

JERZY J. LIPA, STEFAN PRUSZYŃSKI
Laboratorium Biologicznych Metod Walki IOR — Poznań

BIOLOGICZNE METODY ZWALCZANIA CHWASTÓW

WSTĘP

Jakkolwiek chwasty towarzyszą rolnikowi od początku jego historii, dopiero w ostatnich dziesięcioleciach stały się one problemem na olbrzymią skalę. Kilka wieków wstecz rolnik widząc zachwaszczone pole mógł je zostawić, palił i karczował las w nowym miejscu i w ten sposób unikał walki z niepożądaną roślinnością. Tania siła robocza i nadmiar rąk do pracy w rolnictwie rozwiązywały ten problem również w latach późniejszych. Dodatkowym wyjściem był wtedy czarny ugór w płodozmianach, który dobrze utrzymany zwalczał masę chwastów.

Konieczność szybkiego zwiększania produkcji rolnej sprawiła, że problem chwastów stawać się począł coraz bardziej ważnym. „Wojna chwastom”, „Chcąc podnieść naszą kulturę rolną musimy się chwastów pozbyć” nawoływali polscy naukowcy w okresie przedwojennym. Prymitywne jeszcze wtedy metody walki z chwastami, polegające najczęściej na ciężkiej pracy fizycznej, utrudniały tę walkę i jednocześnie wymagały od rolnika maksymalnego nakładu pracy.

Po II wojnie światowej chemia dokonała poważnej rewolucji w zwalczaniu chwastów, chorób i szkodników roślin. Herbicydy — związki chemiczne niszczące chwasty — znalazły sobie szybko miejsce w praktyce rolniczej. Wygodne w użyciu i zapewniające niemal błyskawiczną poprawę sytuacji, stały się wielkim sprzymierzeńcem rolnika a zasięg ich stosowania coraz bardziej się powiększa. Otrzymawszy do ręki „wygodną broń”, rolnik zaczął z niej w pełni korzystać a sukcesy osiągnięte w stosowaniu herbicydów zdawały się powoli uważać problem za rozwiązany.

Kij ma jednak zawsze dwa końce. Masowe i nadmierne stosowanie herbicydów i innych pestycydów w agrocenozach jest i dla człowieka i środowiska, w którym żyje, bardzo szkodliwe (Świętochowski, 1964, 1966; Węgorek, 1966). Zmusza to nas do szukania nowych rozwiązań oraz do spojrzenia nie tylko na bezpośrednie korzyści ale również na całość zagadnienia. Szczególnie interesujące są tutaj sukcesy osiągnięte w zwalczaniu chwastów bez zastosowania środków chemicznych. Osiągamy to w oparciu o prawa biologiczne, które omówimy w niniejszym artykule.

POCHODZENIE I SZKODLIWOŚĆ CHWASTÓW

Lista roślin uważanych za szkodliwe jest olbrzymia i obejmuje gatunki z większości znanych rodzin roślin. Nowiński (1955) wymienia w swej pracy 639 gatunków roślin naczyniowych zielnych, uważanych za chwasty segetalne i rośliny ruderalne, nie obejmując jednocześnie w swym wykazie chwastów łąkowych i krzewów. Pochodzenie tych roślin oraz sposób, w jaki trafiły na nasze pola uprawne, jest różny. Częściowej odpowiedzi na to zagadnienie może udzielić podział chwastów podany za Nowińskim:

A p o f i t y — gatunki krajowe, które występują w miejscowych środowiskach naturalnych i jako chwasty są zbiegami z tych środowisk.

A r c h e o f i t y — rośliny synantropijne, które już w czasach przedhistorycznych związane były z człowiekiem i jego działalnością.

E r g a z i o f i g o f i t y — rośliny obce, które w miejscowej florze pojawiły się w czasach najnowszych i nie zdążyły się jeszcze w pełni zadomowić.

E p e k o f i t y — rośliny obce, które jako chwasty przywędrowały niedawno, w każdym razie w czasach historycznych.

Zajmijmy się bliżej epekofitami i ergaziofigofitami. W obu wypadkach są to rośliny obce, które różnymi drogami dostały się na nowe tereny. Wiele z nich na przestrzeni lat przez powolną ekspansję zajmowało coraz to większe obszary. Pospolity u nas starzec wiosenny (*Senecio vernalis* W. K.) pochodzi z Azji Zachodniej. W przeciągu 250 lat (w roku 1726 zaobserwowano go w Prusach Książęcych) powolnym marszem dotarł przez całą Europę do brzegów Atlantyku. Podobnie „wędrował” przez Europę z Bliskiego Wschodu pieprzycznik przydrożny (*Cardaria draba* Desv.) i wiele innych roślin. Przyspieszały to zawsze ruchy ludnościowe i szybkie środki transportu.

Do tej grupy chwastów należą również rośliny, które dotarły do nas z innych kontynentów. Przewożone przeważnie z nasionami roślin uprawnych trafiały na nowe tereny i szybko zadomowiały się na nich. Z tej grupy w Europie można wymienić m.in. żółtlicę owłosioną (*Galinsoga quadriradiata* Ruiz et Pav.), sit chudy (*Juncus macer* F. Grey) zawleczone z Ameryki. Ta ostatnia roślina została zawleczona z Ameryki również do Australii, Nowej Zelandii i na wiele wysp Oceanii i stała się tam groźnym chwastem. Często sam człowiek w niezamierzony sposób przyczyniał się do rozprzestrzeniania się chwastów. Na przykład wiele gatunków roślin ozdobnych sprowadzonych do nowych krajów rozmnażało się i stawało groźnymi chwastami.

Szkodliwość tych wszystkich zawlekanych roślin w rejonach ich nowego występowania jest z reguły znacznie wyższa niż na terenach

rodzinnych. Areal wielu gatunków chwastów często swym zasięgiem obejmuje kilka stref geograficznych, charakteryzujących się różnymi warunkami klimatyczno-glebowymi, a wśród chwastów tego samego gatunku spotyka się różne ekotypy, z których w nowych rejonach najbujniej rozwijają się najlepiej przystosowane formy. Nowsze badania wykazały, że wiele gatunków chwastów jest przystosowanych do szybkiej aklimatyzacji, przy czym dużą rolę odgrywają w tym wypadku poliploidy, dobór naturalny i krzyżowanie.

