

ROLNICTWO ZAGRANICĄ

STANISŁAW K. WIĄCKOWSKI
Instytut Sadownictwa — Skierniewice

ZWALCZANIE SZKODNIKÓW LUCERNY W USA DOBRYM PRZYKŁADEM ZASTOSOWANIA METODY KOMPLEKSOWEJ W OCHRONIE ROŚLIN

Wśród zwolenników chemicznego zwalczania szkodników roślin szeroko rozpowszechniony jest pogląd, że na skutek intensyfikacji rolnictwa nowoczesna ochrona roślin nie może uwzględniać postulatów przyrodników nawołujących do ochrony wrogów naturalnych szkodnika, do uwzględniania wpływu środków toksycznych na wszystkie istotne elementy biocenozy. Zwykle powtarza się przy tym, że biocenozy naszych upraw to układy całkowicie sztuczne, w których nie możemy już liczyć na pomoc czynników naturalnych. Jedyną więc drogą do ochrony naszych plonów jest systematyczne stosowanie środków toksycznych.

Jednym z krajów o najlepiej rozwiniętym przemyśle środków ochrony roślin są Stany Zjednoczone A. P. Ze względu na to chciałbym przedstawić problemy ochrony roślin w USA na przykładzie lucerny — uprawy typowo rolniczej, której biocenozy można nawet uważać za skrajnie sztuczne, gdyż lucerna jest koszona do 7 razy w roku.

Historia uprawy lucerny jest dużo starsza od wszelkiej wiedzy pisanej. Większość autorytetów sądzi, że lucerna pochodzi z południowo-zachodniej Azji. Była ona znana już w starożytnym Egipcie i Babilonii. Do Europy sprowadzili ją Medowie i Persowie w około 500 lat przed n. e., a Rzymianie znacznie rozwinęli jej uprawę. Do Hiszpanii wprowadzili ją w 700 r. Arabowie, skąd rozprowadzono ją do Meksyku, Peru i Chile. W 1854 r. została wprowadzona do Kalifornii, skąd rozprzestrzeniała się w kierunku wschodnim.

Lucernę uprawia się przede wszystkim jako doskonałą paszę dla zwierząt. Po dziś dzień jedno z pierwszych miejsc w produkcji lucerny w USA zajmuje Kalifornia. Wartość lucerny jest olbrzymia. Np. w 1946 r. produkcja lucerny w Kalifornii zajmowała trzecie miejsce po pomarańczach i winogronach, zajmując powierzchnię 1 005 000 akrów o ogólnej wartości 109 565 000 dolarów. Ta wartość nie uwzględnia m. in. roli lucerny w płodozmianach i jej znaczenia dla pszczelnictwa.

Lucerna, jak i inne rośliny, niszczone jest przez liczne choroby i szkodniki. Do tych ostatnich należą spośród ważniejszych z owadów ssących

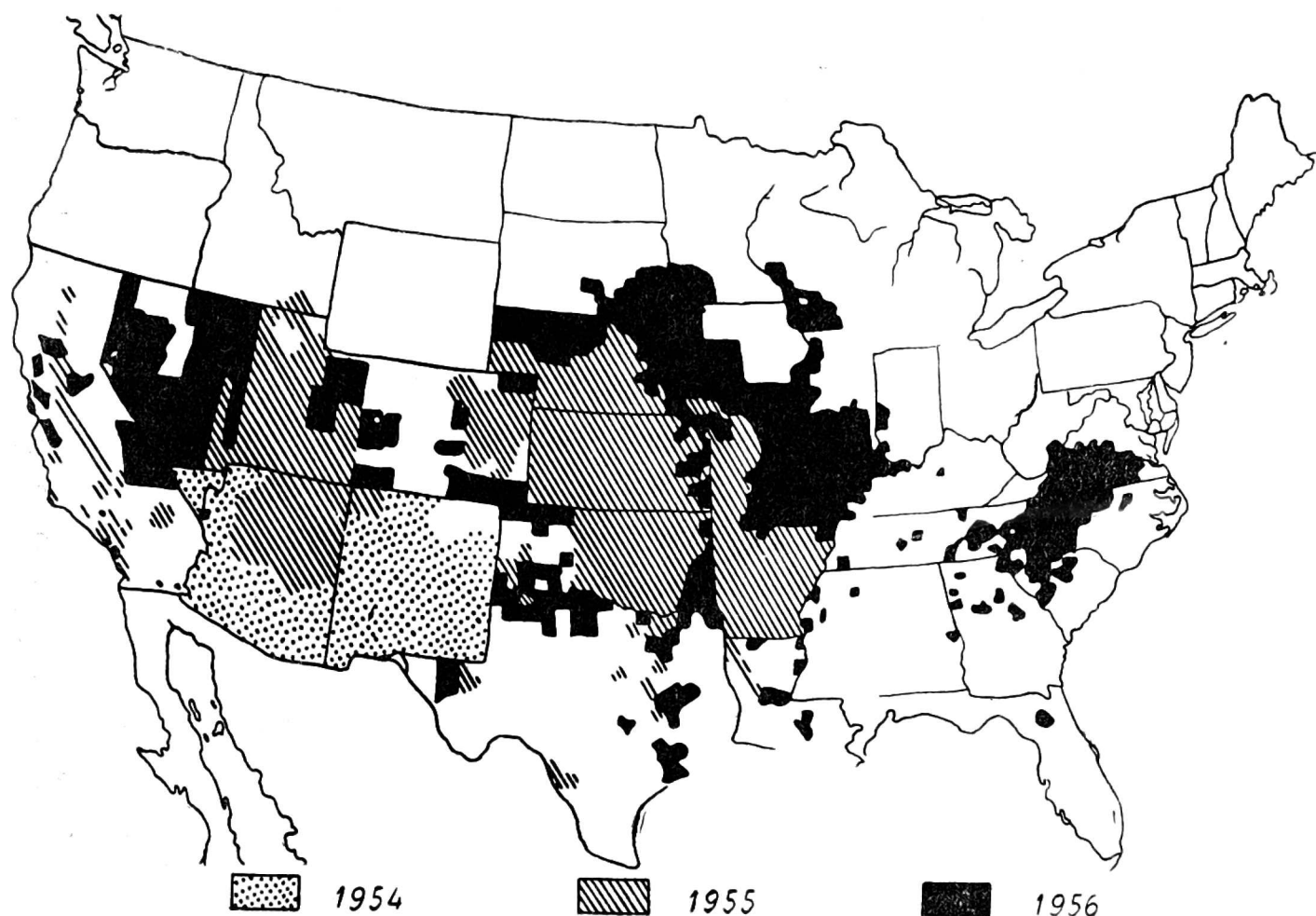
mszyce: *Therioaphis maculata* Buckt. i *Macrosiphum pisi* Kalt., oraz roztocz *Tetranychus atlanticus* McG., a spośród owadów gryzących ryjkowiec *Hypera postica* Gyll. i gąsienice gatunków z rodzaju *Colias*, głównie *Colias philodice eurytheme* Boisd., oraz *Prodemia praeifica* Grote i *Laphygma exigua* Hbn. Pewną rolę odgrywają także prostoskrzydłe, głównie gatunki z rodzaju *Melanopus*, a zwłaszcza *M. femur-rubrum* DeG., *M. marginatus* Scud., i *M. differentialis* Thomas. (17).

