

**Srednja škola Matije Antuna Reljkovića, Slav. Brod**  
**Poljoprivredna tehnička škola**

# **ZAŠTITA BILJA**

## **OPĆI POJMOVI O ŠTETNICIMA BILJA**

**(SKRIPTA ZA INTERNU UPORABU)**

**Priredila :**

**Zlatica Bodrožić – Selak, prof**

# OPĆI POJMOVI O ŠTETNICIMA BILJA

Na poljoprivrednim kulturama štete pričinjavaju organizmi različitih životinjskih grupa kao što su :

- **Kukci (Insecta)**
- **Grinje (Acarina)**
- **Nematode (Nematodae)**
- **Puževi (Gastropoda)**
- **Glodavci (Rodentia)**
- **Ptice (Aves) i dr.**

**Štetnicima** se smatraju one životinje koje mogu uzrokovati oštećenja na biljkama koja su ekonomski značajna kako u kvalitativnom tako i u kvantitativnom smislu.

Smatra se da postoji oko 60 000 vrsta različitih štetnika koji se proučavaju u **poljoprivrednoj zoologiji** kao posebnoj znanstvenoj disciplini.

Po broju vrsta najbrojnija skupina životinja su **kukci**. Oni pripadaju po zoološkoj sistematici koljenu **Arthropoda** ili člankonožaca, a razredu **Insecta** ili **Hexapoda**.

## KOLJENO (PHYLUM) ARTHROPODA - ČLANKONOŠCI

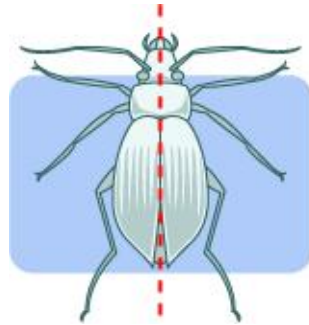
**Arthropoda** (Grč. arthron = zglob, članak, pod (o); pous = noga) je najveće i najrasprostranjenije životinjsko koljeno. Više od 3/4 životinjskog svijeta pripada člankonošcima. Članovi ovog koljena odgovorni su za najrazornije zaraze u povijesti čovječanstva. Ipak neke vrste člankonožaca omogućile su našu egzistenciju, osiguravajući nam, izravno ili neizravno, hranu, odjeću i lijekove i štiteći nas od štetnih organizama.

Među članovima ovog koljena postoje velike razlike, ali i niz karakteristika koje su im zajedničke.

Glavne karakteristike su:

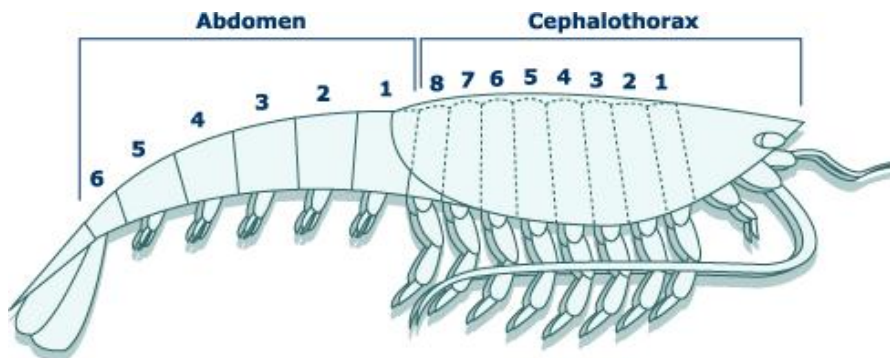
- **bilateralna simetrija tijela** (SL. 1)
- **egzoskelet** – čvrsti zaštitni tjelesni pokrov (podijeljen šavovima u pločice zvane skleriti)
- **segmentirano tijelo** – što omogućuje kretanje. Segmentacija se očituje kako u vanjskoj tako i u unutrašnjoj građi (SL. 2).
- **tagmatizacija** - neki tjelesni segmenti (članci) su spojeni oblikujući pojedine regije (tagme) tijela kao što su npr. :
  - glava i trup (dvojenoge i strige) (SL. 3)
  - glavopršnjak i zadak (klješтари, rakovi) (SL. 2 i 4)

- glava, prsište i zadak (kukci) (SL. 4)
- većinom parni **člankoviti tjelesni privjesci** (noge, ticala, dijelovi usnog ustroja ) – što omogućuje znatnu specijalizaciju
- **cjevasto probavilo** koje se proteže od usnog do analnog otvora
- **trbušni živčani sustav**
- **leđna krvna žila**



a beetle has bilateral symmetry

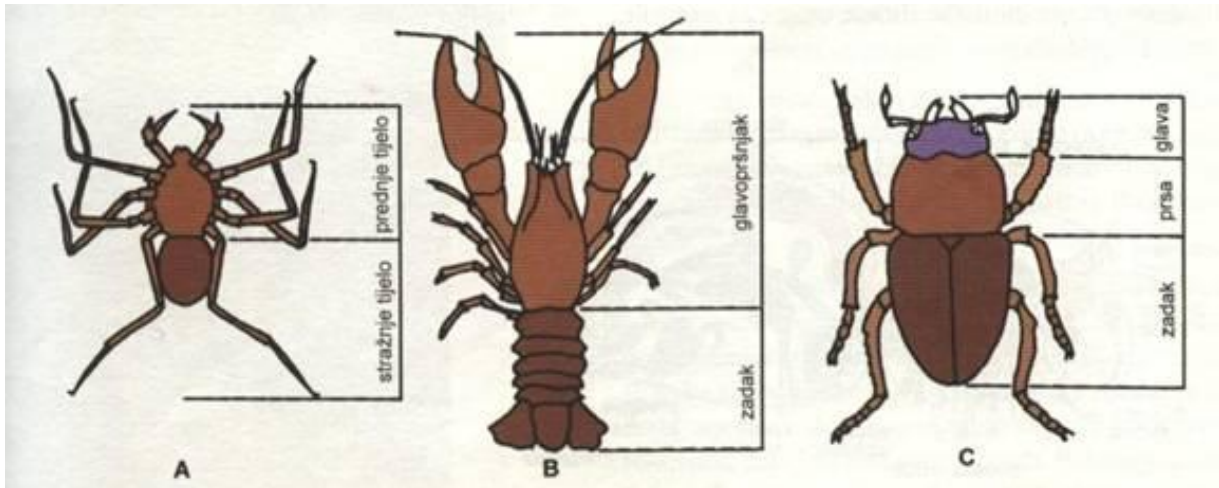
Slika 1 Arthropoda, bilaterarna simetrija tijela



Slika 2 Arthropoda, sementacija tijela

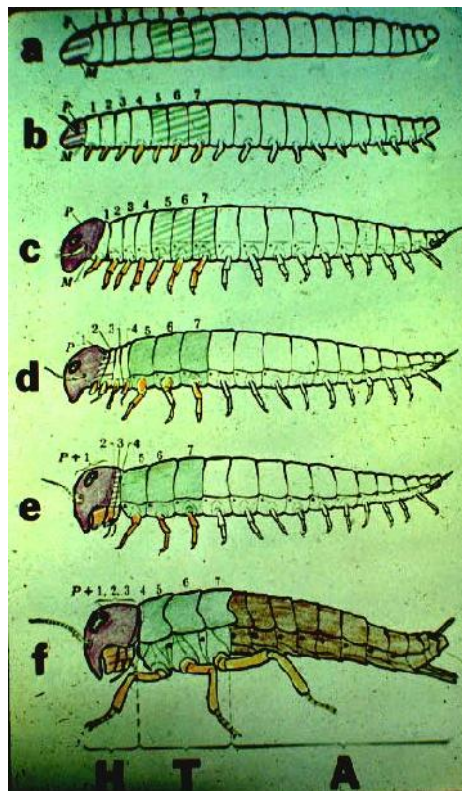


Slika 3 Striga



**Slika 4** Tagme klještarca, raka i kukca

Primitivni člankonošci nosili su na svakom tjelesnom članku par segmentiranih (člankovitih) privjesaka. U svih živućih člankonožaca mnogi od ovih privjesaka su dramatično izmijenjeni ili čak izgubljeni što je slučaj i s kukcima (Sl.5.)



**Slika 5** Hipotetski stadiji u evoluciji kukca

Tijekom evolucije člankonošci su se prilagodili tjelesnom konstitucijom, načinom života, prehranom i ponašanjem različitim uvjetima života. Većinom su kopnene životinje, ali su poznati i brojni primjerci koji žive u vodi.

**Važniji razredi** koljena Arthropoda su:

- ARACHNIDA - PAUČNJACI
- CRUSTACEA – RAKOVI
- CHILOPODA - STRIGE
- DIPLOPODA - DVOJENOGE
- HEXAPODA = INCESTA – KUKCI

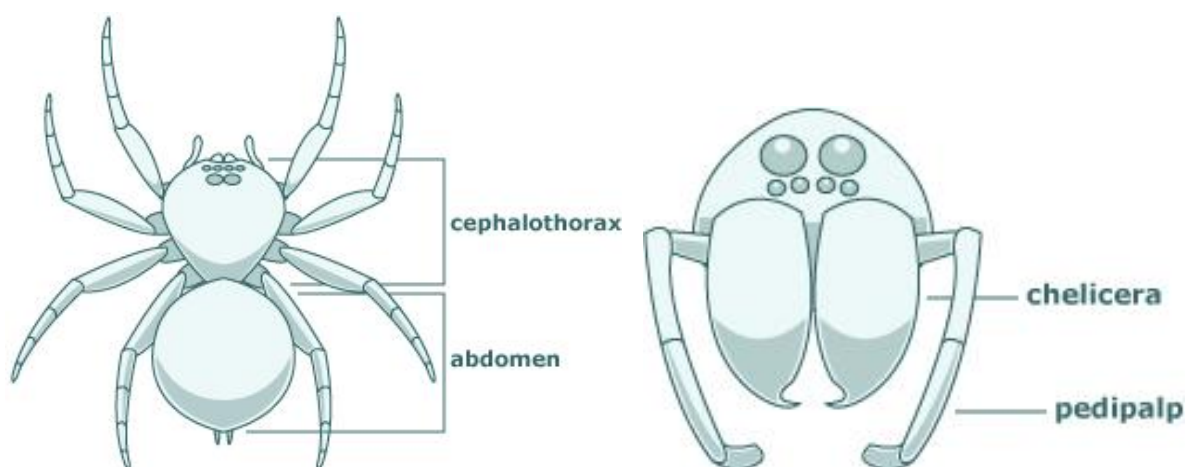
## RAZRED ARACHNIDA – PAUČNJACI

Većinom su kopneni člankonošci. Tijelo im je razdijeljeno na 2 regije: **glavopršnjak** (prosoma) i **zadak** (opistosoma). Na prednjem dijelu se nalaze :

- **usni ustroj**
- **oči**
- **kliješta** ili **helicere** - služe za hvatanje i ubijanje plijena te za gnječenje hrane
- **čeljusne nožice** ili **pedipalpi** – služe za ispitivanje i pridržavanje plijena i hrane
- **4 para nogu za hodanje** – ličinke grinja imaju 3, a neke nametničke grinje 2 ili 1 par nogu

Na zatku se kod nekih paučnjaka nalaze **bradavice predivih žlijezda** koje izlučuju tanke niti koje na zraku stvrdu u paučinu.

Predstavnici paučnjaka su : **paući** – Sl. 6, **lažipaući** – Sl.7, **grinje** – Sl.8, **štipavci** – Sl. 9, **lažni štipavci** - Sl.10 i **dr.** Među njima su i važni štetnici poljoprivrednih kultura, pa će o ovom razredu kasnije biti više rečeno.



**Slika 6 Paući (Aranea) - vanjska građa pauka**



**Slika 7 Lažipauk (Opiliones)**



**Slika 8 Grinje (Acarina)**



**Slika 9 Štipavci (Scorpiones)**



**Slika 10 Lažni štipavci (Pseudoscorpiones)**

## **RAZRED CRUSTACEA – RAKOVI**

Najveći dio rakova su morske životinje, ali ih ima i u vodama na kopnu i na kopnu. Broj tjelesnih članaka varira od 10 do 50, a najčešće ih je 20 (Sl. 11,12 i 13).

Tijelo je podijeljeno na **glavu, prsište i zadak** iako se ponekad teško razlikuju. Glava i prsište su najčešće srasli i čine **glavopršnjak (cephalothorax)**.

Na glavi se nalaze:

- **dva para ticala** koja najčešće služe kao osjetni organi, ali mogu koristiti i za kretanje i pridržavanje
- **sastavljene oči** (obično na dršcima)

- **jedan par gornjih čeljusti i prednje i stražnje donje čeljusti s donje strane glave**

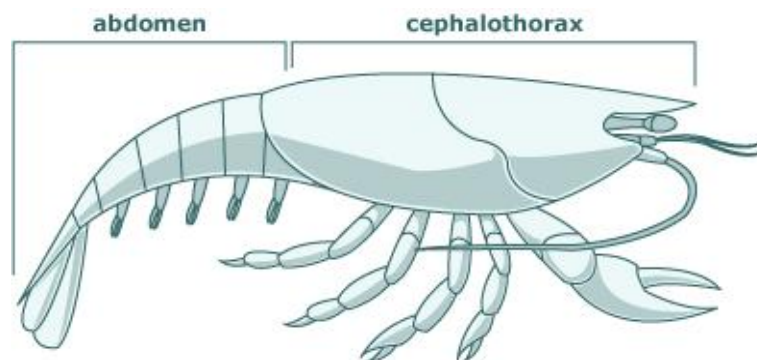
Na trupu se nalaze **prsne i trbušne noge**.

Viši rakovi imaju 8 pari prsnih nogu. Prednja tri para nogu su čeljusne noge koje pomažu pri prehrani, a stražnji dio nogu služi za hodanje. Prema posebnim potrebama noge su kod rakova različito izmijenjene. Noge u raka su redovito na kraju rascijepljene u dva kraka (rašljaste). Na zatku su noge za plivanje. Zadnji par nogu sa zadnjim člankom čini repnu lepezu.

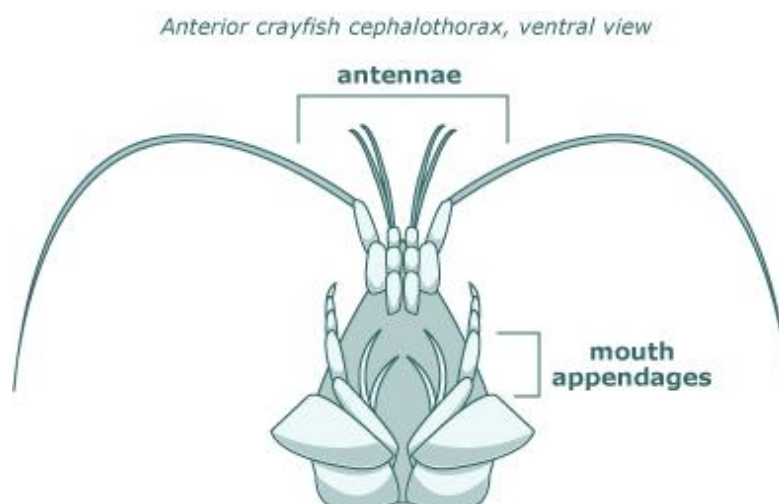
Egzoskelet kod rakova je tvrd.. Građen je od hitina koji je inkrustriran kalcijevim karbonatom. Prije presvlačenja kalcij se resorbira i deponira u novu kutikulu.

Raci dišu škrgama na osnovi nogu .

Važniji **predstavnici** razreda Crustacea su : **vodenbuhe, riječni rak, hlap, jastog, škampi, kozice, voden babure, babure i dr.**



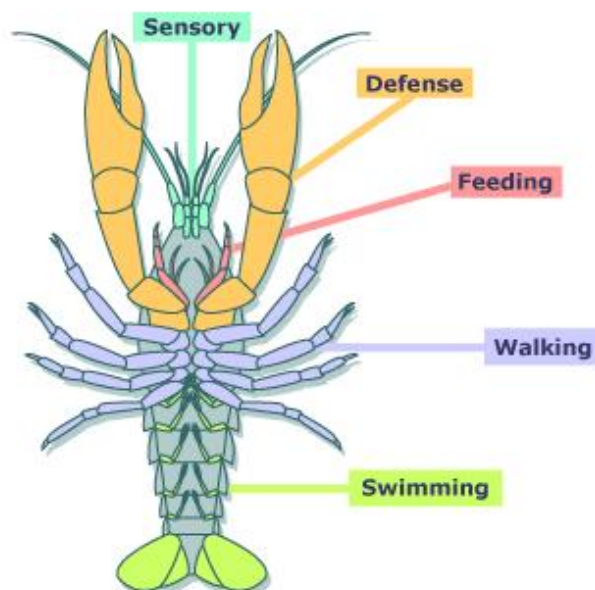
**Slika 11 Crustacea, vanjska građa rakušca**



**Slika 12 Crustacea. pogled na glavu s trbušne strane**



Many limbs, many functions:  
a ventral view of crayfish limbs

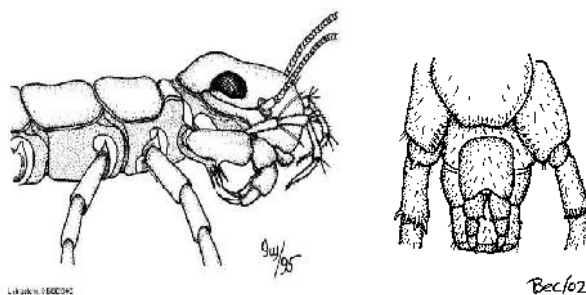


Slika 13 Crustacea , pogled na trbušnu stranu rakušca

## RAZRED CHILOPODA - STRIGE

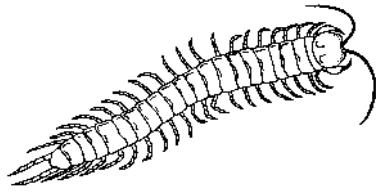
Strige ili kamenarke (Sl. 14,15,16) su člankonošci čije tijelo čini lanac mnogih (do 177) spljoštenih članaka. Na glavi su **dugačka ticala**. **Svaki članak, izuzev onog iza glave i zadnja 2 članka, na sebi nosi po 1 par nogu.** Na prvom tjelesnom članku su **čeljusne noge koje završavaju s otrovnom bodljom, a služe za hvatanje plijena.** Ugriz velike strige može biti bolan za čovjeka. Većina, međutim, nije opasna za ljude.

Strige su **mesožderi i predatori**. Hrane se gujavicama i kukcima. Koprnene su životinje, ali preferiraju vlažna staništa.



Slika 14 Razred Chilopoda – vanjska građa  
lijevo – pogled sa strae, desno – pogled s trbušne strane





Slika 15 Razred Chilopoda, Scolopendra sp

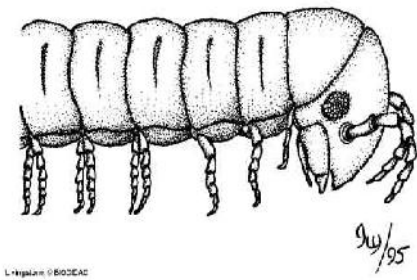


Slika 16 Razred Chilopoda, Scutigera spp

## RAZRED DIPLOPODA – DVOJENOGE

Dvojenoge ili **prave stonoge** (Sl. 18,19 i 20) imaju dugo, valjkasto tijelo izgrađeno od brojnih segmenata. **Prva četiri tjelesna članka nose po jedan par nogu, a ostali članci po dva para nogu. Na glavi nose par kratkih ticala, oči i usni ustroj** (par mandibula i 2 para maksila koje su često srasle). Ne posjeduju otrovne žlijezde. radi obrane od neprijatelja sklopčaju se u obrambeno klupko ili izlučuju otrovne tvari ili tvari neugodnog mirisa.

Dvojenoge su **biljožderi**. Često ih nalazimo u tlu, gdje se ponekad hrane i korijenjem, sjemenkama ili klicama kulturnih biljaka, ali i mrtvom organskom tvari.



Slika 17 Razred Diplopoda – vanjska građa



Slika 18 Razred Diplopoda – Polidesmus sp



Slika 19 Razred Diplopoda, Julus scandinavus

Strige i dvojenoge ranije su činile 1 razred – stonoge (Myriapoda).

## RAZRED INSECTA (HEXAPODA) - KUKCI

Kukci su najbrojniji životinjski razred, kako po broju vrsta tako i po broju jedinki unutar jedne vrste. Do danas je opisano oko milijun vrsta kukaca, a smatra se da ih ima oko 5 milijuna.



Slika 20, Proporcionalni odnos živućih vrsta na Zemlji

Kukce proućava posebna znanstvena disciplina – **Entomologija** (grć. .entomon = zareznik, kukac; logos = rijeć, znanost). U širem smislu entomologija proućava sve ćlankonošće, znaći i paućnjake, rakove, strige i dvojenoge. Naime, još u 4. stoljeću prije Krista, glasoviti grćki filozof i prirodoslovac Aristotel svrstao je kukce, stonoge, pauke i crve u posebnu grupu životinja tzv. **zareznike ili entome**.

Entomologija je grana zoologije, a dijeli se na opću i primijenjenu.

**Opća entomologija** proućava :

- vanjsku građu kukaca (morfologija),
- unutrašnju građu (anatomija),
- funkciju unutrašnjih organa ( fiziologija),
- naćin života (biologija),
- odnos kukaca i vanjske sredine (ekologija) i
- razvrstavanje po grupama (sistematika)

**Morfologija** daje sliku o vanjskoj građi kukaca. **Anatomija i fiziologija** proućavaju unutrašnju građu i razmjenu tvari. Njihovo poznavanje je važno jer insekticidi – sredstva za suzbijanje štetnih kukaca djeluju na rad organa za probavu, organa za disanje i na živćani sustav kukaca. **Biologija** kukaca upoznaje nas s razmnoćavanjem i razvojem kukaca što je znaćajno pri određivanju rokova i mjera

borbe protiv štetnika. **Ekologija** proučava utjecaj ekoloških čimbenika na pojavu i razvoj kukaca na osnovi čega se određuje kratkoročna i dugoročna prognoza i signalizacija pojave kukaca.

**Primijenjena entomologija** proučava vrste kukaca i druge sistematske jedinice, a s obzirom na to na koju se ljudsku djelatnost odnosi dijeli se na :

- poljoprivrednu
- šumarsku
- veterinarsku
- medicinsku entomologiju itd.

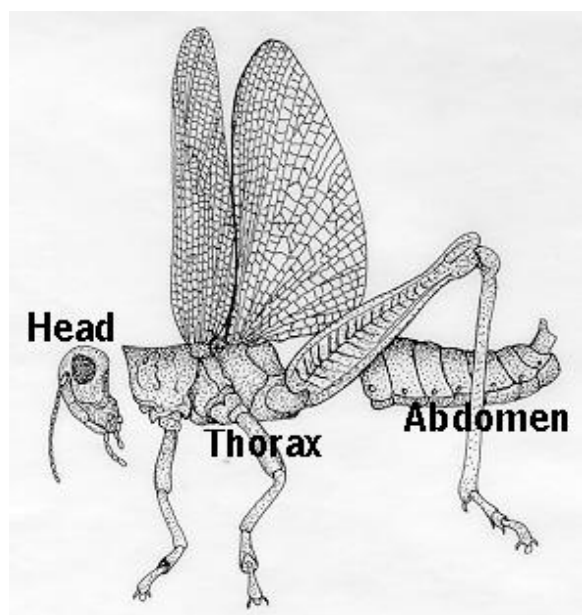
**Poljoprivredna entomologija** proučava kukce štetnike poljoprivrednih kultura, oblike i visinu šteta koje nanose kulturnim biljkama, te metode njihova suzbijanja. Također proučava i korisne kukce, koji imaju praktično značenje.

## MORFOLOGIJA KUKACA

Iako među kukcima postoji velika raznolikost oblika, osnovni plan građe tijela je isti za sve kukce, barem za odrasle oblike.

Tijelo kukaca se sastoji od većeg ili manjeg broja tjelesnih članaka ili segmenata, ali se ta člankovitost vidi samo na nekim dijelovima tijela. Pokriveno je čvrstim kožnim skeletom koji štiti nježnu unutrašnjost i razdijeljeno na **tri glavna dijela (tagme)**:

- glava (caput)
- prsište (thorax)
- zadak (abdomen)



Slika 21 Dijelovi (tagme) tijela kukca

## GLAVA - CAPUT

Glava kukaca predstavlja čvrstu čahuru sastavljenu od čvrstih hitinskih pločica (sklerita). Na prednjem dijelu glave nalazi se usni, a na stražnjem dijelu potiljačni otvor koji povezuje usnu sa tjelesnom šupljinom.

Na glavi kukca se nalaze **jedan par ticala, jednostavne i sastavljene oči i usni ustroj.**

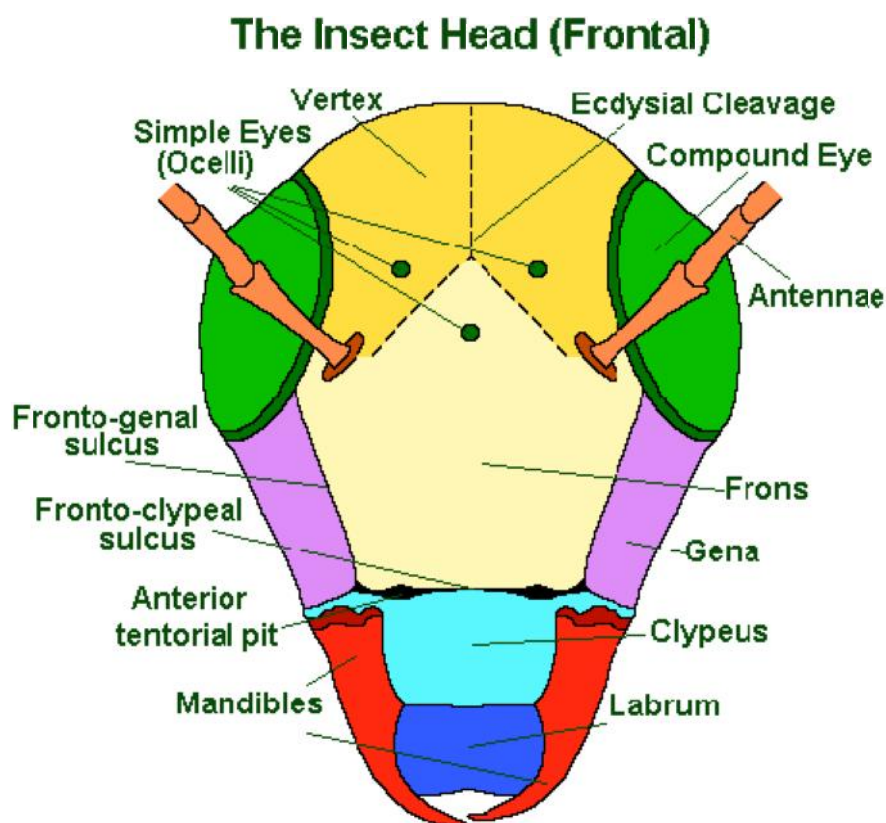
**Oblik i veličina glave** su različiti što u prvom redu ovisi o veličini sastavljenih očiju i žvačnih mišića koji pokreću čeljusti. Ona može biti jajolika, loptasta, izdužena prema naprijed u rilo itd.

Na glavi kukca mogu se razlikovati neki dijelovi ( Sl. 22 i 23 ) kao što su :

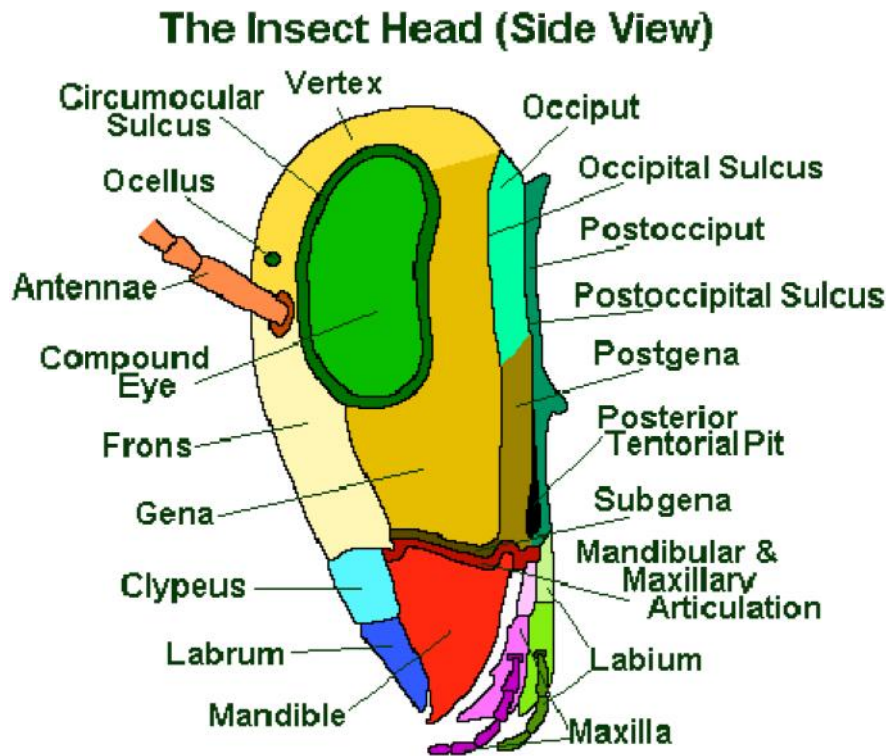
- **štitić** (clypeus)
- **obrazi** (genae)
- **čelo** (frons)
- **tjeme** (vertex)
- **potiljak** (occiput)

Glava je povezana s prsištem vratom. Vrat kukca poznat kao **cervix** je membranozno područje koje omogućuje pokretljivost glave.

(**Napomena** – kukci ne dišu kroz usta, nego kroz stigme na prsištu i zatku)

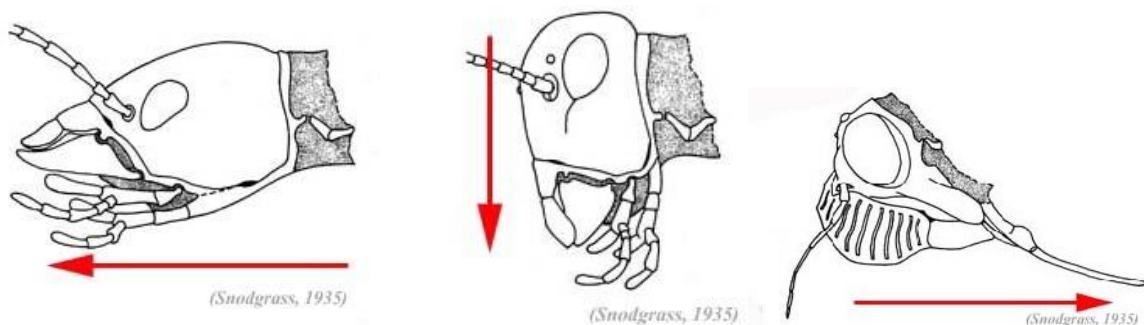


Slika 22 Dijelovi glave kukca sprijeda



**Slika 23** Dijelovi glave kukca gledano sa strane

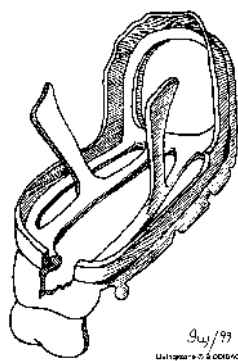
**Položaj glave** prema tijelu je različit. Može biti **prognatan** (vodoravan) kada je usni otvor okrenut naprijed, a čelo prema gore (tvrdokrilci). **Ortognatan** (okomit) položaj glave je kada je usni otvor okrenut prema dolje, a čelo prema naprijed (pravokrilci). Kod predstavnika stjenica i jednakokrilaca npr. susrećemo **hipognatan** ili **opistognatan** položaj glave. Rilo njihovog usnog ustroja povijeno je između prednjih nogu, usni otvor okrenut je prema nazad, a čelo prema dolje.



**Slika 24** Osnovni položaji glave i usnog ustroja u odnosu na tijelo

- s lijeva na desno: prognatan (tvrdokrilac), ortognatan (skakavac) i opistognatan (cikada)

U čahuri glave kukci imaju unutrašnji skelet, **tentorij**, za učvršćivanje očiju i ticala, kao i za prihvaćanje mišića. Čini ga hitinska pločica iz koje idu parni kraci prema naprijed, natrag i prema gore.

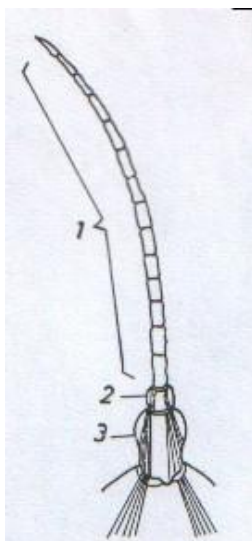


Slika 25 Tentorij u kapsuli glave

## TICALA - ANTENAE

Svi kukci, osim reda Protura, imaju 1 par ticala. Pričvršćena su na glavi, najčešće između ili ispred sastavljenih očiju.

Ticala su sastavljena iz manjeg ili većeg broja članaka. Redovito se prvi članak ticala naziva **stručak (usad)** – scapus, drugi članak **prekretač** - pedicellus, a ostali članci čine **zastavicu (bič)** - flagelum ( Sl. 6 ).



Slika 26 Dijelovi ticala 1 – zastavica , 2 – prekretač , 3 – stručak (usad)

Većina kukaca na prekretaču ima mehanički osjetni organ tzv. **Johnstonov organ** kao organ sluha. Na površini zastavice se nalaze brojni **osjetni receptori za miris i opip** koje inervira srednji mozak.

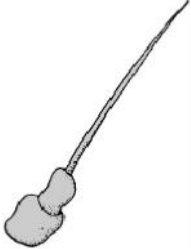
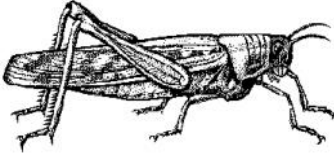
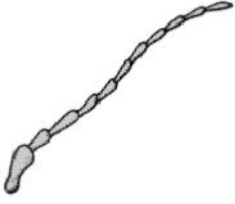

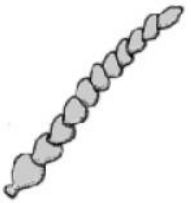

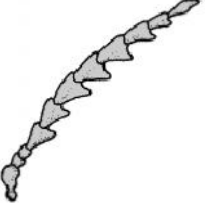

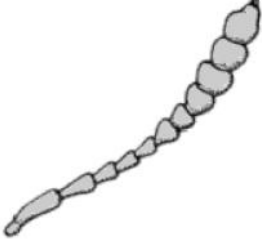
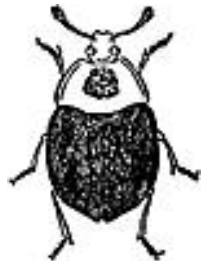
**Uloga** ticala je vrlo značajna u životu kukaca. Pomoću njih sakupljaju najveći broj podražaja u svrhu orijentacije, pronalaženja hrane i ženki, mjesta za odlaganje jaja. Zbog toga kukci stalno čiste svoje ticala ili nogama ili usnim organima. Osim toga ticalima se neki kukci ( mravi ) sporazumijevaju.

U stručku se nalaze mišići, dok ih u člancima zastavice nema jer kroz njih prolaze živci pa su osjetni organi. Izuzetak su redovi Diplura i Collembola koji nemaju Johnstonov organ pa svi, osim zadnjeg članka, sadrže mišiće što omogućuje različite pokrete ticala .

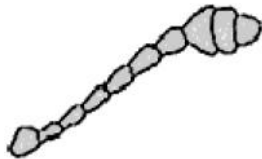

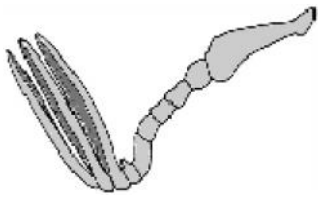


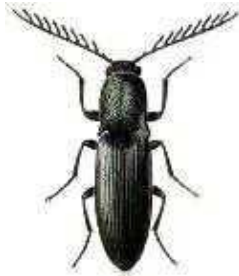
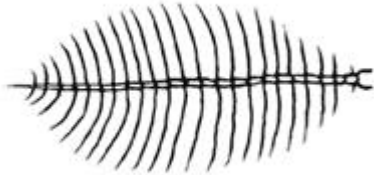

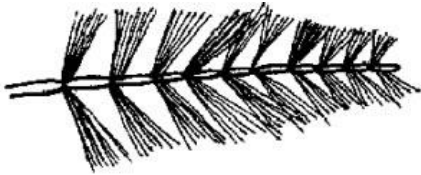

Ticala mogu biti različite veličine i oblika (Tablica 1).

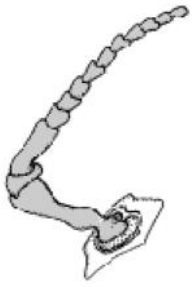





**Tablica 1 - Vrste ticala prema obliku**

Naziv	Izgled	Primjer
Četinasta		 Red Orthoptera, Skakavci – <i>Locusta sp</i>
Nitasta		 Red Coleoptera, Trčci – <i>Zabrus tenebrioides</i>
Nizasta		 Red Isoptera, Termiti
Pilasta		 Red Coleoptera, Skočibube
Kijačasta		 Red Coleoptera, Strvinari



<p><b>Glavičasta</b></p>		 <p>Red Lepidoptera, Stričkov šarenjak – <i>Vanessa cardui</i></p>
<p><b>Listićava</b></p>		 <p>Red Coleoptera, Hruševi - <i>Melolontha hippocastani</i></p>
<p><b>Češljasta</b></p>		 <p>Red Coleoptera, <i>Ctenicera sp</i></p>
<p><b>Perasta</b></p>		 <p>Red Lepidoptera, mužjak gubara - <i>Limantria dispar</i></p>
<p><b>Četkasta</b></p>		 <p>Red Diptera; Komarci ( mužjak )</p>

<p><b>Koljenasta</b></p>		 <p>Red Hymenoptera, Mravi</p>
<p><b>Poput vrećice s postranom čekinjom</b></p>		 <p>Red Diptera, Kućna muha - <i>Musca domestica</i></p>

Kod pojedinih vrsta kukaca postoje razlike u građi ticala između mužjaka i ženke (spolni dimorfizam). Kod mužjaka su veća i složenije građe, naročito kada miris ima značajnu ulogu u pronalaženju ženki (gubar).

## USNI USTROJ

Ovisno o načinu prehrane i uzimanja hrane kod kukaca razlikujemo slijedeće tipove usnog ustroja :

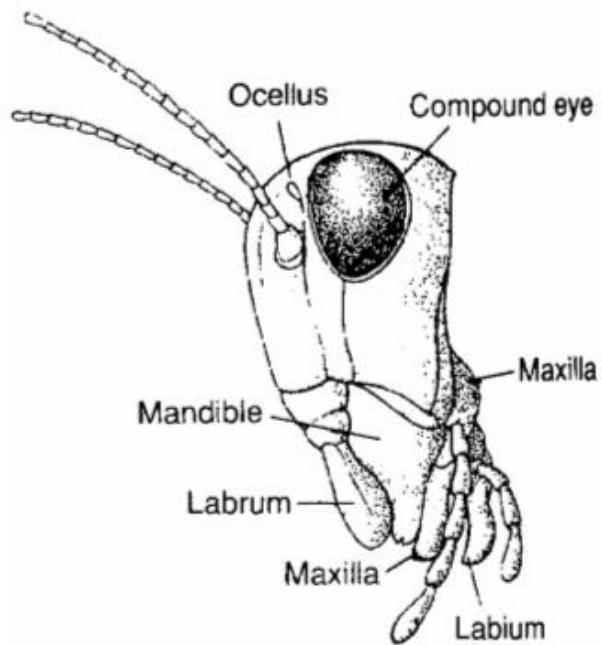
- za grizenje i žvakanje
- za grizenje i sisanje
- za bodenje i sisanje
- za sisanje i lizanje

### USNI USTROJ ZA GRIZENJE I ŽVAKANJE

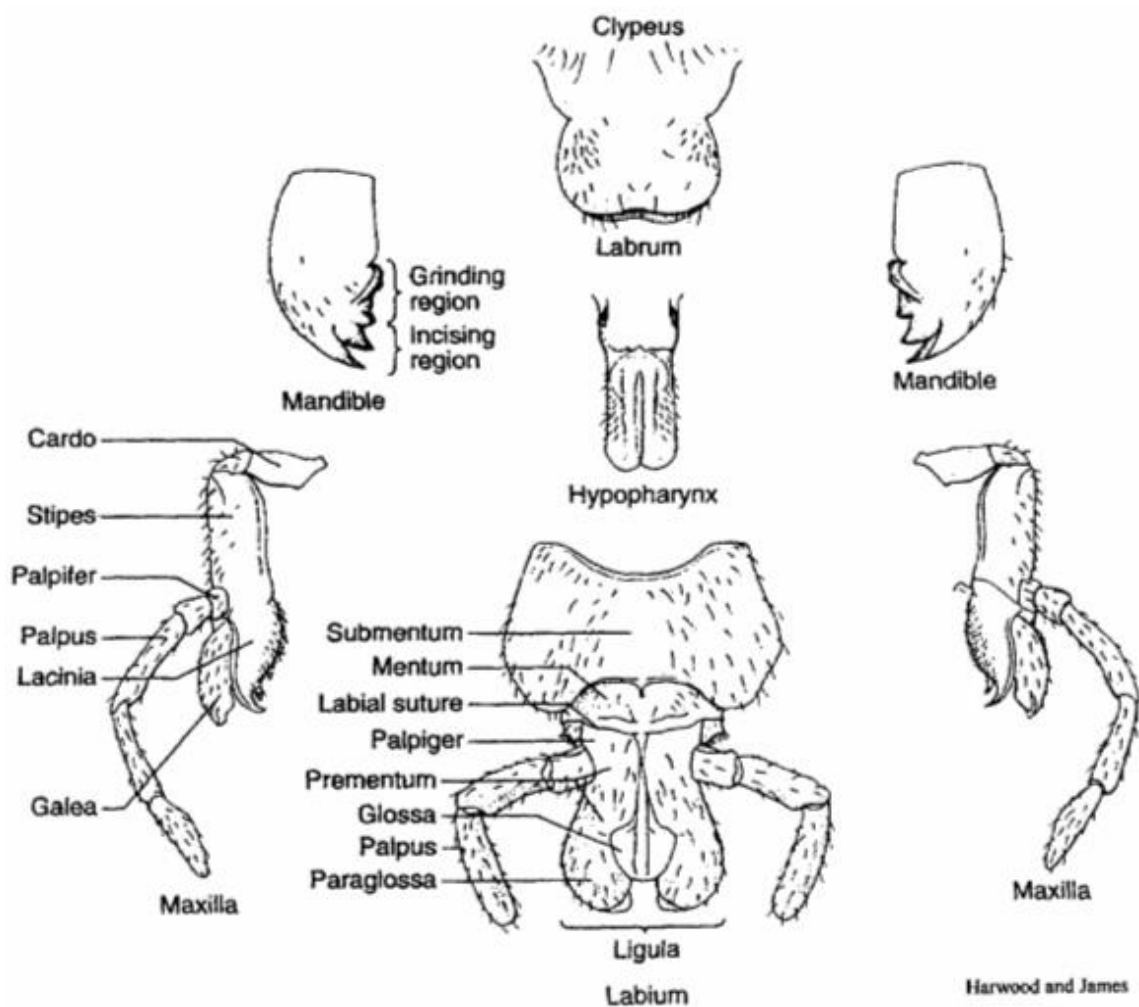
Osnovni je tip usnog ustroja i njegovom su modifikacijom nastali ostali tipovi. Imaju ga kukci koji uzimaju čvrstu hranu : **pravokrilci, tvrdokrilci, gusjenice leptira i pagusjenice nekih osa.** ( Sl. 27, 28, 29 i 30)

Sastoji se od nekoliko dijelova. Počevši od prednjeg dijela to su :

- **gornja usna** (labrum)
- **gornje čeljusti** (mandibulae)
- **donje čeljusti** (maxillae)
- **donja usna** (labium)



Slika 27 Usni ustroj za grizenje i žvakanje



Slika 28 dijagram usnog ustroja za grizenje i žvakanje

## Gornja usna - labrum

Sklerit je koji se nadovezuje na štitić glave i služi za pridržavanje hrane. Pokriva usni otvor s gornje ili prednje strane ovisno o položaju glave.

## Gornja čeljust - mandibulae

Gornju čeljust čine parne pločice nazubljene s unutrašnje strane. Nalaze se po strani glave iza gornje usne. Kreću se samo u vodoravnom smjeru i služe za prihvaćanje, odgrizanje i žvakanje hrane.

Osim za ishranu mandibule služe nekim kukcima za obranu pa su jako čvrste i na stražnjem rubu nazubljene (neke vrste jelenka Sl. 29).

## Donja čeljust - maxillae

Donja čeljust je također parna. Nalazi se iza gornje čeljusti, a ispred donje usne. Kreće se vodoravno kao i gornje čeljusti. Člankovite je građe i sastoji se od slijedećih dijelova :

1. **Stožerak** - cardo, članak je koji povezuje donju čeljust s glavom. Na njega se nadovezuje
2. **Držak** – stipes , produženi je glavni članak koji na sebi nosi :
3. **Pipalo donje čeljusti** - palpus maxillaris, člankovite građe sa brojnim osjetnim stanicama za okus i miris pa uglavnom služi kao osjetni organ (za pipanje i traženje hrane)
4. **Unutrašnji režanj** - lobus internus ili lacinia; služi za pridržavanje i usitnjavanje hrane, kao i za čišćenje ticala ili stopala .
5. **Vanjski režanj** - lobus externus ili galea; djelomično je ili u potpunosti kožasta, leži uz unutrašnji režanj, a ponekad ga potpuno prekriva.

