Dolores Ciepielewska
Mariusz Nietupski

# Ochrona ekosystemów przed szkodnikami

Wydawnictwo
Uniwersytetu Warmińsko–Mazurskiego
Olsztyn 2003

# 1. Ekologia a przyczyny masowych pojawów szkodników

Ekologia jest nauką zajmującą się wzajemnymi powiązaniami między organizmami a otaczającym je środowiskiem oraz o współdziałaniu i współzależności organizmów. Jest to więc nauka o biologii środowiska, jego strukturze i funkcjonowaniu. Na tej podstawie wyróżniamy dwa podstawowe działy ekologii: autoekologię i synekologię. Autoekologia zajmuje się badaniem wzajemnego oddziaływania środowiska na pojedyncze organizmy. Synekologia zajmuje się badaniem grup organizmów, czyli ekologią zespołów: populacji, biocenozy, ekosystemu.

Ekologię, w zależności od badanego obiektu, można podzielić wg grup taksonomicznych. Nas interesuje ekologia zwierząt, które występują w środowisku pól uprawnych, sadów, łąk, zadrzewień i zakrzewień śródpolnych, a głównie takich szkodników roślin, jak nicienie, roztocze, ślimaki, owady oraz niektóre kręgowce.

Znajomość ekologii pozwala na ochronę naturalnych zasobów przyrody oraz ochronę roślin przed szkodnikami (agrofagami). W przyrodzie gatunek jest reprezentowany przez populację, reprezentantem populacji jest osobnik. Populacją nazywamy zespół organizmów jednego gatunku zajmujący daną przestrzeń. Miejsce i warunki, w jakich żyje populacja, określamy jako siedlisko. Pojęciem szerszym jest nisza ekologiczna. Zespół populacji różnych gatunków zwierząt żyjących w określonej przestrzeni nazywamy biocenozą. Biocenoza stanowi zatem wielogatunkowy zespół organizmów wzajemnie powiązanych różnymi zależnościami i żyjących w określonym środowisku zwanym biotopem. Biotop więc to obszar o określonych warunkach ekologicznych. Biocenoza łącznie z biotopem tworzy układ ekologiczny zwany ekosystemem. Zespoły ekosystemów, tworzące duże i łatwe do rozróżnienia regiony biologiczne na Ziemi (np. pustynia, step, tundra) nazywa się biomami.

# 2. Czynniki środowiska ograniczające występowanie szkodników roślin

## 2.1. Czynniki abiotyczne

Ze względu na działanie czynniki ekologiczne dzieli się na czynniki abiotyczne (klimatyczne, glebowe, związane z krajobrazem) i biotyczne (konkurencja, wrogowie naturalni). Wyróżnia się również czynniki antropogeniczne, związane z działalnością człowieka.

Do czynników abiotycznych należą: temperatura, wilgotność, światło, prądy powietrza, gleba oraz krajobraz.

**Temperatura.** Jest to niezmiernie ważny czynnik działający ograniczająco na szkodniki roślin, które zwykle są zwierzętami zmiennocieplnymi (poikilotermicznymi), jak: ślimaki, nicienie, roztocze, owady. Rozwój i żerowanie tych zwierząt oraz ich sezonowa zmienność jest zależna od temperatury otoczenia, w którym przebywają. Rozwój większości organizmów szkodliwych dla roślin może się odbywać w temperaturze od +2 do +38°C. Natomiast skrajne temperatury, w których mogą żyć zwierzęta zmiennocieplne, tzw. progi życia, to –54 i +64°C. Liczne szkodniki roślin już w temperaturze kilku stopni powyżej zera zaprzestają żerowania i wpadają w stan odrętwienia. Stan ten, jeżeli nie trwa zbyt długo, jest odwracalny. Dalszy spadek temperatury powoduje zamarzanie wody w tkankach, mechaniczne uszkodzenie komórek, a następnie zamieranie organizmu.

Temperaturę, która działa hamująco na aktywność życiową, określa się jako temperaturę zera fizjologicznego. Zwana jest również progiem życia i wynosi od +2 do +25°C. Powyżej niej rozpoczyna się aktywność lub rozwój gatunku. Cecha ta jest stała i genetycznie uwarunkowana. Temperatury powyżej zera fizjologicznego, zwane efektywnymi, mogą oddziaływać na każdym etapie cyklu życiowego szkodników. Suma temperatur w czasie rozwoju całego pokolenia danego gatunku jest wartością stałą. Określa ją wzór:

$$S = (T - t_0) \cdot d$$

$S$ – suma temperatur efektywnych,
$T$ – średnia temperatura dobowa,
$t_0$ – zero fizjologiczne danego gatunku,
$d$ – liczba dni rozwoju stadium rozwojowego lub całego pokolenia.

Ustalenie sumy temperatur efektywnych dla poszczególnych gatunków szkodników roślin, a nawet dla ich stadiów rozwojowych, umożliwia prognozowanie ich pojawu i rozwoju. Należy jednak pamiętać, że suma temperatur efektywnych jest wartością orientacyjną, zależną głównie od kondycji populacji, pokarmu oraz zmienności temperatury.

Gatunki zwierząt bezkręgowych mają różną odporność na wysoką temperaturę. Przez krótki okres niektóre owady mogą przetrwać w temperaturze do 60°C, wyjątkowo nawet do 200°C, dlatego w ochronie przed szkodnikami częściej wykorzystuje się wysoką temperaturę (nicienie, szkodniki magazynów i przechowalni). Na niską temperaturę otoczenia bezkręgowce są bardzo odporne, dlatego tylko wyjątkowo stosuje się ją do zwalczania szkodników.

**Woda i wilgotność powietrza**. Woda jest niezbędnym składnikiem każdego organizmu, a zawartość jej w organizmie jest zróżnicowana w zależności od wieku, stadium rozwojowego. W życiu każdego żywego organizmu woda stanowi niezbędne środowisko, w którym mogą zachodzić procesy metaboliczne. Ponadto stanowi główny element w syntezie i hydrolizie wielu związków organicznych oraz odgrywa istotną rolę przy pobieraniu składników pokarmowych. Woda stanowi powszechny rozpuszczalnik płynów

ustrojowych i jest niezbędnym uzupełnieniem pokarmu każdego organizmu, jak również jest środkiem transportu wewnątrzustrojowego (np. produktów przemiany materii, substancji odżywczych, hormonów, witamin, enzymów itp.). Niedobór wody prowadzi do skrócenia życia lub do zahamowania czynności życiowych. Strata 1/3 zawartości wody prowadzi nawet do śmierci. Zawartość wody w tkankach zwierzęcych jest duża, np. u owadów waha się od 46 do 92% ciężaru ciała. Ciało osobników młodszych zawiera jej więcej niż ciało dorosłych.

