POSTĘPY NAUK ROLNICZYCH
nr 2 (80) 1963

JERZY JÓZEFAT LIPA
Laboratorium Biologicznych Metod Walki IOR — Poznań

BIOLOGICZNE METODY OCHRONY ROŚLIN

I. WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się w ochronie roślin szczególne zainteresowanie biologiczną metodą walki. Złożyło się na to wiele przyczyn, z których głównymi jest niebezpieczeństwo dla zdrowia człowieka oraz problem chemizacji środowiska (Lipa 1958 a, 1960). Propagowane coraz szerzej tzw. kompleksowe metody walki ze szkodnikami roślin w swych założeniach opierałyby się właśnie na biologicznej, agrotechnicznej, mechanicznej i fizycznej metodzie, natomiast preparaty chemiczne stosowane byłyby tylko interwencyjnie, głównie celem uzupełnienia działalności pasożytniczych i drapieżnych owadów oraz chorobotwórczych mikroorganizmów (Koehler, 1959; Węgorek, 1959). Z praktycznych względów łatwiej jest operować dwoma elementami metody kompleksowej, tj. metodą biologiczną i chemiczną. Łączenie tych dwóch metod w jedną całość charakterystyczne jest dla ochrony roślin w USA, gdzie zwane ono jest zwalczaniem integrowanym (integrated control) (Stern et al, 1959). Metoda ta polega na stosowaniu zabiegów chemicznych głównie w wypadku, gdy ilość pasożytów i drapieżców lub stan zdrowotny populacji szkodnika wskazuje na to, iż liczebność owada osiągnie tzw. liczebność szkodliwą, przy której występują szkody gospodarcze. Metoda ta nie jest nową i w pojedynczych przypadkach była już dawno stosowana, zwłaszcza w ochronie lasu. Chodziłoby jednak o szersze niż dotąd wprowadzenie jej do ochrony roślin.

II. TEORETYCZNE PODSTAWY

Biologiczne zwalczanie szkodliwych zwierząt lub roślin opiera się na naturalnie występujących w przyrodzie zjawiskach antagonizmu, głównie drapieżnictwa i pasożytnictwa. Istniejąca w przyrodzie walka między ofiarą i drapieżcą lub żywicielem i pasożytem prowadzi w efekcie do wytworzenia się stanu zrównoważenia liczebności pasożyta i żywiciela. Ten stan zrównoważenia liczebności owada żywicielskiego i jego pasożyta lub drapieżcy nie jest czymś stałym lecz ulega ciągłym zmianom. Na przykład, gdy ilość pasożytów lub drapieżców zmniejsza się, liczebność roślinożernych szkodników wzrasta, co prowadzi do wystąpienia szkód

gospodarczych w uprawach atakowanych przez szkodniki. Odpowiednio też, gdy ilość pasożytów lub drapieżców wzrasta, liczebność szkodników zmniejsza się i szkody nie są obserwowane.

Zjawisko to jest zwłaszcza wyraźne przy szkodnikach, które występują masowo co kilka lat w tzw. gradacjach. Przykładem takiego owada może być niestrzęp głogowiec (*Aporia crataegi* L.) znany szkodnik drzew owocowych. Cykl gradacyjny niestrzępa wynosi przeciętnie 11 lat, z czego na okres właściwej gradacji, tj. masowego pojawu, na ogół przypada 3—4 lata, a przez pozostałe 7—8 lat liczebność jego jest bardzo niska.

Przyczyny masowych pojawów owadów nie są zbyt proste i dlatego też słabo poznane. Jedną z przyczyn mogą być biotyczne czynniki, poznanie więc ich roli w masowych pojawach owadów jest z punktu widzenia biologicznej walki ze szkodnikami bardzo pożądane.

Zagadnienie masowych pojawów *Aporia crataegi* L., zwłaszcza na tle jego gradacji w latach 1952—1957, było przedmiotem szerokich badań w Instytucie Ochrony Roślin, a uzyskane wyniki zostały już częściowo opublikowane (Lipa i Ruszkowski 1957a, b). Stwierdziliśmy, że w okresie poprzedzającym maksymalny poziom gradacji śmiertelność gąsienic niestrzępa w gniazdach, a więc podczas zimowania, jest znacznie niższa od śmiertelności w czasie gradacji. Maksimum śmiertelności przypada na 2 rok gradacji, a więc na maksymalną liczebność gąsienic niestrzępa w gniazdach. Wzrost śmiertelności i zmniejszenie liczebności gąsienic jest wynikiem nasilania się działania biotycznych czynników, takich jak owady pasożytnicze i drapieżne oraz mikroorganizmy chorobotwórcze.