## Donja usna - labium

Sastoji se od dva dijela koja su po građi slična donjim čeljustima i koja su uzdužno srasla. Sastavljena je od više članaka. Donja usna zatvara usta odozdo ili straga, ovisno o položaju glave, te pridržava hranu koju grizu čeljusti.

Osnovni dijelovi donje usne su **brada** - mentum i **podbradak** - submentum.

Brada je širi nepomični dio donje usne povezan s glavom, a podbradak uži pomičan dio. On na sebi nosi člankovita **usna pipala** - palpi labiales koja imaju ulogu osjetila. Na vrhu podbratka nalaze se dva para privjesaka ( jezičaca ). Unutrašnji par su **jezici** - glossae, a vanjski par **pajezici** - paraglossae što odgovara reznjevima donje čeljusti. Jezici mogu srasti u jedan zajednički neparni dodatak – ligula.

Iza usnog otvora nalazi se veliki jeziku sličan nastavak - **hipopharinx**, a pokriven je donjom usnom. Služi za pomicanje hrane u usta.



Slika 29 Red Coleoptera, jelenak – *Lucanus cervus*

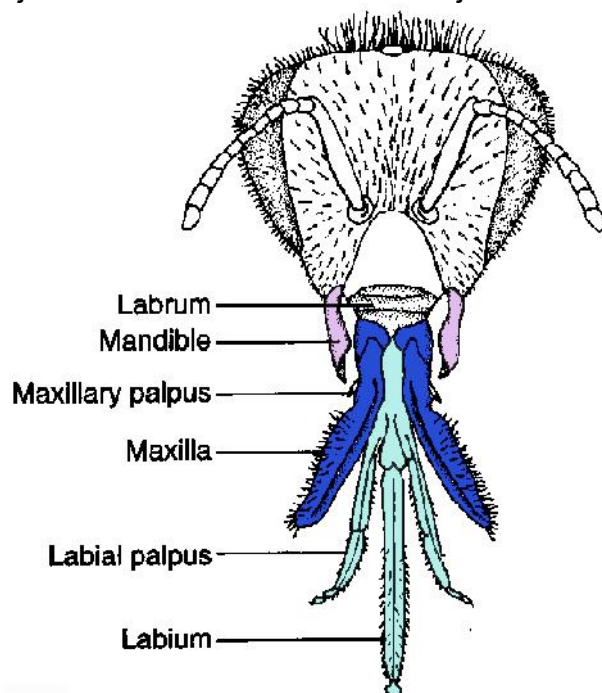


Slika 30 Red Lepidoptera, Glava gusjenice

## USNI USTROJ ZA GRIZENJE I SISANJE

Prijelazni je tip usnog ustroje od organa za grizenje prema organima za sisanje, a susrećemo ga kod **pčela**.

Gornja usna i gornje čeljusti su gotovo nepromijenjene i služe za sakupljanje peluda, ali i za izgradnju nastambi, potezanje, borbu i ishranu ličinki . Donja čeljust i donja usna su se izmijenile i tvore sisalo za usisavanje nektara iz cvijeća ( Sl. 31 ).



Slika 31 Usni organi pčele

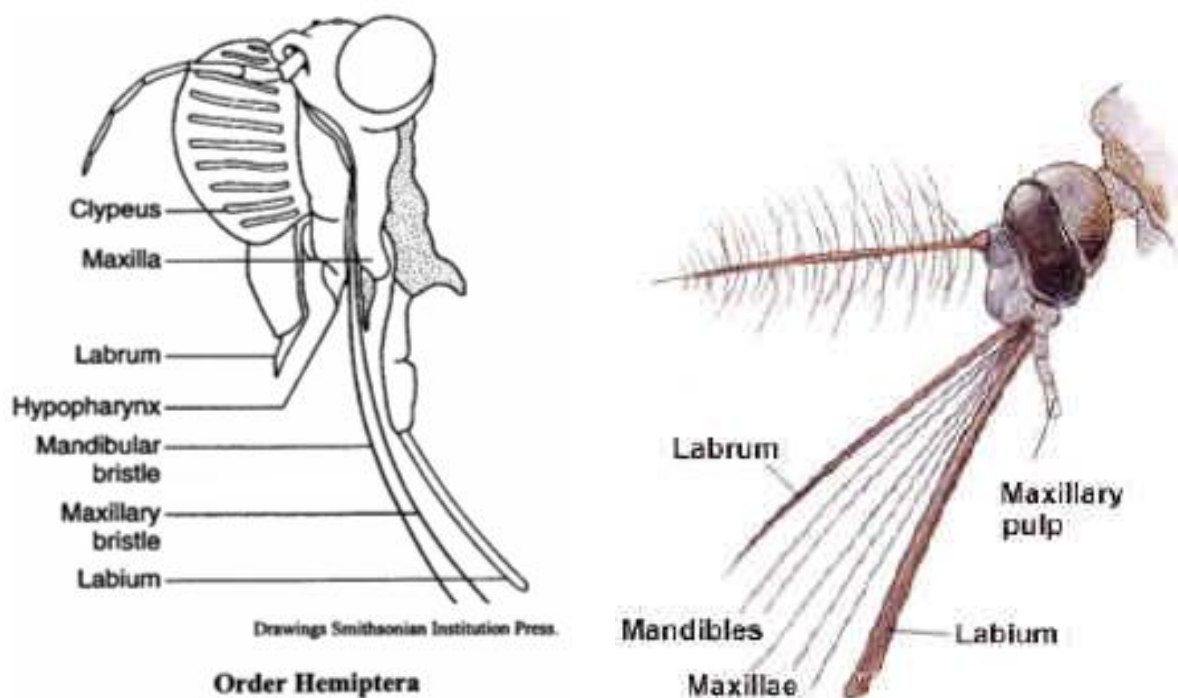
## USNI USTROJ ZA BODENJE I SISANJE

Usne organe za bodenje i sisanje imaju brojni kukci - **tripsi, stjenice, jednakokrilci i dvokrilci** .

Kod biljnih stjenica i uši gornje i donje čeljusti su produljene u dugačke bodlje koje su smještene u rilu. Rilo je usmjereno unatrag, a nastalo je od donje usne. Međusobno priljubljene, bodlje oblikuju dvije uzdužne cjevčice, jedna za usisavanje, a druga za ispuštanje pljuvačke ( Sl. 33 ). Bodlje se mogu ispružiti i uvlačiti u rilo, a uz njih nema nikakvih pipala. S gornje strane rilo djelomično pokriva gornja usna (Sl. 32- lijevo).

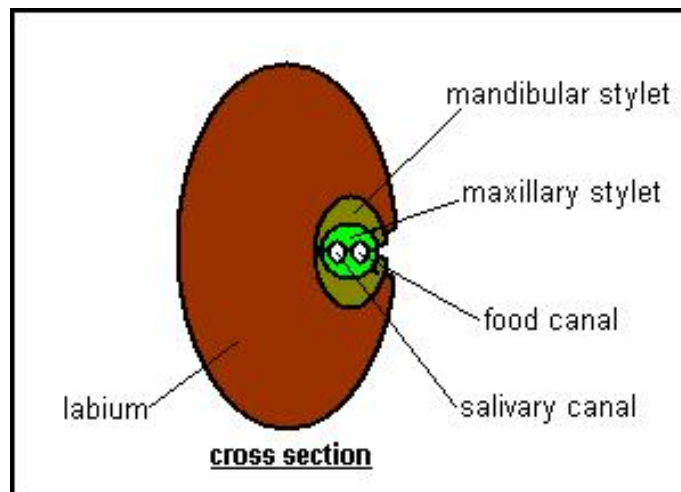
Kod dvokrilaca su razvijena pipala donje čeljusti. I kod njih se donja usna preobrazila u rilo u koje su kod onih što bodu, npr. ženke komaraca, uloženi dugački bodeži. U bodeže su preobražene ne samo gornje i donje čeljusti nego i gornja usna i hypopharynx. Pomoću bodlji koje tvore gornje i donje čeljusti probadaju kožu i ubacuju pljuvačku. Gornja čeljust i hypopharynx zatvaraju cjevčicu za usisavanje ( Sl. 32- desno). Mužjaci komaraca imaju u rilu skraćene čeljusti pa ne mogu bosti . Isto vrijedi i za mužjake obada. Kod muha koje sišu krv ( pecavke i zajedavke) bodu oba spola gornjom usnom i hypopharynxom .

Kućna muha ne može bosti, pa samo usisava (upija) hranu rilom donje usne, a izlučivanjem sline otapa krute tvari npr. šećer (Sl 34 ).

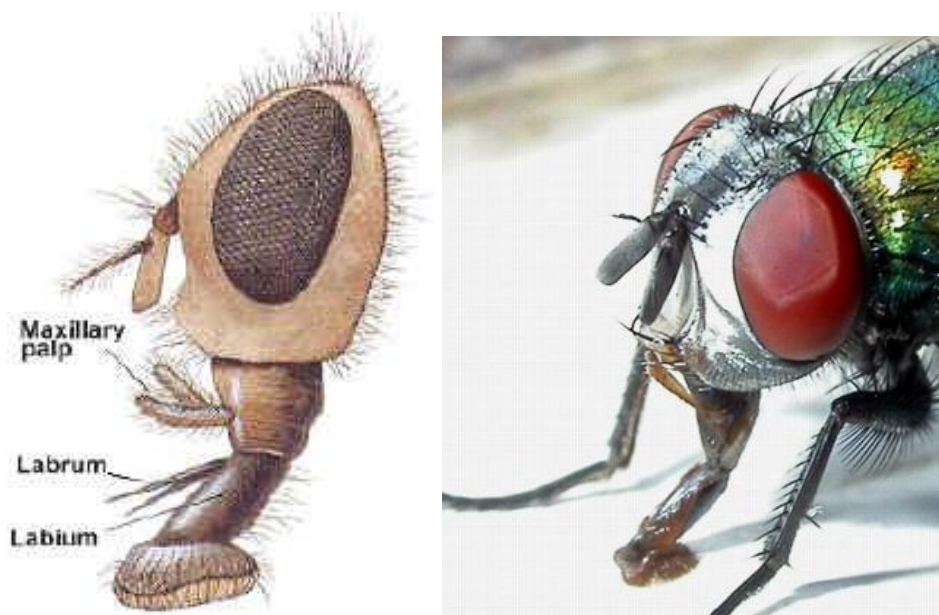


**Slika 32** Lijevo - usni ustroj stjenice; desno – usni ustroj komarca





Slika 33 Poprečni presjek usnog ustroja za bodenje i sisanje

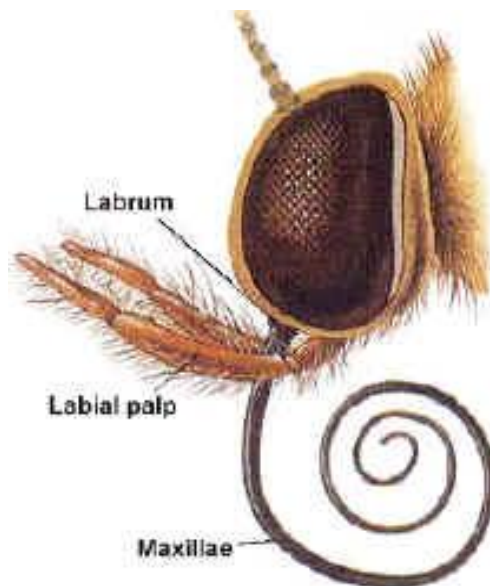


Slika 34 Usni ustroj kućne muhe – *Musca domestica*, Red Diptera

### USNI USTROJ ZA SISANJE I LIZANJE

Usne organe za sisanje imaju **leptiri**. Gornje čeljusti su zakržljale, a vanjski režnjevi ( gale ) tvore sisalo ( proboskis ) za lizanje i sisanje hrane. Leptiri koji sjedaju na cvijeće i tako uzimaju nektar imaju kratko sisalo. Oni leptiri koji ne sjedaju na cvijeće, nego se lepršajući krilima drže u zraku i tako uzimaju hranu, imaju dugačko sisalo. Dugačko sisalo leptira je pomično i pri mirovanju zavojito smotano ispod glave. Donja usna je malena. Veća su joj jedino pipala (Sl. 35).





Slika 35 Usni ustroj leptira

Ličinke nekih kukaca imaju drugačije usne organe od odraslih. Gusjenice i ličinke buha imaju usni ustroj za grizenje, leptiri usni ustroj za sisanje i lizanje, a buhe za bodenje i sisanje.

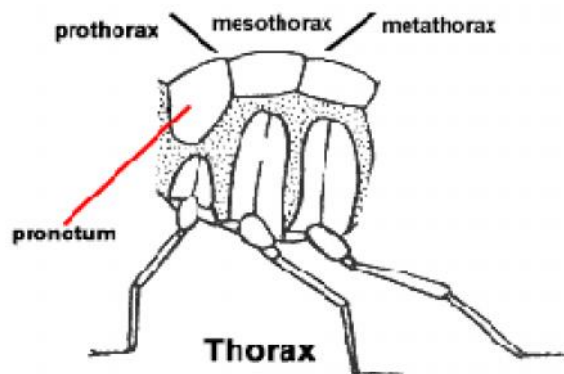
Kod nekih odraslih kukaca usni su organi zakržljali, npr. kod vodencvjetova i trsovog ušenca, pa se uopće ne mogu hraniti.

## PRSIŠTE - THORAX

Prsište kukaca je regija tijela odgovorna za kretanje. Sastoji se od tri tjelesna članka :

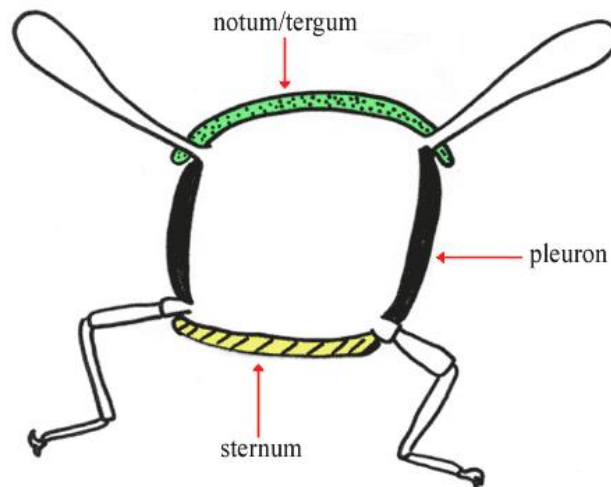
1. **prednji članak** – prothorax
2. **srednji članak** – mesothorax i
3. **stražnji članak** – metathorax

Svaki članak prsišta odraslih kukaca i ličinki kukaca s nepotpunom preobrazbom nosi po jedan par nogu. Na srednjem i stražnjem članku prsišta kod većine krilatih kukaca nalazi se po jedan par krila (Sl. 36).



Slika 36 Prsište (membrane su prikazane točkasto)

Članci prsišta učvršćeni su jačim hitinskim pločicama – **skleritima**. Svaki članak je poput prstena i ima leđnu pločicu – **tergit ili notum** (pronotum, mesonotum i metanotum), trbušnu pločicu – **sternit ili sternum** (prosternum, mesosternum, metasternum) i postrane pločice – **pleuriti**. Pločice su međusobno povezane rastezljivim membranama (Sl. 36 i 37).

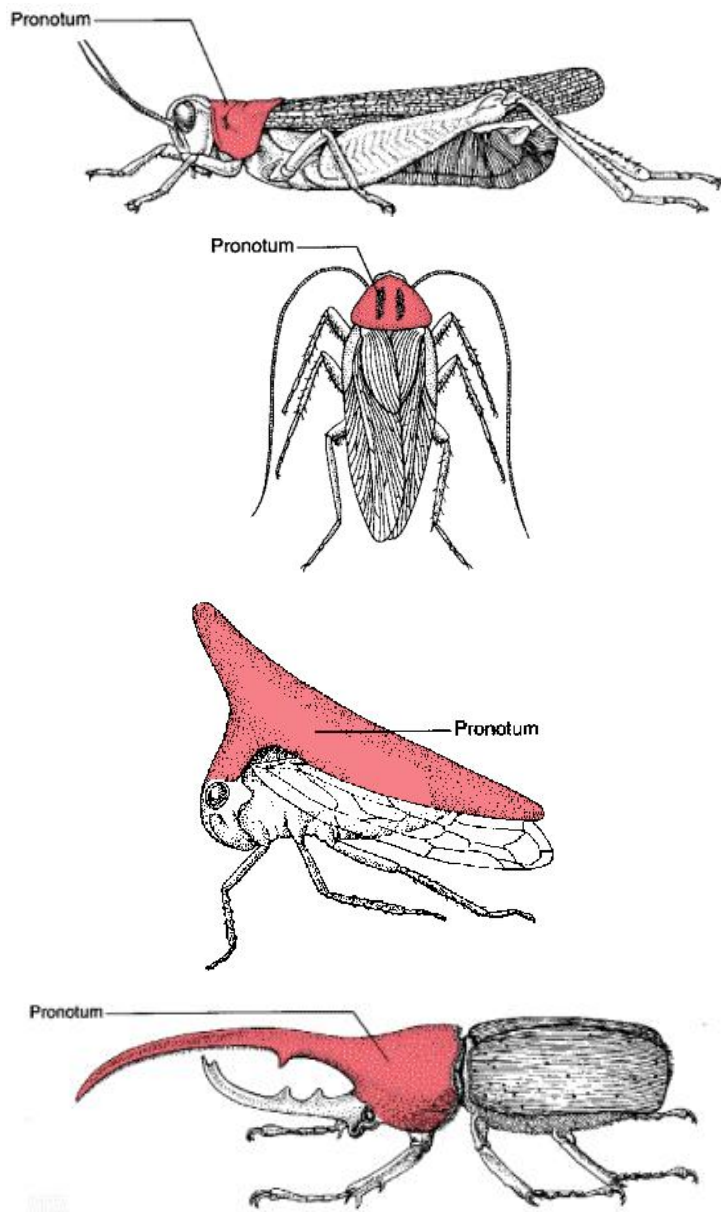


**Slika 37 Shema građe prsnog članka**

Oblik i veličina članaka prsišta su raznovrsni što je u uskoj vezi sa djelatnošću organa za kretanje. Kada sva tri para nogu rade gotovo jednako i sva tri članka prsišta su gotovo jednaka, ali kada neki par nogu ili krila ima složeniju djelatnost, onda su članci kojima pripadaju jače razvijeni. Rovac koji ruje prednjim nogama ima jače razvijen prednji članak koji je kod muha i pčela gotovo neznatan. Kod kukaca koji više mašu prednjim krilima ( muhe, leptiri, pčele, ... ) srednji je članak veći od stražnjeg. Tvrdožilci koji mašu stražnjim krilima imaju stražnji prsni članak veći od srednjeg . Kada kukci više lete nego hodaju članci prsišta se stapaju u čvrstu hitinsku čahuru na kojoj se samo po šavovima mogu raspoznati dijelovi od kojih je sastavljena.

Prednji članak prsišta je naročito razvijen kod tvrdokrilaca gdje formira cijelu leđnu stranu prsišta, a naziva se **nadvratni štit ili nadvratnjak**.

**Pronotum** može biti jako modificiran u različitim redovima kao što su Orthoptera, Blatodea, Homoptera i Coleoptera. Kod skakavaca je produžen i poput sedla pokriva cijeli ili dio susjednog članka. Pronotum žohara je produžen prema naprijed preko glave. Neke cvrčolike vrse iz vrućih krajeva imaju vrlo bizarne pronotume kao npr. grbavi cvrčak. Kod kornjaša nosorožaca pronotum se proteže iznad glave u vidu roga. (Sl. 38).



Slika 38 Pronotum skakavca, žohara, grbavog cvrčka i nosorošca

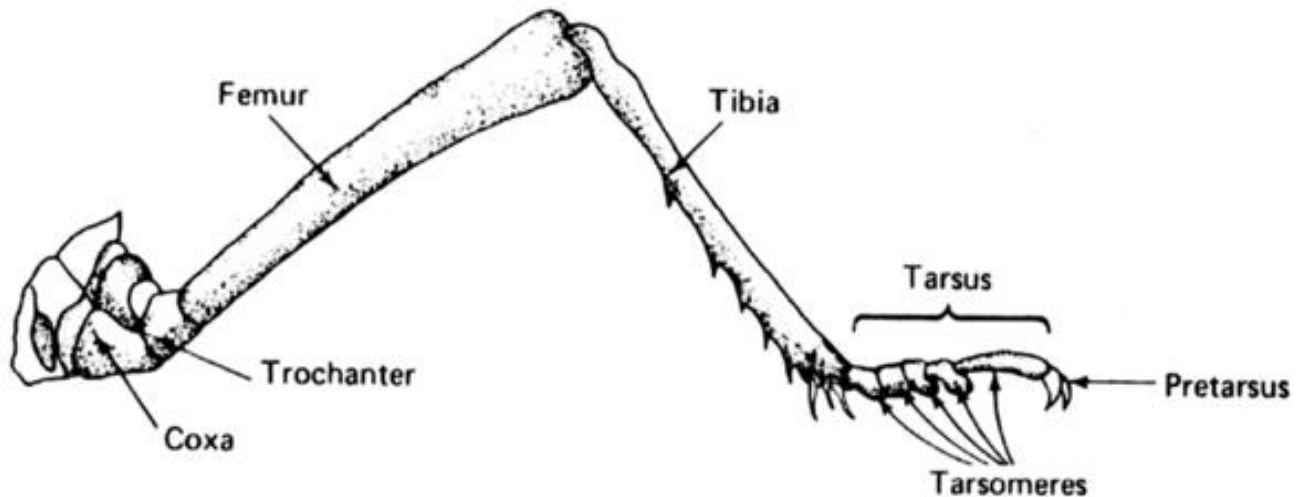
## NOGE - PEDES

Na bočnoj strani svakog članka prsišta nalazi se po jedan par člankovitih nogu pa se zbog toga kukci nazivaju i **šestonošci - Hexapoda**.

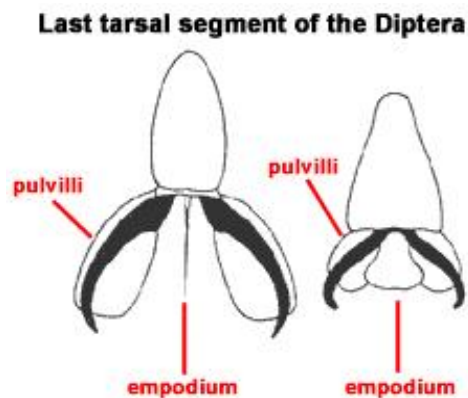
Noga kukca sastoji se iz 6 glavnih dijelova (Sl.39) :

1. **Kuk** (coxa)
2. **Prstenak** (trochanter)
3. **Bedro** (femur) najveći je i najjači članak u kojem su mišići za pokretanje nogu. Zglob između bedra i goljenice je koljeno.
4. **Goljenica** (tibia)
5. **Stopalo** (tarsus), čine ga 1 – 5 članaka (tarsomere)

6. **Zastopalje** (pretarsus), obično se sastoji od 2 pandžice (ungues). Uz njih je često jastučasta prianjalka – **arolium** koja omogućuje hodanje po glatkim površinama. Kod nekih se kukaca nalaze po dvije takve prianjaljke – **pulvili** (Sl. 40).



Slika 39 Građa noge

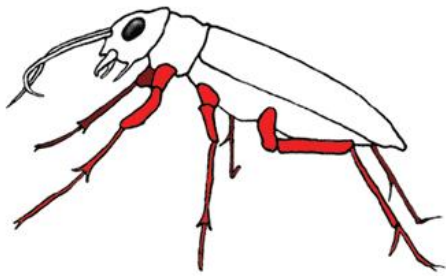


Slika 40. Zastopalje kod dvokrilaca

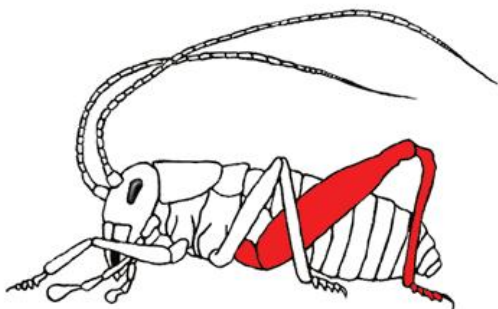
Kod mnogih grupa kukaca došlo je do prilagođavanja nogu različitim djelatnostima, a time i do njihovih morfoloških promjena. Prema funkciji koju obavljaju razlikuju se :

- noge **za hodanje**, ima ih najveći broj kukaca
- noge **za trčanje** (trčkovi , žohari) Sl. 41
- noge **za skakanje** – produljene stražnje noge sa snažnim bedrima (skakavci, buhači, buhe) Sl. 42
- noge **za plivanje** – stražnje noge, spljoštene i krute poput vesla, a na rubovima proširene duljim dlakama (kozaci, vodeni polukrilci) Sl.43
- noge **kopačice** – kratke i raširene prednje noge (rovac, listorošci) Sl. 44

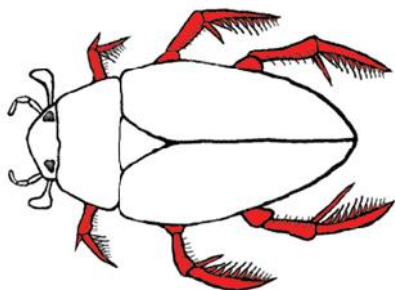
- noge **grabilice** – prednje noge u kojih se goljenica može prikučiti bedru za hvatanje plijena (bogomoljke) Sl. 45
- noge **sabiralice** – dlakave stražnje noge za sakupljanje peluda (pčele radilice) Kod nekih su cvjetara pojedini dijelovi još prošireni i povećani za prenošenje skupljenog peluda Sl. 46
- noge **čistilice** – nježne i dlakave prednje noge (leptiri , pčele) itd.



Slika 41 Noge za trčanje – trčak, red Coleoptera

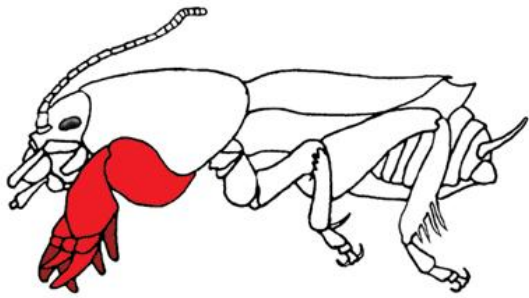


Slika 42 Noge za skakanje – skakavac, red Orthoptera

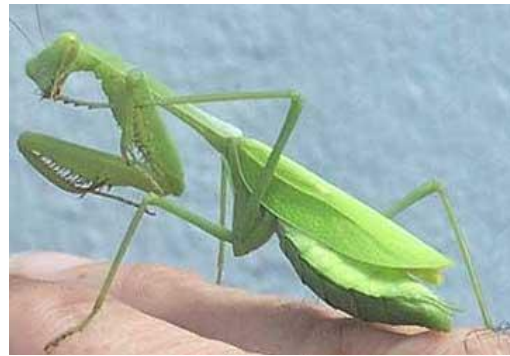


Slika 43 Noge za plivanje – kozak, red Coleoptera

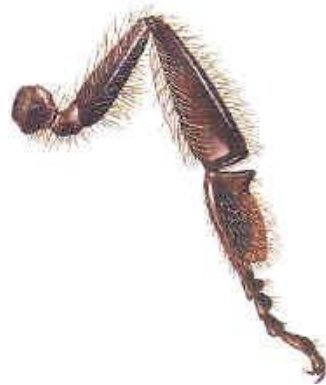




**Slika 44 Noge kopačice – rovac, red Orthoptera**



**Slika 45. Noga grabilica – bogomoljka, red Mantodea**



**Slika 46 Noga sabiralic - pčela s peludom na nogama, red Hymenoptera**

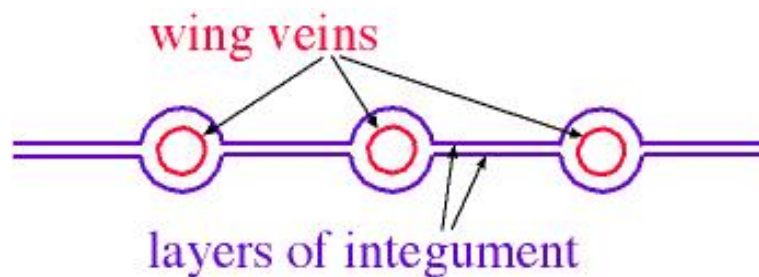
## **KRILA - ALAE (PTERA)**

Kukce kao razred, pored ptica i šišmiša, karakterizira prisutnost krila. Ona nedostaju kod nekih primitivnijih kukaca (podrazred Apterygota), ali i kod nekih viših kukaca (podrazred Pterygota) koji su ih sekundarno izgubili zbog prilagodbe na posebne uvjete života.

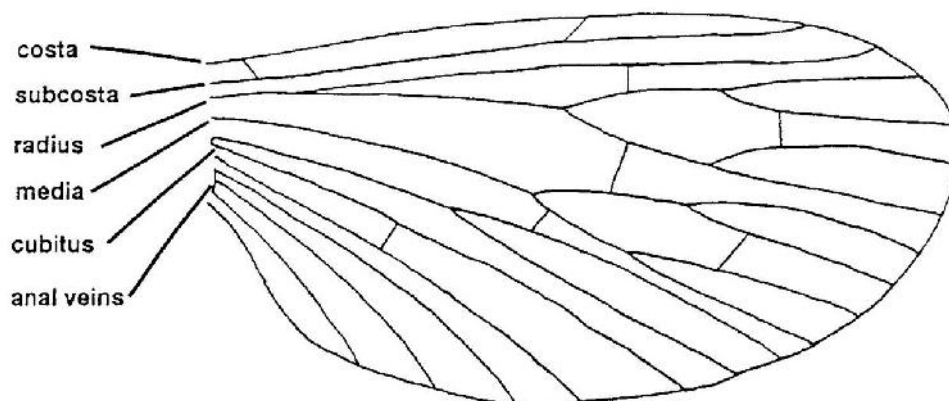
Kukci redovito imaju dva para krila, prednja i stražnja. Smještene su na leđnoj strani srednjeg i stražnjeg članka prsišta između leđne pločice i postranih pločica (SL 21,37).

Krila ne služe samo za let, ona mogu imati i druge funkcije pa služe kao zaštita stražnjih krila i zatka (Coleoptera, Dermaptera) proizvođači zvuka (Orthoptera), vizualni znaci za raspoznavanje vrsta i jedinki suprotnog spola (Lepidoptera) itd.

Krilo je plosnato, dvoslojno proširenje integumenta. gornja i donja lamela imaju istu strukturu kao kutikula. Šuplji, cjevasti međuprostori između ta dva sloja nazivaju se **žile ili nervi** (Sl. 47). Kroz žile struji krv, prolaze traheje i živci i imaju osjetila. Za pojedine redove kukaca karakterističan je raspored žila u krilima tj. **nervatura** (Sl. 48).



Slika 47 Shema građe krila



Slika 48 Tipična nervatura krila

Kretanje krila omogućuju mišići na krilnoj bazi.

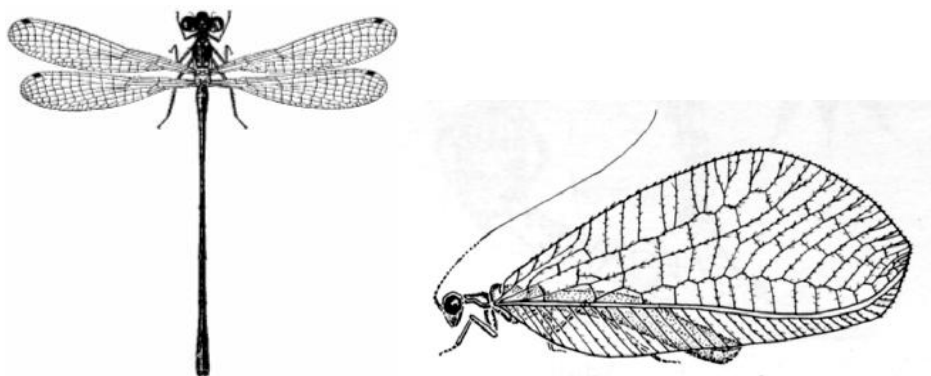
Zbog prilagodbe različitim životnim potrebama kukaca, krila su se modificirala pa postoje razlike u njihovoj čvrstoći, nervaturi, veličini i obliku što nam pomaže u njihovom raspoznavanju. (Tablica 2)

S obzirom na čvrstoću krila mogu biti **opnenasta** – tanka i gipka (Sl. 49), **kožnata** (poput pergamenta) - očvrstnula zbog jače razvijenih žila ili **tvrdokožnata** – hitinizirana.

Kod nekih kukaca su oba para krila jednake opnenaste strukture npr. kod lisnih uši, vretenaca, mrežokrilaca, opnokrilaca. Kod opnokrilaca i leptira stražnja krila su manja od prednjih, a kod dvokrilaca stražnja krila su smanjena u **maljice – halterae**.




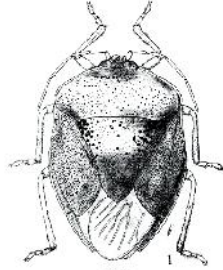


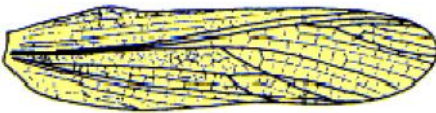

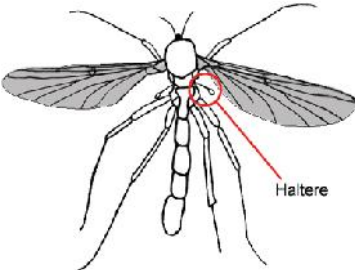
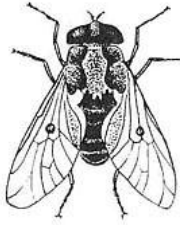
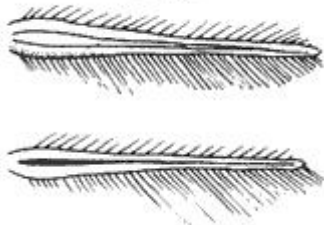

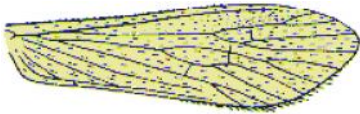
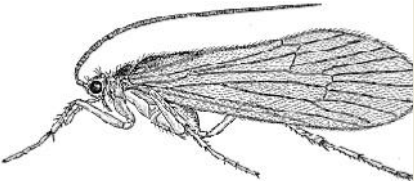
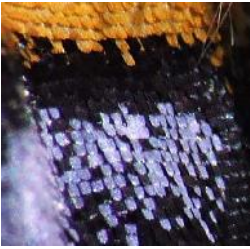

Kod tvrdokrilaca prednja krila su jako hitinizirana i služe kao zaštitni organ koji pokriva stražnja krila i zadak, a nazivaju se pravo **pokrilje ili elitrae**. Stražnja krila su im opnenasta i lepezasto savijena ispod prednjeg para krila. Kod polukrilaca i stjenica jače je hitinizirana samo osnova prednjih krila dok je vrh ostao opnenast pa se nazivaju **polupokrilje ili semielitrae (hemielitrae)**. Kod pravokrilaca prednja kožnata krila mnogo su manja od stražnjih opnenastih krila i pokrivaju samo njihov gornji dio kao **tegmina**. Kod nekih kukaca krilne plohe su vrlo uske, a djelovanje im povećavaju rubne resice (resičari). Nekim su kukcima krila manje ili više smanjena ili su im zakržljala ili nestala npr. buhama, tekutima, ušima i dr. Kod nekih kukaca krila su nestala samo ženka npr. kod crvaca i nekih grbica (ženke mrazovaca). Krila nemaju i nespolni oblici socijalnih kukaca (mravi i termiti). Kod lisnih ušiiizmjenjuju se tijekom razvojnog ciklusa krilate i beskrilne ženke itd.

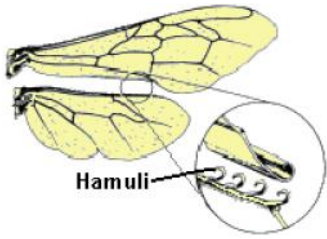
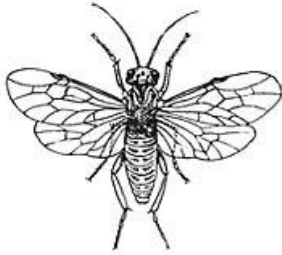
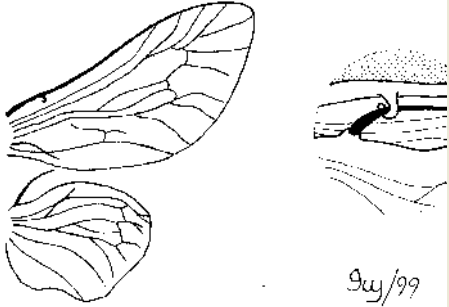


Slika 49 Opnenasta krila vretenca (lijevo) i mrežokrilca (desno)

**Tablica 2 - Prilagodbe i modifikacije krila:**

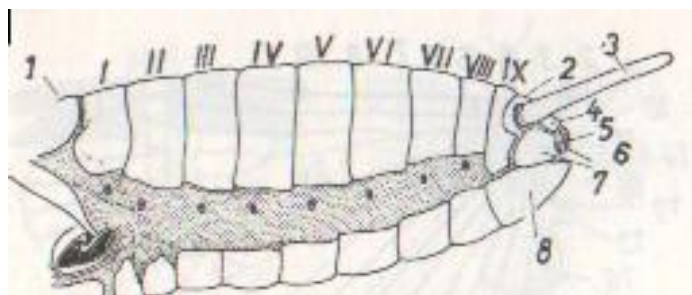
Karakteristike	Izgled	Red( ovi )
<b>Pokrilje ili elitre</b> – tvrda, sklerotizirana prednja krila koja služe kao zaštitni pokrov za stražnja opnenasta krila		 Coleoptera (tvrdokrilci) i Dermaptera (kožaši)
<b>Polupokrilje ili hemielitre</b> – prednja krila koja su pri osnovi kožnata, a bliže vrhu opnenasta	 Hemelytra	 Heteroptera (stjenice)

<p><b>Tegmina</b> – prednja krila koja su potpuno kožnata</p>		 <p>Orthoptera (pravokrilci), Blattodea (žohari), i Mantodea (bogomoljke)</p>
<p><b>Haltere ili njihalice</b> - mala, reducirana stražnja krila koja služe za održavanje ravnoteže tijekom leta</p>		 <p>Diptera (dvokrilci)</p>
<p><b>Resičava krila</b> – uska prednja i stražnja krila s dugim resama</p>	<p><b>Thrips</b></p> 	 <p>Thysanoptera (tripsi)</p>
<p><b>Dlakava krila</b> – prednja i stražnja krila pokrivena dlakama</p>		 <p>Trichoptera (tulari)</p>
<p><b>Ljuskava krila</b> – prednja i stražnja krila pokrivena ljuskicama najčešće različitih boja</p>		 <p>Lepidoptera (leptiri)</p>

<p><b>Hamuli</b> – sićušne kukice na stražnjim krilima koje drže zajedno prednja i stražnja krila</p>		 <p>Hymenoptera (opnokrilci)</p>
<p><b>Frenulum</b> – čekinja bliže osnovi stražnjih krila koja drži prednja i stražnja krila povezana</p>	 <p>9/11/99 Livingstone &amp; B. G. J.</p>	<p>Lepidoptera (leptiri)</p>

## ZADAK - ABDOMEN

Zadak ili trbuh je treća funkcionalna regija tijela kukca. **Primarno se sastoji se od 11 članaka** i analnog članka – telson na kojem se nalazi analni otvor (Sl. 48). Potpuni broj članaka nalazimo samo u embrionalnom razvoju i kod nekih nižih redova kukaca kao što su *Protura*. Kod većine kukaca je došlo do redukcije tj. srastanja članaka pa ih je vidljiv samo manji broj. Kod muha npr. vidljivo je 2 – 5, a kod *Collembola* 6 članaka (Sl. 50).



Slika 50 Građa zatka

Članci zatka nisu tako čvrsto građeni kao članci prsišta, ali i na njima razlikujemo leđnu pločicu – **tergum** i trbušnu pločicu – **sternum** koje su **povezane** rastezljivim **pleuralnim membranama** što daje zatku fleksibilnost. U pleuralnim membranama se obično nalaze **stigme** (odušci = otvori dišnog sustava). Najčešće stražnji rub jednog članka pokriva prednji rub drugog članka. Pločice na člancima su obično jače hitinizirane, ali su u kornjaša nježne jer zadak odozgo zaštićuje pokrile.

Kod ličinki mnogih holometabolnih kukaca zadak je izgrađen od membranoznih članaka. Sklerotinizirana su samo manja polja koja nose osjetne dlačice.

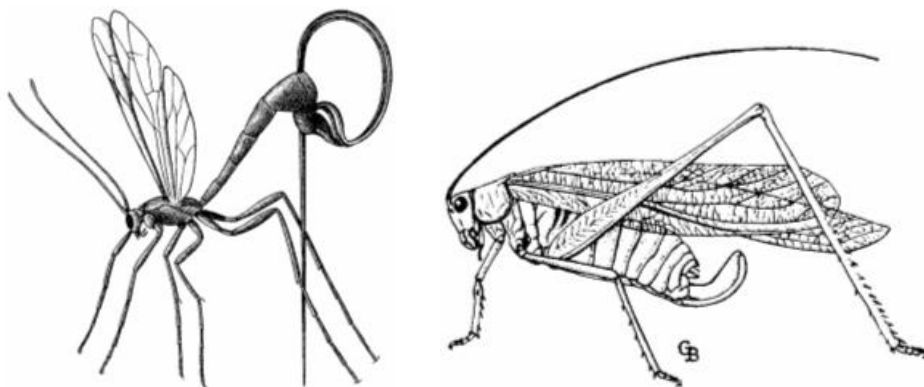
Prvi članak zatka često sraste s prsištem kao u većine opnokrilaca, pa im tijelo nije utegnuto između prsišta i zatka, nego im je utegnuto sam zadak između prvog i drugog članka pa je takav zadak – **viseći ili osoliki zadak**. U nekih opnokrilaca (ose najeznice, mravi) može biti drugi, pa i treći članak zatka jako sužen pa se za njih drži ostali dio zatka = **drškasti zadak**. Takav je zadak pokretan što omogućuje uporabu žalca. Kada se zadak drži svom širinom za prsište, to je **sjedeći zadak** (tvrdokrilci, pravokrilci, vretenca).

Zadak može biti različitog oblika, vretenast (vretenci), štapičast (paličnjaci), jajolik (pčela), proširen (stjenice) itd.

U zatku kukaca smješten je glavni dio probavnog i krvnog sustava te reproduktivni organi. Za razliku od drugih člankonožaca odrasli kukci ne posjeduju abdominalne noge. Ličinke mnogih kukaca, osobito leptira i osa listarica, imaju uz noge na prsištu i tzv. lažne noge na zatku koje im omogućuju pridržavanje uz rub lišća ili za grančice.

Neposredno ispod analnog otvora nalazi se spolni otvor oko kojeg su izrasli spolni privjesci. Kod ženki parni privjesci na 8. i 9. članku zatka čine organ za odlaganje jaja – **leglicu ili ovipozitor**. Osobito je razvijena kod kukaca koji odlažu jaja u neki supstrat, a nemaju je kornjaši, leptiri, dvokrilci. Mnogi od njih imaju prividnu leglicu koja se razvila od suženih stražnjih članaka zatka.

Leglica može biti različitog oblika : pilasta (opnokrilci), igličasta (ose najeznice), sabljasta (pravokrilci) itd. (Sl. 51).



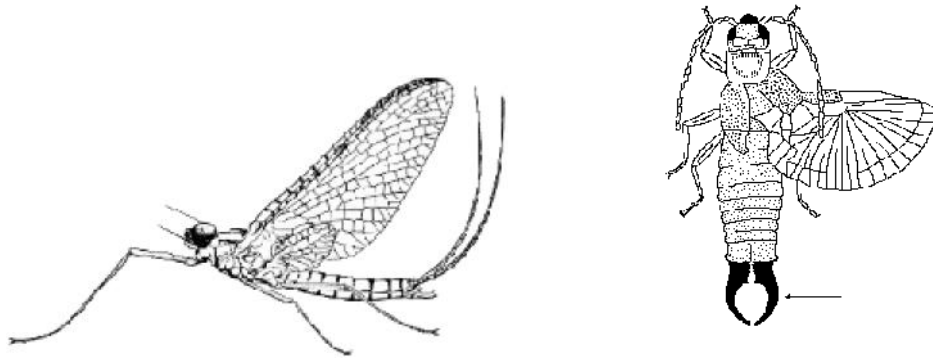
**Slika 51 Leglica**

**lijevo – igličasta ose najeznice; desno – sabljasta kod pravokrilaca**

Žalčarima, kao što su pčele, ose i drugi opnokrilci leglica ne služi za odlaganje jaja, nego je s obzirom na otrovnu žlijezdu preobražena u **žalac**, koji zbog toga imaju samo ženke, a mužjaci ga nemaju.

