

JAN BOCZEK

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza w Warszawie

TYPY POWIĄZAŃ MIĘDZY OWADAMI A ROŚLINAMI

Jedną z ważniejszych dziedzin działalności człowieka jest produkcja roślin. Produkty roślinne są nie tylko cennym składnikiem żywności ale stanowią podstawę produkcji zwierzęcej. Produkty te dostarczają ludności świata ok. 70% białka i ponad 70% kalorii.

Plon roślin jest funkcją ich produkcyjności oraz ubytków i strat. Ważnym źródłem strat w plonie są szkodniki — zwierzęta należące do nicieni, roztoczy, owadów, ślimaków, ptaków i ssaków. Większość gatunków zwierząt szkodliwych dla roślin należy do owadów i stąd w niniejszym opracowaniu o nich będzie najwięcej mowy. Mimo zawężenia tytułu do owadów będę także podawał przykłady powiązań roślin z innymi grupami roślinożernych zwierząt. Mówiąc o roślinach mam na myśli nie tylko eukariotyczne rośliny zielone wraz z grzybami (*Eucariota*) ale także bakterie, mikroplazmy (*Procariota*) i wirusy (nie zaliczane do organizmów żywych).

Szkodniki wpływają na rozwój i plonowanie roślin w czasie całego cyklu produkcyjnego — od wysiewu, przez cały okres wegetacji, do zbioru, jak również w czasie przechowywania produktów roślinnych. Straty powodowane przez szkodniki ocenia się w skali światowej rocznie na 14,8% plonu, co stanowi dla przykładu 30 milionów ton pszenicy, 50 milionów t kukurydzy, 90 milionów t ryżu. W skali Polski straty te ocenia się na 6 miliardów rocznie.

Żerowanie szkodników wpływa na ilość i jakość plonu pojedynczych roślin i z jednostki powierzchni jak również na liczebność populacji roślin. Szkodniki, podobnie jak patogeny wpływają także ujemnie na werność plonowania roślin. Wielkość strat zależy może od wielu czynników jak: gatunek, odmiana i stan fizjologiczny rośliny, gatunek szkodnika i jego liczebność, okres żerowania, układ warunków klimatycznych i wielu innych.

Owady wpływają także dodatnio na plon, głównie przez zapylenie roślin.

W procesie ewolucji wykształciły się różne formy powiązań między roślinami i zwierzętami. Zwierzęta, a zwłaszcza owady zapylają kwiaty wielu roślin, są rośliny żywiące się owadami. Zwierzęta kryją się na roślinach. Dla wielu gatunków i grup zwierząt rośliny stanowią pokarm lub miejsce żerowania i rozwoju. Rośliny wabią zwierzęta swoimi kwiatami, swoim kształtem, kolorem i zapachem.

Jesteśmy skłonni uważać, że nawet najmniejsze uszkodzenia na roślinie wpływają ujemnie na jej plonowanie. Tymczasem rośliny dysponują określoną zdolnością do regeneracji zniszczonych części, szkodnik do pewnej określonej liczebności jest tolerowany. Miejsce po zniszczonych roślinach (światło, gleba, pokarm) może być wykorzystywane przez sąsiednie rośliny (kompensacja), stąd plon z całego pola może nie być niższy. Szkodnik występujący w małej liczebności może — wprowadzając do rośliny ślinę — stymulować jej fotosyntezę i rozwój i stąd uzyskany plon może być nawet z porażonej rośliny wyższy.

Przez odpowiednie nawożenie, terminy siewu i zbioru, uprawę gleby, staramy się tak wpływać na rośliny uprawne, aby obniżać ich podatność na szkodniki i ograniczać straty. Dokonujemy tego drogą selekcji i krzyżowania otrzymując nowe odporne odmiany.

W ostatnich latach pomnożyła się liczba prac dotyczących wpływu szkodników na rośliny żywicielskie. Odbyło się kilka międzynarodowych sympozjów na ten temat. Również w Instytucie Ochrony Roślin SGGW-AR w Warszawie wykonano kilka opracowań z tego zakresu. Ponieważ w literaturze krajowej brak jest tych materiałów, w 3 wykładach spróbuję dokonać przeglądu dotychczasowych osiągnięć.

W pierwszym artykule omawiam ewolucję i typy powiązań między owadami i roślinami. W dalszych zajmę się wpływem owadów na rośliny i roślin na owady.

Bardzo dziękuję prof. dr J. Kochmanowi za zachętę do napisania tego artykułu a licznyim specjalistom, zwłaszcza prof. dr Zofii Starck za cenne uwagi.

Ewolucja roślin a ewolucja owadów

Owady (*Insecta*) są jedną z najstarszych grup zwierząt na kuli ziemskiej. W karbonie występowały już ważki (*Odonata*), jętki (*Ephemeroptera*), prostoskrzydłe (*Orthoptera*) i siatkoskrzydłe (*Neuroptera*). W permie pojawiły się pluskwiaki (*Hemiptera*), chrząszcze (*Coleoptera*) i wiele innych rzędów. Niektóre z nich całkowicie wyginęły i dzisiaj w ogóle nie występują. Błonkówki (*Hymenoptera*) i muchówki (*Diptera*) są znane z triasu a motyle (*Lepidoptera*) z trzeciorzędu.

Fauna owadów w karbonie była już zróżnicowana. Występowały zarówno drapieżne ważki jak i liczne owady zjadające żywe rośliny i materiały roślinne, np. ściółkę (*Orthoptera*, *Palaeodictyoptera*). Występowały już larwy jętek żyjące w wodzie.

Rośliny pojawiły się na kuli ziemskiej prawdopodobnie w sylurze. W dewonie występowały już drzewa. W karbonie występowały już rośliny z blaszkowatymi liśćmi, pojawiły się już prymitywne nasiona. W takich lasach złożonych z drzewiastych widłaków, kalamitów i wczesnych nagozależkowych (kordaity, paprocie nasienne) z podszyciem paprotników było dużo pożywienia i kryjówek dla owadów. Spory i pyłek, pędy i liście, sporangia i prymitywne nasiona, a także ściółka takiego lasu mogły żywić liczne ówczesne owady. Ułożenie kambium i floemu blisko epidermy u kordaitów mogło przyczynić się do naturalnej selekcji, która doprowadziła do rozwoju pluskwiaków, które wykształciły kłująco-ssące narządy glebowe przystosowane do nakłuwania roślin. Pluskwiaki równoskrzydłe opanowały rośliny okrytozależkowe w okresie jurajskim, natomiast pluskwiaki różnoskrzydłe (*Heteroptera*) rozwinęły się później, prawdopodobnie na początku ery mezozoicznej, z jednej z linii rozwojowych *Homoptera*, które nie były ściśle wyspecjalizowane do określonego typu pokarmu (Klimaszewski, Szelegiewicz, Wojciechowski, w druku).