Z punktu widzenia ochrony roślin interesuje nas intensyfikacja działania biotycznych czynników, inaczej bioregulatorów, na populację szkodnika celem zmniejszenia jego liczebności. Intensyfikację możemy osiągnąć różnymi sposobami, zależnie od tego, jaki czynnik wchodzi w grę. Może więc ona polegać na wypuszczaniu w terenie dużych ilości pasożytów lub drapieżców uprzednio wyhodowanych w insektarium. Możemy również stwarzać sprzyjające warunki dla powstawania epizoocji chorób lub zagęszczać populację pasożytów (Lipa, 1958). Możemy wreszcie wprowadzać do biocenozy nowe elementy, które bądź sprzyjają rozmnażaniu się miejscowych pasożytów i drapieżców, bądź mają niekorzystny wpływ na szkodnika. Ostatnia metoda jest niewątpliwie najciekawsza, ale i najtrudniejsza w realizowaniu.

Wspólną cechą wyżej wymienionych metod jest wykorzystanie antagonistycznych stosunków istniejących między różnymi gatunkami organizmów i z tego względu walkę biologiczną możemy rozpatrywać w układach pasożyt—żywiciel lub drapieżca—ofiara nie zapominając przy tym jednak, że operujemy tutaj populacjami.

W biologicznym zwalczaniu znalazły jednak zastosowanie nie tylko międzygatunkowe stosunki antagonistyczne, ale także i wewnątrzgatunkowe. Otóż w ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się stosunkom wewnątrzgatunkowym, a ściśle biorąc stosunkom między osobnikami odmiennej płci tego samego gatunku i wykorzystaniu tych zjawisk przy zwalczaniu owadów szkodliwych. Teoretyczną przesłanką tej metody jest to, że samice niektórych gatunków owadów kopulują tylko jednokrotnie, niezależnie od tego czy samiec był pełnowartościowy lub sterylny. W wypadku więc kopulacji ze sterylnym samcem samica składa niezapłodnione jaja, z których nie rozwijają się larwy. Wypuszczając więc w terenie uprzednio wysterylizowane samce w ilości znacznie przewyższającej ilość normalnych samców można doprowadzić do całkowitego wyniszczenia populacji danego owada. Metoda ta, ostatnio teoretycznie opracowana przez Kniplinga (1959), zastosowana była ze wspaniałym skutkiem w zwalczaniu muchy *Callitroga hominivorax* (Cqrl.) na wyspie Curacao. Niestety metoda ta ma dość ograniczony zakres stosowania, gdyż zakłada szereg warunków, które mogą być spełnione tylko przy nielicznych gatunkach owadów (Knipling, 1955). Wydaje się jednak, że ostatnie osiągnięcia w syntezie związków chemicznych, posiadających własności sterylizujące względem samców, otwierają dość obiecującą przyszłość dla tej metody.

Różne aspekty biologicznego zwalczania, zwłaszcza owadów, możemy znaleźć w publikacjach Franza (1961), Rubcowa (1951), Sandera (1955, 1959), Sweetmana (1958), Szmidta (1956) i Wiąckowskiego (1958).

III. BIOLOGICZNE ZWALCZANIE ZWIERZĄT

A. Zwalczanie owadów

1. Wykorzystanie mikroorganizmów

Jednym z najżywiej rozwijających się w ostatnich latach działów biologicznej metody jest wykorzystanie mikroorganizmów dla zwalczania owadów. Największe osiągnięcia zanotowano tutaj przy bakteriach, a wprowadzenie na rynek insektycydów zawierających w swym składzie bakterię *Bacillus thuringiensis* Berliner niewątpliwie zmieni dotychczasowe zalecenia ochrony tych roślin, na których pozostałości chemiczne były szczególnie niepożądane.

Lista handlowych insektycydów zawierających w swym składzie *B. thuringiensis* obejmowała już w 1958 r. kilka preparatów, m. in. „Thuricide" i „Biotrol" produkowane w USA oraz „Enterobakterin 3" produkowany w Związku Radzieckim. Obecnie lista ta jest znacznie obszerniejsza i obejmuje kilkanaście preparatów.

Stosunkowa łatwość hodowania na sztucznych pożywkach czyni z bakterii najbardziej potencjalną grupę mikroorganizmów w wykorzystaniu do produkcji mikrobiologicznych insektycydów. Wśród bakterii na pierwsze miejsce wybijają się gatunki z rodzaju *Bacillus,* które znalazły już szerokie zastosowanie w ochronie roślin (Lipa, 1960, 1962).

Mechanizm fizjologicznego działania *B. thuringiensis* na owady został poznany dość niedawno. Ogólnie można stwierdzić, że toksyczność bakterii dla owada związana jest z obecnością kryształu, który powstaje równocześnie ze sporą w komórce bakteryjnej. Spożyte przez owady białko budujące kryształ powoduje rozklejanie się substancji spajającej komórki nabłonka jelita środkowego, a przez powstałe „szpary" przenika alkaliczna treść jelita do jamy ciała. Wynikiem tego jest wzrost pH krwi, co prowadzi do ogólnego paraliżu ciała owada. Jest to jedna z trzech opisanych niedawno przez Heimpel'a i Angus'a (1959) odmian reakcji organizmu owada na toksynę budującą kryształ. Taki mechanizm działania na owada sugeruje również dalszy kierunek badań, które powinny niewątpliwie pójść w kierunku poznania chemicznych i fizycznych własności ciała białkowego budującego kryształ. Ewentualna udana synteza związku chemicznego, o zbliżonym do proteiny działaniu na owady, miałaby duże pozytywne konsekwencje dla ochrony roślin. Byłby to niewątpliwie preparat o skuteczności równej DDT, ale przewyższający go brakiem tzw. problemu pozostałości chemicznych, który tak ostro występuje przy wielu chemicznych insektycydach.