Jednym z najgroźniejszych szkodników lucerny był dawniej, zawleczony około 1900 r. z południowej Europy, ryjkowiec *Hypera postica* Gyll. Był on szczególnie niebezpieczny w latach 1920—1930. Bardzo często niszczył on co najmniej lucernę z jednego pokosu (12). Po raz pierwszy pojawił się w 1904 r. w okolicy Salt Lake City (Utah). Od tego czasu rozprzestrzenił się po wszystkich rejonach uprawy lucerny. Ze względu na wielką szkodliwość, jak też i małą skuteczność stosowanych środków, już w 1911 r. rozpoczęto we Włoszech poszukiwania wrogów naturalnych szkodnika. Próby wprowadzenia do USA znalezionych wrogów naturalnych szkodnika przeprowadzono w latach 1911—1913 i uzupełniające w 1933—1936 r. Rezultatem tej akcji było zaaklimatyzowanie dwóch pasożytniczych błonkówek: *Bathyplectes curculiones* (Thoms.) i *Mymar pratensis* Foerst. (3). Doprowadziło to do zadowalającego zwalczania szkodnika w wielu rejonach uprawy lucerny (6, 13).

W ostatnich latach najgroźniejszym szkodnikiem lucerny była mszyca *Therioaphis maculata* Buckt. Mszyca ta została opisana w 1899 r. przez Bucktona z miejscowości Jodhpur w Indiach. W USA pojaw jej zano-towano po raz pierwszy w lutym 1954 r. w stanie New Mexico. Pojaw obcego zwierzęcia od razu w terenie śródlądowym przypisywany jest nowoczesnemu lotnictwu, które powoduje, że każde lotnisko może stać się obecnie tak samo niebezpiecznym źródłem szkodników obcych, jak i porty morskie.

Therioaphis maculata Buckt. rozprzestrzeniała się bardzo szybko w USA i stała się wkrótce najważniejszym szkodnikiem lucerny, jaki kiedykolwiek istniał. Już w 1954 r. pojawiła się także w stanach: Kalifornia, Nevada, Colorado i Oklahoma. W 1955 r. zaobserwowano ją w 8 dalszych stanach: Arkansas, Idaho, Kansas, Louisiana, Missouri, Nebraska, Texas i Utah. W 1956 r. w marcu pojawiła się na Florydzie i w stanie Mississippi; w czerwcu w: Georgia, Illinois, South Carolina, Kentucky, North Carolina; w sierpniu w South Dakota, Virginia, Iowa i Tennessee, we wrześniu w Minnesota, West Virginia, a w październiku także i w pozostałych stanach: Indiana, Alabama i Wisconsin (24) (rys. 1).

Szkody wyrządzane przez mszyce zwiększały się z roku na rok, grożąc kompletną zagładą uprawom lucerny. Szkody te w skali ogólnokrajowej są trudne do określenia. Zilustruję to na przykładzie Kalifornii. W 1954 r.



Rys. 1. Rozprzestrzenianie się mszycy *Therioaphis maculata* Buckt. w USA

straty ograniczyły się do niektórych upraw w południowej Kalifornii. Wyniosły one około 1/3 miliona dolarów. W 1955 r. mszyca wystąpiła już na dużo większej powierzchni. Pomimo wydania 3¹/₂ mln dolarów na zwalczanie chemiczne, straty oceniono na powyżej 9 mln dolarów. W 1956 r. zaobserwowano aktywny udział lokalnych owadów drapieżnych i pasożytniczych grzybów w likwidacji szkodnika. Pomimo tego i pomimo wydania 5 325 000 dolarów na chemiczne zwalczanie, straty wyniosły 5 274 000 dolarów (24). Postawiło to pod dużym znakiem zapytania całą gospodarkę lucerną, gdyż tak silny wzrost nakładów na zwalczanie chemiczne podrażał znacznie koszty produkcji, co przy równoczesnych olbrzymich stratach nie dawało zwrotu zainwestowanych wkładów. Wróżyło to poza tym niemiłą przyszłość dla przemysłów mlecznego i mięsnego. Przy tym wszystkim obiecujący wzrost aktywności owadów drapieżnych i pasożytniczych grzybów, niszczących mszyce, był równocześnie likwidowany przez wzrost stosowanych środków toksycznych.

W tych warunkach powstał sprzyjający klimat i właściwe zrozumienie dla metod biologicznych. Ponieważ *Therioaphis maculata* Buckt. była znana w Izraelu (10) jako szkodnik o minimalnym znaczeniu gospodarczym, zawarto porozumienie pomiędzy Wydziałem Walki Biologicznej Uniwersytetu Kalifornijskiego a Działem Identyfikacji Owadów i Wpro-

wadzania Pasożytów Wydziału Rolnictwa (Insect Identification and Parasite Introduction Research Branch U. S. Dep. Agr.) w sprawie organizacji poszukiwań wrogów naturalnych szkodnika na kontynentach obcych. W związku z powyższym z ramienia Wydziału Rolnictwa poszukiwania przeprowadzali: dr H. Parker we Francji i dr G. Angelet w Indiach i Pakistanie. Z ramienia Wydziału Walki Biologicznej Uniwersytetu Kalifornijskiego zostali delegowani: dr B. Bartlett do wschodniej części USA (Kentucky) oraz dr Van den Bosch do krajów rejonu Morza Śródziemnego.