Pierwsze ślady żeru owadów na liściach pochodzą z permu. Analiza niektórych karbońskich owadów (*Palaeodictyoptera* i *Megasecoptera*) wykazuje, że musiały to być owady lądowe, które mogły się żywić materiałem roślinnym.

W permie nastąpił silny rozwój roślin nagozależkowych, co mogło spowodować całkowity zanik *Palaeodictyoptera* i *Megasecoptera*. Pojawiły się chrząszcze (*Coeloptera*), wojsiki (*Mecoptera*) chruściki (*Trichoptera*).

W triasie pojawiły się już prymitywne kwiaty, a tym samym powstała możliwość ich krzyżowego zapylania przez owady. Różnorodność owadów uważanych za grupy związane z kwitnącymi roślinami w tym okresie była duża. Z wyjątkiem motyli występowały już wszystkie owady holometaboliczne.

W kredzie rozwinęły się rośliny okrytozależkowe, występował już pyłek, owoce i nektar. Kwiaty mogły już wtedy być zapylane przez liczne chrząszcze, niektóre błonkówki włączając mrówki (jednak nie występowały jeszcze pszczoły) i muchówki (nie występowały jeszcze *Cyclorrhapha*).

W trzeciorzędzie powiązania między owadami a roślinami jeszcze ściślej się rozwijały, o czym świadczy funkcjonalna morfologia obu tych grup organizmów. Szczególnie dobrze widać to w budowie kwiatów roślin z rodzin *Compositae*, *Labiatae*, *Scrophulariaceae*, których występowanie w trzeciorzędzie zostało potwierdzone.

Typy powiązań między roślinami a owadami

Powiązania między roślinami a owadami można ująć w 2 grupy: 1) gdy zarówno owad jak i roślina odnoszą korzyści z tych powiązań (symbioza), 2) gdy tylko jedna strona na tym powiązaniu korzysta a druga traci (pasożytnictwo lub drapieżnictwo). Można wyróżnić 3 następujące typy powiązań należących do pierwszej grupy: a) zapylenie roślin przez owady, b) symbioza mikroorganizmów z owadami, c) humifikacja materiału roślinnego.

S y m b i o z a

Z a p y l a n i e r o ś l i n. Owady zapyłają liczne rośliny i od nich zależy byt wielu roślin uprawnych. Dla owadów i zwierząt zapyłających wytworzyły rośliny urozmaicone w kształcie, barwie i pachnące kwiaty, które cieszą nasze oczy.

Rośliny dla przywabienia owadów wytworzyły ponadto tzw. wskaźniki, sygnały barwne (jaskrawe plamy), wabiące połyski. Za usługę zapyleńia kwiaty dają owadom słodki nektar i pożywny pyłek.

W naszej florze ok. 22% roślin kwiatowych jest zapyłanych przez wiatr. Reszta niemal w całości zapyłana jest przez owady. Przeważna część naszych roślin okrytozalążkowych należy do roślin owadopylnych. Z nich aż 75% gatunków zapyłanych jest przez pszczoły, 21% przez inne błonkówki, a tylko 6% przez inne owady. Wśród owadów odwiedzających kwiaty w Polsce 47% stanowią błonkówki, 26% muchówki, 10% motyle, i 15% chrząszcze. W USA 85% roślin jest zapyłanych przez pszczoły.

Chrząszcze wykazują niski stopień współżycia z kwiatami, jednak jest szereg gatunków w naszej entomofaunie, które przystosowały się do pobierania nektaru i pyłku (omomiłki, sprężyki, słodyszek rzepakowy). Wykorzystują przede wszystkim te kwiaty, których nektar i pyłek są łatwo dostępne i przy okazji zapyłają kwiaty tych roślin. Kwiaty te mają silne zapachy, obfitują w pyłek i często wytwarzają swoiste ciała odżywcze (9).

Również tylko nieliczne muchówki żyją wyłącznie pokarmem pobieranym z kwiatów. Do takich należą głównie bzygowate, wyslepkowate, bujankowate, ale także przedstawiciele rączyc, leniowatych, muchowatych, émiankowatych i wujkowatych. Muchówki kwiatolubne mają aparat gębowy ssący, ssawka może mieć długość dostosowaną do odwiedzanych kwiatów. Liczne z nich mają ciało gęsto pokryte włoskami. Kwiaty odwiedzane przez nie mogą mieć odpowiednie przystosowania do wabienia zapylaczy (kolor, pułapki, aparaty czepne, kwiaty zwodnicze).

Najczęściej odwiedzają kwiaty błonkówki i motyle. Owady te budową ciała, zachowaniem i wykształceniem narządów zmysłowych przystosowane są do powiązań z kwiatami.

Liczne dojrzałe błonkówki odżywiają się nektarem, rosą miodową i pyłkiem (pilarzowate, ździeblarzowate, gąsienicznikowate, męszelkowate, bleskotkowate, galasówkowate). Liczne żądłówki, a zwłaszcza pszczołowate są ściśle związane z kwiatami i korzyści z tych powiązań są wzajemne. Zbierają pyłek i noszą go w wolu lub na odwłoku. Zbierają nektar, który przerabiają na miód. Często wybierają kwiaty określonego gatunku roślin odróżniając je po kształtach, kolorze, a z bliskiej odległości także po zapachu i wreszcie po smaku. Rośliny wykształciły szereg modyfikacji jako przystosowanie do błonkówek zapylających je (kształt rurki, wargi, urządzenia czepne i pułapkowe).

Aby zgromadzić 1 kg miodu, pszczoły muszą wykonać ok. 100 000 lotów, na odległość ok. 4 razy większą od obwodu kuli ziemskiej. Na 1 kg miodu składa się nektar z 1,5—2,0 milionów kwiatów akacji, 4,5 miliona kwiatów esparcety. Pszczoły zbierają często w odległościach 1 km, ale nawet do 5 km. Nektar zawiera 50 lub więcej procent wody, która musi być odparowana w ulu przez ruch skrzydeł pszczół. W wolu pszczoła przynosi ok. 50 mg nektaru, ale lecąc z dużych odległości znaczną część zużywa jako źródło energii. Robotnica dźwiga jednorazowo do ula 20—25 mg pyłku (3—4 miliony ziaren co stanowi do 70% ciężaru jej ciała) pochodzącego z setek kwiatów. W ciągu dnia może wykonać nawet 36 km. Pszczoła wytwarza miód z nektaru kwiatowego i z rosy miodowej, będącej wydaliną innych owadów (mszyc, miodówek, czerwców). W jej wolu produkty te są odpowiednio przerabiane, aż w końcu miód zawiera: ok. 15% wody, 45% fruktory, 30% glukozy, 2% sacharozy, skrobię, ślady soli mineralnych, wolnych kwasów organicznych, witamin, enzymy, pyłek i воск.