W życiu owadów największe znaczenie ma wilgotność względna powietrza. Owady absorbują wodę z powietrza za pomocą tchawek, całą powierzchnią ciała organizmu lub pobierają ją z pokarmem. Owady żyjące w suchych środowiskach i odżywiające się suchym pokarmem (np. szkodniki przechowalni i magazynów) przystosowały się do życia w bardzo niskiej wilgotności. Zwierzęta te wykorzystują wodę pochodzącą z procesów metabolicznych. Większość szkodników roślin to zwierzęta drobne, o dużej powierzchni w stosunku do masy ciała, dlatego tak szybko tracą wodę. Zwierzęta wykształciły wiele zabezpieczeń chroniących ich ciało przed wysychaniem, np. nieprzepuszczalne powłoki ciała (np. epikutikula u owadów), kokony, różnego rodzaju tarczki chroniące jaja, otwieranie i zamykanie przetchlinek, ograniczenie aktywności, suche wydaliny, nocny tryb życia, migracje. W przypadku dużej utraty wilgotności, aby uniknąć śmierci, owady zapadają w stan anabiozy lub diapauzy.

Wilgotność powietrza wpływa na występowanie i liczebność wielu szkodników. Wykorzystuje się często obniżenie wilgotności, np. w celu ograniczenia liczebności szkodników produktów przechowywanych, lub jej podwyższenia, w celu ograniczenia masowego pojawu przędziorków w szklarniach.

**Znaczenie temperatury i wilgotności.** Temperatura i wilgotność mogą oddziaływać na organizmy w każdym etapie ich cyklu rozwojowego. Oddziaływanie wilgotności jest bardzo silnie związane z temperaturą. Owady znacznie lepiej znoszą niekorzystne oddziaływanie ekstremalnych temperatur przy obniżonej zawartości wody w ich organizmie. Kompleksowy wpływ wilgotności i temperatury uwzględnia się w prognozowaniu. Znając średnie wartości temperatur i wilgotności, sporządza się tzw. klimogramy, czyli wykresy dla badanego terenu. Wykresy te wyznaczają optimum życiowe, warunki przeciętne i skrajne dla danego gatunku. Ograniczający wpływ temperatury i wilgotności na rozmieszczenie gatunków może wynikać z działania na przeżywalność, rozrodczość, wzrost osobników młodocianych, oddziaływania z innymi organizmami, jak: konkurenci, drapieżcy, pasożyty, szczególnie w warunkach bliskich granicy tolerancji danego gatunku w stosunku do tych czynników.

**Prądy powietrza**. Zarówno słabe, jak i silne wiatry, przyczyniają się do rozprzestrzeniania owadów, które na ogół nie należą do najlepszych lotników. Nawet u nielotnych stadiów owadów (np. młode gąsienice mniszki, kuprówki) mogą wystąpić specjalne włoski, tzw. włoski balonowe, które, powiększając powierzchnię ciała, pozwalają na przenoszenie owada przez wiatr nawet na odległość kilkudziesięciu kilometrów.

O kierunku rozprzestrzeniania owadów decyduje kierunek wiatru. Unoszenie owadów przez prądy powietrza nazywamy anemochorią. Znane są przypadki unoszenia owadów przez prądy powietrza nawet na wysokość kilku kilometrów. Skupiska bezkręgowców w atmosferze (aeroplankton) mogą być niesione z wiatrem, z prądami wstępującymi. W latach pięćdziesiątych stonka ziemniaczana przesuwała się zgodnie z kierunkiem najczęściej wiejących wiatrów, średnio o 100–200 km rocznie. Owady, unikając silnych wiatrów, kryją się tuż nad powierzchnią gleby lub zagrzebują się w niej. Powietrze jest środowiskiem rozprzestrzeniania się takich substancji lotnych, jak: feromony, kairomony, allomony, odgrywających w życiu owadów bardzo istotną rolę.

**Światło.** Światło jest dla większości owadów niezbędne, wyjątek stanowią tzw. troglobionty (owady głębnych warstw gleby). Aktywny wpływ światła na owady może być bezpośredni, np. na procesy fizjologiczne, rozwój, płeć, budowę ciała, oraz pośredni, tj. poprzez wpływ na rośliny żywicielskie owadów. Światło jest zasadniczym regulatorem aktywności dobowej owadów, dlatego dzielimy je na owady dzienne, zmierzchowe i nocne. Reakcję na intensywność, jakość oraz kierunek światła nazywamy fototaksją, która może być dodatnia (owady dążą do źródła światła) lub ujemna (owady oddalają się od jego źródła).

Światło wpływa na regulowanie u owadów zjawiska diapauzy, czyli takiego stanu fizjologicznego, w którym funkcje życiowe zostają zredukowane do minimum (pozwala to na przetrwanie niekorzystnych warunków otoczenia). Rozróżniamy diapauzę fakultatywną (względną), która ulega natychmiastowemu przerwaniu, gdy przestają działać niekorzystne warunki, oraz diapauzę obligatoryjną (bezwzględną), której okres trwania jest dziedzicznie utrwaloną właściwością gatunku. Fotoperiodyczna reakcja owadów przejawia się często już przy bardzo słabym oświetleniu, 1–5 luksa (np. stonka ziemniaczana). Dotyczy to tych gatunków, które żyją w wierzchniej warstwie gleby, w tkankach roślinnych i galasach.

**Gleba.** Owady mogą być powiązane z glebą stale przez całe życie lub przejściowo, gdy w glebie rozwijają się lub zimują tylko niektóre stadia rozwojowe. Jednym z bardziej znanych podziałów zwierząt glebowych, w tym owadów, nicieni itp. jest system wg Jacota, który dzieli organizmy na:

- geobionty (owady związane z glebą przez całe życie, np. skoczogonki, pierwogonki);
- geofile (przejściowi mieszkańcy gleby, np. pędraki, drutowce);
- geokseny (wykorzystujący glebę jako schronienie lub miejsce składania jaj, np. owocówki, strzygonia choinówka).

Istnieje również podział zwierząt związanych z glebą na:

- enedafon (fauna spotykana jedynie w głębszych warstwach gleby);
- hemiedafon (fauna wierzchnich części gleby);
- epedafon (fauna powierzchniowa gleby).

Niektórzy ekolodzy dzielą zwierzęta glebowe, biorąc pod uwagę ich wielkość, na:
- mikrofaunę (0,002 do 0,2 mm, np. pierwotniaki);
- mezofaunę (0,2 do 2,0 mm, np. owady bezskrzydłe);
- makrofaunę (2,0 do 20 mm, należy tu większość owadów);
- megafaunę (zwierzęta długości powyżej 20 mm, np. gatunki rodzaju biegacz).

Owady mogą zachowywać się w glebie aktywnie, kiedy żerują i się przemieszczają (np. drutowce, pędraki itp.), albo nieaktywnie, gdy znajdują się w stadium nieruchomym, np. w postaci jaj lub poczwarek. Struktura gleby oraz jej zasobność w składniki pokarmowe wpływa na występujące w niej owady. Są owady żyjące tylko w żyznych, próchnicznych glebach (np. turkuć podjadek), owady preferujące gleby kwaśne (np. larwy komarnic, sprężyków). W glebach urodzajnych o dużej zawartości substancji organicznych żyje znacznie więcej zwierząt niż w glebach piaszczystych, ubogich. W glebach lekkich spotyka się inne szkodniki (np. guzak północny) niż w glebach zwięzłych (np. pędraki guniaka czerwczyka). Rośliny rosnące na glebach zasobnych gorzej znoszą uszkadzanie przez szkodniki.

