



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



Михаела Кавран, Александра Игњатовић-Ђупина
Сара Шиљековић, Душан Петрић

ОСНОВИ ЕНТОМОЛОГИЈЕ

ПРАКТИКУМ



Универзитет у Новом Саду,
Пољопривредни факултет

ОСНОВИ ЕНТОМОЛОГИЈЕ
(за предмет Основи ентомологије)

ПРАКТИКУМ

др Михаела Кавран

др Александра Игњатовић-Ћупина

мсц. Сара Шиљеговић

др Душан Петрић

Нови Сад, 2025. година

Едиција:
Помоћни уџбеник, Основи ентомологије

Оснивач и издавач едиције:
Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад, Нови Сад, Трг
Доситеја Обрадовића 8;
Година оснивања: 1954.

Главни и одговорни уредник едиције:
Декан, проф. др Ненад Магазин,
Пољопривредног факултета Нови Сад

Чланови Комисије за издавачку делатност:
проф. др Марица Петровић, ванредни професор- председник
проф. др Дејан Беуковић, ванредни професор, - члан
проф. др Зорица Срђевић, редовни професор - члан
проф. др Ивана Давидов, редовни професор - члан
проф. др Ксенија Мачкић, ванредни професор - члан

Аутори:

др Михаела Кавран, доцент
др Александра Игњатовић-Ћупина, редовни професор
Мсц. Сара Шиљековић, истраживач приправник
др Душан Петрић, редовни професор

Главни и одговорни уредник:

проф. др Ненад Магазин, Декан,
Пољопривредног факултета Нови Сад

Уредник:

др Михаела Кавран, доцент

Насловна фотографија:
Eurythrea aurata (Pallas, 1776)

Аутор насловне фотографије:

др Никола Весовић, виши научни сарадник

Технички уредник:

Вид Срдић

Рецензенти:

др Жељко Томановић, редовни професор, дописни члан САНУ
др Александра Коњевић, ванредни професор

Издавач:

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад

Забрањено прештампавање и фотокопирање. Сва права задржава издавач.

Штампање овог уџбеника је одобрило Наставно-научно веће
Пољопривредног факултета у Новом Саду на седници од 31.7.2025. године,
број одлуке: 1185/1/3

Тираж:

20 примерака

Место и година штампања:

Нови Сад, 2025. година

ISBN 978-86-7520-639-2

Пролог

Овај практикум заснован је на идеји див човека, професора Живка Срдиха, о концепту вежби на предмету Општа ентомологија. Идеја се развијала и расла и током једног периода била оплемењена знањем нашег колеге и пријатеља професора Митра Вуковића са Пољопривредног факултета у Земуну. У то лепо време пуно ентузијазма и продуктивности, професор Вуковић је често боравио у Новом Саду и учествовао у предавањима и вежбама. Повезани ставом да је знање најмоћније оружје у потрази за истином који је опчињавао и наше студенте, заједно смо унапређивали план и програм наставе.

Путеве којима смо сами и заједно корачали, на њима учили и предавали знање онима које је наше знање интересовало, на занимљив начин описује наш драги пријатељ професор Драгутин Т. Михаиловић који је рекао: “Напредак друштва се не остварује насилним школовањима, него стрпљивим и упорним радом у свим активностима па и у науци. Тек тако може да се одржи оно што нас је увек и држало – а то је традиција”.

И професор Срдих и професор Вуковић својим доприносом заузимају место међу ауторима овог практикума. Нажалост, због административно-правних препрека нисмо у могућности да им обезбедимо место које заслужују. Отуда овај кратки текст за који се надамо да ће читаоцу објаснити њихову улогу, како у настајању овог дела тако и у нашим животима.



Lucanus cervus (Linnaeus, 1758)
- Јеленак је инсект чији мужјаци имају модификоване мандибуле које изгледом подсећају на рогове јелена, по чему је и добио име. Женке немају ову модификацију. Лете у вечерњим сатима. Женке полажу јаја у труло дрвеће из којих се испиле ларве и хране се трулим дрветом.

Предговор

Практикум под насловом Основи ентомологије намењен је студентима основних студија смера Фитомедицина. Овај практикум прати градиво предвиђено планом и програмом предмета Основи ентомологије.

Предмет Основи ентомологије отвара студентима врата у свет инсеката и даје им базу за даље ширење знања из области ентомологије која до краја основних студија прожима овај студијски програм. Савладавање градива из Основа ентомологије, омогућава лако и брзо учење и разумевање осталих предмета који следе из уже научне области Ентомологија.

Прича о инсектима која је представљена у практикуму уводи студенте у један, за њих најчешће непознат, део живог света са хиљадама врста чијег присуства често нису свесни, а када јесу неретко их се плаше.

Ова прича има за циљ, не само упознавање са фасцинантним светом инсеката, грађом и функцијом њиховог тела и начинима препознавања различитих стадијума развоја и јединки, него пре свега разумевање пресудног значаја који инсекти имају за опстанак наше планете.

Пратећи детаљна упутства за рад са инсектима која су усмерена на развијање вештина посматрања и опажања, студенти се обogaћују знањем које им помаже да се ослободе страха и nelaгоде од непознатог.

Алан Ватс је рекао: „Када страх од непознатог заменимо знатижељом, отварамо се бесконачном низу могућности“. Можемо дозволити да страх влада нашим животима или можемо остати детињасто радознали, померајући границе, искачући из зона удобности и прихватајући оно што живот ставља пред нас.

Аутори

Нови Сад, 2025.

САДРЖАЈ

Традиционални изговор латинских речи и њихово значење.....	1
1. Опрема и материјал за вежбе	4
2. Интегумент	9
3. Морфологија главеног региона: површине и шавови главе (<i>cephalon, caput</i>).....	12
4. Типови пипака	18
5. Типови усних апарата	31
6. Морфологија торакса (<i>thorax</i>).....	50
7. Типови ногу	57
8. Типови крила	73
9. Морфологија абдомена (<i>abdomen</i>).....	85
10. Систем органа за варење	97
11. Полни систем.....	106
12. Нервни систем	112
13. Типови ларви и лутки	123
14. Кључ за одређивање основних типова ларви инсеката	128
15. Кључ за одређивање основних типова лутки инсеката	132
Литература	133

Традиционални изговор латинских речи и њихово значење

Традиционално изговарање слова и њихових комбинација у речима латинског језика засновано је на следећим правилима:

1. Самогласници **a e i o u** изговарају се једнако: **а е и о у**.
2. Самогласник **i** пред самогласником чита се као **j**: **iam** - **јам**.
3. Самогласник **u** чита се као **и**: **Pyrrhus** - **Пирус**. Двогласници (дифтонзи) **ae, oe** изговарају се као **е**, а двогласник **au** једнако. Нпр. **Caesar, poena, Augustus** изговарамо **Цезар, пена, Аугустус**.
4. Неке речи имају знак дијерезе, што значи да се сваки самогласник изговара засебно - нпр. **poëta** - **поета**.
5. Сугласник **c** се чита као **ц** испред **i e y**: **Cicero** - **Цицеро**, **Cyrus** - **Цирус**; такође испред двогласника **ae oe** који имају вредност гласа **e** (**amicae coepi** - **амице цепи**).
6. Сугласник **s** се чита као **к** испред **a o u**: **amica duco amicus** - **амика дуко амикус**.
7. Сугласник **s** се чита као **к** на крају речи: **nunc** - **нунк**.
8. Сугласник **c** се чита као **к** пред сугласником (који се по правилу изговара као **ц**): **esse** - **екце**.
9. Двогласник **ch** се изговара као **х**: **schola** - **схола**.
10. Сугласник **q** увек има поред себе **u**: **qui** се чита као **кви**.
11. Скупина **ngu** и **su** пред самогласником се чита **нгв, св**: **lingua** - **лингва** (само кад је ненаглашен).
12. Двогласник **ph** се изговара као **ф**: **philosophia** - **филозофија**.
13. Двогласници **th rh** се изговарају **т р**: **theatrum** - **театрум**, **Rhenus** - **Ренус**.
14. Група **ti** пред вокалом чита се као **ци**: **natio** - **нацио**. Ипак се у неким случајевима чита као **ти**: кад пред групом следе слова **x s t** као у речи **bestia** - **бестиа**.
15. Сугласник **x** се чита као **кс**: **dux** – **дукс**, осим када долази до једначења по звучности у транскрипту **exocuticula** – **егзокутикула**.

Грчке и латинске речи се користе као корени многих научних термина који се користе у биологији/ентомологији у великом броју светских језика. Познавање значења корена речи ће вам помоћи да се сетите или откријете значење појединих термина.

Листа често коришћених префикса и суфикса:

1. **a-, an-** значи **без** или **не** (аподна ларва нема ноге).
2. **ante-** значи **испред**, **пре** и може се односити на време, место и ред (**антепронотум** – склерит испред пронотума; **антериор** – предњи/испред).
3. **cauda-; -oura** (грчки) значи нешто што се налази на крају тела и подсећа на реп (**каудалне** трахеобранхије – трахеобранхије које се налазе на крају тела).
4. **dorso-** значи **леђни**, **горњи** (**дорзална** страна тела – горња страна тела)
5. **epi-** значи **над**, **преко** (**епикутикула** – слој који покрива остале слојеве кутикуле; **епицентар** – изнад центра)
6. **ecto-, exo-** значи **спољашњи** (**егзокутикула** – спољашњи слој кутикуле, први испод епикутикуле)
7. **endo-** значи **у**, **унутар**, **између** (**ендокутикула** – унутрашњи слој кутикуле)
8. **gnatho-** значи **вилични**, **везано за вилицу** (**гнатоцефалон** – део главе на коме се налази усни апарат)
9. **hetero-** значи **другачије**, **различито** (**хетероген** – различитог порекла, неуједначен)
10. **holo-** значи **свеобухватан**, **целовит**, **потпун** (**холометабола** – потпуни преображај)
11. **homo-** значи **сличан**, **уједначен**, **једнак** (**хомоген**)
12. **hyper-** значи **изнад**, **преко**, **повишен**, **вишак** (**хипертензија** – повишени притисак)
13. **hypo-** значи **испод**, **под-**, **снижен** (**хипофаринкс** – орган који се налази испод фаринкса)
14. **iso-** значи **једнак**, **сличан** (**Isoptera** је ред термита где касте које могу да лете имају слично грађена предња и задња крила)
15. **meso-** значи **средњи**, **средишњи** (**мезоторакс** – средњи сегмент торакса)
16. **meta-** значи **иза**, **свеобухватан**, **промена**, **трансформација** (**метаморфоза** – промена облика, преображај; **метаторакс** – задњи сегмент торакса)
17. **-phago, tropho-** значи **храна**, **хранити се** (**фитофагни** – хране се биљкама; **трофалаксија** - преношење хране или других течности између јединки у нпр. мравињаца и термитњаца путем храњења уста на уста или анус на уста)
18. **mono-** значи **једно**, **једино**, **само** (**монофагни** – храни се само једном врстом; **монотеизам** – веровање у једног бога)

19. **oligo-** значи **мален, малобројан** (олигофаган – храни се са неколико врста)
20. **poly-** значи **много, више** (полифаган – храни се великим бројем врста или типова хране)
21. **pan-, pant-, panto-** значи **све, сав, сва** (панфаган – храни се са више типова хране; пандемија – обухвата сав народ, свеобухватна = светских размера, епидемија)
22. **opistho-** значи **према назад, иза** (опистогнат – усни апарат усмерен према крају тела)
23. **ortho-** значи **прав, усправан, под правим углом, правилан** (ортогнат - усни апарат усмерен под правим углом у односу на осовину тела)
24. **para-** значи **уз, покрај, према, поред, уско повезан** (паранотални – уско повезан са нотумом)
25. **post-** значи **иза** (постпронотум – иза пронотума)
26. **pro-, pra-, proto-** значи **први, главни, изворни, најранији** (проторакс – први сегмент торакса)
27. **ptero** значи **крило, крилат, који се односи на крило** (Diptera – ред инсеката у коме све крилате јединке имају само два крила)
28. **sclero-** значи **тврд, стврднут** (склеротин – протеин који учествује у склеротизацији тј. отврђавању кутикуле)
29. **tricho-** значи **длака** (трихогена ћелија – ћелија која продукује длаку)
30. **-tropo** значи **заокрет, реакција, промена** (фототропизам – реакција на светло и кретање према или од њега)
31. **ventro-** значи **доњи, трбух, груди** (вентрална страна тела – код инсеката доња страна тела).

1. Опрема и материјал за вежбе

Вежбе на предмету Основи ентомологије подразумевају индивидуални рад студената. Да би студент успешно извршио задату вежбу потребна је следећа опрема (Слика 1.1):

- бинокуларна лупа
- ентомолошке пинцете (2 комада)
- ентомолошке игле
- маказице
- дубока Петри посуда
- Петри посуда са воском
- флашица са водом или физиолошким раствором
- упутство за дисекцију (садржано у практикуму)
- шеме инсекатског тела за обележавање (садржане у практикуму).



Слика 1.1 Опрема и материјал за вежбе на предмету Основи ентомологије
(Фото: Михаела Кавран, 2024)

Опште упутство за рад:

Након добијања инсекатског материјала, инсекта ставите у Петри посуду. Уколико се врши преглед инсекта, користи се празна Петри посуда, док се за дисекцију инсект смешта у Петри посуду са воском.

Укључите осветљење на бинокуларној лупи, а потом лоцирајте инсекта у видном пољу. Подешавање увећача започиње посматрањем материјала на најмањем увећачу, а потом се циљани делови фокусирају и увећавају по потреби.

Приликом дисекције делова тела и органа потребно је водити рачуна да материјал буде влажан, односно у току дисекције додавати по потреби воду или физиолошки раствор, како би се делови тела или органи сачували у целовитом стању.

Препаровани инсекти на ентомолошкој игли посматрају се у сувом стању, постављањем под бинокуларну лупу у одговарајућем положају. Ради лакшег позиционирања, игла се може забости у парче стиropора или лоптицу пластелина.

Трајни препарати се посматрају директним постављањем под бинокуларну лупу.

Региони тела, органи и њихови делови приказани су на неким цртежима датим као једна или више шема на крају сваке вежбе. Обележавање се врши у складу са наведеним упутством, графитном оловком и употребом латинских назива који се налазе у листама морфолошких термина (исписани фонтом ***italica bold*** плаве боје) датим за сваку вежбу. Познавање латинских назива користиће свима који говоре италијански, енглески, француски и шпански језик за разумевање стручне литературе.

Детаљнија упутства за рад су дата у опису сваке вежбе.

Белешке:

[illegible]



МОРФОЛОГИЈА ИНСЕКТА



Tabanus glaucopsis (Meigen, 1820) - Женка обада се храни нектаром и крвљу крава, коња, а могу напасти и човека. Мужјаци се не хране крвљу, само нектаром. Обада има карактеристичан усни апарат којим засеца кожу, а потом усисава крв која исцури из ране.

Аутор фотографије: Никола Весовић

2. Интегумент

Инсекти имају егзоскелет (спољашњи скелет или кутикулу) који им пружа механичку заштиту и спречава губитак воде из тела, служи за причвршћивање органа и акумулацију енергије. Кутикула је кључни фактор успеха преживљавања и један од разлога зашто су инсекти најбројнији организми на свету. Спољашњи скелет заузима само 28% запремине тела у односу на сисаре код којих ендоскелет (унутрашњи скелет) заузима 84% запремине тела. Спречавање губитка воде је критична функција кутикуле везана за успех инсеката на копну.

Кутикула у унутрашњости тела облаже трахеалне цеви, канале неких жлезда и предње и задње црево. Кутикула може варирати од релативно дебеле и круте, сличне оклопу, као код већине одраслих тврдокрилаца (Coleoptera), до танке и еластичне, као код многих ларви и на местима где се спајају делови тела (нпр. на месту узглобљења крила и торакса).

Један слој ћелија, епидермис, лежи испод и лучи кутикулу, која се састоји од дебље прокутикуле (егзокутикула и ендокутикула) прекривене танком епикутикулом (Слика 2.1). Епидермис и кутикула заједно чине интегумент – спољашњи омотач живих ткива инсеката. Епидермис је блиско повезан са пресвлачењем, процесима делимичне разградње старе, формирања нове кутикуле и егдизије тј. изласка и одбацивања старе кутикуле (Шема 2.1.).

Показни материјал: хистолошки пресек интегумента инсеката

1. кутикула - неживи део интегумента

- 1.1 **епикутикула**- састоји се из воштаног, цементног, спољашњег и унутрашњег слоја. Воштани слој је прва веза између спољашње средине и осталих слојева кутикуле,
- 1.2. **егзокутикула**- спољашњи слој кутикуле који заједно са епикутикулом бива одбачен (егзувија или кошуљица) приликом пресвлачења. Испод егзокутикуле се налази ендокутикула,
- 1.3 **ендокутикула**- унутрашњи слој кутикуле. Једно време после пресвлачења кутикула је еластична и омогућава раст и експанзију органа. Тада нема разлике између егзо- и ендокутикуле које чине заједнички слој **прокутикуле**. Затим, егзокутикула склеротизује (отврдњава), тамни и постаје различита од еластичне ендокутикуле богате хитином. После склеротизације више нема промене форме органа или величине тела. Мембране које повезују делове тела немају слој егзокутикуле што их чини еластичним,

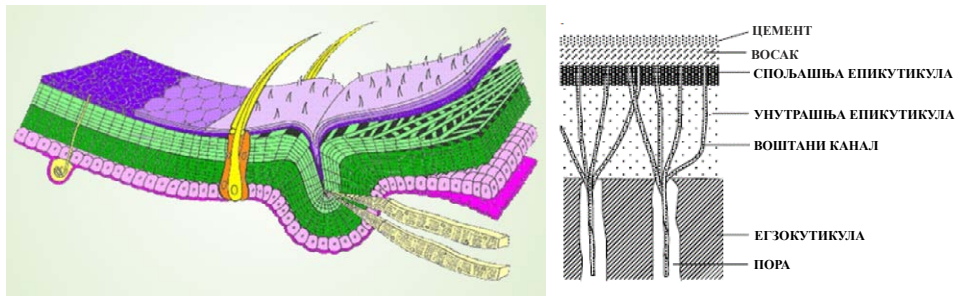
2. епидермис- ћелијски, живи део интегумента који лучи кутикулу,

3. **базална мембрана**- налази се испод ћелија епидермиса и аћеличне је структуре.

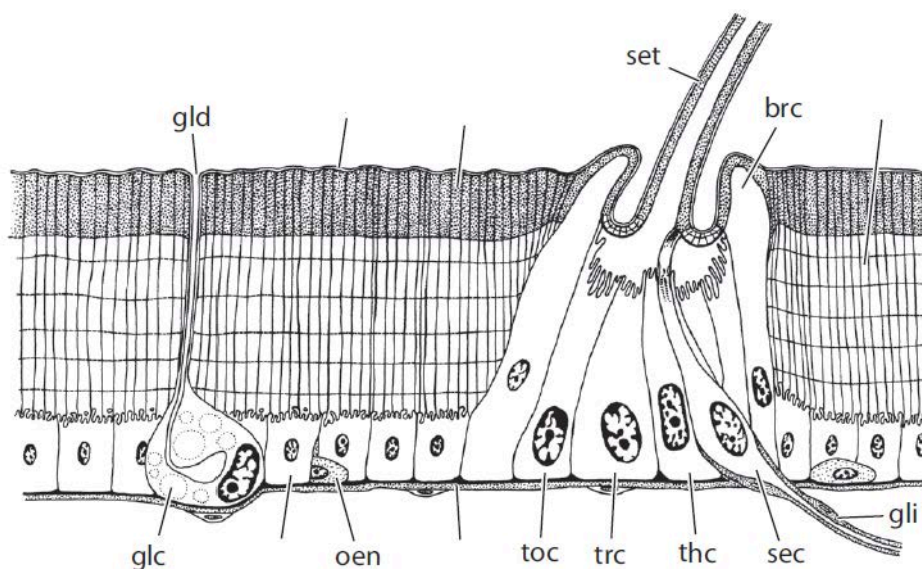
Инсекти могу поседовати различите додатке интегумента који имају заједничко име фанер. Фанер може бити немобилни: микродлаке и трнови; или мобилни ако су структуре артикулационом мембраном повезане са кутикулом.

Мобилни фанер се може налазити на квржици (туберкула) или у удубљењу (алвеола). У мобилни фанер спадају сете, љуспице, жлездане сете, чулне сете и трнови.

Обичне длачице (сете) могу бити модификоване у љуспице, жлездане длачице, чулне длачице, и трнове.



Слика 2.1 Слојеви интегумента: епикутикула (љубичаста), егзокутикула (светло зелена), ендокутикула (тамно зелена), епидермис (ружичаст) и базална мембрана (магента); егзокрина жлезда (лева Шема, лево); трихогена ћелија и сета (лева Шема у средини); и аподема за причвршћивање мишића (лева Шема, десно). На десној слици су дати детаљи грађе епикутикуле (љубичасти слојеви на левој слици).



Шема 2.1 Интегумент инсекта (обележи само слојеве дате у листи изнад, пет црта без легенде на овој Шеми); скраћенице: brc – базална прстенаста ћелија, glc – жлезда, gl – излазни отвор жлезде, gli – глијална ћелија, oen - еноцита, set - сета, sec – чулна ћелија, thc – текогена ћелија (ћелија епидермиса која учествује у формирању чулне длачице) , toc – тормогена ћелија (ћелија епидермиса која учествује у формирању мембране длачице), trc – трихогена ћелија (ћелија епидермиса која учествује у формирању длачице) (Извор: Beutel et al. 2013).

3. Морфологија главног региона: површине и шавови главе (*cephalon, caput*)

Тело инсеката је првобитно било подељено на 20 сегмената који могу бити видљиви код ембриона и који су груписани у три јасно дефинисана региона, или тагми, главу, груди (торакс) и трбух (абдомен). Глава је формирана од шест сегмената и предњег дела акрона који није прави сегмент (не поседује унутрашњу мускулатуру). Шест сегмената и акрон су чврсто спојени формирајући главену капсулу на којој само парни додаци упућују на њено сегментално порекло. Парне додатке чине антене (пореклом од другог ембрионалног сегмента главе) и делови усног апарата (пореклом од четвртог, петог и шестог ембрионалног сегмента главе). Постоје три основна типа главе који се разликују у инклинацији њене дуже осе и позицији усног апарата. Код ортогнатног типа (бубашвабе, скакавци и муве), дужа оса главе је мање више вертикална а усни апарат има вентралну позицију. Код опистогнатног типа (стенице, цврчци и биљне ваши), дужа оса главе има инклинацију већу од 130° а усни апарат је окренут према крају тела. Код прогнатног типа (трчуљци), дужа оса главе је скоро хоризонтална, а усни апарат окренут према напред.

Показни материјал: путнички скакавац, *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) (Orthoptera, Acrididae)

Упутство за позиционирање инсекта:

Прво је потребно одвојити главу од тела (маказицама пререзати мембрану врата (цервикс) која повезује главу и грудни регион. Затим је потребно положити је у Петри посуду тако да су фацетоване очи и пипци окренути према горе (Шема 3.1). У овом положају виде се фронтални (Слика 3.1 лево) и део геналних региона главе (елементи под редним бројем 1-20).

Затим поставити главу на једну од бочних површина (Шема 3.2) - види се део фронталног, геналног и део окципиталног и постокципиталног региона главе (Слика 3.1 десно, елементи под редним бројем 1, 5-7 и 9-27). Након постављања главе према наведеном упутству, на неом цртежу (Шеме 3.1 и 3.2) треба уцртати и обележити органе (фацетоване очи, оцеле и антене), површине и шавове који су у листи написани плавом бојом. Од делова усног апарата означити само два: мандибуле и лабрум.

Листа органа, површина и шавова главе и усног апарата које треба учити и обележити:

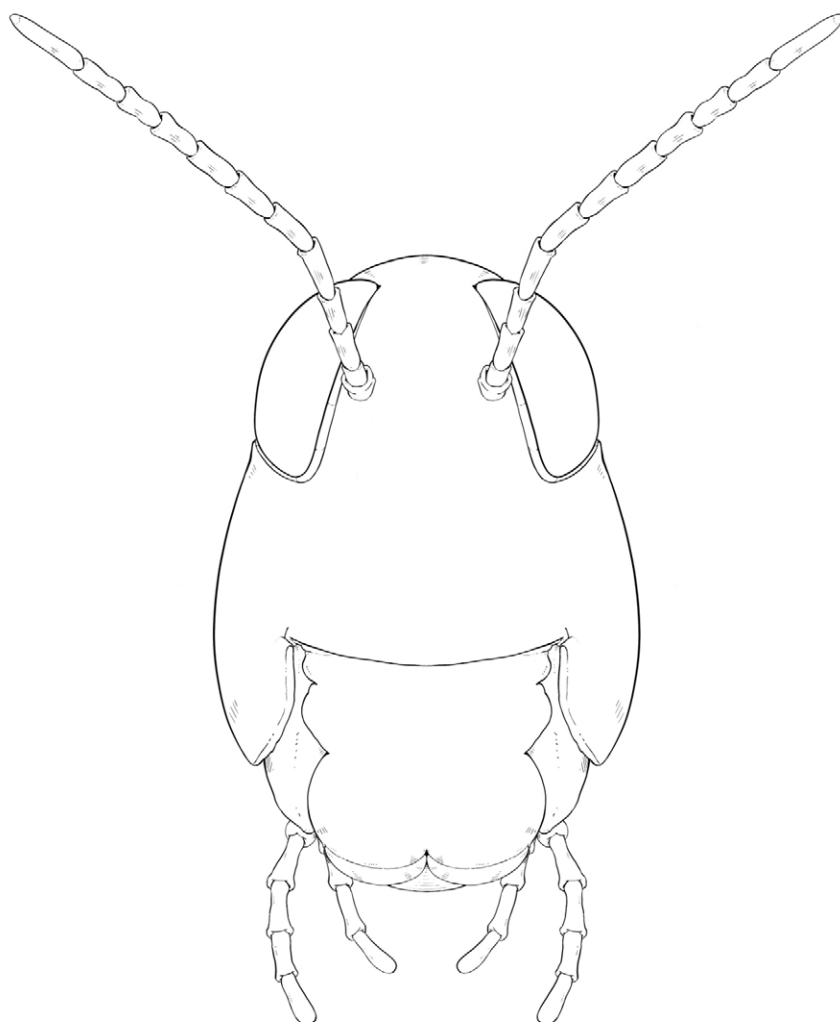
1. **vertex** (вертекс)- горња површина главе; предња граница фронтални шавови (3.), задња граница окципитални шав (21.), са обе стране главе испод ње су гене (нема шава који их дели),
2. **sutura coronalis** (коронални шав)- од окципиталног шава (21.) до нивоа фацетованих очију (15.) по средини горњег дела главе (вертекс),

3. *suturae frontalis* (фронтални шавови)- рачвају се из короналног шав (2.) на нивоу очију, кратки су иду до фронталне линије (5.),
4. *sutura epicranialis* (епикранијални шав)- чине га коронални (2.) и два фронтална шав (3.). По овом шаву који чине егдизијалну линију, пуца стара кутикула приликом пресвлачења,
5. *linea frontalis longitudinalis* (фронталне линије)- два набора интегумента, полазе изнад фацетованих очију (15.), а завршавају изнад епистомалног шав (7.). Свака фронтална линија гради туп угао, чије се теме налази на крају фронталног шав. Између фронталних линија негде у нивоу очију коронални шав (2.) се рачва на два фронтална (3.), а испод нивоа антена (пипака) налази се фронтална оцела (8.),
6. *antenna*, множина *antennae* (антена/е, пипци)- чулни чланковити органи на глави инсекта,
7. *sutura epistomalis* (епистомални шав) - први попречни шав испод фацетованих очију и пипака, доња граница фронса,
8. *ocellus frontalis*, множина *ocelli* (фронтална/е оцела/е)- на средини фронса (9.) између фронталних линија (5.) испод нивоа пипака,
9. *frons* (фронс)- предња површина главе између фронталних (3.) и епистомалног шав (7.), са стране ограничена геналним шавовима (10.),
10. *sutura subocularis* (генални шав)- полазе вертикално доле испод фацетованих очију и завршавају се на крајевима епистомалног шав (7.),
11. *gena*, множина *genae* (гена/е) - бочне површине главе (две) ограничене напред геналним шавовима (10.), а назад окципиталним шавом (21.), доле субгеналним шавом (12.). Горѣ нема шав између гена и вертекса,
12. *sutura subgenalis* (субгенални шав)- шавови испод гена (11.), почиње од геналног шав (10.) па до краја главе,
13. *subgena*, множина *subgenae* (субгена/е)- две уске површине између субгеналних шавова (12.) са горње и мандибула са доње стране,
14. *mandibula*, множина- *mandibulae* (мандибула/е) део усног апарата, скакавацу служи за одгризање и ситњење хране,
15. *oculus compositus*, множина *oculi compositi* или *oculus facettatus* (фацетовано око/очи)- на глави су два крупна, јасно видљива ока, састављена из великог броја очних јединица – фацета,
16. *ocellus lateralis*/ множина *ocelli lateralis*(латерална/е оцела/е)- наслоњене на фацетоване очи у њиховом горњем делу изнад места узглобљења пипака,
17. *clypeus* (клипеус)- испод епистомалног шав (7.), подељен делимично на два дела,
18. *sutura frontoclypealis*. (клипеолабрални шав)- први потпуни попречни шав испод епистомалног (7.), који пролази целом ширином клипеуса. Представља доњу границу клипеуса,
19. *labrum* (лабрум)- цела површина испод клипеолабралног шав (18.); представља део усног апарата,
20. *fovea tentorialis anterior* (предња узглобљења тенторијума)- затамњене зоне на фронсу изнад места где се спајају епистомални, генални и субгенални шав,
21. *sutura occipitalis* (окципитални шав)- пружа се целим обимом задње ивице главе (ограничава вертекс и гене са задње стране); са доње стране се завршава на задњој трећини субгеналног шав,

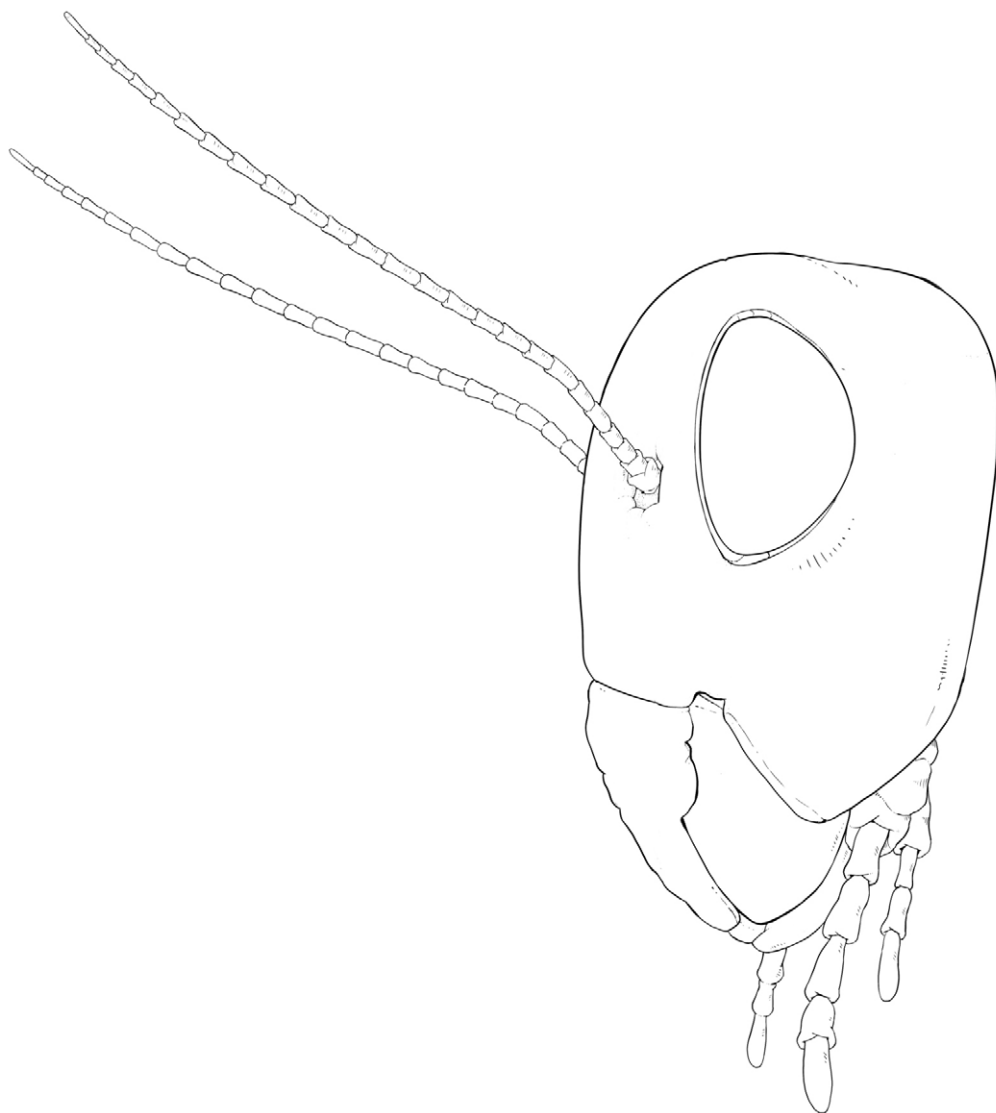
22. *occiput* (окципут)- уска површина иза окципиталног шав, ограничена окципиталним и постокципиталним шавом на горњој страни главе иза вертекса,
23. *postgena*, множина *postgenae* (постгена/е)- површине главе између окципиталног и постокципиталног шав са бочних страна главе иза гена. Нема шав који одваја окципут од постгене, односно сва три дела се налазе на јединственој површини између окципиталног и постокципиталног шав.
24. *sutura postoccipitalis* (постокципитални шав)- око целе главе иза окципута и постгена (делом паралелан са окципиталним шавом, није лако уочљив); обично се види у делу иза очију и делу иза постгене,
25. *postocciput* (постокципут) - јединствена површина иза постокципиталног шав до задње ивице главе на коју се наставља мембранозни врат, горњи део се наставља у истој равни и нормално на окципут, доњи део је у равни под правим углом у односу на површину постгене,
26. *cervix* (цервикс)- мембрана која спаја главу (постокципут) и торакс,
27. *fovea tentorialis posterior* (задње узглобљења тенторијума)- затамњене површине са обе стране главе на граници постгена и постокципута, иза места где завршава субгенални шав,
28. *foramen magnum* (форамен магнум)- отвор ограничен постокципутом са горње и бочних страна, односно лабијумом са доње стране.