Trafiwszy na odpowiednie warunki glebowe i klimatyczne, przy jednoczesnym braku ich wrogów naturalnych, rośliny te rozmnażają się w zastraszająco szybkim tempie stając się plagą miejscowych pól, łąk i pastwisk. Rozwój opuncji w Australii, dziurawca w USA, czy lantany na Hawajach to klasyczne tego przykłady.

Znaczenie chwastów, w sensie ujemnym, na polu uprawnym i w działalności człowieka jest olbrzymie i różnorakie, a straty przez nie powodowane sięgają miliardowych sum. W okresie przedwojennym według Mikułowskiego-Pomorskiego chwasty powodowały w Polsce straty w wysokości 10—15% produkcji rolnej, co w zaokrągleniu wynosiło około 1 mld złotych. Obecne straty są tego samego rzędu. W Stanach Zjednoczonych straty powodowane przez chwasty oraz nakłady na ich zwalczanie oceniane są na 1,8 mld dolarów.

Zubożając glebę w substancje odżywcze i wodę, utrudniając uprawę gleby, zacieniając młode rośliny czy wręcz na nich pasożytując, stają się chwasty wrogiem numer jeden w intensyfikacji produkcji rolnej i walce o wyższe plony.

Szkodliwość chwastów związana jest także z ich rolą w przenoszeniu chorób i szkodników roślin uprawnych. Większość rdzy dwudomowych znajduje w chwastach swego drugiego gospodarza. Na berberysie rozwija się rdza zbożowa (*Puccinia graminis* Pers.), na kszycoszyju polnym albo farbowniku lekarskim rdza brunatna (*P. dispersa* E. et H.) a na szakłaku rdza wieńcowa owsa (*P. coronifera* Kleb.). Wiele szkodników wykorzystuje chwasty jako gospodarzy, gdy brak roślin uprawnych. Na chwastach z rodziny krzyżowych rozwija się pierwsze pokolenie bielinka kapustnika (*Pieris brassicae* L.). Na liściach powoju czy komosy składa jaja śmietka ozimówka (*Hylemyia coarctata* Fall.). Ognicha i łopucha są często żywicielami pchełek (*Phyllotreta* spp.), a komosa — płaszczyńca burakowego (*Piesma quadrata* Fieb.). Na perzu i innych trawach składają jaja i mogą spędzać część swego rozwoju niezmiarka paskowana (*Chlorops pumilionis* Bjerk.), mucha szwedzka (*Oscinella frit* L.) i pryszczarek heski (*Mayetiola destructor* Say). Wreszcie chwasty są często gospodarzami zimowymi mszyc dwudomowych a w okresie letnim też ich żywicielami.

TEORETYCZNE PODSTAWY BIOLOGICZNEGO ZWALCZANIA CHWASTÓW

Zrealizowanie programu biologicznego zwalczania chwastów wymaga przeprowadzenia wszechstronnej analizy wielu zagadnień, które scharakteryzujemy poniżej.

Podstawy ekologiczne

Rolnicza działalność człowieka spowodowała, że pierwotnie naturalne zbiorowiska roślinne ulegają coraz większym zmianom a nowopowstałe często nazywamy agrocenozami.

Naturalne zbiorowiska roślinne charakteryzują się występowaniem określonych grup roślin, które wzajemnie oddziałują na siebie i tworzą względnie trwałe naturalne biocenozy. Każde pole uprawne lub sztuczne pastwisko i łąka są natomiast tworem przyrodniczo nienaturalnym i sama przyroda dąży do ich „znaturalizowania”. Chwasty w tym ujęciu są pionierskimi roślinami, które chcą daną monokulturę uzupełnić i zrównoważyć ją przyrodniczo. Dlatego chwasty nie muszą być traktowane jako całkowicie szkodliwe. Rośliny, które określamy mianem chwastów, prowadzą do bardziej wszechstronnego wykorzystania gleby, a często przez swą obecność dodatkowo mogą oddziaływać na uprawy rolnicze. Nie należy tego rozumieć jako obronę chwastów, czy głos przeciw ich zwalczaniu. Chwasty zawsze ze swą olbrzymią płodnością i dynamizmem rozwoju wygrały konkurencję z „wydelikacaną” w sensie przyrodniczym rośliną uprawną i ta ostatnia bez pomocy ze strony człowieka w walce tej zawsze zostanie zwyciężona. Należy więc podejmować wysiłki, aby pomoc dla roślin uprawnych w ich konkurencji z chwastami była oparta na zasadach właśnie tej samej konkurencji istniejącej w naturalnych środowiskach.

Zwalczanie chwastów w oparciu o zasady ekologiczne powinno polegać na regulowaniu składu florystycznego za pomocą specjalnych zabiegów prowadzących do zdecydowanej przewagi roślin uprawnych przy jednoczesnym stworzeniu niekorzystnych warunków dla chwastów. Drogą melioracji i regulacji stosunków wodnych, wapnowania i tym samym uzyskania odpowiedniego odczynu glebowego, odpowiednich zabiegów uprawnych, czy wreszcie nawożenia uzyskujemy maksymalną sprawność gleby dającą roślinom uprawnym olbrzymią przewagę w ich konkurencji z chwastami. Osobnym zagadnieniem jest zmianowanie, gdzie przez odpowiednie następstwo roślin prowadzimy do eliminowania różnych gatunków chwastów. Rośliny uprawne wraz z różnym sposobem ich uprawy polowej w różny sposób oddziałują na chwasty i przy odpowiednim doborze je niszczą.

Nie sposób jednak kusić się o porównanie skuteczności tej metody

zwalczania chwastów ze skutecznością metody chemicznej. Z jednej strony długie i uciążliwe badania i praca wymagająca głębokiej znajomości praw przyrodniczych i szerokiej akcji propagatorskiej, na wyniki której trzeba czekać nieraz kilka lat. Z drugiej zaś strony, łatwy i wyże o ile przy pierwszej metodzie dążymy jednocześnie do stworzenia roślinom uprawnym jak najlepszych warunków, o tyle przy drugiej metodzie zapominamy najczęściej o jej ubocznym działaniu na środowogodny sposób o natychmiastowych rezultatach. Pamiętać jednak należy, sko, często bardzo szkodliwym.