Lista gatunków owadów wrażliwych na toksynę i chorobotwórcze działanie *B. thuringiensis* jest obszerna i obejmuje przeszło 50 gatunków owadów, z których wiele jest szkodnikami roślin (Lipa, 1960). Fakt ten podnosi wartość preparatu, gdyż umożliwia zastosowanie go na wielu roślinach przeciw wielu szkodnikom.

Również inne mikroorganizmy przedstawiają dużą wartość dla mikrobiologicznej metody walki.

Grzyby, podobnie jak bakterie, z uwagi na łatwość hodowania na sztucznych pożywkach są przedmiotem intensywnych badań pod kątem wykorzystania ich do zwalczania owadów. Jedną z najlepiej poznanych grup są gatunki z rodzaju *Beauveria.* Próby nad ich wykorzystaniem czyniono również i w Polsce ale, jak dotąd, ich rezultaty nie stworzyły podstaw do szerszego ich wykorzystania. Z nowszych badań na uwagę zasługuje publikacja Karpińskiego (1950), który badał możliwość zastosowania *Beauveria densa* Pic. przeciw pędrakom *Melolontha* spp., oraz Błońskiej (1957) nad zwalczaniem stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) przy pomocy *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.

Pierwotniaki są również ciekawym obiektem badań, przy czym do-

tyczy to głównie *Microsporidia,* które wśród *Sporozoa* są najbardziej chorobotwórcze dla owadów. W e i s e r (1957) z dobrym skutkiem stosował mikrosporidia przeciw *Hyphantria cunea* D r u r y. L i p a (1963) stwierdził, że pierwotniaki wywołują znaczną śmiertelność w populacjach wielu gatunków szkodliwych owadów. Pierwotniaki są jedną z mniej poznanych grup ale dotychczasowe badania wskazują na ich dużą potencjalną wartość dla mikrobialnej metody (L i p a, 1957).

Przy wirusach obserwowano niezwykle udane przypadki wykorzystania ich w zwalczaniu owadów. Najciekawszych przykładów dostarczają badania B i r d a (1953) nad zwalczaniem *Neodiprion sertifer* G e o f f r. Opryskując drzewa zawiesiną wirusa, B i r d uzyskał śmiertelność owadów w granicach 100%.

Riketsje i nicienie znajdą niewątpliwie również duże zastosowanie przy zwalczaniu owadów, wymagają one jednak dalszych studiów.

Poważną przeszkodą w szerszym wykorzystaniu wirusów, riketsji i pierwotniaków są trudności w uzyskaniu większej ilości infekcyjnego materiału, gdyż mikroorganizmy te nie dają się hodować na sztucznych pożywkach. Problem ten zostanie niewątpliwie rozwiązany przy pomocy sztucznej hodowli tkanek owadów, a opanowanie tej metody pozwoli hodować większość tych mikroorganizmów, które na sztucznych pożywkach nie rosną.

Najciekawszym niewątpliwie zagadnieniem w mikrobiologicznej metodzie, i wymagającym jeszcze dokładnych badań, są czynniki warunkujące powstawanie i przebieg choroby w organizmie owada. Podobnie jak rośliny, owady wykazują ukryte infekcje wirusowe, tzw. latentne, które przy pewnej kombinacji czynników zewnętrznych lub wewnętrznych przechodzą w postać ostrą, kończącą się śmiercią owada. Wspomniane zagadnienie, jak również zagadnienie epizootiologii chorób owadów, są niewątpliwie kluczowymi problemami mikrobiologicznej metody zwalczania (S t e i n h a u s 1954, 1958; T a n a d a, 1962).

Wykorzystanie mikroorganizmów w zwalczaniu owadów może mieć również miejsce przez równoczesne stosowanie mikroorganizmów i insektycydów chemicznych, np. DDT lub HCH. Stwierdzono bowiem tutaj zjawisko synergizmu polegające na tym, że owady np. *Cleonus punctiventris* G e r m. i *Otiorrynhus ligustici,* opanowane przez grzyby lub pierwotniaki, są bardziej wrażliwe na działanie DDT niż owady zdrowe (R o s i c k y, 1951; T i e l e n g a, 1959).

Niewątpliwie jedną z najbardziej korzystnych cech preparatów zawierających w swym składzie mikroorganizmy jest ich zupełna nieszkodliwość dla człowieka i innych kręgowców (F i s h e r i R o s n e r, 1959; S t e i n h a u s, 1959). Tym też, między innymi, należy tłumaczyć duże zainteresowanie wykorzystaniem ich do zwalczania owadów.