Слика 3.1 Фронтална (лево) и латерална (десно) визија главе скакавца
(Фото: Михаела Кавран, 2022)



Шема 3.1 Фронтална визија главе скакавца (*Locusta migratoria*, Orthoptera, Acrididae)
(Извор: Сара Шиљеговић, 2025)



Шема 3.2 Латерална визија главе скакавца (*Locusta migratoria*, Orthoptera: Acrididae)
(Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

Датум:	Број бодова:	Овера асистента:
	Дисекција:	

Белешке:

[illegible]

4. Типови пипака

Пипци или антене су покретни чланковити додаци узглобљени у главу испред или између очију. Облик им јако варира код различитих група инсеката, а код неких врста постоје разлике у грађи између полова (полни диморфизам). Антене покрећу спољашњи мишићи који крећу од тенторијума (унутрашњи скелет главе) и повезани су са базом често увећаног првог сегмента који се зове скапус. Унутрашњи мишићи скапуса повезују га са другим чланком пипака, педицелусом. Остали делови антене заједно чине део који се зове флагелум и немају унутрашње мишиће, осим код ендогнатних инсеката. Због тога се делови флагелума који личе на чланке (праве сегменте) називају флагеломере. Антене су чулни органи, на којима је смештен велики број механичких и мирисних рецептора.

Показни материјал: детаљи су дати за сваки тип пипака посебно

Antennae (антене, пипци) инсеката се састоје из три дела:

1. *scapus* (скапус)- први, базални чланак, којим је пипак узглобљен у главену чауру,
2. *pedicellus* (педицелус)- други чланак,
3. *flagellum* (флагелум)- вршни (терминални, дистални) део пипка који се обично састоји из неколико флагеломера које немају унутрашњу мускулатуру и због тога се не сматрају правим сегментима,
 - 3.1 *stylus* (стил)- вршне флагеломере код Diptera: Brachycera,
 - 3.2 *arista* (ариста)- бочна модификована/е флагеломера код Diptera: Cyclorrhapha.

Пипци се на основу изгледа прва два чланка и флагелума, могу поделити на неколико генерализованих типова. Типови пипака који ће бити обрађени на вежбама су написани плавом бојом:

1. **Чекињаст**- базални чланци су шири од вршних (Dictyoptera),
2. **Кончаст**- базални чланци су сличне ширине као и вршни (Coleoptera, Orthoptera),
3. **Кугличаст (монилиформни)**- сви чланци су слични, лоптастог облика (Isoptera),
4. **Тестераст**- чланци флагелума су унилатерално проширени, троугласти (Coleoptera: Elateridae),
5. **Лепезаст**- неколико вршних чланака флагелума унилатерално овално проширени (Coleoptera: Scarabaeidae),
6. **Главичаст**- неколико вршних чланака флагелума граде главицу (Coleoptera: Curculionidae; Lepidoptera: Ropalocera),

1. **Чешљасти**- чланци флагелума билатерално проширени, бочни израштаји на базалним чланцима дужи него на вршним - изглед јеле (♂ Lepidoptera),
2. **Перасти**- чланци флагелума носе дугачке длачице. Длачице су дуже на базалним, а краће на вршним чланцима (♂ Diptera: Nematocera),
3. **Тип Diptera: Brachycera**- скапус, педицелус и прва флагеломера (или неколико фузионисаних базалних флагеломера, обично највећи део пипака) добро развијени; остале флагеломере редуковане, граде стил који се наставља на врх прве флагеломере,
4. **Тип Diptera: Cyclorrhapha**- скапус мали прстенаст, педицелус већи у облику чаше, прва флагеломера је највећа и на њој се обично налази бочни израштај ариста која може бити једночлана или вишечлана.

У наставку текста дати су описи антена код различитих инсекатских група. Потребно је уочити положај антене на глави. Уколико је потребно, дисековати антену (одвојити на месту узглобљења скапуса и главене чауре) и обележити њене делове на датим шемама.

4.1 Чекињасти тип пипака - бубашваба (Diptera: Blattodea)

Бубашвабу (Слика 4.1) или бубарусу поставити да лежи на леђима на Петри посуди. Пипак не треба дисековати већ само обележити први сегмент скапус (највећи), други сегмент педицелус и флагелум (Шема 4.1) који је састављен из великог броја флагеломера.



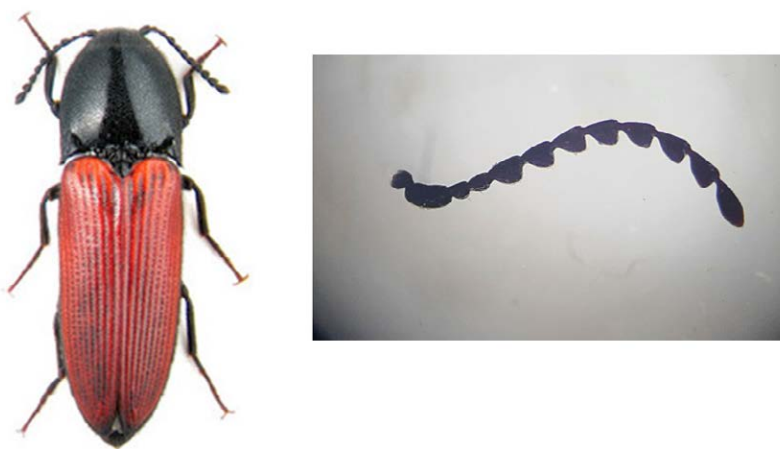
Слика 4.1 Бубашваба (горе) и чекињаста антена (доле)
(Фото: Михаела Кавран, 2023)

4.2 Кончасти тип пипака - трчуљак (Coleoptera: Carabidae)

Прво је потребно одвојити главу од тела трчуљка (Слика 4.2), пронаћи пипке (између фацетованих очију), направити отвор у главеној чаури поред, а затим га проширити око првог сегмента. Када је пипак одвојен од главе очистити преостале делове главене чауре који обухватају базално проширење облика лопте којим је скапус узглобљен у интегумент главе. Обележити први сегмент скапус (највећи - лопта, сужење и издужени ваљкасти део), други сегмент педицелус и флагеломере који чине флагелум (Шема 4.2).



Слика 4.2 Трчуљак (лево) и кончаста антена (десно)
(Фото: Михаела Кавран, 2023)



Слика 4.3 Сkochибуба (лево) и тестераста антена (десно)
(Фото: Михаела Кавран, 2023)

4.4 Лепезасти тип пипака - гундељ (Coleoptera: Scarabaeidae)

Потребно је дисековати пипак гундеља на исти начин као код трчуљка. Раширити проширене вршне флагеломере флагелума (притиском од горе). Обележити на Шеми 4.4 први сегмент скапус (највећи – проширен базални део, затим сужен и проширен према врху), други сегмент педицелус и остале –делове (флагеломере) које граде флагелум (неколико флагеломера у основи флагелума немају бочно проширење). На Слици 4.4 приказани су пипци на глави гундеља (лево) и дисекован пипак (десно).



Слика 4.4 Гундељ (лево) и лепезаста антена (десно)
(Фото: Михаела Кавран)

4.5 Главичасти тип пипака - пипа (Coleoptera: Curculionidae)

На Слици 4.5 приказане су антене на глави пипе (лево) и дисекована антена (десно). Скапус овог типа је дугачак и смештен у жљебу са бочне стране рилице (издуженог гнатоцефалона). Пре дисекције потребно је извући скапус из жљеба. Дисековати пипак на исти начин као код трчуљка. Обележити на Шеми 4.5 први сегмент скапус (највећи - сужен после базалног проширења, па поново проширен на врху и јако издужен), други сегмент педицелус и остале делове који сви граде флагелум (неколико вршних флагеломера граде главицу).



Слика 4.5 Пипа (лево) и главичасте антене пипе (десно)
(Извор: Erik Karits: <https://www.pexels.com/photo/aspen-leaf-rolling-weevil-beetle-24551216/>; Михаела Кавран, 2023)

4.6 Перасти тип пипака - мужјак комараца (Diptera: Culicidae)

Потребно је одвојити главу од тела комарца и не треба га дисековати. Потом на Шеми 4.6 обележити скапус, који је тешко уочити јер је прекривен крупним педицелусом (Слика 4.6). Други чланак пипака, педицелус, је велики и лоптаст (у њему је смештен Џонстонов орган). Преостали делови (флагеломере) чине флагелум. Флагеломере су издужене и носе дуге чулне длачице.



Слика 4.6 Мужјак комарца са перастим антенама (Фото: Nil Rahola, IRD)

4.7 Тип пипака *Diptera: Brachycera (Diptera: Tabanidae)*

Прво је потребно одвојити главу од тела обада и поставити је на Петри посуду предњом (фронталном) страном према горе. Пипци се налазе између фацетованих очију (Слика 4.7). Најбоље је видљив највећи (трећи) део (прва или неколико фузионисаних базалних флагеломера) на чији се крај (врх) наставља неколико одвојених или делимично фузионисаних флагеломера које граде стил. Треба одстранити све делове главе око удубљења, а затим пажљиво одвојити скапус (обично већи од педицелуса) са места узглобљења у главену чауру. На Шеми 4.7 обележити први сегмент скапус, други педицелус и трећи чланак флагелум (сачињен од велике базалне флагеломере и терминалног стила).



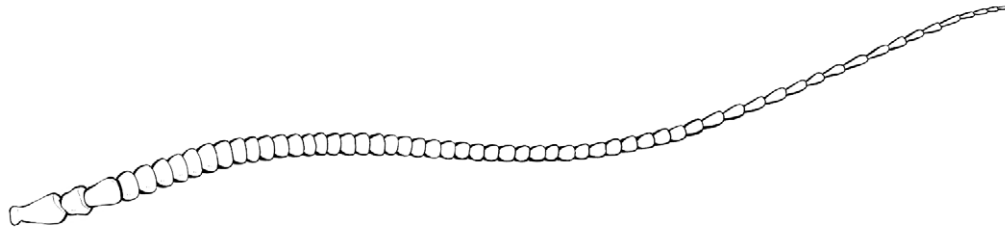
Слика 4.7 Тип пипака Diptera: Brachycera на глави две врсте обада
(Извор: Nil Rahola, IRD)

4.8 Тип пипака Diptera: Cyclorrhapha (Diptera: Muscidae)

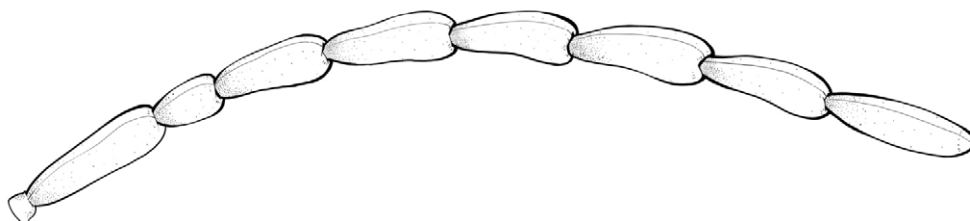
Прво је потребно одвојити главу од тела муве и поставити је на Петри посуду предњом (фронталном) страном према горе. Пипци се налазе у удубљењу између фацетованих очију, окренути према доле. Најбоље је видљив трећи (највећи) део (базални или неколико фузионисаних базалних флагеломера) који бочно носе израштај аристу (Слика 4.8). Треба одстранити све делове главе око удубљења, а затим пажљиво одвојити скапус (у облику уског прстена) са места узглобљења у главену чауру. Обележити први сегмент скапус (најмањи - узак склерификовани прстен), други педицелус (стреласто усечен са горње стране шавом који креће са дна удубљења) и трећи, највећи чланак који је део флагелума и бочно носи израштај аристу (Шема 4.8).



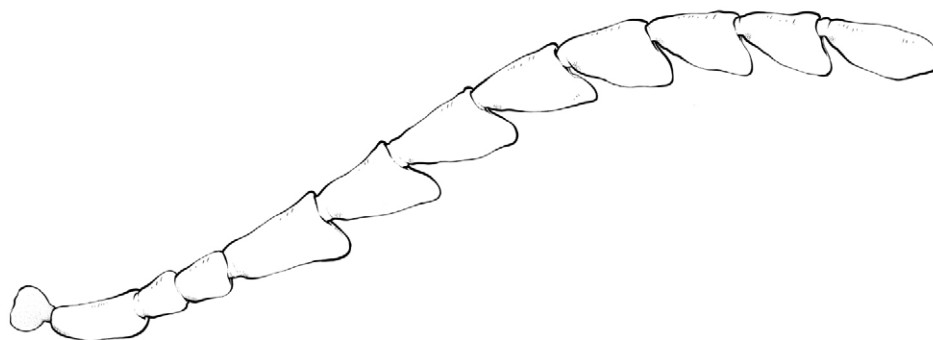
Слика 4.8 Тип антене Diptera: Cyclorrhapha на глави муве
(Извор: Pixabay: <https://www.pexels.com/photo/macro-photography-of-brown-and-black-fly-33043/>; Михаела Кавран, 2023)



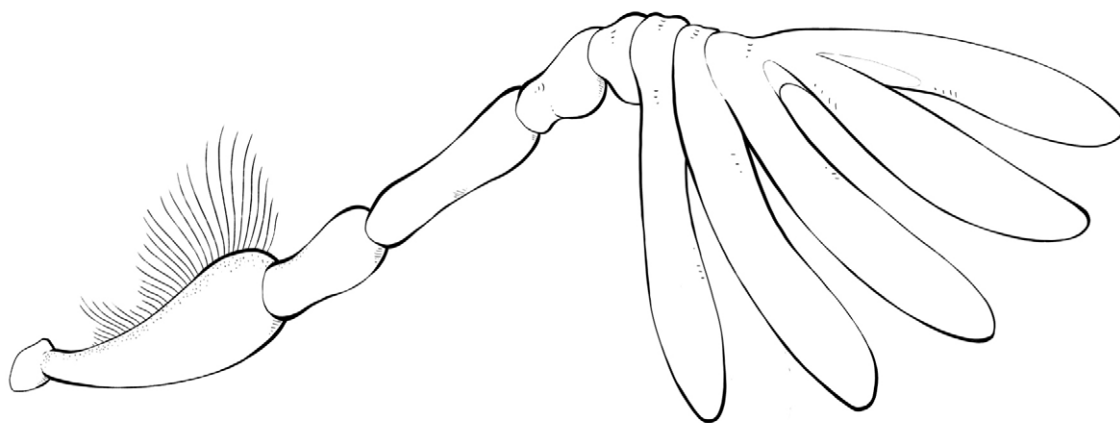
Шема 4.1 Чекињаста тип антене бубашвабе (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)



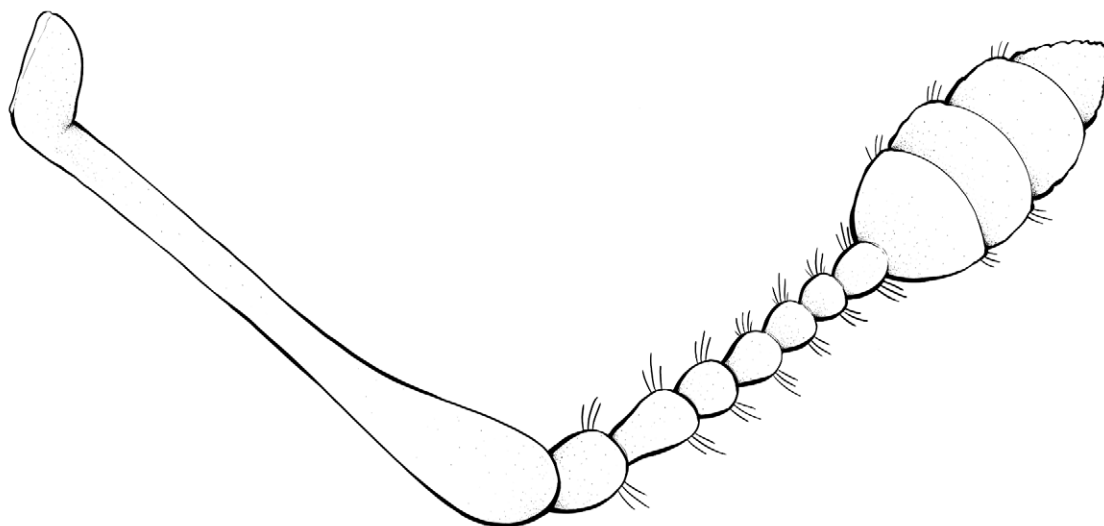
Шема 4.2 Кончасти тип антене трчуљка (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)



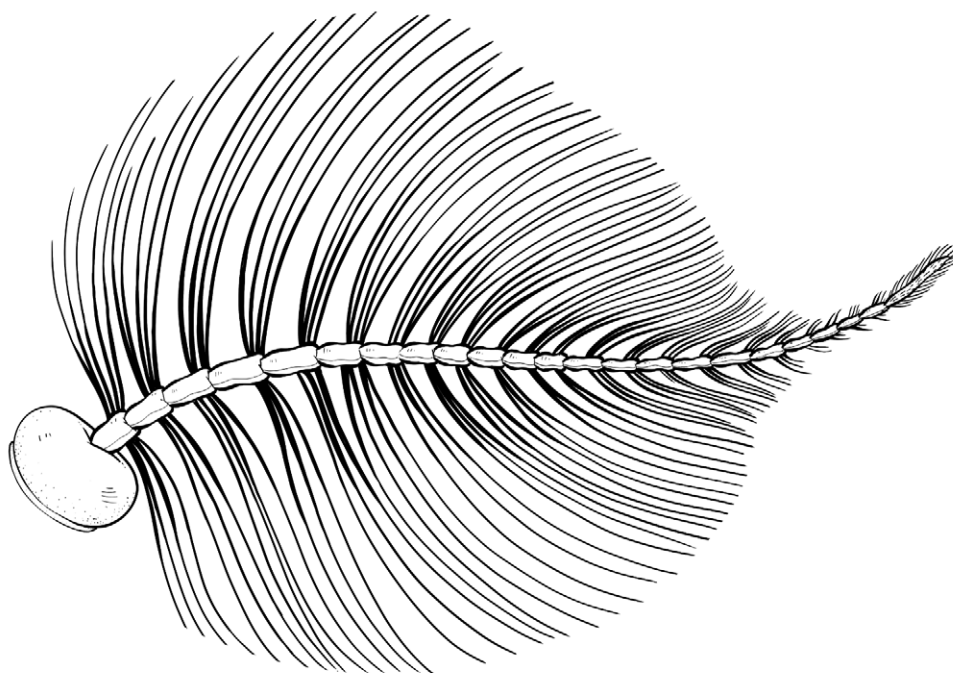
Шема 4.3 Тестерасти тип антене скочибубе (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)



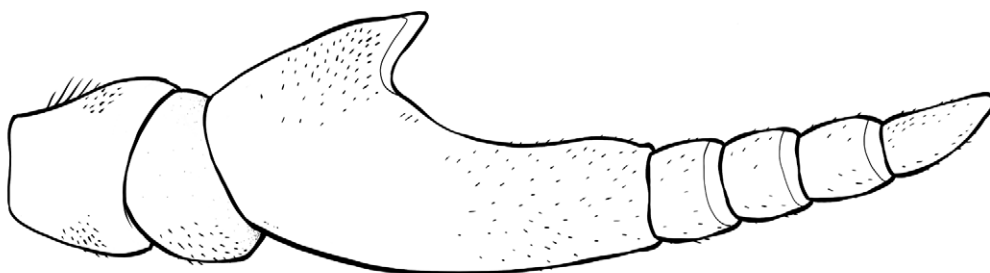
Шема 4.4 Лепезасти тип антене код гундеља (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)



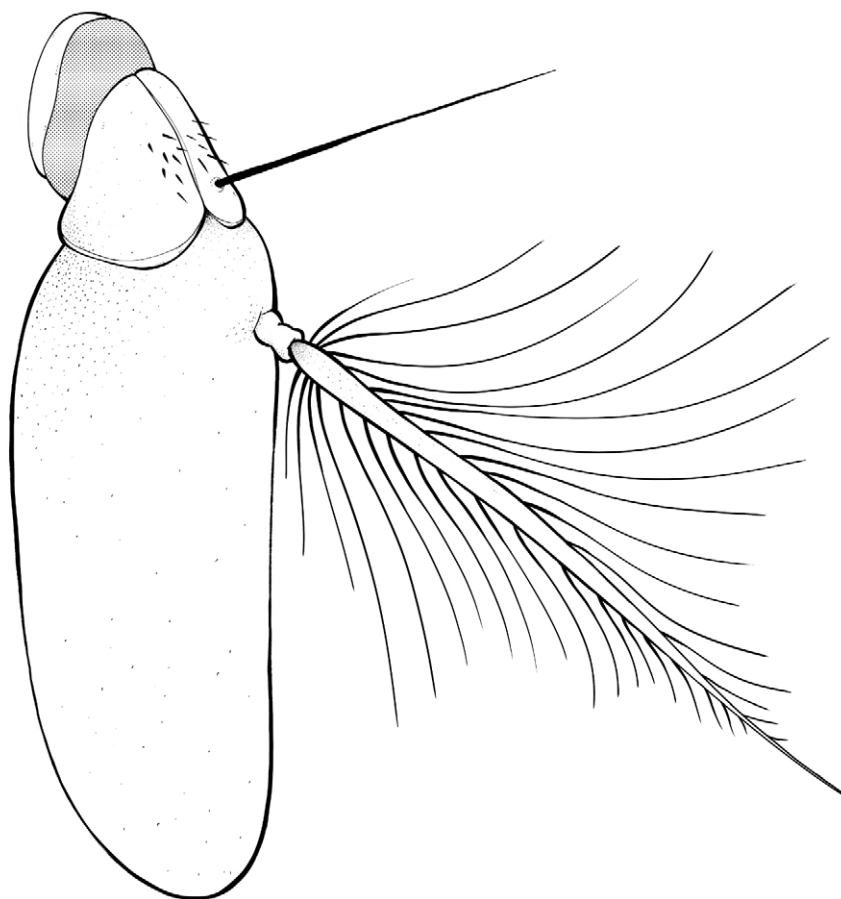
Шема 4.5 Главичасти тип антене код пипе (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)



Шема 4.6 Пераста тип антене мужјака комарца (Извор: Сара Шиљековић, 2025)



Шема 4.7 Тип антене Diptera: Brachysera код обада (Извор: Сара Шиљековић, 2025)



Шема 4.8 Тип антене Diptera: Cyclorrhapha код муве
(Извор: Сара Шиљековић, 2025)

Датум:	Број бодова: Дисекција:	Овера асистента:
--------	----------------------------	------------------

Белешке:

[illegible]

5. Типови усних апарата

Основни делови усног апарата су мандибуле иза којих се налази пар максила и лабијум (настао медијалном фузијом парних структура сличних максилама). Са доњег дела усне дупље израста медијални, нечланковити лобус сличан језику који се зове хипофаринкс. Лабрум је такође део усног апарата. Његова унутрашња страна често носи густаторне рецепторе а може бити модификована у игличасти лаброепифарингијални стилет код неких двокрилаца. Делови усног апарата могу бити веома различитог облика и структуре у зависности од врсте хране и механизма исхране. Усни апарати који имају функцију грицкања и жвакања карактеристични су за највећи број инсеката, међутим код редова Homoptera (цврнци, цикаде, лисне и штитасте ваши), Heteroptera (стенице), Anoplura (ваши људи и животиња) и Diptera (комарци, симулиде, куликоиде, папатачи, неке муве) они су високоспецијализовани и екстремно модификовани за убадање ткива биљака и животиња и усисавање течности које садрже. Код већине Lepidoptera (лептири) и неких Hymenoptera (опнокрилци, нпр. пчеле) усни апарат је издужен, у облику цевчице али није модификован за пробијање ткива већ само за усисавање течности као што је нпр. цветни нектар. Одрасли водени цветови (Ephemeroptera) и неки ноћни лептири (Lepidoptera, Noctuidae) се не хране те им је усни апарат атрофиран.

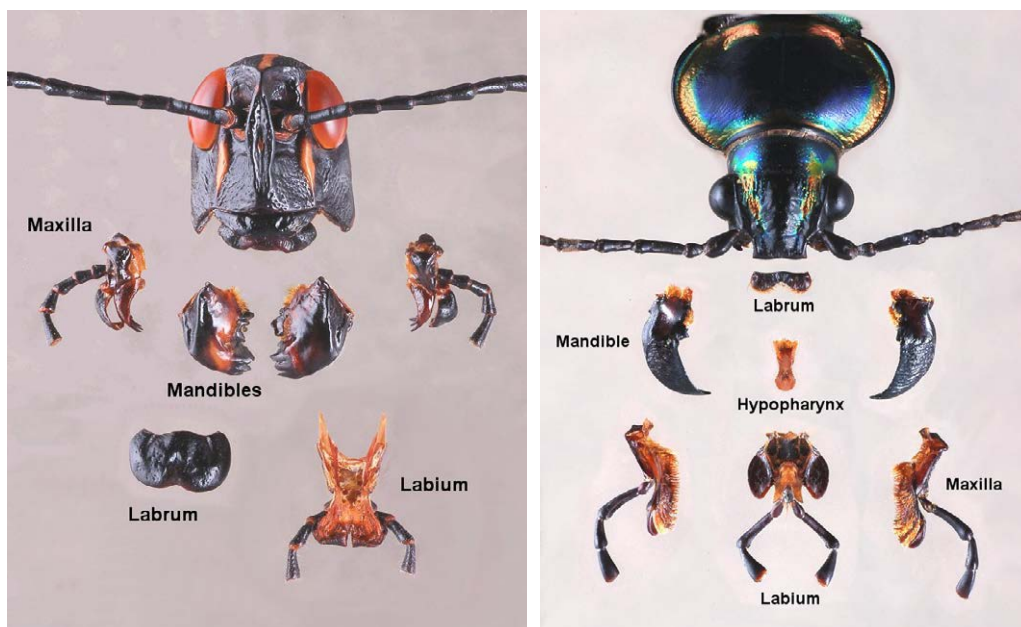
Показни материјал: путнички скакавац, *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) (Orthoptera: Acrididae) и *Blaberus atropos* (Stoll, 1813) (Dictyoptera: Blaberidae)

Скакавцу, односно бубашваби (Слика 5.1) је потребно одвојити главу од тела (резом маказицама по мембрани цервикса). Главу поставити фронталним делом према горе и по клипеолабралном шаву одвојити лабрум од клипеуса. Унутрашња површина лабрума зове се епифаринкс. Испод лабрума се налазе две јако склерификоване мандибуле тамне боје. Једним краком пинцете гурнути мандибулу на страну, ухватити је у основи и одвојити од главе. Главу окренути задњом страном према горе. Са доње стране, отвор форамен магнум је ограничен базалном ивицом лабијума који затвара преоралну (усну) дупљу са доње стране. Базална ивица лабијума која обухвата скоро половину отвора је конкавна. Пинцетом ухватити за место где се лабијум завршава на ободу форамен магнума прво са једне, па са друге стране главе и на тај начин одвојити лабијум. Са унутрашње стране лабијума обично остане причвршћен хипофаринкс. Уколико не, онда остаје у средини преоралне дупље. Непосредно изнад места узглобљења лабијума узглобљене су и две максиле својим базалним чланцима који се зову кардо. Пинцетом треба ухватити кардо и одвојити максилу од главе. Поступак поновити при одвајању друге максиле. Тиме је дисекција завршена.

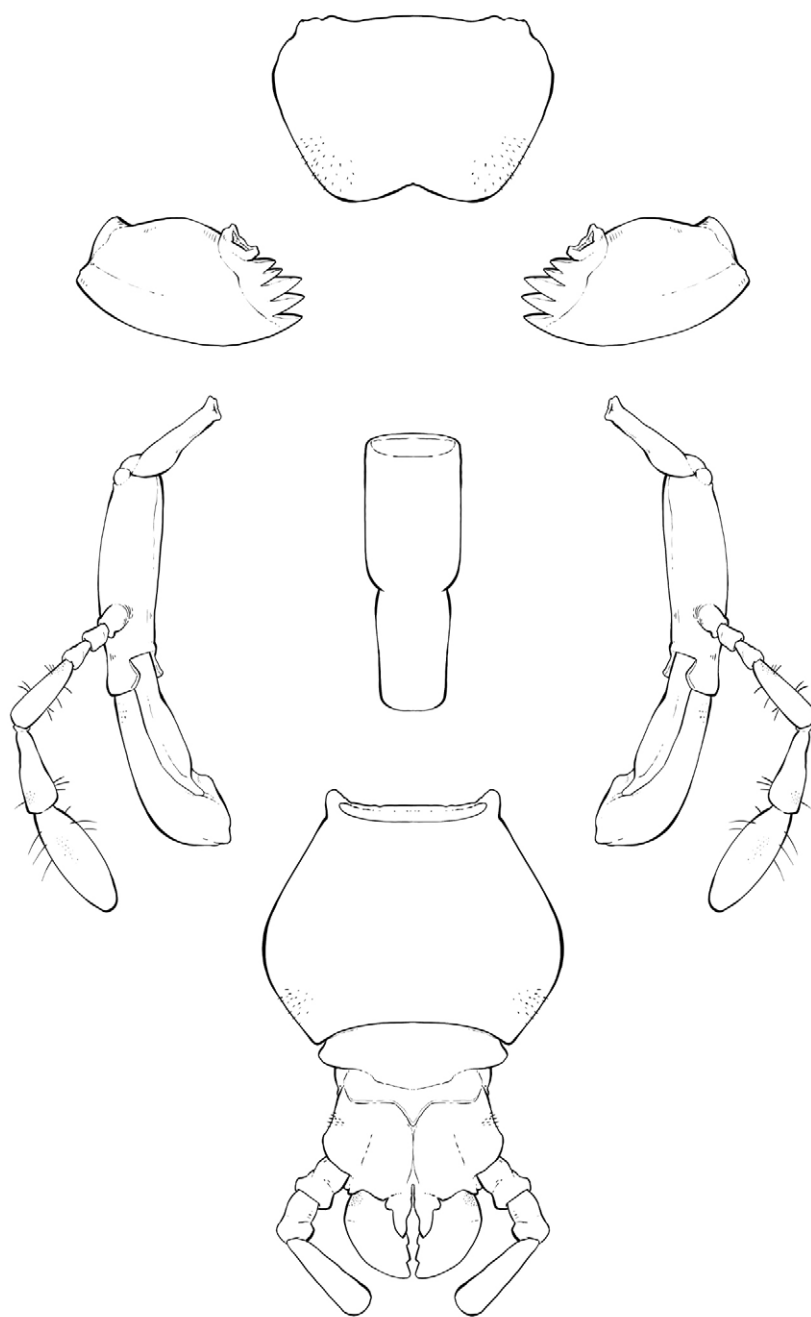
Основне делове усног апарата поређати по природном распореду на гнатоцефалону (лабрум горе, лабијум доле), и обележити следеће основне и секундарне делове на Шеми 5.1:

1. **labrum** (лабрум)- раван склерит који ограничава преоралну дупљу са предње/горње стране. Његова унутрашња страна која је богата чулним длачицама зове се епифаринкс. Нацртан се као цео, са спољашње стране,
2. **mandibula**, множина **mandibulae** (мандибула/е)- парни делови усног апарата испод лабијума, једна лево, друга десно, назубљеним деловима окренуте једна према другој. Нацртан је са предње (спољашње) стране,
 - 2.1 **pars molaris** (парс моларис)- део окренут ка другој мандибули, од основе па до јасно дефинисаног назубљеног дела на врху,
 - 2.2 **pars incisiva** (парс инцизива)- вршни назубљени део, зубић/и су јаче развијени и оштрији код бубашвабе која је омниворна, а још израженији код предаторских (карниворних) врста, док скакавац има фитофагни режим исхране (Слика 5.1),
3. **maxilla**, множина **maxillae** (максила/е)- две максиле налазе се испод мандибула окренуте су једна према другој назубљеним лацинијама. Састоје се из пет секундарних делова:
 - 3.1 **cardo** (кардо)- базални чланак максиле; код скакавца често има два набора, код бубашвабе је издуженији,
 - 3.2 **stipes** (стипес)- наставља се на кардо, код скакавца има облик трапеза док је код бубашвабе правоугаоног облика. Носи максиларне палпе, лацинију и галеу,
 - 3.3 **palpus maxillaris** (максиларни палпи)- узглобљени су латерално на апикалној трећини стипеса, имају неколико палпомера,
 - 3.4 **lacinia** (лацинија)- назубљен чланак (склерификован вршни део), узглобљен на унутрашњој страни (према усној дупљи) терминалног дела стипеса,
 - 3.5 **galea** (галеа)- мембранозни, широки израштај који покрива лацинију, узглобљен на спољашњој страни терминалног дела стипеса.
4. **hypopharynx** (хипофаринкс)- налази се у средини преоралне дупље, у нивоу максиле; предњу страну треба окренути према доле,
5. **labium** (лабијум)- налази се са доње стране преоралне дупље, базалним делом ограничава доњу ивицу отвора форамен магнум. Састоји из шест (пет) секундарних делова аналогних фузионисаним максилама:
 - 5.1a **submentum** (субментум)- први сегмент чија базална ивица ограничава доњу страну отвора форамен магнум. Код скакавца и многих инсеката фузионисан са ментумом у јединствени постментум,
 - 5.1b **mentum** (ментум)- други сегмент који се наставља на субментум,
 - 5.2 **praementum** (прементум)- трећи сегмент лабијума, делимично подељен на два дела. Носи лабијалне палпе, пар парагласа и пар гласа,
 - 5.3 **palpus labialis** (лабијални палпи)- парни, бочно узглобљени на прементум, вишечлани,
 - 5.4 **glossa**, множина **glossae** (гласа/е)- парне, узглобљене у средини терминалног дела прементума. Аналогне максиларним лацинијама. Да би се глосе јасно виделе потребно је пинцетама размакнути парагласе или окренути лабијум и погледати са унутрашње стране,
 - 5.5 **paraglossa**, множина **paraglossae** (парагласа/е)- парне, узглобљене на спољашњим терминалним деловима прементума, са стране гласа које се налазе између. Аналогне су максиларним галеама.

Код скакавца није лако уочити шав који одваја субментум од ментума, ова два дела заједно носе назив постментум. Код бубашвабе су ова три дела јасно диференцирана. Постментум код скакавца, односно ментум код бубашвабе, је шавом који се налази изнад нивоа узглобљења лабијалних палпа јасно одвојен од следећег сегмента лабијума прементума.