Jednakże takie same wyniki jak przy stosowaniu herbicydów możemy uzyskać biologiczną metodą bezpośredniej walki z chwastami. Polega ona na wykorzystaniu do walki z chwastami organizmów chorobotwórczych, owadów, lub innych zwierząt atakujących chwasty i niszczących je. Przez masowe rozmnożenie tych organizmów i wypuszczenie na zagrożonych terenach możemy uzyskać doskonałe rezultaty zwalczania chwastów. Metoda ta, choć trudna w realizacji, jest z przyrodniczego punktu widzenia uzasadniona i znajduje coraz szersze zastosowanie.

Historia zagadnienia

Na myśl wykorzystania organizmów pożytecznych do walki z chwastami naprowadził przypadek. Około roku 1860 na Wyspy Hawajskie została sprowadzona jako roślina dekoracyjna lantana (*Lantana camara* L.). Roślina ta przez długi okres czasu niewinnie upiększała ogródki ale gdy na Wyspach pojawiły się szpaki i gołębie, które zaczęły roznosić nasiona lantany, roślina ta stała się niezwykle ważnym chwastem na wielu miejscowych pastwiskach. Sytuację uratował przypadkowo zawieziony na Wyspy czerwiec *Orthezia insignis* Doug., żerujący na lantanie, który w krótkim czasie zniszczył doszczętnie, względnie silnie obniżył nasilenie tego chwastu w wielu miejscowościach. Zachęteni tym farmerzy sami zaczęli rozwozić czerwca do innych miejscowości. Doskonałe rezultaty tej samorzutnej akcji spowodowały, że na zlecenie miejscowych Spółek Hodowców Trzciny Cukrowej entomolodzy zaczęli zbierać owady żerujące na chwastach w ich krajach rodzinnych. Muenscher (1942) donosi o wytepieniu chwastu *Sedum triphyllum* Gray w okolicach Itaki w stanie New York w rezultacie porażenia go chorobotwórczym grzybem. Chore łodygi chwastu wysyłano przez kilka lat farmerom w celu rozprzestrzenienia choroby. Akcja zakończyła się pełnym powodzeniem.

Udany początek, jak również szerokie rozprzestrzenienie zawleczonych chwastów w wielu krajach, doprowadziły do bliższego zainteresowania tą nową metodą walki z niepożądanymi roślinami. Specjalne ekipy wyruszyły na poszukiwanie organizmów mogących znaleźć zastosowanie

w tej metodzie. Jako punkt wyjścia przyjmowano zwykle dokładne badania mikroflory i fauny chwastów w ich miejscowościach rodzinnych.

Pracujący w Meksyku, ojczyźnie lantany, Koebele stwierdził 225 gatunków stawonogów żerujących na tej roślinie, z czego 23 przesłał do Honolulu w celu bezpośrednich badań i praktycznego wykorzystania.

Biologiczna walka z opuncją w Australii była poprzedzona badaniem szkodników i chorób tego chwastu w obu Amerykach. W Północnej i Południowej Ameryce znaleziono około 150 gatunków szkodników kaktusów, z czego w przybliżeniu 50 zawieziono do Australii. Na nowym miejscu zaaklimatyzowało się jedynie 12.

Poszukiwanie owadów, przy pomocy których można by prowadzić walkę biologiczną z dziurawcem (*Hypericum perforatum* L.) rozpoczęto w Anglii i nieco później przeniesiono na południe Francji. Znaleziono przeszło 600 gatunków żerujących na tym chwacie, z czego tylko 37 zalicza się do monofagów i jedynie 3 zaaklimatyzowały się w Australii.

Warunki decydujące o przyjęciu danego gatunku w praktyce biologicznego zwalczania chwastów

Powyższy przypadek, gdzie z 600 znalezionych owadów jedynie 3 znalazły bezpośrednie zastosowanie w biologicznym zwalczaniu dziurawca, jest dobrym przykładem olbrzymich wymogów i bardzo ostrych kryteriów stawianych owadom, przed ich wykorzystaniem do zwalczania jakiegokolwiek chwastu. Między innymi bowiem, przy wyborze owadów należy wziąć pod uwagę takie czynniki, jak potencjalną skuteczność owada, możliwość żerowania na roślinach uprawnych i wreszcie możliwość skutecznej walki z jego pasożytami. Wymienione czynniki są, jak widzimy, „gęstym sitem”, przez które przechodzi owad w czasie próbnych badań nad jego wykorzystaniem (Wilson, 1964; Huffaker, 1964; Carl i Zwölfer, 1965; Zwölfer, 1965a,b).

Charakter danego kraju, gatunek chwastu i wreszcie stawiane przez człowieka warunki zmuszają do bardzo dokładnej i ostrej selekcji wśród naszych potencjalnych sprzymierzeńców.

A. S p e c j a l i z a c j a p o k a r m o w a. Pierwszym i chyba najważniejszym czynnikiem decydującym o przyjęciu danego gatunku do praktycznego zwalczania chwastów jest specjalizacja pokarmowa. Jest rzeczą zrozumiałą, że sprowadzenie jakiegokolwiek gatunku roślinożernego związane jest z ryzykiem żerowania tego ostatniego na roślinach uprawnych. W tym względzie wymogi stawiane owadom są olbrzymie i dokładność badań zadziwiająca. Każdy nowy gatunek poddawany jest przed wypuszczeniem dokładnym testom głodowym. Już same pomieszczenia do badań testowych odznaczają się oryginalnym rozwiązaniem

mającym na celu wyeliminowanie możliwości wypuszczenia owada na wolność. Insektaria takie są zaopatrzone w przedsionki z hermetycznymi drzwiami. Ciemny przedsionek ma wewnętrzne i zewnętrzne drzwi rozdzielone przestrzenią kilku metrów. Drzwi zewnętrzne mogą być otwierane tylko wtedy (przy czym automatycznie zapala się światło), gdy są dokładnie zamknięte drzwi wewnętrzne. Oprócz tego ogranicza się liczbę osób pracujących w insektarium i opracowuje dokładne instrukcje zapobiegające wyniesieniu owada na zewnątrz.