Gleby o dużej pojemności cieplnej są częściej zasiedlane przez gąsienice rolnic, pędraki, drutowce. Owady żyjące w glebie, przemieszczając się w niej, mieszają części organiczne z nieorganicznymi, humifikują materię organiczną, użyźniając glebę. Zwierzęta żyjące w glebie zwykle mają ciało wydłużone (np. larwy koziułek i sprężykowatych, nicienie) lub kabłąkowato zagięte (np. pędraki). Przemieszczają się w niej ruchem świdrującym, pomagając sobie narządami gębowymi i odnóżami. Migracje owadów w glebie (pionowe i poziome) powodują powstawanie chodników, co wpływa na jej przewietrzanie.

**Krajobraz.** Istotne znaczenie dla owadów ma konfiguracja terenu. Wpływ takich czynników, jak: wzniesienie ponad poziom morza, urzeźbienie terenu, występowanie gór, pagórków i nizin, może decydować o różnym zasiedleniu terenu przez zwierzęta. Od struktury krajobrazu zależy mikroklimat danego siedliska. Na polach osłoniętych zawsze liczniej występują niektóre szkodniki (np. połyśnica, mszyce, pryszczarki, śmietki) oraz drapieżne biedronki, złotooki i bzygowate. Słodyszek rzepakowy licznie poraża plantacje w pobliżu lasów, bo tam zimuje. Natomiast dla stonki ziemniaczanej lasy stanowią wyraźną przeszkodę. Norniki szczególnie licznie występują na polach mało zróżnicowanych krajobrazowo i zmeliorowanych. Sąsiedztwo miedz, łąk, zadrzewień także wpływa na występowanie szkodników. Tam również znajdują schronienie owady drapieżne i pasożytnicze, ponieważ nie stosuje się tam zabiegów chemicznych. Niektóre gatunki pożyteczne chętnie wycofują się do różnych biotopów, toteż ogromną rolę we wspomaganiu organizmów pożytecznych odgrywa różnorodny krajobraz z ekologicznie uzupełniającymi powierzchniami (miedze, zadrzewienia śródpolne, nie uprawiane skrawki pól itp.). Obszary te wpływają na wzrost zróżnicowania wielu organizmów, stwarzając im dogodne warunki przezimowania oraz duże możliwości pokarmowe.

## 2.2. Czynniki biotyczne

### 2.2.1. Pokarm

Do czynników biotycznych należą: pokarm, wrogowie naturalni i konkurencyjność. Zależności pokarmowe owadów są jednym z najważniejszych czynników ekologicznych, określających rozwój i rozmieszczenie gatunków. W zależności od rodzaju pobieranego pokarmu wśród owadów wyróżniamy:
- fitofagi (odżywiające się żywymi roślinami lub ich wydzielinami);
- saprofagi (żerujące na szczątkach obumarłych roślin);
- zoofagi (zjadające inne zwierzęta);
- nekrofagi (odżywiające się trupami innych zwierząt);
- koprofagi (żerujące na odchodach innych zwierząt).

Zoofagi dzielimy na pasożyty, parazytoidy i drapieżce. Według specjalizacji pokarmowej owadów wyróżniamy:
- monofagi (jednożerne – żyjące kosztem jednego gatunku roślin lub zwierząt);
- oligofagi (skąpożerne – żyjące kosztem kilku, zwykle spokrewnionych gatunków);
- polifagi (wielożerne – żyjące na różnych gatunkach roślin i zwierząt niespokrewnionych ze sobą);
- pantofagi (wszystkożerne – odżywiające się pokarmem roślinnym i zwierzęcym, zarówno żywym, jak i martwym).

Między wymienionymi grupami nie ma wyraźnych granic, w związku z tym często mówi się tylko o wąskiej specjalizacji pokarmowej, czyli stenofagizmie i szerokiej specjalizacji pokarmowej, czyli euryfagizmie. Każdy gatunek, nawet polifag, ma określone preferendum, tzn. rodzaj pokarmu najchętniej zjadanego, który sprzyja jego rozwojowi i płodności. Specjalizacja pokarmowa fitofagów jest zróżnicowana również w obrębie tej samej rośliny. Niektóre ze szkodników odżywiają się tylko określonymi częściami roślin, np. tkankami liści, korzeniami, częściami generatywnymi itp., lub w przypadku szkodników o narządzie gębowym kłująco-ssącym – sokiem komórkowym lub asymilatami przewodzonymi przez wiązki sitowe. Są szkodniki, które atakują tylko najmłodsze liście wiosną (np. wiele gatunków mszyc), inne – liście starsze latem i jesienią (np. kuprówka rudnica).

Wśród zoofagów (parazytoidy, pasożyty, drapieżce) specjalizacja pokarmowa może być zarówno bardzo wąska, jak i szeroka. Oprócz monofagów, występują oligofagi i polifagi. Polifagiczne entomofagi łatwo się przystosowują do nowych ofiar lub żywicieli. Żerowanie zwierząt wiąże je z innymi organizmami, przy czym powiązania te nie ograniczają się tylko do dwóch organizmów, np. pasożyt – żywiciel, drapieżca – ofiara, szkodnik – roślina żywicielska. Każdy z nich może stać się pokarmem dla innego organizmu. Drapieżca może być atakowany przez pasożyta lub innego drapieżcę, pasożyt przez pasożyta II rzędu itd. Powstają więc łańcuchy pokarmowe wiążące wiele organizmów. Znajomość wymagań pokarmowych szkodnika oraz jego

łańcucha pokarmowego pozwala na regulowanie tych powiązań poprzez odpowiednie zmianowanie i dobór roślin odmian odpornych lub tolerujących żerowanie szkodnika. Zarówno jakość, jak i ilość pożywienia, wpływają na rozwój szkodnika i jego wrogów naturalnych. Zmniejszenie się ilości pożywienia lub jego pogorszenie wpływa na wydłużenie okresu rozwoju, spadek płodności, zmniejszenie masy ciała osobników dorosłych oraz migracje. Celem migracji jest głównie poszukiwanie odpowiedniego żerowiska.

### 2.2.2. Wrogowie naturalni

Każdy gatunek zwierzęcia ma wielu wrogów, którzy mogą, w zależności od warunków, w różnym stopniu wpływać na jego liczebność. Do wrogów naturalnych owadów należą patogeny, parazytoidy, pasożyty i drapieżce. Niektóre z nich są wykorzystywane do biologicznego zwalczania szkodników.