Слика 5.1 Делови усног апарата скакавца (Orthoptera: Acrididae) и трчуљка (Coleoptera: Carabidae) (Извор: <https://genent.cals.ncsu.edu/bug-bytes/mouthparts/>)



Шема 5.1 Делови усног апарата за грицкање код врсте *Blaberus atropos* (Dictyoptera: Blaberidae) (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

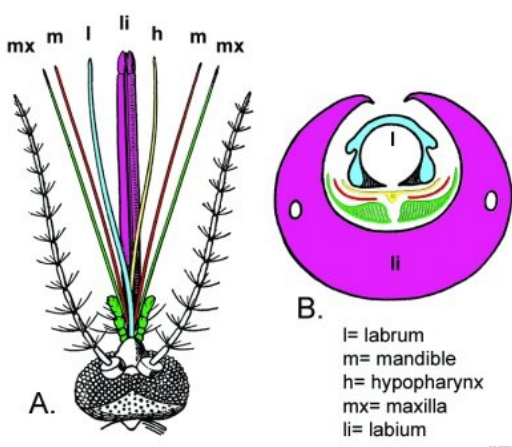
5.2 Усни апарат за бодeње и сисање

Показни материјал: женка комарца (Diptera: Culicidae) (Слика 5.2.1)

Одвојити главу комарца од тела. Врх једног крака пинцете (или ентомолошку иглу) увући са горње стране при основи лабијума (најбоље развијен део усног апарата који личи на иглу, зове се пробосцис и гради футролу у којој је смештено шест стилета; лабијум није срастао са горње стране) и извући стилете напоље (стилети се тешко одвајају један од другог, покушајте благим притисцима врхом пинцете или ентомолошке игле при вршном делу – Слика 5.2.2).



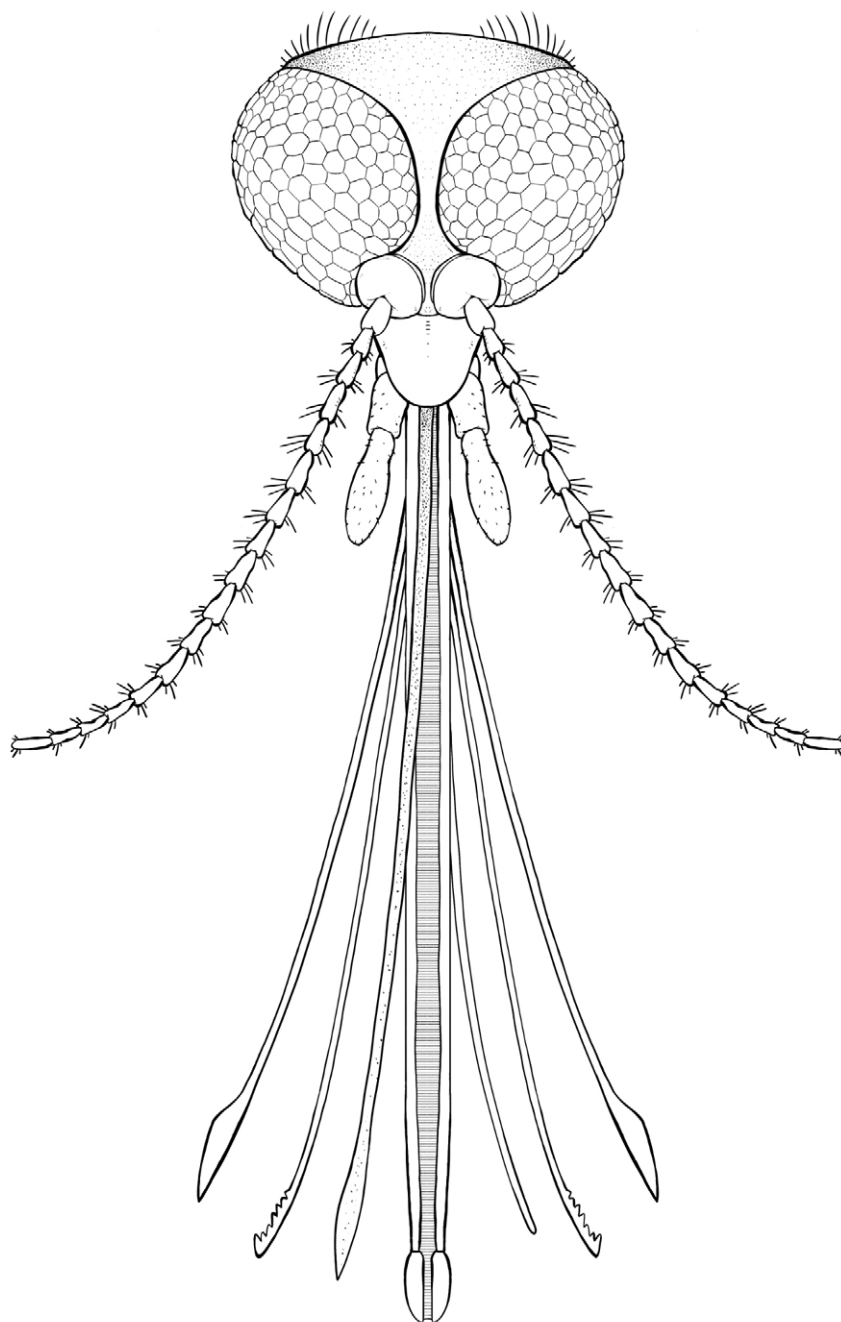
Слика 5.2.1 Усни апарат за бодeње и сисање женке комарца (Diptera: Culicidae); види се фронтоклипеус, максиларни палпи и пробосцис (лабијум) са лабелама (Фото: Nil Rahola, IRD)



Слика 5.2.2 Делови и попречни пресек усног апарата за бодeње и сисање женке комарца (Diptera: Culicidae) (Извор: <https://genent.cals.ncsu.edu/bug-bytes/mouthparts/>)

На Шеми 5.2 уочити и означити следеће делове:

1. *frontoclypeus* (фронтотклипеус)- мали испупчени склерит настао фузионисањем фронтса и клипеуса који се налази испред великих фацетованих очију,
2. *palpus maxillaris* (максиларни палпи)- узглобљени у главену чауру испод фронтотклипеуса, обично изграђени од три чланка и две палпомере које могу бити фузионисане у различитој мери,
2. *labium* (лабиум)- дугачка игличаста цев која чини пробосцис и почиње испод фронтотклипеуса. У лабијуме је смештено шест стилета,
3. *labella* (лабела/е)- два кратка проширена дела која се налазе на врху лабијума,
4. *labroepipharynx* (лаброепифарингијални стилет)- најдебљи стилет који служи за усисавање крви,
5. *mandibulae* (мандибуларни стилети)- два стилета са оштрим врховима који помажу приликом убода (тањи су од максиларних),
6. *maxillae* (максиларни стилети)- два стилета са назубљеним (тестерастим) врховима који први зарезују кожу превећи отвор за продор осталих стилета,
7. *hypopharynx* (хипофарингијални стилет)- тањи од лаброепифарингијалног стилета, сличне дебљине као максиларни, служи за лучење пљувачке са антикоагулантом.



Шема 5.2 Усни апарат за бодeње и сисање код женке комарца
(Аутор: Сара Шиљеговић, 2025)

5.3 Усни апарат за бодeње и сисање код стенице (Heteroptera)

Показни материјал: смрдљиви мартин (Heteroptera: Pentatomidae) (Слика 5.3.1)

Прво је потребно пажљиво одвојити главу стенице од тела. **Важна напомена:** неопходно је овај корак урадити прецизно и пажљиво, да не бисте пресекли пробосцис који је усмерен ка ногама и знатно је дужи од главе са вентралне стране тела због чега је и теже уочљив приликом дисекције

Испод фацетованих очију окренут према назад налази се вишечлани лабијум. Када се лабијум погура према доле, са његове предње стране требало би да се одвоји кратак склерит (покрива најчешће лабијум у дужини првог чланка - лаброепифаринкс, у облику језичка који покрива базални део лабијума се предње стране. На сличан начин као код комарца извући стилете из футроле лабијума. Приликом извлачења, два бочна – мандибуларна стилета обично се одвоје од медијалних чврсто сраслих максиларних стилета (погледај попречни пресек на Слици 5.3.2).

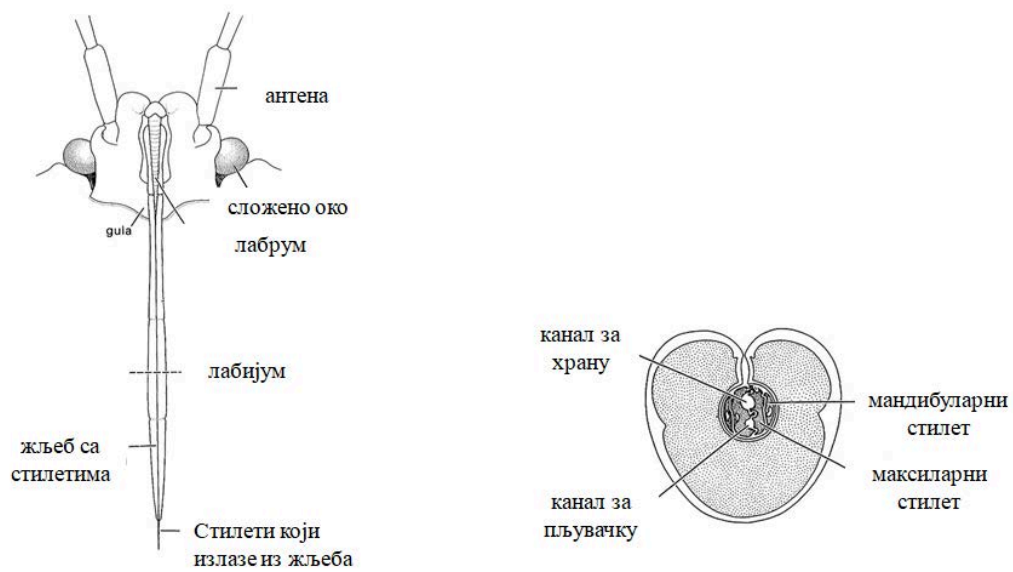


Слика 5.3.1 Стеница
(Heteroptera, Pentatomidae)
(Извор: Susan Ellis, Bugwood.
org; Михаела Кавран, 2023)

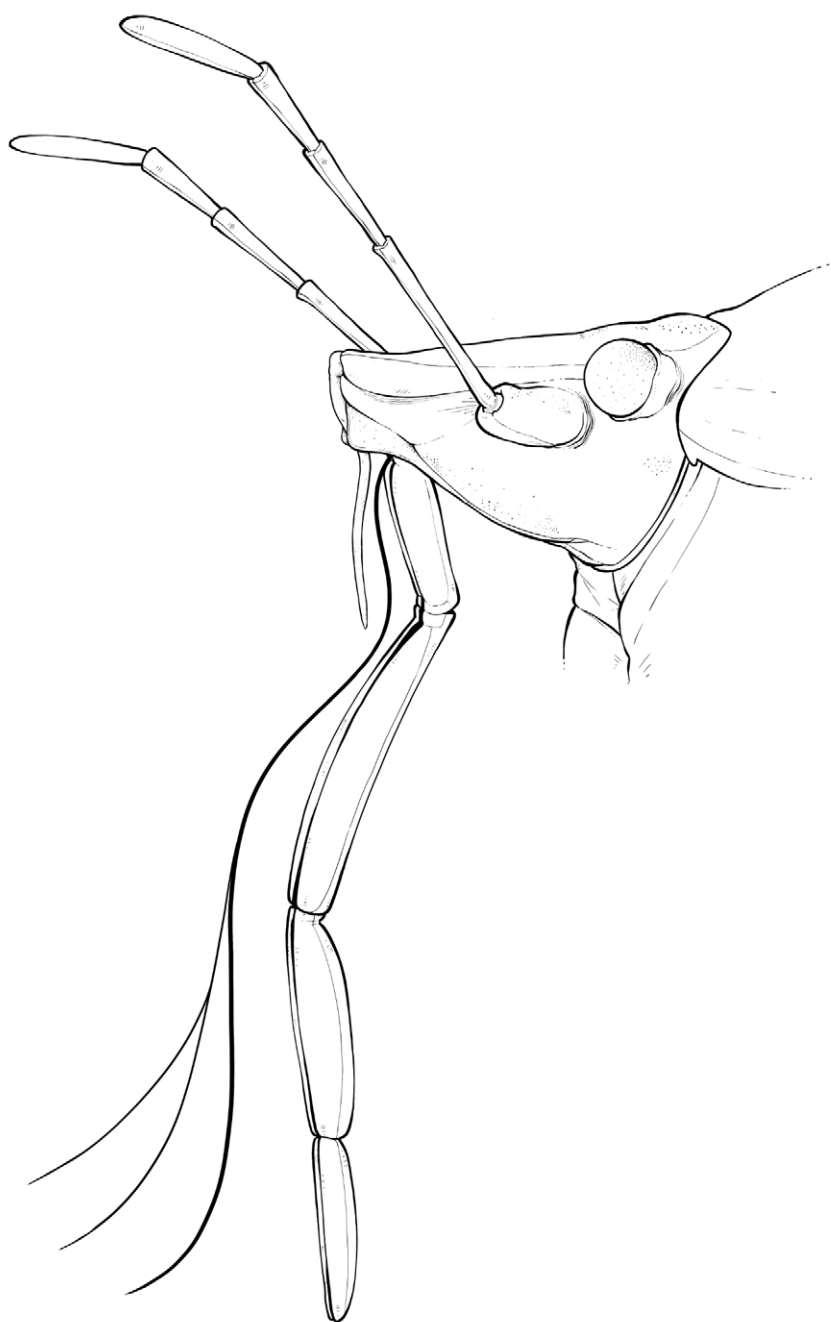


На Шеми 5.3 уочити и означити следеће делове:

1. **labroepipharynx** (лаброепифарингијални стилет)- издужени троугласти језичак који покрива футролу лабијума са предње стране,
2. **mandibulae** (мандибуларни стилети)- два стилета са оштрим врховима који помажу приликом убода (тањи су од максиларних),
3. **maxillae** (максиларни стилети)- два спојена стилета који граде два канала, канал за лучење пљувачке и канал за усисавање делимично сварене хране,
4. **labium** (лабијум)- чланковита футрола у коју су смештена четири стилета.



Слика 5.3.2 Делови и попречни пресек усног апарата за бодeње и сисање стенице (Heteroptera: Pentatomidae) (Извор: <http://www.entomologa.ru/boxes/42.htm>)



Шема 5.3 Усни апарат за бодeње и сисање код стенице
(Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

5.4 Усни апарат за лизање и сркање код лептира (Lepidoptera)

Показни материјал: лептир (Lepidoptera) (Слика 5.4.1)

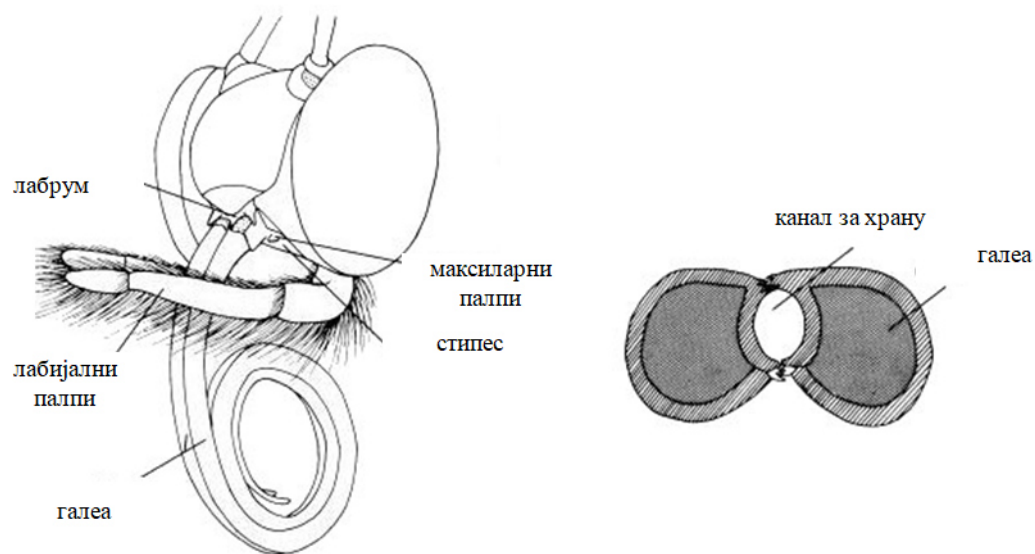
Одвојити главу од тела користећи пинцету. Проторакс (први сегмент торакса) који носи предњи пар ногу треба да остане везан за остатак тела. Поставити главу тако да је гледате од напред (Шема 5.4), бочно или полубочно (Слика 5.4.2). Са бочних страна налазе се велике фацетоване очи.



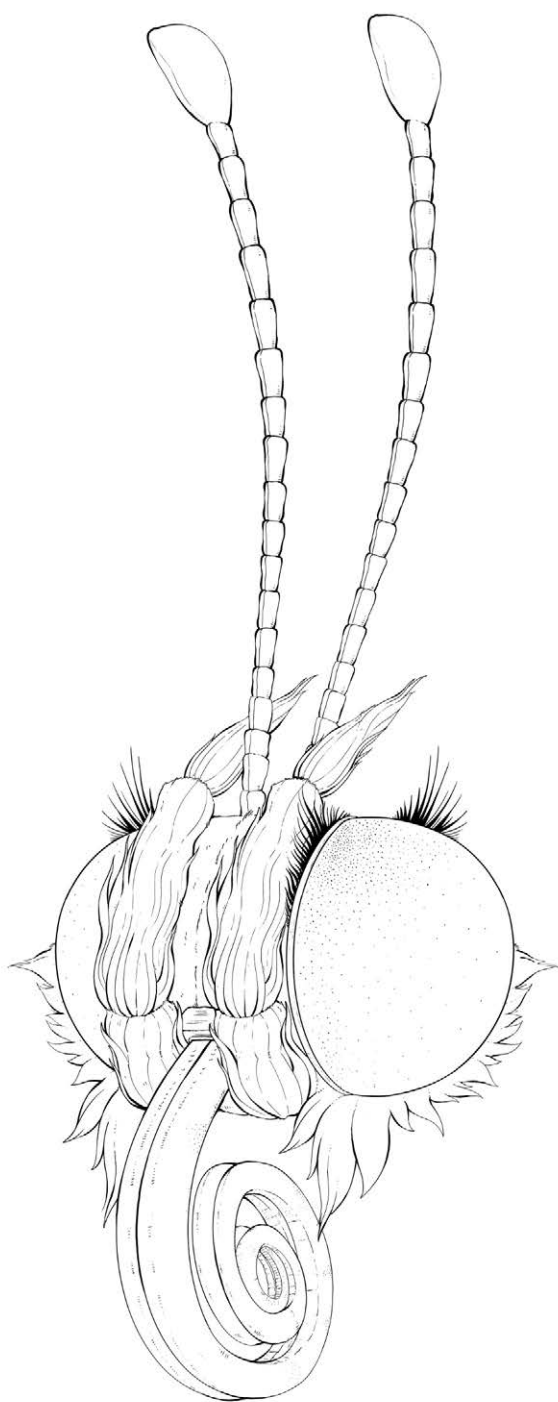
Слика 5.4.1 Лептир (лево) и усни апарат за лизање и сркање код лептика (десно)
(Извор: Tinthia Clemant: <https://www.pexels.com/photo/monarch-butterfly-perching-on-red-flower-1557208/>; Agoenk Fatahillah: <https://www.pexels.com/photo/extreme-close-up-on-mosquito-head-9927833>)

На Шеми 5.4 уочити и означити следеће делове:

1. **labrum** (лабрум)- уски склерит у основи пробосциса (спирално увијена цевчица за усисавање хране),
2. **galea**, множина **galeae** (галеа/е)- једини део максила који је добро развијен (остали делови су редуковани у већој или мањој мери); две галее су спојене градећи цевчицу за усисавање хране која се зове пробосцис или тромп,
3. **palpus labialis** (лабијални палпи)- једини део лабијума који је добро развијен (остали делови су редуковани у већој или мањој мери) и налазе се испод, са обе стране пробосциса,



Слика 5.4.2 Делови и попречни пресек усног апарата за лизање и сркање лептира (Lepidoptera) (Извор: <https://genent.cals.ncsu.edu/bug-bytes/mouthparts>)



Шема 5.4 Усни апарат за лизање и сркање код лептира
(Извор: Сара Шиљековић, 2025)

5.5 Усни апарат за лизање и сркање код муве (Diptera: Cyclorrhapha)

Показни материјал: домаћа мува *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Слика 5.5.1)

Одвојити главу од тела по мембрани врата. Проторакс (први сегмент торакса) који носи предњи пар ногу треба да остане везан за остатак тела. Посматрати је са предње стране. Између великих фацетованих очију налази се удубљење у коме су смештени пипци окренути врхом према доле. Испод овог удубљења у главену чауру је узглобљен усни апарат. Дисековати главу отклањањем бочних делова - почети од фацетованих очију па према усном апарату.

Када је усни апарат потпуно одвојен (очишћен) од делова главене чауре посматрати га бочно, уочити (Слика 5.5.2) и обележити следеће делове (Шема 5.5):

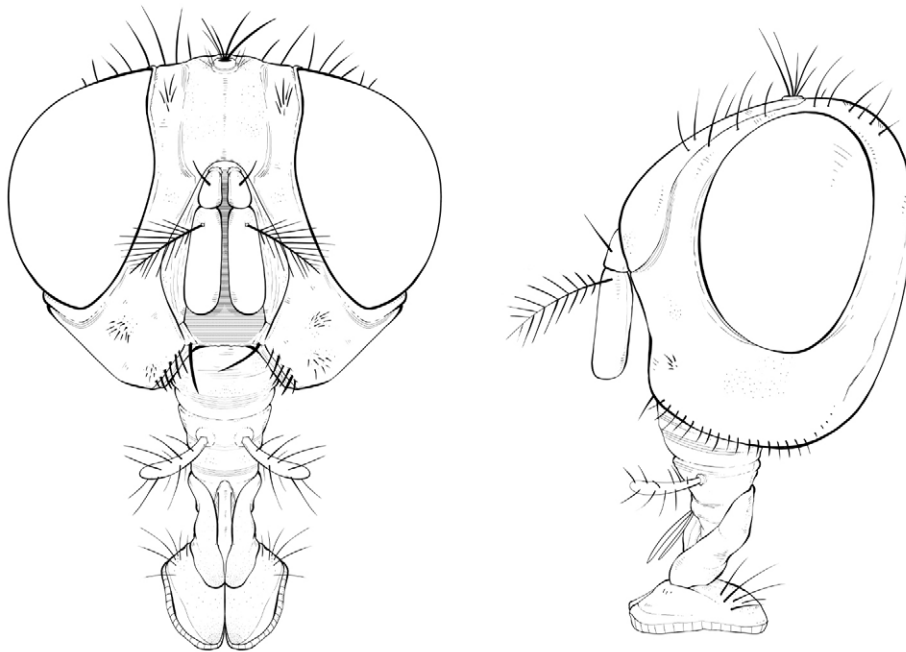
1. **rostrum** (рострум)- базални део којим је усни апарат био узглобљен у главу,
2. **palpus maxillaris** (максиларни палпи)- једночлани израштаји обрасли длачицама, узглобљени за рострум,
3. **haustellum** (хаустелум) део који се наставља на рострум,
4. **labroepipharynx** (лаброепифаринкс)- склерит у облику језичка који покрива хаустелум са горње стране,
5. **hypopharynx** (хипофаринкс)- налази се испод лаброепифаринкса у каналу за усисавање хране (хаустелуму); има сличан облик као и лаброепифаринкс али је краћи од њега. Да бисте уочили лаброепифаринкс и хипофаринкс, потребно је врхом пинцете благо притиснути хаустелум са стране, другом пинцетом придржати рострум, а врх прве који благо дотиче хаустелум полако гурати према доле,
6. **labellum** (лабелум/лабеле)- вршни део усног апарате изграђен од два широка лобуса који се заједно називамо лабеле. Бочно гледано лобуси су обично преклопљени па се види само задња страна (без каналића) ближа оку посматрача,
- 6.1 **pseudotrachea**, множина **pseudotracheae** (псеудотрахеја/е)- мрежа паралелних каналића са склерификованим ивицама којима је испресецана предња страна лабела,



Слика 5.5.1 Усни апарат за лизање и сркање код муве *Musca domestica* Linnaeus, 1758
(Аутор: Михаела Кавран, 2024)



Слика 5.5.2 Делови усног апарата муве
(Извор: <https://genent.cals.ncsu.edu/bug-bytes/mouthparts/>)



Шема 5.5 Усни апарат за лизање и сркање код муве: фронтална (лево) и латерална визија (десно) (Аутор: Сара Шиљековић, 2025)

5.6 Усни апарат за лизање и сркање код пчеле (*Hymenoptera: Apidae*)

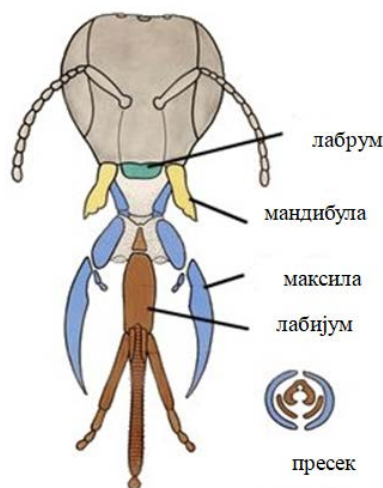
Показни материјал: домаћа пчела *Apis mellifera* Linnaeus, 1758

Главу пчеле одвојити од тела. Поставити је предњом страном према горе. Дисековати уски лабрум и мандибуле (Слика 5.6) које су издужене и имају изглед лопатица (модификација за моделирање воска).

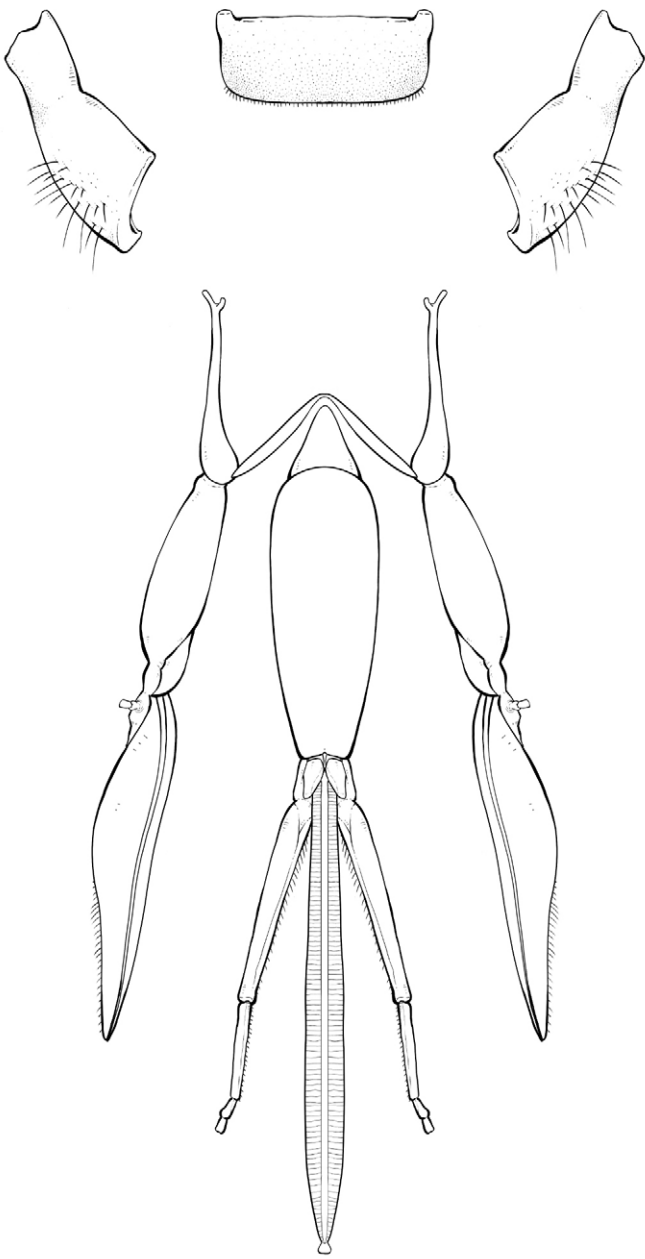
Окренути главу предњом страном према доле и једном пинцетом благо ухватити издужене делове максила и лабијума (Слика 5.6) који могу бити испружени према доле или савијени на горе. Благо повући целу структуру према доле. Обратите пажњу на горњу половину форамен магнума где би требало пронаћи тамно обојене, танке и издужене базалне чланке максила (два чланка светлоплаве боје који се налазе испод жутих мандибула на Слици 5.6) чијом основом су само на два места обе максиле и лабијум причвршћене за скелет главе. Пинцетом се спустити до места узглобљења два карда у главу, повући и одвојити од скелета главе прво са једне, а затим са друге стране. Тиме су сви преостали делови усног апарата (две максиле и лабијум) дисековани и могу се извући из главе. Максиле не треба одвајати од лабијума.

Након урађене дисекције уочити и означити све делове и поделове усног апарата на Шеми 5.6:

1. **labrum** (лабрум) – уски склерит изнад између мандибула и изнад осталих делова усног апарата,
2. **mandibula** множина **mandibulae** (мандибула/е) – са стране лабрума, код пчела су модификоване и служе за моделирање воска приликом изградње саћа,
3. **maxilla** множина **maxillae** (максила/е) – сви делови осим палпа и лациније су добро развијени,
 - 3.1 **cardo** (кардо) – базални чланак максиле којим је узглобљена у главу,
 - 3.2 **stipes** (стипес) – следећи чланак максиле који је нешто краћи и шири од првог,
 - 3.3 **palpus maxillaris** (максиларни палпи) – закржљали, веома мали, налазе се на апикалном делу стипеса,
 - 3.4 **lacinia** (лацинија) – мало прозирно проширење на вршном делу стипеса.
 - 3.5 **galea** (галеа) - најдужи делови максиле узглобљени на вршном делу; стипеса, галее су српасте, перолико проширене и светлије од карда и стипеса.
4. **labium** (лабијум) – централни, најдужи део усног апарата пчеле, а чине га следећи подделови:
 - 4.1 **lorum** (лорум) – базални део лабијума, склерит у облику обрнутог латиничног слова V, модификовани субментум; лорум повезује лабијум и две максиле,
 - 4.2 **mentum** (ментум) – троугласти склерит, базним делом, узглобљен у средину лорума,
 - 4.3 **praementum** (прементум) – велики, склерификовани чланак који се наставља на ментум,
 - 4.4 **palpus labialis** (лабијални палпи) – вишечлани израштаји, узглобљени бочно на апикалном делу прементума,
 - 4.5 **paraglossae** (параглосе) – кратке, у облику пера, узглобљене на прементум са унутрашње стране максиларних палпа (да би се уочиле потребно је размакнути лабијалне палпе),
 - 4.6 **glossae** (глосе) – дугачке, срасле и граде канал за усисавање течности, налазе се између параглоса,
 - 4.7 **flabellum** (флабелум) – проширење у облику капи на врху сраслих глоса.



Слика 5.6.2 Делови усног апарата пчеле (Hymenoptera: Apidae)
 (Извор: лево <https://genent.cals.ncsu.edu/bug-bytes/mouthparts/>;
 десно <https://bee-health.extension.org/head-segment-of-the-honey-bee>)



Шема 5.6: Усни апарат за лизање и сркање код пчеле (Hymenoptera: Apidae)
(Извор: Сара Шиљековић, 2025)

Датум:	Број бодова:	Овера асистента:
	Дисекција:	

Белешке:

[illegible]

6. Морфологија торакса (*thorax*)

Торакс је састављен из три сегмента, про-, мезо- и метаторакса. Сваки од ових сегмената граде четири плоче, дорзална (горња) која се назива тергум или нотум, две бочне плеуре и вентрална (доња), стернум. Свака од наведених плоча може бити додатно издељена. Три сегмента су најједноставније грађе, сличних пропорција и величине код *Apterygota* (бескрилних инсеката) и многих ларви. Развој крила је довео до веће специјализације тако да су мезо- и метаторакс добили компликованију структуру и постали чвршће спојени. Проторакс је најбоље развијен код *Dictyoptera* (бубашвабе и богомољке) и *Coleoptera* (тврдокрилци), код којих пронотум (протергум) односно дорзална (леђна) плоча проторакса образује велики заштитни штит. Код инсеката виших еволутивних грана (нпр. ред *Diptera*), проторакс је често редукован на уски прстен. Степен развоја осталих сегмената зависи од развијености крила. Код инсеката где су предња и задња крила слична нпр. *Isoptera* (термити) и *Odonata* (вилински коњици), мезо- и метаторакс су слично развијени. Супротно, код *Diptera* (двокрилци) где за лет служи само добро развијени предњи пар крила, мезоторакс је много већи. Када спомињемо склерите торакса, они у односу на сегменте којима припадају добијају префиксе про-, мезо- и мета-, тако да се термин протергум односи на тергум проторакса а мезепимерон на епимерон мезоторакса.

Код многих ларви, лутки и *Apterygota*, тергум сваког сегмента је једноставна, целовита (није подељена на више делова) плоча која се такође назива нотум. Оваква грађа је задржана код проторакса скоро свих одраслих крилатих инсеката (*Pterygota*) али су мезо- и метанотум крилатих форми обично подељени на три мања склерита, прескутум, скутум и skutulum. Додатни интерсегментарни склерит, постнотум, је често развијен и носи фрагму (део унутрашњег скелета торакса) за коју су закачени дорзални лонгитудинални мишићи лета.

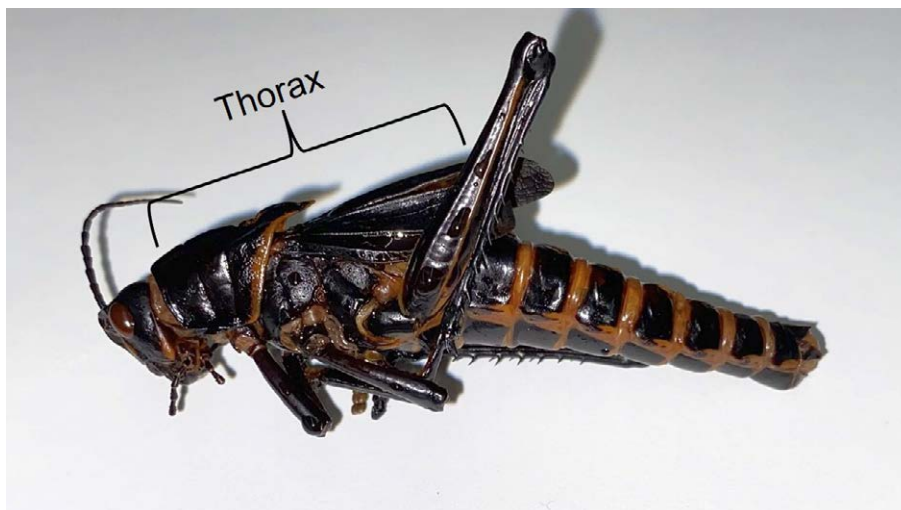
Плеуре, према грађи неких *Apterygota* и неколико ларви крилатих инсеката, вероватно воде порекло од модификованог примитивног базалног сегмента ноге, субкоксе. Код виших инсеката, плеурални регион је увећан, раван и потпуно инкорпориран у сегменте торакса којима пружа круту потпору. Свака плеура је подељена у два главна плеурална склерита, предњи који се назива епистернум и задњи, епимерон. Они су подељени плеуралним шавом који је урастао према унутрашњости тела чинећи потпорни гребен. На плеурону свих сегмената су развијени вентрални израштаји за артикулацију ногу (три пара ногу) а код крилатих инсеката и дорзални за артикулацију крила. Епистернум и епимерон могу бити додатно подељени на горње и доње склерите и један мали плеурит, трохантин, који се, уколико постоји, налази на доњој ивици епистернума.