W takich warunkach owady są poddawane dokładnym testom na specjalizację pokarmową. Przykładowe doświadczenie wygląda w ten sposób, że partię danego stadium dzieli się i jedna część żeruje na swym normalnym żywicielu, druga zaś jest umieszczona na roślinie uprawnej. Badaniom tego typu poddawane są wszystkie stadia rozwojowe.

Owada *Chrysolina quadrigemina* Suf., sprowadzonego do walki z dziurawcem (*H. perforatum*) w Australii, próbowano doświadczalnie żywić na 42 roślinach uprawnych należących do 19 różnych rodzin. Doświadczenia wykazały, że larwy i postacie dorosłe owada przeżywały tylko w wypadkach żywienia ich chwastami z rodzaju *Hypericum*. W wyniku dalszych prac prowadzonych nad tym owadem w USA stwierdzono, że ma on znacznie węższą specjalizację pokarmową. Tak na przykład owad dorosły nie odżywia się liśćmi roślin, u których powierzchnia blaszki liściowej jest inna od liści dziurawca.

Jednakże sama specjalizacja pokarmowa pojęta w sposób najbardziej ogólny, tzn. stwierdzenie, że dany gatunek nie żeruje na roślinach uprawnych jest w wielu wypadkach niewystarczające. Przy ostatecznym wyborze gatunków, które przeszły pomyślnie pierwsze próby, decyduje ich jak największa specjalizacja pokarmowa, polegająca na uszkodzeniu odpowiednich organów roślin. I tak o wiele bardziej przydatne w biologicznym zwalczaniu chwastów są owady, które żerują w nasionach, owocach, korzeniach czy łodygach, ponieważ ta specyfika żerowania zapewnia prawie zupełnie wyeliminowanie ryzyka przejścia tego gatunku na rośliny uprawne. Za przykład może posłużyć *Apion ulicis* Forster, którego gospodarzem jest *Ulex europeus* L. Rozwój owada przebiega wewnątrz strąków rośliny-gospodarza, z tym że owad nie ma siły wydostać się na zewnątrz i jego wylot jest uzależniony od okresu pęknięcia strąków. Żyjące wewnątrz rośliny-gospodarza owady posiadają pewne ograniczenia pod względem żerowania i niektórych procesów, tropizmów, zgodności cyklu rozwojowego z fazami wzrostu rośliny, co także można rozpatrywać jako wąską specjalizację. Stąd też takie owady są chętniej widziane w biologicznej metodzie zwalczania chwastów niż gatunki roślinożerne żerujące na liściach lub łodygach.

B. Aklimatyzacja. Przy doborze owadów, które chcemy wykorzystać w biologicznej walce z chwastami, czynnik aklimatyzacji ma duże znaczenie. W wielu przypadkach, np. walka z opuncją w Australii, Południowej Afryce i na Hawajach oraz z dziurawcem w Australii, USA i Kanadzie, zyskano niemało przykładów tego, że potencjalne możliwości owadów roślinożernych do walki z chwastami są uzależnione od warunków klimatycznych. Wilson (1964) twierdzi, że nie każdy gatunek owada jest w stanie zniszczyć chwasty na terenie całego kontynentu. Owady charakteryzują się wysoką specjalizacją ekologiczną, wyższą od ich gospodarzy. Aklimatyzacja nie jest naturalnym elementem takiej specjalizacji, w związku z czym podstawowym zagadnieniem staje się poznanie ekologicznych warunków rejonu, w którym zamierza się prowadzić walkę biologiczną z chwastami.

Należy jednocześnie podkreślić, że nie zwracając uwagi na podobieństwo morfologiczne spokrewnionych gatunków owadów można u nich znaleźć różne typy ekologiczne. Na tej podstawie wysunięto wniosek (McLeod i wsp., 1962), że nieudane zastosowanie jakiegoś gatunku owada żerującego na danym gospodarzu wcale nie oznacza, że ten sam gatunek sprowadzony z innego rejonu lub żerujący na innym gospodarzu także okaże się nieskuteczny.

C. Synchronizacja faz rozwojowych owada z cyklem rozwojowym chwastu. U rośliny żywiciela, w naszym wypadku chwastu, w czasie rozwoju występują fazy bujnego wzrostu, czy też pod wpływem czynników klimatycznych, pozornego zastoju. Ważne jest więc, aby rozwój owada-fitofaga pokrywał się z fazami rozwoju chwastu, co zapewnia lepsze wyniki zwalczania. Tak na przykład u dziurawca (*H. perforatum*) w okresie letniej suszy następuje przerwa w rozwoju i rośliny w tym okresie formują nasiona. W tym też okresie chrząszcze *Chrysomelina quadrigemina*, żerujące na dziurawcu, przerywają żerowanie i zapadają w letnią diapauzę. Jesienią, z początkiem okresu deszczowego, następuje ponowny wzrost dziurawca, i ten sam deszcz, pobudzający wzrost roślin, powoduje zakończenie diapauzy u owadów. U dorosłych owadów dają się również zauważyć zmiany w tropizmach pokrywające się z fazami rozwoju rośliny. Wiosną fototropizm jest dodatni a geotropizm ujemny, co wiąże się ze wzrostem dziurawca dającego w tym okresie wysokie pędy. Po okresie letnim, gdy dziurawiec wytwarza charakterystyczne dla okresu zimowego pełzające pędy, u chrząszczy daje się zauważyć zmiana i wykazują wtedy geotropizm poziomy.

Zbieżność cyklu rozwojowego owada z fazami rozwojowymi rośliny jest również w pewnej mierze dodatkowym dowodem specjalizacji po-

karmowej, co w znacznej mierze wyklucza możliwość jego żerowania na innych roślinach.