Szczególne znaczenie miała wyprawa dr Van den Boscha, który przeprowadził badania w następujących krajach: Cypr, Izrael, Włochy, Jugosławia, Turcja, Liban, Iran, Irak, oraz Kenia i Etiopia (29). Ze wszystkich badanych miejsc wysyłano drogą lotniczą wrogów naturalnych mszycy do specjalnych Stacji Kwarantannowych Wydziału Walki Biologicznej w Riverside i Albany (Kalifornia).

Rezultatem przeprowadzonych badań było wykrycie 3 cennych pasożytów mszycy *Therioaphis maculata* Buckt. Tylko jeden z nich, a mianowicie *Aphelinus semiflavus* How. (*Hym. Eulophidae*) był dotąd znany nauce; dwa pozostałe, a mianowicie *Praon pallitans* Mues. i *Trioxys utilis* Mues. (*Hym. Braconidae*) zostały opisane dopiero po przesłaniu do Ameryki (15).

Oprócz przesyłania wspomnianych wyżej pasożytów mszycy przesyłano także szereg owadów drapieżnych, jak *Coccinella septempunctata* L., *Adonia variegata* Goetze. *Scymnus nubilus* Muls., (*Col. Coccinellidae*), *Chrysopa corus*. (*Neur. Chrysopidae*) z Indii oraz *Synharmonia conglabrata*. (*Col. Coccinellidae*) z Turcji. Oprócz tego wysyłano także mszyce porażone przez pasożytnicze owadomórki z rodzaju *Entomophthora*. Wrogowie naturalni mszycy, po przeprowadzeniu ich przez kwarantannę i izolacji pasożytów wtórnych, byli następnie badani w laboratoriach i rozmnażani w szklarniach.

Wynikiem tego była kolonizacja na polach lucerny w Kalifornii około 50 milionów pasożytniczych błonkówek, około 10 000 owadów drapieżnych oraz pasożytniczych grzybów. Oprócz tego wysłano również 220 150 osobników *Aphelinus semiflavus* How., 75 840 *Praon pallitans* Mues., i 500 *Trioxys utilis* Mues. do 8 innych stanów USA.

Rezultatem tej gigantycznej akcji było zaaklimatyzowanie wspomnianych wyżej trzech gatunków pasożytów (8, 30). Nie udało się jednak zaaklimatyzować owadów drapieżnych, przypuszczalnie na skutek silnej konkurencji z lokalnymi gatunkami drapieżców. Dla szybkiego rozprzestrzeniania pasożytów mszycy skonstruowano specjalne urządzenie do łapania owadów o dużej sile ssącej. Urządzenie to umieszczone na samochodzie pozwoliło na zbieranie wprowadzonych pasożytów w polach, w których się one licznie rozmnożyły. Dzięki temu urządzeniu zgroma-

dzono w ciągu 6 tygodni około 150 000 000 pożytecznych pasożytów, które rozprowadzono po 140 fermach w południowej Kalifornii. W końcu 1957 r. pasożyty zostały zaaklimatyzowane na powierzchni około 1 miliona akrów uprawy lucerny, a rola ich w niszczeniu szkodnika wciąż wzrastała (31, 32).

Oprócz biologicznego zwalczania *Therioaphis maculata* Buckt. w Kalifornii rozpoczęto jednocześnie próby biologicznego zwalczania mszycy *Macrosiphum pisi* Kalt. Do tego celu sprowadzono z Pakistanu pasożytniczą błonkówkę z rodzaju *Aphidius* (*Hym. Braconidae*). Badania laboratoryjne nad biologią i ekologią pasożyta, przeprowadzone przez autora niniejszego artykułu w 1958 r. w Kalifornii, wykazały wysoką efektywność pasożyta w likwidowaniu tej mszycy. Równocześnie przeprowadzono próby kolonizacji uprzednio rozmnożonego pasożyta. Próby te doprowadziły do pomyślnej aklimatyzacji tej błonkówki.

Wraz z intensyfikacją uprawy lucerny w USA wielkiego znaczenia nabrał miejscowy szkodnik *Colias philodice eurytheme* Boisd. Jedną z pierwszych prób zwalczania tego szkodnika było zastosowanie wirusa *Borrelina campeoles* Steinh. Wirus ten występuje w Kalifornii i może być przenoszony z larwy do larwy na rozmaitych drogach, jak np. przez motyle *Colias*, owady drapieżne, pasożytnicze, wiatr, deszcz, nawadnianie itp. (26). Pojawy choroby wirusowej w naturze występują sporadycznie i wywołane są zwykle wysoką gęstością populacji żywiciela. Próby polowe przeprowadzone przez Thompsona i Steinhausa (26) dowiodły, że gradacja szkodnika może być likwidowana przy udziale wirusa. Wirusa można uzyskać przez hodowanie i infekowanie larw, lub też przez zbieranie martwych larw w polu. Próby polowe przeprowadzono przy pomocy opryskiwaczy i samolotów. Zastosowano opryskiwanie cieczą zawierającą 5 milionów polyedrów na mililitr cieczy (5 gal./akr). Dało to doskonałe rezultaty, obniżając populację szkodnika poniżej poziomu szkodliwości gospodarczej. W metodzie tej bardzo istotne jest wybranie właściwego czasu oprysku. Np. przy słabym porażeniu przez szkodnika można stosować wirusa na trzecie stadium larwalne, podczas gdy przy gradacji szkodnika wirus powinien być zastosowany, gdy szkodnik wylega się z jaja (20—26).

