odkrycia, rewolucjonizujące naukę i praktykę, nie noszą charakteru objawień, lecz są poprzedzane narastaniem wiedzy, doprowadzającym do powstawania nowych jakości.

Zazwyczaj próg dzielący nowoczesność od przeszłości jest umowny. W omawianej dziedzinie najśluszniej zapewne byłoby przyjąć za niego fakt wykrycia przed 28 laty przez szwajcara Müllera owadobójczych

* Opracowanie tego referatu autor poświęca pamięci Profesora Zygmunta Mokrzeckiego (1865—1936) w 35 rocznicę Jego śmierci.

właściwości chlorowanych węglowodorów, a w szczególności związku znanego na całym świecie pod nazwą DDT. Epokowość tego odkrycia określa rozpowszechniony do niedawna pogląd, że przy zastosowaniu pestycydów na bazie DDT i innych chlorowanych węglowodorów każda gradacja szkodliwych owadów w każdej gałęzi produkcji roślinnej może być skutecznie i szybko zlikwidowana. Metoda chemiczna opanowała praktykę ochrony produkcji roślinnej i trzeba oddać jej sprawiedliwość, że skutecznie ratowała przed zniszczeniem zagrożone plony w rolnictwie, leśnictwie i sadownictwie. Chlorowane węglowodory odegrały także ogromną rolę w ochronie zdrowia ludzkiego i w weterynarii. Rychło się jednak okazało, że nie można ich traktować jako panaceum. Drogi rozwoju metody chemicznej, jej sukcesy i niepowodzenia są na ogół powszechnie znane, dlatego wspominamy tu o nich w skrócie.

W podręcznikowych ujęciach braki i niebezpieczeństwa stosowania pestycydów ujmuje się zazwyczaj w 4 grupach: zagrożenia zdrowia ludzkiego, wyniszczania wraz ze szkodnikami naturalnych ich prześladowców, niszczenia entomofagów, ograniczających skutecznie liczebność niegroźnych dotychczas fitofagów, które pozbawione naturalnych hamulców, ujawniają się nagle jako tzw. nowe szkodniki i wreszcie powodowania pojawu odpornych szczepów szkodników. Ostatnio wymienione zjawisko wywarło niezwykle stymulujący wpływ na rozwój chemii pestycydów, doprowadziło bowiem do swoistego pojedynku między wynalazczością człowieka, wprowadzającego do walki coraz nowe środki owadobójcze, a przystosowawczą zdolnością uodporniania się stawonogów.

W leśnictwie skutki te występują w znacznie mniejszym nasileniu po pierwsze dlatego, że głównym produktem lasu nie są środki spożycia, po drugie zaś z przyczyny niepowtarzania zabiegów chemicznych w ciągu kolejnych lat na tych samych obszarach. Bardzo istotne i swoiste dla lasów może być natomiast niebezpieczeństwo hamowania i uwsteczniania naturalnych procesów stopniowego kształtowania się i organizowania się biocenoz w sztucznych warunkach gospodarki człowieka.

W związku z przytoczonymi brakami metody chemicznej uwaga chemików i współpracujących z nimi w tym zakresie biologów koncentruje się na poszukiwaniu możliwości selektywizacji zabiegów.

Jest ona osiągalna przez syntezę pestycydów o ograniczonym spektrum działania, przez trafny dobór pory wykonania zabiegów, przez zastosowanie precyzyjnej techniki przeprowadzania akcji zwalczania, a wreszcie także przez posługiwanie się chemicznymi środkami, pozbawionymi właściwości trujących (chemiczne strząsanie).

Duże nadzieje wiązano w swoim czasie z preparatami układowymi (systemicznymi); w rolnictwie (sensu lato) spełniły one tylko częściowo po-

kładane w nich nadzieje, natomiast w leśnictwie raczej zawiodły wskutek m. in. wielkiego zapotrzebowania mikroflory ściółki leśnej oraz grzybów mikoryzowych na fosfor, zawarty w preparatach systemicznych.