Ogólne warunki decydujące o przyjęciu biologicznej metody w zwalczaniu danego gatunku chwastu, ryzyko z tym związane i sprzeczność interesów

Przyjęcie metody biologicznej w zwalczaniu danego gatunku chwastu jest, jak widzimy, poprzedzone dokładnymi badaniami naukowymi i kalkulacjami ekonomicznymi. Pod uwagę bierze się takie czynniki, jak rozprzestrzenienie chwastu, możliwość zwalczania innymi metodami, interesy różnych części kraju, czy wpływ introdukcji owada nie tylko na chwasty, ale i na pozostałe rośliny. Oprócz tego w wielu wypadkach, w zależności od wykorzystania ziemi uprawnej, chwasty, gdzie indziej złośliwe, mogą spełniać rolę mniej szkodliwą czy nawet pożyteczną. Wszystko to skłania do tego, aby decyzję o prowadzeniu walki biologicznej podejmowali specjaliści po wszechstronnym rozpatrzeniu problemu.

W dotychczasowej historii biologicznego zwalczania chwastów główną rolę odgrywały rośliny na danych terenach nowe, rozprzestrzeniające się na olbrzymich obszarach i co jest rzeczą charakterystyczną, obszarach o mało intensywnej gospodarce rolnej. Zwalczanie opuncji, lantany czy dziurawca zawsze miało miejsce na olbrzymich pastwiskach słabo użytkowanych, gdzie nie opłacała się walka chemiczna ze względów czysto ekonomicznych. Wspomniana różna rola wielu roślin w różnych krajach, raz jako chwastów, w innych wypadkach jako roślin nawet pożytecznych sprawia, że napotykaemy nieraz na olbrzymie ryzyko i sprzeczność interesów. Wymaga to dodatkowej ostrożności i dodatkowych badań.

Dokładne badania prowadzone nad każdym nowym gatunkiem przyjmowanym do biologicznej metody zwalczania chwastów prawie zupełnie eliminują ryzyko przejścia tych gatunków do żerowania na roślinach uprawnych. Jednakże na przestrzeni lat nagromadziło się wiele przykładów świadczących o trudnościach w rozwiązywaniu tego problemu.

W szeregu krajów (USA, Meksyk, Południowa Afryka, Madagaskar) opuncja jest rozpatrywana nie tylko jako chwast, ale także jako dostarciciel paszy i wody dla bydła w suchych miejscowościach. Tak na przykład gatunkami opuncji pozbawionej kolcy planuje się obsadzić Karakum i inne pustynie Środkowej Azji. W USA wstrzymują się przed sprowadzeniem najgroźniejszego szkodnika opuncji *Cactoblastis cactorum* Berg. bez względu na to, że zarastanie przez opuncję zachodniej części Teksasu obniża wartość około 24 mln ha pustynnych pastwisk. W Republice Południowoafrykańskiej czerwiec *Dactylopius opuntiae* Licht.,

srowadzony do walki z opuncją zaczął tak silnie uszkadzać plantację opuncji pastewnej bez kolców, że musiano zastosować zabiegi chemiczne przeciw temu owadowi.

Lantana jest chwastem na pastwiskach wschodniej Australii, ale z kolei jest rośliną pożyteczną na plantacjach bananów, gdzie chroni glebę przed erozją. Chwast *Ulex europeus* L. w niektórych rejonach Nowej Zelandii jest spaszany przez owce (młode rośliny) względnie wykorzystywany na żywopłoty. Stąd też prowadząc próby nad biologicznym zwalczaniem tego chwastu szuka się gatunków nie tyle niszczących tę roślinę, ile ograniczających jej rozprzestrzenienie.

Można znaleźć przykłady, gdzie sprowadzanie owadów do biologicznego zwalczania chwastów kolidowało z introdukowanymi pasożytami czy drapieżcami przeciw szkodnikom roślin uprawnych. I tak zawieziona do Indii i Płd. Afryki biedronka *Cryptolaemus* do walki z czerwcami zaczęła atakować *Dactylopius* sprowadzonego do walki z opuncją. Zawieziony na Wyspy Hawajskie *Opius tryoni* Cam. (*Braconidae*) pasożyt *Ceratitis capitata* Wied. zaczął niszczyć *Procecidochares utilis* Stone, nieco później introdukowaną do walki z *Eupatorium adenophorum* Sprengel.

Podane przykłady dobitnie wskazują na skomplikowanie problemu i napotykanie trudności przy jego rozwiązywaniu. Stąd też żądanie, aby o biologicznym zwalczaniu chwastów decydowała specjalna komisja, której zadaniem będzie dokładne i jak najbardziej wszechstronne opracowanie zagadnienia.

PRZEGLĄD ORGANIZMÓW WYKORZYSTYWANYCH W BIOLOGICZNYM ZWALCZANIU CHWASTÓW

Liczba organizmów wykorzystanych w dotychczasowej praktyce biologicznego zwalczania chwastów obejmuje wiele gatunków o różnej przynależności systematycznej.

1. Mikroorganizmy

Największe znaczenie i najlepsze perspektywy z zastosowanych organizmów chorobotwórczych przedstawia grzyb *Alternaria cuscudacidae* Rudakow zastosowany w biologicznym zwalczaniu kanianki w Związku Radzieckim. Na tym samym chwacie-pasożycie stwierdzono około 20 dalszych grzybów patogenów.

Z innych chorób grzybowych należy wymienić rdzę *Puccinia suaredus* występującą na ostrożeńiu polnym (*Cirsium arvense* Scop.). Z chorób bakteryjnych wykorzystywano *Ervinia carnegieana* L.S. et B. przy zwalczaniu kaktusa (*Carnegiea gigantea* B. et R.).

2. Owady

Wszystkie największe dotychczasowe sukcesy przy zwalczaniu chwastów związane są z wykorzystaniem przedstawicieli tej gromady. Przynależność systematyczna w ramach gromady jest różna i zastosowane gatunki reprezentują kilka rzędów.

Motyly (Lepidoptera). Z tego rzędu wywodzi się najbardziej skuteczny z dotychczas zastosowanych w biologicznym zwalczaniu chwastów owad *Cactoblastis cactorum* Berg., żerujący na opuncji. Motyl ten niezwykle silnie obniżył nasilenie lub całkowicie zniszczył najgroźniejsze gatunki opuncji w Australii i innych krajach.

Z tego rzędu wykorzystano w zwalczaniu lantany gatunek zwójki *Apinotia lantana* L. (Tortricidae).