Wśród czynników biotycznych, oddziałujących w dużym stopniu na liczebność i rozwój owadów, są drapieżnictwo i pasożytnictwo. Drapieżnictwo polega na tym, że jeden organizm zabija i zjada osobniki innego gatunku (ofiarę). Drapieżca jest zwykle większy od swojej ofiary i jego rozwój odbywa się kosztem więcej niż jednej ofiary, przy czym kontakt z nią jest krótkotrwały. Często zoofagi zabijają więcej ofiar niż ich zapotrzebowanie pokarmowe. Drapieżcami mogą być larwy, postacie dorosłe lub obie formy rozwojowe danego gatunku. Specjalizacja pokarmowa drapieżców jest określana wielkością zdobyczy, twardością okrywy jej ciała, środowiskiem występowania, behawiorem, ale głównie porą pojawu i aktywnością ofiary. Aktywny tryb życia drapieżców, związany z potrzebą odszukiwania ofiar, wykształcił ich narządy zmysłów. Wytworzył się również określony rytm aktywności u wielu gatunków o dziennym trybie życia, u których dużą rolę odgrywa zmysł wzroku (np. trzyszcz piaskowy i kusak reagują tylko na pokarm żywy, nie reagują na martwy lub nieruchomy). W obrębie tej samej grupy taksonomicznej stosunki aktywności dobowej mogą być bardzo urozmaicone, co zapewnia ciągłość funkcjonowania drapieżców w biocenozach.

Drapieżcami nicieni są inne nicienie, wazonkowce, roztocze i niektóre owady glebowe. Drapieżcami roztoczy są inne roztocze (np. dobroczynkowate, sierposzowate) oraz liczne owady (np. złotooki, dziubałki, biedronki). Drapieżcami owadów są inne owady (np. ważki, bzygowate, biedronki, biegacze) oraz płazy (np. ropuchy), gady (np. jaszczurki), liczne ptaki (np. sikory, sowy, szpaki) oraz ssaki (np. jeże, ryjówki, nietoperze). Ssaki są zjadane głównie przez ptaki i inne ssaki (np. lisa, kunę, łasicę).

Pasożyt to organizm, który w przeciwieństwie do drapieżców spędza na ciele lub w ciele swojego żywiciela zasadniczą część swojego życia. Organizmy pasożytnicze są zwykle mniejsze od żywiciela. Efekt pasożytnictwa rozkłada się w czasie i zanim nastąpi śmierć żywiciela zostają zakłócone jego czynności fizjologiczne, długość rozwoju, wzrost itp. Pasożyty można podzielić na zewnętrzne – ektopasożyty, żyjące na powierzchni ciała żywiciela,

odżywiające się hemolimfą i produktami rozkładu tkanek, oraz pasożyty wewnętrzne – endopasożyty, żyjące wewnątrz ciała żywiciela i niszczące jego tkanki. Bardziej rozpowszechnione są endopasożyty, pasożytujące w stadium larwalnym w ciałach różnych zwierząt, głównie innych owadów. Liczne gatunki pasożytów mogą mieć kilka pokoleń w ciągu roku, co w sprzyjających warunkach powoduje szybki wzrost ich liczebności. Każdy gatunek pasożyta najczęściej ma co najmniej kilka gatunków żywicieli, ale zwykle jeden z nich jest żywicielem głównym, pozostałe zaś zastępczymi lub fakultatywnymi. Monofagiczne pasożyty mają rozwój zsynchronizowany z biologią jednego żywiciela. Istnieją trzy fazy wejścia pasożyta w kontakt z żywicielem: spostrzeżenie, wybór i dostępność żywiciela. Większość pasożytów unika porażania wcześniej porażonych żywicieli, które odróżniają dzięki chemoreceptorom umieszczonym na pokładełku. W obrębie pasożytów wyróżnia się grupy parazytoidów, które w świecie owadów mają duże znaczenie gospodarcze. Termin „parazytoid" jest używany w nowych opracowaniach, a w starszych utożsamiany jest z terminem „pasożyt". Główne cechy parazytoidów to:
– w końcowym stadium rozwojowym uśmierca swego żywiciela;
– żywiciel należy do tej samej gromady taksonomicznej co parazytoid.

Wśród parazytoidów pasożytniczy tryb życia prowadzi tylko jedno stadium rozwojowe (larwy), a osobniki dorosłe nie mają kontaktu z żywicielem. Parazytoidy nie zmieniają żywiciela.

Pasożytami i parazytoidami owadów roślinożernych są nicienie (*Neoaplectanidae* i *Mermithidae*), liczne błonkówki, męczelkowate, gąsienicznikowate, kruszynkowate oraz niektóre muchówki (np. rączycowate). Drapieżce, pasożyty i parazytoidy owadów są nazywane entomofagami. Entomofagi mogą być drapieżcami lub pasożytami w stadium larwy lub osobnika dorosłego. Niektóre z nich atakują tylko określone stadium (jaja, larwy, owady dorosłe).

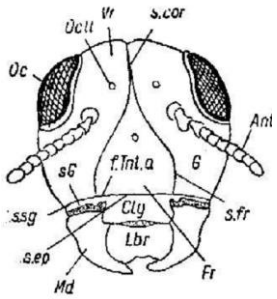
Do zwalczania szkodników roślin, oprócz zwierząt pożytecznych, stosuje się patogeny owadów. Preparaty zawierające materiał infekcyjny rozprowadza się aparaturą używaną do zabiegów chemicznych.

**Wirusy**. Owady są gospodarzami ok. 300 gatunków wirusów. Epizoocje owadów wywołane wirusami są znane głównie wśród larw motyli, znacznie mniej chorób wirusowych wykryto u błonkoskrzydłych, chrząszczy i muchówek.

Najważniejsze dla entomologii stosowanej wirusy wytwarzają pod koniec swojego rozwoju różnokształtne ciała wtrętowe, tzw. inkluzje (granule, poliedry). Infekcje owadów następują przez przewód pokarmowy. Poliedrozy charakteryzują się względnie dużymi rozmiarami (1–15 μm). Wirusy te rozwijają się w jądrach komórek krwi hypodermy, ciała tłuszczowego i nabłonka tchawek. Wirozy jądrowej poliedrozy stanowią ponad 80% opisanych wiroz. Granulozy mają owalne ciała wtrętowe, ich wymiary są znacznie mniejsze od poliedrów i wynoszą 0,2–0,4 μm. W przypadku granulozy porażane są te same tkanki, jednak w pierwszej kolejności ciało tłuszczowe. Po śmierci ciało gąsienic wypełnia płynna bezzapachowa ciecz. Znanych jest już kilka wirusowych preparatów handlowych: Viron P, Virex, Polyvirocide, Biotrol i inne. Są one jednak stosowane tylko w nielicznych krajach.

Przypuszcza się, że na Ziemi żyje aktualnie ponad 1 mln różnych gatunków zwierząt. Mniej więcej 3/4 tej liczby (około 750000 - 800000) stanowią owady, będące największą żyjącą współcześnie grupą zwierząt. Nazwa gromady owady - *Insecta*, pochodzi od łacińskiego słowa *insectum* = owad, dosłownie oznacza nacięty, nasiekany i wywodzi się od słowa *insecare* = nacinać, rozcinać. Podobne znaczenie ma greckie słowo *entomos* (pocięty). nazwy te zwracają uwagę na niejednorodność budowy ciała owadów, jako, że ciało ich jest "pocięte" na segmenty, które łącząc się ze sobą, utworzyły trzy części: głowę, tułów i odwłok.