Prawie wszystkie motyle dzienne i nocne pobierają pokarm płynny: nektar, sok z roślin i z owoców, rosę miodową a nawet miód. Ich ssący aparat gębowy w formie ssawki, niekiedy bardzo długiej, umożliwia pobieranie nektaru z miodowników nawet umieszczonych głęboko w kwiecie. Poszczególne gatunki wybierają często kwiaty określonych kolorów, ale wabić je może także zapach i smak. Kwiaty zapylane przez motyle dzienne są zwykle jaskrawo wybarwione, z wyraźnymi wskaźnikami. Zapylane przez motyle nocne mają jasne ale nie jaskrawe barwy, otwierają się na noc, nie mają wskaźników, za to mają silne zapachy (narcyz).

Mówimy więc o kwiatach motylowych, błonkówkach, chrząszczywych i muchówkowych.

Także niektóre inne owady (pluskwiaki na baldaszkowatych i złożonych, przylżeńce na złożonych) mogą licznie występować na kwiatkach i zapylać je.

Liczne rośliny uprawne zależą całkowicie od owadów. Bez dostępu owadów plon ich owoców i nasion spada niemal do zera. Należą tutaj prawie wszystkie drzewa owocowe, truskawki, maliny, żurawina, ogórek, melon, marchew, pietruszka, cebula, kapusta, fasola, groch, pomidory, koniczyna, lucerna, bawełna i liczne rośliny ozdobne (chryzantemy, irysy, storczyki). Wartość funkcji zapylania, jaką pełnią owady, jest 20—100 razy większa niż produktów, które wytwarzają i gromadzą, jednak bardzo często o tym zapominamy. Ocenia się, że w USA szkodniki powodują straty w produkcji roślinnej rzędu 3,5 miliarda dolarów rocznie, natomiast korzyści z zapylania kwiatów wynoszą 4 miliardy dolarów.

Symbioza mikroorganizmów z owadami. Liczne gatunki owadów, roztoczy i nicieni żyją w ścisłym powiązaniu z mikroorganizmami. Organizmy te mogą występować w dużych ilościach w świetle przewodu pokarmowego lub w różnych tkankach. U owadów organizmy te występują najczęściej w ciele tłuszczowym (np. u karaczanów) lub w ścianie przewodu pokarmowego (chrząszcze, pluskwiaki). Często tworzą one zgrupowania (mycetomy) między komórkami w tych organach. Organizmy te to bakterie lub drożdże.

Żyjąc w ciele owada dostarczają mu witamin i steroli. Organizmy żyjące w świetle przewodu pokarmowego przede wszystkim umożliwiają trawienie celulozy przez owada, mogą jednak także wytwarzać konieczne dla życia aminokwasy i witaminy. Tylko nieliczne owady produkują w swoim przewodzie pokarmowym celulozę. Trawienie wielu gatunków termitów, korników i innych owadów odbywa się przy udziale mikroorganizmów. Celulozę trawią u korników bakterie zawarte w pierwotniakach obficie występujących w ich przewodach pokarmowych. Niektóre z tych organizmów żyjące w jelicie owadów mają zdolność bezpośredniego wiązania azotu, częściowo wydalanego z kałem, przez co zwiększa się ilość tego pierwiastka w substancji organicznej. Zamierając dostarczają organizmowi owada aminokwasów. Wszystkie te organizmy korzystają ze środowiska ciała owada, tam znajdują odpowiedni dla siebie pokarm. Wyeliminowanie takich mikroorganizmów z ciała owada przez zastosowanie antybiotyków lub promieniowań uniemożliwia rozwój i powoduje śmierć gospodarza. Liczne owady przekazują takie organizmy z pokolenia na pokolenie na powierzchni składanych jaj.

Humifikacja materiału roślinnego i poprawianie struktury gleby. Liczne gatunki owadów, roztoczy i nicieni żyją w ściółce i w glebie uprawnej. Na 1 m² gleby żyją tysiące tych zwierząt należących do różnych grup syntetycznych. Roztocze i nicienie tworzą tak zwaną mezofaunę, a owady wchodzi w skład makrofauny glebowej. Wśród tych zwierząt znajdują się gatunki, których rozwój odbywa się w glebie

(pędraki chrabąszcza, drutowce) i inne, dla których ściółka czy gleba jest środowiskiem życia dla wszystkich stadiów (owady bezskrzydłe, nicienie, mechowce). Zwierzęta te rozdrabniają substancję roślinną i zjadają ją. W ich przewodach pokarmowych następuje humifikacja substancji organicznych. Tutaj istnieją dogodne warunki do tworzenia się kwasów huminowych, które sprzyjają tworzeniu gruzełkowatej struktury gleby. Aktywność tych zwierząt jest duża. Jeden roztocz może w ciągu roku przepuścić przez przewód pokarmowy kilkadziesiąt mm³ pożywienia.

Zwierzęta te w glebie wykonują pionowe i poziome ruchy, w skutek czego mieszają składniki mineralne z organicznymi, przemieszczają sole nagromadzone w glebie, rozdrabniają gruzełki i spulchniają glebę. Przez wydalanie kału przenoszą substancję organiczną, roznoszą mikroflorę jelitową, wzbogacają glebę substancjami próchnicznymi. Zwierzęta te zwłaszcza ułatwiają humifikację kory i zdrewniałych części roślin. Ilość tych zwierząt jest jakimś wskaźnikiem żyzności gleby. Zwierzęta żyjące w glebie pośrednio, przez glebę, wpływają na wzrost i rozwój roślin [1]. Ten wpływ dotyczy poszczególnych organizmów roślinnych, liczebności populacji różnych ich gatunków oraz struktury zespołów roślinnych. Tego typu powiązania, jakkolwiek korzystne dla obu stron, nie mają charakteru nieodzownego współżycia, zachodzą pośrednio (poprzez glebę) i stąd zaliczanie ich do symbolizy może budzić wątpliwość.

Pasożytnictwo lub drapieżnictwo

Powiązania zaliczone do drugiej grupy typu pasożytnictwa lub drapieżnictwa mogą występować w obu kierunkach: korzyść odnosi wyłącznie roślina lub tylko owad. Układy powiązań niekorzystne wyłącznie dla owada występują, gdy: a) owady trawione są przez rośliny owadożerne, b) patogeniczne organizmy roślinne (bakterie, mikroplazmy, grzyby i wirusy) powodują schorzenia owadów.