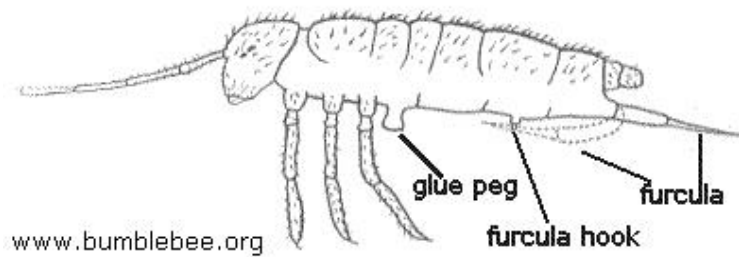
Oko muškog spolovila nalaze se 2 – 4 pomična privjeska - **gonopodi** kojima se prikvači za tijelo ženke kod parenja.

Na zadnjem članku zatka, više prema leđima, nalaze se kod nekih kukaca zadčani nastavci – **cerci** koji predstavljaju ostatke abdominalnih nogu. Cerci su osjetni organi (dodir). Kod vodencvjetova cerci su dugački i člankoviti kao ticala, kod žohara kratki i kijačasti, a lisnati kod ličinki vretenaca. Kod uholoža cerci su otvrdnuli i poprimili oblik klješta. Služe većinom za obranu, ali i kod udvaranja, a ponekad i kao pomoć kod sklapanja krila (sl. 52).

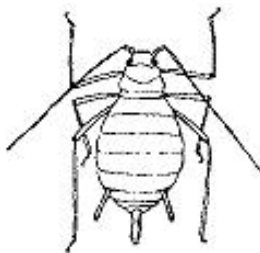


**Slika 52 Cerci; lijevo kod vodencvijeta, desno kod uholaže**

Pored cerca kod nekih kukaca susreću se i drugi tjelesni dodaci. Tako vodencvijetovi na kraju zatka, između parnih tjelesnih nastavaka, imaju stražnji privjesak koji je produžetak leđne pločice 11. članka zatka. Na trbušnoj strani 5. trbušnog članka skokunaca (Collembola) nalazi se **furcula (furca)** – odskočna vilica kojom skaču (Sl.5 ). Lisne uši na 5.članku zatka imaju kratke cjevčice – **sifone** (Sl. 54) iz kojih se, za vrijeme uznemiravanja uši, luči voštana tvar, a gusjenice Sphingidae ( ljljci ) na leđnoj strani 10. članka nose vršnu bodlju ( Sl. 55 ).



**Slika 53 Skokunac - furcula**

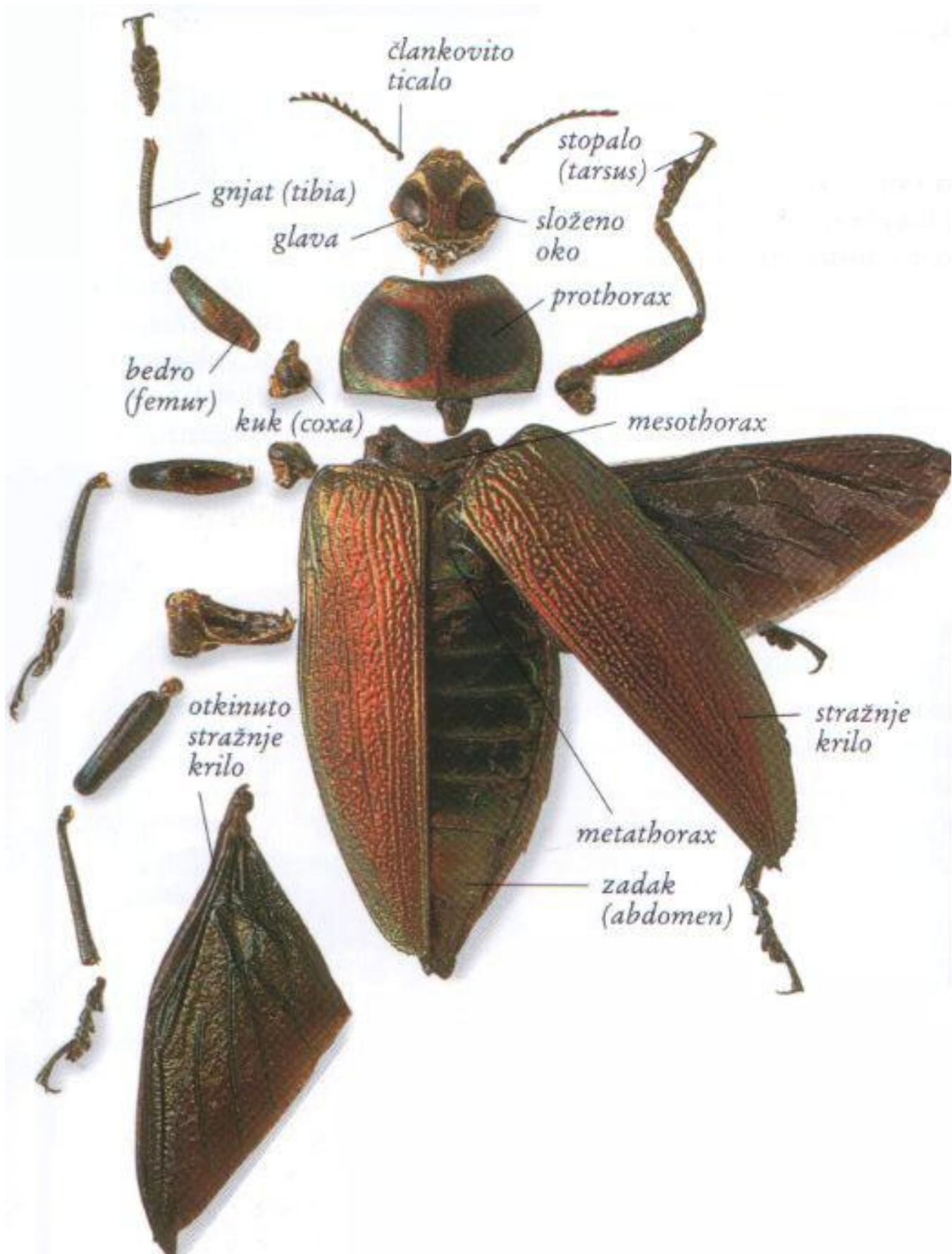


**Slika 54 Lisna uš – sifoni**



**Slika 55 Gusjenica leptira ljljka**





**Morfologija kukaca**

# ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA KUKACA

## INTEGUMENT

Tijelo kukca je pokriveno očvršnulim tjelesnim pokrovom zvanim **integument ili egzoskelet**. Integument je udubljen između glave, prsišta i zatka, te između pojedinih članaka. Njegova mjestimična uleknuća u tjelesnoj šupljini (apodemi) služe za prikačivanje mišića.

Pojedini dijelovi integumenta su očvršnuti (sklerotizirani), a nazivaju se skleriti, dok su drugi fleksibilni i opnasti što daje čvrstoću tijela, a dozvoljava slobodu kretanja.

Kožni omotač kukca se sastoji od 3 sloja (Sl. 56):

- **kutikula**
- **epiderma i**
- **bazalne membrana**

### Kutikula

Površinski je neživi sloj sloja integumenta. Pokriva čitavo tijelo kukca, ali i žlijezde slinovnice, traheje, prednje i stražnje crijevo probavila, te dijelove spolnih organa.

Po postanku je fleksibilna, elastična i bijela i kao takva ostaje kod mnogih ličinki, međutim u većine odraslih kukaca podliježe kemijskim promjenama, otvrdne i potamni. Ovaj se proces naziva **sklerotizacija**.

Površinski sloj kutikule je **epikutikula**, a ispod nje se nalazi **prokutikula**.

**Epikutikula** je vrlo tanki sloj kutikule. Ne sadrži hitin, vrlo je otporna i čvrsta, a uloga joj je sprječavanje gubitka vode i zaustavljanje prodora stranih tvari. Sastoji se od više slojeva. Donji sloj je građen od **od kutikulina**. Pokriven je **voštanim slojem** koji je glavna barijera za kretanje vode u i iz tijela kukca. Na površini je tzv. **cementni sloj** koji štiti vosak od oštećenja.

**Prokutikula** leži odmah iznad epiderme. Uglavnom je izgrađena **od mješavine hitina i proteina**. **Hitin** je polisaharid koji sadrži dušik. Otporan je na djelovanje kemikalija osim koncentriranih mineralnih kiselina koje ga rastvaraju.

Molekule hitina povezane su u mikrovlakna koja su okružena proteinom, a čine lamele koje leže jedna pored druge i jedna iznad druge što daje čvrstoću i fleksibilnost. Postoje različite vrste proteina ovisno o vrsti kukca. Važniji su **sklerotin** i **rezilin**. Sklerotin daje čvrstoću. Rezilin je fleksibilan protein (sličan gumi) koji daje elastičnost dijelovima integumenta. Nalazi se u dijelovima tijela koji omogućuju veliku pokretljivost kao što su krila i zglobovi, a nalazi se i između članaka. On npr. omogućuje da buhe visoko skaču.

Ubrzo nakon presvlačenja prokutikula se izdiferencira u dva sloja, vanjsku **egzokutikulu** i unutrašnju **endokutikulu**

- **Egzokutikula** je pigmentni sloj kutikule koji se razvija kao rezultat procesa sklerotizacije. Leži ispod epikutikule. Tvrda je i tamnije boje. Debljina joj



varira. Debela je u skleritima i kukcima tvrdog tijela, a tanka u fleksibilnim membranama i kukcima nježnog tijela. Odsutna je u nježnim dijelovima tijela.

*Epikutikula i egzokutikula nisu probavljive (svlak).*

- **Endokutikula** je donji, stalno mekani sloj kutikule. Elastična je i bezbojna. *Probavljiva je, resorbira se i služi za stvaranje nove kutikule.*

Kroz endokutikulu i epikutikulu prolaze **protoplazmatske cjevčice** koje dopiru do epikutikule, a vjerojatno im je uloga prijenos lipoproteina i voska do epikutikule. Ukoliko su sklerotizirane pridonose čvrstoći kutikule.

## Epiderma

*Živi je dio integumenta. Čini ju jedan sloj stanica kojima je glavna uloga stvaranje kutikule.*

Unutar epiderme nalazi se nekoliko vrsta stanica koje su specijalizirane za razne funkcije npr.:

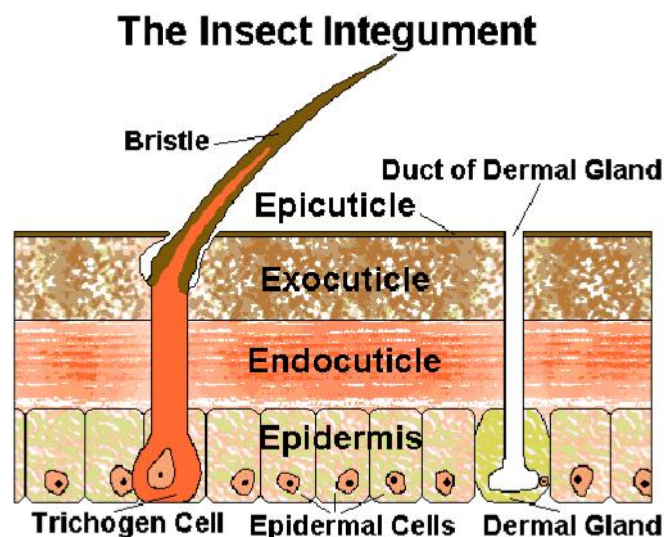
**Žljezdane stanice** proizvode različite sekrete (feromone, repelente, otrovne tvari, vosak i dr.) koji na površinu kutikule izlaze kroz mikroskopske cjevčice .

**Osjetne stanice** izgrađuju različite osjetne organe kukca za primanje mehaničkih, kemijskih i svjetlosnih podražaja

**Trihogene stanice** stvaraju dlake (sete) i dr.

## Bazalna membrana

Tanka je kožica ispod epidermalnih stanica koja odvaja integument od tjelesne šupljine.



Slika 56 Građa integumenta

## FUNKCIJE KUTIKULE

Najvažniji dio integumenta je kutikula. Ona vrši nekoliko važnih fizikalnih i fizioloških funkcija u životu kukaca :

- **služi kao skeletni sustav (egzoskelet )**. To čini na 3 načina :
  - daje oblik i čvrstoću tijela
  - osigurava potporu unutrašnjim organima

- površina je uz koju se vežu mišići (osigurava pokrete)
- **sprječava gubitak vode** (bez voštanog sloja epikutikule kukac bi brzo dehidrirao)
- **sudjeluje u primanju osjetnih podražaja** i time omogućuje komunikaciju s vanjskim svijetom. To je zbog toga što su osjetni organi (oči, osjetne dlačice) derivati kutikule.
- **uključena je u kretanje kukaca** na 2 načina, prvo, glavni je sastojak svih nogu i drugo, krila su izraštaji integumenta
- **ograničava prodor patogena i toksina** (uključujući insekticide)
- **obrubljuje traheje i traheole, žlijezde slinovnice i dijelove reproduktivnog trakta** ( prilikom presvlačenja i ovi se dijelovi skidaju)
- **zaštitna je barijera za prednje i stražnje crijevo probavnog sustava**
- **obojenje i kamuflaža i dr.**

Površina kutikule nije glatka nego skulpturirana. Izbočenja, nabori i nepravne dlake (**mikrotrihe ili pile**) izraštaji su kutikule. Duže dlake, čekinje i ljuskice (**makrotrihe ili sete**) su produkt rada trihogenih stanica epiderme. Imaju ulogu osjetila opipa, zaštitnu ulogu (žarke dlake) i druge funkcije.

**Boja kukaca** ovisi o pigmentima i strukturi kutikule. **Pigmentne boje** nastaju u egzokutikuli (smeđa, crna) i epidermi (žuta, crvenkasto-smeđa, zelena) ili su konačni produkti izmjene tvari. Nakon uginuća jedino crni kukci zadržavaju boju dok drugi izbljedu. **Strukturne boje** su metalne boje i boje koje se prelijevaju, a nastaju uslijed loma svjetlosti u hitinu. Obojenost mogu kukcima davati izrasline na koži, npr. leptirima ljuščice, a bumbarima i pčelama dlačice. Većina pigmenata je porijeklom od biljaka (npr. boja krumpirove zlatice nastaje uglavnom zbog prisutnosti beta karotina iz krumpira).

*Spoznaje o građi i strukturi integumenta kukaca omogućile su razvoj insekticida za prodiranje kroz ovaj višeslojni tjelesni pokrov (insekticidi kontaktnog djelovanja).*

Kutikula ima i **ograničenja**:

- ne dozvoljava kontinuirani rast kukca što iziskuje odbacivanje stare i stvaranje nove kutikule tj. presvlačenje
- tijekom presvlačenja kukci su vrlo osjetljivi

## Presvlačenje kukaca

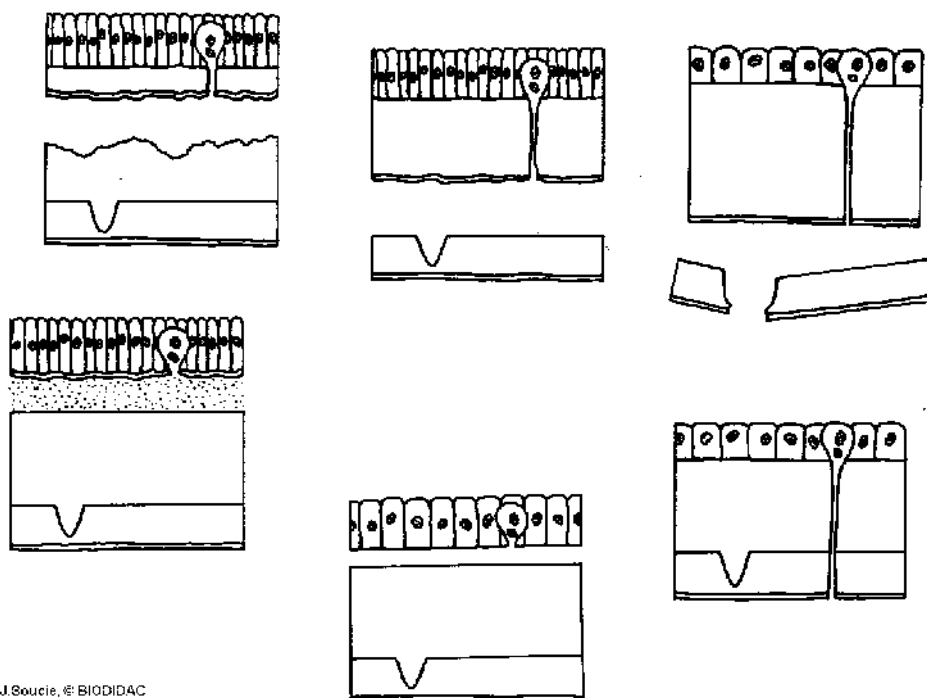
Zbog hitinske kutikule kukci ne mogu rasti kontinuirano usprkos njezinoj elastičnosti. Zato tijekom postembrionalnog razvoja, u stadiju ličinki, dolazi do **presvlačenja** kukaca. Ispod stare kutikule nastaje nova, stara se odjeli, raspukne sredinom gornje strane prsišta pa se tuda izvuče čitavo tijelo.

Nakon presvlačenja tijelo je mekano i blijedo sve dok hitin ne otvrdne i dobije boju.

Presvlače se samo ličinke. Kukac raste samo nakon presvlačenja dok je kutikula mekana i elastična (skokovit rast).

**Glavni stupnjevi presvlačenja su (Sl. 57):**

1. kutikula se odvaja od epiderme
2. tekućina za presvlačenje, koja sadrži enzime proteinazu i hitinazu, puni nastali slobodni prostor
3. izlučuje se kutikulin za novu epikutikulu
4. epiderma stvara novu prokutikulu
  - tekućina za presvlačenje se aktivira, enzimi razlažu staru endokutikulu
  - hitin se sintetizira kada se stara endokutikula resorbira (reciklaža)
  - prokutikula je zaštićena kutikulinom
5. stara kutikula puca
6. kukac se oslobađa stare kutikule
7. sklerotizacija nove kutikule



J.Soucie, © BIODIDAC

**Slika 57 Presvlačenje kukca**

1 - Kutikula se odvaja od epiderme, 2- tekućina za presvlačenje puni slobodni prostor, 3- stvara se nova kutikula i probavlja stara, 4- probava endokutikule je završena, preostala je egzokutikula, 5 – pucanje i odbacivanje stare kutikule

**Presvlačenje reguliraju hormoni** ecdison i juvenilni hormon. Kada kukac toliko naraste da mu je kutikula tijesna žlijezde izlučuju **ekdison** koji putuje u epidermalne stanice i **stimulira** ih na izlučivanje tekućine za **presvlačenje**. Ova tekućina probavlja endokutikulu. **Juvenilni hormon** ( JH ) održava kukca u stadiju ličinke tj.

spriječava odrastanje. Izlučuje se kontinuirano tijekom svakog presvlačenja. Djeluje zajedno sa ekdisonom i **određuje sudbinu svakog presvlačenja**.

Ako je juvenilni hormon prisutan u većoj koncentraciji kukac se održava u stadiju ličinke. Kada je juvenilni hormon prisutan u nižoj koncentraciji presvlačenje ide u pravcu odrastanja. Prestane li izlučivanje JH sam ekdison stimulira stvaranje kutikule odraslog kukca. Stvara se kutikula kukuljice kod holometabolnih kukaca.

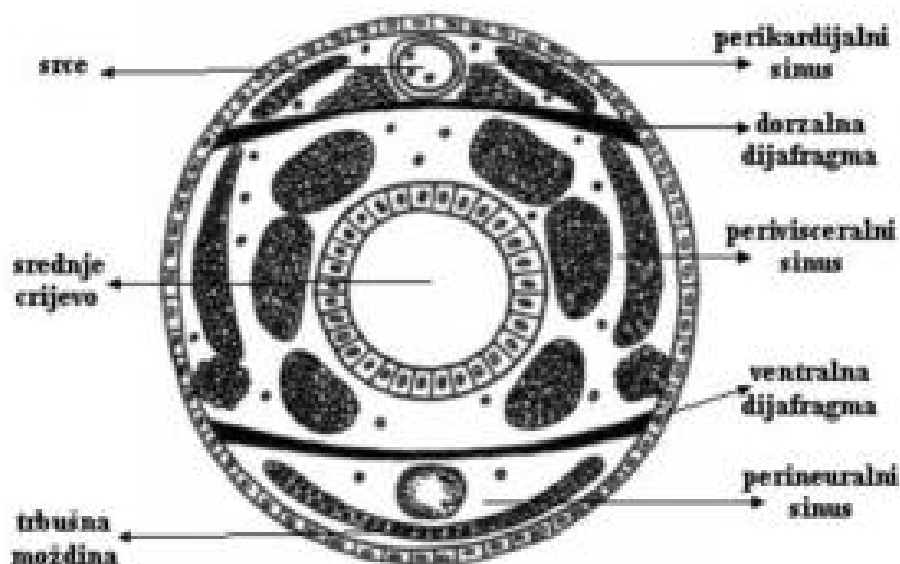
Jednom kada kukac odraste prestaje izlučivanje ekdisona pa se imago ne presvlači. Imago se ne treba presvlačiti jer neće više rasti, slično ljudima, jednom kada dosegne određene godine prestajemo rasti.

Poznavanje presvlačenja kukaca i utjecaja enzima i hormona na presvlačenje omogućilo je proizvodnju biotehničkih insekticida koji prekidaju razvoj kukca i uzrokuju smrt (inhibitori hitinaze, juvenilni hormon).

## OPĆI UNUTRAŠNJI SUSTAV

Tjelesna šupljina kukaca podijeljena je dvjema uzdužnim dijafragmama na tri odvojene šupljine koje se nazivaju **sinusi**.

Prva dijafragma leži na leđnoj, a druga na trbušnoj strani (leđna ili dorzalna i trbušna ili ventralna dijafragma). Prostor između leđne dijafragme i kože naziva se **perikardijalni sinus**. U njemu je stražnji dio leđne žile ili srce. Prostor između leđne i trbušne dijafragme je **visceralni sinus** u kojem je smještena probavna cijev, najveći dio masnog tijela, spolni organi i organi za izlučivanje. Treći i najmanji sinus nalazi se između trbušne dijafragme i kože, a naziva se **perineuralni sinus**. U njemu se nalazi živčani sustav.



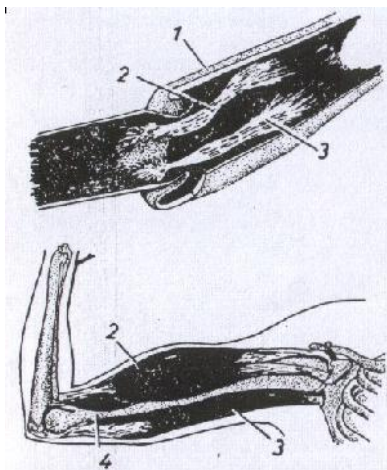
Slika 58 Presjek kroz tjelesnu šupljinu

Dijafragme se nalaze samo u zatku dok ih u prsištu nema. Između leđne i trbušne dijafragme na stražnjem kraju tijela nalazi se jedan otvor koji ima značajnu ulogu u cirkulaciji krvi. Osim navedenih organa u tjelesnoj šupljini nalazimo i gusti splet dišnih cijevi (trahealni sustav). Svi organi se kupaju u hemolimfi (krv). (Sl. 58)

## MIŠIĆNI SUSTAV

Kukci imaju veliki broj mišića. Vanjski skelet pruža veliku površinu za prikačivanje mišića u usporedbi s unutrašnjim kosturom kičmenjaka. Smatra se da se u tijelu čovjeka nalazi 696 mišića dok se npr. u gusjenici drvotočca *Cossus ligniperda* nalazi 4000 mišića (Lyonet).

Muskulaturu kukaca čine poprečno prugasti mišići. Jednim dijelom su vezani za organ koji pokreću, a drugim za integument (direktno za epidermalne stanice, direktno za kutikulu ili za apodeme).



**Slika 59** Pričvršćenje mišića u člankonožaca i kralješnjaka

U člankonožaca mišići su pričvršćeni uz egzoskelet (gore), a u kralješnjaka uz endoskelet (dolje). 1. egzoskelet, 2. fleksor, 3. ekstenzor, 4. endoskelet

Mišićno tkivo je izgrađeno od izduženih mišićnih stanica koje se sastoje od stanične membrane (sarkolema) i protoplazme (sarkoplasma) u kojoj se nalaze uronjena mišićna vlakna (miofibrile). U mišićnim stanicama, nalaze se mitohondriji koji su naročito brojni u mišićima za let. Mišićno tkivo je povezano sa živčanim sustavom.

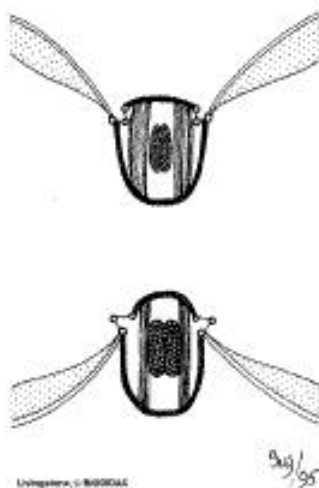
Rad mišića počinje na osnovi impulsa živčanog sustava. Impuls uzrokuje kontrakciju ili grčenje mišića. Poslije prestanka podražaja mišić se vraća u prvobitno stanje.

Kod kukaca razlikujemo tjelesnu ili skeletnu i trbušnu ili visceralnu muskulaturu.

**Tjelesnu muskulaturu čine** mišići trupa i mišići nogu. **Mišići trupa** pokreću glavu i zadak prema prsištu, dijelove usnog ustroja, ticala, zatvaranje usne šupljine i ždrijela i dr. Od svih ovih mišića najjače su razvijeni letni mišići u prsištu. **Mišići nogu** izvode pokrete članaka nogu (Sl. 60).



**Slika 60 Raspored mišića u nozi za hodanje**



**Slika 61 Mišići u prsištu pokreću krila**

**Trbušnu muskulaturu** čine mišići za pokretanje trbuha i disanje, te mišići uz unutrašnje organe kukca (krvotok, probavni sustav i dr.).

Mišići kukca su vrlo jaki u usporedbi s težinom tijela. Kukci su u stanju podići teret koji je 15 do 25 puta teži od njihova tijela. O velikoj snazi mišića svjedoče skokovi buhe, koja skoči u vis 200 puta više nego što je sama visoka i mravi koji mogu prenijeti teret višestruko teži od njihova tijela. Mišići se stežu i rastežu fenomenalnom brzinom što nam pokazuje velika brzina vibracije krila.



**Slika 62 Borba jelenaka**



## ŽLIJEZDE, ORGANI ZA IZLUČIVANJE

Pojedine stanice epiderme, pretvorile su se u žlijezde čija je glavna zadaća izlučivanje različitih kemijskih tvari. Žlijezde mogu biti jednostanične i višestanične .

Jednostanične žlijezde se nalaze u epidermi, a nešto su krupnije od okolnih stanica. Svoje produkte izljevaju kroz kutikulu koja ih pokriva.

Višestanične žlijezde se nalaze ispod epiderme. One imaju odvodni kanal kojim se izlučuje sekret. Oko odvodno kanala nalaze se stanice žlijezde.

Za žlijezde koje svoje sekrete izlučuju na površinu tijela kažemo da su **ekskretorne**.

Ovisno o funkciji koju vrše razlikuju se žlijezde za proizvodnju voska, otrova, sline, tekućine za presvlačenje, aromatičnih tvari itd.

### Žlijezde za izlučivanje sline

Žlijezde slinovnice izlučuju slinu. Otvori su im pri dnu usnih organa, pa se s obzirom na njihov položaj razlikuju gornjočeljusne, donjočeljusne ili donjousnene žlijezde slinovnice. Njihov sadržaj se izlučuje u usnoj šupljini.

Osnovni zadatak sline je omekšavanje, rastvaranje i djelomična probava hrane. Kukci koji sišu krv uštrcavaju pri sisanju slinu u ranicu, pa se od njezinih otrovnih tvari javljaju upale, otekline i svrbež kože . Mnogi kukci koji sišu na biljkama svojom slinom oštete biljku . Jabučna krvava uš uzrokuje stvaranje rak-rana na izbojima jabuke, a druge uši izobličene izbojaka i lišća pa čak i šiške.

Pljuvačne žlijezde su i **predljive žlijezde**. Susrećemo ih kod gusjenica, ličinki opnokrilaca i nekih kornjaša. To su promijenjene donjousnene žlijezde koje izlučuju slinu koja na zraku očvrstne u niti od kojih ličinke ispredaju različite zapretke kojima omataju lišće, spuštaju se pomoću njih s drveće, unutar njih se zakukulje ( kokoni ) itd.

### Žlijezde za proizvodnju voska

Voštane žlijezde se javljaju naročito **kod opnokrilaca i jednakokrilaca**. Najveće količine voska izlučuju pčele za izgradnju saća i štitaste uši koje pokrivaju svoje tijelo voštanim štitićem. Vosak se proizvodi u vidu praha, končića ili pločica.

Kod pčela voštane žlijezde se nalaze na IV, V, VI i VII sternitu zatka. Kutikula je na tom mjestu tanka i bez dlaka ( voštano ogledalo ). Vosak se izlučuje kao tekućina, a na zraku očvrstne. Kod bumbara su takve žlijezde na leđnoj strani. Voštanim prahom prekrivena su krila štitastih moljaca.

### Žlijezde za izlučivanje mirisnih tvari

Mirisne žlijezde izlučuju različite tvari posebnog mirisa . Ako ta tvar ima neugodan miris nazivaju se **smrdljive žlijezde**. Obično ih imaju razne stjenice koje su po tome i dobile ime npr. smrdljivi martin, smrdljiva greta itd. Imaju ih i žohari i neki kornjaši (trčci, grobari). Biološko im je značenje da se pripadnici iste vrste mogu pronaći, a manje služe za odbijanje neprijatelja.

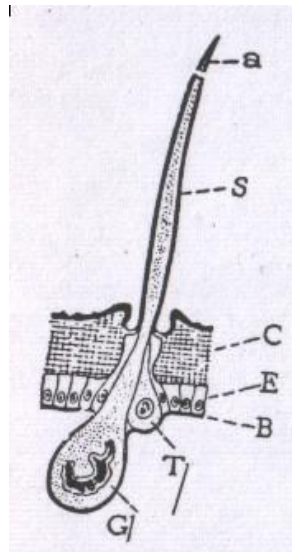
Mirisne žlijezde nekih kukaca, u prvom redu leptira, izlučuju **feromone** (seksualni atraktanti). Najčešće ih ima samo jedan spol, a služe za privlačenje jedinki suprotnog spola u vrijeme parenja. Nalaze se na zatku u obliku vrećica između članaka, na

krilima ili povezane sa gornjom čeljusti (mandibularne žlijezde). Feromoni se izbacuju u vidu tekućeg mlaza, plina ili aerosola, a primaju preko receptora za miris, naročito u ticalima, stopalima, dijelovima usnog ustroja i dr.

### Žlijezde za izlučivanje otrova

Otrovne žlijezde izlučuju tvari koje kod čovjeka i viših životinja uzrokuju različite tipove trovanja. Kod opnokrilaca se nalaze u trbuhu. Njihovi sekreti izlučuju se preko žaoke u žrtvu. Kod mrava u sebi sadrži mravlju kiselinu .

Postoje otrovne ili žarke dlake (toksofore Sl. 63) kod gusjenica raznih leptira (smrekov prelac, gubar, zlatokraj) koje nadražuju kožu čovjeka i životinja, kada na nju padnu. Ove dlake su tako građene da se lako lome i sadržanim otrovom mogu izazvati zapaljenje kože i dugo vremena poslije uginuća gusjenice.



Slika 63. Otrovnna dlaka gusjenice ( toksofora )

Sekret iz žljezdane stanice (G) izliva se na mjestu na kojem se dlaka lomi (a). S – dlaka, C – kutikula, E – epiderma, B – bazalna membrana, T – trihogena stanica

Mnogi kukci – parazitoidi imaju žlijezde čiji sekreti služe za paraliziranje domaćina prilikom odlaganja jaja .

### Mazive žlijezde

Ove žlijezde izlučuju masne ili uljane tvari koje služe za podmazivanje zglobova ili premazivanja cijele površine tijela radi zaštite od utjecaja vanjskih čimbenika . Naročito su razvijene kod kornjaša i kukaca koji žive u vodi.

### Žlijezde za presvlačenje

U epidermi kože nalaze se i **Versonove žlijezde** koje izlučuju u vrijeme presvlačenja tekućinu koja omogućuje podizanje stare kutikule od nove, koja je nastala ispod nje i tako olakšava presvlačenje.

Pored navedenih ekskretornih žlijezda u kukaca susrećemo i **endokrine žlijezde**. One izlučuju hormone, koji reguliraju životne procese, u hemolimfu . Najpoznatiji su ecdison i juvenilni hormon koji reguliraju presvlačenje i preobrazbu ličinke u kukuljicu odnosno imago.

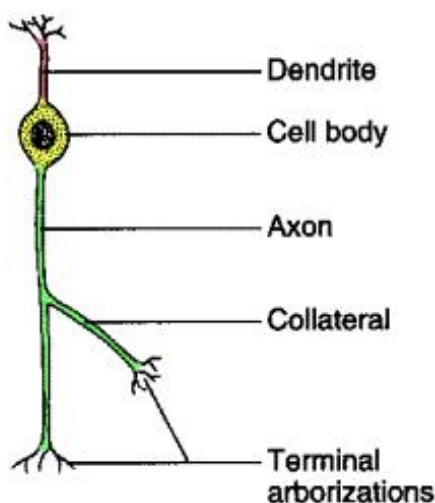
## ŽIVČANI SUSTAV

Živčani sustav kukaca je mreža specijaliziranih stanica (**živčane stanice ili neuroni**) za prijenos informacija unutar tijela. Osigurava primanje osjetnog podražaja iz vanjske ili unutrašnje sredine (pritisak, okus, zvuk, svjetlost, razina hormona i dr) i reagiranje organizma na njih. Podražaji djeluju na određene osjetne organe (receptori) odakle neuronima stižu do mišića i žlijezda.

**Dijelovi neurona su (Sl. 64):**

- **Dendriti** primaju informaciju od druge nervne stanice i predaju je tijelu živčane stanice.
- **Tijelo živčane stanice** sadrži jezgru i druge organele tipične za eukariotsku stanicu.
- **Akson** odnosi informaciju od tijela živčane stanice. Aksoni se mogu granati u **kolaterale**

Živčana stanica reagira na kemijske ili fizikalne podražaje pojavom živčanog impulsa. Živčana stanica stvara električne signale koje provodi iz jednog dijela neurona u drugi i kemijske signale pomoću kojih komunicira s drugim živčanim stanicama.



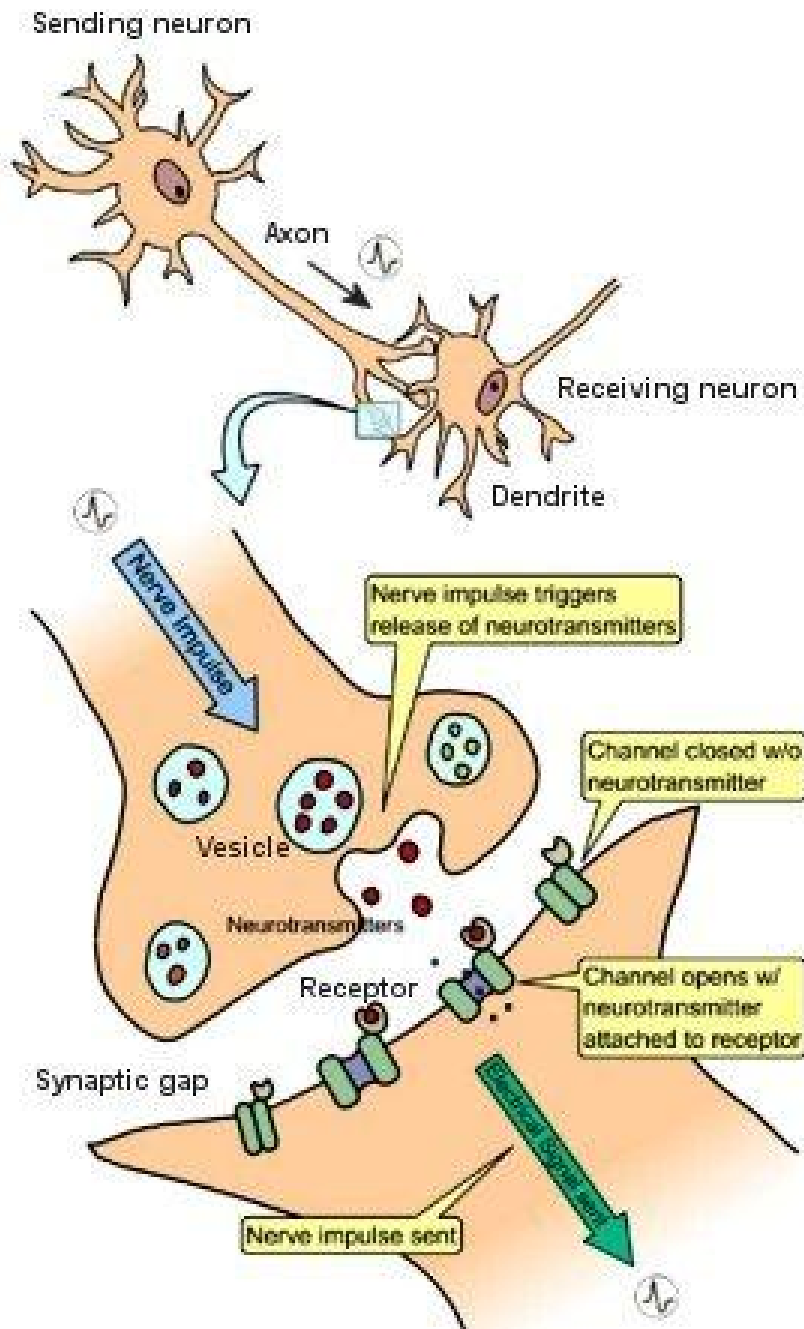
Slika 64. Shema živčane stanice

Prema funkciji koju vrše u živčanom sustavu neuroni se obično grupiraju u **3 kategorije:**

- **Senzorni ( aferentni) neuroni** obično imaju dugačke dendrite i kratke aksone, a **prenose informaciju od receptora do centralnog živčanog sustava.**
- **Motorni ( eferentni) neuroni** imaju dugačke aksone, a kratke dendrite i **prenose podražaje od centralnog živčevlja do mišića ( ili do žlijezda ).**
- **Interneuroni** – nalaze se samo u centralnom živčevlju gdje **vežu neuron za neuron**

Pojedine živčane stanice povezuju se međusobno, ali i s mišićima i žlijezdama specijalnom vezom zvanom **sinapsa** (akson – dendrit poveznica). Prijenos živčanog impulsa preko sinapse je kemijski proces. Živčani impuls uzrokuje na kraju aksona oslobađanje posebnog kemijskog spoja tzv. **neurotransmitera (acetilholin)** koji prolazi kroz sinapsu i izaziva novi impuls u dendritu (- ima) susjednog ili više povezanih neurona. Neurotransmiteri su određeno vrijeme aktivni. Inaktiviraju ih enzimi (**acetilholin esteraza**). Inaktivirani transmitter se vraća u akson i reciklira (SL. 65).

Većina insekticida (organofosforni, karbamati) su inhibitori acetilholin esteraze.



Slika 65. Kretanje živčanog impulsa kroz neurone i preko sinapse

Snopovi aksona ili dendrita oblikuju živce koji služe iste dijelove tijela.

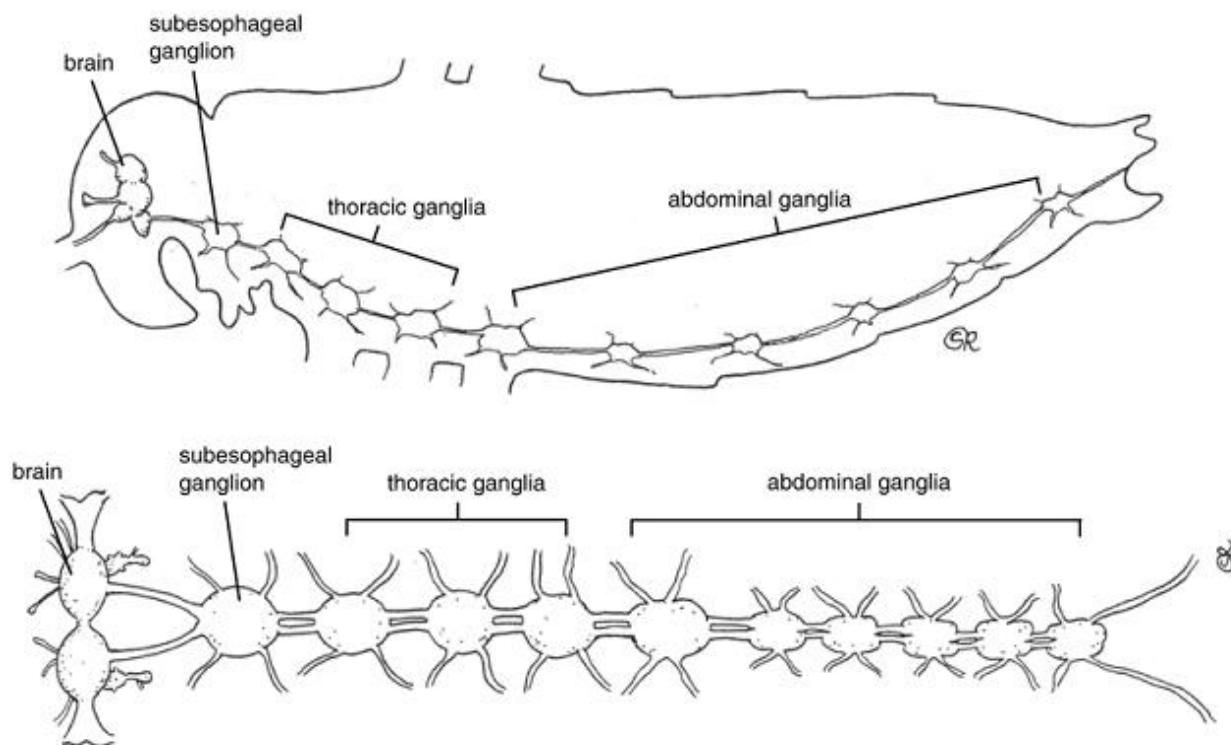
Osjetne živčane stanice koje primaju podražaje iz vanjske sredine nalaze na koži i pružaju svoje dendrite sve do kutikule ili do površine osjetnog organa.

Za razliku od osjetnih stanica čije se tijelo nalazi u receptoru na periferiji tijela, tijela motornih živčanih stanica nalaze se u ganglijima. **Gangliji** su snopovi međusobno povezanih neurona .

Čitav živčani sustav kukaca sastoji se od **tri živčana skupa**, a to su centralno, periferno i simpatičko živčevlje.

**Centralno živčevlje** (Sl.66 ) se sastoji od niza parnih segmentalno poredanih ganglija koji su međusobno povezani uzdužno **konektivama**, a poprečno **komisurama**, pa kažemo da je **ljestvičavog tipa**. Proteže se duž trbušne strane tijela ispod probavnog sustava. Dobro je razvijeno kod ličinki jednostavnijih kukaca, dok je kod potpuno razvijenih kukaca došlo do stapanja ganglija, osobito u prsištu i zatku .

U svaki ganglij ulazi senzorni neuron iz članka u kojem je lociran, a izlazi motorni neuron koji ide do mišića dotičnog članka.



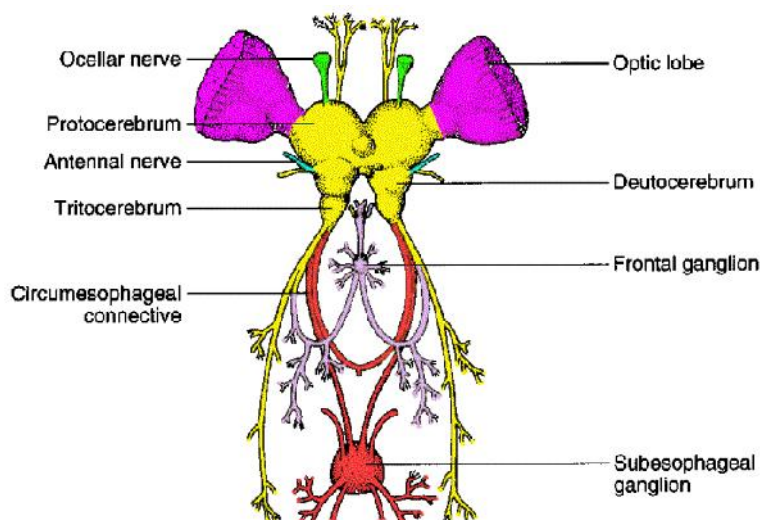
**Slika 66 Shematski prikaz centralnog živčevlja**

Centralno živčevlje se dijeli na mozak i trbušnu moždinu .

**Mozak ili nadždrijelni ganglij** je najrazvijeniji dio živčevlja. Na njemu se razlikuju tri dijela : prednji, srednji i stražnji mozak ( Sl 67 ).

- **Prednji mozak** (protocerebrum) je najveći. Iz njega izlaze vidni živci.