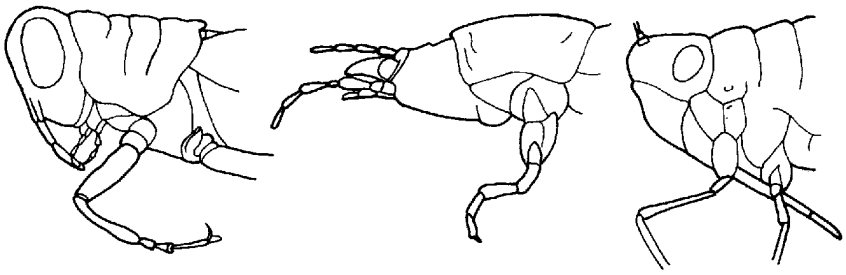
U owadów pierwotnych ciało składało się z 21 metamerycznych segmentów. Większość z nich (oprócz 1, 3 i 21) posiadało parę przydatków. W czasie ewolucji, w miarę adaptacji owadów do różnych środowisk, poszczególne, pierwotne segmenty i całe ich grupy ulegały zróżnicowaniu, hypertrofii, redukcji lub zlaniu. W końcowym efekcie dorosły owad składa się z 3 części: głowy (*caput*), tułowia (*thorax*) i odwłoka (*abdomen*).




**I. Głowę** tworzy 6 segmentów:

- akronalny
- czułkowy
- wstawkowy
- żuwaczkowy
- szczękowy
- wargowy

Otwór gębowy w większości grup współczesnych owadów znajduje się po brzusznej stronie głowy, a początkowy odcinek układu pokarmowego tworzy kąt 90° z dłuższą osią ciała (tzw. głowa hypognatyczna, rys. 1). Adaptacja owadów do nowych środowisk życia, a tym samym do pobierania innego rodzaju pokarmu, pociąga za sobą zmianę kąta ułożenia początkowego odcinka przewodu pokarmowego; do przodu (głowa prognatyczna, rys. 2), bądź do tyłu - przy dalszym zagięciu przewodu pokarmowego, aż do 180° (głowa opistognatyczna, rys. 3).



1 2 3

**Czułki** (*antennae*) powstały z przydatków 2 segmentu głowowego. Osadzone są na ciemieniu, składają się z trzonka (*scapus*), nóżki (*pedicellum*) i biczyka (*flagellum*). Biczyk zbudowany jest z różnej ilości członów u różnych gatunków owadów. W zależności od tego, czy człony tworzące biczyk są podobne do siebie czy też różnią się znacznie, przyjęto ich podziała na dwie grupy:

- ✓ czułki równoczłonowe (szczeciniaste, piłkowane, paciorkowate, grzebieniaste itp.),
- ✓ czułki nierównoczłonowe (buławkowate, maczugowate, ze szczeciną, nieregularne).

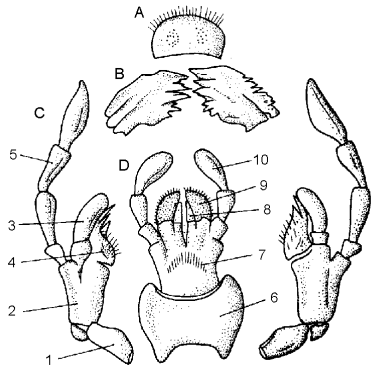
Niekiedy czułki przybierają szczątkową formę, w krańcowym przypadku mają postać małych płytek z kilkoma *sensillami*.

**Narządy gębowe** - utworzone są z trzech par przysadek - żuwaczek, szczęk (żuchw) i wargi dolnej oraz nieparzystej wargi górnej i podgębia. W czasie pobierania pokarmu przez owady mniejszą lub większa rolę mogą też pełnić gardziel i gruczoły ślinowe.

Pierwotnym typem aparatu gębowego, obecnym też u większości współczesnych grup owadów, jest narząd gębowy **gryzący** (ortopteroidalny), przystosowany do pobierania pokarmu stałego i "gryzienia". Zbudowany jest z następujących elementów:

- warga górna (*labrum*) (A)
- para żuwaczek (*mandibulae*) (B)

- żuchwy (para) (*maxillae*) (C)
  - kotwiczka (*cordo*) (1)
  - pieniek (*stipes*) (2)
  - żuwka wewnętrzna (*lacinia*) (4)
  - żuwka zewnętrzna (*galea*) (3)
  - głaszczek szczękowy (*palpus maxillaris*) (5)
- warga dolna (*labium*) (D)
  - podbródek (*submentum*) (6)
  - broda (*mentum*) (7)
  - języczki (2x) (*glossae*) (9)
  - przyjęzyczki (2x) (*paraglossae*) (8)
  - głaszczek wargowy (2x) (*palpi labiales*) (10)




Opisany typ aparatu gębowego uległ w poszczególnych grupach owadów różnorodnym modyfikacjom, w zależności od rodzaju pokarmu i sposobu jego pobierania.

Aparat gębowy **kłująco - ssący** (*Hemiptera, Thysanoptera*), przystosowany do nakłuwania tkanki roślinnej i wysysania jej zawartości. Składa się z:

- warga górna, przykrywająca ap. gębowy od góry
- żuwaczki w postaci ostrych, sprężystych szczecinek
- żuchwy wydłużone, szczeciniaste, posiadają 2 rynienki, biegnące wzdłuż żuchw
- warga dolna w postaci członowanej, mięsistej rynienki.

Połączone żuchwy, usztywnione przez żuwaczki, owad wprowadza w tkankę roślinną. Kanalikami utworzonymi przez złączenie się żuchw wprowadzana jest ślina i wysysany wstępnie strawiony pokarm.

Inne typy aparatów gębowych:

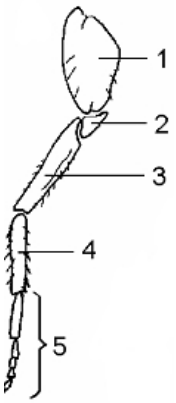
- Aparat gębowy **kłująco - ssący komarów**
- Aparat gębowy **gryząco - liżący** (Błonkówki: Żądłówki)
- Aparat gębowy **ssący** (dorosłe motyle) - pokarm płynny
- Aparat gębowy **liżący** (mucha domowa)

Głowa łączy się z tułowiem za pośrednictwem przewężonego odcinka szyjnego (*cervix*), u niektórych owadów głowa łączy się szeroko z tułowiem, tworząc głowotułów (np. samice czerwców).