2. Wykorzystanie owadów pasożytniczych i drapieżnych

Wśród licznej grupy zwierząt, które wykorzystuje się w biologicznej walce, pierwsze miejsce zajmują owady. Wykorzystanie pasożytniczych i drapieżnych owadów w ochronie roślin datuje się na około 1000 lat temu. Obecnie znamy szereg klasycznych przykładów udanego wykorzystania pasożytniczych lub drapieżnych owadów przeciw owadom szkodliwym (Franz, 1961; Sweetman, 1958).

Metoda wykorzystania pasożytniczych owadów ma również swoją historię w Polsce. Gdy w latach dwudziestych pojawiła się w Polsce *Eriosoma lanigerum* Hausm., sadom naszym groziło poważne niebezpieczeństwo. Korzystając więc z doświadczeń innych krajów, sprowadzono z zagranicy pasożytniczą bleskotkę *Aphelinus mali* Hald., która w międzyczasie również w sposób naturalny przedostała się na nasze tereny (Ciślik i Kawecki, 1935). Pasożyt zaklimatyzował się dobrze a rozprzestrzeniając się następnie w wielu sadach poważnie zmniejszył liczebność szkodliwej mszycy.

Przytoczony wyżej przykład oraz inne przypadki dostarczają pewnych teoretycznych przesłanek tej metody, zwanej introdukcją. W tym przypadku mieliśmy do czynienia ze szkodnikiem, który zawleczony na nowy teren, nie znajdując naturalnych wrogów, gwałtownie się rozmnożył. Dopiero po sprowadzeniu z jego pierwotnej ojczyzny pasożytów lub drapieżców i wypuszczaniu ich w terenie, liczebność szkodnika i szkody przez niego wyrządzane zmniejszyły się. A więc w przypadku owadów zawleczonych, biologiczna walka z nimi w pierwszej fazie polega na poszukiwaniu pasożytniczych i drapieżnych owadów lub organizmów chorobotwórczych na terenach będących właściwą ojczyzną szkodników. Dalszymi etapami jest sprowadzenie tych organizmów, a następnie masowa hodowla i wypuszczenie na nowym terenie (Clausen, 1958).

Zawleczonym owadem do Europy jest także stonka ziemniaczana (*Leptinotarsa decemlineata* Say), która nie posiada tutaj, a także i w Polsce, ważnych wrogów naturalnych. Wzorem innych państw również i w Polsce w Instytucie Ochrony Roślin podjęto w 1959 r. masową hodowlę drapieżnego pluskwiaka *Perillus bioculatus* (Fabr.), oraz uwalniania go w terenie celem aklimatyzacji w naszych warunkach klimatycznych. Pozytywne zakończenie tych prac niewątpliwie powiększyłoby kompleks dotychczas stosowanych w Polsce metod walki ze stonką ziemniaczaną (Węgorek i Szmidt, 1962).

Ciekawym zagadnieniem, a jednocześnie mającym olbrzymie znaczenie praktyczne dla biologicznej metody, są tzw. biologiczne rasy pasożytów. Niejednokrotnie nie dają się one morfologicznie odróżniać jedna od dru-

giej, ale atakują one dwa różne owady żywicielskie. Wiele przykładów takich ras można znaleźć u gatunków z rodzaju *Trichogramma*. Sukces lub ewentualne niepowodzenie metody biologicznej może zależeć właśnie od znajomości ras pasożyta. Powyższy fakt wskazuje również na konieczność sprowadzenia pasożytów z wielu geograficznych rejonów, gdyż użycie owadów tylko z jednego źródła może z góry przekreślić możliwość uzyskania pożądanych wyników.

Sprowadzenie pasożytów i drapieżców oraz ich kolonizowanie, tj. metoda introdukcji, wymaga zachowania pewnych ostrożności. Trzeba mianowicie zwrócić uwagę na niebezpieczeństwo zawleczenia również pasożytów drugiego rzędu, co utrudniałoby działalność właściwych pasożytów.

Najczęściej spotykaną formą biologicznego zwalczania jest wypuszczanie w terenie dużej ilości pasożytów lub drapieżców. Z tego też względu opracowanie taniej i łatwej metody masowej hodowli drapieżców i pasożytów jest jednym z ważniejszych etapów w opracowywaniu biologicznej metody zwalczania jakiegoś szkodnika.

Podstawowym problemem przy hodowli każdego organizmu jest zwykle tania metoda produkcji pokarmu. W wypadku pasożytniczych lub drapieżnych owadów pokarmem takim są ich owady żywicielskie. Stwierdzenie, że wiele tarczników, które normalnie atakują drzewa cytrusowe, może rozwijać się na kiełkach ziemniaków lub owocach dyniowatych było ogromnym „skokiem" w biologicznej metodzie walki z tymi szkodnikami. Bowiem dzięki poznaniu takiej możliwości hoduje się w insektarium miliony pasożytów lub drapieżców na owadach żywicielskich karmionych innym pokarmem niż naturalnym.

W wielu wypadkach z dużym sukcesem stosowano sztuczne pożywki dla owadów żywicielskich oraz pasożytów i drapieżców, przy czym dodawanie do pożywek pewnych witamin znacznie zwiększyło płodność samic (S w e e t m a n, 1958).