Вентрална плоча, стернум, може бити модификована на различите начине. Основна плоча сегмента је обично подељена на престернум, базистернум и стернелум. И овде, као и код нотума, се може развити интерсегментарни склерит који називамо спинастернум или постстернелум. Код инсеката виших еволутивних грана, стернум је слабије развијен и често фузионисан са плеурама тако да је тешко уочити границе међу склеритима. Често му је ширина јако редукована и делимично је савијен према унутрашњости тела између ногу. Две стерналне апофизе (део унутрашњег скелета) често срастају градећи заједничку основу фурке која има облик грчког слова Y.

6.1 Thorax скакавца *Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae)

Показни материјал: путнички скакавац *Locusta migratoria*

Поставити скакавца на бок (Слика 6.1) и пинцетама дисековати предња и задња крила (одвојити их на месту узглобљења у мезоторакс и метаторакс) како би се могла видети места њиховог узглобљења.



Слика 6.1 Тело скакавца на коме је означен торакс (Извор: Лиса Поириер: <https://pressbooks.bccampus.ca/unbcbiol322/chapter/insect-anatomy-the-basics/>)

Након урађене дисекције уочити и означити следеће делове на Шеми 6.1:

1. **prothorax** (проторакс) - први сегмент торакса (према глави) са изузетно развијеним дорзалним делом, а чине га подделови:

1.1 **pronotum** (пронотум)- велик, изузетно чврст (заштитна улога) дорзални (леђни, горњи) део проторакса који делимично покрива следећи сегмент, мезоторакс,

1.2 **propleura** (проплеура)- бочни склерит проторакса. Ако је подељена на више склерита они се заједно зову проплеурити,

1.3 **spiraculum prothoracale** (стигма првог торакалног пара) - налази се испод доњег десног угла пронотума (ако је глава окренута на леву страну), на мембрани која проторакс спаја са мезотораксом (да би се видела потребно је подићи пронотум у доњем делу),

1.4 **articulatio coxalis- anterior** или **corium coxale** (артикулациона мембрана предње ноге)- налази се на доњој страни проторакса на месту узглобљења коксе (базални сегмент ноге - **coxa**) предње ноге (обележити и први чланак ноге),

1.5 **prosternum** (простернум) - Ако је подељен на више склерита они се заједно зову простернити,

2. **mesothorax** (мезоторакс)- други, медијални сегмент торакса. Бочна површина (плеура) је уздужним, вертикалним шавом подељена на два плеурита,

2.1 **mesotergum** = **mesonotum** (мезотергум= мезонотум)- дорзални склерит мезоторакса. Ако је подељен на више склерита они се заједно зову мезотергити,

2.2 **mesepisternum** (мезепистернум)- бочни плеурит ближи глави, део мезоплеуре. Мезепистернум апикално са десне стране носи јаче склерификовани,

издужени део (може бити покривен пронотумом)- место **узглобљења предњих крила**,

2.3 **mesepimeron** (мезепимерон)- други (иза мезепистернума) вертикални склерит мезоторакса (део мезоплеуре). Мезепимерон апикално са леве стране носи јаче склерификовани, израштај за који су узглобљена предња крила (**место узглобљења предњих крила**),

2.4 **mesosternum** (мезостернум)- вентрална плоча мезоторакса. Ако је подељена на више склерита они се заједно зову мезостернити,

2.5 **spiraculum mesothoracale** (стигма другог торакалног пара)- налази се на доњем делу шава, који дели мезо- од метоторакса (иза епимерона) (изгледом подсећа на зрно кафе),

Веза између плеурита и тергита је мембранозна.

2.6 **articulatio coxalis- media** или **corium coxale** (артикулациона мембрана средње ноге) – налази се у доњем делу мезепистернума и мезепимерона, повезује мезоторакс и средњу ногу. Обележити први чланак средње ноге **coxa** (кокса).

3. **metathorax** (метаторакс)- трећи, последњи, сегмент торакса. Бочна површина (плеура) је уздужним, вертикалним шавом (слично претходном сегменту торакса) подељена на два плеурита. Веза између тергита и плеурита је мембранозна.

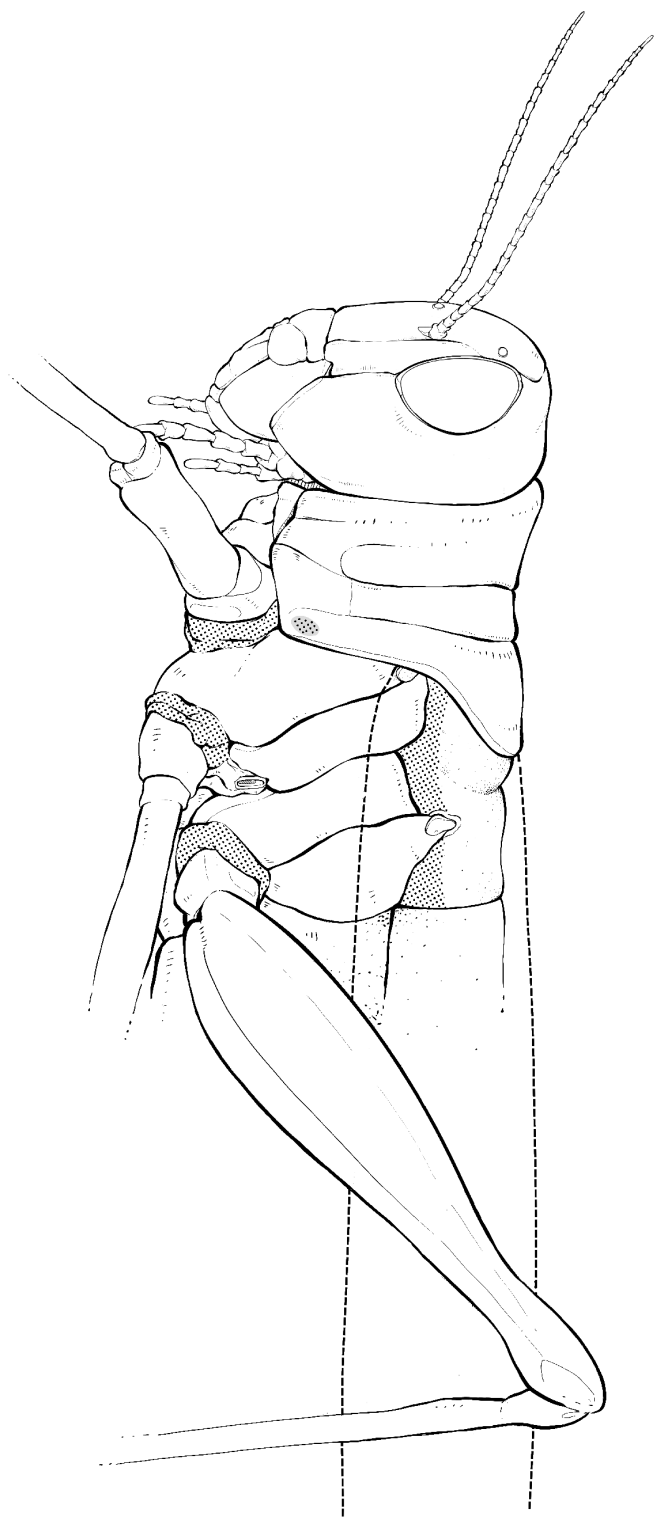
3.1 **metatergum = metanotum** (метатергум = метанотум)- дорзални склерит метаторакса. Ако је подељен на више склерита они се заједно зову метатергити.

3.2 **metepisternum** (метепистернум)- бочни плеурит ближи глави, део метаплеуре.

3.3 **metepimeron** (метепимерон)- други (иза метепистернума) вертикални склерит метаторакса (део метаплеуре). Метепимерон апикално, са леве стране носи јаче склерификовани израштај за који су узглобљена метаторакална крила - **место узглобљења задњих крила**.

3.4 **metasternum** (метастернум)- вентрална плоча мезоторакса. Ако је подељена на више склерита они се заједно зову метастернити.

3.5 **articulatio coxalis- posterior** или **corium coxale** (артикулациона мембрана задње ноге) налази се у доњем делу, испод шава који дели метепистернум и метепимерон. Повезује метаторакс и задњу ногу. Обележити први чланак задње ноге **coxa** (кокса).



Шема 6.1 Латерална визија торакса скакавца *Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae) (Извор: Сара Шиљековић)

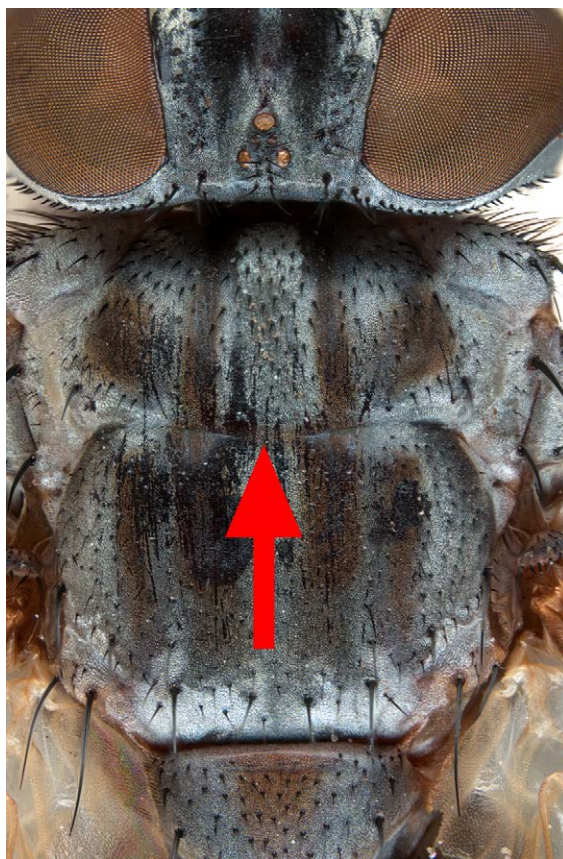
6.2 Торакс муве (Diptera: Muscidae)

Показни материјал: домаћа мува *Musca domestica*

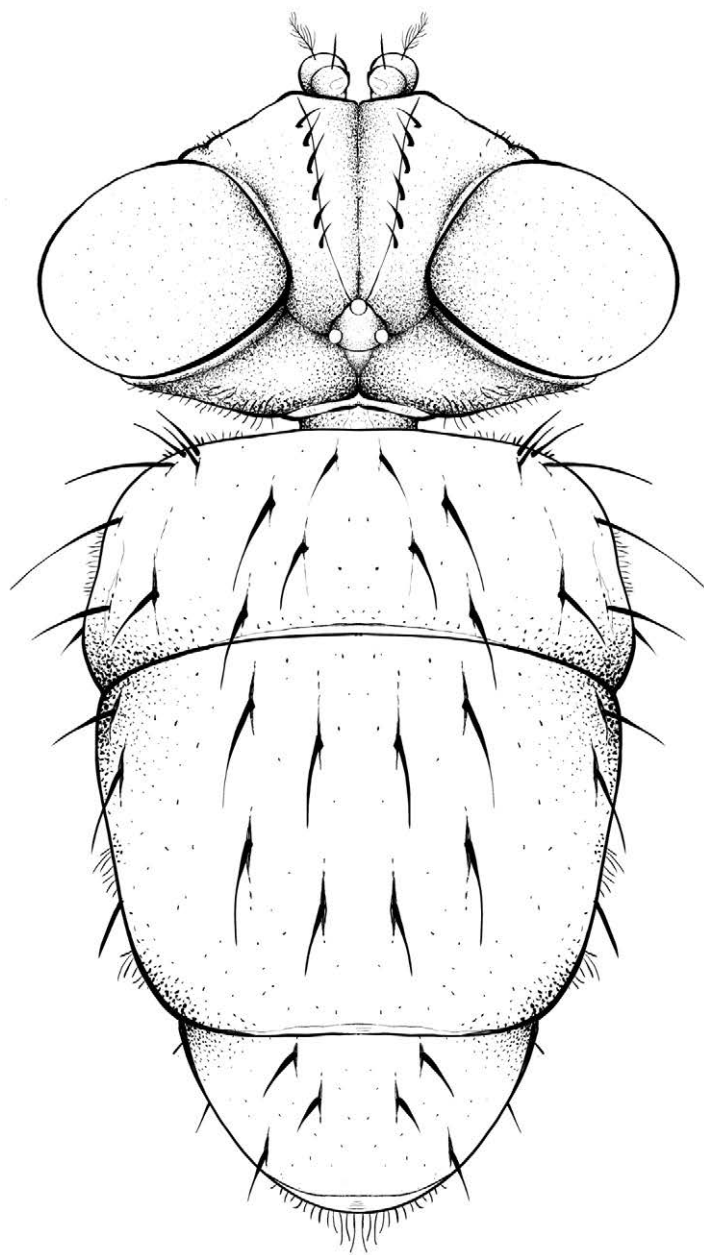
Двокрилци (Diptera) имају само један пар крила која се налазе на мезотораксу, док су метаторакална крила модификована/закржљала. Због мишића који покрећу крила мезоторакс је најволуминознији сегмент торакса двокрилаца. У овој вежби посматраћете само дорзални аспект торакса муве. Није потребно уочити и обележити латералне (плеурити) и дорзалне (стернити) склерите торакса. Потребно је муви маказама одсећи крила. Посматрати дорзалну страну тела. Целокупна, јасно видљива, површина представља изузетно добро развијен нотални = тергални (дорзални) део мезоторакса (Слика 6.2).

После дисековања крила уочите и обележите следеће делове:

1. **pronotum** (пронотум) је редукован на уски, танки прстен и може се пажљивим посматрањем уочити између главе и мезонотума,
2. **mesonotum** (мезонотум) је попречним линијама подељен (обележити цео и делове):
 - 2.1 **prescutum** (прескутум) - део према глави,
 - 2.2 **scutum** (скутум) - средишњи, најшири део и
 - 2.3 **scutellum** (скутелум) - задњи део у облику троугла,
 - 2.4 места узглобљења крила,
3. **metanotum** је као и редуковани део торакса и налази се испод скутелума.



Слика 6.2 Нотални (тергални, дорзални) део торакса муве. Стрелица показује на шав између прескутума и скутума. На глави се виде делови фацетованих очију и између њих три оцеле. Крај скутелума се не види (Фото: Nil Rahola, IRD)



Шема 6.2 Нотални (тергални, дорзални) део торакса и глава муве (Diptera: Muscidae)
(Извор: Сара Шиљековић, 2025)

Датум:	Број бодова: Дисекција:	Овера асистента:
--------	----------------------------	------------------

Белешке:

[illegible]

7. Типови ногу

Типична нога инсекта састоји се од пет сегмената: коксе, трохантера, фемура, тибије и тарзуса и дистално се завршава претарзусом (Слика 7). Кокса је базални сегмент којим је нога узглобљена у тело и везана за израштај на плеурама, а некада и са трохантином и стернумом. Трохантер је мембраном повезан са коксом а чврсто је спојен са фемуром. Некада изгледа да је подељен али дистални део припада фемуру (нпр. код вилинских коњица – Odonata и многих паразитских осица - Hymenoptera). Фемур је обично највећи сегмент ноге, а на задњим ногама већине скакаваца (Orthoptera) је изузетно добро развијен јер се у њему налази леватор тибије, мишић који се користи приликом скакања. Тибија је обично танка и издужена, а тарзус је често подељен на пет делова који немају унутрашње мишиће и зову се тарзомере. Многе ларве и и неки аптерни инсекти (Apterygota) задржавају примитивну структуру и код њих је тарзус целовит, неподељен. Нога се завршава претарзусом који је код многих ларви једноставне грађе, у облику једне канцице, док их код већине инсеката има две. На претарзусу се налазе и друге структуре које обично нису заједно присутне. Парни, јастучасти пулвили леже испод сваке канцице. У средини може бити присутан јастучасти аролијум или израштај у облику длацице, емподијум.



Слика 7. Задња нога комарца врсте *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae; лево) на којој се виде пет тарзомера (четири са белим базалним прстеном и пета потпуно бела) и увеличан последњи чланак код комарца врсте *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae; десно) на коме су видљиве канцице, пулвили и емподијум (између њих).
(Извор: Nil Rahola IRD)

Када ноге служе за ходање, онда развијеност сегмената одговара горњем опису. Међутим, ноге су често модификоване у циљу вршења других функција. Увећање фемура и специјалне модификације мишића омогућавају неким инсектима да скачу (нпр. скакавци - Orthoptera, цикаде - Homoptera и буве - Syphnaptera). Акватични инсекти имају проширене сегменте задњих ногу, чији су ободи обрасли специјалним дугачким длацицама које им омогућавају да пливају. Богомољка (Dictyoptera: Mantodea) и неки други предатори имају предње ноге модификоване за хватање плена, са издуженом коксом, трновима обраслим фемуром и тибијом и редукованим тарзусом. Неки инсекти који живе у земљи, као што су ровци (Orthoptera: Gryllotalpidae), имају јаке ноге са широким трновима модификоване за копање.

Код многих мужјака, ноге су модификоване за придржавање женке при парењу, нпр. издужене предње ноге мужјака водених цветова (Ephemeroptera) или ноге са јастучићем за пријањање на предњим ногама мужјака неких гњураца (Coleoptera: Dytiscidae).

Код сваког типа ногу уочити и означити следеће делове:

1. **coxa** (кокса)- први, базални чланак ноге (дисекован из стерналног дела),
2. **trochanter** (трохантер)- други сегмент са великим бочним проширењем,
3. **femur** (фемур)- трећи сегмент,
4. **tibia** (тибија)- четврти сегмент са трновима,
5. **tarsus** (тарзус)- састављен из више делова који немају унутрашњу мускулатуру и зову се тарзомере (цео тарзус означити витичастом заградом, а затим бројем сваку тарзомеру; базална тарзомера треба да носи број 1),
6. **praetarsus** (претарзус, предстопало)- последњи сегмент ноге, чине га:
 - 6.1 **unguis** (унгвис)- једна или две канцице (на Шеми означити само њих, не и остале делове претарзуса),
 - 6.2 **empodium** (емподијум)- средишњи израштај, један, најчешће у облику длачице; ако има облик јастучића и сличан је пулвилима онда се назива **arolium** (аролиум),
 - 6.3 **pulvili** (пулвили)- два бочна израштаја, најчешће у облику јастучића.

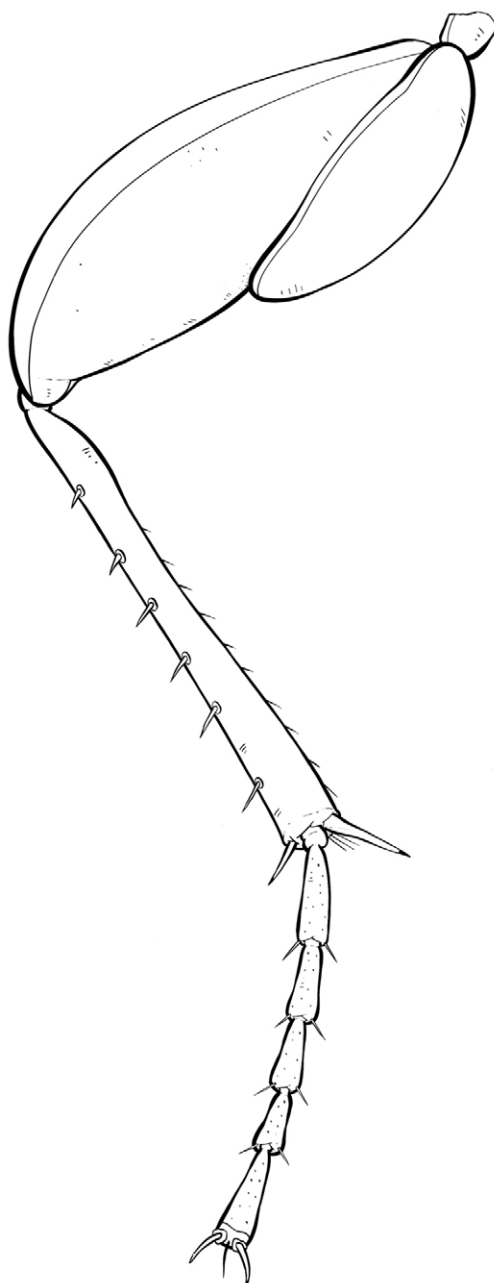
7.1 Ноге за ходање и трчање

Показни материјал: трчуљак (Coleoptera: Carabidae) (Слика 7.1)

Положити трчуљка на леђа. Уочити базални чланак, коксу, којим је нога узглобљена у тело, а који је чврсто срастао за стернални део торакса и абдомена. Дисековати целу задњу ногу по шавовима око места узглобљења тако што ћете постепено одвајати коксу од стернита. Притискањем врха пинцете по шаву цела кокса се постепено одваја од стерналног дела. Када је дисекција завршена означити целу ногу и на Шеми 7.1 обележити све делове дате у уводном делу.



Слика 7.1 Трчуљак и нога за ходање и трчање код трчуљка
(Извор: Валерија Андрејев, 2024; Михаела Кавран, 2024)



Шема 7.1 Нога за ходање и трчање код трчуљка (Coleoptera: Carabidae)
(Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

7.2 Ноге за скакање

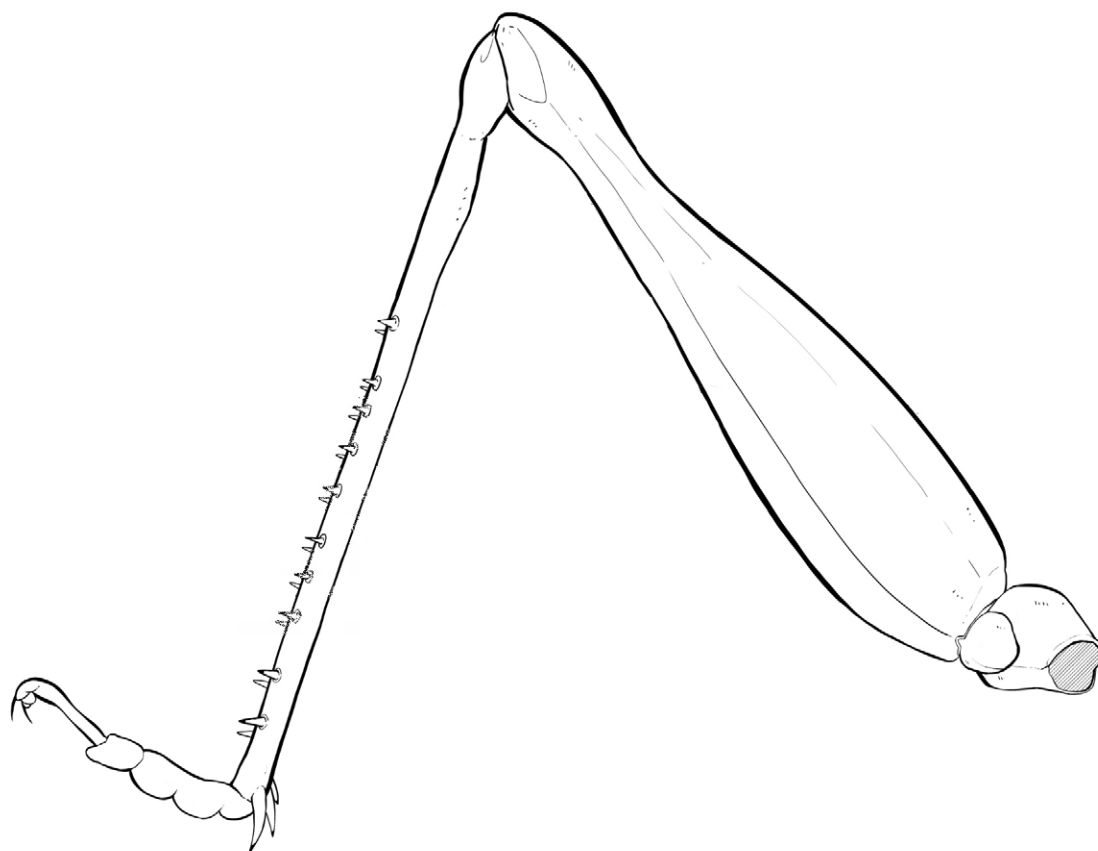
Показни материјал: Скакавац (*Orthoptera: Acrididae*) (Слика 7.2)

Задња нога скакавца се дисекује по мембрани узглобљења коксе са метатораксом. Овај тип ноге се посматра са унутрашње стране, односно оне која у природном положају стоји уз тело. На Шеми 7.2 обележити све делове дате у уводном делу. Трохантер се види само са унутрашње стране ноге, мали је у облику троугла, немобилно везан за фемур, а са стране према кокси креће мали израштај који улази у удубљење истог облика на кокси. Фемур је најразвијенији чланак ноге, тибија је издужена, исте дужине као и фемур и носи трнове. Тарзус је вишечлан (означити тачан број тарзомера) и неке тарзомере су са доње стране подељене у режњеве. Јасно се виде канцице (унгвис) и средишњи проширени израштај аролијум који су делови претарзуса.

Осим скакавца задње ноге модификоване за скакање имају и врсте из реда *Homoptera*, подреда *Auchenorrhyncha*; затим из реда *Siphonaptera*, реда *Coleoptera*, фамилије *Chrysomelidae*, подфамилије *Halticinae*.



Слика 7.2 Нога за скакање код скакавца (*Orthoptera: Acrididae*) са увеличаним тарзусом (Извор: Михаела Кавран, 2024)



Шема 7.2 Нога за скакање код скакавца (Orthoptera: Acrididae)
(Извор: Сара Шиљеговић)

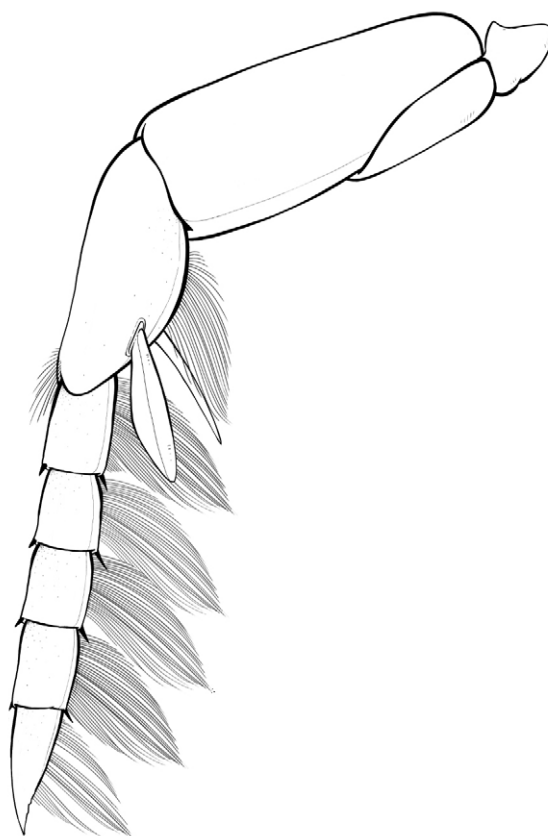
7.3 Ноге за пливање

Показни материјал: гњурац (Coleoptera: Dytiscidae) (Слика 7.3)

Ову ногу не треба дисековати из тела. Гњураца положити на леђа и нацртати целу задњу ногу. Кокса је велика, урасла у стернални део (Шема 7.3) слично као код инсеката из фамилије Carabidae (ноге за ходање и трчање). Трохантер је много мањи, делимично покривен коксалним израштајем. Фемур је широк, најразвијенији сегмент ноге. Тибија је обрасла већим бројем ситних немобилних трнова и апикално носи неколико дугачких мобилних трнова. Тарзус је вишечлан. Обележити тачан број тарзомера. Осим одраслих гњураца ноге за пливање имају и представници из реда Coleoptera, фамилије Hydrophilidae и реда Heteroptera, подреда Hydrocorisa.



Слика 7.3 Нога за пливање код гњураца (Coleoptera: Dytiscidae)
(Извор: лево - Kansas Department of Agriculture, Bugwood.org; десно - Михаела Кавран, 2023)



Шема 7.3 Нога за пливање код гњураца (Coleoptera: Dytiscidae)
(Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

7.4 Ноге за придржавање женке при парењу

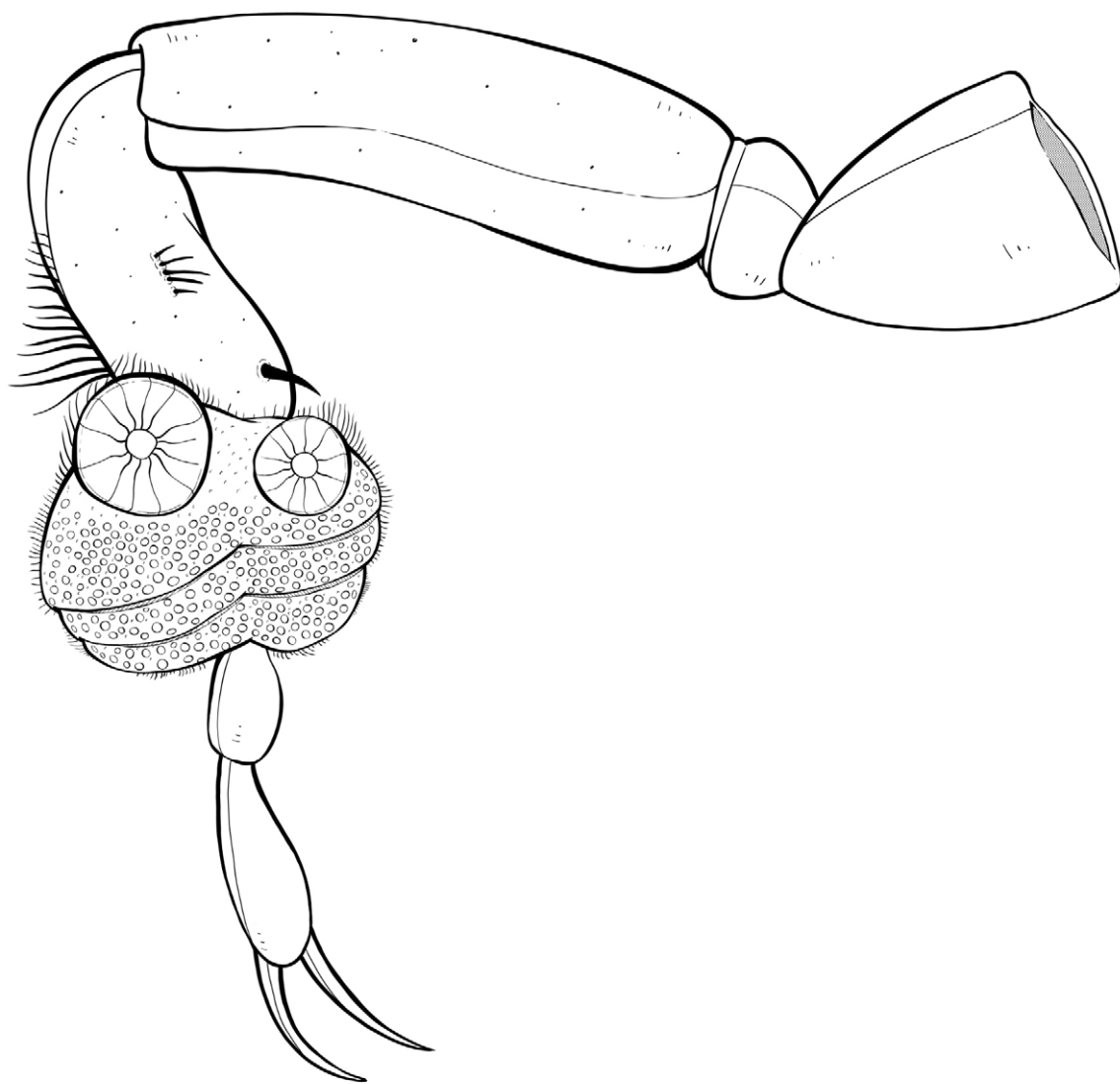
Показни материјал: мужјак гњурца (Coleoptera: Dytiscidae)

Посматрају се дисековане предње ноге мужјака гњурца са унутрашње стране тако да се виде проширени чланци тарзуса са љуспицама и лепљивим јастучићима (Слика 7.4). Трохантер је мањи од коксе и чврсто срастао за фемур (Слика 7.4 и Шема 7.4). Фемур је најдужи и најразвијенији чланак ноге. Тибија је сличне ширине и нешто краћа од фемура. На тибију се наставља вишечлани тарзус на коме треба обележити тачан број тарзомера (базалне су проширене, модификоване у лепљиви јастучић; вршне уске). Како бисте лакше видели од колико тарзомера је изграђен лепљиви јастучић којим се мужјак прилепи за елитре (покриоца) женке, потребно је окренути ногу и погледати је са спољашње стране. Канцице (унгвис) су јасно видљиве.



Слика 7.4 Унутрашња страна ноге за придржавање женке током парења код мужјака гњурца (Coleoptera: Dytiscidae). (Извор: Михаела Кавран, 2023 лево и Aslak Kappel Hansen Copyright: Creative Commons (CC BY 4.0); десно)

Слична модификација тарзуса предњих ногу налази се код представника још једне фамилије акватичних тврдокрилаца - Hydrophilidae.