R o ś l i n y o w a d o ż e r n e. Nieliczne rośliny okrytozalążkowe wykształciły kwiaty i liście przystosowane do łapania owadów. Wydzieliny specjalnych gruczołów tych roślin wabiają owady. Owad, który się dostanie do takiego kwiatu nie może się z niego wydostać, gdyż przeciwdziałają temu specjalnie ustawione włoski. Owad taki jest następnie trawiony i wchłaniany przez roślinę. Przykładem naszych roślin owadożernych są rośiczki (*Drosera spp.*). Takie cechy wykazują także rośliny z niektórych innych rodzajów, np. *Pinguicula*, *Utricularia* i *Nepenthes*. Łapanie są przez nie owady dorosłe a nawet larwy (np. komarów). Roślina żyjąca na Cejlonie z rodzaju *Aristolochia* łapie muchy i zatrzymuje je tak długo, aż strząsną pyłek na jej słupek.

Schorzenia owadów powodowane przez mikroorganizmy. Liczne organizmy powodują schorzenia owadów, roztoczy, nicieni. Wirusy w formie wielościennych inkluzji (poliedry) lub granul rozmnażają się w określonych częściach komórek (nuklearne i cytoplazmatyczne) różnych organów zwierząt. Wirusy atakujące larwy owadów niszczą ich nabłonek (bielinki, rolnice, duże gąsienice sadów). Jedne z nich są specyficzne, inne niespecyficzne [6].

Riketsje atakują także liczne owady (komarnice, popilię japońską, larwy chrabąszczy).

Bakterie z rodzajów *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Cloaca*, *Streptococcus* powodują także często schorzenia owadów. *Bacillus thuringiensis* Berl. jest powszechnie wykorzystywany do produkcji biopreparatów stosowanych w walce biologicznej z niektórymi owadami. Atakuje on ponad 100. gatunków owadów, głównie gąsienice motyli.

Owady cierpią także często atakowane przez grzyby należące do różnych grup (owadomórki — *Entomophthoraceae*, *saccaromycetaceae*, *Hypocreales* i *Fungi Imperfecti*). Gatunek *Beauveria bassiana* jest wykorzystywany do produkcji biopreparatów stosowanych do zwalczania niektórych owadów (chrabąszcze, płaszczyniec, stonka, żółwinek, omacnica prosowianka, owocówka jabłkóweczka).

Układy wyłącznie dla rośliny niekorzystne występują wtedy, gdy 1) owad uszkadza rośliny lub ich produkty, 2) przenosi patogeniczne mikroorganizmy i infekuje nimi rośliny.

Szkodniki roślin i produktów roślinnych

Ponad 50% gatunków owadów, liczne nicienie i roztocze są fitofagami. Te gatunki mniej lub bardziej, często całkowicie uzależnione są od roślin. Żerując na nich zjadają je lub uszkadzają różne organy. Zjadają pączki, liście, pędy, korę, drewno, korzenie, pyłek, nektar, nasiona i owoce. W zależności od narządów gębowych gryzą rośliny lub wysysają z nich soki. Na roślinach i w roślinach się kryją. Mogą także wykorzystywać części roślin dla budowy kryjówek, gniazd i kokonów.

Owady prostoskrzydłe, przyłżeńce, pluskwiaki, większość chrząszczy (zarówno larwy jak i dorosłe) są fitofagami. U motyli, błonkówek, muchówek żerują na roślinach lub w roślinach tylko ich larwy, zaś owady dorosłe mogą zlizywać lub wysysać wypływający z rośliny i z owoców sok.

Nie ma gatunków roślin nie mających szkodników. Na jednych gatunkach roślin znajdujemy tylko nieliczne gatunki owadów (np. na miłorząbie — *Ginkgo biloba* — którego liście zawierają silnie działający na owady i roztocze repelent), a na innych — liczne, należące do różnych rzędów;

np. na kukurydzy naliczono 200 gatunków owadów, na jabłoni stwierdzono ok. 400 gatunków, na sośnie ok. 150, a na dębie aż ok. 1000 gatunków, w tym aż 50 gatunków minujących liście.

Z reguły, im dany gatunek ma szersze rozprzestrzenienie w świecie, tym więcej gatunków zwierząt jest z nim związanych.

Żyjąc na roślinach owady muszą przymocowywać się do nich. W tym celu mają odpowiednie zakończenia stóp lub inne struktury morfologiczne, lepkie wydzieliny lub rozwój ich odbywa się wewnątrz roślin, w wygrzyzionych kanałach, w minach lub w wytworzonych galasach. Mimo, że rośliny zawierają dużo wody, jednak owady żyjące na ich powierzchni narażone są na wysychanie. Dlatego ukrywają się w zagłębieniach powierzchni roślin, między włoskami, piją dodatkowo wodę z powierzchni liści, wykształcają odpowiednio odporną na wysychanie kutykulę i system trachealny.

W zależności od sposobu żerowania i zachowania się na roślinie owady mają określone przystosowania. Odpowiednie narządy zmysłowe pozwalają im na zlokalizowanie rośliny na podstawie jej kształtu, koloru i zapachu. Pszczoły mają na nogach koszyczki do przenoszenia pyłku, a na nogach przednich grzebykowate urządzenia ze szczecinek do czyszczenia czułków z pyłu. Gąsienice mają odpowiednie nogi larwalne, ułatwiające im utrzymywanie się na roślinach. Zawisakowate zawisają w powietrzu wysysając nektar z kwiatów. Mają często ochronne kolory, kształty, struktury dzięki którym są trudne do zauważenia na roślinie. Liściaki przypominają liście, patyczaki i gąsienice miernikowców (*Geometridae*) — kawałki pędów. Gąsienica *Nerice bidentata*, żerując na brzegach wiązków ma zielony kolor i na każdym segmencie ma dwa wyrostki przypominające ząbki liścia wiązku. Ryjkowce mają twardy ryjek, dzięki któremu mogą drażnić kanaliki. Ryjek u słonika *Balaninus glandium*, żerującego na dębach, jest dłuższy od ciała. Przy jego pomocy owad może drażnić kanalik w żołędziach i tam składać jaja.

Liczne błonkówki mają długie, silne, piłkowane pokładełko, za pomocą którego wiercą w drewnie kanaliki i składają jaja do drewna lub do larw żerujących w drewnie. Liczne owady mają odpowiednio twarde żuwaczki, pozwalające na rozdrabnianie twardych części roślin, lub odpowiednio długie kłujki, umożliwiające im osiaganie wiązek sitowo-naczyniowych, skąd wysysają soki. Motyle mają odpowiednio długie ssawki, dzięki którym dostają się do nektarników. Na Madagaskarze rośnie storczyk o bardzo głębokim kielichu. Dawno domyślano się, że musi tam występować nocny motyl o odpowiednio długiej ssawce. Znacznie później opisano motyla, którego ssawka ma długość 25 cm.