- **Srednji mozak** (deutocerebrum) je mnogo manji. Iz njega izlaze živci za inervaciju mišića ticala, a osim središta za mirise u njemu su još središta za okus i opip.
- **Stražnji mozak** (tritocerebrum) je najmanji iz njega ide jedan živac u gornju usnu, a drugi do frontalnog ganglija simpatičkog živčevlja.



Slika 67 Mozak ili nadždrijelni ganglij

**Trbušnu moždinu** čine podždrijelni ganglij, 3 ganglija prsišta i 8 ganglija zatka.

**Podždrijelni** (subesopheagal) **ganglij** je konektivama vezan za stražnji mozak. Njegova tri para živaca ulaze u gornje čeljusti donje čeljusti i donju usnu.

**Iz 3 prsna ganglija** idu živci u noge, a od srednjeg i stražnjeg prsnog ganglija i u krila .

Iz **ganglija zatka** idu živci u članke zatka i u spolne organe.

**Periferno živčevlje** se sastoji iz ogranaka centralnog živčevlja koji se razgranavaju po površini tijela i prenose podražaje okoline do trbušne moždine. Služe za osjećaje i za gibanje.

**Simpatičko ili visceralno živčevlje** također proizlazi iz centralnog živčevlja. Njegovi živci inerviraju prednje i stražnje crijevo, dišni sustav i spolne organe.

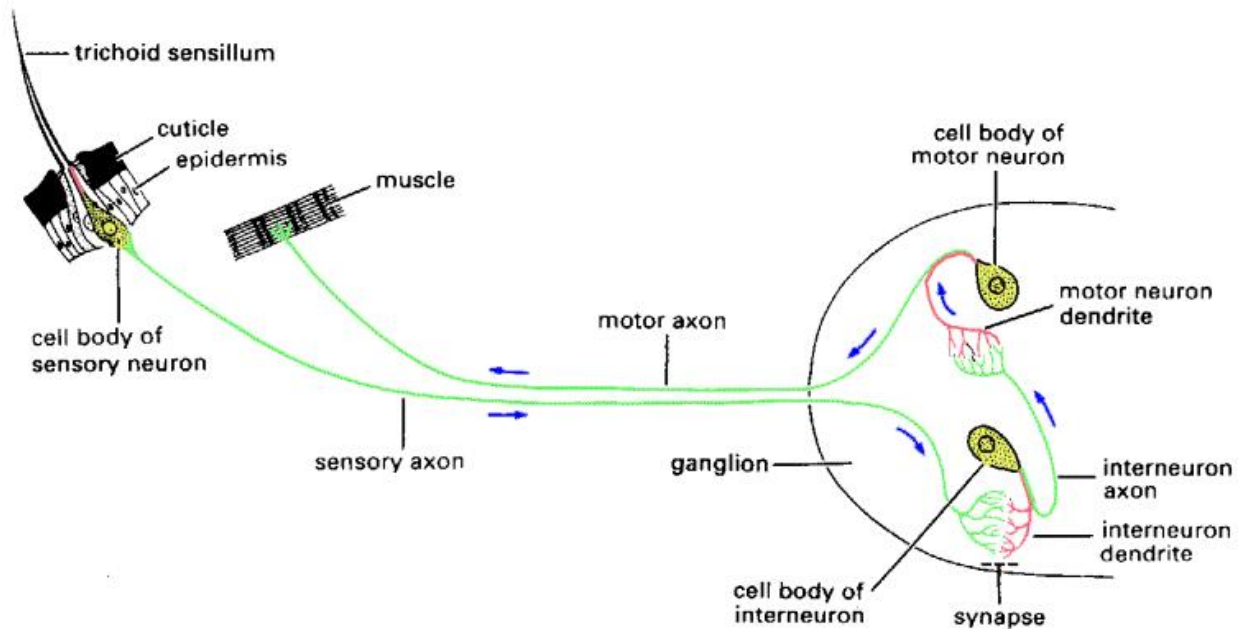
## OSJETNI ORGANI (RECEPTORI)

Osjetni organi ili **osjetila** primaju podražaje iz vanjske sredine, ali isto tako obavještavaju kukce o fiziološkom stanju u unutrašnjosti njihova organizma.

Svako osjetilo se sastoji od jedne ili više **osjetnih stanica**, **živaca** kojima su osjetne stanice u vezi sa živčanim centrom i od **receptornog aparata** kojim se podražaj prima i eventualno pojačava.



Svaki osjetni organ (receptor) djeluje kao pretvarač mehaničke, kemijske ili svjetlosne energije iz okoliša u električnu energiju živčanog impulsa u osjetnoj stanici (senzornom neuronu). Signal generiran osjetnim receptorima putuje u mozak ili trbušnu moždinu gdje stimulira odgovarajuće ponašanje kukaca (pronalaženje hrane, jedinki suprotnog spola, izbjegavanje opasnosti, reagiranje na promjene u okolišu).



Slika 68. Kretanje živčanog impulsa od osjetne stanice do ganglija, a zatim do mišića

Svi osjetni organi kukca su integralni dio egzoskeleta. Ovisno o funkciji mogu se grupirati u tri kategorije :

- osjetila za mehaničke podražaje (mehanoceptori)
- osjetila za kemijske podražaje (kemoreceptori) i
- osjetila za svjetlosne podražaje (fotoreceptori)

## OSJETILA ZA MEHANIČKE PODRAŽAJE

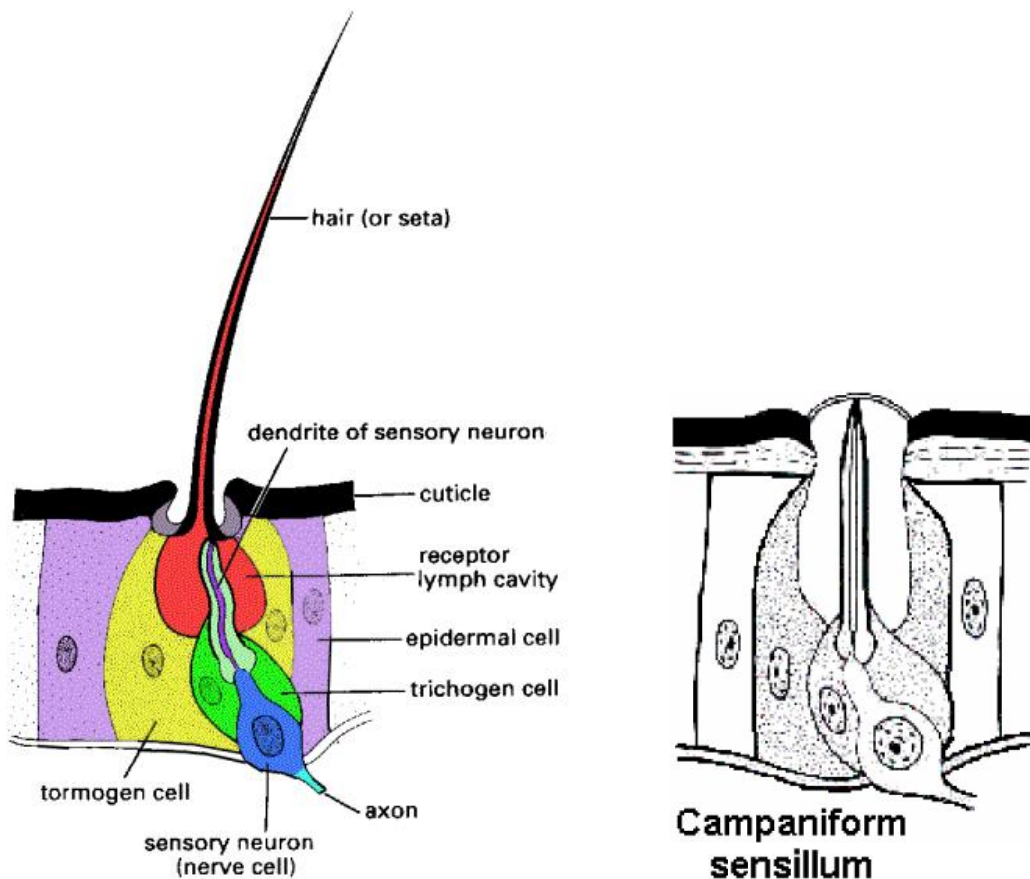
Mehanoceptori su osjetila za opip, kretanje, ravnotežu, sluh.

### Osjetila za opip

Organi za opip su **osjetne dlake i čekinje** takozvane **senzile** različitog oblika. Najčešće su *trihiformne i kampaniformne senzile* (Sl. 69). Javljuju se svuda na integumentu pored pravih dlaka, a za razliku od njih povezane su sa nervnim centrima. **Opipne senzile** najčešće nalazimo na onim dijelovima tijela kojima kukci dodiruju okolne predmete, pa ih je najviše **na ticalima, pipalima, usnim organima, stopalima, cercima i dijelovima krila** koji su pri mirovanju okrenuti prema van.

Trihiformna senzila je najjednostavnija i najraširenija senzila. Izdužena je i ima zašiljen vrh. Dendriti osjetnih stanica pričvršćeni su pri osnovi dlake.

Kampaniformna senzila je u vidu kupole, vrlo malo uzdignuta iznad okolne kutikule.



Slika 69. Trihoformna ( lijevo ) i kampaniformna senzila

## Toplinsko osjetilo

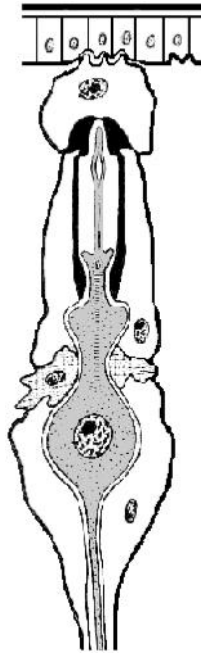
Osjetne senzile za toplinu, na koju su kukci vrlo osjetljivi, pretežno se nalaze u ticalima.

## Osjetila za sluh

Slušni organi nisu kod kukaca tako razvijeni kao osjetila za opip i ne postoje kod svih vrsta. Najbolje su razvijeni kod kukaca koji proizvode zvuk (skakavci, šturci, cvrčci), ali i nekih leptira i stjenica.

Tipovi slušnih organa su hordotonalni, timpanalni i Johnstonov organ.

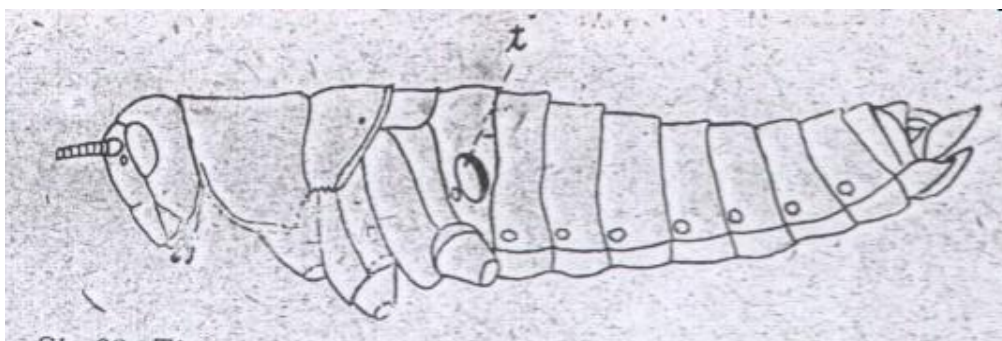
Najjednostavniji su **hordotonalni slušni organi** (Sl.69). Čini ih manji ili veći broj senzila za sluh (skolopidija) koje poput strunica premošćuju otvor između dvije unutrašnje površine egzoskeleta. Više služe za ravnotežu i otkrivanje položaja tijela, a manje za sluh. Nalaze se na prsištu, truhu, pri osnovi krila, na nogama itd.



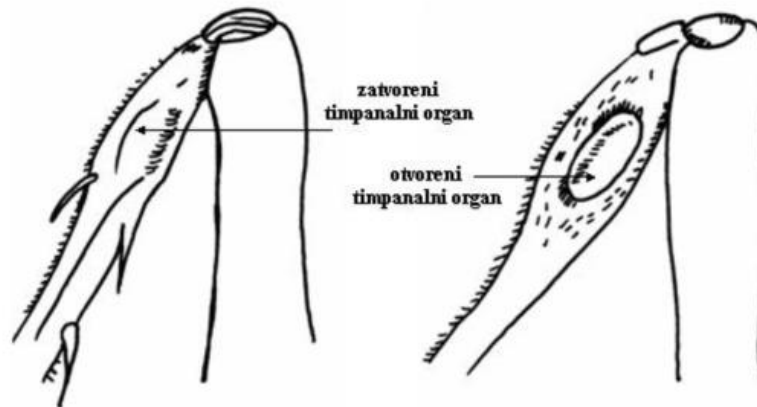
**Slika 70** Skolopidija hordotonalnog organa povezana je jednim dijelom za kutikulu, a drugim dijelom za ganglij CZS

**Timpanalni organi** su glavni slušni organi. Sastoje se od tanke kutikularne membrane (timpanum) koja je napeta u čvrstom hitinskom obruču poput bubnjiča, a ispod nje je uzdušnica proširena u zračni mjehur da membrana može titrati. Na njoj su slušne stanice u obliku skolopidija. Kada membrana zatitra one reagiraju na zvučne vibracije. Najpoznatiji su kod kukaca koji zriču (cvrčci, skakavci, šturci).

Ove "uši" se mogu nalaziti na različitim dijelovima tijela. Kod skakavaca i cvrčaka nalaze se na pleurama prvog trbušnog članka (Sl. 71), kod zrikavaca i šturaka na goljenicama prednjih nogu (Sl. 72). kod leptira na metatoraksu ( sovice ) ili na truhu (grbice, savijači).



**Slika 71.** Timpanalni organ kod skakavaca



Slika 72. Zatvoreni i otvoreni timpanalni organ konjica *Locusta viridissima*

**Johnstonov organ** kao jedan tip hordotonalnih organa nalazi se u prekretaču svakog ticala. Ovim organom kukci mogu osjetiti zračne struje, potrese, promjene mjesta tijela i brzinu kretanja. Prema tome služe kao osjetilo za brzinu, vibracije i silu težu, a djeluju i kao organ za sluh .

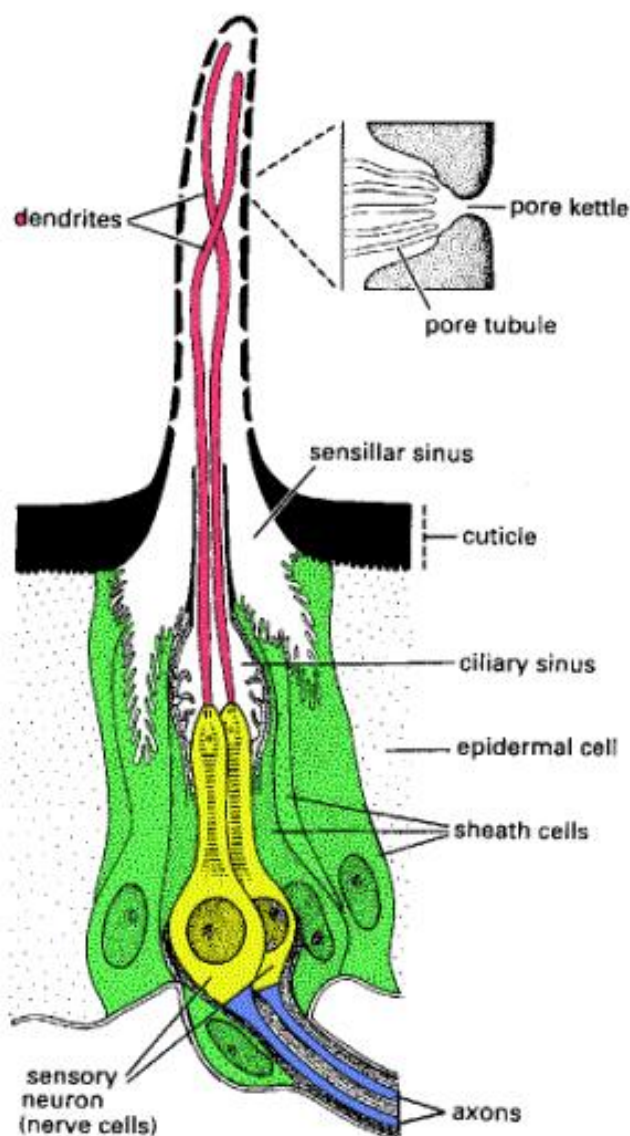
## OSJETILA ZA KEMIJSKE PODRAŽAJE

Kukci imaju sposobnost da osjete različite kemijske tvari u svom okolišu. Ako se nalaze u plinovitom stanju mogu ih otkriti kao miris njušnim organom, a ukoliko su u čvrstom ili tekućem stanju kao okus osjetilom za okus.

### Osjetilo za miris

Njušni organ je kod kukaca najbolje razvijen osjetni organ (Sl. 73). Po razvijenosti, točnosti opažanja i finoći mnogo je bolji nego kod kičmenjaka. Pomoću osjetila za miris kukci nalaze hranu, jedan spol nalazi drugi, ženke pronalaze mjesto za odlaganje jaja, socijalni kukci razlikuju prijatelja od neprijatelja itd.

Senzile za miris (osjetne dlačice, čunjići, pločice) s mnogobrojnim porama kroz koje difundiraju molekule koje nosi zrak, nalaze se na vršnim člancima ticala, ali se mogu naći i na dijelovima usnog ustroja i vanjskim dijelovima spolnih organa.



Slika 73 Senzila za miris

## Osjetilo za okus

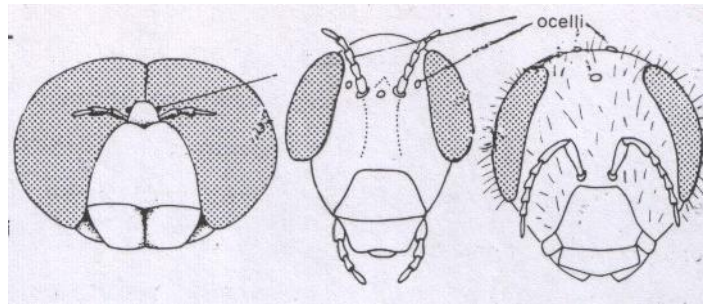
Organi za okus su tankostijene senzile koje se većinom nalaze na dijelovima usnog ustroja, ali i na ticalima, stopalima i genitalijama (osobito pri vrhu leglice). Pomoću okusnih senzila kukci razlikuju četiri svojstva hrane : slatko, gorko, kiselo i slano, ali i koncentraciju hrane.

## OSJETILA ZA SVJETLOSNE PODRAŽAJE – OSJETILA VIDA

Osjetilo vida ima funkciju prihvaćanja svjetlosnih zraka. Najbolje je razvijeno kod dobrih letača i grabežljivaca kao i kod kukaca koji u letu traže suprotni spol. Kod kukaca koji žive u tlu, drvetu ili kao paraziti ono je zakržljalo ili reducirano.

Osjetila vida su **oči**. Kod kukaca razlikujemo : jednostavne oči, postrane oči i sastavljene oči (Sl. 74).

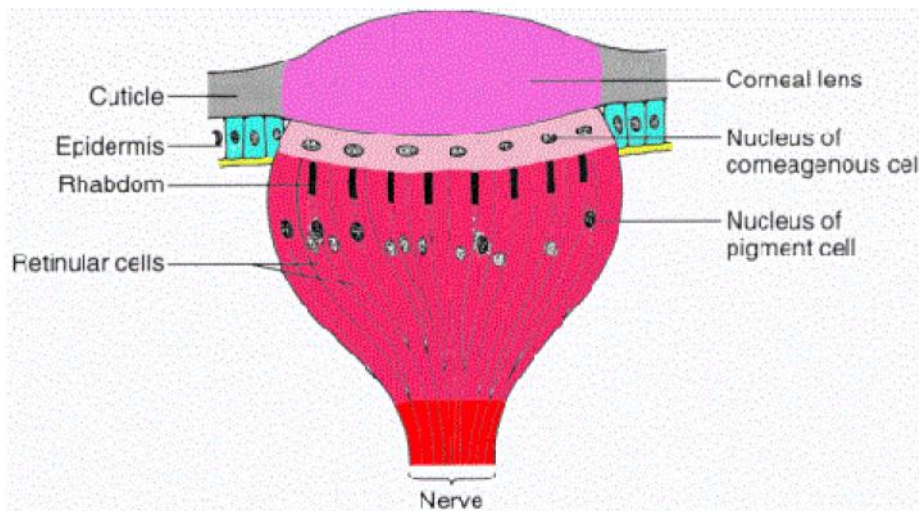




**Slika 74. Glava odraslog kukca – jednostavne i sastavljene oči**  
Odonata, Ortoptera, Aphidae – Hymenoptera (s lijeva na desno)

**Jednostavne oči ili ocellae** imaju razvijeni oblici kukaca, a mogu ih imati i ličinke heterometabolnih kukaca u posljednjem stadiju svog razvoja (Sl.75). Nisu samostalni vidni organi i nikada se ne javljaju u vrsta koje nemaju sastavljene oči. Nalaze se na čelu ili na tjemenu u vidu konveksne nabreklina. Nazivaju se i **čeoone oči** . Ima ih 1 do 3 i broj je konstantan za vrstu .

Jednostavne oči se sastoje od bikonveksne leće (cornea), sloja rožnatih (korneagenih) stanica i mrežnice . Mrežnicu čine vidne stanice u kojima se nalazi vidni štapić (rabdrom) koji prenosi zrake svjetlosti od leće do vidnog živca. Vidni živac nalazi se na stražnjoj strani rabdroma.

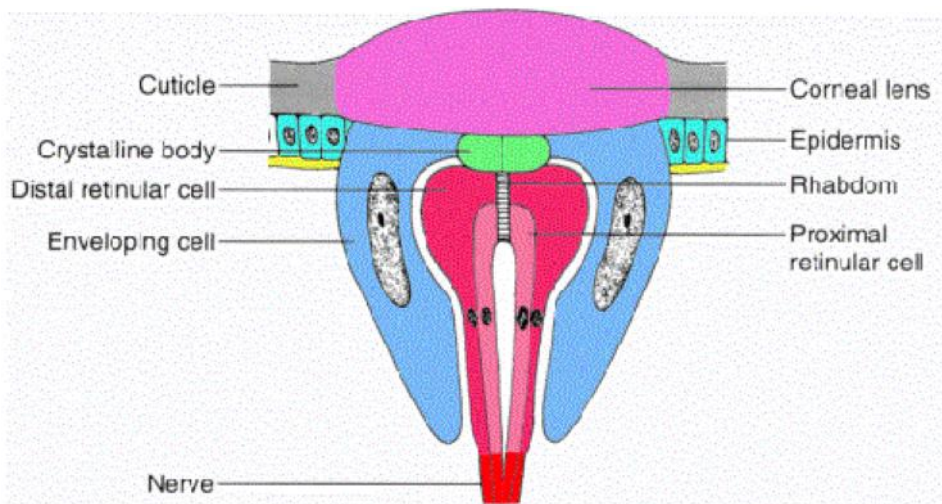


**Slika 75. Uzdužni prerez kroz jednostavno oko**

Čeoone oči ne opažaju predmete u okolišu, ali su osjetljive na širok raspon valnih dužina, reagiraju na polarizaciju svjetla i brzo odgovaraju na promjene u jačini svjetlosti. Njihova uloga nije do kraja poznata. Smatra se da djeluju zajedno sa sastavljenim očima i pojačavaju njihovu osjetljivost na različite razine intenziteta svjetlosti.

**Postrane oči ili stemmata** javljaju se u ličinki holometabolnih kukaca. Prilikom preobrazbe one se gube u stadiju kukuljice tako da ih kod razvijenih oblika ne nalazimo. Od ocela se razlikuju po tome što dioptrički aparat kod stemmata ima kristalno tijelo, a ocele ga nemaju (Sl. 76).





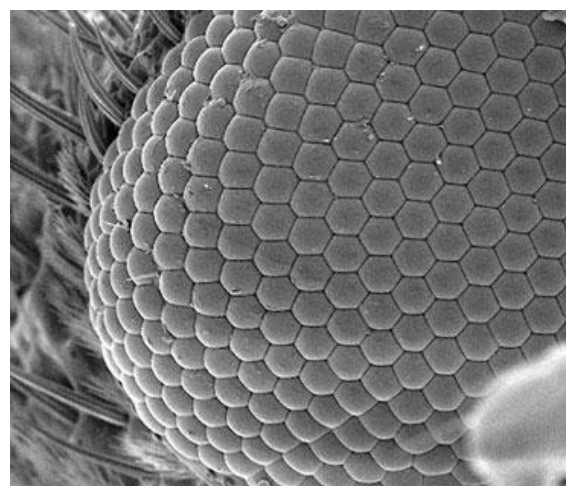
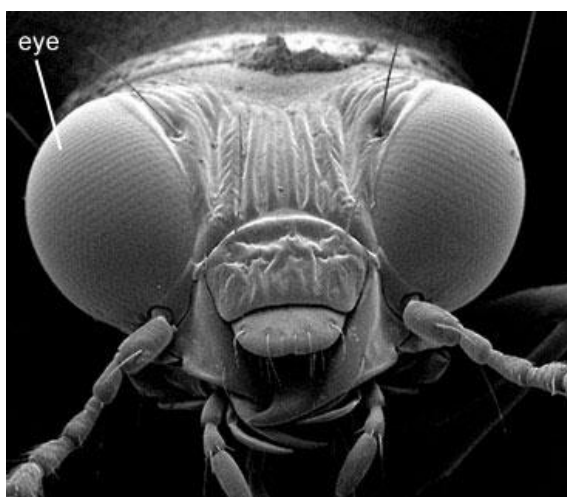
Slika 76. Uzdužni prerez kroz postrano oko

Broj postranih očiju je različit i nije uvijek stalan za vrstu. Gusjenice sa svake strane imaju 5 do 7, pagusjenice 1, ličinke kornjaša 1 do 6 stemata.

Smatra se da stemata mogu opažati jednostavne oblike, razliku između polarizirane i nepolarizirane svjetlosti, pravac i pokret, a u određenim uvjetima i udaljenost predmeta .

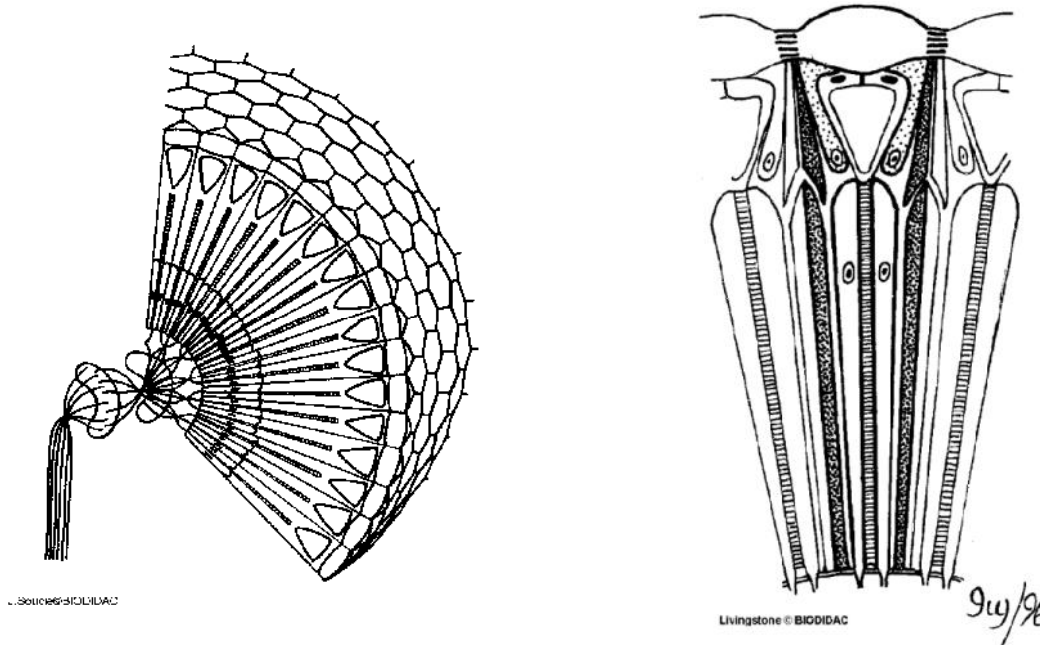
**Sastavljene (mrežaste, facetirane) oči** imaju potpuno razvijeni kukci sa strane glave (Sl. 77). To su dva manja ili veća oka sastavljena od brojnih očica (**facete ili omatidije** ) čunjastog oblika (Sl. 78). U sastavljenom oku nekih mrava ima 6 do 8 očica, zelenog konjica 2000, domaće muhe i bubamare 4000, hrušta 5500, pojedinih leptira 12 – 17 000, a neki vilinski konjici više od 25 000. Broj omatidija i složenost mrežastih očiju ovisi o vrsti, ali i o spolu kukca. Složenije oči imaju kukci koji dobro lete.

Omatidije leže jedna pored druge i jedna iznad druge čineći tako sastavljeno oko.



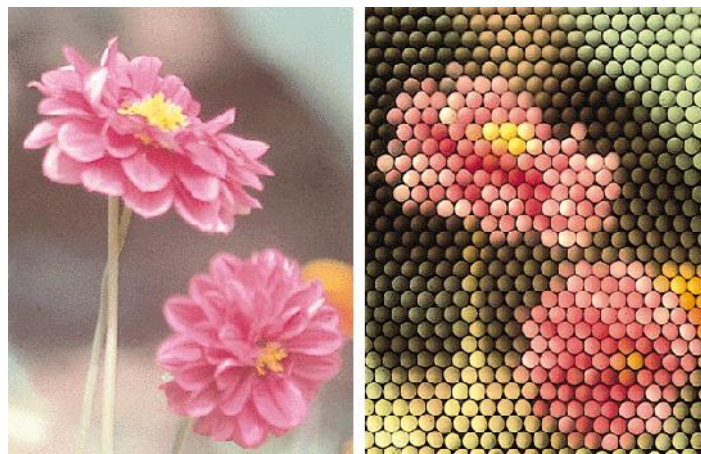
Slika 77. Sastavljeno oko

Svaka očica je građena od šesterokutne leće (cornea - 1) ispod koje je kristalni čunj (2). Zajedno, leća i kristalni čunj, čine dioptrički aparat. Na dioptrički dio oko nadovezuje se 8 vidnih stanica (retinula - 3) između kojih je vidni štapić (rabdom – 4), osjetljiv na svjetlo. Na vidne stanice nadovezuju se vlakanca vidnog živca (5). Oko kristalnog čunja i vidnih stanica nalaze se pigmentne stanice (6) koje odvajaju jednu omatidiju od druge i služe kao optički izolator (Sl. 69).



**Slika 78. Građa sastavljenog oka (lijevo) i omatidije (desno)**

Kada zraka svjetlosti dođe kroz dioptrički aparat do rabdoma nastaju kemijske promjene koje uzrokuju stimulacije centra za vid u mozgu. Svaka omatidija djeluje za sebe i vidi samo dio slike predmeta koji kukac gleda pa tako u oku kukca nastaje slika u vidu mozaika (Sl. 79)



**Slika 79 U facetiranom oku nastaje slika u vidu mozaika**

Pomoću sastavljenih očiju kukci razlikuju oblike, boju i udaljenost predmeta.

## Važnost poznavanja reagiranja kukaca na vanjske podražaje

Reagiranje kukaca na boju i svjetlost koristi se u praksi za lov svjetlosnim i obojenim mamcima. Na taj se način dolazi do podataka o vremenu pojave neke vrste, gustoći populacije itd. Dobiveni podaci olakšavaju utvrđivanje optimalnog roka tretiranja i samog suzbijanja kukaca.

Proučavanje komunikacije kukaca dovelo je do otkrića kemijskih tvari koje kukci koriste da lociraju jedan drugog i biljku domaćina. Mnoge od njih su identificirane i proizvode se sintetički. Na primjer, **feromoni** su specifične tvari koje kukci ispuštaju da bi privukli jedinke suprotnog spola iste vrste radi parenja. Sintetički feromoni danas se koriste za izradu lovki za utvrđivanje vremena i intenziteta pojave nekog štetnika ili za njihovo suzbijanje metodom konfuzije. Suzbijanje se provodi primjenom većeg broja lovki ili dispenzora s feromonima kako bi se kukci zbunili i teže pronašli jedinku suprotnog spola radi parenja.

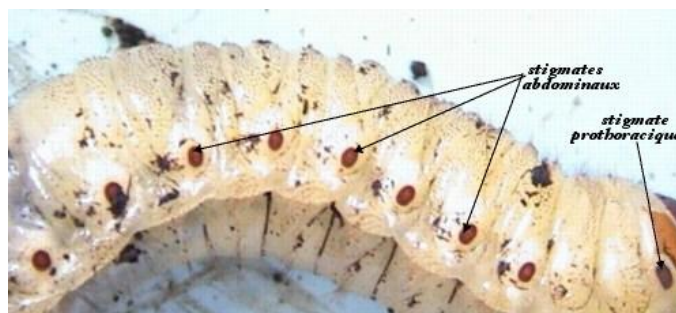
## DIŠNI SUSTAV

Dišni sustav ima ulogu dopremanja kisika do svih stanica tijela kukca i odvođenje ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) koji nastaje kao produkt staničnog disanja.

Dišni sustav kukaca odvojen je od optjecajnog sustava.

Organi za disanje tvore kod kukaca **trahealni dišni sustav**. On se sastoji od stigmi, traheja i traheola. Neki kukci dišu kroz kožu ili na škrge, ali su to izuzetni slučajevi (Sl. 80 i 81. i 82).

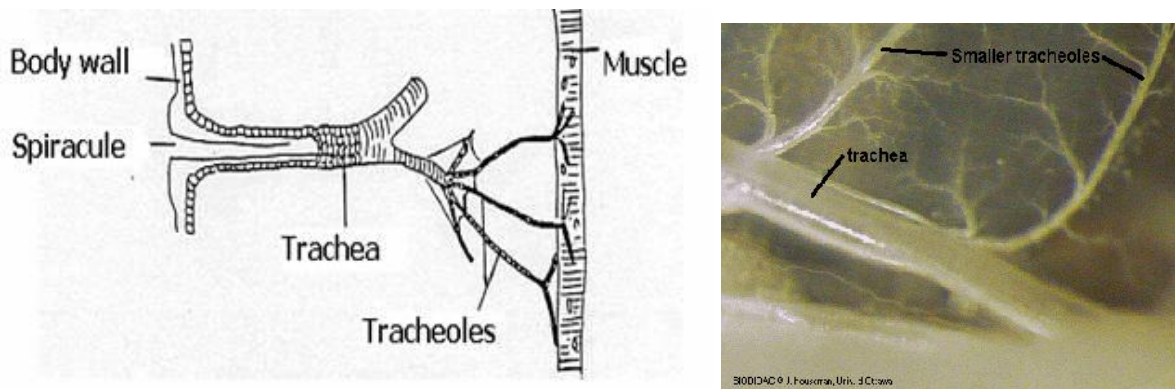
**Stigme (odušci, dušnice)** su otvori na koži, obično smješteni postrano duž prsišta i zatka. Broj dušnica je različit, ali ih u osnovi ima 10 pari i to na srednjem i stražnjem članku prsišta i na prvih 8 članaka zatka.



Slika 80. Stigme na koži ličinke

**Traheje (uzdušnice, dišne cijevi)** idu od dušnica prema utrobi gdje se mnogostruko granaju u sve tanje ogranke = **traheole (dišne kapilare)** koje ulaze u sve organe. Tako dovode kisik neposredno do stanica, a odvođe CO<sub>2</sub>. Kisik se prvo otapa u tekućini traheole, a zatim difundira u citoplazmu stanice. Istovremeno CO<sub>2</sub>, produkt staničnog disanja, difundira iz stanice (Sl. 81).



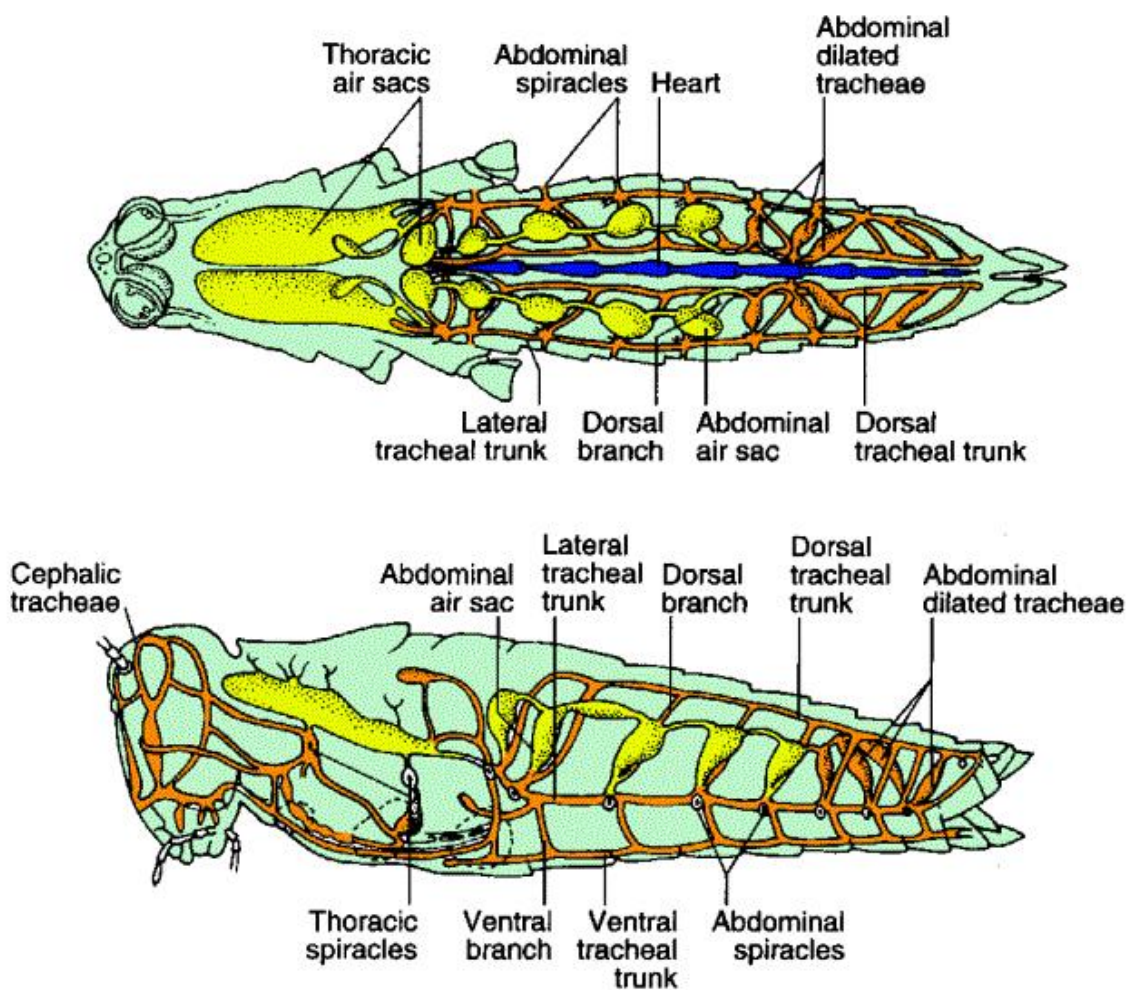


Slika 81 Trahealni dišni sustav

Traheje su uvratine epiderme pa su prevučene tankom hitinskom kutikulom koja se tijekom presvlačenja također obnavlja.

Kod nekih kukaca uz dišne cijevi nalazimo i **zračne vrećice** (Sl. 81). Osobito su razvijene kod dobrih letača. Beskrilni kukci ih nemaju. Zračne vrećice ne služe letačima da kada ih napune zrakom budu lakši, nego da tijekom leta lakše dišu.

Budući da kukci primaju kisik kroz stigme na koži njihovo začepljenje uzrokuje smrt. Na tome se zasniva suzbijanje kukaca primjenom insekticidnih ulja.



Slika 82. Dišni sustav kukaca

## DISANJE

Disanje kod kukaca se odvija difuzijom i ventilacijom .

**Difuzija** je pasivno disanje kod kojeg stalno kola kisik u tijelo, a CO<sub>2</sub> iz tijela van, Disanje se zbiva otvaranjem i zatvaranjem dušnica prema potrebi. Zatvaranjem stigmi ulazi kisik, pa je to udisaj, a otvaranjem stigmi izlazi ugljična kiselina, pa je to izdisaj

**Ventilacija** je aktivno disanje koje nastaje radom mišića. Stezanjem zatka traheje se stisnu, pa se zrak izdahne, a kada se zadak ispruži traheje se rašire, pa se zrak udahne.

## OPTJECAJNI SUSTAV (KRVOTOK)

Kukci imaju otvoreni optjecajni sustav koji se kako u građi tako i u funkciji razlikuje od zatvorenog optjecajnog sustava čovjeka i i drugih kičmenjaka.

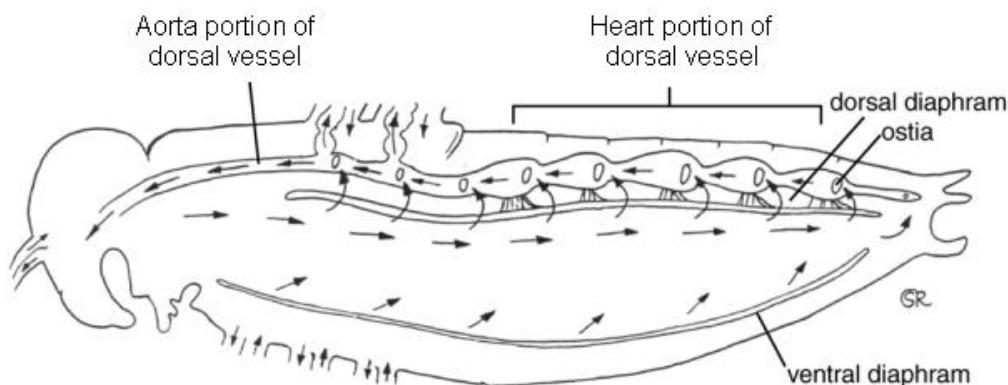
Krv kukaca ne raznose po tijelu krvne žile već ona slobodno struji tjelesnom šupljinom i ispunjava sve prostore između pojedinih organa.

Cirkulaciju krvi omogućava **leđna žila** koja se proteže od glave do predzadnjeg članka zatka kroz perikardijalni sinus. Sprijeda je otvorena, a straga zatvorena. Leđna žila je cjevastog oblika i na njoj se razlikuju dva dijela. Prednji, uži, koji ide kroz prsište je aorta, a stražnji nešto širi koji se proteže kroz zadak je srce.

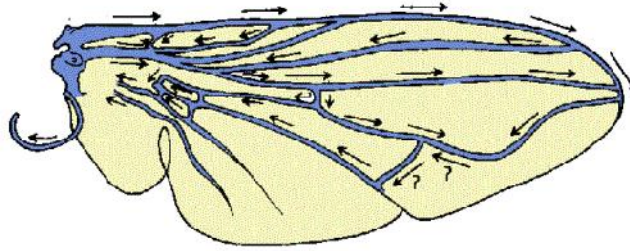
**Srce** je pulsirajući dio leđne žile. Razdijeljeno je u komorice ( klijetke ) kojih može biti do 9, a odijeljene su zapornim ventilima ( zaliscima ). Svaka komorica ima bočne otvore ( ostije ) sa zapornim ventilima. Zaporni ventili omogućavaju protjecanje, a sprječavaju vraćanje krvi.

**Aorta** je prednji, ne segmentirani dio krvne žile, bez mišića. Završava ispod ili ispred mozga u glavi.

Stezanje i rastezanje srca reguliraju trbušna i leđna opna (dijafragma). Prva se steže ritmički od stražnjeg dijela tijela prema prednjem, a druga od prednjeg prema stražnjem dijelu. To valovito stezanje dijafragmi utječe na ritmičko stezanje i rastezanje srca koje tjera krv iz zadnje komorice u prednju i tako postepeno u aortu iz koje krv ulazi u glavu i odavde se prema natrag razlijeva po cijelom tijelu. Srce kroz bočne otvore ponovo uzima krv iz tjelesne šupljine (Sl. 83).



Slika 83. Shematski prikaz krvnog sustava i cirkulacije krvi



**Slika 84. Cirkulacija krvi kroz žile u krilima**

**Krv ili hemolimfa** obično je bezbojna ili žućkasta, zelenkasta ili smeđkasta tekućina. Sastoji se od krvne plazme (hemolimfa) i različitih tipova krvnih stanica (hemociti). Eritrocita u krvi kukac nema, jer krv ne prenosi kisik. Budući da krv ne prenosi kisik, nema ni oksidacije pa su kukci **hladnokrvne ili poikilotermne životinje**. Njihove životne djelatnosti ovise o vanjskoj temperaturi.

**Uloga krvi je :**

- raznošenje hranjivih i hormonalnih tvari do organa i stanica koje će ih iskoristiti
- odnošenje produkata metabolizma do ekskretornih organa
- zacijeljivanje ozljeda zgrušavanjem hemolimfe
- fagocitoza tj. razaranje parazita i drugih invadora
- termoregulacija : pomaže hlađenje tijela odvođenjem prekomjerne topline iz aktivnih letnih mišića, ili zagrijavanjem tijela nakupljanjem i provođenjem topline akumulirane tijekom izlaganja suncu
- hidrostatski tlak generiran kontrakcijom mišića koristi se za olakšavanje izlaska ličinki, presvlačenje, stvaranja napetosti tijela i krila nakon presvlačenja, gibanja osobito ličinki mekanog tijela itd.