Niezwykle ważnym elementem w biologicznym zwalczaniu owadów jest ochrona miejscowych entomofagów. Realizuje się to wieloma metodami, z których główną jest stwarzanie sprzyjających warunków dla wzrostu liczebności wielu entomofagów lub ich zagęszczenie na jakimś terenie.

W tym kierunku szły też badania nad biologicznym zwalczaniem szkodników drzew liściastych prowadzone w Instytucie Ochrony Roślin oraz Instytucie Badawczym Leśnictwa. Stosując dość prostą metodę tzw. otwartych insektariów, zagęszczano na wybranych terenach pasożytnicze owady oraz stwarzano warunki sprzyjające występowaniu epizootii chorób. Uzyskane wyniki przy zwalczaniu *A. crataegi* L. *Euproctis chrysorrhoea* L. były dość zadowalające (L i p a, 1958 a).

Przy omawianiu owadów pożytecznych nie można zapominać o mrówkach, wśród których znamy szereg gatunków związanych z uprawami rolnymi lub leśnymi. Nie wszystkie jednak mrówki są dla nas pożyteczne. Wiele gatunków, wykorzystując słodkie wydaliny mszyc lub czerwcowatych, otacza z kolei opieką te owady utrudniając pasożytom i drapieżcom ich niszczenie. W Kalifornii obserwowano fakt, że na drzewach zamieszkałych przez mrówki *Iridomyrmex humilis* Mayr. liczebność szkodnika *Aonidiella aurantii* (Mask) była 24-krotnie wyższa niż na drzewach nie zamieszkałych przez mrówki. W wielu wypadkach więc dopiero po uprzednim wyniszczeniu niepożądanego gatunku mrówek możliwa jest biologiczna walka ze szkodnikiem (Clausen, 1958).

Ogólnie trzeba powiedzieć, że znaczenie mrówek w ochronie roślin jest na ogół nie doceniane. Szereg gatunków mrówek odgrywa dużą rolę w niszczeniu szkodliwych owadów, np. *Aporia crataegi* L. (Ruszkowski 1958). W leśnictwie kolonizują się mrówki z rodzaju *Formica* i niejednokrotnie uzyskano dobre rezultaty w ochronie lasu.

IV. BIOLOGICZNE ZWALCZANIE CHWASTÓW

Jakkolwiek biologiczne zwalczanie chwastów opiera się na tych samych zasadach co zwalczanie owadów, to jednak czynniki, które muszą być tutaj uwzględnione, są daleko bardziej skomplikowane. Wykorzystujemy bowiem przy tym roślinożerne gatunki owadów lub fitopatogenne mikroorganizmy, a więc potencjalne patogeny uprawianych roślin. Tym też należy tłumaczyć dużą ostrożność, z jaką odnoszą się do tej metody entomologowie i rolnicy. Huffaker (1958) dość obszernie rozważa zagadnienie wiążące się z biologiczną walką z chwastami.

Wykorzystane przy tej metodzie gatunki roślinożernych owadów powinny odznaczać się skrajnym monofagizmem, to jest żerować tylko na tej roślinie, którą traktujemy jako chwast. Owad ten nie powinien także posiadać ważnych pasożytów lub drapieżców oraz chorób, które uniemożliwiałyby wzrost jego populacji.

Mimo tych przeszkód znamy szereg udanych przykładów wykorzystania na szeroką skalę owadów do zwalczania chwastów (Sweetman, 1958). Na przykład sprowadzenie do Australii motyla *Cactoblastis cactorum* Berg. przeciw roślinom *Opuntia* spp. uratowało około 15 milionów hektarów dla rolnictwa.

Zainteresowanie biologiczną walką z chwastami, w związku z ostatnimi osiągnięciami w chemicznym zwalczaniu chwastów, poważnie zmniejszyło się. Jednakże w przypadku niektórych chwastów biologiczne zwalczanie jest najbardziej skuteczną ze znanych metod.

V. BIOLOGICZNE ZWALCZANIE CHORÓB ROŚLIN

Ten dział biologicznej walki jest bardzo słabo znany. Należy jednak spodziewać się, że przy bliższych badaniach znajdzie się szereg możliwości, z których niewątpliwie część znajdzie poważne praktyczne zastosowanie (A f r i k j a n, 1956).

Można jednak dać kilka pozytywnych przykładów zastosowania tej metody do zwalczania chorób roślin. Będzie to więc wykorzystanie odmian odpornych, usuwanie roślin będących żywicielami pośrednimi dla wielu chorób lub wreszcie wykorzystanie antybiotyków. Dwie pierwsze grupy przykładów są często zaliczane do działu agrotechnicznej lub hodowlanej metody walki, podczas gdy trzecia do metody chemicznej.