Mimo że początkowy entuzjazm spowodowany efektywnością preparatów grupy chlorowanych węglowodorów, a następnie chlorowanych terpenów, związków fosforoorganicznych, karbaminianów i innych stopniowo słabł pod wpływem ich niekorzystnych ubocznych oddziaływań, nie mogło być mowy o wycofaniu się ze stosowania metody chemicznej. Należy sobie bowiem uświadomić, że walka ze szkodnikami i patogenami roślin rozgrywała się o olbrzymią stawkę: według wyliczeń Komisji ONZ ofiarą szkodników pada rocznie w skali światowej około 33 mln ton zbóż i ryżu, mogących wyżywić ludność Indii; w leśnictwie — szacunkowa ocena strat ponoszonych rocznie w Polsce sięga sumy około 4 mld złotych. Fakty te oczywiście brano pod uwagę, wprowadzając w niektórych krajach ograniczenia lub nawet zakazy stosowania wielu preparatów (między innymi DDT), które musiały być zastępowane innymi, nietoksycznymi dla kręgowców środkami. Poszukiwania ukierunkowane na bezpieczne pestycydy trwają nadal i nie ulega wątpliwości, że nauka zdoła z czasem rozwiązać ten problem.

Duże zainteresowanie wynikające z potrzeb selektywizacji zabiegów ochrony roślin wywołały postępy uzyskiwane w badaniach nad patologią owadów, z praktycznego punktu widzenia prowadzące do opracowywania mikrobiologicznych metod zwalczania szkodników. Na czołową pozycję wysunęły się pod tym względem bakterie sporujące z głośnym *Bacillus thuringiensis* Berliner i pokrewnym *Bacillus dendrolimus* Tal., używanymi do przysposabiania biopreparatów produkowanych fabrycznie.

Biopreparaty należą do wysoce selektywnych środków zwalczania, są ekonomiczne i dają się stosować przy wykorzystaniu sprzętu przeznaczonego do zabiegów chemicznych. Ich skuteczność jest jednak ograniczona do pewnych gatunków szkodników, zaś efektywność konkretnych zabiegów zależy nie tylko od układu warunków meteorologicznych lecz także od specyficznych właściwości używanych partii biopreparatu, w którego skład wchodzi żywe organizmy. W pewnych przypadkach uzyskiwano przy zastosowaniu nie tylko bakteryjnych lecz także i wirusowych preparatów znakomite wyniki. Brak możliwości standaryzacyjnej powoduje jednak, że ryzyko niepowodzenia jest większe niż przy zabiegach chemicznych. Nadzieje na utrzymywanie się patogena w populacji szkodników i na stopniowe nasilenie się epizoocji niestety zawiodły. Rozwój choroby nie przekracza zazwyczaj jednego pokolenia szkodnika, zatem biopreparat działa pod tym względem w takim samym zasięgu czasu jak pestycyd.

Jeżeli metoda mikrobiologiczna nie zdoła zastąpić i wyprzeć metody chemicznej, to w każdym razie wzbogaca ona arsenał środków zwalczania szkodników, a w dalszym rozwoju badań nad patalogią owadów zdaje się ona zapowiadać większe możliwości sztucznego wywoływania gwałtownych epizoocji. Nie jest ona zresztą nowa i tylko postęp techniki umożliwił w ostatnich dziesięcioleciach szerokie jej zastosowanie.

Nowe natomiast jest powodowanie samowyniszczenia się szkodników zainicjowane kapitalnym sukcesem zwalczania w południowych stanach USA muchówki *Callitroga homivorax*. Owad ten jest groźnym pasożytem bydła przyprawiającym zwierzęta o ciężkie schorzenia, a nawet śmierć.

Poszukując możliwości jego zwalczania entomolog amerykański Knippling zastosował metodę sterylizacji. Poddawał on uzyskiwane w laboratoryjnych hodowlach samce *Callitroga homivorax* naświetlaniu promieniami radioaktywnymi γ , po czym wypuszczał je na wolność. Samce te skutecznie konkurując z występującymi w naturze — kopulowały z samicami, które traciły płodność.