## **PROBAVNI SUSTAV**

Kukac koristi svoj probavni sustav da izluči hranjive i druge tvari iz hrane koju konzumira. Većina hrane se uzima u obliku makromolekula i drugih kompleksnih tvari (proteini, polisaharidi, masti, nukleinske kiseline itd.) koje se moraju cijepati na manje molekule prije nego ih tjelesne stanice iskoriste za energiju, rast ili razmnožavanje. Taj proces razlaganja poznat je kao probava.

Probavni sustav kukaca čine :

- usni ustroj
- žlijezde slinovnice i
- probavna cijev



## PROBAVNA CIJEV

Probavna cijev ili crijevo provlači se kroz središnji dio tjelesne šupljine od usnog do analnog otvora, a dijeli se na **prednje, srednje i stražnje crijevo** (Sl. 85 i 86).

Prednje i stražnje crijevo građeni su kao integument. samo su slojevi postavljeni obrnutim redom. Sloj kutikule nalazi se na unutrašnjoj strani i služi kao zaštita od oštećenja dijelovima hrane.

### **Prednje crijevo (stomodeum)**

Prednje crijevo je dio probavne cijevi kojim se dovodi hrana do srednjeg crijeva. Ono počinje usnom šupljinom, a završava prstenastim mišićem ( valvula cardiaca ) koji sprječava vraćanje hrane.

Na prednjem crijevu obično se razlikuju :

- **ždrijelo** (pharynx)
- **jednjak** (oesophagus)
- **volja** (ingluvies) i
- **žvačni predželudac** (proventriculus)

### **Srednje crijevo (mesenteron)**

Srednje crijevo nije raščlanjeno. Počinje od prstenastog nabora prednjeg crijeva. Blizu njegovog ulazanog dijela nalaze se prstasti izraštaji tzv. **slijepe vrećice** (cecae). One povećavaju površinu za sekreciju enzima i apsorpciju vode i drugih tvari. Ostatak srednjeg crijeva naziva se **želudac** (ventriculus).

Srednje crijevo nije zaštićeno intimom. Umjeseo nje ima polupropusnu membranu.

Stražnji dio srednjeg crijeva omeđen je drugim prstenastim mišićem – valvula pylorica : on regulira protok tvari iz srednjeg u stražnje crijevo.

Ispod prstenastog mišića – valvula pylorica nalaze se **Malpighijeve cijevi**.

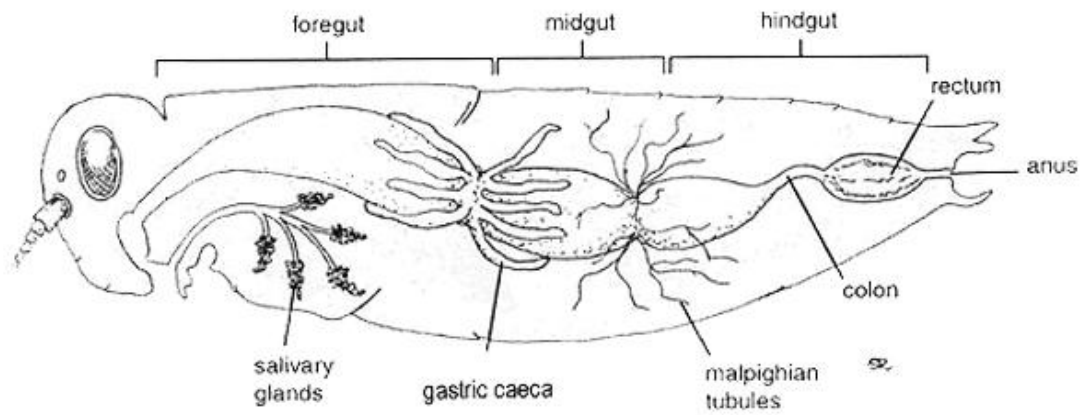
### **Stražnje crijevo (proctodeum)**

U nekih kukaca stražnje crijevo je vidljivo raščlanjeno na :

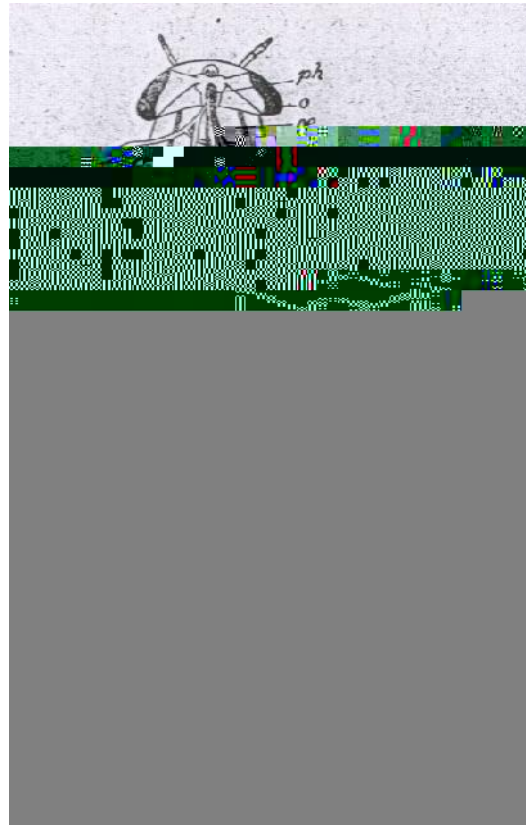
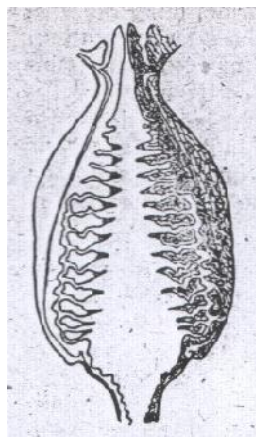
- **prednje crijevo** (ileum)
- **srednje crijevo** (colon) i
- **stražnje ili rektalno crijevo** (rectum)

Na kraju su oko crijevnog otvora jači kružni mišići koji oblikuju zatvarač, sfinkter.

Kao i prednje crijevo, stražnje crijevo je prekriveno zaštitnim slojem kutikule.



**Slika 85. Probavni sustav kukaca**



**Slika 86. Probavni sustav i unutrašnji organi žohara**

ph – ždrijelo, o – oko, oe – jednjak, žs – žlijezde slinovnice, sz – simpatičko živčevlje, ingl – volja, pv – žvačni predželudac, cae – slijepe vrećice, sc – srednje crijevo, malp – malpighijeve cijevi, r – rectum, st – dušnice, g – centralno živčevlje, t – sjemenici, vd – sjemenovod, ga – dodatne žlijezde, de – sjemeni kanal  
lijevo – žvačni predželudac

## PROBAVA

Probava započinje već u ustima gdje se hrana djelovanjem sline omekšava. Kroz ždrijelo i jednjak hrana dopijeva u volju koja služi kao spremište hrane do prerade. U volji već može započeti kemijska prerada hrane djelovanjem enzima sline (amilaza, proteaza, invertaza, lipaza ) i / ili enzima koji se povrate iz srednjeg crijeva. Stjenke žvačnog predželuca prekrivene su mišićnim tvorevinama sličnim zubičima koje služe za drobljenje hrane.

Omekšana i usitnjena hrana dopijeva u srednje crijevo koje ima ulogu pravog želuca. U njemu se vrši kemijska prerada hrane pod utjecajem enzima iz staničnog soka i mikroorganizama koji žive u probavnom sustavu kukaca kao simbionti .. Produkti probave ( masti, bjelančevine, ugljikohidrati i dr. ) se usvajaju preko stjenke srednjeg crijeva, dopijevaju u tjelesnu šupljinu gdje se miješaju s krvlju koja ih raznosi u sve dijelove tijela do stanica gdje se iskorištavaju. Neprobavljive tvari izlaze kroz stražnje crijevo u vidu izmeta.

**Malpighijeve cijevi** na prijelazu srednjeg u stražnje crijevo vrše ulogu otvorenih bubrega. One se "kupaju" u krvi i izvlače produkte raspadanja. Odvode ih u stražnje crijevo odakle zajedno s izmetom budu izbačeni na analni otvor van. Broj malpighijevih cijevi varira od 2 do 20 . Lisne uši ih nemaju.

Tanko crijevo proctodeuma je najduže i u njemu se također vrši apsorpcija hranjivih tvari.

## ISHRANA KUKACA

Uzetu hranu kukci koriste za porast ili kao izvor energije za obavljanje aktivnosti. Energija se oslobađa tijekom različitih metaboličkih procesa, razgradnjom složenih organskih spojeva.

Dio hranjivih tvari kukci mogu nagomilavati kao rezervnu tvar. Osnovne **rezervne tvari** kod kukaca su **žumanjak** jajeta i **masno tijelo** ličinke i imaga. Masno tijelo, izgrađeno od masnih stanica, nalazi se oko probavne cijevi i po čitavoj tjelesnoj šupljini, glavi i ekstremitetima. U njemu se u stadiju ličinke nagomilavaju rezervne tvari koje u prvom redu služe za izgradnju novih organa tijekom preobrazbe. Masno tijelo u imaga važan je rezervni materijal za formiranje spolnih stanica, održavanje organizma u vrijeme prezimljavanja i izvor energije za let.

Glavne hranjive tvari u ishrani kukaca su ugljikohidrati, bjelančevine, masti, vitamini, mineralne soli i voda koju uzimaju direktno i putem hrane.

Ovisno o izvoru hrane razlikuje se nekoliko grupa kukaca :

- **Biljožderi (fitofagni ili herbivorni kukci)** - hrane se samo biljkama. Oni se dalje dijele na :
  - a) **polifagne** ili kukce koji se hrane većim brojem biljnih vrsta iz različitih botaničkih porodica (skakavci, žičnjaci, gusjenice različitih vrsta leptira i dr.);
  - b) **oligofagne** – koji se hrane botanički srodnim biljnim vrstama – vrstama iste porodice (veliki i mali kupusar, buhači itd.) ;
  - c) **monofagne** – koji se hrane samo jednom biljnom vrstom (graškov žižak)

- **Mesožderi (zoofagni ili karnivorni kukci)** koriste hranu životinjskog podrijetla (trčkovi, bubemare, staklokrilka, parazitske osice, muhe gusjeničarke itd.).
  - a) **grabežljivci ili predatori (ubiju žrtvu)**
  - b) **nametnici ili paraziti (na žrtvi se trajno hrane)**
  - c) **parazitoidi - jedno vrijeme se hrane na ili u žrtvi a nakon što završe određenu fazu svoga razvoja žrtva ugiba**
  
- **Svežderi (pantofagni ili omnivorni kukci)** – hrane se hranom biljnog i životinjskog podrijetla ( rovac ).
- **Saprofagni kukci** – hrane se organskim tvarima biljnog ili životinjskog podrijetla u raspadanju (neki niži kukci - skokunci i dr.)
- **Nekrofagni kukci** – hrane se leševima uginulih kukaca i drugih životinja
- **Koprofagni kukci** – hrane se životinjskim izmetom (u narodu su poznati kao balegari).

Za poljoprivredu su kao štetnici značajni **fitofagni kukci**. **Štete** nanose **direktno** ishranom ili **indirektno** kao prenositelji gljivica, bakterija i virusa – uzročnika biljnih bolesti.

## **OBLICI ŠTETE**

Najobičniji oblik štete je uništenje biljke u cijelosti ili pojedinih njenih organa usnim ustrojem za grizenje. Oštećivanjem listova (nekada dolazi do potpunog golobrista biljaka) smanjuje se asimilacijska površina biljke, oštećivanjem korijena narušava se opskrba vodom i mineralnim tvarima iz tla, a oštećivanjem stabljike remeti se transport vode i hranjivih tvari. Vrste koje se razvijaju u zrnju kulturnih biljaka, u polju ili u skladištima, hrane se njihovim sadržajem umanjujući visinu prinosa i kakvoću već gotovih proizvoda.

Kukci koji imaju usni ustroj za bodenje i sisanje, svojom ishranom uzrokuju deformacije listova, vršnih dijelova biljaka, mladica i dr. Na mjestima sisanja biljnih sokova pojavljuju se bjeličaste ili žućkaste pjege. Oštećene stanice ugibaju, pa nastaju lokalne nekroze, a kod jačeg napada propadaju i cijele biljke.

Ova dva načina ishrane kukaca narušavaju životne funkcije biljke što dovodi do značajnog smanjenja ili potpunog uništenja prinosa. Neke vrste kukaca (muhe galice, ose šiškarice, neki tvrdokrilci) prilikom ishrane izlučuju tvari koje uzrokuju stvaranje raznih zadebljanja ili gala, čime također pridonose narušavanju fizioloških procesa biljaka i smanjenju prinosa.

## RASPLODNI ORGANI

Kukci su razlučenog spola ili **gonohoristi**. Mušjaci proizvode spermije, a ženke jaja. Oba tipa gameta su haploidna i jednostanična. Vrlo rijetko kod kukaca susrećemo hermafroditizam. Tako je npr. narančin crvac, poznati štetnik agruma, dvospolna vrsta sposobna za samooplodnju.

Organi za reprodukciju **mužjaka** (Sl. 87 - lijevo) sastoje se iz slijedećih dijelova :

- **parni sjemenici** - testes (**t**)
- **parni sjemenovodi** – vasa deferentia (**vd**)
- **neparni sjemeni kanal** – ductus ejaculatorius (**de**)
- **spolovilo** – penis, phalus (**ed**)

Spolovilo čini s obližnjim privjescima kopulacijski aparat ili vanjske spolne organe.

Sjemenici se sastoje od grupe sjemenih cijevi tzv. **sjemenih folikula** u kojima se stvaraju **muške spolne stanice** – spermiji. Proces stvaranja spermija naziva se **spermatogeneza**. Spermiji se nakupljaju u proširenom dijelu sjemenovoda – **sjemenim mjehurima (sp)** ( vasicula seminalis ) i iz njih odlaze u sjemeni kanal, a zatim kroz spolovilo van. Spolovilo čini zajedno s obližnjim privjescima (gonopodi) kopulacijski aparat (aedeagus).

Uz muške spolne organe dolaze i **dodatne žlijezde (ag)** (glandulae accessoriae) koje proizvode sjemenu tekućinu u kojoj se spermatozoidi održavaju. Kod nekih kukaca sjemena tekućina očvrstne i formira kapsulu oko spermatozoida.

Reproduktivni sustav **ženki** (Sl.87 desno) čine :

- **parni jajnici** – ovarium (**o**)
- **parni jajovod** – oviductus lateralis (**od**)
- **neparni jajni kanal** – vagina ili oviductus communis koji završava spolnim otvorom (**v**)

osim navedenih dijelova ženskih spolnih organa nalaze se kod ženki još i :

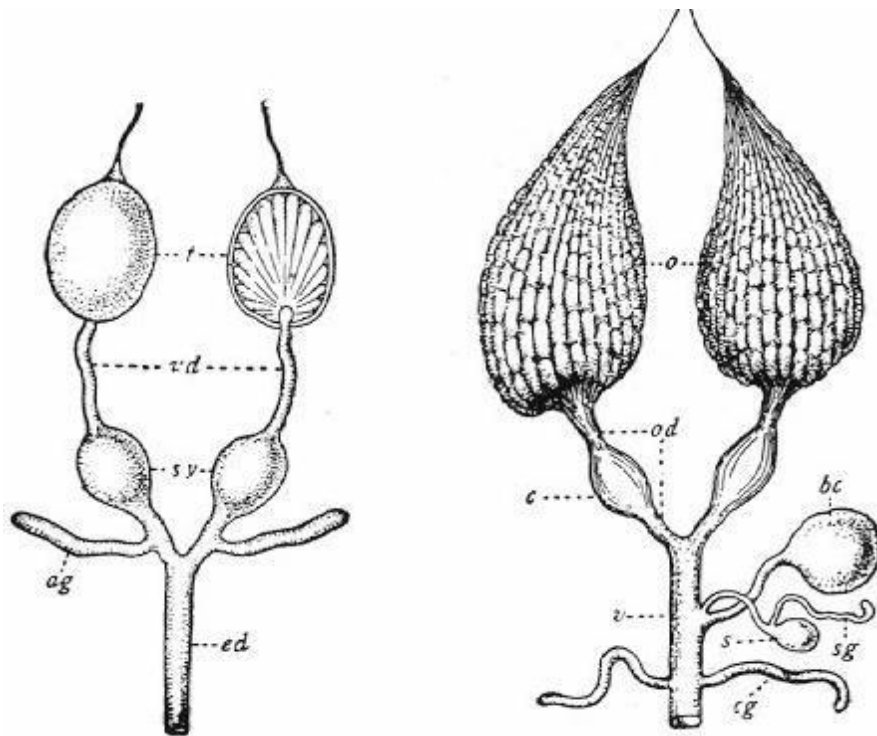
- **oplodna vrećica** – bursa copulatrix (**bc**)
- **sjemena vrećica** - receptakulum seminis, spermatheca (**s**)
- **dodatne žlijezde** – glandulae appendiculares (**cg**)

Jajnici se sastoje od grupe **jajnih cijevi** - ovariollae u kojima se stvaraju jaja. Proces stvaranja jaja naziva se **ovogeneza**. Jaja izlaze kroz jajovod u neparni jajni kanal u kojem dolazi do oplodnje.

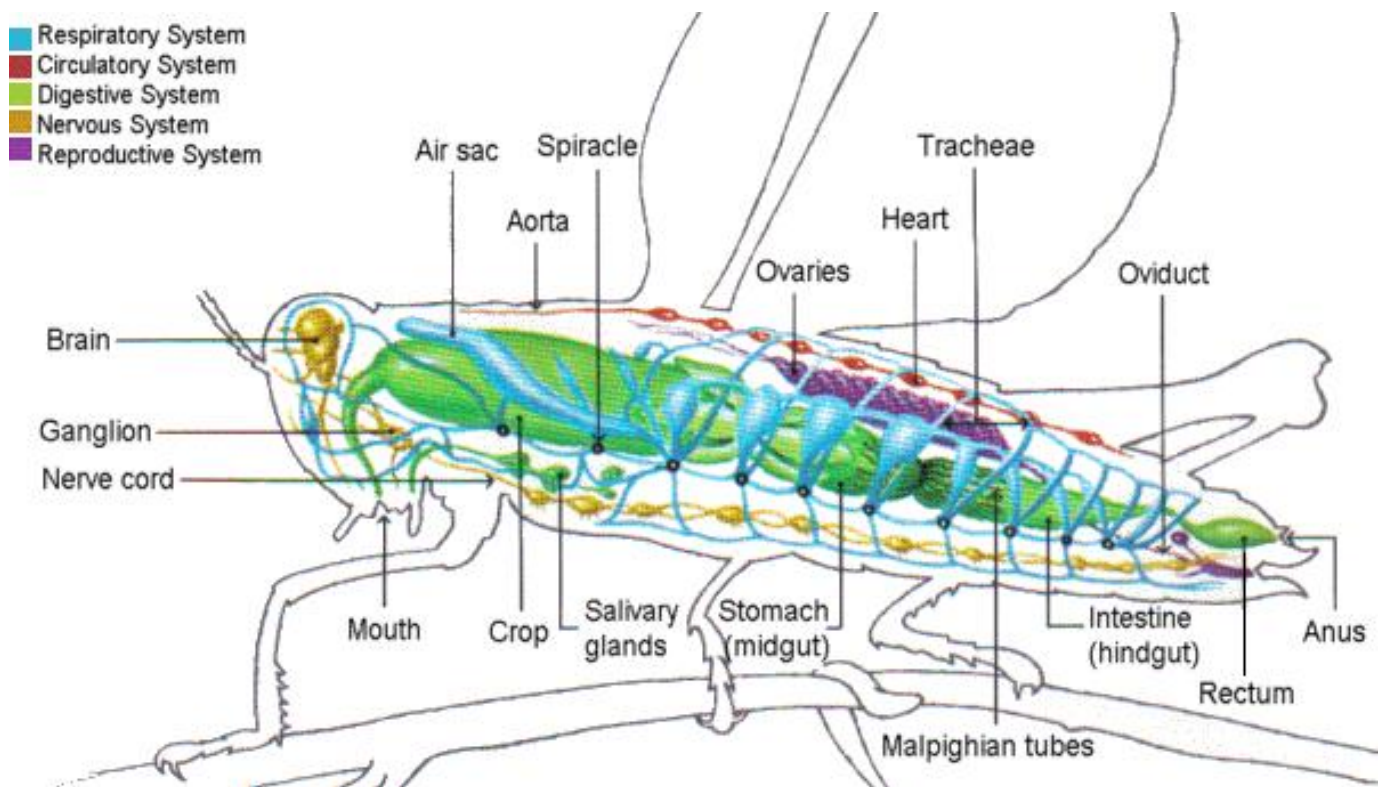
Oplodna vrećica služi za prihvaćanje spermija tijekom kopulacije. Sjemena vrećica služi kao spremište spermija jer se većina kukaca pari samo jedanput, pa moraju čuvati spermije nekoliko tjedana, mjeseci pa čak i godina (pčele, mravi).

Dodatne žlijezde izlučuju tvari potrebne pri odlaganju jaja da ih prilijepe za podlogu (leptiri), omotaju posebnim omotom (skakavci, bogomoljke, žohari) itd.

Kod kukaca koji odlažu jaja u neki supstrat oko spolnog otvora ženke nalazi se **leglica** – ovipozitor .



Slika 87. Rasplodni organi kukca; lijevo –mužjaka, desno – ženke



### Unutarnji organi kukca



# BIOLOGIJA KUKACA

## RAZMNOŽAVANJE

Većina vrsta kukaca se razmnožava spolno, a manji broj vrsta nespolno.

### Spolno razmnožavanje ili gamogeneza

Kod spolnog razmnožavanja potomstvo se razvija iz oplođene jajne stanice. Do oplodnje dolazi nakon parenja (kopulacije) razvijenih oblika. Mnogim vrstama kukaca kopulacija i razmnožavanje su jedina životna zadaća tako da u stadiju imaga nemaju uopće razvijene usne organe, pa se ne hrane i nakon kopulacije odnosno odlaganja jaja ugibaju.

Kopulacija je spolno spajanje mužjaka i ženke radi prenošenja spermija u ženske spolne organe. U većini slučajeva kopulacija se odvija na podlozi (biljka, tlo ili voda) gdje kukci ostaju na jednom mjestu (većina leptira), ili se kreću (npr. kornjaši), a kopulirati mogu i u zraku (libele). Kopulacija može trajati vrlo kratko, ponekad samo nekoliko sekundi (jednodnevne mušice, dvokrilci). Mnogi kukci se pare više sati (leptiri, tvrdokrilci), a skokunci ostaju u kopulaciji 2 do 3 dana. Broj parenja tijekom života također je različit. Jednom se pare obično kukci koji imaju kratak život (jednodnevne mušice), iako i ovdje postoje izuzeci, a više puta ostale vrste (tvrdokrilci i dr.).

### Nespolno razmnožavanje ili partenogeneza (djevičanski porod)

Partenogeneza je razmnožavanje kod kojeg se potomstvo razvija iz neoplođene jajne stanice. Iako je partenogeneza sekundarna pojava, ima kukaca kod kojih je ona redovita, jer mužjaci uopće nisu poznati ili su vrlo rijetki (cvjetni resičar, lucernina pipa).

Partenogeneza se javlja u **3 oblika** :

- Iz neoplođenih jaja razvijaju se oba spola (lisne uši)
- Iz neoplođenih jaja razvijaju se same ženke (ženke gubara i narančinog crvca u nestašici mužjaka odlažu neoplođena jaja iz kojih se razvijaju samo ženke)
- Iz neoplođenih jaja razvijaju se mužjaci, a iz oplođenih jaja ženke (Kod pčele medarice ženke unatoč kopulaciji legu oplođena i neoplođena jaja. Iz oplođenih jaja se razvijaju pčele radilice, a iz neoplođenih trutovi)

### Građa jajeta i oplodnja

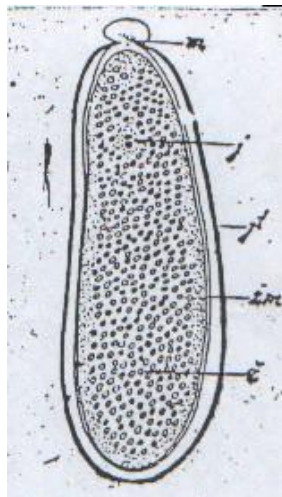
Jaja se stvaraju u jajnicima i kada su zrela izlaze kroz jajovod i vaginu napolje.

Jaje kukca sastoji se od jajne stanice i jajnog omota (Sl. 88).

**Jajana stanica** je ženska gameta. Sastoji se od citoplazme koja je prema omotu obavijena žumanjkastom membranom (membrana vitelina). U citoplazmi je na različite načine raspoređena rezervna hrana ili žumanjce, koja služi za prehranu

embrija . Jezgra jajne stanice ( haploidna ) leži unutar žumanjka, obično blizu jednog kraja jajeta.

**Jajni omot ili lupina** (chorion) je zaštitni omotač čvrste konzistencije. Na njemu se nalaze sitne pore koje služe za disanje jajeta i posebni otvori – mikropile kroz koje ulaze spermiji u jaje.



**Slika 88. Uzdužni prerez jajeta**

m - mikropila, j - jezgra jajne stanice, žm – žumanjkasta membrana , jl – jajni omot

Da bi u jajetu započeo razvoj, treba ono, ukoliko se ne radi o partenogenezi biti oplodeno. **Oplodnja jajeta** odvija se u vagini ženke. Kada je jaje spolno zrelo i prolazi kroz vaginu pored otvora sjemene vrećice na njegovu površinu bude izbačena stanovita količina spermija. Spermiji plivaju prema mikropili i dopijaju kroz nju u jaje. Samo jedan se spaja s jezgrom jajne stanice, a ostali se raspadnu pa ih citoplazma resorbira. Spajanjem spermija s jezgrom jajne stanice nastaje diploidna zigota tj. embrio. Ovaj događaj naziva se oplodnja. Nakon oplodnje slijedi embrionalni razvoj.

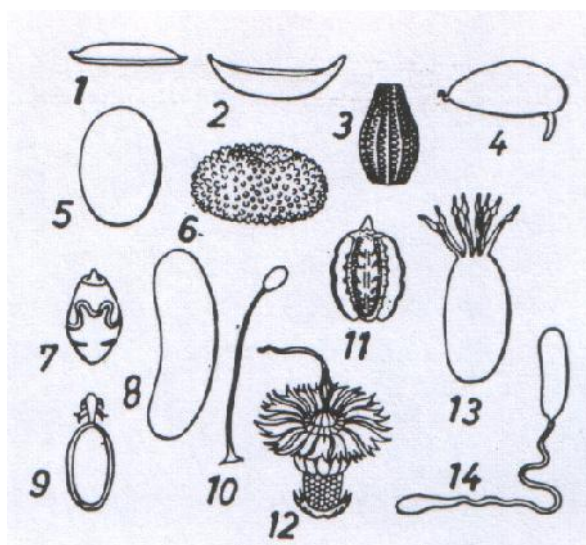
## Odlaganje jaja

Početak odlaganja jaja ili **ovipozicije** ovisi o tome kada su jaja spolno zrela. Jedan od čimbenika koji utječu na odlaganje jaja je i kopulacija. Ukoliko parenje izostane nema ni ovipozicije. Ženka u tom slučaju ugine sa punim jajnim cijevima ili odloži samo mali dio jaja koja se osuše i brzo propadnu.

**Broj jaja** koji može odložiti jedna ženka vrlo je različit. Seksualne ženke biljnih uši odlože po jedno ili nekoliko jaja tijekom svog života, ženka žutog grozdovog moljca odloži 40 – 60, najviše 120 jaja, smrekovog prelca 350 jaja, gubara 600 – 800 jaja, krumpirove zlatice 300 – 1100 jaja, pčela do 60 000 jaja, a termiti i do 100 milijuna jaja. Prosječno kukci odlažu nekoliko stotina jaja.

Po broju jaja jedne vrste ocjenjuje se sposobnost za njezinu masovnu pojavu. Veća opasnost od navale kukaca može se očekivati ako ženka odlaže mnogo jaja, čak i ako su nepovoljni uvjeti sredine.

Jaja kukaca razlikuju se po osim po broju i po veličini, obliku i boji. **Veličina** jajeta ovisi o veličini kukca i o broju proizvedenih jaja. Najsitnija jaja od 0,1 mm nalazimo u osica koje parazitiraju jaja kukaca, dok jaja krasnika dosežu promjer 4 do 8 mm. Ako ženka odloži veliki broj jaja ona su obično sitni obrnuto. Ipak postoje izuzeci . Jaja mravi razmjerno su mala s obzirom na veličinu njihova tijela, dok je zimsko jaje lisne uši gotovo tako veliko kao i sama uš. **Oblik** jaja je različit : plosnat, dugoljast, loptast, pločast, čunjast, bubrežast, spužvast pa i cvjetast. Površina mnogih jaja je izbrazdana, rebrasta, kvrgava s raznim privjescima i nastavcima tako da su slična sjemenkama i plodovima (Sl. 89). **Boja** jaja je crna, smeđa, zelena, žuta, crvena, šarena itd.



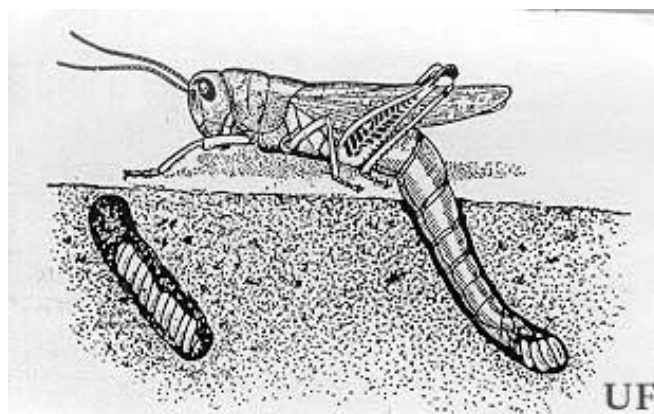
**Slika 89.** 1 – savijača ( Tortricidae ), 2- osa istarica ( Tenthredinidae ), 3 – leptira bijelaca ( Pieridae ) 4 – lisne buhe ( Psyllina ), 5 – hrušteva ( Melolontha sp ), 6 – leptira plavaca ( Lycaenidae ), 7 – nakaznika ( Phasmida ), 8– pčele ( Apidae ), 9– štrkova ( Hypodermidae) 10 - mrežokrilaca ( Neuroptera ), 11 - putujućeg lista ( Phylium siccifolium ), 12 – tekuti ( Mallophaga ), 13 – vodene štipavice ( Nepa cinerea ), 14 – ose šiškariće ( Cynipida )

**Način i mjesto odlaganja jaja** također se razlikuju. Te razlike su u vezi s načinom života dotične vrste, s načinom prehrane ličinki kao i sa brigom o potomstvu radi održanja vrste .

Ženke odlažu jaja uglavnom na tri načina :

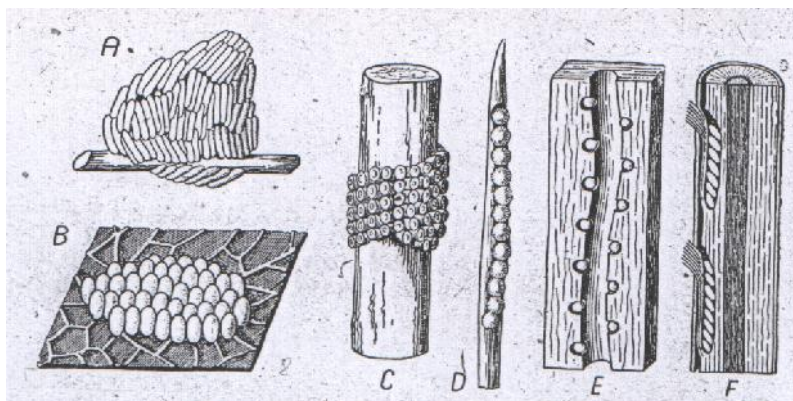
- Na slobodnom prostoru (tlo, vrhovi grančica i sl.)
- Na skrovita mjesta (pod grudice tla, na donju stranu lista, u pazušac lista itd.)
- U neki supstrat (u tlo, u biljne organe, u drugog kukca itd.). Većina ženki koje odlažu jaja u biljno tkivo imaju izraženu leglicu kojom ga presijecaju.

Jaja mogu biti odložena pojedinačno ili u nakupinama = jajnim leglima ili u posebnim jajnim omotima (**ootheca**) – skakavci, bogomoljke, žohari (Sl. 90) Ona su obično zalijepljena za podlogu sekretima koje izlučuju dodatne žlijezde spolnog aparata ženki.



**Slika 90. Ženka skakavca odlaže jaja u zemlju. Lijevo – jajni omot**

Odlaganje jaja karakteristično je za pojedine vrste tako da se po mjestu odlaganja jaja i obliku jajnog legla može često odrediti o kojoj se vrsti radi (Sl. 91).



**Slika 91 Razni oblici jajnih legala**

A – jajna skupina obada (*Tabanus quatuornotatus*), B -jajno leglo krumpirove zlatice (*Leptinotarsa decemlineata*), C – jajni prsten suznika kukavičjeg (*Malacosoma neustria*), D – niz jaja borove sovice (*Panolis flammea*), E – jaja u matičnom kanalu smrekovog malog potkornjaka (*Pytiogenes chalcographus*), F – jaja cvrčka (*Tibicen septemdecim*) uložena pod koru.

Kupusni bijelac odlaže jaja na list kupusa, suznik na grančici šljive, a jabučna lisna uš na vrhu mladice. Na taj način ličinke po izlasku iz jaja nalaze u blizini odgovarajuću hranu.

Veliki broj kukaca štiti svoja jaja maskiranjem. Ženka gubara odlaže jaja na deblu ili granama, pa ih pokriva dlačicama iz svog zatka (Sl. 92).



Slika 92. Ženka gubara ( *Limantria dispar* ) sa svojim jajnim leglom

Ženka hrušta odlaže jaja u tlo, ženka trešnjine muhe u plodove trešnje, a ženke jagodinog svrdlaša u peteljke lista.

Kukci su pretežno **oviparne životinje**, jer najveći broj kukaca odlaže jaja iz kojih se nakon dužeg ili kraćeg vremena razvije ličinka. Pored ovipariteta kod kukaca je poznat i viviparitet i oviviviparitet. **Viviparni kukci** legu žive mlade. Cijeli embrionalni razvoj odvija se u tijelu ženki. Partenogenetske generacije biljnih uši legu ličinke. Kod ženke muhe gusjeničarke *Ernestia rudis* embrionalni razvoj završava u tijelu ženke, ali ona odloži jaja iz kojih odmah izlaze ličinke. Takvi su kukci **oviviviparni**.

## RAZVOJ KUKACA

Razvoj odnosno životni ciklus obuhvaća sve procese od oplodnje do spolne zrelosti imaga. On se kod kukaca može podijeliti u **3 razvojna razdoblja**, a to su : embrionalni, postembrionalni i postmetabolni razvoj.

### Embrionalni razvoj

Embrionalni razvoj obuhvaća razvojno razdoblje kukca od oplodnje do izlaska ličinke iz jajeta. Kod oviparnih kukaca počinje odmah nakon odlaganja jaja, a kod viviparnih se odvija u tijelu ženke.

Kada se embrio potpuno razvije on se nastoji kroz lupinu jajeta probiti van. Jajni omot ličinka probije, ovisno o vrsti kukca, tako da ga progrize, posebnom bodljom koja se u to vrijeme razvije na glavi ( libela, šturak, uholoža, lisne uši ), a koji kasnije iščezne ili tlakom koji stvara ličinka stezanjem mišića.

**Trajanje embrionalnog razvoja** je različito, pa npr. razvoj muha (Muscidae, Sarcophagidae) traje nekoliko sati, leptira do 9 mjeseci (Lymantridae, Lasiocampidae), a u nakaznika ( Phasmida ) i 2 godine.

## Postembrionalni razvoj

Postembrionalni razvoj počinje izlaskom ličinke iz jajeta, a završava pojavom razvijenog oblika = imaga.

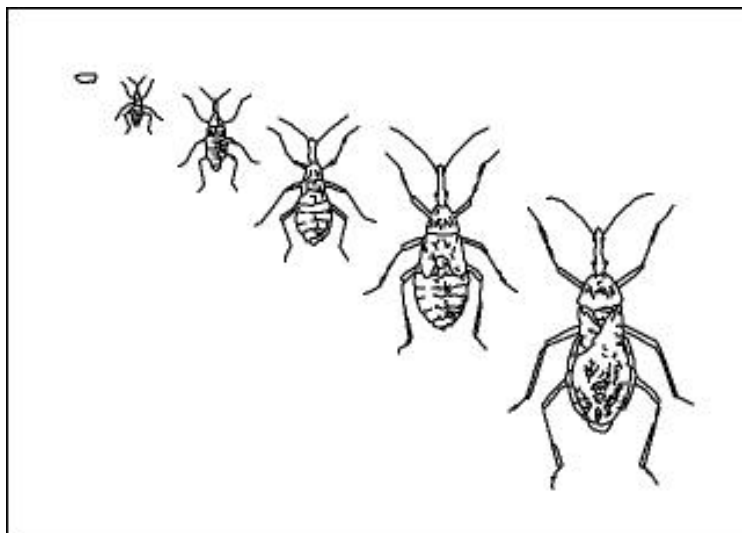
Da bi postale potpuno razvijeni kukci (imaga) ličinke moraju prijeći preobrazbu, metamorfozu ili metaboliju.

Prema vrsti preobrazbe kukce dijelimo u dvije grupe, a to su :

- Heterometabolni i
- Holometabolni kukci

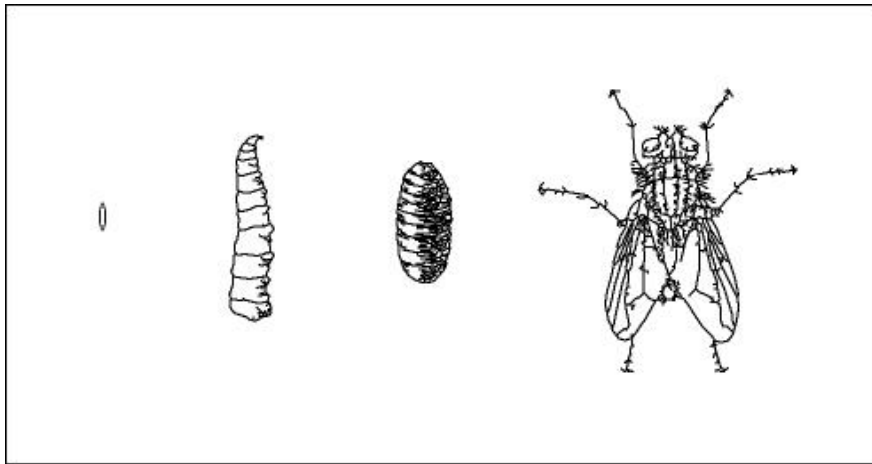
**Heterometabolni kukci** su kukci s nepotpunom probrazbom (heterometabola) čiji razvoj teče kroz kroz **3 razvojna stadija** : jaje, ličinka i imago (pravokrilci, tripsi, stjenice, jednakokrilci) Sl.. 93

**Holometabolni kukci** imaju potpunu preobrazbu (holometabola). Njihov razvoj teče kroz **4 razvojna stadija** : jaje, ličinka, kukuljica i imago (tvrdokrilci, leptiri, opnokrilci, dvokrilci, mrežokrilci) Sl. 94.



**Slika 93. Nepotpuna preobrazba stjenica**  
( 3 razvojna stadija: jaje, ličinka i imago )





**Slika 94. Potpuna preobrazba muha**  
( 4 razvojna stadija : jaje, ličinka, kukuljica i imago )

### **Ličinka (larva, nimfa)**

Ličinka je stadij razvoja kukaca za prehranu i rast. Susrećemo je i kod heterometabolnih i kod holometabolnih kukaca. Ishrana im je intenzivna tako da čine velike štete kulturnom bilju oštećujući ga na različite načine. One se hrane organskom tvari koja je u svježem stanju ili u raspadanju. S obzirom na način ishrane ličinke kao i odrasli oblici mogu biti *monofagne*, *oligofagne* i *polifagne*.

Ishrana dovodi do porasta tijela ličinke. Zato kožni skelet, koji ne raste i ne razvija se, postaje tijesan i puca pa se kukac presvlači. Presvlačenjem ličinka odbacuje staru kutikulu i stvara novu, veću. Periodi u životu ličinke između presvlačenja nazivaju se **stupnjevi, uzrasti ili stadiji**. Njih može biti 3 (neke muhe), 5 do 6 (mnogi tvrdokrilci, stjenice, leptiri ), 10 do 15 (neki tvrdokrilci), pa čak i 30 (vodencvjetovi ).

Nakon presvlačenja ličinke redovito povećavaju svoj obujam i težinu tijela. Zato, one tijekom presvlačenja, mnogostruko povećavaju svoje tijelo trošeći pri tome velike količine hrane.

### **Ličinke heterometabolnih kukaca**

Nakon izlaska iz jaja, u većini slučajeva, izgledaju kao beskrilna minijaturna verzija imaga. Spolno su nezrele. Razvoj krila i vanjskih genitalija odvija se malim koracima od presvlačenja do presvlačenja. Imaju začetke krila koji rastu sa svakim presvlačenjem. Pri posljednjem presvlačenju iz ovih ličinki nastaje potpuno razvijeni kukac.

### **Ličinke holometabolnih kukaca**

One se odmah po pojavi razlikuju od odraslih kukaca. Tijelo im nije razdijeljeno na glavu, prsište i zadak, nemaju ticala i sastavljene oči, usni ustroj može biti potpuno različit i nemaju začetke krila.

Postoje mnogobrojne klasifikacije ličinki holometabolnih kukaca, a najčešće su prema boju nogu i prema izgledu ličinke.




**Prema broju nogu** razlikuju se : apodne, oligopodne i polipodne ličinke.



**Apodne ličinke** nemaju nogu. Žive u supstratu, gdje se hrane i redovno se nalaze na skrovitim mjestima. Tijelo im je mesnato, crvoliko i slabo su pokretne. *Takve su ličinke potkornjaka, pipa, pčela, osa, mravi, dvokrilaca.*

**Oligopodne ličinke** imaju tri para prsnih nogu kao i odrasli oblici. nalazimo ih kod tvrdokrilaca, izuzev pipa. Po izgledu mogu biti:

**Polipodne ličinke** imaju uz tri para prsnih nogu i lažne trbušne noge kojima se pridržavaju dok prelaze s jednog biljnog dijela na drugi. To su **gusjenice** leptira s 2 do 5 pari trbušnih nogu i **pagusjenice** osa listarica (biljarica) koje imaju 6 do 8 pari trbušnih nogu.

**Tablica 3. Podjela ličinki prema izgledu**

Izgled	Tip ličinke	Domaći naziv	Opis	Primjer
	Vermiformna	crvolika	Tijelo je mesnato i crvoliko. Nema noge. Slabo je pokretna.	Muhe
	Kampodeidna	nema	Produženo spljošteno tijelo s 3 para prsnih nogu podešenih za trčanje	Bubamare Zlatooke Trčci
	Skarabaeidna	Grčica	Tijelo je robusno, zgrčeno u obliku slova C. Ima 3 para prsnih nogu. Kreće se polako.	Hruštevi

	<p><b>Elateriformna</b></p>	<p><b>Žičnjak</b></p>	<p>Tijelo je dugačko i cilindrično s tvrdom kutikulom i vrlo kratkim nogama na prsištu.</p>	<p>Klisnjaci</p>
	<p>Eruciformna</p>	<p><b>Gusjenica / pagusjenica</b></p>	<p>Tijelo cilindrično s 3 para kratkih trbušni nogu i 2-5 / odnosno 6-8 pari mesnatih lažnih trbušnih nogu</p>	<p>leptiri / ose biljarice</p>



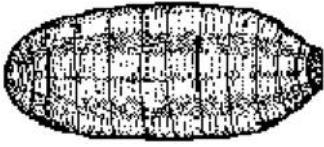
## Kukuljica ( pupa,lutka)

Kukuljica je stadij razvoja karakterističan samo za holometabolne kukce.

Po završetku rasta i razvoja ličinke prestaju sa ishranom, presvlače se posljednji put i pretvaraju u kukuljicu. U stadiju kukuljice kukci se ne hrane i smanjena im je sposobnost kretanja. Uglavnom mogu pomjerati gornje čeljust ili kraj zatka. U ovom stadiju zbivaju se najveće promjene u razvoju kukca. Gube se karakteristike ličinke, a javljaju karakteristike imaga. Ove promjene najbolje uočimo kada usporedimo ličinku koja se zakukulji sa imagom ( gusjenicu i leptira npr. ).

Kukuljice kukaca se također međusobno razlikuju, a možemo ih, na osnovi fizičkog izgleda, grupirati u 3 kategorije : pokrivena, slobodna i bačvasta kukuljica (Tablica 4).

Tablica 4. Oblici kukuljica

Izgled	Tip	Domaći naziv	Opis	Primjeri
	Pupa obtecta ili chrysalis	<b>Pokrivena kukuljica</b>	Ticala, noge i krila budućeg kukca priljubljeni su uz tijelo i pokriveni čvrstim omotačem ispod kojeg se naziru ticala. često se nalazi u svilenkastom kokonu	Leptiri
	Pupa libera	<b>Slobodna kukuljica</b>	Svi tlesni privjesci u razvoju su slobodni i vidljivi	Kornjaši Opnokrilci Mrežokrilci
	Pupa coarctata	<b>Bačvasta kukuljica (Puparium)</b>	To je u stvari slobodna kukuljica obavijena čvrstim egzoskeletom ličinke od zadnjeg presvlačenja	Muhe

Kukuljice mnogih kukca zaštićene su gusto ispređenim svilenkastim nitima koje nazivamo **zapredak ili kokon**. Svilenkaste niti proizvode predljlive žlijezde. Poznati su kokoni kod leptira, opnokrilaca i mrežokrilaca.