Borrelina campeoles Steinh. jest wysoko wyspecjalizowanym czynnikiem chorobotwórczym, występującym jak dotąd tylko na *Colias philodice eurytheme* Boisd. i prawdopodobnie także na *Pieris rapae* (25). Działanie wirusa na szkodnika jest bardzo szybkie. Np. Michelbacher i Smith (14) zaobserwowali na jednym z pól lucerny silną gradację szkodnika. Na 100 pokosów siatką entomologiczną uzyskali oni 14 000 gąsienic, a już po 3 dniach na skutek działalności tej choroby uzyskali w 100 pokosach tylko 30 gąsienic. Dużą zaletą tej metody jest łatwość rozmna-

zania wirusa. Np. zawartość poliedrów w 3—4 chorych gąsienicach wystarcza do opryskania 1 akra lucerny (22).

Doświadczenia wykazały, że również bakteria *Bacillus thuringensis* Berl. może być użyta do likwidacji szkodnika (21). Ciecz zawierająca 1—2 miliony zarodników tej bakterii na mililitr już po 1—2 dniach zabijała szkodnika, obniżając jego populację poniżej poziomu gospodarczej szkodliwości. Bakteria jest nawet znacznie szybsza w swoim działaniu niż wirus, który wymaga 5—6 dni do likwidacji szkodnika. Dodatkową zaletą jest także i to, że porażony przez bakterię szkodnik nie rozplywa się i nie brudzi rośliny, jak to ma nieraz miejsce przy wirusie. Działa jednak krócej niż wirus, co przy wysoko wyspecjalizowanym czynniku chorobotwórczym jest cechą ujemną. Ponieważ *Bacillus thuringensis* Berl. może być hodowany na pożywkach sztucznych, jego produkcja jest nieco prostsza niż wirusa, który do swego rozwoju wymaga żywych owadów. Stąd też bakteria ta jest obecnie produkowana na skalę przemysłową i jest częściej stosowana w praktyce niż wirus. Koszty są prawie identyczne przy użyciu wirusa, bakterii, czy też środków chemicznych.

Przy poszukiwaniach wrogów naturalnych mszycy *Therioaphis maculata* Buckt., zarówno w terenie własnym, jak też i na obcych, znaleziono 5 gatunków pasożytniczych grzybów z rodzaju *Entomophthora*, a mianowicie: *E. coronata* Cort. oraz 4 inne, które okazały się gatunkami nowymi dla nauki. Były to: *E. obscura*, n. sp., *E. ignobilis* n. sp., *E. exitialis* n. sp. i *E. virulenta* n. sp. (9). Zastosowanie tych grzybów przeciw mszycy *Therioaphis maculata* Buckt. dało doskonałe rezultaty w wielu rejonach uprawy lucerny.

Zwalczanie chemiczne, choć stosowane na szeroką skalę, sprawiało zawsze dość dużo kłopotów. Idealny środek chemiczny powinien zabijać szybko szkodnika, nie powinien niszczyć jego wrogów, a przynajmniej ważniejszych, nie powinien pozostawiać zgubnych osadów środka toksycznego, zwłaszcza w okresie przed zbiorem. Jak dotąd, nie znaleziono jeszcze takiego środka. I tak np. związki arsenowe mogą być skuteczne przeciw ryjkowcowi *Hypera postica* Gyll., są jednak niebezpieczną trucizną dla bydła. Związki siarki w pomyślnych warunkach niszczyły dość skutecznie gąsienice *Colias philodice eurytheme*, nie zawsze jednak preparaty te były jednakowo skuteczne. Siarka jest szczególnie niebezpieczna dla najważniejszego wroga tych gąsienic, a mianowicie dla pasożytniczej błonkówki *Apanteles medicaginis* Mues. Siarka nie może być poza tym używana na 2 tygodnie przed zbiorem, gdyż użyta w tym czasie powoduje podrażnienie oczu robotników pracujących przy zbiorze.

Bardzo efektywne przy zwalczaniu gąsienic *Colias* okazało się DDT, nawet przy bardzo małych dawkach. Jednak nawet najmniejsze dawki

DDT, zarówno przy opylaniu, jak i przy opryskiwaniu, przechodzą do rośliny, a wraz z nią dostają się do zwierzęcia i tą drogą do mleka, masła, czy mięsa. Obecność DDT w paszy dla zwierząt z tego względu nie jest dopuszczalna w żadnej ilości. DDT nie może więc być używane do zwalczania szkodników lucerny. Przy zwalczaniu mszycy *Therioaphis maculata* Buckt. szeroko stosowano Parathion i Malathion. Pierwszy z nich okazał się szczególnie niebezpieczny dla człowieka. Oba preparaty są wysoce toksyczne dla wrogów naturalnych szkodnika. Szersze zastosowanie obu tych preparatów doprowadziło w szybkim czasie do wytworzenia odpornych szczepów szkodnika, co praktycznie wyeliminowało je z użycia (24). Te fakty spowodowały, że Uniwersytet Kalifornijski nie zalecał stosowania żadnych środków, tłumacząc jedynie ryzyko ich użycia i pozostawiając decyzję i odpowiedzialność za ich użycie w rękach farmerów.

Problem chemicznego zwalczania szkodników lucerny dzieli się na wiele identycznych problemów odnośnie każdego pokosu w roku i jest poważnym obciążeniem finansowym. Przy równoczesnym silnym wystąpieniu szkód, jak to się nieraz działo, np. przy zwalczaniu mszycy *Therioaphis maculata* Buckt., nie pozwalało nawet na odzyskanie zainwestowanych wkładów.

Przy chemicznym zwalczaniu szkodników bardzo krótkowzroczne jest rozwijanie programu opryskiwań dla likwidacji jednego szkodnika, przy równoczesnym ignorowaniu wpływu danego środka na inne owady, zarówno szkodliwe, jak i pożyteczne. Nie jest także dobre stosowanie wrogów naturalnych danego szkodnika bez uwzględnienia możliwego wpływu na nie środków chemicznych, stosowanych w danej uprawie. Fakty te stały się również jasne dla plantatorów lucerny w obliczu wielkich klęsk, nawet przy zastosowaniu tak silnych trucizn, jak Parathion i sukcesów przy zastosowaniu metody biologicznej. W obawie o zniszczenie wprowadzonych naturalnych wrogów mszycy *Therioaphis maculata* Buckt. oraz ważniejszych lokalnych entomofagów, rozpoczęto wiele badań nad poszukiwaniem środków selektywnych.