Powodzenie zabiegu wynikało z faktu, że u *Callitroga homivorax* z reguły kontakt płci jest jednokrotny. Zabieg wykonany był z niezwykłym rozmachem (1958—1959), na ogromnych obszarach. Duże trudności związane były z masową hodowlą i sterylizacją samców. Zadanie nieco ułatwiał niezwykle szybki, kilkudniowy rozwój larw, które żywiono w insektariach sztuczną pożywką, zawierającą jako główny składnik mączkę mięsną. Produkcja „materiału” podjęta była w skali fabrycznej. Insektaria nie spotykanych dotąd rozmiarów zakładane były na lotniskowcach, skąd startowały samoloty rozprzestrzeniające sterylne samce. Wynik tej akcji był imponujący: populacje szkodnika zostały doszczętnie wyniszczone w zasięgu zwalczania. Dalszy program akcji przewiduje pełną likwidację *Callitroga homivarax* na całym obszarze rozmieszczenia tego gatunku. Próby sterylizacji przez promieniowanie podejmowane w stosunku do chrząszczy lub motyli przeważnie zawiodły. Doza promieniowania, konieczna do rozkojarzenia garnituru chromosomalnego w komórkach rozrodczych i spowodowania w ten sposób bezpłodności doprowadzała do tak silnego osłabienia owadów, że nie były one zdolne do kopulacji lub wręcz ginęły w czasie zabiegów.

Nowe, szerokie możliwości stwarzają niezmiernie interesujące metody genetyczne. Opierają się one na koncepcji wykorzystania genetycznych prawidłowości do osłabienia populacji zwierzęcych, będących przedmiotem wyniszczenia. Jest to zatem kierunek przeciwny w stosunku do założeń i celów eugeniki, zmierzającej do doskonalenia populacji na drodze wykorzystania mechanizmów dziedziczenia.

Kierunek ten, określający zadania najnowszej gałęzi wiedzy zwanej dysgeniką otwiera przed ochroną roślin, jak również przed ochroną zdrowia ludzkiego rozległe perspektywy. Po raz pierwszy pojawia się możliwość zupełnego wyniszczenia szkodników, możliwość, którą trzeba jednak będzie w każdym wypadku szczególnie wszechstronnie rozważyć ze względu na niebezpieczeństwo powodowania lawinowych rozpadów biocenoz.

Pierwsze obserwacje naprowadzające na drogę rozwoju metod genetycznych, zwanych także metodami autocydalnymi — dokonane były przed około 40 laty. Stwierdzono mianowicie, że krzyżowanie angielskich i francuskich szczepów komara *Culex pipiens* prowadzi do częściowej sterylizacji. Rozszerzenie badań na skalę międzykontynentalną ugruntowało to przekonanie.

Blizsze badania ujawniły, że mechanizmy powodujące bezpłodność są uwarunkowane nie różnicami chromosomowymi i genowymi, lecz że są one determinowane przez plazmę. Dlatego fenomen ten został określony mianem obcości lub nietolerancji plazmatycznej. Dzięki niej introdukcja na pewien obszar samców obcego szczepu prowadzi do częściowej sterylizacji, o ile oczywiście są one wystarczająco żywotne i zdolne do konkurencji z endemicznymi samcami. W laboratoryjnych warunkach udało się uzyskać samce pewnych szczepów o zwiększonym potencjale rozrodczym, dysponujące obcą gatunkowi zdolnością do wielokrotnej kopulacji.

Przed 3 laty (1967) entomolog H. Lavon dokonał eksperymentu w naturze na stosunkowo niewielkim obszarze. W ciągu 12 tygodni wg jego informacji, lokalna populacja komarów została w jednej z wiosek burmańskich całkowicie zlikwidowana. Badania nad zjawiskiem plazmatycznej obcości u innych owadów są w toku. O wynikach ich byłoby jeszcze przedwcześnie mówić w ujęciu popularyzującym te zagadnienia.