Oslobađanje (**eklozija**) iz kokona ili pupariuma vrši se na različite načine. Pojedine vrste mogu gornjim čeljustima napraviti otvor na kokonu. Većina kukaca ima bodlje na prsištu ili na glavi kojima presijecaju kokon ili kukuljčinu kožicu.

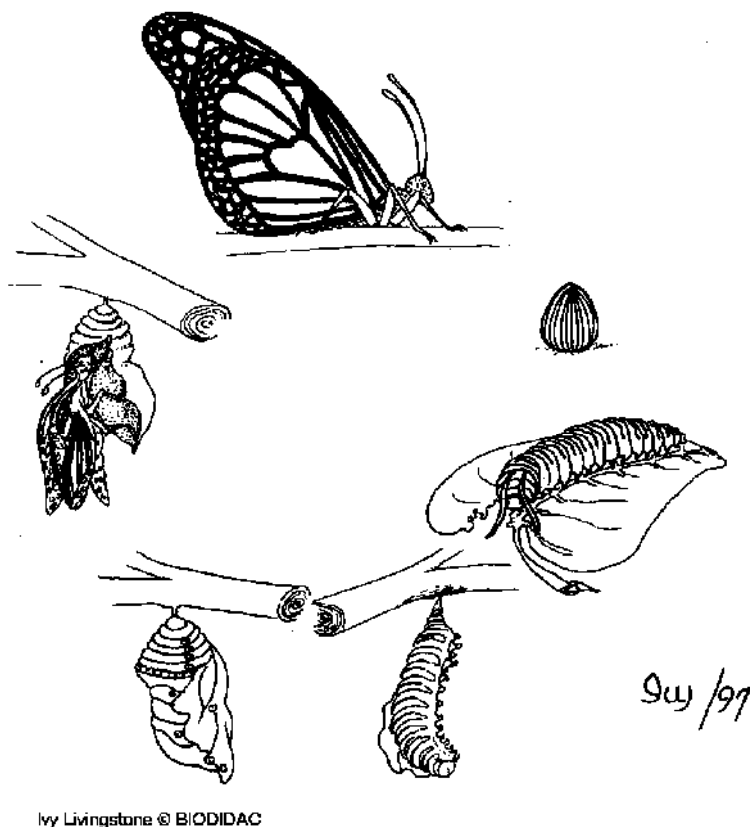
Izlazak iz pokrivene kukuljice sličan je kao kod presvlačenja. Kutikula kukuljice od nadimanja potpuno razvijenog kukca rastvori se na predviđenim mjestima.

## Postmetabolni razvoj

Postmetabolni razvoj obuhvaća razdoblje života imaga, a traje od zadnjeg presvlačenja kod heterometabolnih kukaca, odnosno od izlaska imaga iz kukuljice kod holometabolnih kukaca do njegove smrti.

Glavni zadatak imaga je razmnožavanje tj. održanje vrste i rasprostranjivanje. Presvlačenje i rast se ne događaju.

Čitav ciklus razvoja kukaca od jajeta do spolno zrelog imaga nazivamo **generacijom (naraštajem, pokoljenjem)** Sl. 95.



Slika 95 Razvojni ciklus (generacija) leptira

## TRAJANJE RAZVOJA I ŽIVOTA KUKACA

Kod mnogih kukaca spolni organi su toliko razvijeni da se mogu odmah pariti, npr. vodencvjetovi i neki leptiri koji se i ne hrane. Kao potpuno razvijeni oblici žive svega nekoliko sati do nekoliko tjedana. Borov prelac živi 16 dana, a smrekov prelac 2 tjedna. Kukci koji prezimljuju kao odrasli oblici žive i nekoliko mjeseci. Tako npr. krumpirova zlatica živi 2 mjeseca, a jabučni cvjetar 10 mjeseci. Neki kornjaši, kao što su pipe, potkornjaci i trčci, žive nekoliko godina pa se i nekoliko puta pare.

Ukupno trajanje života i pojedinih razvojnih stadija je različito. Svojstveno je vrsti, ali i tu postoje odstupanja koja su uglavnom uvjetovana vremenskim uvjetima, naročito temperaturom.

## DIJAPAUZA

U razvoj kukca često je uključen stadij mirovanja u kojem je smanjena izmjena tvari. Taj stadij se naziva dijapauza. U stanju takvog pritajenog života kukci pokazuju veliku otpornost prema niskim i visokim temperaturama i drugim nepovoljnim ekološkim čimbenicima. Zahvaljujući njoj mnoge su se vrste održale u razdobljima velikih suša i drugih nepovoljnih uvjeta.

Ovisno o stadiju razvoja kukca razlikujemo embrionalnu dijapauzu ili dijapauzu **jajeta** (kod skakavaca, proljetne sovice), dijapauzu **ličinke** (kod mnogih leptira), dijapauzu **kukuljice** (kod lisnih sovića i kupusara) i dijapauzu **imaga** (kod tvrdokrilaca, stjenica).

Prema periodu pojave razlikujemo **zimsku i ljetnu** dijapauzu.

## DIMORFIZAM I POLIMORFIZAM

Kod odraslih kukaca, a ponekad već i kod ličinki, nailazimo na razlike u građi tijela između mužjaka i ženki. te razlike nazivamo **spolni dimorfizam**. Razlike se ispoljavaju u građi tijela, boji, ticalima, krilima itd.

Ženka gubara - *Limantria dispar* ima žućkasto-bijela krila, s tamnim valovitim prugama ili točkicama. raspon krila je 6- 7 cm. zdepastog je tijela pa uglavnom ne leti. mužjak ima sivo-smeđa krila, raspona oko 3,5 cm. Tijelo mu je vitko i dobro leti. ticala ženki su kratko češljasta, a mužjaka široko češljasta.

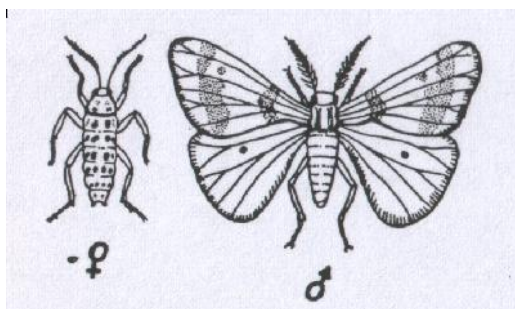
Mužjaci jelenaka (*Lucanidae*) imaju snažno razvijene gornje čeljusti, dok su one kod ženki normalne. mužjaci su, osim toga, veći od ženki (Sl. 86.).



Slika 86 Spolni dimorfizam jelenka – *Lucanus cervus*

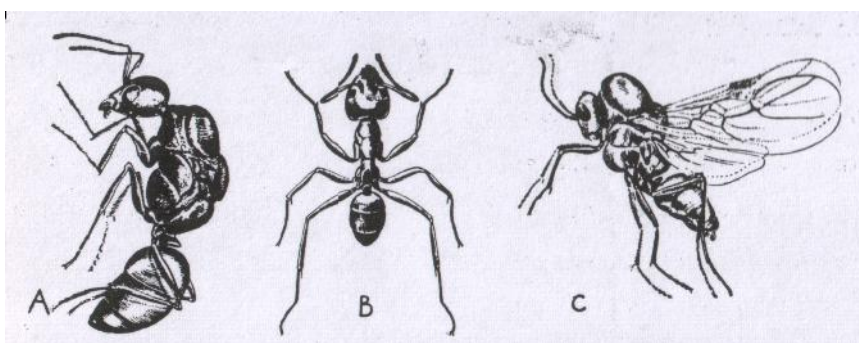
Ženke malog i velikog mrazovca (*Operophtera brumata*, *Erannis defoliaria*) su zdepastog tijela s gotovo zakržljanim krilima, pa ne mogu letjeti. Mužjaci su vitka tijela, velikih krila i dobro lete (Sl. 87)





**Slika 87 Spolni dimorfizam** kod velikog mrazovca – *Erannis defoliaria*

Ukoliko unutar jedne vrste kukaca postoje jedinke različitog oblika onda to nazivamo **polimorfizam** (Sl.88). Tipična je pojava kod socijalnih kukaca, gdje postoje obično 3-4 oblika jedinki koji se međusobno morfološki razlikuju. tako npr. kod pčele medarice nalazimo maticu, truta i radilicu, a kod mrava i termita kralja, kraljicu, vojnike i radnike. razlike nisu uvijek samo u vanjskoj građi, nego i unutrašnje. Radilica pčele je ženka sa zakržljanim spolnim organima, a radnici termita su ženke ili mužjaci također sa zakržljanim spolnim organima.



**Slika 88 Polimorfizam; kaste mrava**

A – beskrilna ženka, B – radnik, C – krilati mužjak,

## ROJENJE

Za odrasle kukce veliki značaj ima rojenje. To je aktivnost mužjaka i ženki koja vodi parenju. Obično u proljeće i tijekom ljeta mnogi kukci lete u rojevima. tako npr. u predvečerje kruže nad rijekama i stajaćim vodama tisuće nježnih bjeličastih vodencvjetova da bi se parili. U narodu ova pojava dolazi pod nazivom "cvjetanje rijeke". Životni vijek im je vrlo kratak, često samo nekoliko sati. Ženke odlažu jaja u rijeku gdje žive ličinke.

Tijekom ljeta susrećemo i rojeve komaraca, obično kasno poslijepodne. Njihove ličinke također žive u vodi iz koje se pojavljuju imaga i lete prema ljudskim naseljima. Orijentirajući se po mirisu ljudi mogu preći udaljenost i od nekoliko desetaka kilometara kako bi došli do hrane, ljudske krvi. Ženke sišu na životinjama i čovjeku da bi normalno odložile jaja, dok se mužjaci hrane na cvjetovima.

Krajem lipnja oko svjetiljki u gradovima, naročito na periferiji, roje se mnogobrojni rovci. Oni žive u tlu gdje prave hodnike i pri tome oštećuju podzemne organe biljaka. Kada odrastu izlaze na površinu radi parenja i samo ih tada, tijekom desetak dana, možemo vidjeti da lete.

## EKOLOGIJA KUKACA

Ni jedno živo biće ne može se razvijati izolirano od sredine u kojoj živi. Svojom građom, funkcijom organa i ponašanjem živo biće je prilagođeno uvjetima okoliša. Na promjene uvjeta okoliša živo biće reagira svojom unutrašnjom konstitucijom i prilagođava se do te mjere da može opstati u izmijenjenim uvjetima ili nestaje. Isto tako živa bića utječu na promjene sredine u kojoj se nalaze. Znanost koja proučava mnogostruke odnose koji postoje između organizama i njihovog okoliša naziva se **ekologija** (grčki ekos / oikos / - kuća, stanište i logos – riječ, znanost).

Stanište djeluje na živo biće stimulirajući ga ili sprječavajući njegov razvoj. Sadržaj života organizma je da koristi ono što ga stimulira, a da savladava ono što ga sprječava. Održanje vrste ovisi o tome s kolikim uspjehom savladava uvjete koji je sprječavaju u razvoju tj. otpornost sredine.

Čimbenici sredine koji utječu na aktivnost i razmnožavanje organizma odnosno vrste nazivaju se **ekološkim čimbenicima**, a razlikuju se abiotiski i biotski čimbenici.

### Abiotiski čimbenici

Najznačajniji abiotički čimbenici su : temperatura, vlaga, svjetlost, vjetar i zemljište.

Budući da su kukci hladnokrvne životinje, njihova aktivnost ovisi o temperaturnim uvjetima sredine.

#### Temperatura

Temperatura utječe na brojne aktivnosti kukaca kao što su : vrijeme pojave, ishrana, razmnožavanje, razvoj, dužina života, brojnost populacije i dr. Razvoj kukaca odvija se na temperaturama od 6<sup>o</sup> C do 42<sup>o</sup> C, ali za svaku vrstu postoji temperaturni minimum, maksimum i optimum. Temperatura na kojoj počinje razvoj kukca naziva se **donjim pragom razvoja**, a temperatura na kojoj razvoj prestaje – **gornjim pragom razvoja**. S obzirom na pragove razvoja za mnoge su kukce izračunate sume efektivnih temperatura, potrebne za njihov razvoj. Efektivne temperature su one iznad donjeg praga razvoja. **Suma efektivnih temperatura** je zbroj dnevnih efektivnih temperatura tj. suma toplinske energije neophodne za njihov potpuni razvoj. Dnevna efektivna temperatura dobije se oduzimanje donjeg praga razvoja od srednje dnevne temperature. Kukci koji za svoj razvoj traže puno topline nazivaju se **termofilnim**.

#### Vlaga

Relativna vlažnost zraka, oborine i voda iz hrane imaju veliki značaj za život kukca. Kukci u svom tijelu sadrže preko 50 % vode, pa njezin gubitak dovodi do uginuća. Isto tako i suvišak vode dovodi do uginuća. Vrste koje za svoj razvoj traže visoku relativnu vlažnost zraka nazivaju se **higrofilne**, za razliku od **kserofilnih** koje izbjegavaju suvišnu vlagu i žive u uvjetima suhe sredine ( brašno, žito, drvo ).

Pored relativne vlage zraka i oborine – kiša i snijeg, značajno djeluju na kukce. Obilne kiše mogu uzrokovati uginuće pojedinih zemljišnih kukaca koji nisu pripremljeni za zaštitu od vode ili krilate oblike na biljkama. Slično djeluju i poplave i

navodnjavanje tla. Snježni pokrov također djeluje na život kukaca. On djeluje kao izolacijski sloj i štiti kukce od niskih temperatura tijekom zime. S druge strane, u vrijeme golomrazica ugiba visok postotak kukaca, u prvom redu vrste koje prezimljuju ispod biljnih ostataka, odmah pri površini tla.

Utjecaj vlage i temperature u pravilu se ispoljavaju istovremeno.

## **Svjetlost**

Svjetlost je također važan čimbenik za život kukaca. Na kukce svjetlost djeluje različito. Kukci koji za svoju aktivnost traže svjetlost nazivaju se **fotofilni** ( tvrdokrilci, leptiri i dvokrilci ), a oni koji izbjegavaju svjetlost **fotofobni** ( kožaši i mnogi beskrilci ). Reakcija kukca na svijetlo može se mijenjati s obzirom na vanjske uvjete i starost kukca. Domaća pčela je fotofilna iznad 15<sup>0</sup> C, a fotofobna ispod 15<sup>0</sup> C. Imago crnog žitarca po izlasku iz kukuljice živi na skrovitim mjestima, u vrijeme mliječne zriobe žitarica postaje fotofilan i leti, a u kolovozu se kreće samo noću.

Sa izmjenom dana i noći mijenja se aktivnost kukaca. Prema vremenu kada su aktivni razlikuju se dnevne, večernje i noćne vrste kukaca.

## **Vjetar**

Djelovanje vjetra na kukce je u prvom redu negativno jer smanjuje njihovu aktivnost, zbog čega dolazi do prestanka leta, parenja i rojenja. Jači vjetrovi mogu prenositi kukce na velike udaljenosti. Tako dolazi do pojave štetnika i u područjima u kojima ih nije bilo. Vjetar npr. prenosi mlade gusjenice gubara na udaljenost od nekoliko desetaka kilometara i omogućuje brzo širenje napada.

## **Zemljište**

Zemljište je također značajno za kukce. Oni u tlu provode čitav svoj razvoj ili pojedine razvojne stadije. Osim toga tlo im pruža raznovrsne mogućnosti za zaklon. Tlo djeluje na kukce mehaničkim sastavom i strukturom omogućavajući ili sprječavajući njihov razvoj. Zbog toga postoje vrste kukaca koje naseljavaju samo određene tipove tla ili se u većem broju susreću na njima (npr. listorošci na pjeskovitim tlima, repina pipa na černoze i livadskoj crnici).

# **Biotski čimbenici**

Biotički čimbenici također utječu na životne aktivnosti kukaca, naročito na razmnožavanje, razvoj i gustoću populacije. najvažniji su : hrana, prirodni neprijatelji i čovjek.

## **Hrana**

Važan čimbenik koji utječe na brojnost kukaca i njihovo rasprostiranje je hrana. Mnogobrojne vrste ovise o jednoj biljnoj vrsti i ne mogu živjeti bez nje. Tako se krumpirova zlatica javlja samo u područjima u kojima se uzgaja krumpir. Njezino širenje u Europi i Americi vezano je gotovo isključivo za ovu kulturu. Polifagne vrste koje se hrane većim brojem biljnih vrsta imaju veću mogućnost širenja, pod uvjetom da ih drugi čimbenici u tome ne ograničavaju.

## **Prirodni neprijatelji kukaca**

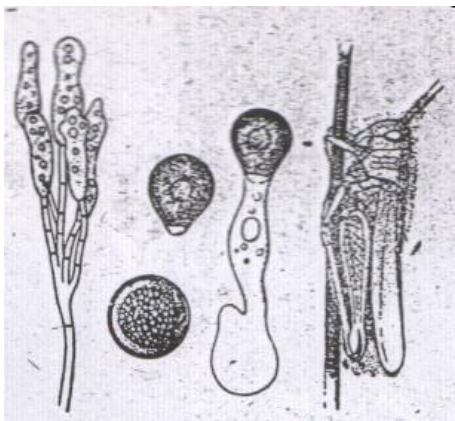
Prirodni neprijatelji su organizmi koji ubijaju, smanjuju reproduktivni potencijal ili na drugi način reduciraju brojnost drugih organizama. Važni prirodni neprijatelji kukaca su patogeni bolesti, predatori i parazitoidi.

## Patogeni

Uzročnici bolesti su bakterije, gljivice i virusi. Žive u kukcima i uzrokuju oštećenja njihovih organa i smrt.

Navodi se nekoliko primjera **bakterioza** kukaca. U prirodi ih je veliki broj, ali sve još nisu dovoljno proučene. *Bacillus lentimorbus* napada grčice hrušta, *Coccobacillus acridiorum* uzrokuje uginuće skakavaca, **Bacillus thuringiensis (Bt) soj kurstaki** napada gusjenice leptira, **Bt soj tenebrionis**, ličinke tvrdokrilaca, a **Bt soj israelensis** ličinke komaraca. Bakterije obično prodiru u tijelo kroz probavni sustav, a zatim djeluju na razaranje tkiva. Napadnuti organizam poprima tamniju boju i mekanu konzistenciju.

Gljivice uzrokuju **mikoze** kukaca. Micelij prodire kroz tkiva i ubija kukce. Na površini tijela napadnutih kukaca javljaju se reproduktivni organi gljivice koji dalje šire zarazu. Tako npr. *Entomophthora muscae* napada kučnu muhu, *Entomophaga grylli* skakavce, **Beauveria bassiana** gusjenice leptira, a **Verticillium lecanii** štitaste moljce, tripse i lisne uši.



Slika 96 *Entomophaga grylli*, Parazitska gljivica na skakavcu, sporangiofori sa sporangijima i sporangiosporama

Među **virozama** poznate su **ploliedroze**. Najčešće se javljaju na gusjenicama leptira, zatim na ličinkama opnokrilaca, a rjeđe na ličinkama dvokrilaca i tvrdokrilaca. Uzrokuju raspadanje krvnih stanica.

## Predatori

Predatori ili grabežljivci su životinje koje napadaju, ubijaju i hrane se kukcima. To su različite vrste sisavaca, ptice gušteri, kukci, stonoge i pauci.

**Sisavci** nisu općenito poznati kao prirodni neprijatelji kukaca, ali igraju stanovitu ulogu u smanjenju brojnosti kukaca. Kao kukcožderi ističu se šišmiši, rovka, krtica i jež.

**Šišmiši** uništavaju hruštave, noćne leptire i muhe. **Rovka** se ističe kao prirodni neprijatelj hruštava. **Krtica** se hrani žičnjacima i grčicama pa je pojava krtičnjaka u vrtu, na polju i livadi znak njihove prisutnosti u tlu. **Jež** se hrani različitim vrstama kukaca kako štetnim tako i korisnim pa mu djelovanje zaostaje za onim rovke i krtice. Kao prirodne neprijatelje kukaca spomenuti možemo i lisicu, jazavca, domaću i divlju svinju, pa i miševе koji se hrane ne samo biljnom hranom nego i hruštovima i osama listaricama.

Među **korisnim pticama** značajno mjesto zauzimaju kukavica, čvorak i sjenice. **Kukavica** se osobito hrani gusjenicama različitih prelaca, pagusjenicama osa listarica i hruštevima. **Čvorak** u značajnoj mjeri smanjuje brojnost različitih štetnih kukaca, među kojima s34 nalaze i gusjenice i pagusjenice. **Sjenice** se hrane u prvom redu jajima različitih štetnika, osobito onim koje nalaze na granama i stablu, te golim gusjenicama. Među korisne ptice pripadaju i *perad i golubovi* jer se hrane različitim kukcima u tlu, osobito hruštevima.

Iako se i **gušteri** hrane kukcima oni, kao prirodni neprijatelji, nemaju takav značaj kao korisni kralježnjaci, osobito ptice.

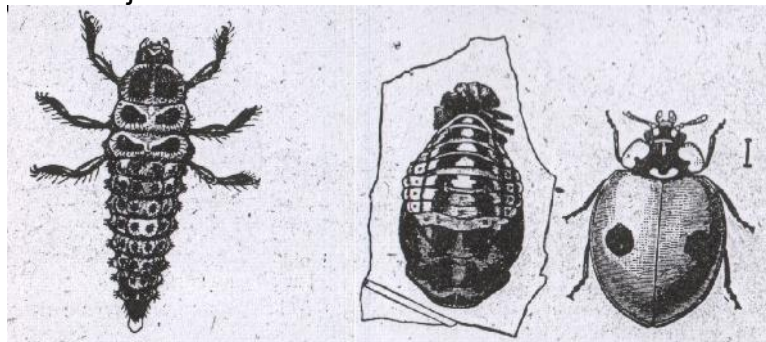
Među prirodnim neprijateljima značajno mjesto zauzimaju **garbežljivi kukci npr. :**  
**Konjici**, srodnici skakavaca, hrane se brojnim sitnim štetnim kukcima. Od skakavaca ih razlikujemo po dugačkim ticalima i prema gore savinutom leglicom ženki.

**Bogomoljke**, koje prepoznamo po karakteristično složenim prednjim nogama, se hrane sitnim štetnim kukcima.

**Grabežljive stjenice** (*Orius minutus*, *O. insidiosus*, *Anthocoris nemorum*, *Himacerus apterus*, *Nabis vrste i dr.*) napadaju lisne uši, lisne buhe, lisne buhe, štitaste uši, gusjenice leptira, ličinke kornjaša, štetne stjenice i dr.

**Grabežljiva mušica šiškarića** – *Aphidoletes aphidimyza* hrani se lisnim ušima.

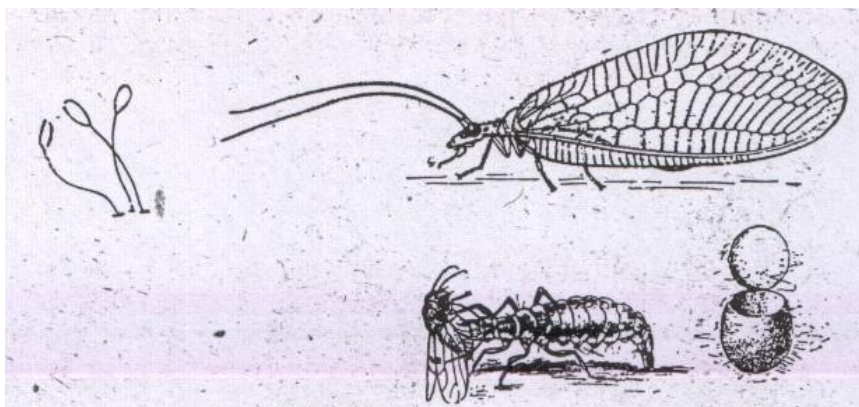
Više vrsta **bubamara** hrani se lisnim ušima. Kod nas su najprisutnije **dvotočkasta bubamara** – *Adalia bipunctata* (sl. 97) i **sedamtočkasta bubamara** – *Coccinella septempunctata*. Odrasla bubamara pojede 3 do 5, a ličinka 40 do 80 lisnih uši na dan. Kao prirodni neprijatelji štitastih uši ističu se *Rhodolia cardiinalis* - predator narančinog crvca, *Chilocorus bipustulatus* – predator dudove štitaste uši i *Hyperaspis campestris* – predator šljivine štitaste uši.



Slika 97 Dvotočkasta bubamara – *Adalia bipunctata*, ličinka, kukuljica i imago

**Zlatooke** (*Chrysopidae*) su također korisni kukci (Sl. 98). Važne su predatorske vrste posebice u voćnjacima. Hrane se lisnim ušima, jajima kornjaša i leptira, tripsima, lisnim buhama, štitastim moljcima itd. Jedna ličinka, za svog razvoja, pojede 200 do 500 odraslih lisnih uši ili 300 do 400 jaja krumpiove zlatice.





Slika 98 Zlatooka – *Chrysopa*; jaje, imago, ličinka jede krilatu lisnu uš, zapredak – kokon

**Trčci** ( rodovi *Carabus*, *Calosoma*, *Poecilus*, *Ppterostichus*, *Nebria* i dr. ) hrane se gusjenicama, ličinkama krumpirove zlatice, grčicama hrušta, žičnjacima i drugim štetnicima.

**Cvjetne muhe** ( *Syrphidae* ) su dvokrilci čije se ličinke hrane lisnim ušima.

Među **grabežljivim grinjama** ističu se *Amblyseius cucumeris* i *A. degenerans* predatori kalifornijskog tripsa.

## Parazitoidi

Parazitoidi su kukci čije ličinke parazitiraju druge kukce (jaja, ličinke, kukuljice i imaga). Hrane se domaćinom koji ostaje živ sve dok im je potreban za ishranu. Odrasli oblici su slobodno živuće ose ili muhe. Jaja odlažu u ili na tijelo žrtve u kojoj će ličinke provesti razvoj. Važniji predstavnici su :

**Parazitske osice** : *Encarsia formosa* – parazitira ličinke štitastog moljca,  
*Prospaltella berlesei* – parazitira dudovu štitastu uš  
*P. perniciosi* – parazitira kalifornijsku štitastu uš  
*Aphelinus mali* – parazitira jabučnu krvavu uš  
*Trichograma spp* – parazitiraju jaja kukuruznog moljca idr.



Slika 99 Parazitska osica *Trichograma spp* parazitira jaja leptira

**Muhe gusjeničarke** ( *Tachinidae* ) napadaju veliki broj različitih kukaca, najčešće gusjenice leptira. Najveći broj vrsta odlaže jaja na tijelo domaćina, pa nije rijetko naći gusjenicu s brojnim jajima tahina na sebi.



## Čovjek

Svojom aktivnošću čovjek u značajnoj mjeri utječe na promjene u populacijama kukaca. Privođenjem ledina kulturi, isušivanjem podvodnih terena, navodnjavanjem poljoprivrednih površina, unošenjem mineralnih gnojiva, primjenom pesticida i drugim mjerama čovjek mijenja prvobitne ekološke uvjete života kukca i tako u znatnoj mjeri utječe na njihov biotički potencijal tj. sposobnost razmnožavanja i održavanja na nekom staništu.

Ekološki uvjeti, osobito klimatski, ograničavajući su čimbenik širenja pojedinih štetnika. U područjima u kojima su ekološki uvjeti bliži optimumu za razvoj neke vrste štetnika on se javlja u jačem intenzitetu, pa ta područja nazivamo **arealom štetnosti** dotično štetnika. Znatno su šira područja u kojima taj štetnik postoji kao vrsta, a da pri tome rijetko ili nikada ne pričinjava ekonomski značajne štete. Područja u kojima je proširen neki štetnik čine **areal rasprostranjena** dotične vrste. Prema tome areali rasprostranjena su znatno širi od areala štetnosti i gotovo nikada se ne poklapaju.

## SISTEMATIKA KUKACA

Pored velikih razlika u građi tijela i načinu života kukaca, mnogi od njih imaju čitav niz zajedničkih osobina po kojima se mogu objediniti u posebne sistematske jedinice.

Osnove sistematike živih bića, koja je prihvaćena i za kukce, postavio je *Carl Linnaeus* ( 1707 – 1778 ). On životinje dijeli na koljena, razrede, redove, porodice, rodove i vrste.

Između ovih kategorija postoje i druge npr. nadredovi, podredovi, nadporodice, podporodice itd., a rabe se samo kada je to potrebno.

Osnovna jedinica klasifikacijskog sustava je **vrsta**. Vrsta označava grupu životinja koje se međusobno mogu križati i dati plodno potomstvo. Svaka vrsta ima

**znanstveno ime** koje olakšava korištenje svjetske literature i međusobno razumijevanje stručnjaka cijelog svijeta.

Znanstveno ime se sastoji od 2 dijela, poput prezimena i imena osoba. Prvi dio označava ime roda i uvijek se piše velikim početnim slovom. Drugi dio imena označava ime vrste i piše se malim početnim slovom. Znanstveni nazivi se obično pišu kurzivom ( *italic* ) jer su riječi latinske. Ovaj sustav imenovanja se naziva **binominalna nomenklatura**. Danas puni znanstveni naziv sadrži i ime autora prvog opisa te vrste = **trinominalna nomenklatura** .

Znanost koja se bavi identificiranjem, imenovanjem i klasifikacijom organizama naziva se **taksonomija**.

**Npr.** znanstveni naziv kukuruznog moljca je *Ostrinia nubilalis* Hb., a njegova klasifikacija je :

Regnum – Carstvo : Animalia – Životinje  
Phylum – Koljeno : Arthropoda - Člankonošci  
Classis – Razred : Insecta ili Hexapoda – Kukci  
Subclassis – Podrazred : Pterygota – Krilati kukci  
Ordo – Red : Lepidoptera – Leptiri  
Familia – Porodica : Pyralidae – Plamenci  
Genus – Rod : *Ostrinia*  
Species – Vrsta : *nubilalis*

Prema tome, po zoološkoj sistematici, kukci se ubrajaju u razred Insecta ili Hexapoda, koljeno člankonožaca – Arthropoda.

## **Koljeno ARTHROPODA - ČLANKONOŠCI**

### **Razred INSECTA ili HEXAPODA - KUKCI ( INSEKTI )**

#### **Podrazred APTERYGOTA – beskrilni kukci**

##### **Red Colembolla – skokunci**

Red Protura – bezrepci

Red Diplura – duplorepci

Red Thysanura – dlakorepci

#### **Podrazred PTERYGOTA – krilati kukci**

##### **Grupa HETEROMETABOLA**

Red Ephemeroptera – jednodnevne mušice

Red Odonata – vretenca , vilini konjici , libele

Red Blattodea – žohari  
Red Mantodea – bogomoljke  
Red Isoptera – termiti  
Red Plecoptera – obalne muhe  
Red Dermaptera – kožaši  
Red Phasmida – nakaznici

**Red Orthoptera – pravokrilci**

Red Psocoptera – prašne uši  
Red Mallophaga – dlakožderi  
Red Anoplura – životinjske uši

**Red Thysanoptera – tripsi**

**Red Heteroptera – stjenice**

**Red Homoptera – jednakokrilci**

**Grupa HOLOMETABOLA**

**Red Coleoptera – tvrdokrilci , kornjaši**

**Red Lepidoptera – leptiri**

**Red Hymenoptera - opnokrilci**

**Red Neuroptera – mrežokrilci**

**Red Siphonaptera – životinjske buhe**

**Red Diptera – dvokrilci**

Navedeni su redovi **važni za poljoprivredu** i redovi u koje se ubrajaju vrste koje se često uočavaju u prirodi . **Ova skripta obrađuje samo prvu skupinu.**

## **Podrazred Apterygota – Primarno beskrilni kukci**

To su arhaični kukci čiji postanak seže do prvih kukaca na Zemlji. Pretežito žive u tlu gdje sudjeluju u razgradnji organske tvari i time pridonose pristupačnosti pojedinih hranjiva biljkama i plodnosti tla. Od 4 reda ovog podrazreda za poljoprivredu je najvažniji *Collembola* – skokunci .

## **COLLEMBOLA**

### **Skokunci**

Ime Collembola potječe od grčkih riječi "coll" što znači ljepilo i "embol" što znači klin, a odnosi se na ventralnu cijev klinastog oblika na donjoj strani prvog

abdominalnog članka. Nekada se smatralo da služi skokuncima da se priljepe za podlogu.

Skokunci su među najzastupljenijim člankonošcima u tlu. U velikom broju se nalaze u tlu, na tlu, u stelji, gnijezdima termita im mrava, na površini slatkih i slanih voda. Susreću se svuda gdje ima dosta vlage. Većinom su sitni kukci, kraći od 6 mm. Glava im je krupna sa usnim ustrojem za grickanje uvučenim u čahuru glave. Na trbušnoj strani prvog članka zatka imaju trbušnu cjevčicu ( collophore ) čija zadaća nije poznata. Smatra se da služi za održavanje vlage apsorbacijom vlage iz okoliša.

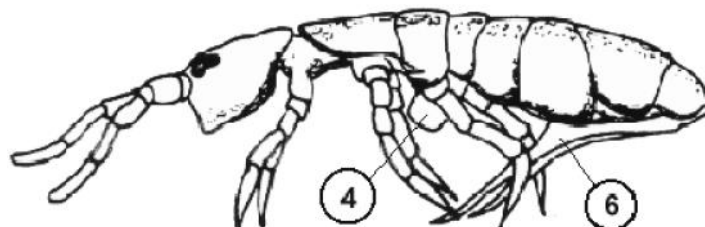
Skokunci se nazivaju po specijalnom aparatu za skakanje. Sastavljen je od odskočne vilice- furkule koja se nalazi na 4. članku zatka i hvataljke – tenaculum na 3. članku. Furkula je, kada kukac miruje, obično povijena ispod zatka, pričvršćena tenakulumom. nakon otpuštanja tenakulumom, furkula se opruži o podlogu i omogućuje skok koji odbaci tijelo nekoliko centimetara u zrak.

## Ekonomski značaj

Većina vrsta skokunaca živi u tlu te utječe na plodnost i druga svojstva tla. Neke vrste se hrane klicom i sitnim korjenčićima raznih biljaka, pa u slučaju velike brojnosti mogu biti štetne.

Budući da vole vlažna rahla tla bogata humusom najčešći su u vrtnim tlima i supstratima za lončanice. Zato su najčešći na cvijeću, a oštećuju mu korijenje, klicu, podzemne dijelove stabljike i sl. Zabilježene su manje štete na orhidejama, karanfilu, lukovicama tulipana i ljiljana i na drugom cvijeću. Na lončanicama štete već samom svojom prisutnošću, a uglavnom se hrane uginulim biljnim dijelovima u raspadanju. Zabilježene su nešto veće štete na šećernoj repi u fazi nicanja, a ponekad i na žitaricama i mahunarkama.

## Morfološke karakteristike:



## Imago i ličinka

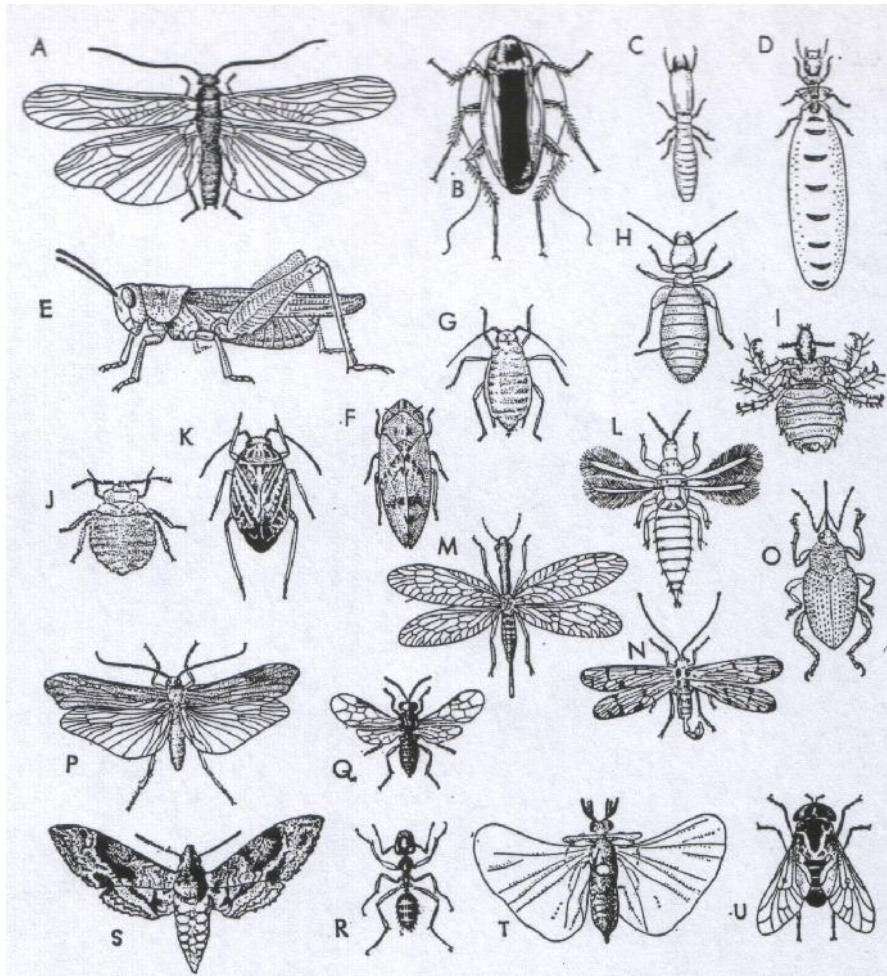
- glava je krupna sa usnim ustrojem za grickanje koji je uvučen u čahuru glave

- sastavljane oči izgrađene od malog broja faceta
- ticala od 4 do 6 članaka
- 4. Ventralna cjevčica ( collophore ) nalazi se na prvom članku prsišta
- tenaculum se nalazi na trbušnoj strani 3. trbušnog članka
- 6. Furcula je pričvršćena na donjoj strani 4. trbušnog članka
- spolni otvor je na 5. trbušnom članku
- tijelo je ponekad prekriveno ljuskicama

## **Podrazred Pterygota - krilati kukci**

U ovaj podrazred ubrajaju se kukci koji u stadiju imaga imaju krila. Među njima se nalaze i neke vrste koje nemaju krila, jer su ih tijekom evolucije izgubile, kao i vrste kojima krila nemaju samo pojedine generacije.

Prema preobrazbi dijele se u 2 grupe : Hemimetabola i Holometabola



**Slika 100 Različiti krilati kukci**

A – obalčar ( Plecoptera ), B – žohar ( Blattoidea ), C – termit ( Isoptera ) – vojnik,  
 D – termit, kraljica, E – pravokrilac ( Orthoptera ), F – jednakokrilac ( Homoptera ),  
 G – jednakokrilac ( Homoptera ), H – prašna uš ( Psocoptera ), I – životinjska uš  
 ( Anoplura ), J – stjenica ( Heteroptera ), K – stjenica ( Heteroptera ), L – trips  
 ( Thysanoptera ), M – mrežokrilac ( Neuroptera ), N – dugokrilac ( Mecoptera ),  
 O – tvrdokrilac ( Coleoptera ), P – tular ( Trichoptera ), Q – opnokrilac, osa  
 ( Hymenoptera ), R – opnokrilac, mrav ( Hymenoptera ), S – leptir ( Lepidoptera ), T –  
 lepezar ( Strepsiptera ), U – dvokrilac, obad ( Diptera )

## ORTHOPTERA

### Pravokrilci

Ime Orthoptera potječe od grčkih riječi "*ortho*" što znači pravo (pravo, ravno) i "*ptera*" što znači krila, a odnosi se na prednja krila postavljena paralelno s tijelom.

### Morfološke karakteristike



## Imago:



- **ticala nitasta**
- **usni ustroj za grizenje i žvakanje**, hipognatan
- pronotum, poput štita pokriva veći dio prsišta
- **prednja krila uža, kožnata (tegmina ) stražnja krila opnenasta i lepezasta**
- **stražnje noge većinom podešene za skakanje (produženo bedro )**

## Ličinka:



- građom slična imagu
- razvoj krila je često vidljiv na prsištu

U mnogih vrsta pravokrilaca mužjaci koriste zvučne signale radi primamljivanja ženki. Zvuk proizvode stridulacijom – trljanjem gornje površine jednog krila o donju površinu drugog krila ili unutarnju površinu stražnje noge o vanjsku površinu prednjeg krila.

**Broj vrsta:** više od 20 000

### **Ekonomski značaj**

Herbivorne i omnivorne vrste hrane se različitim vrstama biljaka često uzrokujući ekonomski značajne štete.

## Podjela:

## 1. Podred Caelifera

- ticala kraća od polovice tijela s ne više od 30 članaka
- timpanalni organ smješten na prvom članku zatka
- ženka ima kratku leglicu

### Porodica Acricidae – pravi skakavci

- Herbivorni kukci

**Predstavnici :**

**Marokanski skakavac** – *Doclostaurus maroccanus*

**Talijanski skakavac** – *Calliptamus italicus*

**Egipatski skakavac** - *Anacridium aegyptium*

## 2. Podred Ensifera

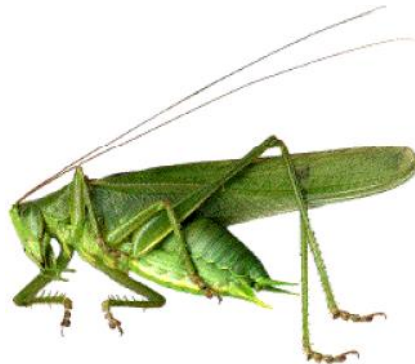
- ticala dugačka, često dulja od tijela
- timpanalni organ smješten na tibiji prednjeg para nogu
- ženka ima dugu leglicu svinutu prema gore

### Porodica Tettigonidae - Zrikavci, konjici

Omnivorni, herbivorni ili karnivorni kukci . Malo je štetnika ratarskih kultura

**Predstavnik :**

**Zeleni konjic** – *Tettigonia ( Locusta ) viridissima* ( zeleni " skakavac " )



**Slika 101 Zeleni konjic**

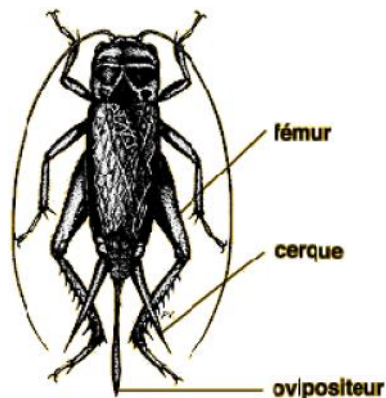
### Porodica Gryllidae – Popci, šturci

Po građi tijela slični su zrikavcima, no nešto su zdepastiji. Zriču trljanjem pokrila. Na dalekom istoku je njihovo zrikanje omiljeno pa se čuvaju u malim kavezima.

**Predstavnici :**

**Stepski šturak ( popac ) – *Gryllus ( Acheta ) desertus***

**Kućni šturak – *Acheta domesticus***



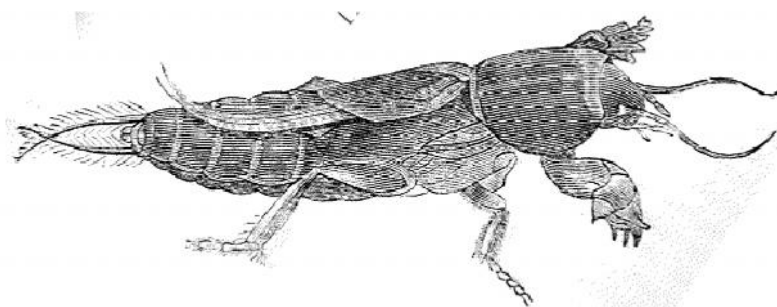
**Slika 102 Kućni šturak - *Acheta domesticus***

## **Porodica Gryllotalpidae – Rovci**

**Predstavnik :**

**Rovac – *Gryllotalpa gryllotalpa***

Omnivoran kukac, prednje noge podešene za kopanje



**Slika 103 Rovac - *Gryllotalpa gryllotalpa***

## **THYSANOPTERA**

### **Tripsi, resičari**

Ime Thysanoptera potječe od grčkih riječi "thysanos " što znači resica i "ptera" što znači krila, a odnosi se na uska, nježna krila obrasla resicama.

## Morfološke karakteristike

### Imago



- **mali, nježni kukac** ( manji od 3 mm )
- **tijelo je produljeno, izražene segmentacije**
- ticala kratka, 6 – 10 članaka
- **usni ustroj za bodenje i sisanje, hipognatan**
- **prednja i stražnja krila vrlo uska s dugim resama**. Ženke nekih vrsta nemaju krila
- stopalo od 1 – 2 članka s prijanjajućim mjehurićem između pandžica
- neke se vrste razmnožavaju partenogenezom

#### Ličinke:

- slične su imagu
- uvijek beskrilne

**Broj vrsta:** više od 4 500

### Ekonomski značaj

Mnoge vrste resičara su opasni štetnici bilja, osobito žitarica, voća, povrća i ukrasnog bilja. Ishrana im rezultira deformacijom biljnih dijelova, ozljedama, sniženjem prinosa i u nekim slučajevima prijenosom patogena. Lako se prenose svježim voćem, povrćem i cvijećem. Predatorski tripsi su značajni prirodni neprijatelji grinja i malih kukaca.