Шема 7.4 Унутрашња страна ноге за придржавање женке при парењу код мужјака
гњурца (Coleoptera: Dytiscidae) (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

7.5 Ноге за скупљање полена код пчеле (Hymenoptera: Apidae)

Показни материјал: пчела (Hymenoptera: Apidae) (Слике 7.5.1 и 7.5.2)

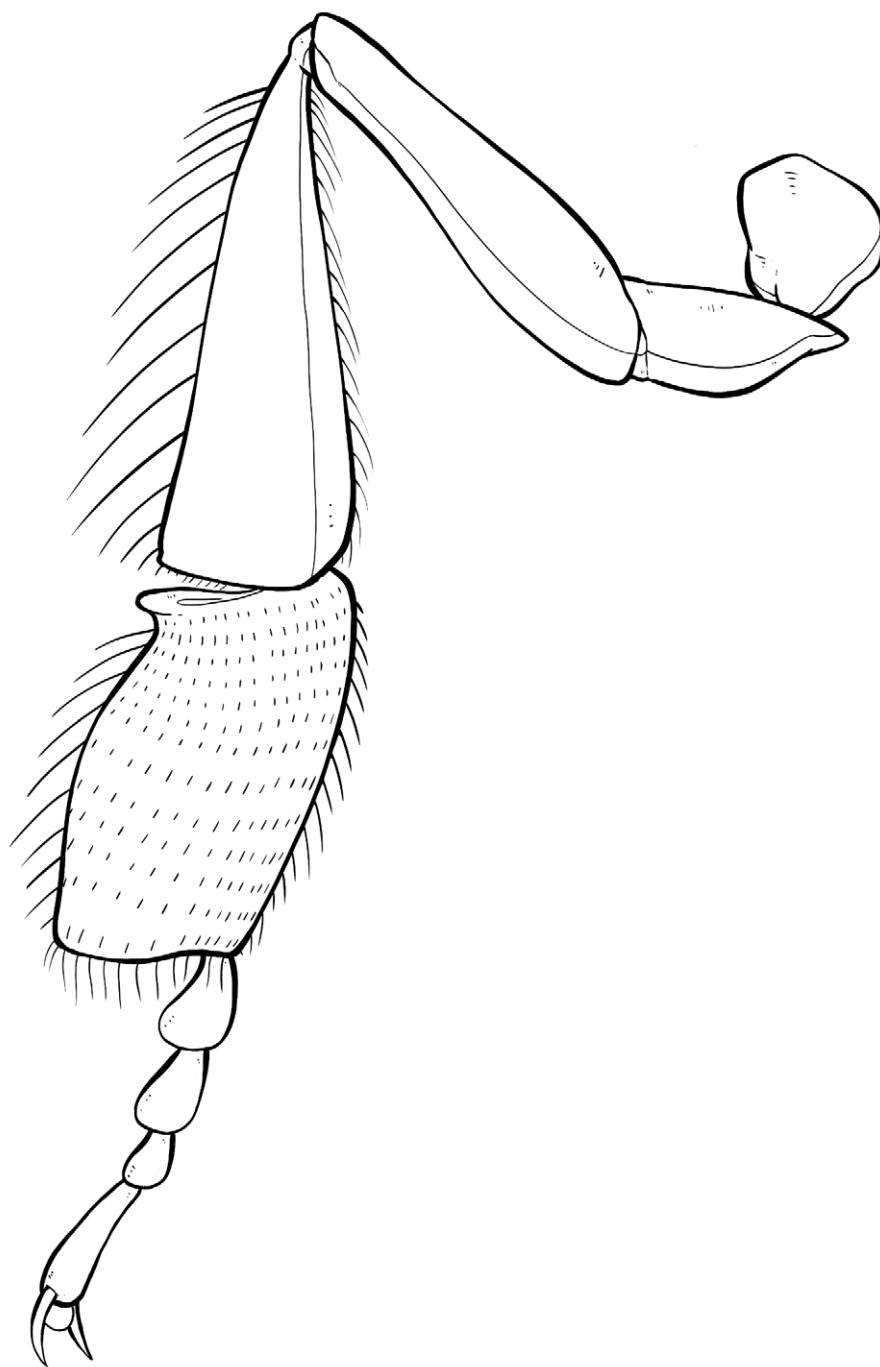


Слика 7.5.1 Пчела са поленом на трећем пару ногу
(Извор: Михаела Кавран, 2023 лево; Иван Фијат, 2023 десно)

Дисековати задње ноге пчеле и цртати их целе (Шема 7.5) са спољне стране. Трохантер је троугласт, око два пута мањи од коксе. Фемур је слабије развијен и ужи од тибије која је према врху троугласто проширена а по ободу обрасла дугим длачицама које са спољне стране граде корпу за одлагање полена. Тарзус је вишечлан (обележити тачан број тарзомера). Прва тарзомера је проширена, са унилатералним базалним израштајем (узенгија) који служи за пребацивање полена са унутрашње стране тарзуса у корпу на спољној страни тибије. Погледајте попречне редове длачица на унутрашњој страни прве тарзомере које помажу у пребацивању полена у корпу. Остале тарзомере су мање и краће од прве. На добро развијеном претарзусу се јасно виде канцице и средњи израштај аролијум.



Слика 7.5.2 Спољна страна ноге за сакупљање полена код пчеле (Hymenoptera: Apidae) (Извор: Михаела Кавран, 2023)



Шема 7.5 Нога за скупљање полена код пчеле (Hymenoptera: Apidae)
(Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

7.6 Ноге за копање

Показни материјал: ровац (Orthoptera: Gryllotalpidae) (Слика 7.6)



Слика 7.6 Ровац (лево) и нога за копање код ровца (десно)
(Orthoptera: Gryllotalpidae) (Извор: Михаела Кавран)

Предњу ногу ровца посматрати са спољашње стране (Шема 7.6). Са ове стране се на тибији виде четири канце (лопатице) и тарзус који је узглобљен у средишњем делу тибије. Сви делови ноге су проширени. Трохантер се налази са доње стране коксе, мали је, трапезастог облика, јасније се види приликом померања коксе и фемура, као и са унутрашње стране ноге. Фемур је широк, најразвијенији сегмент ноге, са снажним трноликим израштајем са доње стране. Овај израштај се јасније види када се нога посматра са унутрашње стране. Тибија је проширена, апикално је модификована у четири лопатице које се такође јасније виде ако се нога посматра са унутрашње стране. Тарзус је вишечлан (обележити тачан број тарзомера), узглобљен у средишњем делу тибије, базалне тарзомере унилатерално проширене у лопатице. Канцице су јасно видљиве.

Модификацију предњих ногу у ноге за копање имају и ларве цврчака (Homoptera: Cicadidae) и неки одрасли гундељи (Coleoptera: Scarabaeidae).



Шема 7.6 Нога за копање код ровца (Orthoptera: Gryllotalpidae)
(Извор: Сара Шиљековић, 2025)

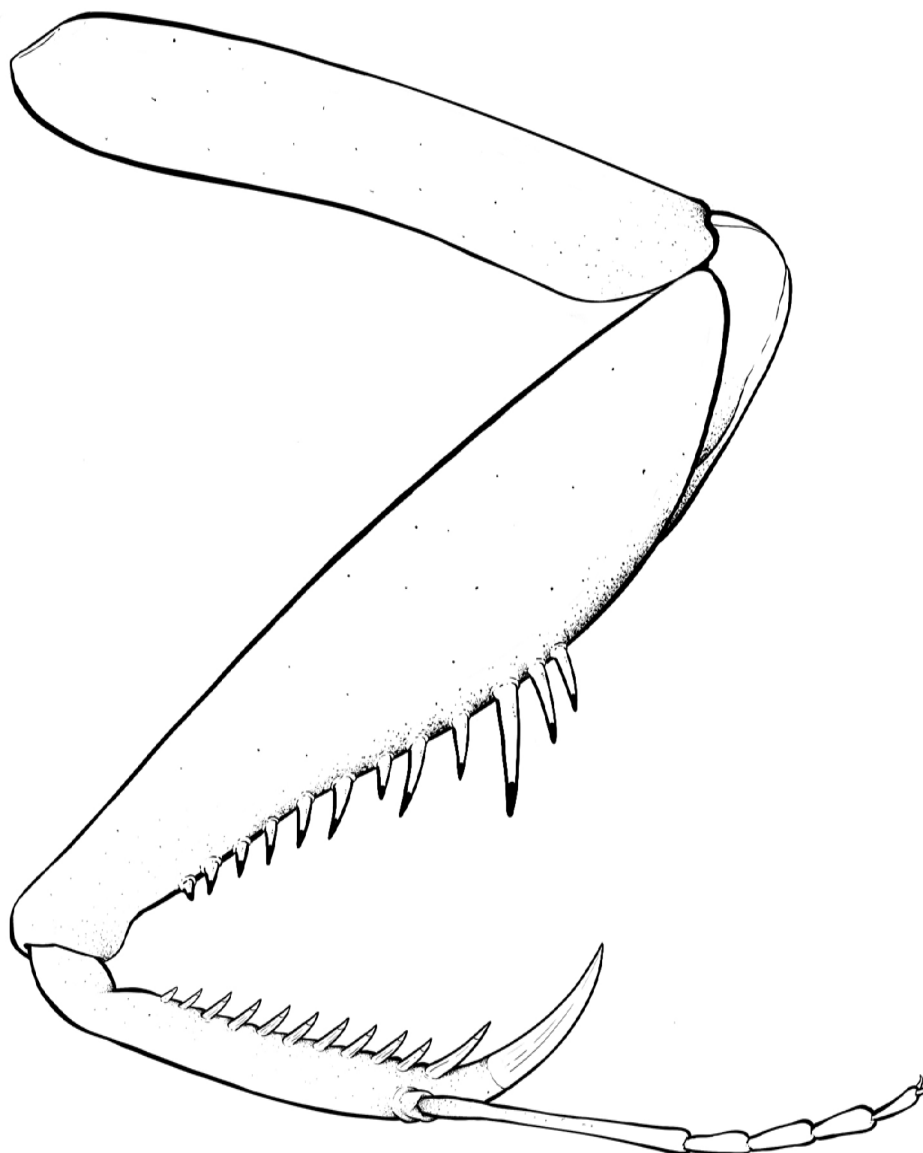
7.7 Ноге за хватање плена

Показни материјал: богомољка (Dictyoptera: Mantodea) (Слика 7.7)



Слика 7.7 Модификација предњих ногу за хватање плена (Dictyoptera: Mantodea)
(Извор: Сара Шиљеговић лево, Михаела Кавран десно)

Код овог типа ногу посматра се предњи пар ногу. Потребно је препарованог инсекта наместити да се предња нога види са бочне стране, забадањем ентомолошке игле у парче стиропора или лоптицу пластелина, без дисековања. Предњу ногу наместити у видно поље бинокулара (под најмањим увећањем) и не додиривати је пинцетом јер су делови суви и лако ломљиви. Кокса је изузетно добро развијена, издужена, сличне дужине као фемур (Шема 7.7). Трохантер је узглобљен на апексу коксе и са доње стране фемура. Фемур је широк, са стране према тибији носи великим бројем трнова који служе за фиксирање плена. Тибија је упола краћа од фемура, са стране према фемуру се налази велики број трнова који такође имају функцију у фиксирању плена. На врху тибије налази се велики трн којим богомољка граби плен приликом напада. Тарзус је вишечлан (обележити тачан број тарзомера), узглобљен са стране у апикалној трећини тибије, прва тарзомера је најдужа. Од претарзуса су јасно видљиве канцице. Предње ноге су модификоване за хватање плена и код водених стеница (Heteroptera: Hydrocorisa) и једне фамилије из реда мрежокрилаца (Neuroptera: Mantispidae).



Шема 7.7 Нога за хватање плена код богомољке (Dictyoptera: Mantodea)
(Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

Датум:	Број бодова:	Овера асистента:
	Дисекција:	

Белешке:

[illegible]

8. Типови крила

Већина одраслих инсеката има два пара (четири) крила која су повезана са мезо- и метаторакалним тергитима помоћу склерита комплексне грађе. Ларве немају крила. Примитивни инсекти (Apterygota) немају крила ни као одрасли док су неки крилати инсекти (Pterygota) као што су буве (Siphonaptera), ваши животиња (Malophaga, Anoplura) или класа радника код термита (Isoptera) и мрава (Hymenoptera: Formicidae) изгубили крила током еволуције и прилагођавања на специфичне начине живота. Најмлађи ступњеви развоја ларви немају видљиве зачетке крила али њихови рудименти постају препознатљиви код старијих ступњева. Постоје два основна типа развоја крила. Код Eхopterygota зачеци крила су видљиви на телу ларви у облику малих лобуса који постепено расту после сваког пресвлачења. Код Endopterygota крила нису видљива на телу ларве и свој развој почињу из имагиналних дискова крила, групе ћелија сакривене испод кутикуле ларве. Крила први пут постају видљива споља код стадијума лутке.

Крила су састављена од два слоја кутикуле. У току развоја горњи и доњи слој епидермиса се фузионишу и срастају по додирној површини осим дуж специфичних линеарних канала. У канале урастају трахеје и нерви, пуне се хемолимфом и граде мрежу „нерава“ или „вена“ које учвршћују крило. Одмах по пресвлачењу у одраслог, крила имају облик малих кожастих рудимената која се под притиском хемолимфе и атрофирањем слојева епидермиса шире до своје пуне величине. После завршетка овог процеса крила одраслог инсекта се састоје од дебеле двослојне кутикуле која је армирана јако склеротизованим „нервима“. Површина крила може бити глатка или покривена микро- и/или макродлакама. Код комараца (Diptera: Culicidae) нерви су покривени љуспицама док је код лептира (Lepidoptera) љуспицама покривена цела површина крила. Мали склерит у облику љуспице (тегула), прекрива основу предњих крила код лептира (Lepidoptera), опнокрилаца (Hymenoptera) и неких Heteroptera и Homoptera.

Код ниско специјализованих инсеката оба пара крила се користе за лет, а предњи и задњи пар су сличне величине, облика и грађе. Задњи део задњих крила је обично увећан и формира лепезасто проширење које се зове анални лобус. Код других специјализованих инсеката, један пар крила (обично предња) је модификован најчешће у циљу заштите нежних задњих крила. Код бубашваба (Dictyoptera: Blattodea), богомољки (Dictyoptera: Mantodea), паличњака (Phasmaptera) и правокрылаца (Orthoptera) предња крила су уска и кожаста, равномерно склеротизована целом дужином и зову се тегмине. Код Heteroptera базална половина предњих крила је склеротизована а вршна мембранозна и зовемо их хемиелитре. Код ухоложа (Dermaptera) и тврдокрылаца (Coleoptera) предња крила формирају тврде, јако склеротизоване заштитне покриваче задњих крила и тела које се зову елитре и не користе се за лет. Код двокрилаца задња крила су модификована у мале вибрирајуће органе, халтере, које одржавају равнотежу током лета. Код мува на вишем нивоу еволуције халтере су прекривене калиптерама, израштајима код базе предњих крила. Код многих инсеката предња и задња крила са једне стране тела су повезана на различите начине тако да функционишу као једно. Код ноћних лептира апарат за повезивање се састоји од једне или више јаких длачица (френулум) које полазе из основе задњих крила и каче се за ретинакулум на доњој страни предњих

крила. Код опнокрилаца низ минијатурних кукица (хумули) на предњој ивици задњег крила качи се савијену задњу ивицу предњег крила.

Цео систем склеротизованих цевчица тј. нерава чини нерватуру крила. Она је специфична за сваку врсту а различите таксономске групе одликују карактеристичне одлике нерватуре која је због тога од изузетне важности за класификацију инсеката.

8.1 Нерватура крила лептира из фамилије земљомерки (Lepidoptera: Geometridae)

Показни материјал: предње крило лептира из фамилије земљомерки (Слика 8.1)

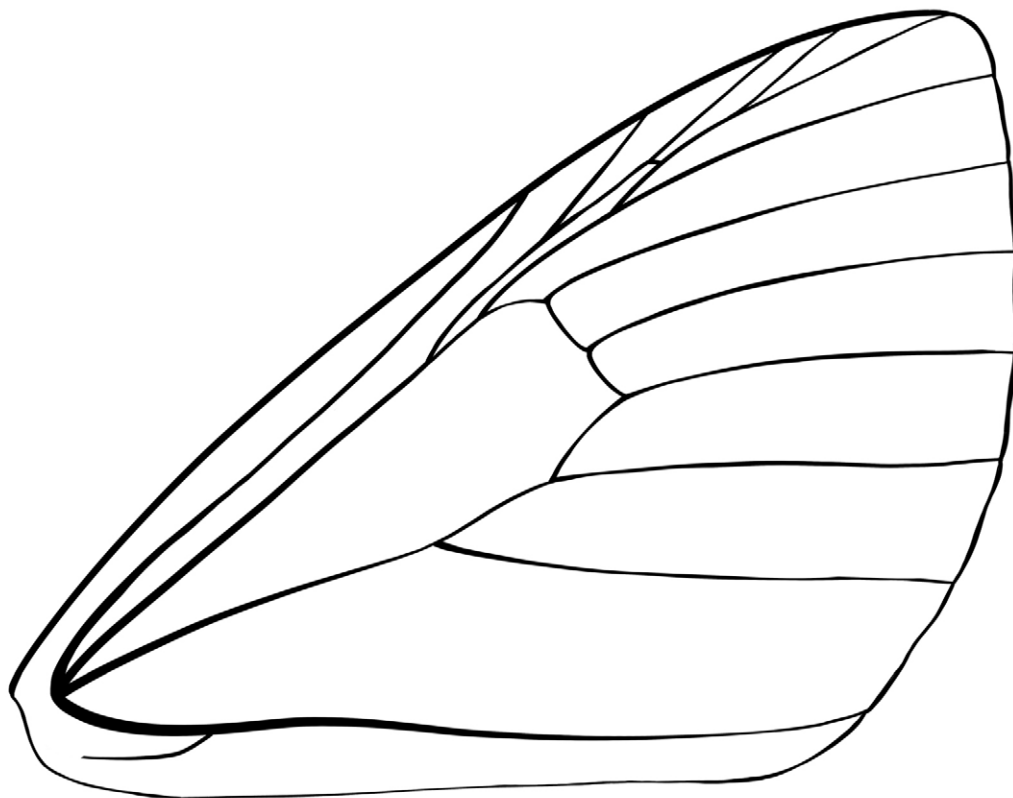


Слика 8.1 Мужјак из фамилије Geometridae (Извор: Милош Поповић, 2025)

Лептиру треба прво дисековати предње и задње крило (пинцетом ухватити на месту узглобљења крила у торакс и благо заокренути према доле). Пошто се ради о сувом материјалу потребно је пажљиво поступити са крилима како би остала цела. Узети само мезоторакално (предње) крило, положити га у сахатно стакло или стаклену петри посуду и прекрити га са 2-3 капи ксилола. Ксилол релативно брзо испарава па је потребно у току рада додавати одређену количину како би крила све време била потопљена у ксилол. Ради постизања бољег контраста и лакше визије нерватуре, кружни радни подложак лупе окренути на црно обојену страну. Делови нерава крила који су испуњени мехурима ваздуха виде се много боље од осталих.

Према опису који следи у тексту, потребно је идентификовати уздужне и попречне нерве, а затим на Шеми 8.1 скраћеницама обележити уздужне нерве (C, Sc, R₁-R₃, M₁-M₃, Cu₁-Cu₂, A), попречне „нерве“ (rm и mс) и радијалну хелију:

1. **costa** (C, коста)- први нерв, налази се на самој предњој ивици крила
2. **subcosta** (Sc, субкоста)- у основи паралелан са првим нервом (предњом ивицом крила), после средине крила скреће према горе и завршава се на косталном нерву,
3. **radius** (R, радиус)- креће из основе крила и иде паралелно са два претходна нерва, пре половине крила се рачва и гради радијалну ћелију. Нерв који ограничава ћелију са горње стране се наставља на правац основне гране пре рачвања. Нерв са доње стране ћелије је прав у првих 3/4 своје дужине, а затим под тупим углом скреће према горе. Са места где је нерв „преломљен“ наставља се попречни радио-медијални нерв (rm), који чини везу између радиуса и прве од три гране медиуса и спаја се са нервом који ограничава ћелију са горње стране. Од места спајања горњег и доњег нерва (крај радијалне ћелије) полазе две гране: горња - R_1 (радиус 1) која се не грана и доња која се рачва три пута. После првог рачвања доња грана је једноставна, иде до краја крила и чини последњи нерв радиуса - R_5 . Од горње се у другом рачвању одваја R_2 , а у трећем R_3 и R_4 (овај опис не одговара свим врстама фамилије Geometridae). Константан је број радијалних нерава, пет, а радијална ћелија може бити одсутна,
4. **medius** (M, медиус)- са половине радијалног нерва (места где је доња ивица радијалне ћелије „преломљења“) креће радио-медијални попречни нерв, који спаја радиус и прву грану медиуса M_1 . Медиус нема нерв од основе до средине крила и састоји се од три паралелна нерва међусобно повезана попречним везама које су прекривене љуспицама и обично тешко уочљиве; паралелно испод M_1 налазе се M_2 и M_3 , који се као и M_1 протежу од половине до краја крила. Од почетка M_3 (середина крила) креће према основи крила добро уочљив медио-кубитални попречни нерв (mc),
5. **cubitus** (Cu, кубитус)- креће из основе крила и после прве трећине дужине рачва се на Cu_1 и Cu_2 који паралелно настављају до ивице крила. Нерв Cu_1 се ломи на нивоу почетка медијалних нерава и на том месту је медио-кубиталним попречним нервом повезан са медиусом,
6. **analís** (A, анализ)- последњи нерв, креће из основе и иде паралелно са задњом ивицом крила, без рачвања.



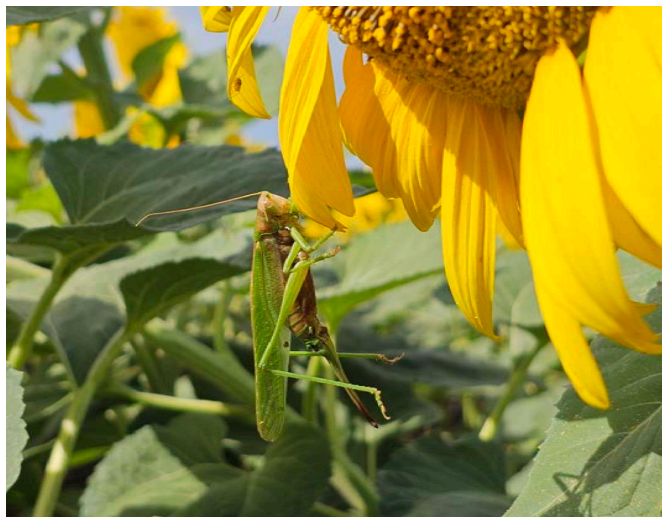
Шема 8.1 Нерватура крила (предње крило) лептира из фамилије земљомерки (Lepidoptera: Geometridae) (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

8.2. Тегмине скакаваца врсте *Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae)

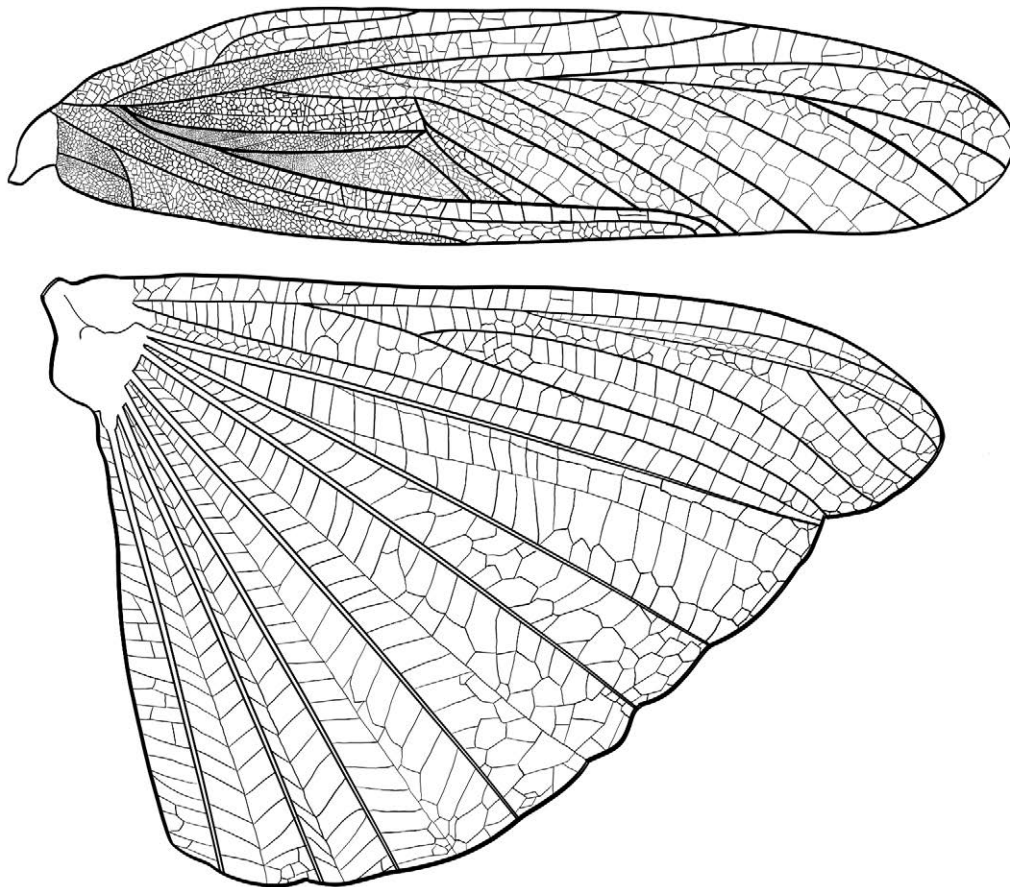
Показни материјал: Предње крило (тегмина) скакаваца врсте *Locusta migratoria*

Тегмине су модификација предњег пара крила, која су делимично очврсла тако да су кожасте структуре. Оваква модификација налази се код представника редова Dictyoptera, Orthoptera (Слика 8.2) и Dermaptera.

Потребно је скакавцу дисековати једно предње и једно задње крило. Учити разлике у чврстоћи и величини предњег и задњег крила (Шема 8.2). Предње крило је **тегмина**. На крилима учити нерватуру, а нарочито велики број попречних нерава. На Шеми 8.2 обележити тегмину (предње) и мембранозно (задње) крило.



Слика 8.2 Тегмине зриказца -горе и у средини (Orthoptera: Tettigoniidae) и скакавца -
доле (Orthoptera: Acrididae)
(Извор: Тамара Поповић, 2025; Михаела Кавран, 2025)



Шема 8.2 Нерватура предњих и задњих крила скакавца (Orthoptera: Acrididae)
(Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

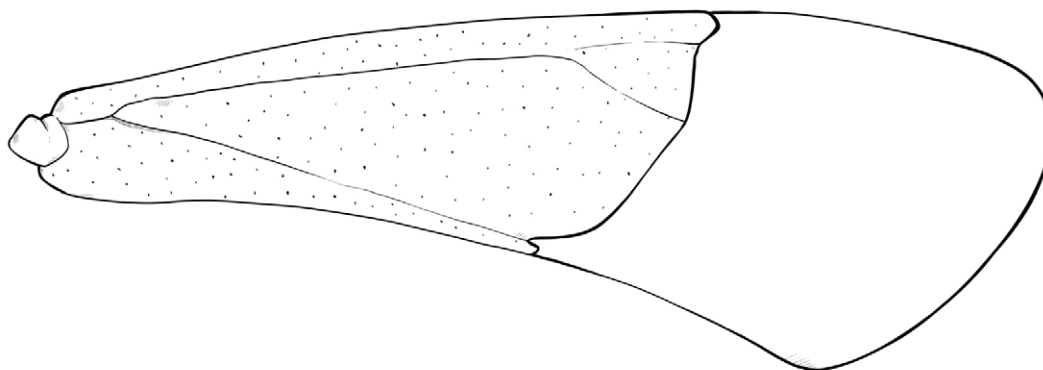
8.3 Хемиелитре (=семиелитре) стеница (Heteroptera: Pentatomidae)

Хемиелитре су модификације предњег пара крила и могу се уочити на телу стеница из реда Heteroptera. Карактеристика ове модификације је што су ова крила половично очврсла, тј. у базалном делу $2/3$ су очврсле, док је вршни део ($1/3$) ових крила мембранозан (Слика 8.3).

Стеници дисековати предње и задње крило. Код неких стеница скутелум прекрива скоро цео абдомен и код њих само предња ивица предњих крила вири са стране испод скутелума (не више од 1 mm). Уочити разлике у чврстоћи и величини крила (Шема 8.3). Уочити разлику између предњег (хемиелитра) и задњег (мембранозног) крила. На Шеми 8.3 означити очврсли и мембранозни део хемиелитре.



Слика 8.3 Хемиелитра стенице (Heteroptera: Pentatomidae) (Извор: Михаела Кавран)



Шема 8.3 Хемиелитра стенице (Heteroptera: Pentatomidae)

8.4 Елитре тврдокрилаца трчуљка (Coleoptera: Carabidae)

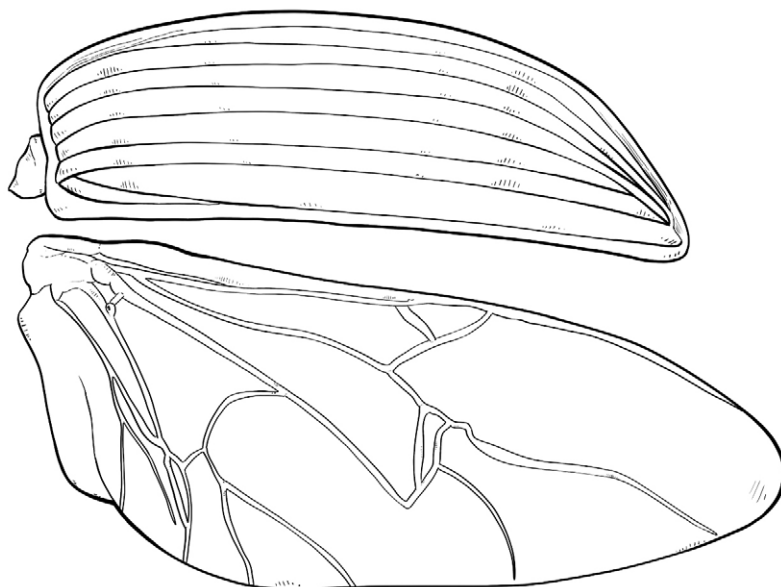
Показни материјал: Предња крила трчуљка

Елитре (Слика 8.4) су предњи пар модификованих, потпуно очврслих крила који је карактеристичан искључиво за ред тврдокрилаца (Coleoptera). Елитре нису крила намењена за летење него служе за одржавање равнотеже, док тврдокрилци за лет користе други пар мембранозних крила која се налазе скупљена испод елитри када инсект не лети.



Слика 8.4 Елитре трчуљка (Coleoptera, Carabidae)
(Извор: Михаела Кавран, 2024)

Трчуљку дисековати предње и задње крило. Уочити разлике у чврстоћи и величини елитри и мембранозних крила. Обележити оба крила на Шеми 8.4.



Шема 8.4 Нерватура предњих и задњих крила трчуљка (Coleoptera, Carabidae)
(Извор: Сара Шиљеговић)

8.5 Халтера двокрилаца (Diptera)

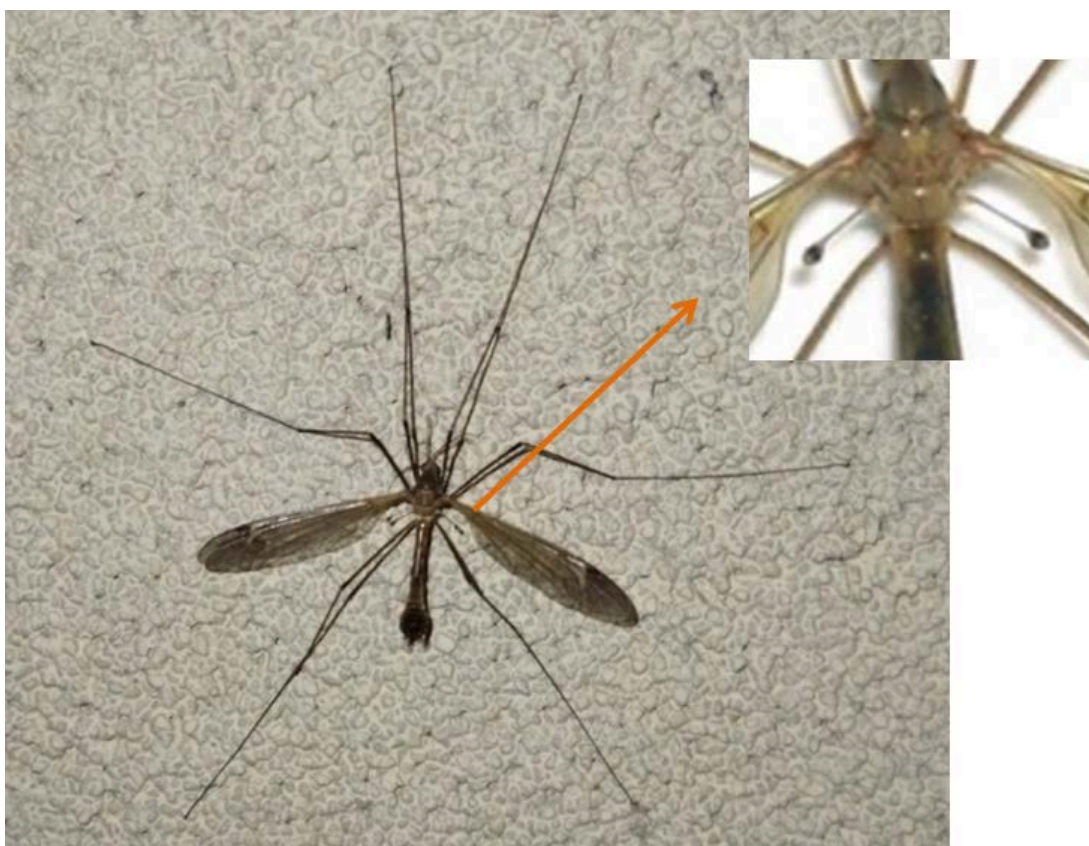
Показни материјал: Халтера вртног комарца (Diptera, Tipulidae) (Слика 8.5)

Вртног комарца посматрати бочно. Модификована задња крила *halterae*/множина *halterae* (халтера/е) се налазе на делимично редукованом метатораксу испод скутелума. Некада су прекривене базалним проширењем предњег крила (сквама) и у том случају треба дисековати предња крила заједно са сквамама.

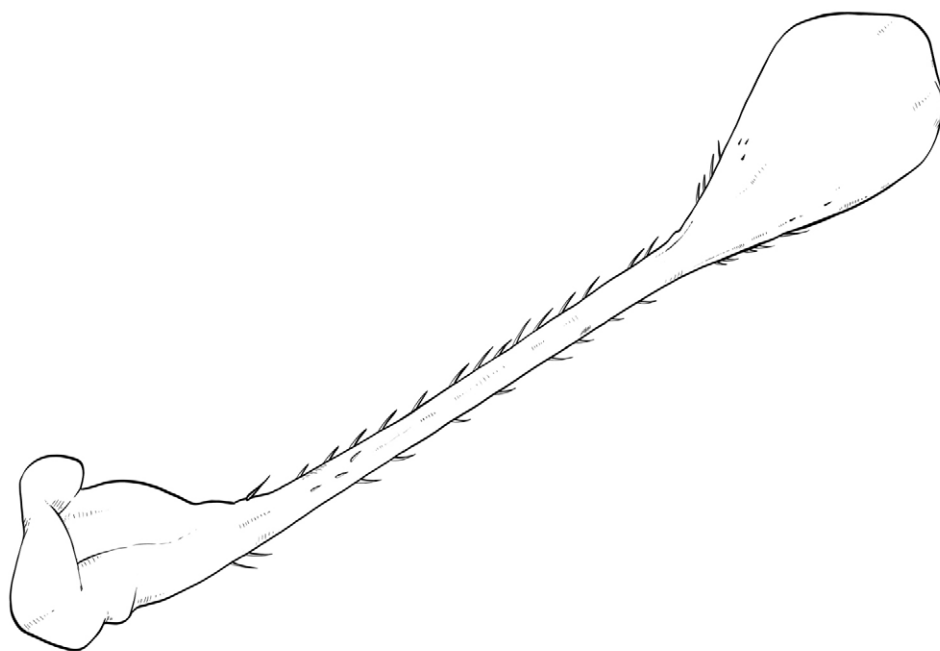
Халтера се састоји из три дела:

1. *scabellum*- проширеног базалног дела на коме се виде групе чулних ћелија - механорецептора (тамније обојене),
2. *scapus*- танког издуженог дела,
3. *capitulum*- вршног проширења.