Więcej natomiast wiadomo o zjawisku bastardyzacji, wyrażającej się powstawaniem w następstwie krzyżowania 2 pokrewnych gatunków, bądź potomstwa o osłabionej zdolności przeżywania i pozbawionego zdolności rozrodu, bądź pokolenia potomnego również bezpłodnego, lecz wykazującego wzrost potencjału życiowego, jak to ma miejsce np. u muła. Próby wykorzystania tych zjawisk w zabiegach metody autocydalnej podejmowane były na obszarach Afryki przy zwalczaniu komarów z grupy *Anopheles gambiae* (gatunek zbiorowy obejmujący wg obecnego stanu wiedzy 5 gatunków).

Eksperymenty laboratoryjne dały zachęcające wyniki, efekty zabiegów przeprowadzonych w naturze nie są dotychczas znane. Fakt występowania obok siebie na niektórych terenach Afryki 2 gatunków z grupy *Anopheles gambiae* skłania do sceptyzmu wskazującego na to, że krzyżo-

wanie bądź nie zachodzi bądź nie wpływa na obniżenie dynamiki rozrodu komarów poniżej progu ich szkodliwości.

Technika postępowania w metodzie autocydalnej może być bardzo różnorodna, kierunek działania jest zazwyczaj (choć nie wyłącznie) ten sam: zakłócenie procesów rozrodu i obniżanie płodności, aż do granic zupełnej utraty zdolności rozmnażania się. Sterylizację uzyskuje się przez naświetlanie promieniami radioaktywnymi i odpowiednie krzyżowanie, a także przez działanie wysokich temperatur ($>40^{\circ}\text{C}$), wreszcie przez stosowanie pewnych związków chemicznych, noszących ogólną nazwę chemosterylantów. Atakują one komórki dzielące się, a więc u stawonogów — komórki rozrodcze. Ten sposób działania właściwy jest także wszystkim środkom przeciwrakowym, wymierzonym przeciw tkankom znajdującym się w stanie szybkiego podziału komórek; z tej przyczyny większość chemosterylantów wykazuje duże podobieństwo do leków znajdujących zastosowanie w zwalczaniu raka. Pod względem chemicznym są to substancje, zawierające organiczne związki etylenoiminy, w których istotne znaczenie ma grupa złożona z wodoru, tlenu i azotu. Nadto jako chemosterylanty używane są pewne organiczne związki ołowiu, niektóre terpeny, a także substancje naruszające pobieranie przez organizm witamin (tzw. antymetabolity).

Mechanizm genetyczny uzyskiwania sterylności polega zazwyczaj na tym, że pod wpływem naświetlania promieniami radioaktywnymi lub chemosterylantów następuje rozpad chromosomów jądra komórkowego, które następnie łączą się ponownie, zwykle jednak w strukturalnie zmienionym układzie. Cząsteczki chromosomów bądź przemieszczają się między sobą, bądź pozostają we właściwych chromosomach, lecz w anormalnym położeniu.

Owe zakłócenia elementarnych czynników dziedzicznych czyli tzw. translokacja powodują zmiany, wyrażające się zmniejszeniem przeżywalności (w populacjach) lub ograniczeniem zdolności rozrodczych (w skali osobniczej). Obecność sztucznie osłabionych osobników, uczestniczących w czynnościach rozrodu, powoduje z pokolenia w pokolenie coraz większą utratę potencjału biologicznego populacji. W ten sposób proces zapoczątkowany wprowadzeniem do środowiska sterylnych samców rozwija się samoczynnie.

Interpretacja tych zjawisk została tu przedstawiona w sposób bardzo uproszczony w stosunku do rzeczywistego ich charakteru.

Także jednak specjalistyczne ich zgłębianie nie osiągnęło jeszcze takiego stopnia poznania, by można było swobodnie nimi sterować.

Kierunek oddziaływania metod autocydalnych, polegający na sterylizacji jest przeważający w dotychczasowych badaniach i eksperymentach,

lecz nie jest jedyny. Możliwość niemałych sukcesów zdaje się np. wróżyć koncepcja specjalistów radzieckich, sugerująca wprowadzenie na obszary, na których występuje szarańcza popadająca w stadium jaja w diapauzę (tereny ZSRR) — populacji tego szkodnika z terenów na których rozwój jego odbywa się bez diapauzy z przyczyny korzystniejszych dla niego warunków klimatycznych (Afryka). Krzyżowanie szczepów diapauzujących ze szczepem o rozwoju ciągłym, dokonywane na obszarze o surowszym klimacie powinno doprowadzić do masowej śmiertelności z przyczyny wymarzenia mieszańców uzyskujących po jednym z rodziców gen ciągłego rozwoju.