### Podjela :

Red Thysanoptera se dijeli na dva podreda :

#### 1. Podred Terebrantia

- imaju najmanje jednu žilu na krilima
- ženke imaju srpoliku leglicu kojom ubadaju biljno tkivo radi ovipozicije

**Predstavnici :**

**Cvjetni resiĉar** – *Heliethrips haemorrhoidalis*

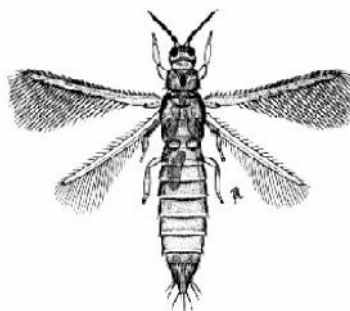
**Duhanov resiĉar ( trips )** – *Thrips tabaci*

**Źitni trips** – *Limothrips cerealium*

**Kalifornijski trips** – *Frankliniella occidentalis*

**Lozin trips** – *Drepanothrips reuteri*

**Trips gladiole** – *Taeniothrips simplex*



**Slika 104** Duhanov resiĉar ( trips ) – *Thrips tabaci*

## 2. Podred Tubulifera

- nemaju Źile na krilima
- Źenke nemaju leglicu, nego im je zadnji ĉlanak tijela izduŹen

**Predstavnici :**

**PŹeniĉni trips** – *Haplothrips tritici*

**Maslinin resiĉar** – *Liothrips oleae*

## HETEROPTERA

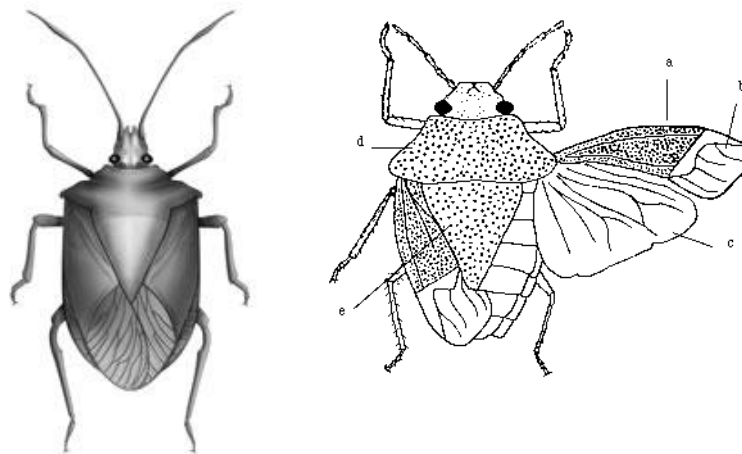
### Stjenice

Ime Heteroptera potjeĉe od grĉkih rijeĉi "*hetero* - " Źto znaĉi razliĉit i "*ptera*" Źto znaĉi krila, a odnosi se na nejednaku strukturu prednjih krila.

Neki znanstvenici ubrajaju Heteroptera i Homoptera u red Hemiptera, ali veĉina smatra da su to dva odvojena reda.

## Morfološke karakteristike

### Imago:



Slika 105 Stjenice; a – čvrsti dio prednjih krila, b – opnenasti dio prednjih krila, c – stražnja opnenasta krila, d – pronotum, e – scutellum

- većinom su mali do srednje veliki kukci
- **tijelo dorzaventralno spljošteno**
- **glava trokutasta**
- ticala relativno dugačka, od 3 – 5 članaka
- **usni ustroj za bodenje i sisanje**
- pronotum obično velik, trapezastog ili zaokruženog oblika
- trokutasti skutelum prisutan iza pronotuma
- **prednja krila na osnovi očvrstnuta, a pri vrhu opnenasta ( hemielitre ). Stražnja krila su opnenasta. Krila su složena jedno preko drugog ( X ) da pokriju zadak**
- stopalo od 2 – 3 članka

### Ličinka

- slična imagu

**Broj vrsta:** više od 50 000

### Ekonomski značaj

**Fitofagne** stjenice su značajni štetnici poljoprivrednih kultura. Mogu uzrokovati lokalizirane ozljede na biljnom tkivu, slabljenje biljaka sisanjem sokova i prenositi fitopatogene.

**Predatorske** vrste stjenica su u pravilu korisni kukci, ali one koje sišu krv (**hematofagne**) mogu prenositi bolesti ljudi ( crvena groznica i Chagasovu bolest npr.). Premda posteljna stjenica može izazvati ozljede mala je vjerojatnost da će prenijeti neku bolest ljudi ili životinja.



## Predstavnici :

### Fitofagne vrste

Poljske ili šarene stjenice – *Lygus rugulipennis* i dr.

Lucernina stjenica – *Adelphocoris lineolatus*

Smrdljiva greta – *Dolycoris baccarum*

Smrdljivi martin – *Raphigaster nebulosa*

Kupusne stjenice ( ciganke ) – crvena - *Eurydema ventrale*

zeleni - *Eurydema oleraceum*

Žitne stjenice – *Eurigaster* i *Aelia* vrste

Mrežasta stjenica platane – *Corythuca ciliata*



Slika 106 *Eurydema ventrale*

### Predatorske vrste

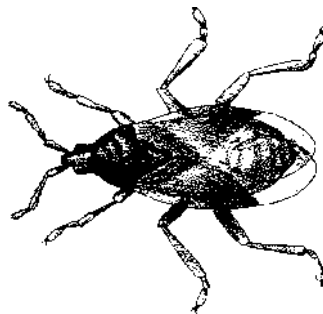
*Orius minutus*, *O. insidiosus* i druge vrste ovog roda hrane se crvenim paukom, gusjenicama, lisnim ušima, tripsima i drugim štetnicima .

*Anthocori nemorum* i druge vrste ovog roda sišu na crvenom pauku, tripsima, lisnim ušima i drugim štetnicima .

*Himacerus apterus* siše crvene pauke, lisne uši, male gusjenice i jaja raznih štetnika .

*Nabis* vrste napadaju jaja i ličinke različitih štetnika.

*Picromerus bidens* i *Podisus maculatus* napadaju krumpirovu zlaticu.

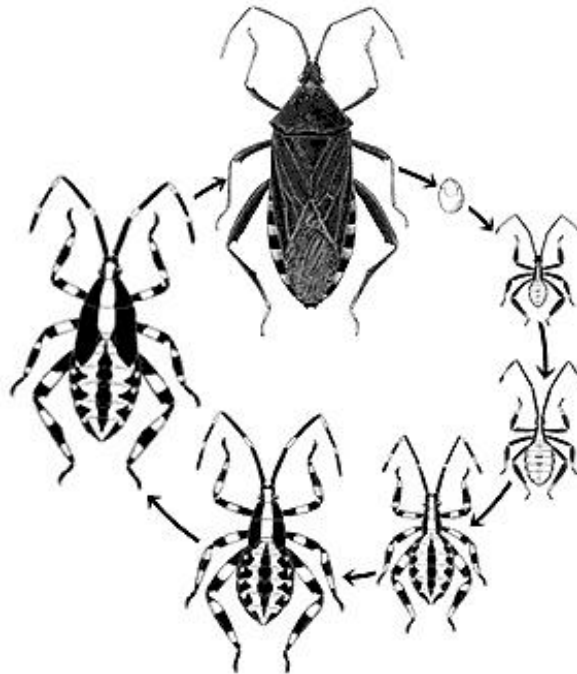


Slika 107 *Orius insidiosus*

## Hematofagne vrste

Posteljna stjenica – *Cimex lectularius*

*Cimex columbarium* siše na golubovima



Slika 108 Životni ciklus stjenica

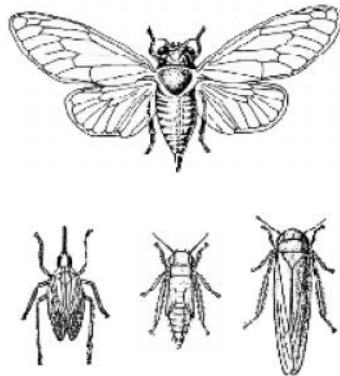
## HOMOPTERA

### Jednakokrilci

Ime Homoptera potječe od grčkih riječi "homo – " što znači jednak i "ptera" što znači krila, a odnosi se na manje ili više jednaku strukturu krila.

### Morfološke karakteristike

## Imago:



- većinom su sitni kukci
- ticala su im nitasta ili četinasta
- **usni ustroj za bodenje i sisanje**, priljubljen je uz ventralnu stranu tijela
- **krilati oblici imaju 2 para krila jednake opnenaste strukture**. U vrijeme mirovanja krila drže krovoliko iznad tijela
- **u mnogih vrsta odrasli oblici nemaju krile ili ih imaju samo mužjaci ili se izmjenjuju krilate i beskrilne generacije**
- **ponekad izlučuju voštani pokrov ( štitić )**
- stopalo 1 – 3 člano

## Ličinka:

- slična imagu

**Brojnost:** više od 32 000 vrsta

## Ekonomski značaj

Homoptera su herbivorni kuci. Mnoge vrste su štetnici poljoprivrednih kultura. Štete nanose na različite načine . sisanjem staničnih sokova oslabe napadnute biljke, što dovodi do smanjenja njihove produktivnosti i uginuća . Ishranom i ubrizgavanjem različitih enzima u biljno tkivo uzrokuju stvaranje različitih zadebljanja što se negativno odražava na zdravstvenom stanju biljaka. Mnoge vrste izlučuju "*mednu rosu*" tj. višak ugljikohidrata kojeg uzmu ishranom u potražnji za dovoljnom količinom bjelančevina. Mednu rosu naseljavaju gljive čađavice, koje smanjuju asimilacijsku sposobnost lišća i tržišnu vrijednost plodova i cvijeća.

Tijekom ishrane prenose patogene mikroorganizme i imaju značajnu ulogu u širenju viroza i fitoplazmoza.

## Podjela :

Važnije nadporodice su:

## 1. Nadporodica Cicadoidea - cvrčci, cikade

- različite su veličine, ima vrlo velikih, ali i malenih vrsta
- imaju zdepasto tijelo, a na kratkoj glavi naduto čelo
- neke se vrste kreću skakanjem
- neke se vrste glasaju cvrčanjem ( jasenov cvrčak ). Zvuk proizvode organima na prvom članku zatka.

### Predstavnici

**Rogati cvrčak** – *Stictocephala bisonia*

**Pjenuša** – *Phialenus spumarius*

**Lozin zeleni cvrčak** – *Empoasca vitis* ( = *flavescens* )

**Ružin cvrčak** – *Typhlocyba rosae*



Slika 109 Rogati cvrčak – *Stictocephala bisonia*

## 2. Nadporodica Psylloidea – lisne buhe

- sitni kukci ( 2 – 5 mm ) s kratkom širokom glavom i velikim očima
- ticala od 10 članaka
- oba spola imaju 2 para krila koja u mirovanju drže krovoliko iznad tijela
- prednji par krila obično znatno veći od stražnjeg
- stražnji par nogu podešen za skakanje
- ličinke dorzaventralno spljoštene
- izlučuju obilnu mednu rosu, a ličinke i vosak koji im djelomično pokriva tijelo

### Predstavnici

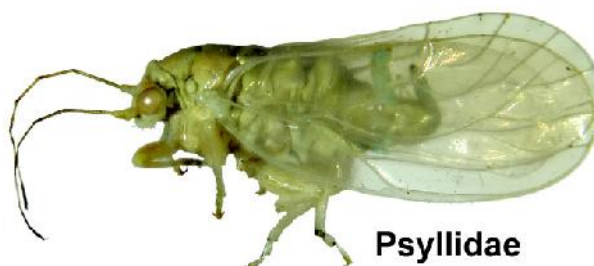
**Obična kruškina buha** – *Cacopsylla* ( *Psylla* ) *pyri*

**Velika kruškina buha** - *Psylla pyrisuga*

**Jabučna buha** – *Psylla mali*

**Šimširova lisna buha** – *Psylla buxi*

### Maslinina buha – *Euphyllura olivina*



Psyllidae

Slika 110 Lisna buha

### 3. Nadporodica Aleyrodoidea – štitasti moljci ( = bijele mušice )

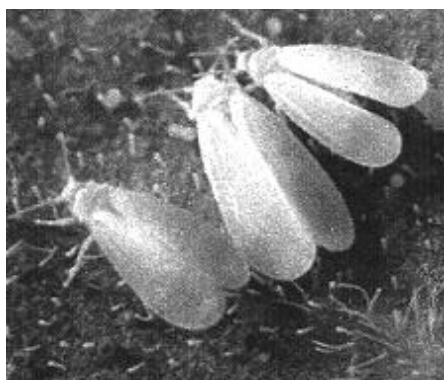
- sitni kukci ( 1- 3 mm ) s dva para opnenastih krila
- tijelo i krila odraslih oblika pokriveno bijelim voštanim prahom
- noge dugačke i tanke, stražnje podešene za skakanje
- ličinke male, dorzaventralno spljoštene. Ličinke se pričvrste na donju stranu lista i postaju nepokretne, podsjećaju na štitaste uši

#### Predstavnici :

**Cvjetni štitasti moljac** – *Trialeurodes vaporariorum*

**Kupusni štitasti moljac** – *Bemisia tabaci*

**Štitasti moljac agruma** – *Dialeurodes citri*



Slika 111 Cvjetni štitasti moljac – *Trialeurodes vaporariorum*

### 4. Nadporodica Aphidoidea – lisne uši

- sitni kukci ( 0,5 – 6 mm )
- ticala od 6 članaka
- pojavljuju se u 2 forme : kao *beskrilne* ( apterae ) i *krilate* ( alatae )
- krilati oblici imaju 2 para krila jednake strukture, od kojih su prednja krila znatno veća od stražnjih
- imaju složen ciklus razvoja sa brojnim partenogenetskim generacijama koje se izmjenjuju sa spolnim generacijama

- pojedine vrste su *oviparne* , *viviparne* ili *oviviviparne*
- razvoj im može biti vezan uz jednog domaćina ( *monoecijske* , *Aphis pomi npr.* ) ili imaju 2 ili više domaćina ( *heterecijske* , *Myzus persicae npr.* )

## Porodica Aphididae

- na kraju zatka nalaze se dva nastavka – sifoni, a zadnji članak završava kaudom ( zašiljeni vrh abdomena )
- partenogenetske su ženke viviparne
- razvojni ciklus može biti potpun i nepotpun

### Predstavnici :

**Zelena graškova uš** – *Acyrtosiphon pisum*

**Crna repina ili bobova uš** – *Aphis fabae*

**Jabučna zelena uš** – *Aphis pomi*

**Šljivina uš uvijalica** – *Brachycaudus helichrysi*

**Kupusna lisna uš** – *Brevicoryne brassicae*

**Ružina lisna uš** – *Macrosiphum rosae*

**Crna trešnjina uš** – *Myzus cerasi*

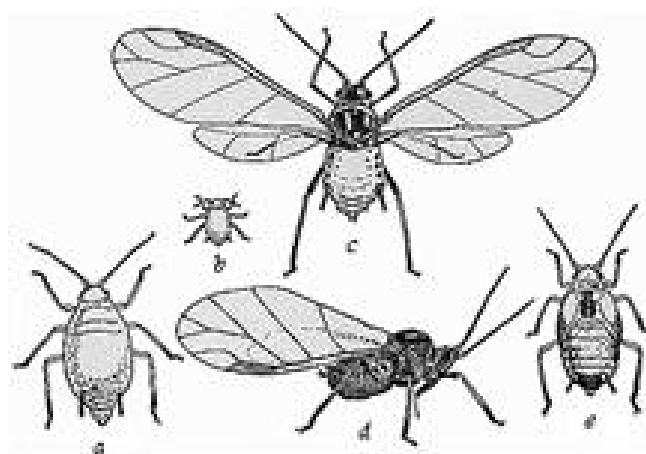
**Zelena breskvina uš** – *Myzus persicae*

**Sremzina lisna uš** – *Rophalosiphum padi*

**Jabučna krvava uš** – *Eriosoma ( Schizoneura ) lanigerum*

**Repina korjenova uš** – *Pemphigus fuscicornis*

**Brijestova lisna uš** – *Tetraneura ulmi = Byrsocrypta gallarum*



Aphide: a, wingless; b, newborn nymph, c and d, winged; e, nymph

Slika 112 Lisne uši: a, beskrilna uš; b, tek izlegla ličinka; c i d, beskrilne uši; e, ličinka



## Porodica Phylloxeridae

- sve su ženke oviparne
- nemaju sifone i kauda se jasno ne vidi
- imaju različit razvojni ciklus
- uvijek dolaze na dikotiledonama

### Predstavnici

**Filoksera kruške**- *Aphanostigma piri*

**Hrastov ušenac** – *Phylloxera quercus*

**Filoksera – trsov ušenac** – *Dactylosphaera vitifolii* ( stari nazivi *Viteus vitifoliae*, *Phylloxera vastatrix* )



Slika 113 Filoksera – trsov ušenac – *Dactylosphaera vitifolii*

## 5. Nadporodica Coccoidea – štitaste uši

- sitni kukci, dugi 2 – 5 mm
- izražen spolni dimorfizam
- **ženke** imaju zdepasto tijelo, bez nogu i krila. Tijelo je pokriveno voštanim izlučinama ili *štiticom* različite građe, većinom od voska, svlakova i raznih izlučina. Usni ustroj podešen je za sisanje.
- **mužjaci** imaju tijelo s jasnom segmentacijom, dobro razvijenim nogama i jednim parom krila. Žive vrlo kratko. Usni aparat im je reduciran ili ne postoji.
- razmnožavaju se spolno ili partenogenezom
- oviparne su ili viviparne

**Predstavnici :**

**Limunov crvac** – *Pseudococcus citri*

**Narančin crvac** – *Icerya purchasi*

**Šljivina štitasta uš** – *Parthenolecanium( Eulecanium ) corni*

**Breskvina štitasta uš** – *Lecanium persicae*

**Smokvin medič** – *Ceroplastes rusci*

**Kalifornijska štitasta uš** – *Quadraspidiotus perniciosus*

**Oleanderova ili bršljanova štitasta uš** – *Aspidiotus hederae*

**Jabučna koma uš** – *Lepidosaphes ulmi*



**Slika 114** Breskvina štitasta uš – *Lecanium persicae*

## **COLEOPTERA**

### **Tvrdokrilci, kornjaši**

Ime Coleoptera potječe od grčkih riječi "koleus" što znači korice i "pter" što znači krila, a odnosi se na modificirana prednja krila koja služe kao zaštitni pokrov za stražnja openasta krila.

#### **Morfološke karakteristike**

## Imago:



Slika 115 Majski hrušt – *Melolontha melolontha*

- glava slobodna i pokretna, manje ili više uvučena u prvi članak prsišta
- **pipe** imaju glavu produženu u rilo na kraju kojeg je usni ustroj
- **usni ustroj za grizenje i žvakanje**
- **prednja krila (elitre = pokrilje) su tvrda i služe kao pokrov za stražnja openasta krila; susreću se u vidu crte na sredini leđa**
- **stražnja krila su velika, openasta, složena ispod pokrilja**
- stopalo od 2-5 članaka

## Ličinka:

- glava dobro razvijena s postranim očima i usnim ustrojem **za grizenje i žvakanje**.
- **tri para prsnih nogu**, nemaju lažne trbušne noge
- oblik tijela:
  - kampodeidan -- vitke, vrlo pokretljive ličinke
  - skarabeidan -- grčica, mesnata u obliku slova C
  - elateriforman -- žičnjak; produžena, cilindrična s tvrdim egzoskeletom i tankim nogama
- **ličinke pipa, strizibuba i potkornjaka nemaju noge**



Slika 116 Kampodeidna ličinka sedamtočkaste bubamare- *Coccinella septempunctata*



**Slika 117** Skarabeidna ličinka ( grčica ) hrušta – *Melolontha melolontha*



**Slika 118** Elateriformna ličinka ( žičnjak ) klisnjaka- *Agriotes sp.*



**Slika 119** Apodna ( crvolika ) ličinka jabučnog cvjetara - *Anthonomus pomorum*

### **Kukuljica**

- slobodna, osim kod *Staphylinidae* koje imaju pokrivenu kukuljicu i *Coccinellidae* kod kojih čvrsta, upadljivo obojena s ostatkom ličinkinog svlaka



**Slobodna kukuljica hrušta – *Melolontha melolontha***

**Broj vrsta:** više od 300 000

### **Ekonomski značaj**

Mnoge vrste su herbivorne i važni štetnici poljoprivrednih kultura i uskladištenih proizvoda. Prilagođene su za ishranu na korijenu, stabljici, lišću ili generativnim organima njihovih domaćina. Neke vrste žive na gljivama, druge se ubušuju u biljno tkivo, dok neke prave hodnike u drvetu ili ispod kore.

Mnogi kornjaši su predatori. Žive u tlu ili na biljkama i napadaju veliki broj beskičmenjaka. Značajni su prirodni neprijatelji štetnih kukaca. Ima i parazitoida.

Neki parazitiraju u tijelu kukaca, neki invadiraju gnijezda mrava i termita a neki su vanjski paraziti sisavaca.

Strvinari imaju značajnu ulogu u razgradnji organske tvari.

## Podjela :

Kornjaši se dijele na 4 podreda od kojih su za nas važna samo dva : *Adephaga* i *Polyphaga*

### 1. podred Adephaga

Obuhvaća pretežno predatorske vrste kukaca. Za nas su važni članovi porodice Carabidae – trčci

#### Porodica Carabidae – trčci

- veliki kukci, dugi i do 30 mm
- imaju dobro razvijene noge kojima se brzo kreću i hvataju plijen
- odrasli oblici i ličinke predatorskih vrsta hrane se gusjenicama, ličinkama krumpirove zlatice, grčicama hrušta, žičnjacima i drugim štetnicima
- žive u tlu
- najčešće **predatorske vrste** ubrajaju se u rodove **Carabus, Calosoma, Poecilus, Pterostichus i dr.**
- u trčke se ubrajaju i neke fitofagne vrste npr. :  
**Crni žitarac, zabrus – *Zabrus tenebrioides***



Slika 120 Crni žitarac – *Zabrus tenebrioides*

### 2. Podred Polyphaga

Obuhvaća brojne fitofagne, ali i zoofagne vrste.

Važnije porodice su :

#### Staphylinidae – Kusokrilci

- pokrilje je kraće od zatka
- karnivorne vrste se ubrajaju u grabežljivce
- neke vrste su *koprofagi* (*balegari*) - hrane se životinjskim izmetom

#### Scarabaeidae - Listorošci

- većinom veliki kukci, katkada živih boja
- zdepasto, relativno kratko, a široko tijelo

- listićava ticala
- goljenice prednjih nogu nazubljene s jednom bodljom
- **ličinke = grčice** imaju mesnato, svinuto tijelo, dobro razvijene noge i usni ustroj. Žive u tlu . Ubrajaju se u štetnike u tlu.
- odrasli oblici hrane se lišćem pretežno drvenastih biljaka

**Predstavnici :**

**Obični hrušt** – *Melolontha – melolontha*

**Veliki šareni hrušt** – *Pollyphilla fullo*

**Žitni pivci** – *Anisoplia austriaca*

**Japanski pivac** – *Popillia japonica*

**Dlakavi ružičar** – *Tropinota ( Epicometis ) hirta*



**Slika 121** Obični hrušt – *Melolontha melolontha*

**Lucanidae**

**Jelenak** – *Lucanus cervus*,, naš najveći i najatraktivniji kornjaš, zadržava se u šumama .



**Slika 122** Jelenak - *Lucanus cervus*

**Elateridae – Klisnjaci, žičnjaci**

- usko tijelo, straga nešto suženo, dugo najčešće 7 – 15 mm
- glava mala, uvučena u prednji članak prsišta
- ticala pilasta, 11- 12 članaka
- pronotum dobro razvijen, s obje strane izdužen prema natrag
- pokrilja najčešće uzdužno izbockana ili izbrazdana
- na trbušnoj strani prednjeg članka prsišta nalazi se izraslina poput šiljka koja ulazi u otvor na abdominalnom dijelu , a omogućuje da ako lisnjak padne na leđa , da skoči u zrak i padne na noge



- **ličinke = žičnjaci** su tvrdog, izduženog valjkastog tijela žućkaste boje pa podsjećaju na komad žice. Imaju 3 para vrlo kratkih nogu. Žive u tlu i hrane se podzemnim organima različitih biljaka

**Predstavnici:**

**Žitni klisnjak** – *Agriotes ustulatus*

**Prugasti klisnjak** – *Agriotes lineatus*

**Tamni klisnjak** – *Agriotes obscurus*



**Slika 123 Klisnjak – *Agriotes lineatus***

**Nitidulidae – Sjajnici**

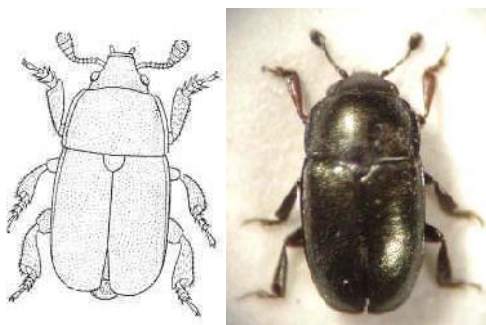
- sitni kukci različitog oblika tijela koje može biti bez dlaka, sjajno ili maljavno . Boja varira od žute do crne, a na pokriliju pojedine vrste imaju točkaste šare .
- noge su kratke i snažne
- pokrilija kod nekih vrsta ne pokrivaju cijeli zadak
- **ličinka** je kampodeidna, bjeličaste boje i vrlo pokretna
- odrasle oblike nalazimo na cvjetovima biljaka, gljivama ili u gnijezdima mrava i pčela. Privlače ih biljni sokovi u fermentaciji i zreli plodovi i tu se nakupljaju u većem broju

**Predstavnici :**

**Repičin sjajnik** – *Meligethes aeneus*

**Četverotočkasti kukuruzni sjajnik** – *Glischrochilus quadristignatus*

**Voćni kusokrilac** – *Carpophilus hemipterus*



**Slika 124 Repičin sjajnik – *Meligethes aeneus***

**Cryptophagidae – Potajnici**

**Atomarija** - *Atomaria linearis*

## Byturidae – Pupari

- sitni kornjaši ovalnog tijela pokrivenog dlačicama i ljuskicama, veličine 3,5 – 4,5 mm
- boja je najčešće smeđa u različitim nijansama

**Malinin pupar – *Byturus tomentosus***



**Slika 125 Malinin pupar – *Byturus tomentosus***

## Coccinelidae – bubamare, božje ovčice

- tijelo im je poluloptasto ili ovalno, dugačko između 1 i 10 mm
- živih su boja – crvene, žute, narančaste, smeđe sa kontrastnim pjegama po nadvratnom štitu i pokrildu
- glava je mala djelimično sakrivena ispod nadvratnjaka
- ticala su glavičasta
- nadvratnjak ( pronotum ) je dobro izražen i najčešće drugačije obojen od pokrildja
- **ličinke** su izduženo ovalnog tijela s tri para nogu, većinom s razgranatim dlačicama ( kampodeidne )
- većina imaga i ličinki su predatori lisnih i štitastih uši , grinja , jaja i ličinki raznih kukaca , a nekoliko ih je herbivornih

### Predstavnici :

**Sedamtočkasta bubamara – *Coccinella septempunctata*** - predator lisnih uši

**Dvotočkasta bubamara- *Adalia bipunctata*** – predator lisnih uši

**Crna bubamara – *Exochomus quadripustulatus*** – predator štitastih uši

**Rodolia cardinalis** – predator *narančinog cvca ( *Icerya purchasi* )*

**Dvadeset-četiri točkasta bubamara – *Subcoccinella vigintiquatuor punctata*** - jedina važnija herbivorna vrsta u nas



**Slika 126 Sedamtočkasta bubamara (ličinka, kukuljica i imago) – *Coccinella septempunctata***

### **Tenebrionidae – Mračnjaci**

- nazivaju se mračnjacima zbog crne ili tamne boje tijela
- ticala su relativno kratka nitasta ili glavičasta
- nadvratni štiti je krupan više ili manje pravokutnog oblika
- Noge su snažne, dugačke , često s bodljama ili nazubljene
- **ličinke** su izdužene, sjajnog i čvrstog egzoskeleta . Podsjećaju na žičnjake pa se nazivaju *lažnim žičnjacima*

#### **Predstavnici :**

**Pjeskar** – *Opatrum sabulosum*

**Kukuruzni crni kornjaš** – *Pedinus femoralis*

**Veliki brašnar** – *Tenebrio molitor*

**Mali brašnar** – *Tribolium confusum*



**Slika 127 Veliki brašnar – *Tenebrio molitor***

### **Alleculidae – Cvjetožderi**

- tijelo im je mekano izduženog oblika, pokriveno finim dlačicama, dugačko 5 – 20 mm
- ticala su čekinjasta ili nitasta
- najčešće se hrane na cvjetovima i lišću biljaka
- ličinke žive u tlu. Slične su žičnjacima pa se ubrajaju u skupinu tzv lažnih žičnjaka

**Crvena ražena buba ( Crvena alekulida ) – *Omophlus lepturoides***

### **Buprestidae – Krasnici**

- **imaga** imaju snažno, produljeno, straga zašiljeno tijelo. Različitih su veličina, od vrlo malih ( 3 – 3,5 mm ) do vrlo velikih ( 60 mm ). Živih su boja.
- glava im je uvučena u prednji članak prsišta do visine očiju.
- ticala su kratka i pilasta ( 11 članaka ).
- pokrila obično pokrivaju zadak.
- noge su kratke , snažne i omogućavaju brz hod
- hrane se lišćem
- **ličinke** su spljoštene s malom glavom i jako proširenim prednjim člankom prsišta
- blijedožute su boje n nemaju noge
- važni su štetnici drveća jer bušenjem stabala i grana uzrokuju njihovo sušenje

### Predstavnici :

**Žilogriz** – *Capnodis tenebrionis*

**Kruškin prstenar** – *Agrilus sinuatus*

**Šljivin prstenar** – *Agrilus macroderus*

**Malinov prstenar** – *Agrilus aurichalaceus*

**Malinov krasnik** – *Coroebus rubi*

**Čempresov krasnik** – *Buprestis cupressi*



*Agrilus sinuatus*  
(Olivier, 1790)

Slika 128 Kruškin prstenar – *Agrilus sinuatus*

### Cerambycidae – Strizibube

- strizibube imaju uglavnom vitko tijelo, jednobožno ili ukrašeno različitim šarama .
- ticala su im dugačka, često dulja od tijela, pa ih, hodajući vuku za sobom
- imaju snažan usni ustroj za grizenje i krupne sastavljene oči koje obavijaju osnovu ticala
- **ličinke** su bjeličaste ili žućkaste bije, izrazito segmentiranog tijela proširenog prema glavi . Najčešće su apodne ili sa zakržljanim nogama .
- štete pričinjavaju ličinke koje buše drvo, a katkada i stabljike i vrat korijena višegodišnjih biljaka

#### **Predstavnici :**

**Golema strizibuba** – *Cerambyx cerdo*

**Voćna strizibuba** - *Tetrops praeusta*

**Lijeskovna strizibuba** – *Oborea linearis*

**Velika i mala topolina strizibuba** – *Anarea carcharias* , *Compsidia populnea*

**Lucerkina strizibuba** – *Plagionotus floralis*

**Kućna strizibuba** – *Hylotrupes bajulus*



**Slika 129 Golema strizibuba – *Cerambyx cerdo***

#### **Scolytidae – Potkornjaci**

- **kornjaši** valjkastog tijela, tamnosmeđe ili crne boje, dužine između 1 i 8 mm.
- **ličinke** su bijele, s tamnom glavom i nemaju noge
- Smatraju se najvažnijim štetnicima šumskog drveća, a važni su i za mnoge vrste ukrasnog drveća. česti su štetnici voćaka.

#### **Podjela :**

**Pravi potkornjaci** – buše hodnike između kore i drveta

**Sipci** – buše hodnike u drvetu

#### **Predstavnici :**

**Mali voćni potkornjak** – *Scolytus rugulosus*

**Veliki voćni potkornjak** – *Scolytus mali*

**Voćni sipac** – *Xyleborus ( Anisandrus ) dispar*

**Veliki brijestov potkornjak** – *Scolytus scolytus*

**Mali brijestov potkornjak** – *Scolytus multistriatus*

**Smrekov pisar** – *Ips typographus*



**Slika 130 Veliki brijestov potkornjak – *Scolytus scolytus***

#### **Chrysomelidae – Zlatice**

- **kornjaši** su ovalnog oblika, dugački 4 – 10 mm, najčešće su živo obojeni.
- **ličinke** su gole ili pokrivenne izlučinama.
- fitofagne su vrste koje se hrane kulturnim boljem. Više vrsta se hrani korovima pa se koriste za njihovo biološko suzbijanje

**Predstavnici :**

**Crveni žitni balac** – *Oulema melanopus*

**Plavi žitni balac** – *Oulema lichenis*

**Krumpirova zlatica** – *Leptinotarsa decemlineata*

**Lucernina zlatica** – *Gonioctena fornicata*

**Kukuruzna zlatica** – *Diabrotica virgifera virgifera*



**Slika 131** Crveni žitni balac – *Oulema melanopus*



**Slika 132** Krumpirova zlatica – *Leptinotarsa decemlineata*

**Potporodica Halticinae – Buhači**

- mali su kornjaši ( 1,5 – 4 mm ). Bedra stražnjih nogu su im ojačala tako da mogu skakati.
- izgrizaju lišće i prave okrugle rupice promjera oko 1 mm.
- ličinke žive u stabljici, korijenu ili miniraju lišće različitih biljaka, najčešće korova, pa su samo neke štetne.
- većinom su oligofagne vrste

**Predstavnici :**

**Repin buhač** – *Chaetocnema tibialis*

**Kupusni buhači** – *Phyllotreta nemorum*, *Ph. undulata*, *Ph. atra*, *Ph. nigripes*



### Repičin crvenoglavi buhač – *Psylliodes chrysocephala*



Slika 133 Kupusni buhač - *Phyllotreta nemorum*

### Bruchidae – Žišci mahunarki, Sjemenari

- **kornjaši** su zdepastog tijela, pokrivenog maljama i ljuskicama, dužine 1 – 6 mm.
- pokrilje im je kraće od tijela i ne pokriva vrh zatka. Stražnja krila su dobro razvijena, pa mogu letjeti.
- glava im je izdužena u kratko rilo četvrtastog oblika.
- **ličinke** su izduženog oblika, apodne, bjeličaste boje.
- oštećuju sjemenke mahunarki

#### Predstavnici :

**Graškov žižak** – *Bruchus pisorum*

**Grahov žižak** – *Acanthoscelides obtectus*



Slika 134 Graškov žižak – *Bruchus pisorum*

### Curculionidae – Pipe

- najbrojnija je porodica kornjaša i uopće živih bića na zemlji. Ima ih oko 40 000 vrsta.
- glava im je produljena u rilo, na vrhu kojeg se nalazi usni ustroj. Rilo im služi za bušenje biljnog tkiva u koje odlažu jaja.
- **ličinke** žive unutar biljnih organa, pa su bijele i apodne. Tijelo im je najčešće oblika slova D. Glava je obično smeđa.
- prilikom ishrane pipe najčešće zajaše rub lista i izgrizaju rubove praveći polumjesečaste ureze po kojima se prepoznaje njihov napad.
- razlikuju se pipe kratkorilaši i dugorilaši.

#### Predstavnici kratkorilaša :

**Lucernina pipa** – *Otiorhynchus ligustici*



**Crna vinova pipa** – *Otiorhynchus alutaceus*  
**Malinina pipa** – *Otiorhynchus cribricollis*  
**Jagodine pipe** – *Otiorhynchus mastix*, *O. ovatus*, *O. rugosostriatus*  
**Pipe mahunarke** – *Sitona* spp  
**Kukuruzna pipa** – *Tanymecus dilaticollis*



**Slika 135 Kukuruzna pipa – *Tanymecus dilaticollis***

**Predstavnici dugorilaša :**

**Blitvina pipa** – *Lixus junci*  
**Repina pipa** – *Bothynoderes punctiventris*  
**Jabučni cvjetar** – *Anthonomus pomorum*  
**Kruškin cvjetar** – *Anthonomus piri*  
**Malinin cvjetar** – *Anthonomus rubi*  
**Bademov cvjetojed** – *Anthonomus amygdali*  
**Maraskin svrdlaš** – *Furcipes ( Anthonomus ) rectirostris*  
**Ljeskotoč** – *Cuculio ( Balaninus ) nucum*  
**Pipa jagodine peteljke** – *Caenorhinus germanicus*  
**Cigaraš** – *Byctiscus betulae*  
**Velika repičina pipa** – *Ceutorhynchus napi*  
**Repičina pipa komušarica** – *Ceutorhynchus assimilis idr.*



**Slika 136 Jabučni cvjetar – *Anthonomus pomorum***

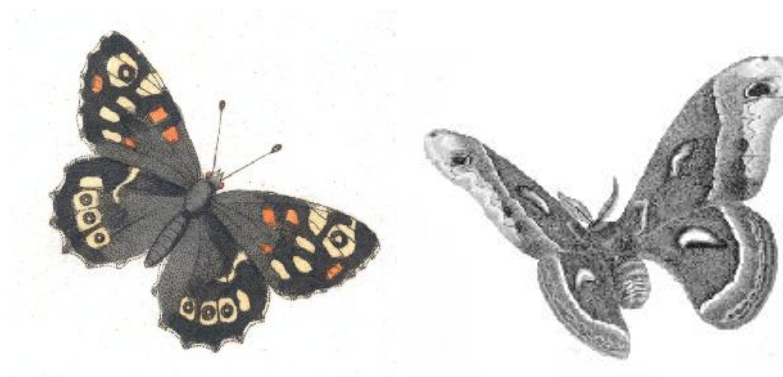
# LEPIDOPTERA

## Leptiri

Ime Lepidoptera potječe od grčkih riječi "*lepido*" što znači ljuska i "*ptera*" što znači krila, a odnosi se na tanke ljuskice koje pokrivaju tijelo i krila većine odraslih oblika.

## Morfološke karakteristike

### Imago



- tijelo izduženo više ili manje cilindrično, pokriveno ljuskicama i dlačicama
- ticala glavičasta ili perasta
- **usni ustroj za sisanje i lizanje**
- **krila su opnenasta pokrivena brojnim ljuskicama često tazičutih boja.** Prednja krila su veća od stražnjih

### Ličinka



Cydia pomonella



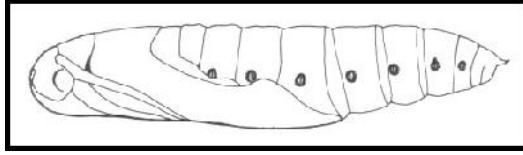
Eranis defoliaria



Estigmene acrea

- Eruciformna ; **gusjenica**
- **Uz 3 para prsnih 2 – 5 pari lažnih trbušnih nogu**
- Kapsula glave dobro razvijena s **usnim ustrojem za grizenje i žvakanje**

### Kukuljica



- pokrivena
- kod kukuljenja iznad tla pokrivena svilenkastim kokonom

### Ekonomski značaj

Premda je mnogo leptira poznato po svojoj ljepoti, a nekoliko ima komercijalnu važnost ( npr. *dudov svilac- Bombyx mori* ), ličinke ovih kukaca vjerojatno su štetnije poljoprivrednim kulturama i šumskom drveću od bilo koje druge grupe kukaca. **Neke vrste jedu lišće, neke se ubušuju u stabljike, plodove i korijenje, a neke su lisni mineri.**

**Broj vrsta:** više od 112 000

**Važniji redovi i predstavnici:**

**Lyonetiidae, Gracilariidae, Nepticulidae - lisni mineri**

Gusjenice ovih porodica prave hodnike ( mine ) u spužvastom tkivu između gornje i donje površine lista. Leptiri su mali s rasponom krila do 9mm.



**Moljac vijugavih mina – *Lyonetia clerkella***

**Moljac kružnih mina – *Leucoptera malifoliella***

**Moljac točkastih mina – *Phyllonorycter / Lithocolletis / blancardella pomifoliella***

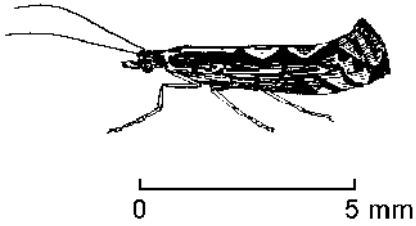
**Moljac vrećastih mina – *Phyllonorycter/ Lithocolletis / corylifoliella***

**Kestenov moljac miner – *Cameraria ohridella***

**Topolin lisni miner – *Phyllonorycter / Lithocolletis / populifoliella***

**Patuljasti moljac miner – *Stigmella / Nepticula / malella***

**Plutellidae**



**Kupusni moljac** – *Plutella xylostella* / *maculipennis* /  
**Lukov moljac** - *Acrolepiopsis* / *Acrolepia* / *assectella*

### Yponomeutidae – moljci zapredari



**Jabučni moljac** – *Yponomeuta malinellus*  
**Šljivin moljac** – *Yponomeuta padellus*  
**Jelin moljac** – *Argyresthia fundella*  
**Maslinov moljac** – *Prays oleae*

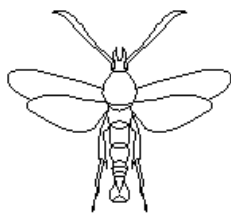
### Gelechiidae – moljci gnjezdari

Jedna od najvećih porodica mikrolepidoptera. Gusjenice se hrane biljkama ili biljnim proizvodima.



**Breskvin moljac** – *Anarsia lineatella*  
**Kajsijini moljci** – *Recurvaria nanella*, *R. leucatella*  
**Repin moljac** – *Scrobipalpa* / *Phthorimaea* / *ocellatella*  
**Krumpirov moljac** – *Phthorimaea operculella*

### Sesiidae - staklokrilci



### Sesiidae

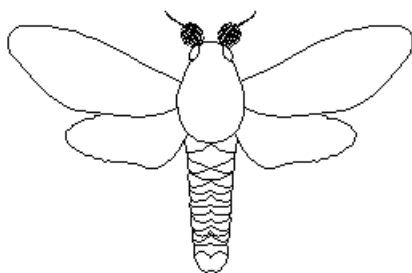
Dnevni, aktivni, leptiri koji oponašaju ose. Ticala sužena na osnovi i na vrhu. Mnoge vrste su štetnici voća i povrća.

**Ribizov staklokrilac** – *Synanthedon tipuliformis*

**Jabukov staklokrilac** – *Synanthedon myopaeformis*

**Stršljenka** – *Sesia / Aegeria / apiformis*

### Cossidae – drvotočci



Cossidae

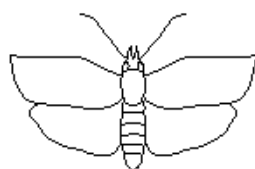


Većinom su veliki leptiri, krupnog tijela i s kratkim ticalima. Njihove gusjenice buše drvo.

**Vrbotoč** -*Cossus cossus*

**Modro sitance – granotoč** – *Zeuzera pyrina*

### Tortricidae - savijači



Tortricidae



Četvrta po veličini porodica leptira. maju kratka raščijana krila. prednja su dugačka, a stražnja šira. Gusjenice žive najviše u savijenom lišću, a one važnijih štetnika hrane se unutar stabljike i plodova.

**Jabučni savijač** – *Cydia / Laspeyresia, Carpocapsa, Grapholita / pomonella*



**Kruškin savijač** – *Cydia / Carocapsa / pyrivora*  
**Šljivin savijač** – *Cydia / Laspeyresia, grapholita / funebrana*  
**Breskvin savijač** – *Cydia / Grapholita, Laspeyresia / molesta*  
**Crni graškov savijač** – *Cydia / laspeyresia / nigricana*  
**Jagodin savijač** – *Acleris / Acalla / comariana*  
**Ružin savijač** – *Archips / Cacoecia / rosana*  
**Savijač pokožice ploda** – *Adoxophyes orana / Capua reticulana /*  
**Pepeljasti grozdov moljac** – *Lobesia / polychrosis / botrana*  
**Žuti grozdov moljac** – *Eupoecilia / Clysia / ambiguella*  
**Grozdov savijač** – *Sparganothis pilleriana*  
**Obični karanfilov savijač** - *Cacoecimorpha / Tortix, Cacoecia / pronubana*

## Pyralidae – plamenci



Druga, po veličini, porodica leptira. Mali su leptiri s relativno dugim nogama. Kada miruju krila su im trokutastog oblika.

**Kukuruzni moljac** – *Ostrinia / Pyrausta / nubilalis*

**Mečavka – metlica** – *Loxostege sticticalis*

## Lasiocampidae – prelci, kvočke



To su mali do veliki noćni leptiri širokih, ali razmjerno malih krila. Tijelo im je zdepasto i vrlo dlakavo. Ticala su im češljasta, osobito kod mužjaka. Gusjenice imaju mekane dlačice, a na truhu i sa strane pramenove dlačica. Većinom su štetnici drveća.