Przy wprowadzaniu odmian odpornych wykorzystujemy jednak organizm żywy, co prawda często nie celem bezpośredniego zabicia patogena, ale dla stworzenia niesprzyjających warunków dla rozwoju choroby. Wykorzystanie odmian odpornych trafia już od dawna jako osobny rozdział do podręczników omawiających biologiczne zwalczanie owadów (S w e e t m a n, 1958).

Przykładem wykorzystania mikroorganizmów do walki z patogenami roślin mogą być grzyby produkujące antybiotyczne substancje. Jednakże zamiast stosowania wodnych zawiesin grzybów, tak jak w mikrobiologicznej walce z owadami, możemy używać oczyszczonych preparatów noszących w farmacji nazwę antybiotyków. Stosując je, w licznych wypadkach uzyskano dobre rezultaty w zwalczaniu lub zapobieganiu chorobom roślin.

Szczególne perspektywy otwierają się przed biologiczną walką z patogenami, których stadia spoczynkowe lub pewne etapy ich rozwoju przebiegają w glebie. Zmieniając mikroflorę gleby w kierunku zwiększenia liczebności grzybów lub bakterii produkujących antybiotyczne substancje, będzie można poważnie zmniejszyć zasiedlenie gleby przez chorobotwórcze grzyby, np. *Rhizoctonia solani* lub chorobotwórcze bakterie. Walka biologiczna z mikroorganizmami chorobotwórczymi opiera się więc na zjawiskach antybiozy, które w ostatnich latach są przedmiotem licznych badań. Dużo uwagi poświęca się temu zagadnieniu w Instytucie Ochrony Roślin. Badania te, prowadzone pod kierunkiem prof. dr K. M a ń k i, nie weszły jednak jeszcze w etap praktycznego wykorzystania zjawisk antybiozy w zwalczaniu chorób roślin.

VI. BIOLOGICZNA WALKA W UJĘCIU BIOCENOLOGICZNYM

Z dotychczasowej praktyki biologicznej walki ze szkodliwymi owadami lub chwastami wynika, że metoda ta realizowana jest obecnie głównie przez sprowadzanie i kolonizację pożytecznych owadów, ma-

sowe rozmnażanie miejscowych entomofagów i uwalnianie ich w terenie lub stosowanie mikroorganizmów przeciw owadom. Zabiegi te mają w znacznej mierze charakter terapeutyczny i niejednokrotnie ich skuteczność jest krótkotrwała i jednorazowa. Z tego też względu muszą być wielokrotnie powtarzane w sezonie, ażeby uzyskać pełną skuteczność zwalczania szkodnika.

Niewątpliwie daleko bardziej interesujące są te zabiegi w biologicznej walce ze szkodnikami, które mają charakter profilaktyczny. Tutaj przechodzimy do zagadnienia przebudowy biocenozy lub zmiany pojedynczych jej elementów w takim kierunku, aby stworzyć warunki sprzyjające wzrostowi liczebności pożytecznych owadów i mikroorganizmów utrzymujących szkodliwe organizmy na nieszkodliwym poziomie. Próby takie są prowadzone i chociaż mają one jeszcze charakter wyrywkowy, to jednak zanotowano tu pewne sukcesy.

Leśnictwo dostarcza nam najwięcej przykładów z tej dziedziny. Najklasyczniejszym przykładem tego jest ochrona ptactwa przez rozwieszanie domków lęgowych oraz karmików. Wprowadzenie do lasu drapieżnych mrówek jest również zmianą biocenozy w kierunku wzbogacenia jej w pożyteczne dla nas elementy. Następnym przykładem może być wprowadzanie do poszycia leśnego tych roślin, które służą jako kryjówki dla pożytecznych owadów lub dostarczają im pokarmu w postaci pyłku kwiatowego i nektaru. Takie wzbogacenie biocenozy może mieć miejsce nie tylko w lesie ale również w uprawach polowych.

Zmiany biocenozy mogą również iść w kierunku usunięcia tych elementów, najczęściej roślin, które sprzyjają pojawom szkodnika. Przy zwalczaniu mszyc celowe jest usuwanie tych roślin, na których rozwijają się niektóre ich generacje, np. zimowe lub letnie.

Odpowiednimi zmianami w biocenozie można również skutecznie zwalczać choroby roślin. Na przykład usuwanie berberysu (*Berberis* spp.) obniża gospodarcze szkody wyrządzane przez *Puccinia graminis* Pers.

Do tej kategorii posunięć należy także zaliczyć całą grupę zabiegów celem wywołania zmian w mikroflorze gleby w kierunku zwiększenia liczebności organizmów produkujących antybiotyki. Wynikiem tego jest usunięcie lub zmniejszenie liczebności mikroorganizmów patogenicznych dla roślin (Afrikjan, 1956). Wprowadzenie do gleby grzybów nicieniobójczych lub zwiększenie ich liczebności w glebie może być również ważnym elementem zwalczania szkodliwych nicieni.