**Tułów** (*thorax*) jest zwykle zbudowany z 3 segmentów:

- przedtułowia (*prothorax*)
- śródtułowia (*mesothorax*)
- zatułowia (*metathorax*)

Każdy z tych segmentów wyposażony jest w jedną parę odnóży, zaś na 2 i 3 segmencie mogą występować skrzydła. U większości gat. owadów odwłok łączy się z tułowiem w sposób tzw. „siedzący". Segment połączony z tułowiem jest podobnej wielkości co tułów i ściśle doń przylega. U żądłówek (*Aculeata*) pierwszy segment odwłokowy tworzy morfologiczną i funkcjonalną całość z tułowiem, 2 lub 2 i 3 segment są silnie przewężone i tworzą stylik. Typowy segment tułowiowy składa się z płytki grzbietowej (*tergit*), brzusznej (*sternit*) i dwóch bocznych (*pleuryty*).




**Nogi** (*pedes*) osadzone sa na granicy pleurytu i sternitu. Zbudowane są z:
- biodro (*coxa*) - 1
- krętarz (*trochanter*) - 2
- udo (*femur*) - 3
- goleń (*tibia*) - 4

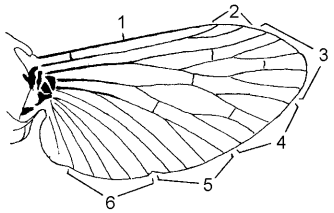
- stopa (*tarsus*) - 5

Stawy pleurytowo-biodrowy, biodrowo-krętarzowy i udowo-goleniowy są głównymi stawami nogi, umożliwiającymi ruchy we wszystkich płaszczyznach. Stopa owada składa się z 1 - 5 członów oraz przedstopia. Na przedstopiu mogą wystąpić 2 pazurki, śródpazurek, nieparzysta poduszeczka między nimi i parzyste przylgi. Twory te mogą występować w różnych kombinacjach. Podstawową forma odnóży są nogi kroczne i bieżne (biegaczowate, dorosłe motyle). Inne typy nóg występujące u owadów to:

- noga skoczna (pchły, prostoskrzydłe, skoczki),
- noga czepna (pasożyty: wszy, wszoły, wpleszczowate),
- noga pływna (niektóre chrząszcze (*Dytiscidae*), pluskwiaki (*Notonectidae*)),
- noga chwytna (np. modliszek),
- noga grzebna (np. turkuć podjadek),
- noga z koszyczkiem (pszczoły)

Obecność **skrzydeł** i zdolność do lotu są najbardziej specyficznymi właściwościami owadów. Skrzydła składają się z żyłek, pełniących funkcję rusztowania, oraz przykrywających je błon skrzydłowych. Przestrzenie między żyłkami nazywamy polami lub komórkami. Pomimo różnorodności użyłkowania skrzydeł u różnych grup owadów można wyróżnić wspólny dla nich wszystkich plan:

- żyłka żebrowa (*costa*), 1
- żyłka podżebrowa (*subcosta*), 2
- żyłka promieniowa (*radius*), 3
- żyłka środkowa (*media*), 4
- żyłka łokciowa (*cubitus*), 5
- żyłka pachowa (*analis*), 6




Pierwotnym typem skrzydeł jest para skrzydeł błoniastych (błonkówki, pluskwiaki równoskrzydłe). W niektórych grupach (chrząszcze, prostoskrzydłe, karaczany, plusk. różnoskrzydłe) skrzydła pierwszej pary ulegają silniejszej lub słabszej sklerotyzacji i funkcjonują jako pokrywy i półpokrywy. Inne rodzaje modyfikacji skrzydeł to:
- skrzydła ze strzępiną (przylżeńce),
- skrzydła z łuseczkami (motyle),
- redukcja drugiej pary do tzw. przezmianek (muchówki)

Liczne owady nie maja skrzydeł. pomijając pierwotne bezskrzydłe (Apterygota), skrzydeł pozbawione są całe rzędy (wszy, wszoły, pchły) lub grupy niższych szczebli (wpleszczowate, pluskwy). Brak skrzydeł może dotyczyć części osobników lub generacji (polimorfizm skrzydłowy np. u mszyc i mrówek) lub płci (czerwce).

**Odwłok** (*abdomen*) zbudowany jest z 12 segmentów - taka budowa widoczna jest tylko u zarodków i Protura. W większości owadów liczba segmentów ulega zmniejszeniu przez atrofię lub przekształcenia. Odwłok najczęściej jest walcowaty, równowąski, w przekroju poprzecznym okrągły, bocznie lub grzbieto-brzusznie spłaszczony, dłuższy od tułowia. Odwłok można podzielić na:

- część przednią (*pregenitalną*); znajduje się tu serce, przewód pokarmowy, gonady, ciało tłuszczowe,
- część tylnią; są tu segmenty genitalne (VIII i IX) i postgenitalne (X, XI)

Otwór odbytowy znajduje się na XII segmencie (*telson*). Otwór płciowy żeński mieści się na VIII lub VII sternicie, męski na IX. Odwłok zaopatrzony jest w różnego rodzaju przysadki:

* szczątkowe odnóża u *Protura* na pierwszych segmentach odwłoka,
* pęcherzyki i trzonki u *Thysanura*,
* aparat skoczny utworzony przez odnóża odwłokowe (*Collembola*),
* wyrostki rylcowe (*cerci*) - X lub XI tergit; owady bezskrzydłe i wiele gat. owadów uskrzydlonych,
* nogi rzekome (2 - 8 par) - gąsienice motyli i gąsienice rzekome rośliniarek,
* metamerycznie rozmieszczone skrzelotchawki u niektórych larw owadów wodnych,
* przysadki żeńskie (*walwy*) w liczbie 2 - 3 par utworzyły pokładełko służące do składania jaj (prostoskrzydłe, ważki, pluskwiaki równoskrzydłe, błonkówki),
* pokładełko przekształcone w żądło u żądłówek (*Aculeata*)

## ROZWÓJ OWADÓW

Owady należą do organizmów rozdzielnopłciowych, jajorodnych, u których dość często zaznacza się dymorfizm płciowy. Wyrażać się on może u samców silniejszym rozwojem niektórych organów, np. oczu, czułków, wyrostków skórnych, a także ubarwieniem i ruchliwością. U samic niektórych gatunków obserwuje się uwstecznienie pewnych elementów w budowie morfologicznej ciała. Osobniki żeńskie piędzika przedzimka i czerwców posiadają na przykład silnie skrócone, niespełniające swych podstawowych funkcji skrzydła.