Interesująca jest także myśl oparta nie tylko na dedukcji, lecz i na pewnych obserwacjach — podtrzymywania funkcjonowania gruczołu u larw (normalnie zanikającego przy ostatniej wylince), produkującego hormony juwenalne, uniemożliwiające osiągnięcie stadium imaginalnego.

Wspólną cechą wszystkich dotychczasowych sukcesów zwalczania szkodników począwszy od metody chemicznej, poprzez mikrobialną, aż po najnowszą — genetyczną jest ograniczony zasięg ich działania. Żadna z nich, nie wyłączając chemicznej, nie jest skuteczna w walce z wszystkimi gatunkami szkodników. Zdarza się, że efekty niekiedy imponujące, ograniczają się do jednego gatunku szkodnika, a nawet do jednego przypadku przeprowadzonego zabiegu zwalczania.

To samo można powiedzieć i o metodzie, o której nie wspomnieliśmy dotąd, a która miała i świetne triumfy i liczne niepowodzenia i która ma w ochronie roślin ustaloną pozycję i nieprzemijające znaczenie, mianowicie o metodzie biologicznej. Stanowi ona obszerny rozdział w historii rozwoju ochrony roślin. Rozmiar wysiłku jaki włożono w badania i próby wykorzystania naturalnych sił przyrody w walce ze szkodnikami jest tak ogromny, że nawet pobieżne ich omówienie przerastałoby ramy niniejszego opracowania. Do metody biologicznej powracano po każdym niepowodzeniu i po wszystkich zawodach wynikających ze stosowania innych sposobów ochrony produkcji roślinnej. Jest ona i stara i wiecznie młoda, a przyszłość jej leży przede wszystkim w organizowaniu naturalnych oporów środowiska w złożonych i długowiecznych ekosystemach leśnych, choć także zajmuje ona niebłahą pozycję i w innych gałęziach produkcji roślinnej.

Niepowodzenia i braki poszczególnych metod ochrony od dawna zrodziły myśl operowania zabiegami kombinowanymi, które w łącznym działaniu zapewniałyby możliwość osiągnięcia pełnego efektu. Pionierska idea Mokrzeckiego — wewnętrznej terapii roślin — rozwinęła się w koncepcję profilaktycznego uodporniania nie poszczególnych — słabych lub chorych osobników roślin, lecz całych ich zbiorowisk.

Obok fizjologii roślin pierwszoplanową pozycję zajęła zatem ekologia i stosowane jej gałęzie: uprawa środowiska i hodowla roślin. Szeroko pojmowane zabiegi agrotechniczne, selekcja i dobór odpornych odmian, najracjonalniejsze wykorzystanie właściwości siedlisk, zabezpieczenie specyficznych potrzeb pokarmowych poszczególnych gatunków uprawianych stwarzały warunki niekorzystne dla rozwoju szkodników. Ekologizacja wszystkich gałęzi produkcji roślinnej znacznie ogranicza szanse rozwoju epifitoz i masowych pojawów szkodników, choć ich nie eliminuje.

Próby kojarzenia różnorodnych zabiegów w praktyce doraźnego działania ochronnego najczęściej odnosiły się do metod chemicznej i biologicznej. Założeniem tej kombinacji było zmniejszenie rozmiaru strat ubocznych, wyrządzonych przez trucizny w otwartych środowiskach życia.

Cel ten miał być osiągnięty przez osłabienie szkodnika stosunkowo niskimi, subletalnymi dawkami pestycydu, a następnie poddanie go działaniu patogenów, które miałyby o tyle ułatwione warunki, że mogłyby powodować gwałtowne epizoocje. Koncepcja ta budzi pewne zastrzeżenia, zwłaszcza przy stosowaniu jej we względnie bogatych biocenozach leśnych, z uwagi na to, że dawki subletalne dla dość odpornych roślinożerców mogą być śmiertelne dla znacznie wrażliwszych ich pasożytów i drapieżców.