Означити на Шеми 8.5 сва три наведена дела халтере.



Слика 8.5 Халтера/е вртног комарца (Извор: Маја Куручев, 2023)



Шема 8.5 Халтера двокрилаца (Diptera) (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

8.6 Повезивање или коаптација крила инсеката

Повезивање крила код инсеката сматра се еволутивном предношћу у односу на инсекте код којих то није случај. Постоје три типа повезивања крила:

1. **југатни**- код представника из редова Trichoptera и Lepidoptera. На југалном делу предњих крила налазе се израштаји у облику куке којим се закаче задња крила,
2. **френатни**- код представника ноћних лептира (Heterocera) из реда Lepidoptera. Састоји се из два дела:
 - 2.1. **frenulum** (френулум) длачице на задњем крилу којих има један (код мужјака) или више (код женки),
 - 2.2. **retinaculum** (ретиначулум)- израштај на предњем крилу за који се закачи френулум, а налази се на субкosti или радиусу код мужјака и кубитусу код женки,
3. **Амплексиформни диспозитив за коаптацију крила**- код представника из реда Hymenoptera, надфамилија Apoidea и дневних лептира (Rophalocera) из реда Lepidoptera. Овај начин повезивања крила састоји се из групе кукица (хумули) на предњој ивици задњих крила које се закаче за ојачане делове или нерве на задњој ивици предњих крила.

Југатни и френатни начин повезивања крила могу се уочити на трајним препаратима. Амплексиформни диспозитив за коаптацију крила биће предмет посматрања на крилима пчеле (Слика 8.6).

Показни материјал: Крила медоносне пчеле *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) на којима се уочава амплексиформни диспозитив за коаптацију крила

Дисековати предње и задње крило пчеле. Нацртати цело предње и задње крило са нерватуром. Пронаћи проширен склерификован део на задњој ивици предњег крила. Наспрам њега, на предњој ивици задњег крила пронаћи, нацртати и означити низ кукица (хумули) које служе за повезивање предњег и задњег крила. Крила су повезана тако што се закаче за проширен склерификован део на задњој ивици предњег крила.



Слика 8.6 Амплексиформни диспозитив за коаптацију крила код пчеле
(Извор: Михаела Кавран, 2024)

Датум:	Број бодова: Дисекција:	Овера асистента:

Белешке:

[illegible]

9. Морфологија абдомена (abdomen)

Примитивна структура абдомена инсеката подразумева 11 сегмената (урита) и 12. несегментални део- телзон. Ових 12 делова су препознатљиви код ембриона али ретко, или нису код постембрионалних развојних стадијума. Само код реда протура (Protura; по новој класификацији не припадају класи Insecta) је задржана примитивна подела са јасно видљивим телзоном. Овај ред је јединствен и по појави која се зове анаморфоза – испилела ларва има осам сегмената и телзон а касније, у току развоја се диференцирају још три додатна сегмента.

Код реда Collembola (по новој класификацији не припадају класи Insecta) и у ембрионалној и у постембрионалној фази развоја абдомен је изграђен од само шест сегмената. Код многих специјализованих форми, први или прва три сегмента су редуковани, а 10. и 11. се тешко уочавају и често су фузионисани. Абдомен се може поделити на генитални регион (сегменти осам и девет код женки и сегмент девет код мужјака), прегенитални регион испред и постгенитални иза гениталних сегмената. Када је 11. сегмент добро развијен он може бити подељен у дорзални део епипрокта (тергум), и пар вентралних делова парапрокта (подељени стернум).

Код ембриона многих инсеката сваки сегмент носи пар додатака од којих неки или неколико могу бити задржани у редукованом или високо специјализованом облику код ларви и одраслих инсеката. Могуће је да су лажне ноге на абдомену гусеница (Lepidoptera) и неких других ларви прави сегментални додаци али код одраслих крилатих инсеката могу се уочити само на гениталним сегментима (где формирају спољне гениталије) и на 11. сегменту. Додаци 11. сегмента се зову церци могу бити кратки, једночлани или дуги и састављени од више чланака. Некада су узглобљени између епипрокта и парапрокта, али када је 11. сегмент атрофиран онда се чини да потичу са 10. сегмента. Код Archeognata, Zygentoma (нпр. сребрна рибица) и већине Ephemeroptera (водени цветови), епипрокт је издужен у медијални каудални филамент са чијих страна се налазе церци сличне грађе. Акватичне ларве вилинских коњица (Odonata: Zygoptera) на сличном месту имају додатке који нису кончасти већ граде три плочасте трахеобранхије (оне садрже мрежу трахеја и повећавају активну површину за дисање). Вероватно је да бочни додаци у овом случају нису модификовани церци већ израштаји парапрокта. Многи инсекти немају церке.

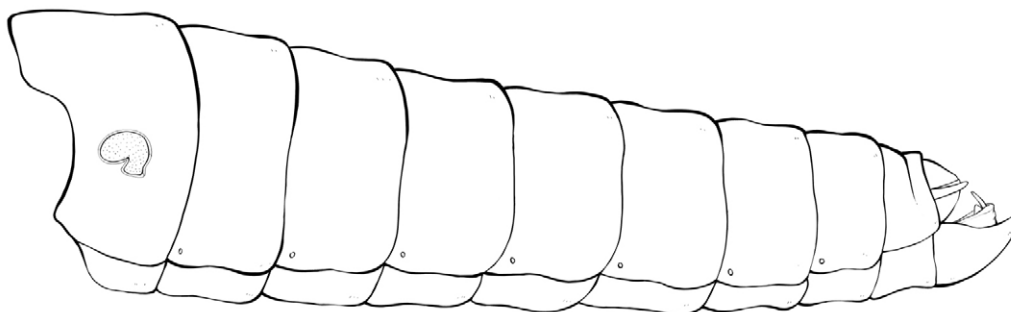
9.1. Абдомен и гениталије мужјака скакавца (*Locusta migratoria*) (Orthoptera: Acrididae)

Показни материјал: Абдомен мужјака скакавца (*Locusta migratoria*)

Потребно је скакавцу дисековати задње ноге (и крила уколико прекривају абдомен), поставити га на латералну страну тела. Посматрајући абдомен обележити на Шеми 9.1 **редни број** сваког **сегмента** (обележити горњу и доњу страну абдоминалних сегмената). Прегенитални регион код мужјака чине сегменти 1-8, генитални је 9. сегмент, а постгенитални су 10. и 11. урит.

На Шеми 9.1 потребно је обележити следеће делове:

1. **tympanum** (тимпанални орган)- налази се на првом сегменту абдомена скакавца,
2. **stigma**, множина **stigmae** (стигма/е)- неки сегменти немају стигме,
3. **tergum** (тергум)- на 9. и 10. уриту тергуми су фузионисани и непотпуно одвојени,
4. **sternum** (стернум)- 9. и 10. уриту стернум је заједнички,
5. **epiproct** (еипипрокт)- налази се на 11. уриту са дорзалне стране. Једанаести урит је подељен на дорзални део (еипипрокт) и
6. **paraproct** (парапрокт)- два латеро-вентрална дела
7. **cercus**, множина **cerci** (церкус/церци)- налазе се између еипипрокта и парапрокта са сваке стране абдомена по један једночлани израштај (код мужјака су церци дужи у односу на церке код женке, па их је потребно померити да би се видела граница између еипипрокта и парапрокта),
8. **anus** (анус)- налази се испод еипипрокта,
9. **субгенитална плоча**- цела структура испод еипипрокта и парапрокта која је у горњем делу мембранозна, а у доњем склерификована (она штити мушки копулаторни орган и перицефаличне органе),
10. **phallus** (фалус)- копулаторни орган. које се састоји из следећих делова:
 - 10.1. **aedeagus** (едеагус)- вршни део фалуса који се уочава спуштањем мембране субгениталне плоче,
 - 10.2 **phalobasis** (фалобазис) - проширена основа фалуса,
11. **claspette**/множина **claspetae** (класпета/е) - перицефалични органи мужјака који служе за придржавање женке током копулације.



Шема 9.1 Абдомен и гениталије мужјака скакавца (*Locusta migratoria*)
(Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

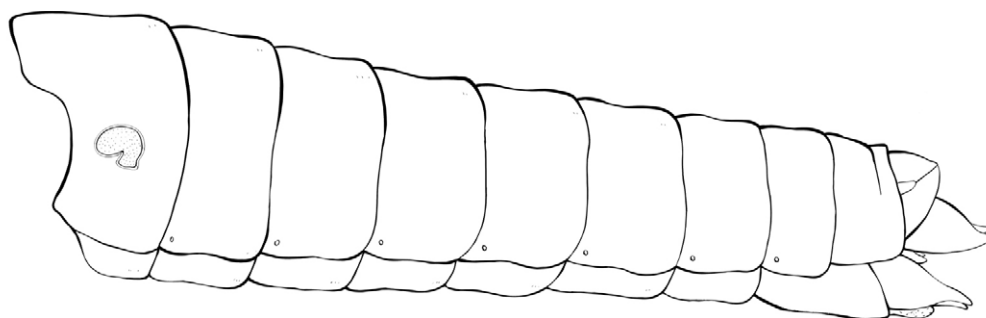
9.2. Абдомен и гениталије женке скакавца (*Locusta migratoria*) (Orthoptera: Acrididae)

Показни материјал: Абдомен женке скакавца (*Locusta migratoria*)

Потребно је скакавцу дисековати задње ноге (и крила уколико прекривају абдомен), поставити га на латералну страну тела. Посматрајући абдомен обележити на Шеми 9.2 следећи **редни број** сваког **сегмента** (обележити горњу и доњу страну абдоминалних сегмената). Прегенитални регион код женке чине сегменти 1-7, генитални су 8. и 9. сегмент, а постгенитални 10. и 11. урит.

На Шеми 9.2 потребно је обележити следеће делове:

1. **tympanum** (тимпанални орган) налази се на првом сегменту абдомена скакавца,
2. **stigma**, множина **stigmae** (стигма/е)- неки сегменти немају стигме,
3. **tergum** (тергум)- на 9. и 10. уриту тергуми су фузионисани и непотпуно одвојени,
4. **sternum** (стернум)- на 9. и 10. уриту стернум је редукован и не види се,
5. **epiproct** (епипирокт)- налази се на 11. уриту са дорзалне стране. Једанаести урит је подељен на дорзални део (епипрокт) и
6. **paraproct** (парапрокт)- два латеро-вентрална дела,
7. **cercus**, множина **cerci** (**церкус/церци**)- налазе се између епипрокта и парапрокта са сваке стране абдомена по један једночлани израштај (код женки су 3-4 пута краћи него код мужјака),
8. **anus** (анус)- налази се испод епипрокта,
9. **овипозитор**- испод епипрокта и парапрокта налази се овипозитор који чине три пара валвула:
 - 9.1 **дорзални пар валвула**- налази се са дорзалне стране одмах испод парапрокта
 - 9.2. **вентрални пар валвула**- налази се са вентралне стране и сличне је величине и облика и јасно је видљив као и дорзални пар,
 - 9.3. **медијални пар валвула**- налази се између дорзалних и вентралних валвула и види се само када су дорзалне и вентралне валвуле јако размакнуте, јер се налази у њиховој основи, а често после угињавања скакавца ове валвуле остају спојене са вентралним паром.
10. **субгенитална плоча**- налази се са доње стране вентралног пара валвула. На њима се ближе основи налазе две издужене, на врховима сужене јаче склерификоване плоче прекривене тамним израштајима и оне чине субгениталну плочу.



Шема 9.2 Абдомен и гениталије женке скакавца (*Locusta migratoria*)

9.3. Додаци на негениталним сегментима абдомена

У овом подпоглављу биће представљени додаци инсеката на негениталним сегментима абдомена као што су церци, трахеобранхије, лажне ноге, сифони и др.

Показни материјал: Вишечлани церци бубашвабе *Blatta orientalis* Dictyoptera: Blattidae) (Слика 9.3.1)

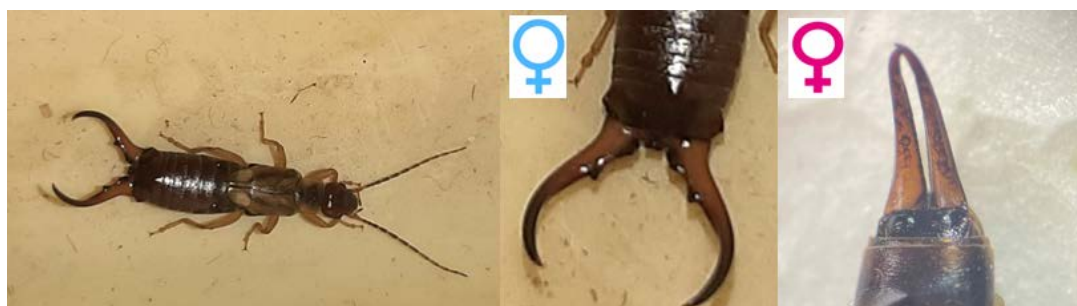
Бубашвабу положити на леђа. Нацртати три последња чланка абдомена и на последњем **вишечлане церке**. Церци су додатак на једанаестом уриту, али када је он атрофиран, изгледа као да полазе са десетог.



Слика 9.3.1 Вишечлани церци црне бубашвабе (Извор: Михаела Кавран, 2023)

Показни материјал: Једночлани церци ухолаже врсте *Forficula auricularia* (Dermaptera)

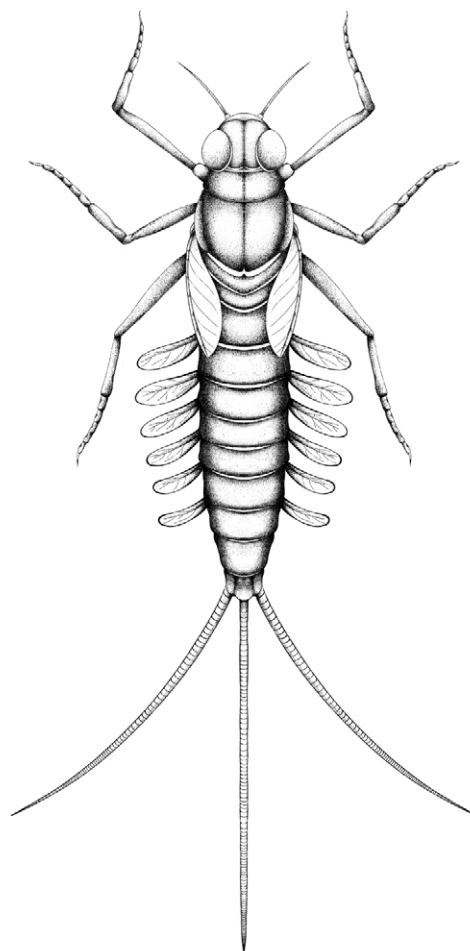
Ухолажу треба положити на вентралну страну (Слика 9.3.2). Нацртати три последња сегмента абдомена и јаке склерификоване **једночлане церке** на последњем чланку. Уочити полни диморфизам на нивоу церка (код мужјака је назубљена унутрашња страна).



Слика 9.3.2 Једночлани церци мужјака (лево и средина) и женке ухолаже (десно) (Извор: Михаела Кавран)

Показни материјал: Латералне трахеобранхије ларви воденог цвета (Ephemeroptera)

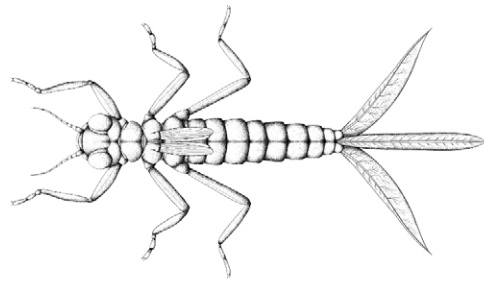
Цртати дорзалну страну абдомена ларве (Слика 9.3.3). Уочити шест или седам пари филаментозних или плочастих трахеобранхија и место спајања са сегментима. Обележити **латералне трахеобранхије**. Оне су најчешће преклопљене на дорзалну страну абдомена те их је потребно одвојити заједно са неколико сегмената како би се јасније виделе. На каудалном делу абдомена ларве могу се уочити вишечлани церци, као и медијални каудални филамент.



Слика 9.3.3 Ларва воденог цвета (Ephemeroptera)
(Извор: Михаела Кавран, 2015; Сара Шиљековић, 2025)

Показни материјал: Каудалне трахеобранхије ларви вилиног коњица (Odonatoptera: Zygoptera)

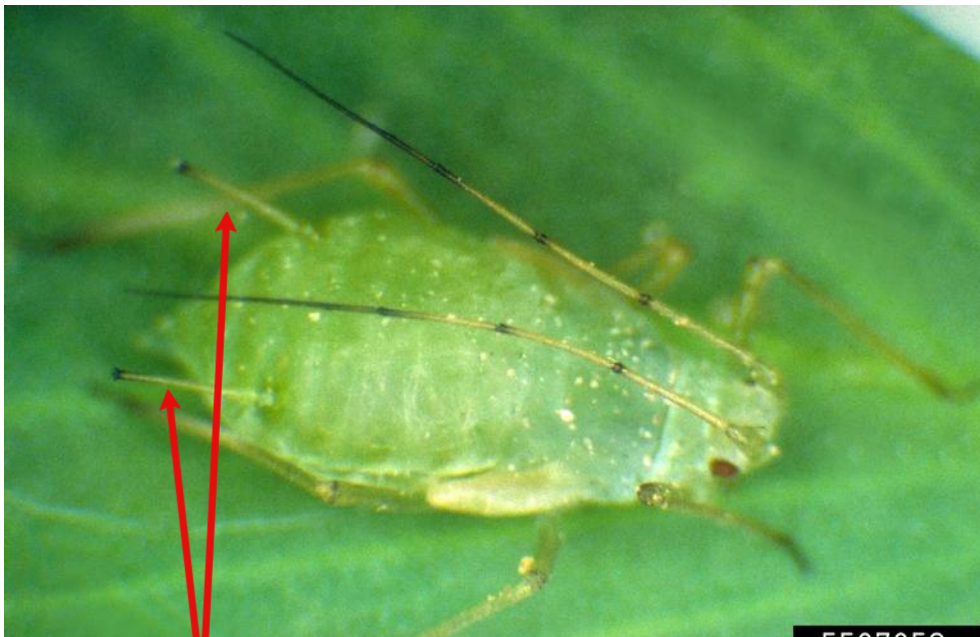
Нацртати три последња сегмента абдомена ларве. На последњем сегменту означити **каудалне трахеобранхије** (Слика 9.3.4).



Слика 9.3.4 Вилин коњиц (Odonatoptera: Zygoptera): адулт- лево (Извор: Pixabay: <https://www.pexels.com/photo/blue-dragonfly-531587/>) и ларва- десно (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

Показни материјал: Сифони (=корникуле) лисних ваши (Homoptera: Aphididae) (Слика 9.3.5)

Уочити абдомен лисне ваши са дорзалне стране. Уочити две цевчице и сегмент са кога полазе. Означити их на линију испод као *siphunculus (cornicula)*.



Слика 9.3.5 Сифони на телу лисне ваши
(Извор: Phil Sloderbeck, Kansas State University, Bugwood.org)

На Слици 9.3.6 приказана је колонија лисних ваши на младим стабљикама и пупољку руже на којој се могу уочити сви развојни стадијуми летње генерације лисних ваши и егзувије које одбацују у току пресвлачења.

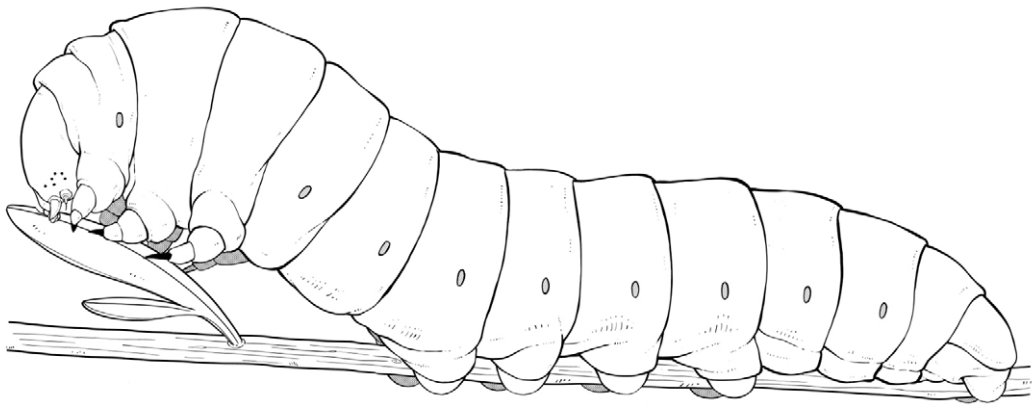


Слика 9.3.6 Колонија лисних ваши на гранчици руже
(Извор: Михаела Кавран, 2024)

Показни материјал: Лажне ноге гусенице совице (Lepidoptera: Noctuidae)

Гусеницу ставити на бок и посматрати латералну страну тела. На Шеми 9.3.1 означити три пара правих ногу на сегментима торакса. Означити прецизан број пари лажних ногу и означити број абдоминалних сегмената на којима се налазе. Поставити гусеницу на леђа и посматрати лажне ноге са доње стране. Нацртати једну лажну ногу и одредити да ли припада типу *coronata* (кукице за причвршћивање за подлогу поређане у круг по целом ободу ноге) или *semicoronata* (кукице за причвршћивање за подлогу поређане полукружно).

Гусенице покрећу абдоминалне сегменте користећи притисак хемолимфе. На Слици 9.3.7 представљене су гусенице у току кретања.



Шема 9.3.1 Гусеница лептира (Lepidoptera, Papilionidae)
(Извор: Сара Шиљековић, 2025)



Слика 9.3.7 Гусенице у покрету (Извор: Рихабав; Egor Kamelev)

Датум:	Број бодова: Дисекција:	Овера асистента:
--------	----------------------------	------------------

Белешке:

[illegible]

20

АНАТОМИЈА
ИНСЕКТА



Дисекован апарат пигидијалне жлезде *Carabus ulrichii* Germar, 1823 - Пигидијалне жлезде су парне инвагинације у абдомену и присутне су код фамилије Carabidae (трчуљци). Хемијска одбрана одраслих трчуљака подразумева избацивање продуката пигидијалних жлезда у виду одбрамбених секрета. Неке врсте (нпр. из рода *Brachinus*) избацују секрет под високим притиском, праћен пуцкетањем па их зовемо бомбардери.

Аутор фотографије: Никола Весовић

10. Систем органа за варење

Дигестивни (цревни тракт) је подељен у три региона. Предње црево које се у ембриону формира као последица урастања предње стране ектодерма и зове се стомодеум. Задње црево (проктодеум) које настаје на сличан начин, урастањем задњег дела ектодерма и средње црево (мезентерон, вентрикулус, стомак) које је формирано у виду врећице, ендодермалног је порекла и повезује предње и задње црево. Разлике у ембрионалном пореклу резултирају у значајним хистолошким разликама у структури ова три дела. Како је и предње и задње црево настало урастањем ектодерма оба су исте хистолошке грађе као интегумент, тј. прекривена су кутикулом и подложна пресвлачењу.

Преорална дупља, стриктно гледајући, није део дигестивног тракта али је погодно да јој га прикључимо. Код инсеката са усним апаратом за грицање, и ортогнатним положејем главе, то је простор ограничен напред унутрашњом страном лабрума (епифаринкс), са задње стране лабијумом, а са бочних страна мандибулама и максилама. Хипофаринкс који креће близу базе лабијума, лежи у том простору и делимично га дели на предњи- цибаријум и задњи- саливаријум. Цибаријум је повезан са мишићима дилаторима са постклипеуса и код лисних ваши, цврчака, цикада, стеница (Homoptera, Heteroptera) модификован је у пумпу за усисавање хране.

Предње црево почиње фаринксом, који има облик релативно уске цеви која се надовезује на преоралну дупљу. Он је са фронсом повезан дилатор мишићима и слично цибаријуму, код лептира и опнокрилаца (Lepidoptera, Hymenoptera) може бити модификован у пумпу за усисавање течне хране. На фаринкс се наставља езофагус који обично има облик једноставне цеви истог пречника. Код неких инсеката његов задњи део је проширен и зове се инглувијус. Инглувијус може бити једноставно проширење езофагуса или одвојен бочни израштај везан уском цевчицом. Друго је типично за већину лептира (Lepidoptera), зунзаре (Diptera: Calliphoridae) и комарце (Diptera: Culicidae). Инглувијус служи као резервоар (некада у њему плувачни ензими могу започети процес варења) из кога се храна премешта у средње црево. Предње црево је од средњег одвојено мишићем сфинктером (валвула кардијака). Овај прелазни регион може бити развијен у структуру која се назива провенстрикулус и има функцију сита или млина за недовољно уситњене делове хране.

Средње црево је изграђено од слоја великих ћелија епитела које су од хемоцела одвојене базалном мембраном. Зид ових ћелија је избраздан према унутрашњости црева и састоји се од великог броја микровила. Један слој циркуларних мишићних влакана обухвата црево а изнад њега (према хемоцелу) је још један слој лонгитудиналних мишића. Унутрашња површина црева је вишеструко повећана присуством микровила а код многих инсеката и израштајима (цека интестиналис) чији број и величина варирају. Трећи начин да се повећа унутрашња површина црева (активна површина за варење хране) је савијање епителијалног слоја и формирање крипти. Сва три начина могу бити присутна код исте врсте. Код већине инсеката храна је перитрофичном мембраном одвојена од ћелија епитела. Перитрофична мембрана формира танку безбојну цев која прелази у задње црево,

изграђена је делом од хитина и има функцију заштите епителијалних ћелија, а пропушта ензиме и продукте варења. Мембрана се избацује са фецесом, а нову луче ћелије испод валвуле кардијаке или средишњег дела епителијума.

Задње црево је некада јасно подељено на уску предњу цев или илеум, колон и проширени део који се назива ректум и завршава се аналним отвором (анус). Хистолошки је сличне грађе као и предње црево али је кутикула тања а циркуларни мишићи су присутни и са унутрашње и са спољашње стране лонгитудиналних. Код многих инсеката делови зида ректума су задебљани и формирају шест уздужних набора, ректалне папиле. Њихова најважнија функција је одржавање баланса соли и воде у хемоцелу. Валвула пилорика одваја средње од задњег црева а близу места разграничења налазе се израштаји, Малпигијеви судови. Малпигијеви судови су основни органи за екскрецију инсеката, затворени су на крају и слободно пливају у хемолимфи. Њихов број јако варира од нпр. 30 – 120 код скакаваца (Orthoptera, Acrididae) до 4 – 6 код већине инсеката са потпуним преображајем (Endopterygota). Код лисних ваши (Homoptera: Aphididae) и колембола (Collembola) не постоје.

Пљувачне жлезде су парни органи које отпуштају своје секретије у саливаријум, а затим се та секретација у преоралној дупљи меша са узетом храном. Оне углавном настају модификацијом лабијалних жлезда. Код гусеница (Lepidoptera) лабијалне жлезде имају улогу лучења свиле, а њихову саливарну функцију преузимају мандибуларне жлезде.

Показни материјал: Бубашваба врсте *Blaberus fusca* (Dictyoptera: Blaberidae)

Отварање инсекатског тела и запажање распореда органа и ткива ради се на следећи начин. Инсекту маказама отклонити крила и ноге (што ближе местима узглобљења са тораксом). Отварање инсекатског тела се врши са дорзалне (леђне) стране тела, отклањањем тергита (Слика 10.1 и 10.2). Маказицама направити овални отвор са леђне стране тела, дуж линија слабости (интерсегменталне и плеуралне мембране, које су мекане). Пробијање интегумента врхом маказица започети на бочном крају интерсегменталне мембране између тергита претпоследњег и последњег сегмента абдомена.

Напомена: попречни дорзални рез треба извршити плитко, продирањем искључиво врхом маказица, како не бисте оштетили или пресекли унутрашње органе. Рез извршити до одговарајуће плеуралне мембране.

Рез са бочне стране инсекатског тела извршити дуж плеуралних мембрана у правцу од краја абдомена до вратне мембране. У торакалном делу мало дубље завући врхове маказица, како би пресекли мишиће везане за унутрашњи скелет.

Дуж вратне мембране начинити плитку попречни рез врхом маказица, крећући се што ближе задњем делу мембране, односно месту где се она надовезује на пронотум. Да би лакше уочили границу пронотума и вратне мембране (цервикс), потребно је главу померити на доле, чиме се затеже вратна мембрана.

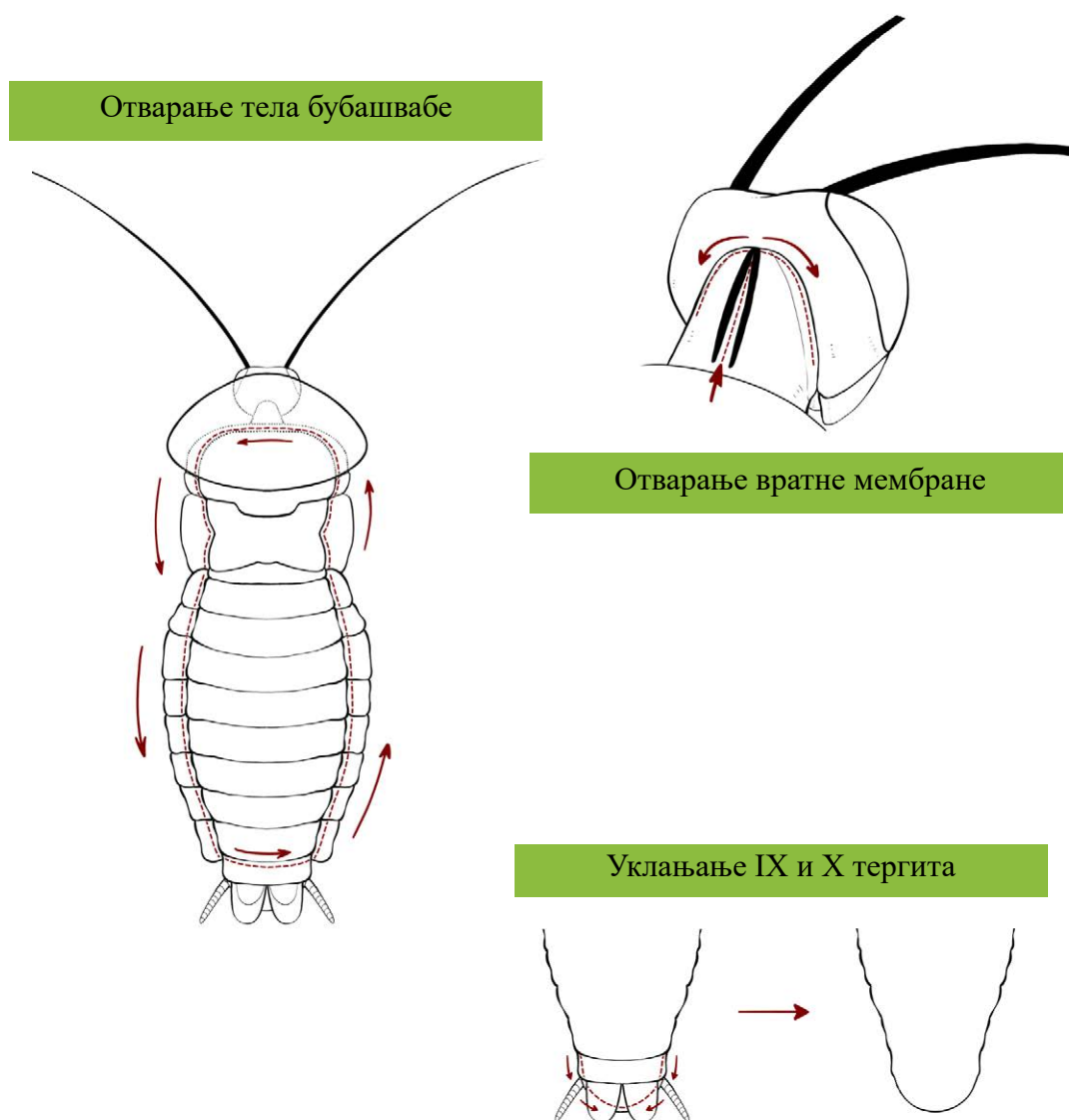
Наставити рез дуж плеура друге стране тела, у правцу од вратне мембране до краја абдомена, односно до почетне тачке.

На овај начин је направљен овални рез дуж леђне стране тела. Сада лагано подићи тергите водећи рачуна да се не поремети распоред унутрашњих органа, отклањати тергите од краја абдомена према глави.