Przeprowadzone badania wykazały (27, 23) bardzo silną toksyczność dla owadów pożytecznych Parathionu i kombinacji DDT i Toxafenu, nieco mniej toksyczny był Toxafen, Endrin i DDT, a najmniej szkodliwe Demeton i Systox. Fragmenty przeprowadzonych badań zobrazowano w tabelach 1 i 2. Systox wykazał bardzo silną toksyczność dla mszycy, przy równocześnie umiarkowanej toksyczności dla fauny pożytecznej. Dał on lepsze wyniki w niszczeniu mszycy, niż np. Parathion czy Phosdrin, co przy równoczesnym utrzymaniu się przy życiu dużej liczby owadów pożytecznych chroni rośliny przed uszkodzeniem trwalej i w sposób mniej kosztowny. Nie ma tu również tak wielkiego niebezpieczeństwa wytworzenia się odporności szkodnika na stosowany preparat, jak np.

Tabela 1
Szkodliwość różnych środków stosowanych do zwalczania *T. maculata* dla jej ważniejszych drapieżców według Van den Bosch'a i in. (27)

L.p.	Preparat i dozowanie	ilość drapieżców na 16 pokosów siatką entomologiczną						Ilość <i>T. maculata</i> na 100 roślin						
		<i>Orius</i> sp.		<i>Geocoris</i> sp.		<i>Nabis</i> sp.			<i>Hippodamia</i> sp.					
		I-N	9	I-N	4	I-N	9		I-N	4	I-L			
		liczba dni po oprysku												
		I-N	4	I-N	4	I-N	4	I-N	9	I-N	4	I-L	9	I-L
1	Malathion (0,71 1b)	114-0	144-54	16-10	22-8	13-6	11-3	40-5	193-32	1215	1447			
2	Parathion (0,2 1b)	157-0	104-60	10-2	16-13	14-6	6-2	82-18	82-75	389	535			
3	Demeton (0,2 1b)	126-1	91-82	17-4	14-11	18-13	8-1	94-7	99-40	152	467			
4	Endrin (0,24 1b)	165,5	118, 101	6-1	20,0	29-19	11-2	156-89	82-50	445	405			
5	Toxaphene (2,36 1b)	122-3	135-87	9-0	17-1	14-18	8-10	161-137	104-59	400	380			
6	DDT (1,2 1b)	158-1	122-140	15-5	25-3	13-21	11-0	156-169	185-102	2024	172			
7	Kontrolne	150-11	104-73	18-11	31-25	40-8	10,2	173-403	130-122	5226	126			

Tabela 2
Porównawcza toksyczność kilku insektycydów na 4 gatunki drapieżców mszycy *T. maculata* według Stern'a i in. (25)

Preparat	uncje na akr	Czas obserwacji po opryskiwaniu w dniach:											
		1		2		3		4		5		9	
		bied- ronki	<i>Nabis</i> sp.	<i>Orius</i> sp.	złoto- oki	bied- ronki	<i>Nabis</i> sp.	<i>Orius</i> sp.	złoto- oki	bied- ronki	<i>Nabis</i> sp.	<i>Orius</i> sp.	złoto- oki
Ilość owadów pożytecznych na 100 pokosów siatki entomologiczną													
Malathion	9,1	14	5	23	0	6	21	34	0	100	20	266	7
Parathion	4,0	15	2	39	1	17	1	35	1	146	9	307	4
Phosdrin	0,7	19	12	116	2	14	22	100	4	306	14	348	10
Trithion	7,2	57	11	220	12	51	41	175	12	149	8	272	10
Systox	0,5	90	12	394	7	176	47	206	23	413	12	142	6
Systox	0,9	80	10	403	4	119	32	215	17	547	14	250	5
Kontrolne		136	13	349	8	601	33	306	33	342	17	175	8

przy Parathionie, czy Malathionie. Podobne badania przeprowadzone dla znalezienia selektywnego środka do zwalczania gąsienic *Colias philodice eurytheme* Boid., a nie niszczącego pasożyta *Apanteles medicaginis* Mues., wykazały, że najlepszym dotąd środkiem jest Dylox.

Wychodząc z założenia, że stosowane środki chemiczne są jedynie złem koniecznym, należy przy ich stosowaniu przedsiębrać wszelkie możliwe środki ostrożności.

W Polsce, dla usprawnienia akcji zwalczania, realizuje się z inicjatywy Instytutu Ochrony Roślin badania nad fizjografią, czy też rejonizacją szkodników oraz dla zwiększenia precyzji stosowanych zabiegów rozbudowuje się stacje pojawu i sygnalizacji, podające sygnały do zwalczania szkodnika. W USA te sposoby są realizowane już od bardzo dawna i osiągnęły bardzo wysoki poziom. Np. wielką pomocą w zwalczaniu szkodników w USA jest wydawanie co tydzień szczegółowego raportu odnośnie pojawu i nasilenia szkodników upraw rolnych w różnych stanach (USA Cooperative Economic Insect. Report). Raporty te są opracowywane przy współpracy entomologów organizacji federalnych, stanowych, przemysłowych itp. Podaje się tu prognozę pogody na dany tydzień, obszar zagrożonego terenu, nasilenie szkodnika i jego znaczenie gospodarcze. Omawia się także gatunki kwarantannowe, ich wygląd i znaczenie. Raporty te są wydawane przez specjalną sekcję Wydziału Rolnictwa (Plant Pest Survey Section, Plant Pest Control Division, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture). W nieco większych odstępach wydaje się także specjalny instruktaż dotyczący metodyki obserwacji poszczególnych szkodników, jak też interpretacje nasilenia danego szkodnika z punktu widzenia przewidywanych szkód itd.

Pomoc w wybraniu sposobu zwalczania zapewniają różne organizacje będące w kontakcie z farmerem. Najważniejszą rolę odgrywają specjalne organizacje rolnicze, pośredniczące w przekazywaniu wiedzy pomiędzy naukowcami a praktykami (Agricultural Extension Service). Organizacja ta ma wielu specjalistów z różnych dziedzin w każdym powiecie (County), którzy utrzymują kontakt z farmerami. Oprócz tego działają liczni agenci firm chemicznych, doradzający opryskiwania preparatami produkowanymi w danej firmie.