VII. WALKA BIOLOGICZNA A CHEMICZNA OCHRONA ROŚLIN

W praktyce biologicznej walki niewątpliwie na pierwsze miejsce wysuwa się zagadnienie właściwego stosowania insektycydów w zabiegach

ochrony roślin. Niejednokrotnie obserwowano bowiem takie nieoczekiwane zjawisko, jak wzrost liczebności owada, przeciw któremu zabiegi chemiczne były prowadzone, lub masowe pojawy, a związane z tym ogromne szkody wyrządzane przez owady, które przedtem nie były szkodliwe.

Przyczyny tych zjawisk zostały poznane i stwierdzono, że działanie insektycydów na pożyteczne owady jest w wielu wypadkach znacznie silniejsze niż na szkodnika. Uwolniony więc od swych pasożytów i drapieżców szkodnik rozmnaża się bez przeszkód wyrządzając duże szkody. Przykłady tego są dość liczne, a do bardziej znanych należą masowe pojawy roślinożernych roztoczy na drzewach opryskiwanych DDT. W badaniach prowadzonych w naszym Instytucie stwierdzono, że na drzewach, które w okresie bezlistnym były opryskiwane karboliną lub krezotolem, przy końcu okresu letniego populacja *Paratetranychus pilosus* C. et F. była 6—7 razy wyższa od jego populacji na drzewach nie opryskiwanych (Ruszkowski, Wojnarowska i Lipowa, 1956). Zaobserwowanie tych niepożądanych zjawisk spowodowało nie tylko wprowadzenie zmian w zalecanych przedtem przepisach ochrony roślin, ale także wzmogło zainteresowanie tzw. systemicznymi insektycydami.

Z zagadnieniem omówionym powyżej wiąże się ściśle wspomniana we wstępie chemiczno-biologiczna metoda opierająca się na tym, że zarówno insektycydy, jak i pożyteczne owady, odgrywają poważną rolę w ochronie roślin. Celem tej metody jest więc opracowanie takich zasad stosowania insektycydów, przy których szkodliwy ich wpływ na pożyteczne owady byłby najmniejszy.

VIII. POTRZEBA MIĘDZYNARODOWEJ WSPÓŁPRACY

Biologiczna metoda walki ze szkodnikami, jak żadna inna z metod ochrony roślin, wymaga międzynarodowej współpracy. Otrzymywanie pasożytów, niejednokrotnie z innych kontynentów, wymaga ścisłej współpracy entomologów wielu krajów. Bardzo istotna jest też szybka i pełna informacja zarówno odnośnie rezultatu poszukiwań, jak również i metod hodowli pasożytów.

Usprawnieniu i powiązaniu wysiłków w badaniach nad biologiczną metodą walki służy w Europie Commission Internationale de la Lutte Biologique (C. I. L. B.), grupująca państwa Europy Zachodniej, Afryki i Azji Mniejszej. Kraje europejskie mają zbliżone, jeśli nie identyczne, problemy ochrony roślin. Łączą je także zbliżone problemy biologicznej walki z owadami. Byłoby więc niezmiernie pożądane, aby również Polska przystąpiła do C. I. L. B.

LITERATURA

1. Afrikjan, E. K. 1956. Pierspiektiwy w borbie z bolezniami sielskochoziajstwiennych kultur. Izw. AN Armiansk. SSR, nr 1 : 15—25.
2. Bird, F. T. 1953. The use of a virus disease in the biological centrol of the European Pine Sawfly, *Neodiprion sertifer* (Geoffr.). Can Entomol. 135 : 437—446.
3. Błońska, A. 1957. Patogeniczne grzybki stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) z rodzaju *Beauveria*. Roczniki Nauk Rolniczych 74 A : 359—372.
4. Ciślik, W., Kawecki, Z. 1935. Das spontane Auftreten der Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* Hald. in Polen. Bull. Acad. Polon. Sci. Lett. Seria B : 343—345.
5. Clausen, C. P. 1958. Biological control of insect pests in the continental United States. Techn. Bull. No. 1139, USDA, Washington, 151 pp.
6. Fisher, R., Rosner, L. 1959. Toxicology of the microbial insecticides, Thuricide. J. Agr. Food Chem. 7 : 686—688.

6a. Franz, J. 1961. Biologische Schädlingsbekämpfung. W. „Handbuch der Pflanzenkrankheiten". t. 6 ss. 1—302. Parey.

7. Heimpel, A. M., Angus, T. A. 1959. The site of action of crystalliferous bacteria in *Lepidoptera* larvae. J. Insect Pathol. 1 : 152—170.
8. Huffaker, C. B. 1959. Biological control of weeds with insects. Ann. Rev. Entomol. 4 : 251—276.
9. Karpiński, J. J. 1950. Zagadnienie walki z chrabąszczem za pomocą grzyba *Beauveria densa* Pic. Ann. Universit. Mariae Curie-Skłodowska 6 : 29—73.
10. Koehler, W. 1959. Perspektywy nowoczesnej ochrony lasu. Ekologia Polska B, 5 : 111—125.
11. Knipling E. F., 1955. Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile males. J. Econom. Entomol. 48 : 459—462.