Owady fitofagiczne wyspecjalizowały się do określonych typów żerowania. Wyróżniamy owady: a) żerujące wolno na roślinach, b) minujące,

c) zwijające liście, d) tworzące galasy, e) wygryzające chodniki w roślinach.

Owady żerujące wolno na powierzchni roślin. Mogą one wędrować i korzystać z pokarmu na stosunkowo dużym obszarze. Mają aparat gębowy gryzący lub kłująco-ssący. Atakują one rośliny lub ich produkty i zjadają je całkowicie lub wysysają tylko z nich soki ogładzając je. Owady o aparacie gębowym gryzącym są zwykle bardziej ruchliwe, często zmieniają miejsce żeru.

Sposób żerowania i uszkodzania roślin bywa różny. Jedne żuwaczkami dłubią tkanki roślinne po kawałku, powodując dołeczkowate wyżerki w liściach, pędach, owocach (np. niektóre zwójówki), inne wygryzają otworki w liściach (np. pchełki roślinne). Gąsienice i niektóre chrząszcze wyjadają brzegi liści (np. oprzędziki). Młode larwy często zjadają blaszkę liściową tylko z jednej strony pozostawiając nienaruszoną górną lub dolną skórę liścia, lub zjadają całe liście, pozostawiając tylko grubsze żyłki (gołozery). Często po sposobie żeru można rozpoznać gatunek owada.

Owady o aparacie gębowym kłująco-ssącym przez różny okres utrzymują swoją ssawkę w tkankach rośliny. Ssawka może sięgać do komórek nabłonka, miękiszu lub nawet do tkanki przewodzącej. Mogą wysysać zawartość komórek lub ssawka przeciska się między komórkami i sięga aż do rurek sitowych. W efekcie takiego żerowania powstają na liściach i pączkach, owocach czy kwiatostanach zniekształcenia albo większe lub mniejsze plamki. Z czasem następuje odbarwienie lub ordzawienie zaatakowanych tkanek oraz wcześniejsze opadanie liści lub nawet zamieranie roślin.

Owady minujące. Stanowią one grupę naturalną a nie taksonomiczną. Miny powodują larwy chrząszczy (*Buprestidae*, *Chrysomelidae*, *Curculionidae*) motyli, muchówek i błonkówek. Larwy owadów minujących żyją w środowisku półpłynnym, między dwoma epidermalnymi warstwami w liściu, owocu, w płatkach koron kwiatu lub w pędzie roślin. Można wyróżnić larwy minujące, które cały swój rozwój odbywają w liściu, i takie, które tylko w pierwszym okresie rozwoju minują, a później wychodzą na powierzchnię i kończą swój rozwój jako wolno żerujące lub tworzące galasy na liściach.

Uszkodzenia typu min obserwujemy na roślinach wszystkich rodzin, włączając mleczwate i trujące dla zwierząt wyższych, na roślinach lądowych i wodnych. Często na jednym gatunku rośliny stwierdza się miny wytworzone przez owady wielu gatunków, nawet należące do odległych jednostek taksonomicznych.

Imagines owadów minujących składają jaja na liściach lub do ich wnętrza. Larwy drążą w liściu kanalik, przy czym kształt tego kanalika

jest charakterystyczny dla gatunku. Po kształcie min, jak po podpisie, można określić gatunek owada minującego. Miny bywają liniowe lub plamkowe. W miarę wzrostu larwy szerokość kanalika się powiększa. W minie zachodzą linienia i często przepoczwarczenie. W miejscu tworzeniaminy nabłonek na stronie górnej i dolnej zamiera, staje się szary lub brązowieje, zmniejsza się więc powierzchnia asymilacji. Często znaczna część powierzchni liścia jest zniszczona przez miny, reszta zaś jest żywa i zielona. Liście silnie zaatakowane przez owady minujące wcześniej opadają. Niekiedy larwa zmienia liść, uszkadzając w ten sposób kilka lub więcej liści. Na przykład u *Celeophora laricella* nawet 129 liści atakowanych jest przez jedną larwę. Gatunki należące do jednego rodzaju mogą powodować różne uszkodzenia — jedne miny, inne galasy (np. muchówki z rodzaju *Agromyza*).

Znacznie więcej min na roślinach obserwuje się w krajach tropikalnych niż u nas, jednakże i u nas niektóre gatunki roślin są silnie atakowane przez owady minujące (jabłoń, śliwa, lilak, buraki, nasturecja, dąb, niektóre warzywa nawet w szklarniach).

W Polsce zwalczą się niektóre owady minujące jak: minierka niewybredka, kibitnik lilakowiaczek, śmietka ćwiklanka używając wgłębnych lub układowych preparatów organo-fosforowych.

Larwy owadów minujących są spłaszczone, głowę mają przeważnie małą, wciągniętą do odwłoka, zwykle bez czułków i oczu. Larwa w minie jest dość dobrze chroniona przed wrogami i niekorzystnymi czynnikami środowiska. Mimo to stwierdzono liczne pasożyty larw owadów minujących.

Owady zwijające liście. Zwijanie liści przez owady następuje dwoma sposobami. Najczęściej następuje oprzędzanie liścia lub liścinią jedwabną, która na powietrzu kurczy się i liść się zwija. Niekiedy owad w charakterystyczny sposób nagryza liść tak, że liść się zwija. Zwijka stanowi kryjówkę przed niekorzystnymi czynnikami fizycznymi, pasożytami i drapieżcami, stanowi miejsce przepoczwarczenia i żeru dla larw i owadów dorosłych. Niektóre owady zwijają liście dla sporządzenia sobie kryjówki zimowej. Liść taki przymocowany jest do gałęzi i pozostaje na drzewie przez zimę (niestrzep głogowiec, kuprówka rudnica). Zwijkę może tworzyć jeden osobnik (np. tutkarz brzoziowiec) lub tworzą ją larwy pochodzące z jednego złoża jajowego (namiotnik jabłoniowy, kuprówka rudnica). Zwinięciu może ulegać cały liść lub tylko jego brzeg (zwinięcia powodowane przez *Cecidomyiidae* — pryszczarkowate). Liść może być zwinięty lub tylko złożony albo sąsiadujące liście są spięte jakby sklezione. Owad wykorzystuje zwijkę jako miejsce żeru, szkieletuje liść lub go dziurawi. Zwijki po ich wykorzystaniu przez owada minującego lub równocześnie z nim są zasiedlane przez inne gatunki owadów, roztocze i pająki.