Oprócz dominującego w gromadzie owadów rozmnażania płciowego spotkać można też inne formy rozrodu. Dość często jest rozpowszechnione rozmnażanie dzieworodne (partenogeneza), w którym z niezapłodnionych jaj rozwijają się osobniki młodociane. Ten typ rozmnażania występuje np. u letnich pokoleń mszyc, niektórych czerwców i muchówek z rodziny rączycowatych. Szczególną postacią partenogenezy jest pedogeneza, której istotą jest zdolność do dzieworodnego rozmnażania się larw (np. u niektórych muchówek). U owadów spotykane jest również zjawisko poliembrionii – z jednego jaja może powstać około stu larw (gąsieniczniki). Poliembrionia charakterystyczna jest dla błonkoskrzydłych (*Hymenoptera*) prowadzących pasożytniczy tryb życia. Czasami u niektórych gatunków owadów (np. muchówek żyjących w termitierach) spotyka się przypadki hermafrodytyzmu, czyli zdolności danego osobnika do produkcji komórek zarówno męskich, jak i żeńskich. Samice owadów po zapłodnieniu składają najczęściej jaja, chociaż obserwuje się czasem zjawisko żyworodności, w którym larwy rozwijają się i rosną w organizmie matki. Po pewnym czasie samica rodzi larwy, które dalej rozwijają się samodzielnie (np. u niektórych pokoleń mszyc, jętek). W skrajnych przypadkach larwy tuż po urodzeniu przepoczwarczają się, czasami (muchówki poczwarkorodne *Pupipara*) samice rodzą poczwarki. Liczba jaj składanych przez samice oraz ich dyspersja jest różna, zależna od gatunku i cech samego osobnika. Ich liczba może wahać się w granicach od kilku do kilku tysięcy, składane są pojedynczo, w skupiskach po parę sztuk lub liczniejszych agregacjach. Niektóre gatunki składają jaja w złożach, które charakteryzuje dbałość o ich formę geometryczną, np. pierścienica nadrzewka składa je w formie pierścienia okalającego pęd drzewa.

Jaja owadów najczęściej przybierają formę owalną lub okrągłą, czasami są dość silnie wydłużone. Spotykane są też jaja na tzw. stylikach (złotook pospolity), zaopatrzone w wieczko lub wyrostki. Zewnętrzna osłona, chroniąca jajo przed niekorzystnymi warunkami, nosi nazwę chorionu. Jego grubość jest różna, zależna od pory roku, w której jajo zostało złożone. Latem chorion jest cienki, natomiast u jaj składanych jesienią, tzw. zimujących, jest gruby. Na jednym z biegunów jaja widoczne jest mikropyle, miejsce przez które wnika do jego wnętrza plemnik.

Wybór przez owady miejsca owipozycji nie jest sprawą przypadku, samice składają jaja w miejscach, w których wylęgające się larwy będą mogły bez trudu znaleźć pokarm.

W rozwoju osobniczym owada (ontogenezie) wyodrębnić można trzy zasadnicze okresy:

– okres rozwoju embrionalnego (zarodkowego) - rozpoczynający się w momencie zapłodnienia komórki jajowej, a kończący się wylęgiem larwy;

– okres rozwoju postembrionalnego (pozazarodkowego) – zaczynający się z chwilą opuszczenia przez larwę osłon jajowych i obejmujący zmiany w jej budowie i wielkości. Okres ten kończy się w momencie pojawienia się postaci dorosłej (imago);
– okres rozwoju poprzeobrażeniowego – dość rzadko wyróżniany w ontogenezie owada, obejmuje etap dojrzewania płciowego, rozmnażania i kończy się śmiercią osobnika.

Przedział czasowy w rozwoju osobniczym, począwszy od stadium jaja do postaci dorosłej, określa się mianem pokolenia. Niektóre gatunki owadów mają w ciągu roku jedno pokolenie (tzw. gatunki uniwoltynne), inne natomiast mogą mieć dwa i więcej (poliwoltynne).

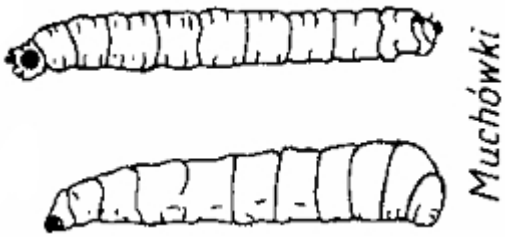
Najbardziej zróżnicowany w ontogenezie owadów jest etap rozwoju postembrionalnego, w którym osobniki młodociane, dzięki pobieranemu pokarmowi, zwiększają swoje wymiary ciała, rosną. Zwiększanie rozmiarów ciała larw i zmiana jego kształtu następuje po zrzuceniu oskórka, tzw. linieniu. Wzrost larw ma więc charakter periodyczny, a okres czasu upływający pomiędzy dwoma linieniami określa się terminem „stadium". Liczba linień jest bardzo różna, zależy od gatunku owada, płci, temperatury, dostępności i jakości pokarmu. Waha się w granicach od 1 (*Campodae*) do kilkudziesięciu (niektóre jętki, mól ubraniowy). Charakterystyczną cechą w rozwoju postembrionalnym owadów jest przeobrażenie (metamorfoza) polegająca na zmianach budowy ciała, zachodzących w ciągu tego okresu życia. Metamorfoza jest procesem niezwykle złożonym, przebiegającym w różny sposób u większości grup owadów. W gromadzie owadów (*Insecta*) wyróżniono dwie podgromady, do pierwszej z nich *Apterygota*, należą gatunki, które nie przechodzą przeobrażenia (ametabola). Druga podgromada (*Pterygota*) zawiera gatunki owadów przechodzących metamorfozę (metabola).

AMETABOLA (brak przeobrażenia) – larwy, które opuszczą osłonki jajowe, różnią się od postaci dorosłej rozmiarami ciała (są mniejsze) oraz nie są dojrzałe płciowo. Zarówno formy młodociane, jak i imagines, żyją w tym samym środowisku i pobierają ten sam typ pokarmu. Zmiany w ich budowie prowadzące do upodobnienia się do postaci dorosłej polegają na stopniowym dojrzewaniu narządów rozrodczych i zwiększaniu wymiarów ciała.

**HEMIMETABOLA** (przeobrażenie niezupełne) – U owadów tych obserwuje się występowanie trzech stadiów rozwojowych: jaja, larwy i owada dorosłego. Podobnie jak w przypadku ametaboli, postacie młodociane są podobne do imagines. Różnią się od nich wielkością, brakiem wykształconych przysadek płciowych oraz skrzydeł. Starsze stadia larwalne (tzw. nimfy) posiadają krótkie płaty skrzydłowe, będące zaczątkami skrzydeł. Larwy i osobniki dorosłe przechodzące przeobrażenie niezupełne posiadają ten sam typ narządów gębowych, żerują wspólnie, w tych samych siedliskach.

**HOLOMETABOLA** (przeobrażenie zupełne) – gatunki przechodzące ten typ rozwoju charakteryzują się obecnością czterech stadiów rozwojowych: jaja, larwy, poczwarki i postaci dorosłej (rys. 43). Pojawiająca się larwa jest zupełnie niepodobna do postaci dorosłej, najczęściej ma robakowaty kształt ciała, bardzo często zaopatrzona jest w inny niż imago narząd gębowy. Przykładem tu mogą być np. larwy motyli, posiadające gryzący aparat gębowy, powodujące niejednokrotnie poważne uszkodzenia roślin. Natomiast postacie dorosłe mają narządy gębowe typu ssącego, nie są więc w stanie spowodować uszkodzeń tkanki roślinnej. **Larwy** owadów przechodzących przeobrażenie zupełne zaszeregowano do trzech grup, przyjmując jako kryterium podziału liczbę odnóży tułowiowych i odwłokowych.