**Kukavičji suznik** - *Malacosoma neustria*

**Trešnjin prelac** – *Eriogaster lanestris*

**Borov prelac** – *Dendrolimus pini*

**Hrastov prelac** – *Lasiocampa quercus*

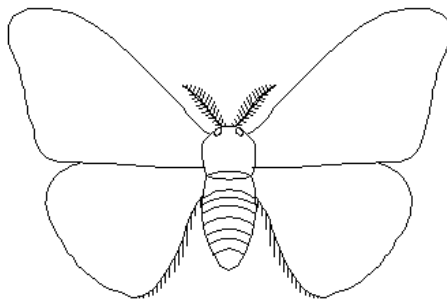
**Bakreni prelac** – *Gastropacha quercifolia*

## Bombycidae- svilci



Dudov svilac – *Bombyx mori*

## Saturniidae – noćna paunčad



Saturniidae

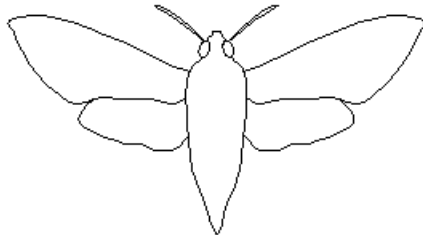


Srednje veliki do veliki noćni leptiri s oznakom u vidu očiju na prednjim krilima. Mužjaci imaju široka perasta ticala koja im omogućuju otkrivanje ženki na većim udaljenostima. Gusjenice su debele do 12 cm dugačke. Kukulje se u kokonu u kojem prezimljuju.

**Malo noćno paunče** – *Saturnia pavonia*

**Veliko noćno paunče** – *Saturnia pyri*

## Sphingidae – ljljci



Sphingidae



Većinom srednje veliki do veliki leptiri s dugačkim proboskisom za sakupljanje nektara. Dobri su i izdržljivi letači. Gusjenice imaju često "rog" na kraju zatka. Kukulje se u tlu ili na površini- Prezimljuju kukuljica.

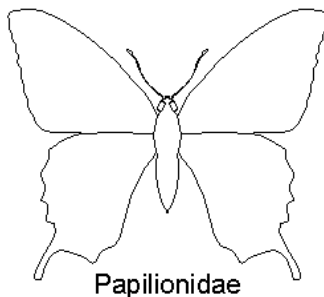
**Oleanderov ljljak** – *Daphnis nerii*

**Mrtvačka glava** – *Acherontia atropos*

**Hrvatska golupka** – *Hemaris / Macroglossum / croatica*

## Papilionidae – jedarca, lastinrepći





Papilionidae

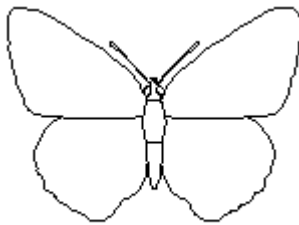


Veliki dnevni leptiri. Velika krila pri mirovanju uzdignu u vis. Stražnja su im krila na unutrašnjem rubu izrezana. Gusjenice, straga na glavi, imaju rašljice koje mogu ispružiti. Kukuljica je slobodna bez zapretka.

**Lastin rep** – *Papilio machaon*

**Jedarce** – *Iphiclides / Papilio / podalirius*

### Pieridae – Bijelci



Pieridae



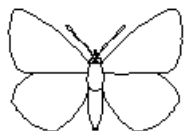
Srednje veliki dnevni leptiri, bijele ili žute boje s crnim šarama. Krila imaju ravan rub. Pri mirovanju ih drže sklopljena i dignuta u vis pa se vidi donja strana koja je bljeđa i neugledne boje. Prednje su im noge malo manje od srednjih.

**Veliki kupusar / kupusni bijelac I** - *Pieris brassicae*

**Mali kupusar** – *Pieris rapae*

**Glogov bijelac** – *Aporia crataegi*

### Lycaenidae – Plavci

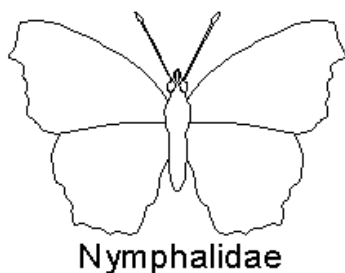


Lycaenidae



Srednje veliki leptiri, živahno obojenih krila. Gusjenice se najčešće hrane travama, ali su štete neznatne. Neke su vrste gusjenica zoofagne te se hrane mravima i drugim kukcima.

### Nymphalidae – šarenjaci, riđe



Nymphalidae

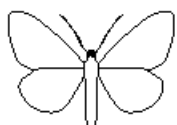


Dnevni leptiri kojima su prednje noge zakrčljale. njihova velika krila su na gornjoj strani živih i šarenih boja. kada ih pri mirovanju sklope u vis vidi se donja strana koja je neugledna, često slično obojena kao okolina u kojoj se nalaze, pa su u njoj dobro zaštićeni. Ticala su im kijačasta. gusjenice imaju trnovite izraštaje ili su kratko dlakave.

**Stričkov šarenjak** – *Vanessa / Pyrameis / cardui*

**Riđa velika** – *Nymphalis / Vanessa / polychlorus*

## Geometridae – grbice



Geometridae



Treći su po veličini red leptira. Leptiri su većinom vitkog tijela. Krila su im razmjerno velika, a pri mirovanju ih drže poput krova. ticala su im četinasta, često i češljasta. Gusjenice su duge i tanke. Imaju jedan ili dva para lažnih nogu pa se pri hodađu grbe.

**Grba korak** - *Peribatodes / Boarmia / rhomboidaria*

**Mali mrazovac** – *Operophtera / Cheimatobia / brumata*

**Veliki mrazovac** - *Eranis / Hibernia / defoliaria*

## Notodontidae – nakaznici



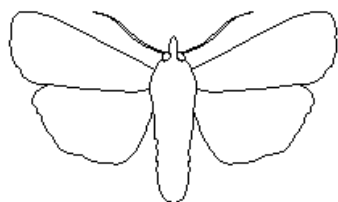
Notodontidae



Mali do srednje veliki leptiri čvrste tjelesne građe. Krila su većino u tonovima sive ili smeđe boje. Gusjenice su slabo dlakave ili gole, često neobičnog i nakaznog izgleda. Kukulje se na tlu.

**Borov četnjak** – *Thaumetopoea pityocampa*  
**Hrastov četnjak** – *Thaumetopoea processionea*  
**Lipov prelac** – *Phalera bucephala*  
**Topolin prelac** – *Clostera / Pygaera / anastomosis*

## Noctuidae – sovice



Noctuidae



Mali do vrlo veliki leptiri s krilima tamnih boja. Lete većinom noću. Ticala su im duga i četinjasta. Gusjenice su gole ili dlakave. Kukulje se u ili na tlu.

**Usjevna sovica** – *Agrotis / Scotia / segetum*

**Sovica ipsilon** – *Agrotis ipsilon*

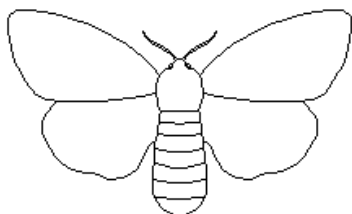
**Proljetna sovica** - *Euxoa / Agrotis / temera*

**Sovica gama** – *Mamestra / Barathra / brassicae*

**Kupusna sovica** – *Autographa / Plusia, Phytometra / gama*

**Povrtna sovica** – *Lacanobia / Mamestra, Barathra / oleracea*

## Lymantridae – prelcu gubari



Lymantriidae



Srednje veliki noćni leptiri, zdepastog tijela. Gusjenice imaju dlakave bradavice ili pramene dlačice ( žarke dlake ). Kukulje se u kokonima.

**Gubar** - *Lymantria dispar*

**Zlatokraj** – *Euproctis chrysorrhoea*

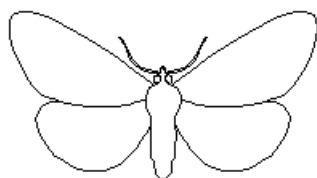
**Šljivin prelac** – *Orgyia antiqua*

**Smrakov prelac** – *Lymantria monacha*

**Topolin prelac** – *Leucoma / Stilpnotia / salicis*

## Arctiidae – medonjice



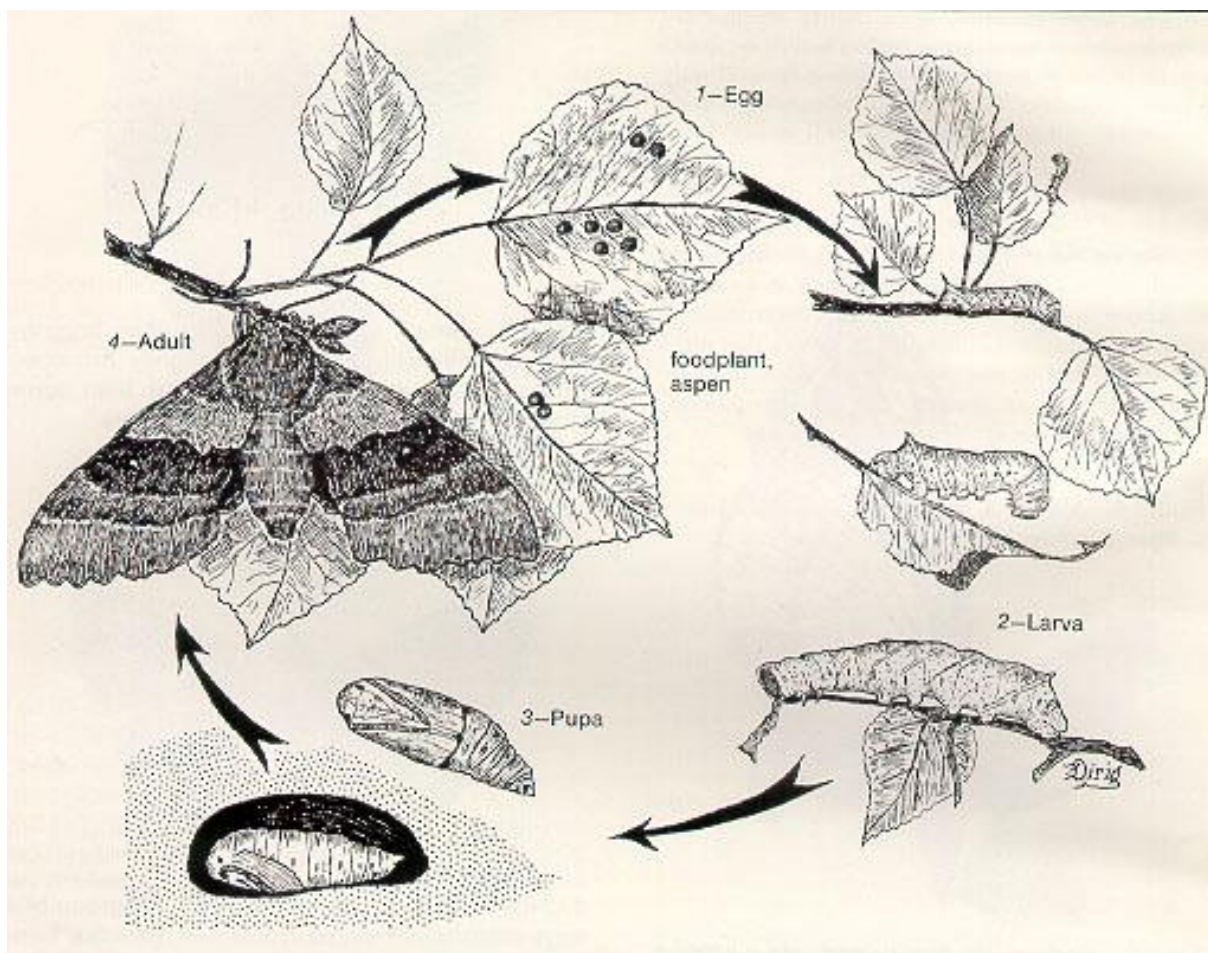


### Arctiidae



Srednje su veliki do veliki leptiri snažnog tijela i velikih krila. Krila su bijele boje s crnim, crvenim, žutim ili narančastim šarama. Mnoge ličinke su pokrivenе dugim i gustim dlakama.

**Dudovac** – *Hyphantria cunea*



Slika 137 Životni ciklus leptira

## HYMENOPTERA

## Opnokrilci

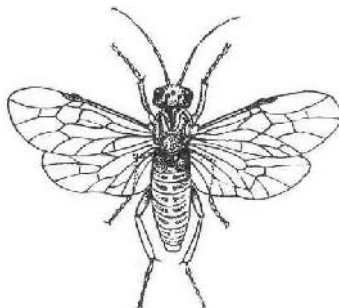
Ime Hymenoptera potječe od grčkih riječi "hymen" što znači opna, membrana i "ptera" što znači krila. Ono upućuje i na grčkog boga braka – *Hymeno*. Ime se ne odnosi samo na openasta krila, nego i na način na koji su krila "povezana u jedno" pomoću sićušnih kukica na stražnjim krilima – hamuli.

### Ekonomski značaj

Većina vrsta opnokrilaca je neizravno korisna čovjeku, bilo kao prirodni neprijatelji štetnih kukaca (predatori i parazitoidi) ili kao oprašivači. Ima i izravno korisnih – pčele. Samo mali broj opnokrilaca su herbivori i pripadaju štetnicima bilja. Odrasli oblici samo iznimno, npr. odlaganjem jaja u biljno tkivo, nanose štete poljoprivrednim kulturama. Štetne su ličinke koje se hrane lišćem ili se ubušuju u plodove i izboje.

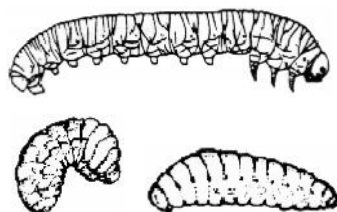
### Morfološke karakteristike

#### Imago



- ortognatan položaj glave
- ticala : nitasta, koljenasta pilasta ili perasta
- usni ustroj za grizenje izuzev u pčela gdje donje čeljusti i donja usna tvore proboskis za sakupljanje nektara
- sastavljene oči dobro razvijene
- 2para prozračnih openastih krila
- stopalo od 3 članka

#### Ličinka



- **ose biljarice:** Eruciformne (**pagusjenice**); dobro razvijena čahura glave; usni ustroja za grizenje; **3 para prsnih i 6-8 pari mesnatih lažnih nogu na zatku**

- **pčele i ose** : crvolika; dobro razvijena glava; usni ustroj za grizenje ; bez nogu i bez očiju
- **parazitske osice**: apodne, slične upljuvcima s manje ili više reduciranom glavom

Većina ličinaka opnokrilaca isprede za kukuljicu ( slobodna ) nepravilan ovoj ili čvršći zapredak od svilenkastih niti.

**Broj vrsta:** oko 120 000

**Podjela i predstavnici :**

**Podred : Symphyta**

- Obuhvaća fitofagne vrste

**Repičina osa listarica – *Athalia rosae***

**Šljivine osice – crna – *Hoplocampa minuta***

žuta – *Hoplocampa flava*

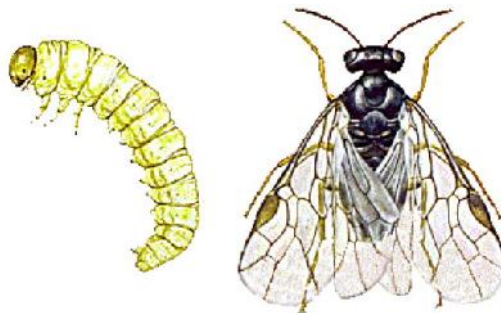
**Jabučna osica – *Hoplocampa testudinea***

**Trešnjina osica – *Caliroa cerasi***

**Kruškina osa srčikarica – *Janus compressus***



Slika 138 Repičina osa listarica – *Athalia rosae*



Slika 139 Crna šljivina osica – *Hoplocampa minuta*, ličinka i imago

**Podred : Apocrita**



- Većinom su paraziti drugih kukaca pa se ubrajaju u prirodne neprijatelje štetnika U ovaj podred se ubrajaju i neki socijalni – društveni kukci, a fitofagna je samo poneka vrsta

**Mravi** –*Formicidae*

**Ose** – *Vespidae*

**Pčele** – *Apidae*

**Entomofagne osice :**

**Anastatus disparis** – parazitira gusjenice gubara

**Apanteles spp** – parazitiraju gusjenice različitih vrsta leptira uključujući sovce i kukuruznog moljca

**Trichogramma spp** – parazitiraju jaja leptira



**Slika 140** Parazitska osica *Apanteles glomeratus* parazitira gusjenice kupusnog bijelca – *Pieris brassicae*



**Slika 141** *Trichogramma spp* parazitira jaja leptira

## NEUROPTERA

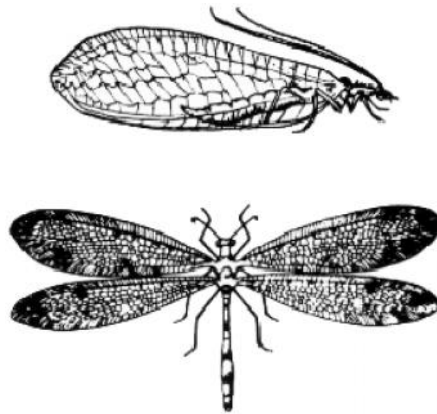
**Mrežokrilci**

Ime Neuroptera potječe od grčkih riječi "neuron" što znači žila, tetiva i "ptera" što znači krila. Domaći naziv mrežokrilci se odnosi na vrlo razgranatu nervaturu krila.

## Morfologija

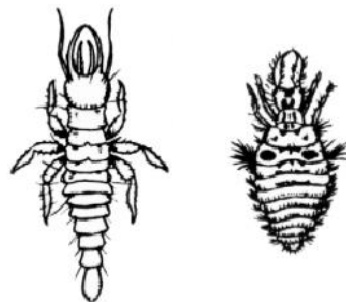
### Imago:

- ticala četina
- velike oči
- **usni ustroj za grizenje i žvakanje**
- **prednja i stražnja opnenasta krila su velika i približno jednaka, isprepletana mnogobrojnim žilama kao mrežom**
- za vrijeme mirovanja krila drže složena poput krova na kući



### Ličinka:

- glava je dobro razvijena. Iz mandibula i maksila razvile su se dvije jake kvake kojima zahvaćaju žrtvu jer su većinom predatori
- tri para prsnih nogu
- vodeni oblici imaju čekinjaste škrge na zatku



**Broj vrsta:** oko 5500

## Ekonomski značaj

Ličinke Megaloptera su važni predatori u vodenom ekosistemu. One su i hrana za ribe i druge vodene kičmenjake. Ličinke zlatooka su važni predatori štetnika poljoprivrednih kultura ( lisne uši, bijele mušice, štitasti moljci ). neke vrste se uzgajaju i prodaju radi biološkog suzbijanja štetnika.

## Važnije porodice:

### Myrmeleontidae – mravojedi

Ime su dobili po tome što su važni predatori mrava, iako se hrane i drugim manjim kukcima. Najčešća vrsta u nas je *Myrmeleon formicarius*

### Chrisopidae – zlatooke

Vrlo su važne predatorske vrste osobito u voćnjacima.

Odrasli oblici imaju nježno tijelo, najčešće zelene boje s dugim mrežastim krilima raspona 20-30 mm.

Jaja im leže na vrhu nitaste drške koju izlučuje ženski spolni organ. Time su jaja zaštićena od drugih grabežljivaca.

Ličinke su grabežljivci. Imaju izduženo mekano tijelo, bogato dugim dlakama. Ovisno o vrsti narastu do 15 mm. Žučkaste su ili žučkasto zelene boje. Vrlo su pokretljive i brze. Usni ustroj im je modificiran u obliku kliješta. Tijekom svog razvoja jedna pojede 200-500 odraslih lisnih uši ili 300-400 jaja krumpirove zlatice, a u jednom satu može pojesti 30- 50 crvenih paukova. Predatori su i lisnih buha, tripsa, štitastih moljaca, jaja konjaša i leptira itd. Imaju značajnu ulogu u biološkoj zaštiti bilja.

### Predstavnici:

*Chrysoperla carnea*

*Chrisopa septempunctata*

*Cuntochrisa*



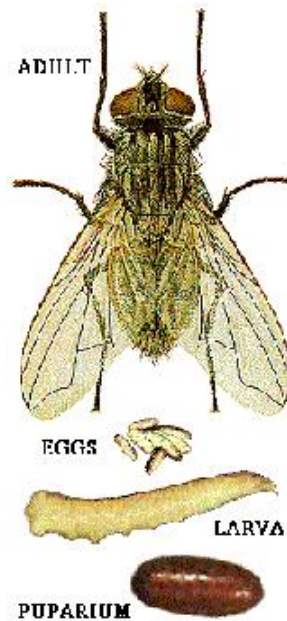
Slika 142 Zlatooka - *Chrysoperla carnea*

## DIPTERA

## Dvokrilci

Ime Diptera potječe od grčkih riječi "di " što znači dva i "ptera" što znači krila, a odnosi se na činjenicu da muhe imaju samo jedan par krila.

### Morfološke karakteristike:



Slika 143 Razvojni stadiji kučne muhe – *Musca domestica*

### Imago:

- ticala mala s četinom na vrhu, rjeđe duga i nitasta
- **usni ustroj podešen za bodenje i sisanje, sisanje i lizanje ili za upijanje**
- mezotoraks veći od pro- i metatoraksa
- **jedan par krila (prednja); stražnja reducirana (haltere)**
- stopalo od 5 članaka

### Ličinka:

- većinom **apodna**. Obično ima nabore za puzanje
- kapsula glave prisutna s usnim ustrojem za grizenje ili
- glava reducirana sa zakržljanim usnim ustrojem

### Kukuljica

- **bačvasta** (pupa coarctata) ili pokrivena (pupa obtecta)

**Broj vrsta:** oko 98 500

## **Ekonomski značaj**

Dvokrilci vjerojatno imaju veći ekonomski utjecaj na ljude od bilo koje druge grupe kukaca. Neke muhe su štetnici poljoprivrednih kultura, druge prenose bolesti ljudi i domaćih životinja. S druge strane mnoge muhe su korisne – osobito one koje oprašuju biljke cvjetnice, pomažu u razgradnji organske tvari ili služe u biološkom suzbijanju štetnih kukaca.

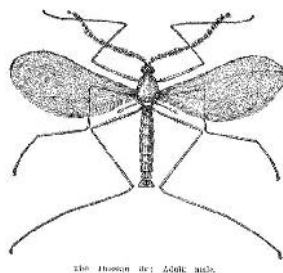
**Podjela i predstavnici :**

## **FITOFAGNI DVOKRILCI**

### **Mušice šiškarike – Cecidomyidae**

Hesenska mušica – *Mayetiola destructor*

Mušica šiškarike kruškinih plodova – *Contarinia pyrivora*



**Slika 144 Hesenska mušica – *Mayetiola destructor***

### **Voćne muhe – Trypetidae**

Trešnjina muha – *Rhagoletis cerasi*

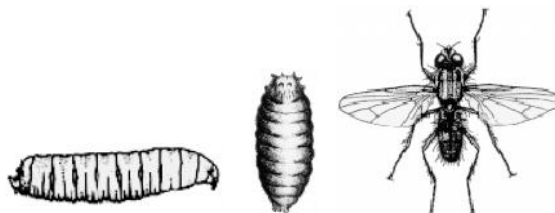
Maslinina mušica – *Batrocera (Dacus) oleae*

Meditranska voćna muha – *Ceratitis capitata*

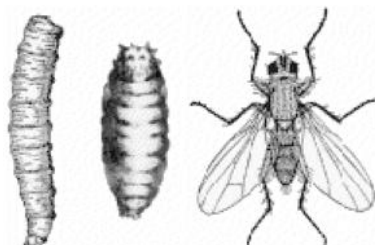


**Slika 145 Trešnjina muha – *Rhagoletis cerasi***

## Cvjetne muhe – Anthomyidae



Slika 146 Kupusna muha - *Delia radicum* = *Phorbia brassicae*



Slika 147 Lukova muha – *Delia antiqua*

## Muhe vlatarice – Chloropidae

Švedska muha – *Oscinella frit*

Klorops – *Chlorops pumilionis*



Slika 148 Klorops – *Chlorops pumilionis*

## Gole muhe – Psilidae



Slika 149 Mrkvina muha – *Psila rosae*



## Helomyzidae

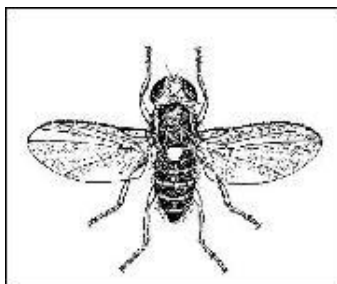
Češnjakova muha – *Helomyza lurida*

## Muhe - lisni mineri – Agromyzidae

*Lyriomyza trifolii*

*Phytomyza horticola*

Lukova minirajuća muha - *Lyriomyza cepae*



Slika 150 *Lyriomyza trifolii*

## Octene muhe – Drosophilidae i dr.

### ZOOFAGNI DVOKRILCI

Komarci – *Culicidae*

Papatači – *Psychodidae*

Obadi – *Tabanidae*

Domaće muhe – *Muscidae*

Muhe pecavke – *Stomoxyidae*

Muhe strvinarke – *Sarcophagidae*



Slika 151 Komarci – *Culicidae*

## Entomofagni dvokrilci

### CECIDOMYDAE



Slika 152 *Aphidoletes aphidimyza* – ličinke su predatori lisnih uši

### TAHINE ILI MUHE GUSJENIČARKE – TACHINIDAE

*Voria ruralis* parazitira gusjenice sovice gama

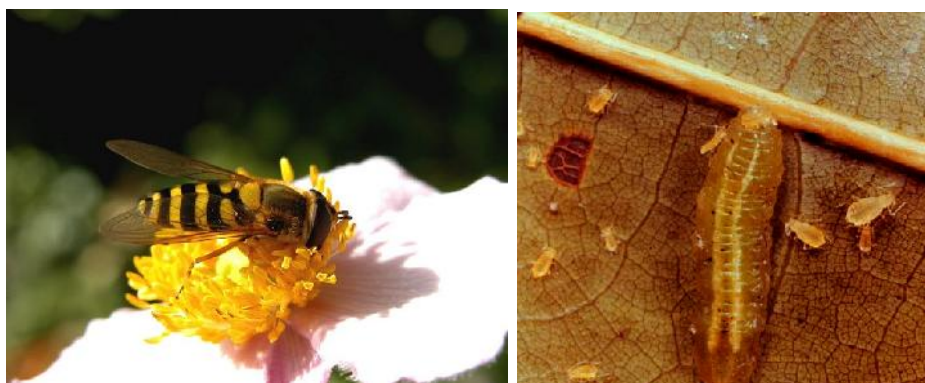
*Exorista larvarum* i *Compsilura concinata* parazitiraju gubara, zlatokraja, sovice i druge štetnike

*Doryphorophaga doryphorae* – parazit krumpirove zlatice



Slika 153 Muhe *Tachinidae* parazitiraju gusjenice različitih leptira

**OSOLIKE MUHE – LEBDILICE – SYRPHIDAE - predatori lisnih uši**



**Slika 154 Osolika muha – *Syrphus spp* ; ličinke su predatori lisnih uši**

# OSTALI ŠTETNICI BILJA

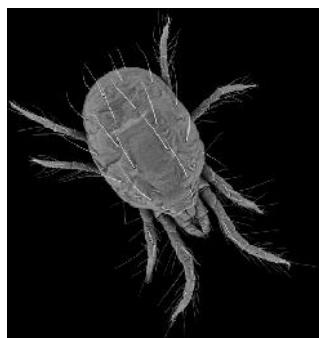
## KOLJENO ARTHROPODA- ČLANKONOŠCI

### RAZRED ARACHNIDA - PAUČNJACI

#### RED ACARINA - GRINJE

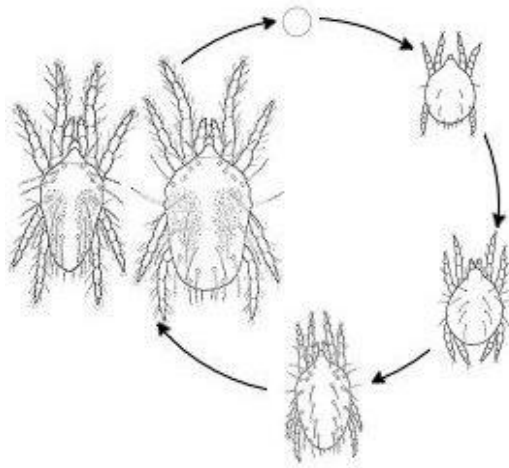
Grinje su člankonošci pripadnici razreda Arachnida (paučnjaci). Većina grinja su paraziti životinja ili predatori sitnih organizama. Mnoge vrste se hrane biljem ili biljnim i životinjskim ostacima.

Fitofagne grinje su vrlo sitne, uglavnom manje od 1 mm, a najčešće 0,2 – 0,3 mm. Tijelo im je manje ili više ispupčeno, okruglog, ovalnog ili kruškolikog oblika. Grinje nemaju vidljivu segmentaciju tijela. Kod nekih vrsta su manje ili više izražene brazde koje dijele tijelo na prednji (glavopršnjak) i stražnji (zadak) dio tijela.. Na prednjem dijelu tijela nalazi se usni ustroj koji je najčešće podešen za bodenje i sisanje i uz njega čeljusna pipala. Grinje imaju 4 para nogu, izuzev grinja šiškarica koje imaju 2 para nogu i ličinki prvog stadija crvenih pauka koje imaju 3 para nogu (Sl 155.).



Slika 155 grinja

Grinje su razlučenog spola. Najčešće razmnožavaju spolno (gamogenezom). Ženke su oviparne. Razlikuju se zimska jaja koja prezimljuju i ljetna jaja generacija koje se javljaju tijekom vegetacije. Razvoj grinja teče kroz slijedeće faze: jaje, ličinka, nimfa i odrasli oblik. Ličinke se razlikuju od odrasle grinje odsutnošću spolnog otvora i stražnjeg para nogu. Nakon nekoliko presvlačenja prelaze u stadij negibive kukuljice lili nimfe. Nimfe kao i odrasle grinje imaju 4 para nogu i začetke vanjskih spolnih organa. Prijelaz iz jednog stadija u drugi teče kroz mirovanje i presvlačenje.



Slika 156 Razvojni ciklus grinja

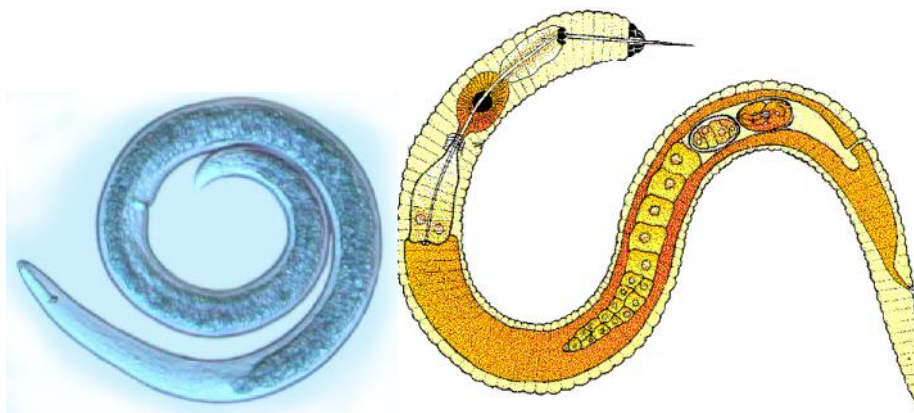
## KOLJENO NEMATHELMINTES - OBLENJACI

### RAZRED NEMATODA – OBLIĆI, VALJKASTI CRVI, NEMATODE

Nematode su sitne životinje veličine 0,5 – 2 mm. Nemaju pigmenta pa su bjelkaste ili žućkaste boje. Tijelo im je izduženo, nitastog ili vretenastog oblika, a kod slabo pokretnih vrsta kruškoliko ili okruglasto (cistolike nematode).

Ovisno o vrsti hrane kojom se hrane razlikuju se fitonematode, zoonematode i saprofagne nematode.

Na tijelu nematoda se razlikuju 3 dijela: prednji, srednji i stražnji ili repni dio. Na prednjem dijelu ili glavi nalazi se usna šupljina okružena pokretnim ustima. U usnoj šupljini fitonematoda nalazi se poseban organ u vidu bodeža (stilet) kojim prodiru u biljno tkivo i sišu biljne sokove. U srednjem dijelu se nalazi srednje crijevo i spolni organi sa spolnim otvorom. Na repnom dijelu se nalazi analni otvor. (Sl 157)



Slika 157 Nematode – morfološka i anatomska građa

Nematode se razmnožavaju spolno. Ženke su većinom oviparne. Nosivost ženki je vrlo visoka, neke odlože i do 2500 jaja. Razvoj nematoda teče kroz 4 stadija: jaje, ličinka i odrasla jedinka. Ličinke se razlikuju od odraslih po odsutnosti spolnih organa. Ličinke prolaze kroz 4 razvojna stadija koji su odvojeni presvlačenjem.

U nepovoljnim životnim uvjetima neke nematode prelaze u anabiozu. To je stadij potpunog mirovanja ukojem mogu preživjeti i do 30 godina.

Razlikujemo više fitofagnih nematoda koje mogu pričiniti velike štete poljoprivrednim kulturama (nematode korijenovih guka, cistolike nematode, repina nematoda, žitna nematoda, stabljikine nematode)



Slika 158 Stabljikina nemetoda – *Ditylenchus dipsaci*

## RAZRED MAMMALIA - SISAVCI RED RODENTIA – GLODAVCI

Najveći su red sisavaca. Opisano ih je oko 2800 vrsta. Ime su dobili po sjekutićima, odnosno glodnjacima kojih imaju po dva u svakoj čeljusti (lat. rodere= glodati). Oni stalno rastu i glodavci su prinuđeni da ih glodanjem troše. Tijelo glodavaca je obično malo, tamne ili sivkaste boje. Prednje noge mnogih vrsta služe za prihvaćanje i pridržavanje hrane.

Većina glodavaca spolno dozrijeva vrlo brzo. Ženke su jako plodne. Sitnije vrste rađaju mlade i nekoliko puta u godini. U klimatski povoljnim godinama uz obilje hrane mogu se prenamnožiti.

Glodavci su većinom biljojedi. Hrane se sjemenkama, plodovima, lišćem, pa i korom drveta. Važni su štetnici poljoprivrednih kultura, prenositelji bolesti, a zimi se zavlače u košnice.

Glodavce možemo podijeliti u poljske glodavce i glodavce u skladištima.

### Poljski glodavci su:

- poljska voluharica - *Microtus arvalis*
- vodena voluharica - *Arvicola terrestris*
- podzemni voluharići- *Pitymys*
- žutogrli miš - *Apodemus flavicollis*
- prugasti poljski miš - *Apodemus agrarius*



- hrčak - *Cricetus cricetus*
- bizamac - *Ondatra zibetica*
- krtica - *Talpa europea*
- vjeverica - *Sciurus vulgaris*

#### Glodavci u skladištima su:

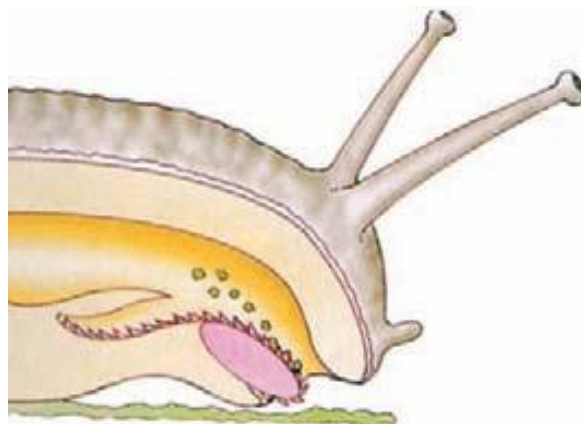
- sivi štakor - *Ratus norvegicus*
- crni štakor - *Rattus rattus*
- domaći miš - *Mus musculus*

## KOLJENO MOLUSCA – MEKUŠCI RAZRED GASTROPODA – PUŽEVI

Puževi su najbrojniji razred mekušaca. Prisutni su u skoro svim tipovima staništa. Kopnene vrste pripadaju podrazredu Pulmonata – plućnjaci.

Tijelo puža je mekano, pokriveno žlijezdama koje izlučuju sluz. Na tijelu se razlikuju glava, trup i stopalo .

Na glavi su 2 para pipala. Na velikom paru se nalaze jednostavne oči, a na malom paru osjetilo za opip, njuh i ravnotežu. U ždrijelu puževa se nalazi poseban organ za usitnjavanje hrane koji se zove trenica ili radula. To je tanka hitinozna membrana na kojoj je veći ili manji broj hitinskih zubića zavnutih unatrag (sl 159).



Slika 159 Glava puža

Stopalo je mišićni organ koji je proširen u taban i služi za polagano sklizanje po podlozi. Klizanje omogućava sluz koja se izlučuje iz mnogobrojnih žlijezda na tabanu.

Puževi su hermafroditi, svaka jedinka ima i muške i ženske spolne organe. Funkcioniraju naizmjenično kao mužjaci, odnosno ženke. Međusobno se pare i odlažu jaja (Sl 160).



**Slika 160 Životni ciklus puža**

Kopnene vrste puževa se uglavnom hrane noću ili za oblačnog i kišovitog vremena. Preko dana miruju zadržavajući se na vlažnim mjestima, u tlu, pod listincem, kamenjem, na donjoj strani lišća i sl.

Štete čine na ratarskim kulturama (žitarice, uljana repica, ...), povrću (salata, kupusnjače, grašak, ...), voćkama (jagode ...), cvijeću. Jezikom koji nazivamo radula ili trenica polako, ali temeljito, stružu mekane dijelove biljaka te izgrizaju rupe u listovima, plodovima i gomoljima. Biljke također prljaju izmetinama i sluzi.

Prisutnost puževa na biljkama možemo prepoznati po sluzavom sjajnom tragu koji ostavljaju za sobom.

Vrste koje se javljaju kao štetnici u poljoprivredi najvećim dijelom spadaju u **puževe golaće**. Najvažnije vrste su:

- vrtni puž golać – *Arion hortensis* (Sl 161)
- crveni puž golać – *Arion rufus*
- veliki pepeljasti golać – *Limax maximus*
- mali sivi golać – *Deroceras reticulatum* i dr.



Slika 161 Vrtni puž golač - *Arion hortensis*

Od puževa s kućicom štetnije su vrste rodova *Helix*, *Helicella* i *Hygromia*.



Slika 162 Vinogradarski puž – *Helix pomatia*

## KOLJENO CHORDATA - SVITKOVC PODKOLENO VERTEBRATA - KRALEŽNJACI RAZRED AVES – PTICE

Ptice su dvonožni, toplokrvni kralježnjaci koji odlažu jaja. Među pticama je izražen spolni dimorfizam. Mužjaci su obično veći i ukrašeni raznobojnim perjem. Ptice karakterizira jako razvijen nagon za odgajanjem potomstva. One prave gnijezda, leže na jajima i hrane podmladak dok se ne osposobe za samostalnu ishranu.

Od ukupnog broja ptica samo jemanji broj štetan za poljoprivredne kulture. Pretežno se hrane hranom životinjskog porijekla (kukcima, sitnim glodavcima, ...) pa imaju važnu ulogu u održavanju prirodne ravnoteže. Zato ih se **ne** smije **ubijati**. Povremeno koriste biljnu hranu.

Samo su dvije vrste pretežito štetne - svraka i vrana. Najveće štete čine nakon sjetve oštećujući sjeme, klice i mlade biljke. Pred berbu na suncokretu i kukuruzu oštećuju sjeme, a na grožđu i voću plodove. Na uskladištenom sjemenu naročito su štetni golubovi i vrapci.

## LITERATURA

Kovačević, Željko, Primjenjena entomologija, Zagreb: Nakladni zavod Hrvatske, 1950.  
Maceljki, Milan, Poljoprivredna entomologija, Čakovec: Zrinski d.d. 1999.  
Matoničkin, Ivo. Habdija, Ivan i Primc-Habdija Biserka, Beskralješnjaci, Zagreb: Školska knjiga d.d. 1999.  
Sekulić, Radosav i Babović, Milorad, Zaštita bilja, Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva 2002.

<http://www.ento.csiro.au/education/allies/chilopoda.html> (2008.)  
<http://aesop.rutgers.edu/~hamilton/lecture2.htm> (2008.)  
<http://aramel.free.fr/> (2008.)  
<http://biokeys.berkeley.edu/.../beetlediagram.jpg> (2008.)  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Insects\\_morphology\\_and\\_anatomy](http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Insects_morphology_and_anatomy) (2008.)  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Acari>  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Arthropod> (2008.)  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Insect> (2008.)  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Nematode>  
[http://geol.pmf.hr/~jsremac/predavanja/sistemska\\_paleontologija/05\\_gastropoda.pdf](http://geol.pmf.hr/~jsremac/predavanja/sistemska_paleontologija/05_gastropoda.pdf)  
<http://hr.wikipedia.org/wiki/Ptice>  
<http://hydrodictyon.eeb.uconn.edu/courses/EEB286/> (2008.)  
<http://imfc.cfl.scf.rncan.gc.ca/.../entomo-eng.html> (2008.)  
<http://insects.tamu.edu/students/undergrad/ento201/lecture.html> (2008.)  
<http://library.thinkquest.org/26153/marine/arthro.htm> (2008.)  
[http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/pdf/PP401\\_08.pdf](http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/pdf/PP401_08.pdf)  
<http://schulen.kreis-wtm.de/saaf/bionline/tier/insektenkrper/insekten1.htm> (2008.)  
<http://www.afblum.be/bioafb/insectes/insectes.htm> (2008)  
<http://www.amentsoc.org/insects/fact-files/> (2008)  
<http://www.amentsoc.org/insects/fact-files/antennae.html> (2008.)  
[http://www.amnh.org/learn/biodiversity\\_counts/ident\\_help/Parts\\_Arthropods/parts\\_art\\_hropods\\_index.htm](http://www.amnh.org/learn/biodiversity_counts/ident_help/Parts_Arthropods/parts_art_hropods_index.htm) (2008.)  
<http://www.biology.ualberta.ca/mitchell.hp/Structure/modules.pdf> (2008.)  
<http://www.biology-resources.com/all-insects.html> (2008.)  
<http://www.brandonsd.mb.ca/.../insects.htm> (2008.)  
[http://www.brisbaneinsects.com/brisbane\\_insects/ScientificInsect.htm](http://www.brisbaneinsects.com/brisbane_insects/ScientificInsect.htm) (2008)  
<http://www.cafcs.wvu.edu/plsc/faculty/Entomology/park/ENTO404/L16.pdf> (2008.)  
<http://www.cafcs.wvu.edu/plsc/faculty/Entomology/park/ENTO404/L16.pdf> (2008.)  
<http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/>  
<http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/announce.html> (2008.)  
<http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/index.html> (2008.)  
<http://www.cartage.org.lb/> (2008.)  
<http://www.christiandiscussionforums.org> (2008.)  
<http://www.cnr.berkeley.edu/classes/espm-140/> (2008.)  
<http://www.dkimages.com> (2008.)  
<http://www.earthlife.net/insects/anatomy.html> (2008.)  
<http://www.earthlife.net/insects/anatomy.html> (2008.)  
<http://www.earthlife.net/insects/anatomy.html> (2008.)  
<http://www.earthlife.net/insects/six.html> (2008.)  
<http://www.earthlife.net/inverts/nematoda.html>

<http://www.enchantedlearning.com/subjects/insects/printouts.shtml> (2008.)  
<http://www.ento.csiro.au/education/allies/gastropoda.html>  
<http://www.ento.csiro.au/education/allies/gastropoda.html>  
<http://www.entomology.umn.edu/cues/4015/morpology/> ( 2008.)  
<http://www.entomology.umn.edu/cues/4015/morpology/index.htm> ( 2008.)  
<http://www.entomology.umn.edu/museum/links/coursefiles/Hemip%20characters.html>  
( 2008. )  
<http://www.everythingabout.net> (2008.)  
<http://www.faunistik.net/DETINVERT/MORPHOLOGY/ morphology.html> 2008.)  
<http://www.feenixx.com> (2008.)  
[http://www.feenixx.com/arthropods/insect\\_identification\\_poster2.htm](http://www.feenixx.com/arthropods/insect_identification_poster2.htm) ( 2008. )  
<http://www.futura-sciences.com> (2008.)  
[http://www.geocities.com/brisbane\\_insects/InsectWings.htm](http://www.geocities.com/brisbane_insects/InsectWings.htm) (2008.)  
<http://www.iee.uu.se/zoekol/pdf/Lecture> (2008.)  
<http://www.insecta.co.za> (2008.)  
<http://www.insecte.org/spip.php?article27> (2008.)  
<http://www.ipm.uiuc.edu/cropsci270/syllabus/index.html> (2008 )  
<http://www.kidport.com/RefLib/Science/Animals/Insects.htm> (2008.)  
<http://www.kwic.com/~pagodavista/schoolhouse/species/insects/bugparts.htm>  
[http://www.landcareresearch.co.nz/education/insects\\_spiders/insects/](http://www.landcareresearch.co.nz/education/insects_spiders/insects/) (2008.)  
<http://www.lebendiger-unterricht.de/html/insekten.html> (2008)  
<http://www.lernstunde.de/thema/insekten/grundwissen.htm> ( 2008.)  
<http://www.leschevaliersdelonde.org/Anatomie-des-ins...> (2008.)  
<http://www.niica.on.ca/Nature/Inserts.aspx> (2008.)  
<http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/info/primer.html> (2008)  
<http://www.peripatus.gen.nz/Taxa/Arthropoda/Index.html> (2008.)  
<http://www.profil-international.hr/files/kATALOZI/Priroda,%20biologija/Arak%20BI%20Biologija%207%20Papac,%20Pintar.pdf>  
<http://www.ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/gastropoda.php>