Owady zwijające liście to przede wszystkim gąsienice motyli. Należą do 17 rodzin, zwłaszcza do zwójówek (*Tortricidae*), omacnicowatych (*Pyralidae*), skośnikowatych (*Gelechiidae*) i kubitnikowatych (*Gracillariidae*). Zwijać liście mogą także nieliczne gatunki chrząszczy, muchówek, błonkówek i owadów prostoskrzydłych (w tropikach).

Owady tworzące galasy. Galasy tworzone przez owady na roślinach były od bardzo dawna obiektem zainteresowania człowieka. Były produktem do sporządzania leków i barwników, z nich również wróźono. Masowe pojawy galasów z gąsienicami wewnątrz miały być zwiastunem nadchodzącego głodu, z larwami muchówek — zwiastunem wojny a jeśli w środku znajdowano pajęczaki — było to wróżbą nadchodzącej zarazy. Za pomocą galasów leczono ludzi i zwierzęta, spasano je również zwierzętami, były przedmiotem handlu.

Galasy są wytwarzane przez nicienie, roztocze (*Eriophyoidea* — szpeciele) i przez liczne owady. Galasy wywołują przedstawiciele 6 rzędów owadów: chrząszcze, motyle, pluskwiaki równoskrzydłe, przyłżeńce, muchówki i błonkówki. Te 2 ostatnie rzędy są w tym względzie najważniejsze. Co najmniej 2 rodziny owadów są wyspecjalizowane w tym typie uszkodzeń: pryszczarkowate (*Diptera: Cecidomyiidae*) i galasówkowate (*Hymenoptera: Cynipidae*).

Galasy mogą być tworzone na wszystkich możliwych częściach roślin, przy czym kształt wyrosli i ich miejsce na roślinie są cechami charakterystycznymi gatunek owada. Po wyglądzie galasów łatwo można poznać ich sprawców.

Galasy występujące na roślinach były od dawna zbierane, opisywane i klasyfikowane. Stanowiły przedmiot specjalnej nauki — cecydologii. Same galasy są stąd znacznie lepiej znane niż ich sprawcy.

Ponad połowa rodzin roślin jest atakowana przez owady tworzące galasy. Same muchówki z rodziny pryszczarkowatych (*Cecidomyiidae*) tworzą galasy na roślinach z 69 rodzin i 202 rodzajów. Niekiedy na jednej roślinie mogą być setki tysięcy galasów powodowanych przez owady a miliony powodowanych przez szpeciele. Galasy mogą być otwarte lub zamknięte. Galasy zamknięte tworzą owady o gryzących aparatach gębowych (chrząszcze, motyle, muchówki i błonkówki). W galasie jest zwykle jedna larwa, ale są również galasy złożone z kilku komór, zawierające liczne larwy. Galasy tworzą się wiosną.

Galas jest mieszkaniem i miejscem żeru, w nim przebiega cały rozwój larwy i przepoczwarczenie. Galas ma zwykle grube ściany. Wyeksploatowane przez larwy tkanki w galasie przebarwiają się i zamierają. Puste galasy są często zajmowane przez inne owady, roztocze i pająki. Również w czasie rozwoju, zwłaszcza w galasach otwartych, spotyka się inne gatunki zwierząt współżyjące z larwami, które galas wytworzyły.

Larwy występujące w galasach są przeważnie beznogie lub mają nogi i czułki krótkie, ciało mają wydłużone.

Do galasów z trudnością przenikają zarówno insektycydy o działaniu głębokim jak i układowe. Zwalczanie więc szkodników tworzących galasy przeprowadza się w okresie, gdy samica składa jaja, lub przed wylęgiem larw.

Owady wygryzające chodniki w roślinach. Liczne gatunki owadów żyją i rozwijają się w chodnikach wydrążonych w nasionach, pędach, owocach, drewnie, w pączkach, w korze i korzeniach. Żerują one w żywych lub w martwych roślinach. Chodnik jest dla nich mieszkaniem, miejscem żeru i kryjówką. W chodnikach przebywają zwykle larwy, niektóre tylko chrząszcze (korniki i pustoszowate) żyją tam również pod postacią imagines.

Larwy wygryzające chodniki są wydłużone, beznogie lub z krótkimi nogami, mają ciało cylindryczne oraz głowę z silnymi gryzącymi narządami gębowymi. Wygryzając chodniki larwy wydalają kał, który albo usuwają, albo po prostu, posuwając się ku przodowi, pozostawiają za sobą. Rozwój larw żerujących w drewnie jest powolny a rozwój jednego pokolenia trwa zwykle ponad rok. Pokarm ten zawiera bowiem mało substancji odżywczych, jest trudno strawny. Liczne owady korzystają wówczas z pomocy mikroorganizmów. W chodnikach tych następuje najczęściej przepoczwarczenie, są jednak larwy, które w celu przepoczwarczenia przenoszą się do gleby. Owady te składają jaja wewnątrz chodników (np. słoniki, nasionnica trześniówka) lub na powierzchni rośliny (owocówki, śmietki, przezierniki).

Owady wygryzające chodniki są poważnymi szkodnikami roślin. Trudno je również zwalczać. Dlatego rozwój produkcji preparatów o działaniu głębokim a zwłaszcza układowym ułatwił ich zwalczanie. Wiele gatunków z tej grupy szkodników zwalczamy nadal jednak w momencie składania jaj, wylęgu larwy przed wgryzieniem się jej do rośliny lub zaprawiając nasiona czy glebę.

Do tej grupy należą szkodniki żerujące w:

- pąkach (kwieciaki i słodyszek rzepakowiec),
- kambium lub korze (zwójka koróweczka, korniki, kózki, bogatki),
- łodygach (omacnica prosowianka, plonarka zbożówka, ździeblarz pszeniczny, trzep szparagówka, chowacz czterozębny i inne),
- korzeniach i bulwach (drutowce, śmietki, udnice, połyśnica marchwianka i inne),
- owocach (owocówki, nasionnica trześniówka, owocnice),
- orzechach laskowych (słonik orzechowiec),
- grzybach (bedliszkowate),
- drewnie i łyku (kózki, korniki),

- kwiatostanach (pędrus koniczynowy),
- plastrach miodu (mól barciak).

Należą więc one do 4 rzędów owadów o gryzących, przynajmniej w stadium larwy narządach gębowych: chrząszczy, motyli, muchówek i błonkówek.