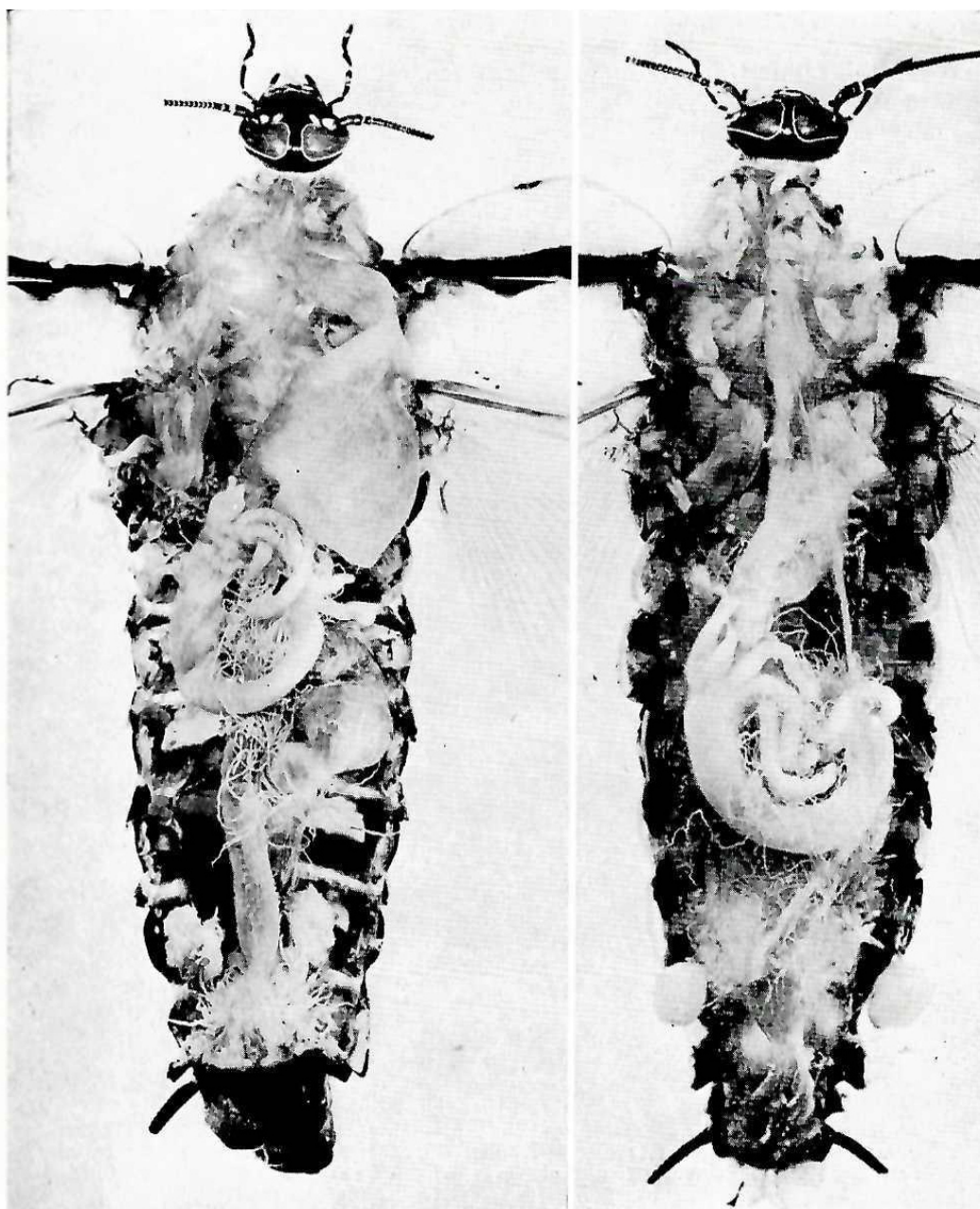
У отворену телесну дупљу сипати пар капи физиолошког раствора, како се унутрашњи органи не би сасушили, слепили и оштетили. Водити рачуна да унутрашњост тела буде влажна током читавог поступка дисекције.

Последњи абдоминални тергит неопходно је скидати лагано пинцетом, до аналног отвора. Веома је важно овај корак радити пажљиво да не бисмо заједно са тергитима повукли и црево или неки од делова полног система.

Следећи корак је отварање вратне мембране. На вратној мембрани запазити два паралелна склерита под називом *cervicalia* (цервикалија). Пинцетама их развући (један лево други десно). На тај начин се вратна мембрана кида у зони између цервикалија. Отварање вратне мембране је могуће извршити и завлачењем врха пинцете испод ње и лаганим кидањем, које се постиже повлачењем врха пинцете на горе. На крају пинцетом прекинути везу вратне мембране са главеном чауром дуж окципиталног региона.



Слика 10.1 Отварање тела бубашвабе са отклоњеним тергитима
(Извор: Сара Шиљековић, 2025)



Слика 10.2 Отворено тело бубашвабе са отклоњеним тергитима
(Извор: Guillaumin и сар., 1969)

Важна напомена:

Правилна дисекција подразумева ослобађање органа од трахеје и масног ткива, а не директно хватање органа које доводи до њиховог кидања. Причвршћивање инсекта ентомолошким иглама може се вршити само на деловима где се не могу оштетити унутрашњи органи (најбоље дуж бочних страна стернита).

Са дорзалне стране тела која је сада окренута ка посматрачу, или у отклоњеном делу заједно са тергитима, налазе се систем органа за циркулацију. Покрети вентрикулуса (*ventriculus*) који граде срце се могу уочити одмах након отварања инсекатског тела јер су аутономно дириговани.

Са бочних страна леђног суда уочавају се алиморфни мишићи лепезасте грађе и лонгитудиналне трахеалне гране.

Цревни тракт је изувијан, јер је дужи од лонгитудиналне осе тела и испуњава највећи део хемоцела.

При крају у вршном (апикалном) делу абдомена могу се запазити симетрично постављене структуре сличног изгледа, које одговарају гонадама. Водити рачуна да се оне не оштете приликом дисекције цревног тракта. Остали делови полног система се налазе испод цревног тракта.

Обратити пажњу на масно ткиво, аморфног изгледа, жућкасте (код старијих) или беличасте боје (код млађих индивидуа). Оно обилно прожима већину органа, нарочито полне жлезде.

Обратити пажњу на грађу трахеја, које имају облик цевчица испуњених ваздухом. Отуда њихов седефастни сјај по коме се лако распознају. Трахеје такође густо прожимају спољашњост органа, налазе се у читавом хемоцелу.

Дисекција цревног тракта подразумева следеће. Отклањајући насlage масног ткива и кидањем трахеја ослободити дигестивни канал. Тупом страном пинцете извући га ван тела, али тако да он остане спојен са главом и последњим стернитом, тј аналним отвором. Потом треба отклонити најситније трахеје дуж цревног тракта. На Слици 10.3 и Шеми 10.1 (десно) приказан је распоред органа за варење када је дисекција успешно урађена.

Када су сви делови црева очишћени, уочити делове дигестивног тракта и обележити на Шемама 10.1 и 10.2.

Делови цревног тракта су следећи:

1. ***Stomodeum*** (стомодеум, предње црево)- предње црево је први део органа за варење и састоји се из следећих делова:

- 1.1 ***oesophagus*** (езофагус)
- 1.2 ***ingluvius*** (инглувиус)
- 1.3 ***proventriculus*** (провентрикулус).

* Са бочних страна езофагуса могу се уочити **парне лабијалне пљувачне жлезде** глобуларне грађе и њихови **резервоари**, мехурастог изгледа, транспарентних зидова.

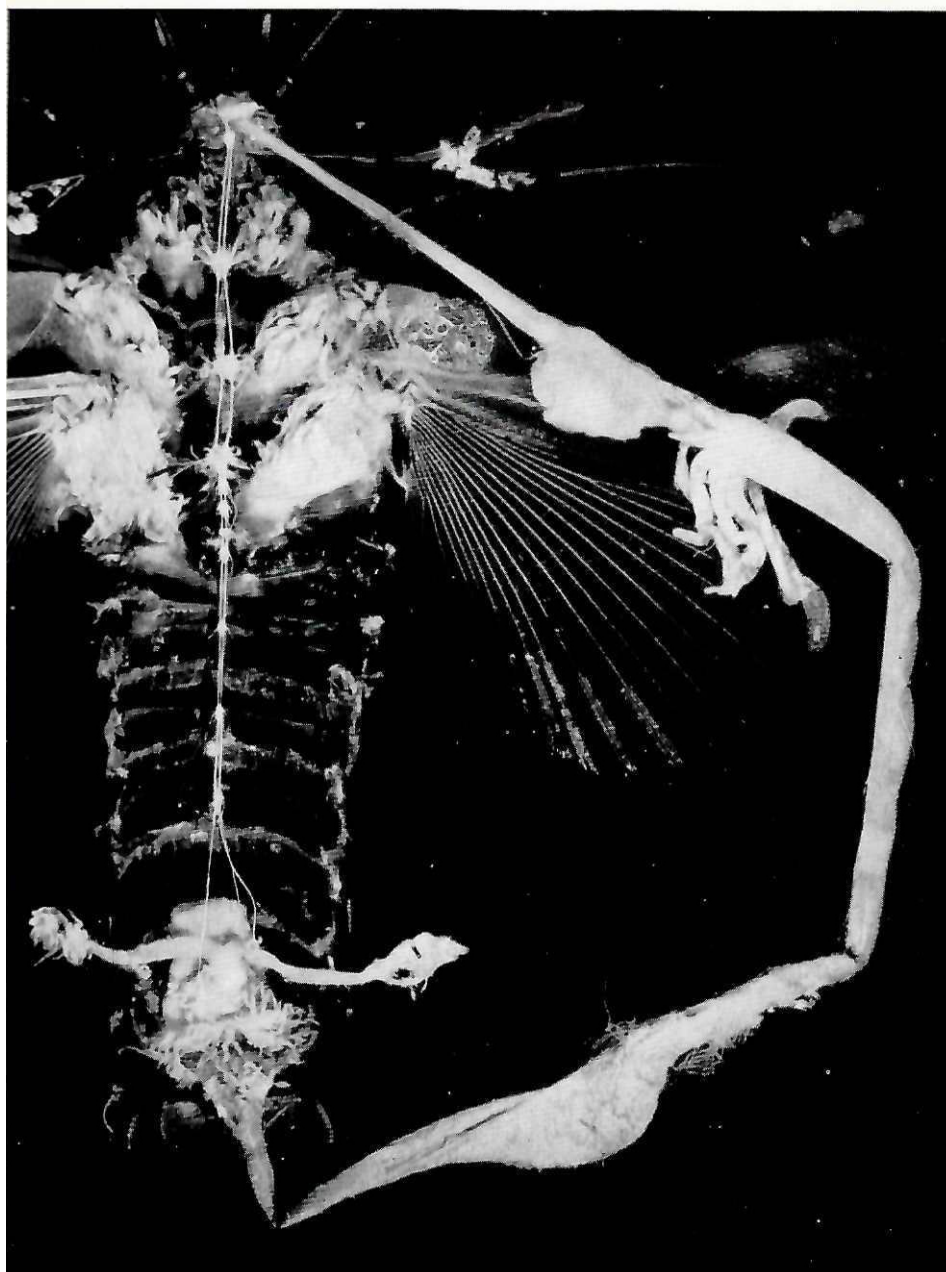
2. ***Mesenteron*** (мезентерон, средње црево)- наставља се на предње црево и завршава аналним отвором који представља везу са спољашњом средином. Овај део црева састоји се из следећих делова:

- 2.1 ***coecum intestinalis*** или ***coecum gastricum*** (цеке)
- 2.2 ***ventriculus*** (вентрикулус)
- 2.3 Малпиџијеви судови*

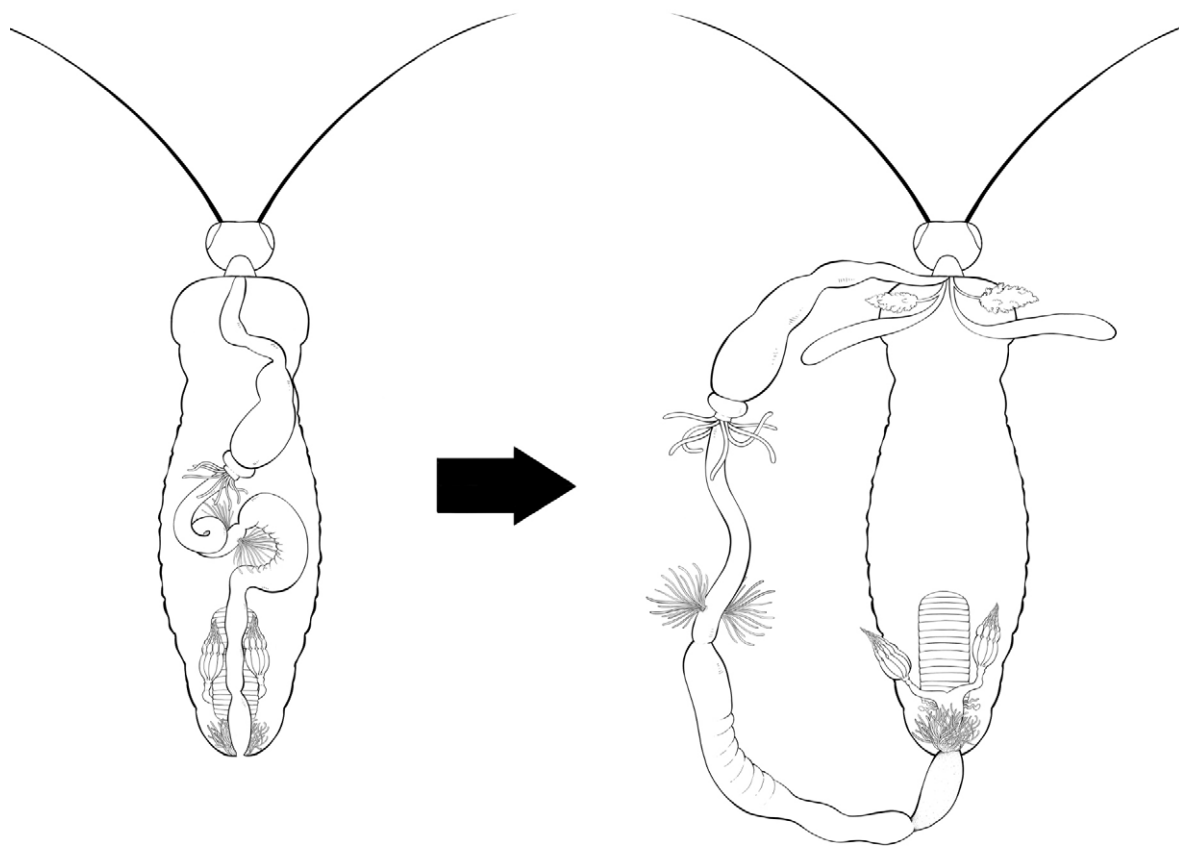
3. ***Proctodeum*** (проктодеум, задње црево)- задње црево се наставља на средње црево, а чине га следећи делови:

- 3.1 ***ileum*** (илеум, танко црево)
- 3.2 ***colon*** (колон, дебело црево)
- 3.3 ***rectum*** (ректум)
- 3.4 ***anus*** (анус)

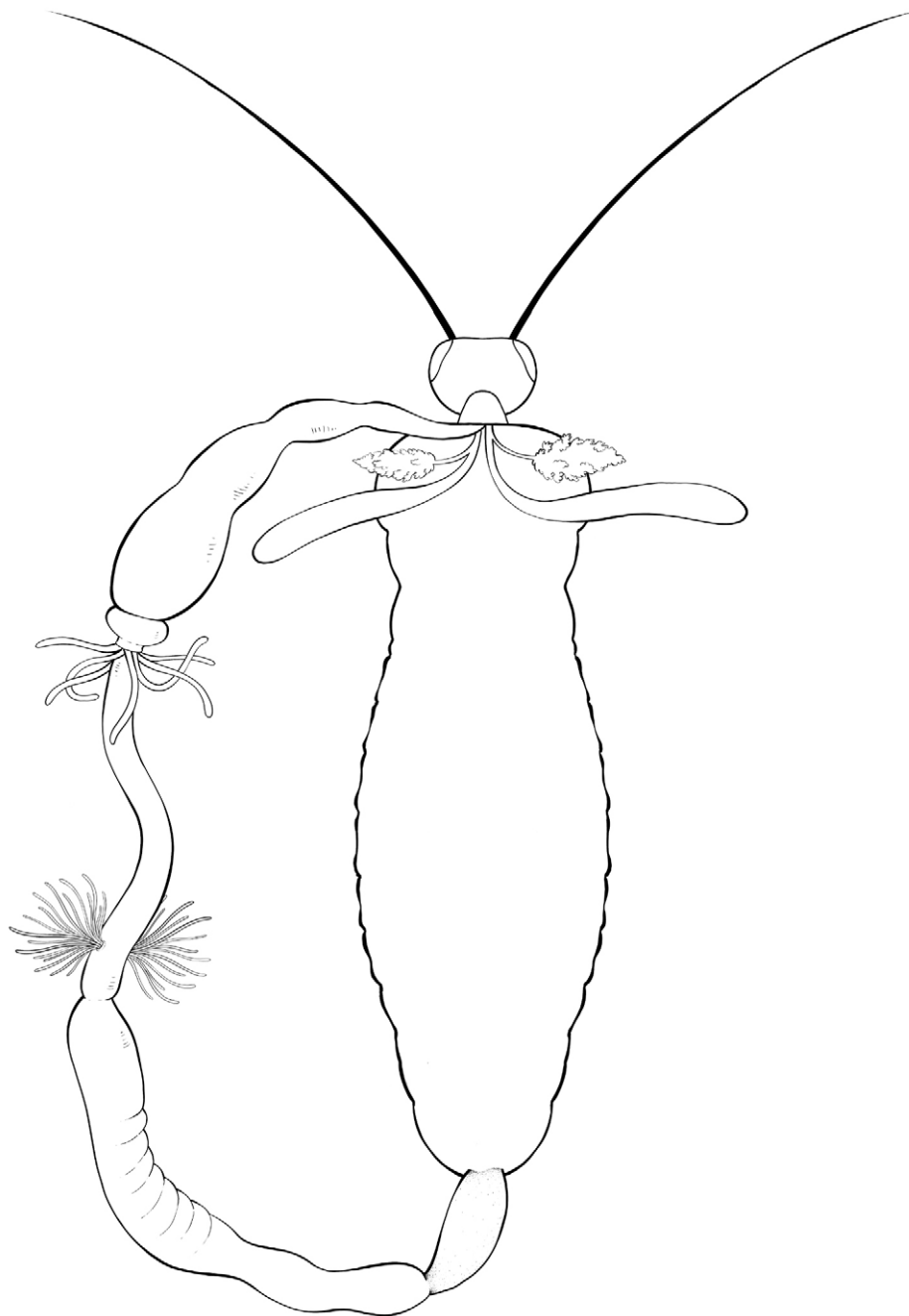
***Малпигијеви судови** су екскреторни органи који се уливају у дигестивни канал на прелазу средњег у задње црев



Слика 10.3 Ограни за варење, нервни систем и полни систем женке бубашвабе
(Извор: Guillaumin и сар., 1969)



Шема 10.1 Распоред органа за варење у природном положају у телу бубашвабе (лево) и распоред након завршене дисекције (десно) (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)



Шема 10.2 Цревни тракт врсте *Blaberus fusca* (Dictyoptera: Blaberidae) у фази гестације (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

Датум:	Број бодова:	Овера асистента:
	Дисекција:	

Белешке:

[illegible]

11. Полни систем

Показни материјал: Мужјак и женка бубашвабе *Blaberus fusca* (Dictyoptera: Blaberidae)

Репродуктивни органи се значајно разликују код мужјака и женки али имају сличну грађу и састављени су од (1) пара гонада мезодермалног порекла; (2) система излазних канала који су обично делом мезодермалног и делом ектодермалног порекла; и (3) различитих додатака као што су додатне жлезде и структуре за привремено задржавање сперматозоида. Око излазних отвора налазе се структуре спољних гениталија.

Гонаде женке чине два оваријума који отпуштају јаја у парне латералне јајоводе који су најчешће мезодермалног порекла. Латерални јајоводи се спајају у непарни јајовод који се обично шири у вагину, а она се завршава отвором иза осмог или деветог абдоминалног стернума. Непарни јајовод и вагина настају инвагинацијом ектодерма. На исти начин настаје и сперматека (рецептакула семиналис) и пар додатних жлезда које се кратким каналима уливају у непарни јајовод или вагину.

Сваки оваријум чини неколико јајних цеви или овариола, које су некада обмотане мембраном у мање више компактан орган. Овариоле се могу уливати у парни јајовод једна иза друге или радијално тако да су сви отвори скоро на истом месту. Оваријуми су најчешће изграђени од четири до осам овариола, док неки опнокрилци (Hymenoptera) могу имати више од 200 овариола, а краљице неких врста термита (Isoptera) и већи број. Супротно овоме, оваријуми неких вивипарних Diptera имају само по једну овариолу.

Сперматека је резервоар у коме женка складишти сперматозоиде примљене током парења и који су каналом вођени до вагине да оплоде јаје приликом његовог проласка кроз непарни јајовод а пре него што ће бити положено. Додатне жлезде обично луче адхезивну супстанцу које лепе јаја једно за друго или за супстрат на који су положена. Код бубашваба и богомољки (Dictyoptera) њихове секреције граде склеротизоване оотеке које штите јаја.

Гонаде мужјака чине пар тестиса и пар латералних канала (вас деференс) мезодермалног порекла. Латерални канали се спајају у непарни семевод (дуктус ејакулаториус) ектодермалног порекла који се завршава отвором на едеагусу или пенису. Често постоје и резервоари сперматозоида (везикула семиналис) који настају ширењем делова латералних канала и додатне жлезде које могу бити ектодермалног (ектаденија) или мезодермалног (мезаденија) порекла. Мезоденије су присутне код бубашваба рода *Blatta* и већина правокрылаца (Orthoptera). У већини случајева додатне жлезде луче супстанце за формирање сперматофоре, капсуле за заштиту сперматозоида. Сперматофоре могу бити различитог облика и структуре и неколико их може бити продуковано у току једног парења. Код неких инсеката секреције додатних жлезда смањују потребу женке за поновним парењем или стимулишу женку да положи јаја.

Сваки тестис чине семене цеви (фоликуле) које се уским каналима (вас еференс) уливају у парне семевод (вас деференс). Број фоликула варира али су све обмотане заједничком мембраном.

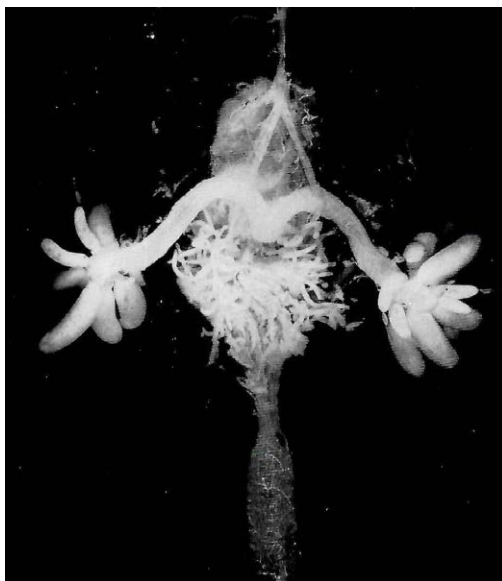
На отвореном инсекатском телу у доњем (апикалном делу абдомена) дуж леве и десне стране цревног канала потребно је уочити полне жлезде (гонаде).

Оне су обично окружене мање или више обилним наслагама масног ткива и трахејама. Са дорзалне стране тела могуће је уочити само гонаде, док су остали делови полног система код оба пола смештени испод цревног канала, дакле према вентралној страни тела. Да би се у потпуности уочили сви делови полног система, потребно је извући цревни тракт са стране (као што је описано у поглављу 10). Ово треба радити постепено, одстрањивањем трахеја, све док се не ослободи цревни канал. Ректум треба усмерити на доле.

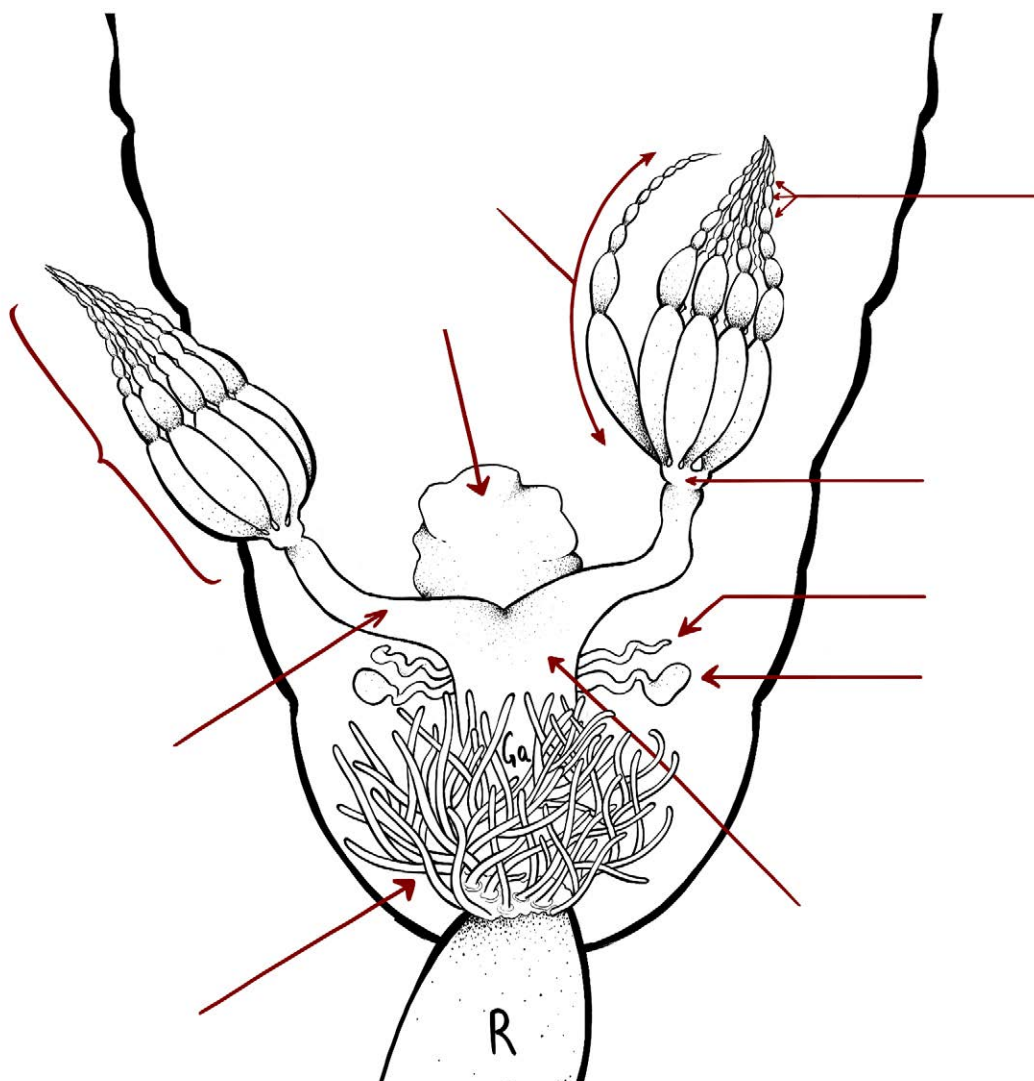
Пошто се уоче сви делови полног система, потребно је код мужјака испружити целом дужином један парни семевод (не сме се прекинути семевод) и уочити везу са тестисом и непарним семеводом. Код женке је потребно један од јајника раздвојити на овариоле и то тако што ћете ентомолошким иглама кидати трахеје које се налазе између овариола и прожимају јајник споља.

Делови полног система женке представљени су на Слици 11.1 и Шеми 11.1. На наведеној шеми обележите следеће делове:

1. *ovarium*/множина *ovaria* (оваријум/и)- парни су органи и састоје се из следећих делова:
 - 1.1 *ovariola*/множина *ovariolae* (овариола/е),
 - 1.2. *calyx* (каликс),
 - 1.3. *oocyta*/множина *oocytae* (ооцита/е)
2. *oviduct lateralis* (овидуктус латералис)- парни јајоводи,
3. *oviduct communis* (овидуктус комунис)- непарни јајовод,
4. *spermataeca* или *receptacula seminalis* (сперматека или рецептакула семиналис)- парни органи,
5. додатна жлезда сперматеке- парни органи,
6. генитални атриум,
7. додатне жлезде- луче материје које улазе у састав зидова оотеке,
8. инкубациона комора- експанзија интерсегменталне мембране између VII и VIII стернита, VIII је увучен у унутрашњост тела,
9. *ooteca*/множина *ootecae* (оотека/е)- јајна комора.



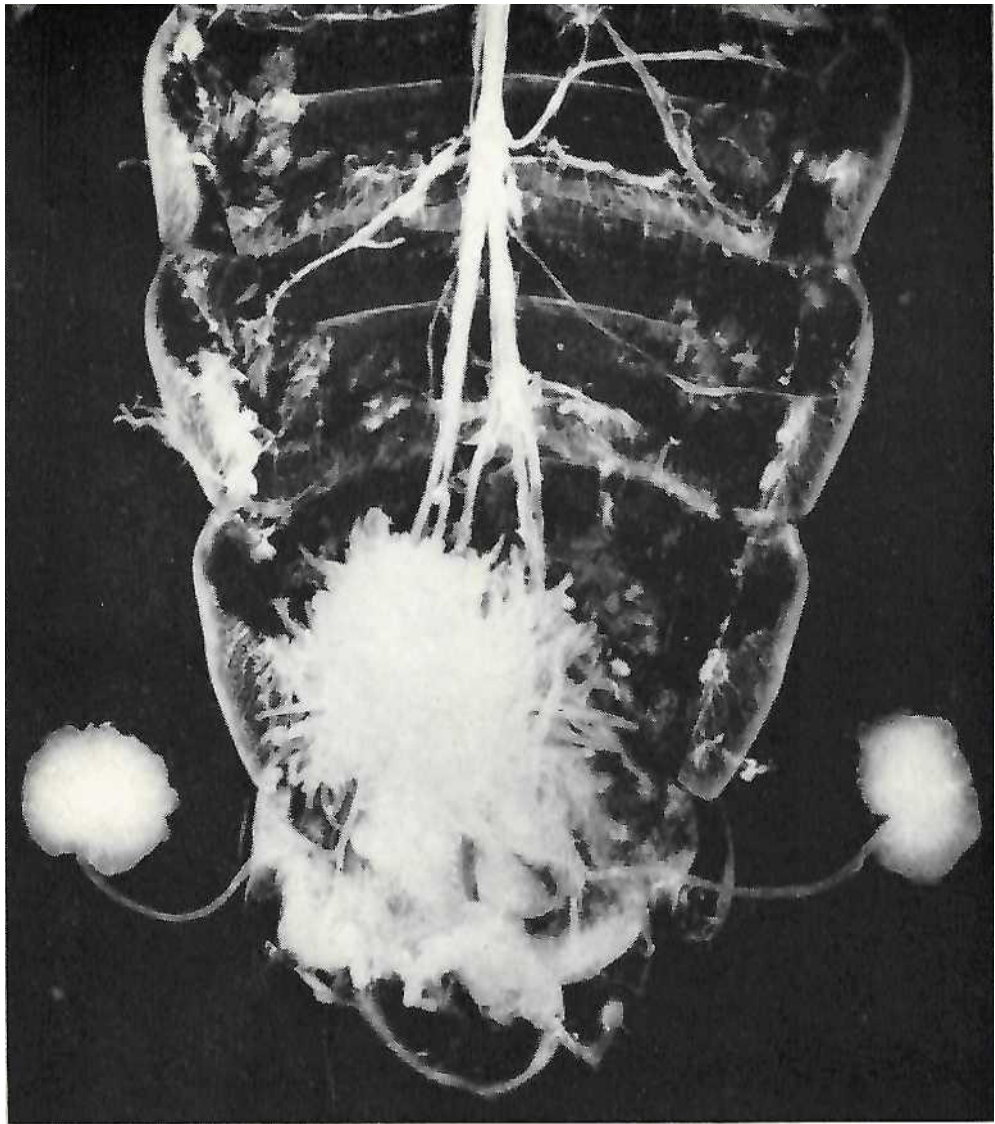
Слика 11.1 Полни систем женке бубашвабе (Извор: Guillaumin и сар., 1969)



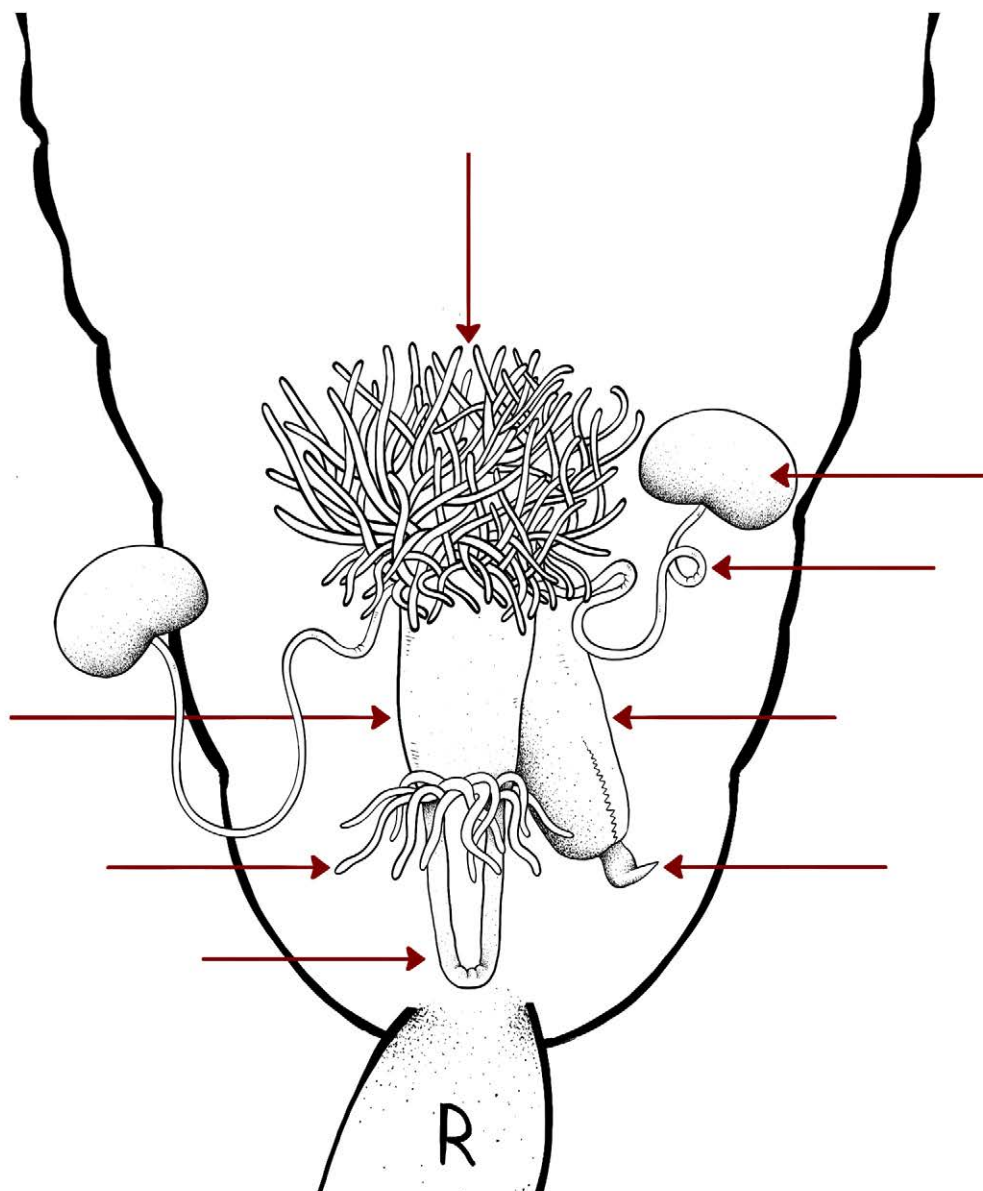
Шема 11.1 Репродуктивни органи женке *Blaberus fusca* (Dictyoptera: Blaberidae)

Делови полног система мужјака представљени су на Слици 11.2. и Шеми 11.2. На наведеној Шеми обележите следеће делове:

1. *testis*/множина *testes* (тестис/и или семеник/семеници),
2. *vas deferens* (вас деференс)- парни семеводи,
3. *ductus ejaculatorius* (дуктус ејакулаториус)- непарни семевод,
4. додатне или аксесорне жлезде,
5. жлезде окупљања,
6. *penis* (пенис)- копулаторни орган,
7. *titillator* (титилатор)- додатни копулаторни орган,
8. комора титилатора.