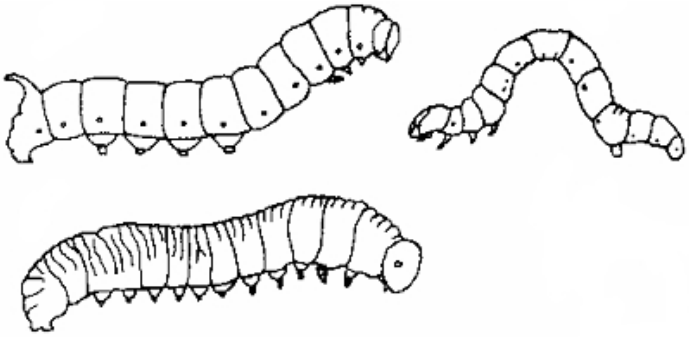
1. **Larwy beznogie** (apodyczne) – u larw tego typu nie występują odnóża, ponadto ze względu na stopień wykształcenia puszki głowowej możemy je podzielić na:
   - larwy, które posiadają zredukowaną puszkę głowową z silnie rozwiniętymi żuwaczkami w postaci haków. Larwy tego typu są charakterystyczne dla muchówek krótkoczułkowych (*Brachycera*);
   - larwy z dobrze wykształconą puszką głowową,



ciało białawego koloru, łukowato wygięte. Spotyka się je u błonkówek z podrzędu żądłówek i u chrząszczy należących m. in. do rodzin: ryjkowcowatych, kornikowatych, strąkowcowatych.

2. **Larwy skąponogie** (oligopodyczne) – na pierwszych trzech segmentach, tuż za głową, posiadają po jednej parze odnóży (tzw. odnóża tułowiowe). Ze względu na rodzaj zjadanego pokarmu dzielimy je na:
   - larwy drapieżnych chrząszczy, posiadające dobrze wykształcony narząd gębowy typu gryzącego. Są bardzo ruchliwe. Ciało ich jest zwykle spłaszczone, a niektóre segmenty silnie wysycone chityną; głowa ustawiona prognatycznie względem osi ciała. Larwy tego typu występują w następujących rodzinach chrząszczy: biegaczowate, trzyszczowate, kusakowate, biedronkowate i pływakowate;
   - larwy chrząszczy roślinożernych, posiadają robakowaty kształt ciała, są bardzo często łukowato wygięte, zgrubiałe w końcowym odcinku odwłoka.

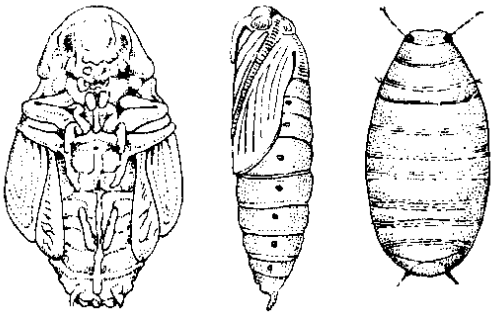
3. **Larwy wielonogie** (polipodyczne) – u tego typu larw występują trzy pary nóg tułowiowych oraz od dwóch do ośmiu par odnóży odwłokowych (posuwek). W zależności od ich liczby wyróżniamy:
   - gąsienice właściwe (rząd: motyle), posiadają od 2 do 5 par odnóży odwłokowych;
   - gąsienice rzekome (rząd: błonkówki, podrząd: rośliniarki), posiadają od 6 do 8 par odnóży odwłokowych.



Larwy polipodyczne posiadają cylindryczne, segmentowane ciało. Zaopatrzone są w dobrze rozwinięty narząd gębowy typu gryzącego, odżywiają się pokarmem pochodzenia roślinnego.

W rozwoju zupełnym owadów występuje charakterystyczne tylko dla tego typu metamorfozy stadium zwane **poczwarką**. Jest to na ogół stadium nieruchome i niepobierające pokarmu, choć u niektórych gatunków obserwowane są odstępstwa od tych reguł. W stadium poczwarki zachodzą intensywne procesy przebudowy tkanek larwalnych - ta wewnętrzna metamorfoza składa się z dwóch etapów. Pierwszy z nich to zniszczenie określonej części narządów larwalnych (procesy fagocytozy i histolizy), w drugim etapie tworzone są narządy charakterystyczne dla dorosłego owada (procesy histogenezy i rozwój płytek imaginalnych). Wyróżnia się trzy typy poczwarek (rys. 45):

- poczwarka wolna (*pupa libera*) – bez trudu można zauważyć takie narządy jak skrzydła, odnóża, czułki. Wszystkie wymienione elementy są wolne, tzn. przytwierdzone są do ciała podstawami, brak jest jakichkolwiek innych połączeń. Poczwarki tego typu są miękkie, a spotkać je można u większości gatunków chrząszczy i błonkówek;
- poczwarka zamknięta (*pupa obtecta*) – wszystkie przysadki przyrastają do ciała; powierzchnia poczwarki jest jednolita, silnie schitynizowana. Nogi i skrzydła nie mogą być oddzielone od reszty ciała bez naruszenia całości oskórka. Ten typ



poczwarek charakterystyczny jest dla rzędu motyli, spotkać też je można u niektórych gatunków chrząszczy (rodzina *Staphylinadae, Coccinellidae*) i błonkówek;

– bobówka (*pupa coarctata*) – występująca u gatunków należących do rzędu muchówek (*Diptera*). Poczwarka tego typu jest beczułkowata, o ciemnobrunatnym zabarwieniu z lekko zaznaczoną segmentacją. Kształt ten nadaje jej stwardniały oskórek larwalny, tzw. kokon rzekomy, czyli *puparium*. Pod nim znajduje się typowa poczwarka wolna, stąd też niektórzy autorzy uważają ten typ poczwarki za modyfikację poczwarki wolnej.

Poczwarki niektórych owadów (m. in. z rzędu motyli, błonkoskrzydłych i siatkoskrzydłych) mogą być dodatkowo otoczone oprzędem, będącym wytworem larwy tuż przed jej przepoczwarczeniem się. Kokon bardzo często jest nieprzepuszczalny dla wody, maskuje poczwarkę oraz stanowi jej dodatkową ochronę (bariera mechaniczna).

## USZKODZENIA POWODOWANE PRZEZ OWADY

**Typy uszkodzeń powodowanych przez szkodniki o gryzącym aparacie gębowym**

1. Uszkodzenia podziemnych części roślin
2. Uszkodzenia nadziemnych części roślin - pędów, gałęzi i pni
3. Uszkodzenia nadziemnych części roślin - liści
4. Uszkodzenia części nadziemnych - narządów generatywnych
5. Uszkodzenia nasion w magazynach

**Typy uszkodzeń spowodowanych przez szkodniki o kłująco-ssącym aparacie gębowym**

1. Uszkodzenia części podziemnych
2. Uszkodzenia części nadziemnych – pędów, gałęzi i pni
3. Uszkodzenia części nadziemnych - liści