Owady niszczą produkty spożywcze, nasiona, sadzonki, różne roślinne produkty. Owady, jak również roztocze zjadają i zanieczyszczają oraz zagrzewają produkty i infekują je saprofitycznymi mikroorganizmami. Powodują straty ok. 3% przechowywanych produktów. Gdyby można uniknąć tych strat, uzyskalibyśmy dodatkowe pożywienie dla 33 milionów ludzi. Owady są także szkodnikami eksponatów muzealnych (np. mrzyk — *Anthrenus*), odzieży (mól ubraniowy — *Tineola biselliella*), papieru i książek (psotnik — *Troctes*), mebli i drewna (kołatki — *Anobiidae*). Chroniąc towary przed owadami musimy je odpowiednio pakować, przechowywać i zabezpieczać.

Przenoszenie patogenów roślin (wirusów, mikoplaz, bakterii, grzybów)

Przenoszenie może być bierne, gdy owad, nicień czy roztocz jest tylko środkiem transportu lub między patogenem a zwierzęciem powstaje ścisłe powiązanie.

Choroby wirusowe przenoszą różne zwierzęta, ale znaczna większość wirusów jest przenoszona przez owady (525 gatunków wirusów). Najliczniejszymi wektorami wirusów są mszyce (przenoszą ponad 200 wirusów) oraz czerwce (31 gatunków). Nieliczne inne wirusy przenoszą ślimaki, nicień, roztocze (łącznie 25 gatunków).

Wirusy przenoszone przez zwierzęta mniej lub bardziej biernie nazwano wirusami nietrwałymi. W czasie żerowania zwierzęcia cząstki takiego wirusa dostają się na narządy gębowe i z pokarmem do żołądka. Po przedostaniu się na zdrową roślinę wirus zostaje wprowadzony do jej tkanek, przy czym następuje to głównie w ten sposób, że w czasie żerowania część pokarmu cofa się (wymioty) do jamy gębowej i cząstki wirusa zmieszane z enzymami trawiennymi dostają się do zranionej rośliny [7]. Owad taki po pobraniu wirusa jest zaraz zdolny do infekcji roślin zdrowych ale zdolność tę szybko traci, cząstki patogena szybko się wyczerpują (3).

Przenoszenie tych wirusów odbywa się często łatwiej przez owady niż mechanicznie, na narzędziach czy przez pocieranie, co wskazuje, że nie jest to tylko mechaniczne przenoszenie. Infekcyjność cząstek wirusa, które zetknęły się z enzymami owada często wzrasta. Liczne owady o aparatach gębowych gryzących (prostoskrzydłe, skorki, chrząszcze, gąsienice motyli, larwy muchówek) i kłująco-ssących (pluskwiaki, przyłżeńce) mogą takie wirusy przenosić. Wirusy te znajduje się w rosie miodowej plus-

kwiaków. Niektóre z tych wirusów przenoszą różne owady, np. wirus mozaiki tytoniowej przenoszą gasienice błyszczki jarzynówki i słonecznicy, skorki, pchełki. Wrzecionowatość bulw ziemniaka przenosi stonka i koniki polne.

Druga grupa wirusów przenoszonych przez zwierzęta to tak zwane wirusy trwałe czyli krążeniowe. Cząstki takich wirusów pobrane z pokarmem dostają się do żołądka i stąd następnie przedostają się przez ścianę przewodu pokarmowego do hemolimfy, z nią krążą aż dostaną się do ślinianek. Ze śliną przekazywane są następnie do roślin zdrowych. Po zakażeniu tymi wirusami owad nie od razu może infekować zdrowe rośliny. Okres ten (tzw. inkubacyjny lub latens) może trwać od kilku godzin do kilkunastu dni i oczywiście zależy od temperatury.

Niektóre z tych wirusów trwałych namnażają się w hemolimfie owada (stąd nazwane krążeniowo-namnożeniowe) np. liściozwój ziemniaka — *Solanum virus* 14, inne się nie namnażają (tzw. krążeniowe np. wirus kędzierzawki wierzchołkowej buraka). Przy pierwszej grupie owad raz zainfekowany może przenosić wirusa przez całe życie a nawet przekazywać wirusa przez jaja na potomstwo. Ilość cząstek wirusa pozostaje w owadzie stała. Np. trwały wirus mozaiki pszenicy ozimej przenoszony jest wyłącznie przez nimfy i owady dorosłe skoczka *Psammotettix alienus* Dhlb. Skoczek musi żerować conajmniej 15 minut aby został zainfekowany i mógł wirusa później przekazywać. Okres inkubacji wirusa w ciele wektora wynosi 3—4 tygodnie a wirozy w roślinie pszenicy 1—3 tygodni. Raz zainfekowany wektor mógł przenosić wirus przez całe życie [4].

Przy drugiej grupie (krążeniowych), ilość wirusa z biegiem czasu w ciele wektora się zmniejsza, źródło infekcji się wyczerpuje. Wirusy trwałe przenoszą zwierzęta o aparatach gębowych kłująco-ssących i często wirus może być przekazany do zdrowej rośliny tylko przez te zwierzęta.

Wśród wektorów wirusów mamy takie gatunki, które mogą przenosić liczne wirozy (np. mszyca brzoskwiniowa przenosi ponad 100 gatunków wirusów, *Macrosiphum euphorbiae* — 81, *Aphis fabae* — 45) i inne, które są wektorami tylko jednego wirusa (np. płaszczyniec burakowy przenosi jedynie wirus wywołujący kędzierzawkę płaszczynicową buraka).

Przypuszcza się że wirusy roślinne były wcześniej patogenami owadów lub ich wydzielinami.

Także roztocze przenoszą kilka chorób wirusowych roślin. Speciele przenoszą mozaikę brzoskwiń, rajgrasu, pszenicy, fig. Przędziorek chmielowiec przenosi wirusa mozaiki tytoniu a przedziorek szklarniowiec — wirusa smugowatości liści ziemniaków (Wirus Y, *Solanum virus* 2).

Szereg wirusów przenoszą także nicienie z rodzajów *Xyphinema*, *Longidorus* i *Trichodorus*.

Riketsje są przenoszone przez skoczki a mikoplazmy przez skoczki

i szpeciele. Stwierdzono je w ciele tych stawonogów, np. mikoplazmę powodującą żółtaczkę astra znaleziono w gruczołach ślinowych skoczka *Macrosteles fascifrons* a mikoplazmę powodującą atawizm liści czarnej porzeczki w szpecielu *Cecidophyopsis ribis*.