12 Knipling E. F., 1959. Sterile-male method of population control. Science 130 : 902—904.

13. Lipa J. J., 1957. Observations on the development and pathogenicity of the parasite of *Aporia crataegi* L (*Lepidoptera*) — *Nosema aporiae* n. sp. Acta Parasitol. Polonica, 5 : 559—584.
14. Lipa J. J., 1958a. Biołogiczeskij mietod borby s bojarysznicoj i złatoguzkoj. Zaszczita Rastienij ot Wreditielej i Boliezniej, nr 4 : 48—49.
15. Lipa J. J., 1958b. Ochrona roślin a zdrowie człowieka. Postępy Nauk Rolniczych, nr 5 : 3—15.
16. Lipa J. J., 1960. Mikrobiologiczne Insektycydy. Postępy Nauk Roln., nr 3 : 21—34.
17. Lipa J. J., 1962. Zwalczanie kilku szkodników kapustnych handlowymi preparatami mikrobialnymi (Biotrol 25 W i Thuricide WP) zawierającymi bakterię *Bacillus thuringiensis*. Biul. Inst. Ochr. Roślin, nr XVI : 235—256.
18. Lipa J. J., 1963. Studia inwazjologiczne i epizootiologiczne nad kilkoma gatunkami pierwotniaków z rzędu *Microsporidia* pasożytującymi w owadach. Prace Naukowe IOR, 5.
19. Lipa J. J., Ruszkowski A., 1957a. Badania nad zmianami śmiertelności *Aporia crataegi* L. w kolejnych latach masowego pojawu (1952—1957) w Polsce. Zeit. Pflanzenkrankh. 64 : 568—572.

20. Lipa J. J., Ruszkowski A., 1957b. Obserwacje nad zmianami śmiertelności *Aporia crataegi* L. Ekologia Polska, Seria B, 3 : 231—237.
21. Rosicky B., 1951. Nosematosis of *Otiorrhynchus ligustici.* II. The influence of the parasitization by *Nosema otiorrhynchi* Weiser 1951 on the susceptibility of the beetles to insecticides. Vestnik Cs. zoologicke spolecnosti, 15 : 219—234.
22. Rubcow, I. A. 1951. Biologiczna metoda walki ze szkodliwymi owadami. PWRL. Warszawa, 346 pp.
23. Ruszkowski A., Wojnarowska P., Lipowa I., 1957. Wpływ następczy opryskiwania zimowego jaj na populację przędziorka owocowca (*Paratetranychus pilosus* C. and F) i niektórych jego wrogów naturalnych. Biul. Inst. Ochr. Roślin, nr 1 : 129—137.
23a. Ruszkowski, A. 1958. Obserwacje nad wrogami naturalnymi niestrzępa głogowca (*Aporia crataegi* L.) w latach 1954—55. Biul. Inst. Ochr. Roślin 3 : 63—67.
24. Sandner H., 1955. O biologicznych metodach walki ze szkodnikami. PZWS. Warszawa. 64 pp.
25. Sandner H., 1959. Stan obecny oraz perspektywy i kierunki rozwoju metod biologicznych. Ekologia Polska, Seria B, 5 : 3—22.
26. Steinhaus E. A., 1954. The effect of disease on insect populations. Hilgardia 23 : 197—261.
27. Steinhaus E. A., 1958. Stress as a factor in insect diseases. Proc. Tenth Intern. Congr. Entomol., Montreal 1956, 4 : 725—730.
28. Steinhaus E. A., 1959. On the improbability of *Bacillus thuringiensis* Berliner mutating to forms pathogenic for vertebrates. J. Econom. Entomol. 52 : 506—508.
29. Stern V. M., Smith R. F., Van den Bosch R., Hagen K. M., 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29 : 81—101.
30. Sweetman H. L., 1958. The Principles of Biological Control. Wm. C. Brown Co., Dubuque, 560 str.
31. Szmidt A., 1956. Walka biologiczna ze szkodnikami w leśnictwie i rolnictwie. PTPN. Poznań. 48 pp.
32. Tanada Y., 1963. Epizootiology. W „Insect Pathology: An Advanced Treatise" (E. A. Steinhaus, ed.). Academic Press. New York.
33. Telenga N. A., 1959. Die Anwendung der Muskardinpilze im Verein mit Insektiziden für die Bekämpfung der Schädlingsinsekten. Trans. Ist Intern. Conf. Insect Pathology and Biological Control, Praha 1958, 653.
34. Weiser J., 1957. Moznosti biologickeho boje s prastevnickem americkym (*Hyphantria cunea* Drury) — III. Ceskoslovenska Parasit. 4 : 359—367.
35. Węgorek W., 1959. Kompleksowe metody walki ze szkodnikami i chorobami roślin. Ekologia Polska, Seria B, 5 : 127—137.
36. Węgorek W., Szmidt A., 1962. Próby aklimatyzacji *Perillus bioculatus* Fabr. (*Heteroptera, Pentatomidae*) w Polsce. Biul. Inst. Ochr. Roślin, nr XVII : 7—27.
37. Wiąckowski S., 1958. O możliwościach biologicznego zwalczania szkodliwych owadów w Polsce. Sylwan, 2 : 36—53.