Ze względu na konieczność ograniczenia do minimum stosowanych środków chemicznych z uwagi na duże koszty i ujemne działanie dla biocenozy upraw lucerny, pomimo wspomnianych wyżej form pomocy dla farmerów, w 1946 r. stworzono system tzw. zwalczania nadzorowanego (Supervised Control). Inicjatywa wyszła tutaj od pracowników Wydziału Entomologii i Parazytologii Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley. Stwierdzili oni na podstawie wieloletnich obserwacji w polach lucerny, że doświadczona osoba może przewidzieć, czy naturalni wrogowie szko-

dnika występują w dostatecznej liczbie, aby go zlikwidować. W przeciwnym wypadku powinny być zastosowane środki zaradcze.

System zwalczania nadzorowanego, początkowo wprowadzony w obrębie miejscowości Dos Palos, miał na celu ochronę lucerny przed gąsienicami *Colias philodice eurytheme* Boisd. Spośród wrogów naturalnych obserwowano głównie pasożytniczą błonkówkę *Apanteles medicaginis* Mues. Jest to bardzo wartościowy lokalny entomofag wysoko wyspecjalizowany w niszczeniu swego żywiciela. Rozwija się szybciej niż żywiciel i niszczy go nim ten ostatni zdąży wyrządzić poważniejsze szkody.

W praktyce system zwalczania nadzorowanego polega na tym, że farmer lub grupa farmerów wynajmuje entomologa, który śledzi populację szkodnika w polu. Na podstawie warunków właściwych dla danego pola i swoich wiadomości o ekologii szkodników lucerny entomolog przewiduje, czy szkoda gospodarcza może wystąpić. Wykorzystuje się tu biologiczną właściwość motyli *Colias philodice eurytheme*, które najchętniej składają swoje jaja na młodych roślinach około 15 cm wysokości. W związku z tym lucerna w każdym cyklu produkcyjnym reprezentuje ten sam typ infestacji. Samica *Apanteles medicaginis* Mues. składa jaja w młode stadia larwalne szkodnika. Ten okres rozwoju lucerny nie nadaje się jednak na przeprowadzenie obserwacji. Larwy pasożyta, rozwijające się w ciele gąsienicy, są jeszcze za małe, a niedostatecznie rozwinięta lucerna nie pozwala na zastosowanie pokosów siatką entomologiczną.

Idealną porą obserwacji jest nieco już większa lucerna i szkodnik w trzecim stadium rozwojowym. W tym stadium najłatwiej jest również ustalić procent spasożytowania. Jest to także najwłaściwszy moment z punktu widzenia ochrony roślin, gdyż trzecie stadium rozwojowe trwa około tygodnia i gąsienica zjada w tym czasie przeciętnie 1 listek lucerny. Zaraz po tym następuje faza szybkiego wzrostu. Gąsienice czwartego i piątego stadium zjadają już 20—30 razy więcej pokarmu niż w pierwszych tygodniach. Lucerna jest wtedy mniej więcej w połowie wzrostu.

Praktyczna ocena polega na 20 regularnych pokosach na powierzchni całego pola przy pomocy siatki entomologicznej i przeliczeniu ilości złowionych gąsienic oraz procentu spasożytowania. Jeżeli ilość złowionych zdrowych gąsienic przekracza 200, wówczas plon jest zagrożony. W takim wypadku entomolog, w zależności od zaawansowania rośliny w rozwoju, może doradzić albo wcześniejszy zbiór, albo też oprysk bakteriami lub wirusami niszczącymi szkodnika, lub też chemicznymi preparatami selektywnymi, które, niszcząc szkodnika, nie wyrządzają poważniejszych szkód faunie ich wrogów naturalnych.

Już po 2 latach istnienia organizacji praktykującej ten system zwalczania (Westside Alfalfa Pest Control Association) okazało się, jak wielkie korzyści daje ten system. Wyraża się to w sposób następujący:

1. W praktyce okazało się, że można zlikwidować 75—80% oprysków. Równa się to znacznemu obniżeniu kosztów produkcji.

2. Wykorzystanie do maksymalnego stopnia działalności owadów pożytecznych.

3. Pewność, że pola są strzeżone przez doświadczonych entomologów i że nie zdarzy się nieprzewidziana klęska, która zniszczy zainwestowane tysiące dolarów. Ma to bezcenną wartość dla farmera.