Innym przykładem kombinowanego zabiegu jest połączenie atraktantów, zwłaszcza płciowych z niszczeniem mechanicznym lub chemicznym, a także z genetycznym. W ostatnim wypadku atraktanty łączy się z chemosterylantami.

W większości sukcesów uzyskiwanych w ochronie roślin kryje się nie tylko trafność koncepcji, lecz trud wypracowania technicznych szczegółów zabiegu. Powodzenie uzyskiwane jest z reguły kosztem wielu lat badań i doświadczeń oraz cierpliwego gromadzenia materiałów i spostrzeżeń. W wyjątkowych wypadkach z pomocą przychodzi przypadek. Klasyczny — najbardziej błyskotliwy sukces wyniszczenia na kontynencie amerykańskim śmiertelnego niszczyciela plantacji cytrusowych czerwca *Iceria purchasi* za pomocą introdukowanej biedronki *Rodolia cardinalis* osiągnięty został po 20 latach intensywnych badań entomologiczno-parazytologicznych prowadzonych w drodze wieloosobowych ekspedycji na 4 kontynenty.

W celu uzyskania możliwości chemicznej syntezy feromonów, czyli wabiących substancji zapachowych, wydzielanych przez specjalne gruczoły nie zapłodnionych samic motyli, trzeba było dokonać pół miliona sekcji odwłoków samic jedwabnika (jako obiektu doświadczalnego), by uzyskać znikomą, ale wystarczającą do analizy ilość omawianej substancji, mianowicie 12 mg w stanie czystym. Pierwszym szkodnikiem mającym znaczenie w leśnictwie, dla którego opracowano syntetyczne feromony była brudnica mniszka. Obecnie istnieją już atraktanty tego typu dla wielu gatun-

ków szkodników. Dla uzupełnienia sugestywnej wymowy liczb — wielkich dla badawczego wysiłku i niezmiernie małych dla pozyskanego materiału — warto dodać, że siła wabiąca feromonu wyraża się jedną dziesięciomilionową częścią miligrama, wystarczającą do wabienia samców.

Koncepcja kombinowanych zabiegów znajduje pełny wyraz w najbardziej nowoczesnej i słusznej metodzie zintegrowanej. Opiera się ona na układzie szkodnik — roślina lub ujmując kwestię jeszcze szerzej choroba — ekosystem (względnie uprawa).

Działanie rozwija się w niej w dwóch kierunkach: maksymalnego wzmoczenia odporności rośliny lub uprawy oraz największego pogorszenia warunków egzystencji szkodników przy utrzymywaniu gotowości interwencji w przypadkach przerywania przez nie zapór odporności oraz zabiegów profilaktycznych. Stosowanie zintegrowanej metody wymaga dobrej znajomości biologii i ekologii szkodnika, jak również biegłości operowania środkami przeciwdziałania. W metodzie tej jednoczą się zabiegi agrotechniczne, uprawowe, biologiczne, a w miarę potrzeby i możliwości chemiczne i genetyczne.