Chrząszcze (Coleoptera). Z najważniejszych gatunków tego rzędu należy wymienić *Apion ulicis* Forst. (Curculionidae) żerujący w strąkach *Ulex europeus* L.; *Schematiza cordiae* Barber (Galerucidae) żerującego na *Cordia macrostachya* (Jacq.); gatunki z rodzaju *Chrysolina* (Chrysomelidae) niezwykle skuteczne w walce z dziurawcem i żerujące na opuncji gatunki *Moneilema ulkei* Horn i *Lagochirus funestus* Thoms. (obydwa z rodziny Cerambycidae).

Pluskwiaki (Hemiptera i Homoptera). Wykorzystywano je w walce z różnymi gatunkami opuncji. Większość tych gatunków rekrutuje się z rodzaju *Dactylopius* (Coccidae) z najbardziej znanym gatunkiem *D. opuntiae*. Również przy zwalczaniu opuncji wykorzystano *Chelinidea tabulata* Burm. (Coreidae); gatunek *Teleonemia lantanae* Dist. (Tingitidae) był zastosowany w walce z lantaną.

Muchówki (Diptera). Z dużym powodzeniem zastosowano w zwalczaniu chwastu *Eupatorium glandulosum* Hbk. muchę *Procecidochares utilis* Stone; a *Agromyza lantane* Fregg. w zwalczaniu lantany.

Przylżeńce (Thysanoptera). Z tego rzędu wykorzystano gatunek *Liothrips urichi* Karny (Phloethripidae) w walce z chwastem *Clidemia hirta* Don.

Wymienione gatunki stanowią zaledwie znikomą część owadów, które poddane były badaniom a następnie z dużym powodzeniem zostały zastosowane w biologicznym zwalczaniu chwastów.

Poza omówionymi wyżej owadami prowadzi się badania nad przydatnością w walce z chwastami pajęczaków z rzędu *Acarina*. Dotychczas wykorzystano gatunek *Tetranychus desertorum* Banks. (Tetranychidae) w walce z *Opuntia bentoni* Grif.

3. Mięczaki

Z przedstawicielami tego typu największe nadzieje wiąże się przy zwalczaniu chwastów wodnych. Przeprowadzone na Florydzie próby z dużym ślimakiem wodnym *Marisa cornuarietus* L. w zwalczaniu takich roślin, jak *Ceratophyllum demersum*, *Najas quadalupensis* i innych dały pozytywne wyniki.

4. Kręgowce

Przy zwalczaniu chwastów wodnych dobre rezultaty osiągnięto przy zastosowaniu niektórych gatunków ryb. W tropikalnych rejonach Azji i Afryki, gdzie w dużym nasileniu występują hiacynt wodny i *Salvinia* przeprowadzono udane próby z roślinożernymi gatunkami ryb *Tilapia melanopleaura* Dum. i *T. mossambica* Peters. W dużym zbiorniku wodnym na Sardynii zastosowano w walce z chwastami *Cyprinus carpio* L. W walce z chwastami wodnymi wykorzystywano także kaczki a nawet niektóre ssaki. Wszystkie te próby były zwykle jednorazowe i brak jest danych o zastosowaniu tych zwierząt na szerszą skalę.

PRZYKŁADY BIOLOGICZNEGO ZWALCZANIA CHWASTÓW

Obszerne zestawienia znanych przykładów biologicznego zwalczania chwastów dokonali Sweetman (1958, 1964), Wilson (1964), Huffaker (1959, 1964), Holloway (1964) a w literaturze polskiej Lipa (1964). W niniejszym artykule przytoczymy tylko najważniejsze.

1. L a n t a n a (*Lantana camara* L.)

Pierwszym przykładem biologicznego zwalczania chwastów było wykorzystanie w 1902 r. czerwca *Orthesia insignis* Dougl. do zwalczania chwastu *Lantana camara* L. na Hawajach. Lantana jest krzewem, którego ojczyzną jest Środkowa Ameryka i na całym świecie wykorzystywany jest jako roślina ozdobna. W licznych przypadkach opanowuje ona tereny leśne i rolnicze lub plantacje drzew, i wyrządza poważne szkody. Biologiczne zwalczanie tego chwastu prowadzi się na Hawajach, Fidzi oraz w Australii i Indii. Do zwalczania wykorzystuje się m.in. muchówkę *Agromyza lantanae* (Frogg) — niszczącą nasiona, motyle *Hypena jussalis* Cusbee i *Catabena esula* (Druce) — żerujące na liściach oraz kilka innych gatunków motyli, chrząszczy i pluskwiaków.

2. K a n i a n k i (*Cuscuta* spp.)

Kanianki są reprezentowane we florze Polski przez kilka gatunków; kanianka macierzankowa (*Cuscuta epithimum* Murr.) pasożytuje na

lucernie, koniczynie, wrzosie, macierzance, janowcu; kaniańka pospolita (*C. europea* L.) pasożytuje na chmielu, pokrzywach i wierzbie; kaniańka lnowa (*C. epilinum* Whe.) pasożytuje na lnieniu. Wszystkie gatunki kaniańki są obligatoryjnymi pasożytami: są one bowiem pozbawione korzeni i pokarm pobierają specjalnymi przyssawkami wpuszczanymi do tkanek roślin na których pasożytują. Wykryty w Kirgizji przez Rudakowa (1961) grzyb *Alternaria cuscutacidae* Rud. jest wyjątkowo skutecznym patogenem niszczącym kaniańkę. Jednokrotne opryskiwanie zawiesiną spor grzyba upraw buraka cukrowego, lucerny i kenafu wykazało dużą skuteczność zabiegu, gdyż kaniańka została zniszczona w 60—100%. Okres inkubacji grzyba wynosi 5 do 8 dni.

Grzyb *A. cuscutacidae* daje się łatwo hodować na sztucznych pożywkach i możemy uzyskać duże ilości jego zarodników. Obecnie jest w stadium organizacji fabryka w Republice Kirgizkiej produkująca biopreparaty do zwalczania kaniańki.