4. Farmer wie, że otrzymał najlepszą możliwą poradę.

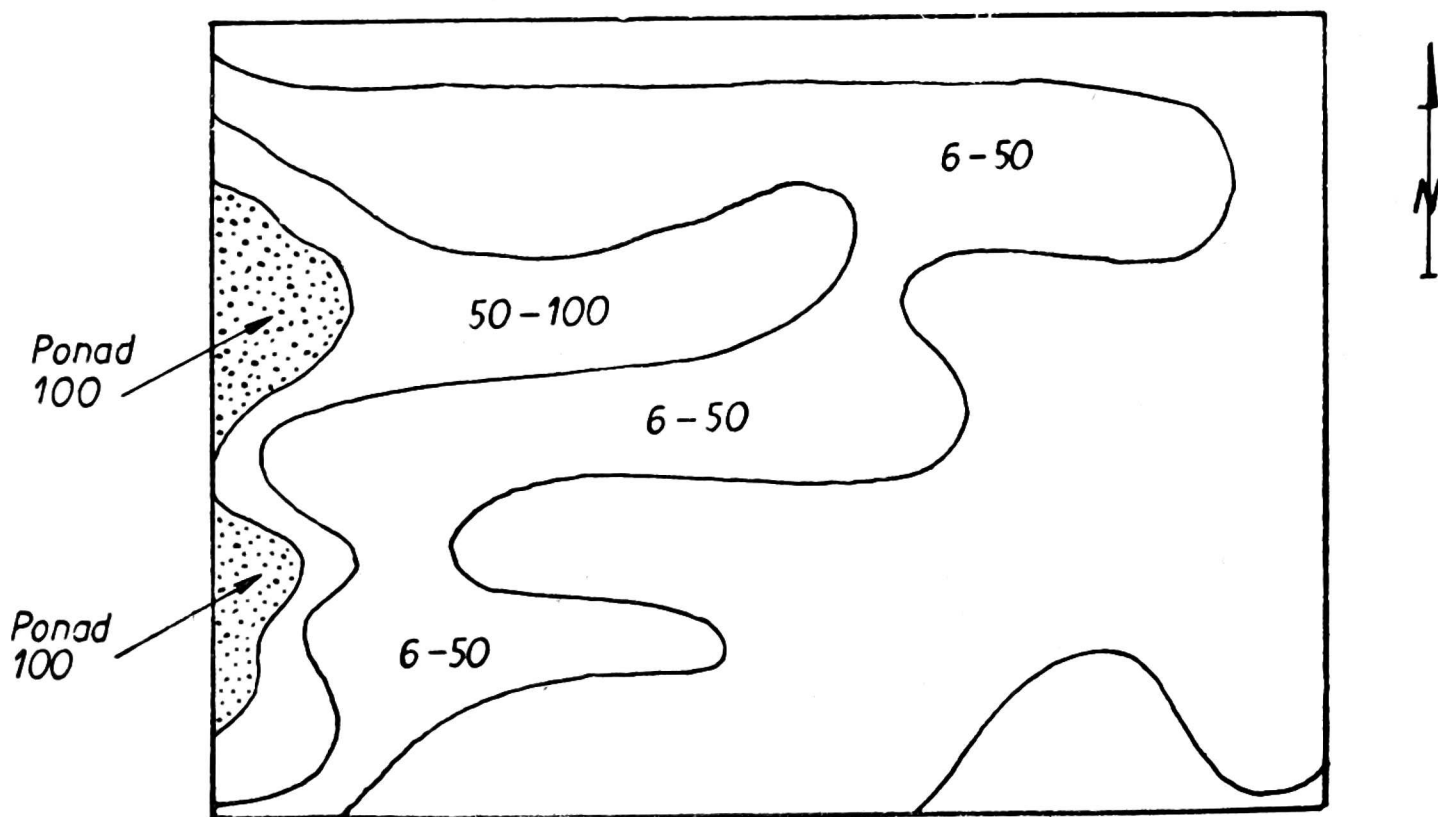
5. Każda rada dotyczy konkretnie danego pola.

6. Farmer nie jest zobowiązany do stosowania się do wskazówek entomologa, ale ostateczna decyzja należy do niego.

7. Entomolog jest jak gdyby agentem farmera i nie może mieć nic wspólnego z żadną firmą chemiczną i reprezentować cudzych interesów.

8. Koszt płacy entomologa jest bardzo niski i wynosi 15—25 centów za akr.

Oprócz kierowania zwalczaniem gąsienic z rodzaju *Colias*, zwalczanie nadzorowane rozszerzono również i na mszyce *Therioaphis maculata* Buckt. Zaleca się tu przede wszystkim wykrywanie ognisk infekcji. Można to zrobić w bardzo prosty sposób. Entomolog lub też farmer



Rys. 2. Prowizoryczny plan pola z oznaczeniem populacji mszyc

systematycznie obserwuje populację w polu. Co 100 metrów powinien liczyć ilość mszyc przypadającą na 5 roślin i prowadzić notatki. Następnie przeliczywszy, ile średnio wypada na roślinę, może sporządzić sobie prowizoryczny plan swego pola i populacji mszyc, jak np. na rys. 2 (24).

Jak wynika z załączonego rysunku, tylko zachodnio-północna część pola wymaga ewentualnego zabiegu.

Na podstawie właściwości klimatycznych i aktywności wrogów naturalnych mszycy w różnych rejonach Kalifornii, ustalone zostały ilości mszyc na roślinę, których przekroczenie wymaga zabiegu chemicznego. Zależy to również w pewnej mierze od pory roku i kolejności pokosu.

Obecny system zwalczania nadzorowanego zastosowano również i do szkodników bawełny, pomidorów i melonów (17).

Niezależnie od prób zwalczania biologicznego i chemicznego, hodowcy próbują już od dawna znaleźć odmiany odporne na szkodniki. Badania przeprowadza się w dwóch zasadniczych kierunkach. Po pierwsze stara się znaleźć odmianę, która mało cierpi od szkodnika; i po drugie odmianę, na której reprodukcja szkodnika jest najmniejsza (4—11).

Przy poszukiwaniu odmiany odpornej na nicienie i choroby bakteryjne uzyskano odmianę Lahontan. Odmiana ta okazała się bardzo odporna na mszycę *Therioaphis maculata* Buckt. Np. w badaniach porównawczych plony tej odmiany były o 289% większe niż powszechnie uprawiana odmiana African, 359% większe niż odmiana kalifornijska (California Common 48), oraz 403% większe niż odmiana Caliverde.

Odmiana Lahontan nie nadaje się jednak do uprawy w pustynnych dolinach Kalifornii. W związku z tym szuka się obecnie mieszańców odpornych na mszycę, które można uprawiać w terenach pustynnych.

Zilustrowana wyżej ochrona lucerny w USA jest doskonałym przykładem kompleksowego zwalczania szkodników roślin.

W metodzie tej wykorzystano środki metody biologicznej, chemicznej i agrotechnicznej. Pomimo bardzo szczupłego personelu najważniejszą rolę odegrali tu pracownicy metody biologicznej. Im również zawdzięcza się nie tylko odkrycie biopreparatów, ale także i znalezienie odpowiednich selektywnych środków chemicznych. Metoda chemiczna została sprowadzona do jej właściwej roli środka pomocniczego, stosowanego tylko w wypadku uzasadnionej potrzeby.

Na całym prawie świecie zwalczanie szkodników w rolnictwie opiera się na kalendarzu opryskiwań. Jest to ogólna recepta na wszystkie problemy powiązane z chorobami i szkodnikami tylko przez terminy, w których środki chemiczne powinny być stosowane. Nie zaspokajają to potrzeb rolnictwa w stosunku do ochrony roślin, która musi być związana przede wszystkim z daną populacją szkodnika i z konkretną uprawą roślinną, a tylko pośrednio z terminami fenologicznymi. Ze względu na to na szczególną uwagę w amerykańskiej ochronie lucerny zasługują sposoby ostrożnej oceny sytuacji populacji szkodnika i jego wrogów naturalnych w konkretnym terenie przed ewentualną akcją zwalczania.