Zbliżona pod względem założeń, ale swoista dla warunków leśnych jest ostatnio wprowadzana do praktyki zaprojektowana przez Instytut Badawczy Leśnictwa metoda ogniskowo-kompleksowa. Nosi ona charakter profilaktyczny, co jest możliwe przy długim okresie produkcyjnym w leśnictwie. Względne bogactwo gatunków, wchodzących w skład ekosystemów leśnych umożliwia operowanie zespołem zabiegów, zmierzających do zorganizowania spośród naturalnych prześladowców szkodników możliwie w danych warunkach zwartego i skoncentrowanego oporu środowiska. W praktycznym wdrażaniu tej metody zasadnicze znaczenie ma lokalizacja kompleksu zabiegów. Powierzchnie metody kompleksowej zakładane są mianowicie w potencjalnych, pierwotnych ogniskach gradacyjnych szkodników, czyli w tych kompleksach leśnych w których zazwyczaj zaczyna się zagęszczanie populacji szkodnika, gdzie jego gradacja przebiega najgwałtowniej i gdzie powstają najdotkliwsze zniszczenia. Zmiana punktów startu szkodników do masowych pojawów w punkty silnego oporu, innymi słowy przetwarzanie negatywów w pozytywy nie jest jedynym celem działania. Rozrzucone wśród monotonnych, jednogatunkowych i równowiekowych drzewostanów sosnowych kilkudziesięciopowierzchnie metody kompleksowej pełnią rolę magazynów naturalnych czynników warunkujących dynamiczne zrównoważenie się biocenozy, a w okresach kiedy bodźce do masowego pojawu roślinożerców są tak potężne, że nie pozostaje nic innego jak sięgnąć do drastycznej broni pestycydów wówczas powierzchnie te z reguły wyłączane z zabiegów chemicznych są miejscem azylu dla stosunkowo urozmaiconej fauny obliga-

tywnych lub fakultatywnych entomofagicznych drapieżców i pasożytów.

Układ czynników składających się na kompleks nie jest luźny. Wiąże się on samorzutnie w system wzajemnych zależności.

W uproszczonym schemacie powiązania te można przedstawić w sposób następujący: w remizach lub tzw. ogródkach będących centralnym fragmentem powierzchni metody kompleksowej występują gatunki drzew i krzewów, których dobór dyktowany jest kryteriami ich owocodajności (ptaki), miododajności (melitofagiczne pasożytnicze błonkówki i muchówki) i mszycodajności (trofobioza mrówki); dodatkowym walorem jest zdolność krzewienia się i wytwarzania gąszczu (drapieżne stawonogi, entomofagiczne kręgowce). Powstająca w ten sposób zróżnicowana baza pokarmowa sprzyja zagęszczaniu się populacji ptaków, stymulowanemu przez obfitość przysposobionych łęgówisk oraz pojników. Powstają także korzystne warunki troficzne dla sztucznie kolonizowanych mrówek.

Liczna obecność mrówek wpływa na silne zagęszczenie się populacji mszyc (trofobioza), co prowadzi do koncentracji związanych z mszycami entomofagów (*Ceccinellidae*, *Sirphidae*, *Chrysopidae* itp.) jak również pasożytów, korzystających w stadium imaginalnym ze spadzi (*Ichneumonidae*, *Tachinidae*). Zróżnicowanie i wzbogacenie entomofauny wzmacnia zasiedlanie terenu przez ptaki. Korzystne warunki znajdują także nietoperze.

Wpływy tak organizowanych punktów oporu promieniują na sąsiednie drzewostany.

Metoda kompleksowa nie jest teoretycznie wyimaginowaną kompozycją, lecz stanowi przedmiot a po części i owoc metodycznych i wszechstronnych badań, zmierzających do wzbogacenia zespołu czynników i sterowania nim w sposób uzasadniony potrzebami ochrony lasu.

Ochrona roślin pod względem swej problematyki oraz metod i sposobów rozwiązywania zadań coraz bardziej zbliża się do medycyny. Przy obecnym stanie wiedzy należy — każdy przypadek choroby rośliny lub konkretnego zbiorowiska roślin uprawnych traktować jako niepowtarzalny, mający własną historię powstania i sobie właściwy przebieg. Ten fakt najbardziej upodabnia nowoczesną ochronę roślin do medycyny.

Dzisiejszy specjalista z dziedziny ochrony roślin uchyla się od operowania w praktyce wyłącznie ogólnymi regułami. Są one uzasadnione jedynie w zakresie higieny, a częściowo i profilaktyki. W przypadku akutanicznej epifitozy lub gradacji szkodników prawidłowość terapii, a niekiedy i koniecznego zabiegu o typie chirurgicznym zależy od trafności rozeznania specyfiki konkretnego zjawiska chorobowego.

Tak już przed blisko pół wiekiem pojmował zadania lekarza roślin profesor Zygmunt Mokrzecki, kiedy podejmował koncepcję wewnętrznej terapii roślin.