3. Opuncje (*Opuntia* spp.)

Najbardziej udanym przykładem biologicznego zwalczania chwastów jest wykorzystanie motyla *Cactoblastis cactorum* (Berg.) przeciw różnym gatunkom *Opuntia* spp. w Australii. Ojczyzną opuncji jest Południowa i Północna Ameryka, zostały one jednak rozpowszechnione na całym świecie. Do Australii opuncje zostały sprowadzone w 1788 r. i do 1900 r. rozprzestrzeniły się na obszarze 4 mln ha, a w 1925 r. zajęły one przeszło 27 mln ha. Olbrzymie obszary ziemi uprawnej, lasów i pastwisk zasiedlonych przez opuncje straciły swoją wartość. Rolnicy byli zmuszeni opuszczać gospodarstwa i migrować na inne tereny.

Mechaniczne i chemiczne zwalczanie było nie ekonomiczne z uwagi na pracochłonność i wysoki koszt zabiegów zwalczania chwastów. Oczyszczenie 1 ha kosztowało 110 dolarów, natomiast wartość 1 ha ziemi wynosiła 2 do 26 dolarów. Szukając biologicznych metod zwalczania ustalono, że w Argentynie i Urugwaju opuncje są niszczone przez gąsienice motyla *Cactoblastis cactorum* (rys. 1), które żerując koloniami, niszczą liście i drążą chodniki w pędach opuncji.

Pierwsza przesyłka wysłana do Australii w 1925 r. zawierała 2750 jaj tego owada. Prowadząc hodowlę motyla w różnych rejonach Australii, ogółem do 1940 r. introdukowano na różnych terenach 3 miliardy jaj motyla (rys. 2). Oprócz *C. cactorum* introdukowano do Australii kilka innych owadów (rys. 3), roztoczy oraz dwa grzyby, które niszczyły opuncje. Główny jednak sukces w udanym zwalczaniu opuncji zawdzięcza się motylowi *C. cactorum*. W jednym tylko stanie Queensland dzięki biologicznemu zwalczaniu opuncji udało się odzyskać do 1940 r. 10 mln ha



Rys. 1. Motyl *Cactoblastis cactorum* Berg. na liściu opuncji (według Dodda, 1940)



Rys. 2. Jaja *Cactoblastis cactorum* Berg. w liczbie około 25 000 000 przygotowane do rozpowszechniania akcji biologicznego zwalczania chwastów (według Dodda, 1940)



Rys. 3. Pluskwiak *Che-
linidea tabulata* Burm.
sprowadzony ze Środ-
kowej Ameryki do Au-
stralii przeciwko opun-
cji (według Dodda, 1940)

gruntów uprawnych wartości 50 000 000 dolarów (rys. 4 i 5). Koszt introdukcji był niewspółmiernie niski do zysków, gdyż wyniósł 800 tysięcy dolarów.

C. cactorum wykorzystuje się także do zwalczania opuncji w innych krajach. Introdukowano go na Hawaje, Cejlon, do Indii, Południowej Afryki i innych. We wszystkich tych krajach zanotowano sukcesy.

4. Dziurawiec pospolity (*Hypericum perforatum* L.)

Jest to pospolity chwast w całej Europie a m.in. i w Polsce. Około 1870 r. został zawleczony do Australii a około 1900 r. pojawił się w USA. Do 1953 r. dziurawiec opanował 1 800 000 ha, w tym około 933 000 w Kalifornii. Wyparł on z pastwisk inne rośliny i stał się przyczyną masowych zatruć bydła i innych zwierząt. Celem jego zwalczania sprowadzono z Europy kilka owadów, m. in. chrząszcze *Chrysolina hyperici* Forst., *C. gemmellata* (Rossi), *Agrilus hyperici* (Creut.) i muchówkę *Zeuxido-*



Rys. 4. Droga w Australii (1918 r.) zarośnięta przez opuncję (*Opuntia bentoni* Grif.). Według Dodda, 1940



Rys. 5. Ta sama droga w 18 miesięcy później; opuncje zniszczone przez gąsienice motyla *Cactoblastis cactorum* Berg. (według Dodda, 1940)

pliosis giardi (Kieff.). Owady te oczyściły od dziurawca 400 tysięcy ha i obecnie występuje on w izolowanych ogniskach.

5. *Ulex europeaus* L.

Jest on ważnym chwastem w Nowej Zelandii, Australii i Stanach Zjednoczonych a jego ojczyzną jest Zachodnia Europa. Tworzy on rozległe i trudne do przebycia zarośla, co pociąga za sobą konieczność jego zwalczania. W tym celu sprowadzono do Australii z Francji i Anglii chrząszcza *Apion ulicis* Forst., który żeruje w strąkach i niszczy nasiona. Interesujące jest, że chociaż *A. ulicis* niszczy 98,67% nasion, pozostałe 1,33% nasion umożliwia przeżywanie tego chwastu.

6. S t a r z e c (*Senecio jacobaea* L.)

Jest to jadowity chwast europejskiego pochodzenia, który zawleczony do Nowej Zelandii i Australii masowo się tam rozmnożył. Jest on przyczyną poważnych zatruc koni i bydła rogatego, które choruje na wątrobę. Największe zastosowanie, jak dotąd, znalazł motyl *Tyria jacobaeae* (L.) jeden z 60 owadów występujących na tej roślinie.

7. L n i c a p o s p o l i t a (*Linaria vulgaris* Mill.)

Jest to pospolita roślina w Europie (również w Polsce), która w USA i Kanadzie stanowi coraz poważniejszy problem, gdyż tworzy gęste zarośla, z którymi trudno walczyć w sposób mechaniczny lub chemiczny. Celem zwalczania lnicy wwozi się do USA i Kanady z dobrym wynikiem chrząszcze *Gmynaetron antirrhini* L. i *Brachypterolus pulicarius* (L.).

8. C h w a s t y w o d n e

Zanotowano także szereg sukcesów w zwalczaniu chwastów wodnych, gdyż w licznych przypadkach są one bardzo szkodliwe. Na przykład w jednym ze zbiorników wodnych na Sardynii roślinność wodna tak silnie rozmnożyła się, że komarozerne ryby *Gambusia* spp. nie mogły niszczyć komarów w gęstej warstwie roślin. Z tego względu wprowadzono do wody karpia *Cyprinus carpio* L., który w szybkim tempie oczyścił zbiornik z chwastów.