Liczne bakterie powodujące choroby roślin są przenoszone przez zwierzęta, w tym także często przez owady. Nie jest to czysto mechaniczne przenoszenie, między patogenem a owadem mogą istnieć bliższe powiązania. Bakterie mogą w przewodzie pokarmowym niektórych z tych wektorów przeżywać długie okresy. Np. zakażenie pierwotne przez *Erwinia amylovora*, powodująca zarazę ogniową drzew owocowych, powodują muchy i mrówki przenosząc bakterie ze zrakowaceń na kwiaty. Patogena tego jednak przenoszą także pszczoły, osy, szerszenie, zmieniki, mszyce, skoczki, korniki, owocówka jabłkóweczka. Sprawcę bakteriozy pierścieniowej ziemniaków (*Corynebacterium sepedonicum*) przenoszą: stonka ziemniaczana i pasikoniki. Patogen bakteryjnego wędnięcia dyniowatych zimuje w przewodzie pokarmowym niektórych chrząszczy, które żerując na roślinach infekują je bakteriami. Podobnie jest ze sprawcą czarnej nóżki ziemniaków (*Erwinia carotovora*), która zimuje w przewodzie pokarmowym much i larw śmietek. Bakterie sprzyjają żerowaniu larw śmietki. Śmietki mogą składać na rośliny jaja porażone przez bakterie.

Co najmniej kilkadziesiąt chorób grzybowych rozprzestrzenianych jest przez owady należące do różnych rzędów. Powiązania między grzybem a owadem mogą być przypadkowe. Owad przenosi na ciele zarodniki lub strzępki grzyba i raniąc roślinę przy żerowaniu infekuje ją. W wielu przypadkach powiązania będą ściślejsze.

Muchy i chrząszcze ale również i inne owady wabione rosą miodową przenoszą zarodniki sporyszu. Liczne owady przenoszą podobnie zarodniki i strzępki sadzaków. Pryszczarek heski powoduje wzrost porażenia pszenicy przez zgniliznę. Skorek pospolity infekuje jabłka grzybem *Sclerotinia fructigena* powodującym brunatną zgniliznę jabłek.

W niektórych przypadkach istnieje ściśle powiązanie patogenicznych grzybów z owadami. Bawełnica korówka przenosi *Gloeosporium perennans* powodującego raka jabłoni. Grzyb infekuje tylko tkanki uszkodzone przez mszycę. Ostatnio na obu półkulach wymierają wiązy niszczone przez *Ceratocystis ulmi* powodującego holenderską chorobę wiązów. Grzyb ten jest przenoszony przez kózkowate, korniki i ogłodki. Owady te na ciele przenoszą zarodniki w głąb chodników zdrowych drzew. Tam grzyb się rozwija a później jego lepkie zarodniki przyklejają się do ciała młodych chrząszczy wiosną i są znów roznoszone. Rozwój grzyba w chodnikach sprzyja rozwojowi tych owadów.

Z roztoczy *Siteroptes graminum*, tzw. brzuchacz łąkowy, przenosi zarodniki grzyba *Spirotrichum poae*, powodującego zamieranie kwiatów

goździków. Ciało roztoczy jest przeważnie pokryte łożowatą substancją, często więc stwierdzić można na nich zarodniki licznych grzybów i bakterii. Na trawach z objawami białokłosości występują często roztocze z rodziny *Tarsonemidae*. Nie wiemy dotychczas czy same roztocze, czy patogeny grzybowe występujące na tych roślinach a może łącznie powodują to schorzenie traw.

Liczne nicienie znane są z tego, że przenoszą i działają stymulująco na rozwój bakterii i grzybów. Typowe objawy kalafiorowości truskawek powstają gdy roślina jest porażona przez nicienia *Aphelenchoides fragariae* i bakterię *Corynebacterium fascians*. Rośliny porażone przez bakterię lub tylko przez nicienia wykazują nieznaczne objawy schorzeń. Nicienie zmieniają tkankę roślinną, czynią ją odpowiedniejszą dla rozwoju bakterii.

Współdziałanie grzybów z rodzaju *Fusarium* i mątwików z rodzaju *Meloidogyne* jest znane od dawna. Mątwiki przerywają odporność roślin na te grzyby. Podobnie jest w przypadku nicieni z rodzaju *Pratylenchus* i grzyba *Verticillium dahliae* (2).

Dotąd omawiałem rozprzestrzenianie przez owady organizmów roślinnych będących patogenami roślin wyższych. Mówiłem także o zapylaniu. Trzeba dodać, że owady roznoszą pyłek roślin a więc przyczyniają się do wymiany genów w obrębie populacji roślin i między populacjami.

Oddzielnie należy wspomnieć o innych przypadkach rozprzestrzeniania organizmów roślinnych przez owady. Owady (podobnie jak roztocze i nicienie) przenoszą na swoim ciele różne saprofityczne organizmy roślinne. Niektóre mrówki hodują w mrowiskach grzyby na specjalnie przygotowanych podłożach. Tymi grzybami się żywią, przenoszą je do nowo zakładanych mrowisk. Niektóre mrówki tworzą swoje mrowiska w roślinach i wtedy chronią rośliny przed zwierzętami roślinożernymi a nawet przed ogniem.

Podsumowanie

Od co najmniej 250 milionów lat ewolucja roślin i ewolucja owadów były ze sobą sprzężone i wzajemnie uwarunkowane. Procesy wzajemnych zależności i oddziaływań następują w bardzo silnym stopniu do dzisiaj.

Różnorakie są powiązania między roślinami i owadami. Są one typu pasożytnictwa, drapieżnictwa i symbiozy. Człowiek odnosi z tych powiązań duże korzyści i duże straty.

LITERATURA

1. Boczek J.: Post. Nauk Roln., vol. 4. s. 33-41, 1958.
2. Brzeski W. W., Sandner H.: Zarys nematologii. PWN, 400 s., 1974.
3. Carter W.: Owady a choroby roślin. PWRiL, 494 s., 1971.
4. Hoppe W.: Prace Nauk. IOR vol. 16, s. 105-180, 1974.
5. Klimaszewski S. M., Szelegiewicz H., Wojciechowski W.: Budowa przewodu pokarmowego *Lachnus longirostris* (Mordw.) (Homoptera Lachnidae). W druku.
6. Lipa J. J.: Zarys patologii owadów. PWRiL, 342 s., 1967.
7. Proeseler G.: Probleme der Übertragung und Ausbreitung pflanzenpathogener Viren und Mykoplasmen durch tierische Vektoren. Tagungsbericht AL, DDR, nr. 134, s. 71-81, 1975.
8. Smart J. Hughes N. F.: Insect plant relationships; Symp. Roy. Ent. Soc., Lond. nr 6, s. 59-83, 1973.
9. Szafer W., Wojtusiakowa H.: Kwiaty i zwierzęta, PWN 387 s., 1969.