Przedstawiony powyżej system kompleksowej ochrony lucerny jest nie tylko dowodem możliwości wykorzystania fauny pożytecznej w wypadku biocenoz sztucznych, ale jest wielkim osiągnięciem myśli przyrodniczej, zasługującej na uwagę i naśladownictwo.

LITERATURA

1. Allen W. W.: 1958. The biology of *Apanteles medicaginis* Mues. (*Hym. Braconidae*). Hilgardia V. 27, nr 18: 515—541.
2. Chamberlin T. R.: 1924. Introduction of Parasites of the Alfalfa Weevil into the United States. U. S. Dep. Agr. Circ. 301, 9.
3. Clausen C. P.: 1956. Biological Control of Insect Pest. U. S. D. A. Tech. Bull. nr 1039, 151.
4. Dahms A. G., Painter H.: 1940. Rate of reproduction of the Pea Aphid on different Alfalfa Plants. J. Econ. Ent. 33: 482—485.
5. Dickson R. C., Laird E. F. Jr., Pheso G. R.: 1955. The spotted Alfalfa Aphid (Yellow clover Aphid on Alfalfa). Hilgardia V. 24, nr 5: 93—118.
6. Essig E. O., Michelbacher A. E.: 1933. The Alfalfa Weevil Calif. Agr. Exp. Sta. Bull. 567, 44.
7. Hagen K. S., Smith R. F.: 1958. Chemical and Biological Methods of Pests Control. Agr. Chem. VII. 4.
8. Hagen K. S., Holloway J. K., Skinner F. E., Finney G. L.: 1958. Aphid Parasites Established, Calif. Agr. II, 3, 15.
9. Hall I. M., Dunn P. H.: 1957. Entomophorous Fungi Parasitic on the Spotted Alfalfa Aphid. Hilgardia V. 27, nr 4, 154—187.
10. Harpaz L.: 1955. Bionomics of *Therioaphis maculata* Buckt. in Israel. J. Econ. Ent. 48, 6, 668—671.
11. Howe W. L.: 1957. Resistance to the Spotted Alfalfa Aphid in Lahontan Alfalfa. J. Econ. Ent. V. 50, nr 3: 320—324.
12. Metcalf C. L., Flint W. P., Metcalf R. L.: 1951. Destructive and Useful Insects. New York — Toronto — London.
13. Michelbacher A. E.: 1940. Effects of the *Bathyplectes curculiones* on the Alfalfa Weevil Population in Lowland Middle California. Hilgardia 13, 81—99.
14. Michelbacher A. E., Smith R. F.: 1943. Some Natural Factors Limiting the Abundance of the Alfalfa Butterfly. Hilgardia. 15: 369—397.
15. Muesebeck C. F. W.: 1956. Two New Parasites of the Yellow Clover Aphid and Spotted Alfalfa Aphid (*Hym. Braconidae*). Bull. Brooklyn, Ent. Soc. 51(1) 25—28.
16. Schlinger E. I., Hall J. C.: 1959. A Synopsis of the Biologies of Three Imported Parasites of the Spotted Alfalfa Aphid. J. Econ. Ent. V, 52, nr 2: 154—157.
17. Smith R. F.: 1949. Manual of Supervised Control. Division of Entomology and Parasitology University of California. Berkeley.
18. Smith R. F., Allen W. W.: 1954. Insect Control and the Balance of Nature. Sc. Amer. V. 190, nr 6: 37—42.
19. Smith R. F., Hagen K. S.: 1956. Predators of the Spotted Alfalfa Aphid. Calif. Agr. 10(4), 8—10.
20. Steinhaus E. A.: 1949. Principles of Insect Pathology.

21. Steinhaus E. A.: 1951. Possible Use of *Bacillus thuringensis* Berl. as an Aid in the Biological Control of the Alfalfa Caterpillar. *Hilgardia*, V. 20, nr 18: 359—381.
22. Steinhaus E. A.: 1956. Potentialities for Microbial Control of Insects. *Agr. Food. Chem.* V. 4, nr 8: 676—680.
23. Stern V. M., Van den Bosch R., Born D.: 1958. New Control for Alfalfa Aphid. *Calif. Agr.* 1, 4—5, 13.
24. The Spotted Alfalfa Aphid and its Control in California. Univ. Agr. Ext. Serv. 1957.
25. Tanada Y.: 1954. A Polyhedrosis Virus of the Imported Cabbageworm and its Relation to a Polyhedrosis Virus of the Alfalfa Caterpillar. *Ann. Ent. Soc. Amer.* V. 47, nr 4: 553—574.
26. Thompson C. G., Steinhaus E. A.: 1950. Further Testing a Polyhedrosis Virus to Control the Alfalfa Caterpillar. *Hilgardia*, V. 19, nr 14: 411—445.
27. Van den Bosch R., Reynolds A. T., Dietrick E. J.: 1956. Toxicity of Widely Used Insecticides to Beneficial Insects in California Cotton and Alfalfa Fields. *J. Econ. Ent.* V. 49, nr 3, 359—363.
28. Van den Bosch R.: 1956. Parasites of Alfalfa Aphid. *Calif. Agr.* 10(10) 7.
29. Van den Bosch R.: 1957. The Spotted Alfalfa Aphid and its Parasites in the Mediterranean Region, Middle East and East Africa. *J. Econ. Ent.* V. 50, nr 3, 352—356.
30. Van den Bosch R., Schlinger E. J., Dietrick E. J.: 1957. Imported Parasites Established. *Calif. Agr.* VII. 11—12.
31. Van den Bosch R., Schlinger E. I., Dietrick E. J., Hagen K. A., Holoway J. K.: 1959. The Colonisation and Establishment of Imported Parasites of the Spotted Alfalfa Aphid in California. *J. Econ. Ent.* V. 52, nr 1, 136—141.
32. Van den Bosch R., Schlinger E. I., Dietrick E. J. and Hall I. C.: 1959. The Role of Imported Parasites in the Biological Control of the Spotted Alfalfa Aphid in Southern California in 1957. *J. Econ. Ent.* V. 52, nr 1: 142—154.