W USA bardzo szkodliwy jest hiacynt wodny *Eichhornia crassipes* (Martius) i *Salvinia auriculata* Aublat. Obie rośliny pochodzą ze Środkowej Ameryki i na nowych terenach opanowują kanały wodne, rzeki, jeziora utrudniając lub uniemożliwiając żeglugę itp. Przy ich zwalczaniu

szczególną uwagę zwrócono na roślinożerne ryby *Tilapia melanopleura* Dum i *T. mossambica* Pet.

Ślimak *Marisa cornuarietis* L. wykorzystywany jest do zwalczania wodnych roślin *Najas*, *Potamogeton*, *Salvinia* i *Ceratophyllum*.

Przy zwalczaniu chwastu krokodylowego (*Alternanthera philoxeroides* Griseb) duże nadzieje wiąże się z pchełką *Agasicles connexa* Boheman.

PERSPEKTYWY BIOLOGICZNEGO ZWALCZANIA CHWASTÓW W POLSCE

Jakkolwiek areal i zużywane ilości herbicydów w Polsce są jeszcze dalekie od krytycznie niebezpiecznych progów dla agrocenoz, wielu autorów (np. Świętochowski, 1964) podkreśla niebezpieczeństwo nadmiernego stosowania herbicydów. Z tego względu należy zwracać baczną uwagę na ewentualne możliwości wykorzystania metody biologicznej w zwalczaniu chwastów.

Na szczęście nie mamy w Polsce chwastów zawleczonych, które stanowiłyby wyjątkowo poważne zagrożenie. Jednak szereg innych chwastów krajowych może stać się wdzięcznym obiektem tego typu badań. Przede wszystkim należy tutaj wymienić badania nad patogenami kaniańek (*Cuscuta* spp.), które mogą posłużyć do wymiany materiału celem znalezienia najbardziej skutecznych szczepów naturalnych wrogów kaniańek.

Również inne badania mogą mieć nie tylko bezpośrednią wartość dla warunków Polski ale także stanowić ewentualnie obiekt introdukcji w innych krajach, np. USA, Kanadzie lub Australii, do zwalczania chwastów pochodzenia europejskiego.

Mając to na uwadze, w Laboratorium Biologicznych Metod Walki Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu podjęto w 1966 r. badania nad owadami i mikroorganizmami związanymi z takimi chwastami, jak starzec (*Senecio* spp.), dziurawiec (*Hypericum* spp.), wilczomlec (*Euphorbia* spp.), ostrożeń (*Cirsium* spp.), osty (*Carduus* spp.) i innych.

Za tego rodzaju badaniami przemawia przede wszystkim obecny kierunek rozwoju ochrony roślin polegający na ograniczaniu chemicznych zabiegów w ramach opracowywania programów integrowanych.

LITERATURA

1. Carl, K., Zwölfer H. 1965. Anz. Schädlingsk. 38: 81—87.
2. Dodd, A. P. 1940. The biological control campaign against prickly pear. Commonwealth Prickly Pear Bd., Australia, 177 pp.
3. Holloway, J. K. 1958. The biological control of klamath weed in California. Proc. 10th. Intern. Congr. Entomol., (Montreal, 1956) 4: 557—560.
4. Holloway, J. K. 1964. Weeds 18: 25—27.

5. Holloway, J. K. 1964. Projects in Biological control of weeds. W „Biological Control of Insect Pests and Weeds”. (P. De Bach, and E. I. Schlinger eds.) London pp. 650—670.
6. Huffaker, C. B. 1957. *Hilgardia* 27 : 101—157.
7. Huffaker, C. B. 1959. *Ann. Rev. Entomol.* 4 : 251—276.
8. Huffaker, C. B. 1964. Fundamentals of Biological weed control. W „Biological Control of Insect Pests and Weeds”. (P. De Bach and E. I. Schlinger eds.) London pp. 631—649.
9. Lipa J. J. 1964. Obecny stan stosowania metod biologicznych w ochronie roślin. CBR. Opracowania Problemowe nr 1, Warszawa, 85 pp.
10. McLeod, J. H., McGugan B. M., Coppel, H. C. 1962. A Review of the Biological Control Attempts Against Insects and Weeds in Canada. CAB, Tech. Comm. No 2, 216 pp.
11. Muenscher W. C. 1942. *Weeds*, New York, 579 pp.
12. Nowiński M. 1955. Problem chwastów i ich zwalczanie w oparciu o nauki biologiczne. *Pozn. Tow. Przyjaciół Nauk. Prace Kom. Biol.* 18(1):146 pp.
13. Nowiński M. 1960. *Chwasty i człowiek*. Poznań, 205 pp.
14. Nowiński M. 1966. *Chwasty łąk i pastwisk*. PWRiL, Warszawa, 477 pp.
15. Rudakov O. L. 1963. *Zaszczita Rastienij*, nr 8:25—26.
16. Sandner H. 1964. *Biologiczne Metody Ochrony Roślin*. PWRiL. Warszawa, 210 pp.
17. Sweetman H. 1958. *The Principles of Biological Control*. Dubuque, Iowa 560 pp.
18. Sweetman H. 1964. Biologičeskij metod borby s wrednymi nasiekomyymi i sornymi rastieniami. Moskwa.
19. Świętochowski B. 1964. Perspektywy i niebezpieczeństwa dogłębowego stosowania pestycydów. W „Chemiczne środki ochrony roślin a biocenoza gleby”. PWRiL. Warszawa, pp. 29—31.
20. Świętochowski B. 1966. *Zeszyty Problemowe Post. Nauk Roln.*, nr 60: 139—155.
21. Węgorek W. 1966. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* nr 60:43—53.
22. Wilson F. 1960. A Review of the Biological Control of Insects and Weeds in Australia and Australian New Guinea. Commonwealth Agr. Bur., Tech. Comm., No. 1, 102 pp.
23. Wilson F. 1964. *Ann. Rev. Entomol.* 9:225—244.
24. Zwölfer H. 1965 a. *Technical Bulletin* 5:129—141.
25. Zwölfer H. 1965 b. *Technical Bulletin* 6:81—154.