Слика 11.2 Полни систем мужјака бубашвабе (Извор: Guillaumin и сар., 1969)



Шема 11.2 Репродуктивни органи мужјака *Blaberus fusca* (Dictyoptera: Blaberidae)

Датум:	Број бодова:	Овера асистента:
	Дисекција:	

Белешке:

[illegible]

12. Нервни систем

Показни материјал: Бубашваба *Blaberus fusca* (Dictyoptera: Blaberidae)

Нервни систем инсеката је у основи лествичастог типа. Ткиво нервног система се састоји од два основна типа ћелија, нервних ћелија (неурони) и неуроглијалних ћелија које попуњавају простор између неурона. Неурони који су груписани у нервне центре (ганглије) су нежне (са јако ослабљеном кутикулом) ћелије ектодермалног порекла које су високоспецијализоване за брзо провођење електрохемијских нервних импулса. Сваки неурон састоји се од тела ћелије са једром и једног или више нервних влакана или аксона. Сваки аксон је обмотан нуклеарном опном или неурилемом и код инсеката не постоји дебео мијелински омотач какав срећемо код кичмењака. Постоје три врсте неурона: сензитивни, моторни и асоцијативни (интернеурони). Засебну, четврту врсту чине неуросекреторне ћелије које имају специјалну ендокрину функцију. Нервни систем инсеката састоји се од централног, висцералног и периферног нервног система.

Централни нервни систем је састављен од двоструког низа нервних центара или ганглија које су међусобно спојене уздужним и попречним везама (нервним влакнима). Лонгитудиналне везе или конективе спајају пар ганглија са паром испред и иза њих. Трансферзална влакна или комисуре, спајају две ганглије истог пара. Код филогенетски старијих инсеката, у скоро сваком сегменту налази се по пар ганглија док код филогенетски млађих долази до фузионисања парова ганглија суседних сегмената у различитом степену. Такође, ганглије истог пара су често тако тесно спојене (комисуре су јако кратке) да се чини да се ради о једној ганглији. Слично, и конективе које спајају ганглије различитих сегмената су код већине инсеката толико приближене да дају итисак да се ради о једном лонгитудиналном влакну. Спољашњост ганглије изграђена је од тела нервних ћелија које окружују централну масу нервних влакана – неуропилу. Сваки латерални нерв који излази из ганглије има два корена. Влакна дорзалног корена потичу од моторних неурона који су смештени дорзолатерално у ганглији, а влакна вентралног корена су сачињена од аксона сензитивних неурона који се налазе испод. Ганглија и нерви се налазе у омотачу или неурилеми који луче спољни слој ћелија који се зове перинеуријум и регулише разлике у концентрацији јона у хемолимфи и нервном ткиву.

Централни нервни систем је подељен на мозак и вентрални ланац ганглија. **Мозак** или супраезофагијална ганглија (Слика 12.1 лево), се налази изнад езофагуса и настаје амалгамацијом ганглија пресементалног акрона и три прва сегмента главе. Ганглије се развијају у неједнаком обиму и формирају протоцеребрум, деутоцеребрум (деутероцеребрум) и тритоцеребрум. Протоцеребрум чини највећи део мозга и настао је од ганглија преантеналног сегмента и акрона. Он инервира фацетоване очи и оцеле. Латерално се протоцеребрум шири и формира оптичке лобусе састављене од нервних ћелија и влакана које повезује оптичке ћелије ока са центрима у протоцеребруму. У протоцеребруму се налазе „гљивичаста тела“ сачињена од великог броја малих интернеурона. Величина и комплексност „гљивичастих тела“ су у корелацији са специјализацијом и комплексношћу понашања инсекта. Деутоцеребрум је настао од ганглија антеналног сегмента. Чине га антенални лобуси који инервишу антене (чулне ћелије) и њихове мишиће.

Тритоцеребрум је настао од ганглија трећег сегмента и налази се испод антеналних лобуса. Он је слабо развијен а функција му је инервирање лабрума и предњег црева. Пар ганглија које га чине су добро раздвојене и спојене су дугачком тритоцеребралном комисуром.

Вентрални ланац ганглија је медијални ланац сегменталних ганглија који лежи испод цревног канала. Спојен је са тритоцеребрумом помоћу периезофагијалних конектива. Први нервни центар овог система је субезофагијална ганглија настала фузијом ганглија 4-6, односно мандибуларног, максиларног и лабијалног сегмента главе. Од ње полазе парни нерви ка одговарајућим деловима усног апарата. Вентрални ланац се наставља трима торакалним ганглијама и највише осам абдоминалних ганглија. Прва абдоминална ганглија се обично фузионише са метаторакалном ганглијом а последња ганглија у ланцу је сложена, настала спајањем ганглија из најмање три сегмента. У екстремним случајевима све ганглије вентралног ланца (укључујући и субезофагијалну) су спојене у велику сложену ганглију од које полазе нерви ка свим деловима тела. Торакалне ганглије инервирају ноге и крила а свака абдоминална ганглија је прилично аутономна делом функционише као локални центар одговарајућег сегмента.

Основни део **висцералног или симпатичког нервног система** је стоматогастрични систем. Он се састоји од фронталне ганглије која се налази испред мозга и билатералним конективама је повезана са тритоцеребрумом, а рекурентним нервом са хипоцеребралном ганглијом. Иза мозга се налази парна ендокрина жлезда, корпора кардијака која је повезана са протоцеребрумом и хипоцеребралном ганглијом. Корпора кардијака има важну ендокрину функцију и блиско је повезана са још једном ендокрином жлездом корпором алатом, такође насталом од пара ганглија. Хипоцеребрална ганглија је конективама (инглувијални нерви) повезана са инглувијалним (вентрикуларним) ганглијама. Стоматогастрични систем садржи и моторне и сензитивне неуроне и инервише срце и предње црево. Вентрални симпатички систем састоји се од попречних нерава повезаних са сваком ганглијом вентралног ланца централног нервног система. Он инервише стигме одговарајућих сегмената. Од последње абдоминалне ганглије полазе спланхнички нерви који инервишу полне органе и задње црево.

Периферни сензитивни нервни систем је сачињен од fine мреже сензитивних неурона и њихових аксона који леже испод интегумента. Дендрити ових неурона се завршавају у чулним ћелијама епидермиса а аксони се спајају међусобно и са парним нервима вентралног ланца.

Дисекција нервног систем подразумева ослобађање вентралног ланца ганглија који се налази у перинеуралном синусу, у вентралном делу хемоцела, испод цревног тракта и протеже се дуж централне, лонгитудиналне осе симетрије тела. Стога да бисте га уочили, потребно је извући цревни систем ван тела (оставити везу езофагуса са главеном чауром и ректума са аналним отвором). Извлачење цревног тракта вршити лагано, посматрајући под бинокуларом, да бисте избегли повлачење и кидање ланца ганглија.

Вентрални ланац ганглија се састоји из следећих делова:

1. **проторакалног пара ганглија**
2. **мезоторакалног пара ганглија**
3. **метаторакалних парова ганглија**
4. **шест парова уочљивих абдоминалних ганглија.**

Вентрални ланац ганглија (а такође и субезофагијална ганглија и мозак) су препознатљиви по блиставо млечно белој боји. Уз сам вентрални ланац ганглија, бочно са леве и десне стране пружају се лонгитудиналне трахеалне гране које су препознатљиве по специфичном седефастом сјају услед испуњености ваздухом. Ради боље визије потребно је уклонити их.

Посматрање ганглија, конектива и комисура почети од абдоминалних ганглија чије су комисуре врло кратке те парови ганглија делују као јединствена нервна маса округластог облика. Конективе између абдоминалних парова ганглија су танке, различите по дужини, и налажу једна на другу. Између конектива истог пара, као и око самих ганглија, могу се уочити fine насlage масног ткива које није потребно уклањати.

Број видљивих парова ганглија у абдомену је шест. Конективе између првог и другог, као и другог и трећег видљивог пара ганглија су краће, док су конективе између осталих парова ганглија знатно дуже.

Како је метаторакални пар ганглија фузионисан са првим паром абдоминалних ганглија, први видљиви пар абдоминалних ганглија одговарао би другом сегменту, други пар-трећем сегменту, трећи пар-четвртом, четврти пар-петом, пети пар-шестом, док је шести видљиви пар ганглија настао фузијом ганглија 7-11 сегмента абдомена. Последња ганглија се назива **каудална ганглија** и од ње полази сплет **каудалних нерава** према полним органима и ректуму и она заједно са наведеним нервима чини каудални симпатични нервни систем.

Торакалне ганглије (Слика 12.1 десно), иако су по грађи знатно веће од абдоминалних ганглија и јасно уочљиве као парови ганглија повезане комисурама, а конективе које их повезују су знатно дебље и јасно раздвојене, да би се део ланца ганглија у тораксу могао уочити потребно је претходно уклонити торакалне мишиће који се налазе изнад њега (наранцасте боје меса, влакнасте структуре), а затим и инвагинације интегумента стернума – **фурке** (*furca*) за које су причвршћени торакални мишићи. Једна фурка се налази у простору између метаторакалног и мезоторакалног пара ганглија, и то између конектива које их повезују, док је друга фурка између мезоторакалног и проторакалног пара ганглија, односно одговарајућих конектива које их повезују.

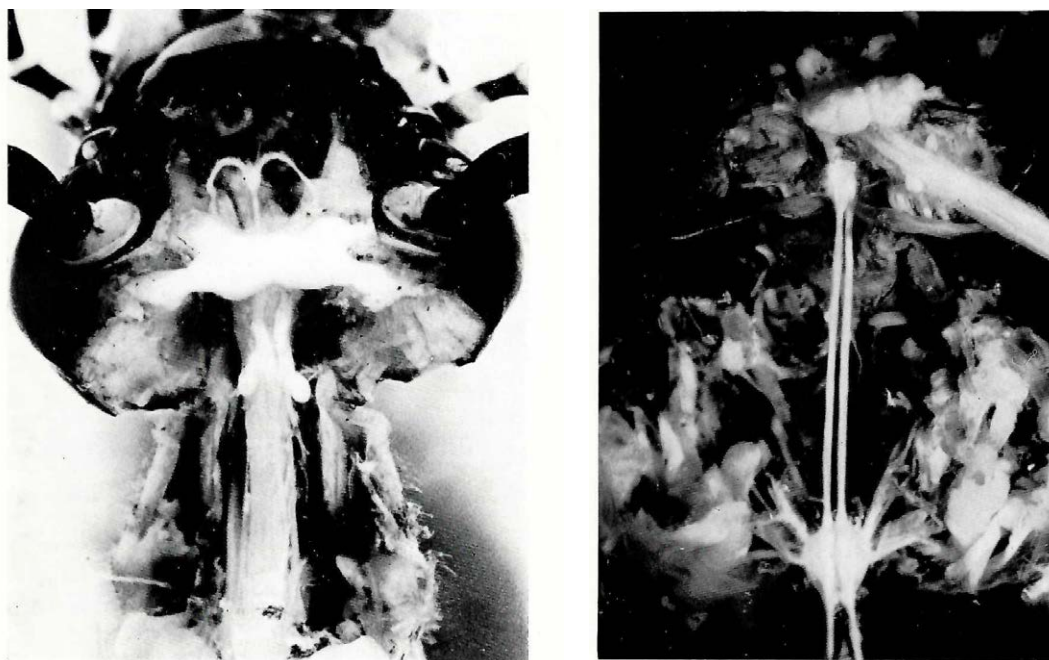
Саме фурке представљају инвагинације стернума, издужене су, у унутрашњости шупље и усмерене према назад, тј у смеру ка врху абдомена, услед чега сметају при визији торакалних ганглија. Како су оне чврсте грађе, лако се могу осетити померањем пинцете. Након огољавања фурки од мишића, потребно је пинцетом пребацити једну од конектива преко фурке (поступак почети од фурке између месо- и метаторакалног пара ганглија). Да би при том избегли могућност кидања конективе услед велике екстензије, претходно се препоручује скраћивање фурке маказицама (након скраћивања фурке се јасно види да је она шупља у средини).

Исти поступак важи и за фурку између проторакалног и мезоторакалног пара ганглија. Овим је вентрални ланац ганглија ослобођен, видљив, тј. дисекција је завршена.

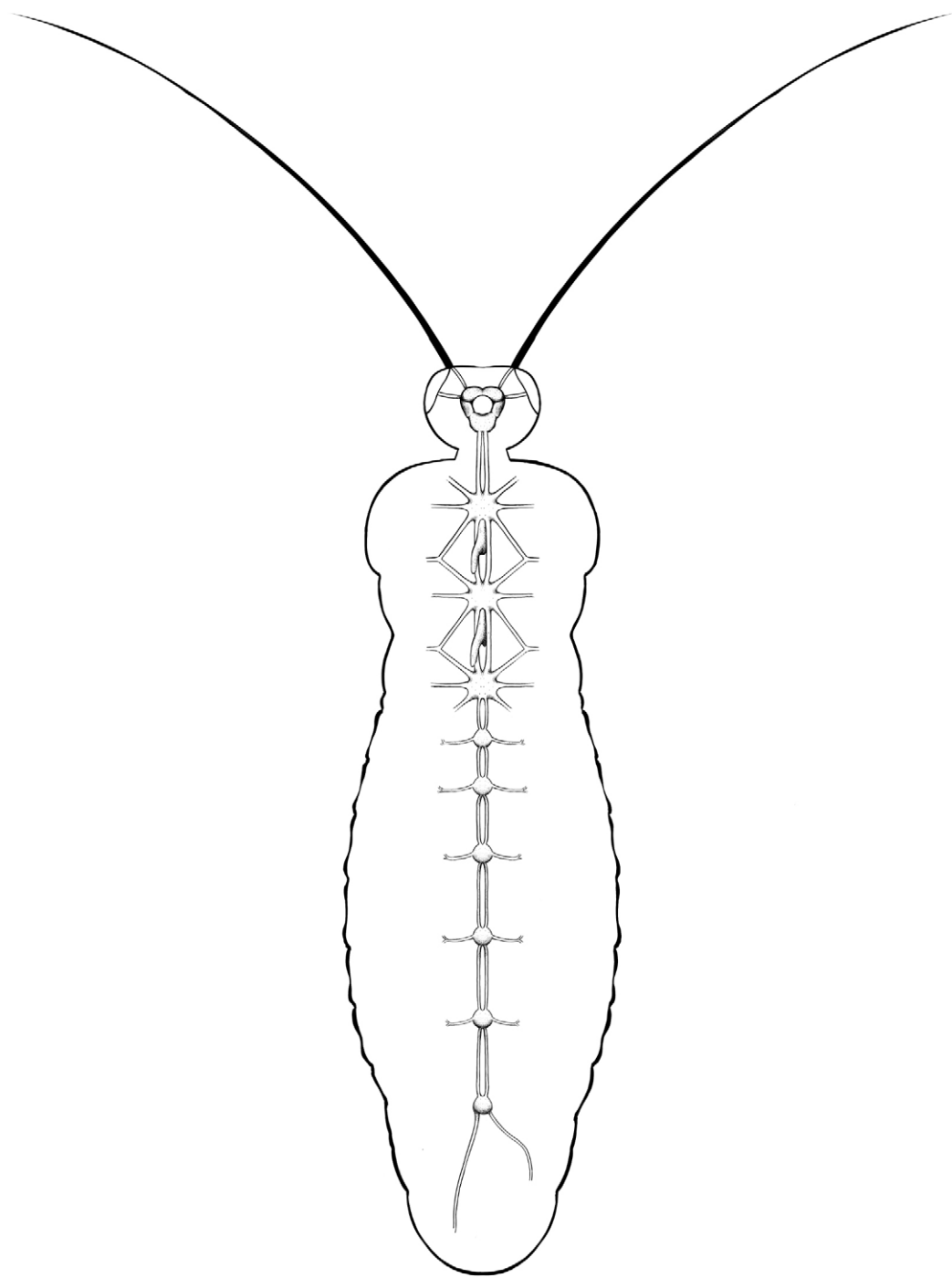
На Шеми 12.1 обележити следеће делове нервног система:

1. мозак
2. периезофагијална ганглија
3. субезофагијална конектива
4. проторакална ганглија

5. мезоторакална ганглија
6. метаторакална ганглија + први пар абдоминалних ганглија
7. други пар абдоминалних ганглија
8. трећи пар абдоминалних ганглија
9. четврти пар абдоминалних ганглија
10. пети пар абдоминалних ганглија
11. шести пар абдоминалних ганглија
12. седми до једанаести пар абдоминалних ганглија
13. каудална ганглија
14. каудални нерв.



Слика 12.1. Нервни систем бубашвабе (Извор: Guillaumin и сар., 1969)



Шема 12.1. Нервни систем *Blaberus fusca* (Dictyoptera: Blaberidae)
(Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

У глави су смештени делови централног нервног система (мозак и субезофагијална ганглија који су повезани периезофагијалним конективама) и органи стоматогастричног симпатичког нервног система (фронтална ганглија која је путем фронталних нерава везана за мозак и путем рекурентног нерва везана за ретроцеребрални комплекс).

Мозак (*cerebrum*) чине следећи делови :

1. ***protocerebrum*** (протоцеребрум)- најволуминознији део мозга, састављен из две хемисфере, бочно носи **оптичке лобусе** који су нервима повезани са фацетованим очима),
2. ***deutocerebrum*** (деутоцеребрум)- налази се испод протоцеребрума и с предње стране носи пар **олфакторних нерава** који инервишу антене,
3. ***tritocerebrum*** (тритоцеребрум)- састоји се од два просторно раздвојена лобуса, сваки с предње стране носи по један кратак **лабро-фронтални нерв**, који су кратки и гранају се у **лабрални нерв** који инервише лабрум и **фронтални нерв** који завршава у фронталној ганглији.

Мозак је путем робусних периезофагијалних конектива повезан са субезофагијалном ганглијом, а у простору између конектива налази се (пролази) езофагус.

Субезофагијална ганглија, чији сам назив указује на њен положај, налази се испод езофагуса, настала је срастањем три пара ганглија, што се може закључити по присуству три пара нерава који инервишу делове усног апарата по коме су добили назив (**мандибуларни, максиларни и лабијални пар нерава**). Од субезофагијалне ганглије крећу конективе које повезују субезофагијалну ганглију са вентралним ланцем ганглија, односно са проторакалном ганглијом.

Фронтална ганглија је смештена испред мозга, с предње стране у централном делу главе, одмах испод интегумента. Помоћу **рекурентног** (повратног) **нерва** фронтална ганглија је повезана са ретроцеребралним комплексом, који се налази иза мозга, у задњем делу главене чауре. Дакле, рекурентни нерв пролази испод мозга (испод тритоцеребрума), а изнад езофагуса.

Ретроцеребрални комплекс- органи симпатичног нервног система смештени иза мозга, а изнад езофагуса те се још назива и супраезофагијални комплекс који чине следећи делови:

1. ***hipocerebrum*** (**хипоцеребрална ганглија**)- у њој се завршава рекурентни нерв, а од ње креће инглувијални нерв према инглувијалној ганглији која се налази изнад инглувијуса,
2. ***corpora cardiaca*** (**корпора кардиака**)- важна ендокрина жлезда, састављена из два издужена лобуса, повезана нервима с хипоцеребралном ганглијом, и посебним нервима директно с задњим делом протоцеребрума,
3. ***corpora allata*** (**корпора алата**)- ендокрина жлезда која лучи јувенилни хормон, има облик пара сферичних лобуса, у директној вези се хипоцеребралном ганглијом и жлездом корпуса кардиака.

Дисекција главног нервног система ради се пратећи следеће кораке:

- Главу оставити спојену са телом, односно не прекинути везу са вентралним ланцем ганглија и езофагусом.

- Пробити интегумент главе испод фацетованог ока. Отклањати комадић по комадић интегумента фронса и вертекса до краја задњег дела главене чауре. Плитко оголити ове површине између фацетованих очију. При том заобићи антене, које треба да остану нетакнуте.

- Посматрати главу с предње стране- фронтална визија. У централном делу фронса, где је отклоњен интегумент, може се уочити фронтална ганглија у виду сјајног кружића окруженог финим наслагама масног ткива.

- Изнад ње, у горњем делу главе може се уочити мозак (млеко бела маса). Уочавају се централни део протоцеребрума, а испод се налази деутоцеребрум који се може препознати по присуству олфакторних нерава. Олфакторни нерви се могу лако уочити померањем антена. Лобуси тритоцеребрума се такође могу уочити у близини фронталне ганглије са којом су у вези преко фронталних нерава. Са бочних страна фронталне ганглије могу се уочити делови фронталних нерава, а са њене доње стране почетак рекурентног нерва.

- Изнад протоцеребрума (посматрајући главу са горње стране) налазе се мандибуларни мишићи које је потребно отклонити да би се видео протоцеребрум са дорзалне стране. Испод мозга пролази езофагус. Са предње стране главе, изнад езофагуса, а испред мозга је фронтална ганглија са фронталним и рекурентним нервом. У задњем делу главе, иза мозга а изнад езофагуса уочава се хипоцеребрална ганглија, која према напред стоји у вези са жлездом корпора кардиака (из два издужена лобуса), а са бочних страна са жлездом корпора алата – парни органи сферичног облика, беличасте боје. Од хипоцеребралне ганглије у смеру према задњем крају тела креће ингувијални нерв.

- Да бисте касније уочили оптичке лобусе протоцеребрума потребно је ослободити их од интегумента фацетованих очију. Пинцетом придржавати интегумент фацетованих, а испод њега завући врх ентомолошке игле и провлачити плитко неколико пута. На тај начин прекидамо везе нерава из оптичких лобуса са фацетованим оком. Поступак поновити и за друго око.

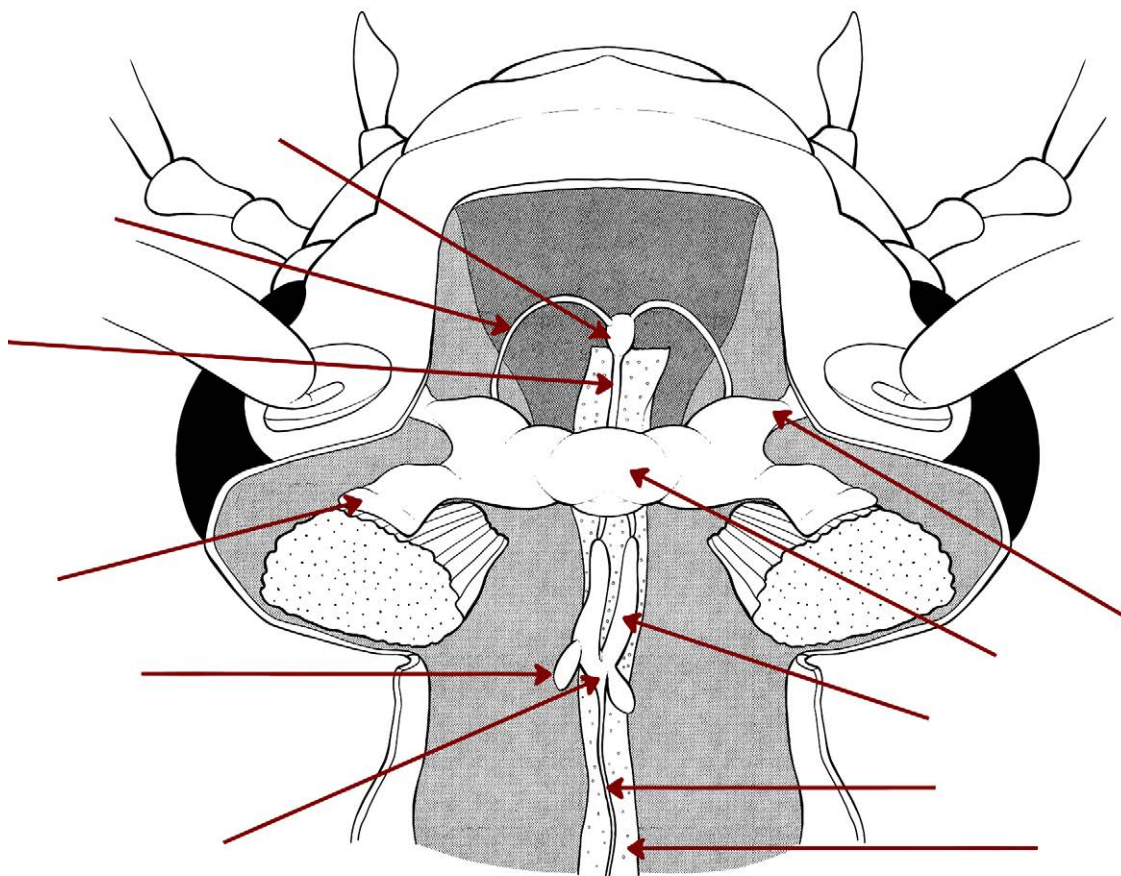
- Да би се уочиле периезофагијалне конективе и субезофагијална ганглија потребно је прекинути тенториум, затим отклонити све преостале делове интегумента главе, а затим лагано извући езофагус. Тенториум (унутрашњи скелет главе) је у облику слова Х. Место где се његови предњи и задњи краци спајају у средини има отвор кроз који пролазе периезофагијалне конективе. Стога га је потребно прекинути (покидати) јер би у супротном при отклањању интегумента главе дошло до пуцања периезофагијалних конектива.

- Прекид тенторијума се врши на следећи начин. Ухватити краке тенторијума одмах испод места где се налазе предња узглобљења тенторијума (на крајевима епистомалног шава) и снажно их тргнути у супротним смеровима, један крак према горе, други према доле. На овај начин тенторијум пуца на месту спајања предњих и задњих кракова. Затим прекинути везу сваког крака са узглобљењем кракова тенторијума. Сада треба пажљиво отклонити преостале делове интегумента главене чауре (почети од интегумента фацетованих очију). Након тога је могуће имати бољи приступ тенторијуму, кога је потребно пажљиво уклонити. Најзад лагано извући езофагус (лакше је са задње стране), при чему треба водити рачуна да се не прекину рекурентни и фронтални нерви.

- Нагнути мозак према напред и посматрати периезофагијалне конективе које повезују мозак са субезофагијалном ганглијом. На субезофагијалној ганглији латерално уочити нерве који завршавају у деловима усног апарата (мандибуларни, максиларни и лабијални парови нерава) и конективе које спајају субезофагијалну и проторакалну ганглију.

- Одвојити делове усног апарата. Овим је дисекција завршена.

На Шеми 12.2 потребно је обележити све делове главног нервног система.



Шема 12.2 Главени нервни систем (централни и симпатички) код *Blaberus fusca* (Dictyoptera: Blaberidae) – дорзална визија (Извор: Сара Шиљековић, 2025)

Датум:	Број бодова:	Овера асистента:
	Дисекција:	

Белешке:



ПОСТЕМБРИОНАЛНО РАЗВИЋЕ



Лутка лептира *Aporia crataegi* (Linnaeus, 1758) - Лутка на слици ће се ускоро пресвући у лептира са белим крилима под именом глоговац. Одрасла женка лептира за полагање јаја најчешће бира дрвеће и жбуње из фамилије ружа, као што су јабука, крушка, шљива итд. Када се ларве испиле остају у групама и хране се листовима биљака на којима су испиљене.

Аутор фотографије: Никола Весовић

13. Типови ларви и лутки

Метаморфоза

Изглед и грађа инсеката после пиљења из јајета различити су у већој или мањој мери од одраслих форми. Њихов развој дакле, захтева промену форме или метаморфозу која може подразумевати гибитак структура својствених искључиво јувенилном стадијуму (стадијуму ларве) као и диференцијацију органа карактеристичних само за одрасле инсекте. Распон ових промена варира у оквиру класе инсеката. Међутим, јасно се разликују два основна типа преображаја: **непотпуна метаморфоза** или **хетерометаболно (или хемиметаболно) развиће** за које су карактеристична три развојна стадијума (**јаје, ларва и одрасли**) и **потпуна метаморфоза** или **холометаболно развиће** које за разлику од претходног има и стадијум **лутке**.

❖ **Непотпуна метаморфоза** карактеристична је за подкласу Apterygota (неки аутори наводе да инсекти ове подкласе имају аметаболни тип развића - без метаморфозе) и све представнике групе **Exopterygota (=Heterometabola)**. У оквиру редова Homoptera и Thysanoptera ларве се прилично разликују од одраслих и у току развића пролазе кроз период интензивних промена структуре који се може донекле поредити са стадијумом лутке Holometabola. Ларве Heterometabola обично веома личе на одрасле инсекте, хране се на исти начин и живот проводе у истој средини као и одрасли. Преображај се углавном своди на постепену диференцијацију органа одраслог инсекта. Крила и спољне гениталије обично се појављују у првим ступњевима развића у рудиментарном облику на телу ларве. Њихова величина и сложеност расту у сваком следећем ступњу. Зачеци гонада код младих ларви такође постепено расту, али потпуну зрелост, односно функционалност достижу тек у одраслом стадијуму. Број сегмената у пипцима, тарсусима и церцима може да расте са сукцесивним пресвлачењима, а фацетоване очи расту диференцирањем додатних оматидија. Често долази до промене боје, пропорцији различитих делова тела, броја и распореда длака на интегументу. Промене које се десе приликом пресвлачења ларве последњег ступња у одраслог инсекта су често много драстичније него при претходним пресвлачењима. Ово се пре свега односи на редове Ephemeroptera, Odonata и Plecoptera чији представници имају акватичне ларве са трахеобранхијама и другим органима адаптираним за живот у води, који се губе приликом трансформације у терестричне адултне форме. До сличне трансформације долази и код цврчака (Homoptera: Cicadidae) код којих се предње ноге ларве, модификоване за копање, преобразе у класичне ноге за ходање код одраслог инсекта.

❖ **Потпуна метаморфоза** карактеристична је за инсекте из групе **Endopterygota (=Holometabola)**. Код њих се срећемо са серијом ларвених ступњева (који се активно хране и обично су међусобно веома слични, али се најчешће драстично разликују од одраслих инсеката), после којих ови инсекти прелазе

у мирујући стадијум лутке (у току кога се не хране) из кога после последњег пресвлачења излази одрасли инсект. Ларве и одрасли живе у различитим стаништима, њихови усни апарати се разликују у грађи појединих делова или и по типу, често конзумирају потпуно другачију врсту хране. У оквиру свих редова јавља се изражена еволутивна тенденција ка развијању специјализованих ларвених органа који се губе у току стадијума лутке. Групе ћелија које ће дати органе одраслог инсекта диференциране су у току ембрионалног развића (имагинални дискови), а у стадијуму лутке развијају се у органе адулта. Ларве Холометабола показују огроман распон варирања у грађи и адаптацијама на живот у различитим стаништима. На основу неколико основних морфолошких карактеристика разликују се од ларви хетерометаболних инсеката. Немају сложене очи ни дорзално смештене оцеле, уместо њих са бочних страна главе се налази један или неколико пари стемата. Птеротеке (зачеци крила) и спољне гениталије не постоје. Интегумент је генерално мање склерификован, а код неких типова ларви главена чаура, пипци, делови усног апарата и ноге могу бити изразито редуковани или одсутни. Ларве Ендоптеригота се деле у неколико основних типова, мада између њих постоји велики број прелазних форми.

1. **Протоподни тип** - ендопаразитоидне врсте редова Diptera и Hymenoptera имају ларве раних ступњева по изгледу сличније ембриону него ларвама осталих инсеката. Ове ларве се пиле из јаја која садрже малу количину хранљивих резерви и неки аутори их сматрају прерано испиљеним ембрионима, а други високоспецијализованим формама прилагођеним на живот у специфичној средини (организму домаћина). Сегментација тела је слабо дефинисана, екстремитети рудиментирани или одсутни, а унутрашњи органи непотпуно формирани.

2. **Полиподни тип (еруциформне ларве)** - поред торакалних, за локомоцију користе и два или више пари лажних ногу смештених на абдоминалним сегментима. Тело је обично слабо склерификовано, ларве живе на местима са одговарајућом храном и не крећу се често и далеко од њих. Ларве овог типа имају инсекти реда Lepidoptera-гусенице (најчешће пет пари лажних ногу или два пара, код врста из фамилије Geometridae, док најпримитивнији представници реда имају осам пари лажних ногу и пет или шест пари стемата), неки представници Hymenoptera, Symphyta - пагусенице (обично осам пари лажних ногу и један пар стемата), Mecoptera (осам пари лажних ногу) и неке врсте Trichoptera.

3. **Олигоподни тип** - ларве овог типа најмање се разликују од одраслих инсеката. Хексаподне су, са добро развијеном главом и деловима усног апарата сличним одраслом инсекту. На глави имају неколико пари стемата (обично пет). Припадници ове групе сврстани су у више подтипова који се издвајају карактеристичним изгледом, мада због прелазних форми припадност ларви великог броја врста не може бити прецизно одређена. Камподеиформне ларве (= карабиформне) одликују се дорзовентрално спљоштеним телом са добро склерификованим интегументима, глава им је прогнатна, ноге дугачке и обично имају предаторски режим исхране. Карактеристичне су за редове Neuroptera и Trichoptera, а од врста из реда

Coleoptera углавном представници подреда Adephaga имају ларве овог подтипа. Мелолонтоидне ларве (=скарабиформне) имају слабо склерификоване интегументе торакса и абдомена, дебело тело, кратке ноге (слабо су покретне), живе у дрвету или земљи: из реда Coleoptera фамилије Scarabaeidae, Scolitidae и неке Chrysomelidae. Елатероидне ларве (жичари и лажни жичари) имају танко издужено тело са јако склерификованим интегументом, средње развијеним ногама, живе у земљи или органској материји којом се хране: из реда Coleoptera фамилије Elateridae и Tenebrionidae.

4. Аподни тип - ларве немају ноге, а тело им је слабо склерификовано. Неколико различитих подтипова издвојено је на основу степена развијености главене чауре. Еуцефалне ларве имају развијену, добро склеротизовану главу са јасно диференцираним деловима усног апарата. Карактеристичне су за представнике редова Diptera (подред Nematocera), Coleoptera (фамилије Cerambycidae, Buprestidae и Curculionidae) и Hymenoptera (група Aculeata). Хемицефалне ларве имају главу, редуковану у различитом степену, која може бити увучена у торакс - Diptera Nematocera фамилија Tipulidae и Diptera Brachycera. Ацефалне ларве немају главу, део који носи рудименте усног апарата (пар кукица максиларног порекла) зове се *procephalon* (процефалон) и увучен је у проторакс. На протораксу се налазе и групе фотоосетљивих ћелија које замењују стемате Diptera из подреда Cyclorhapha.

Стадијум лутке се у многоме разликује од ларвеног. Лутка је углавном непокретна или слабопокретна (осим код врста из реда Diptera фамилија Culicidae и Chironomidae), не храни се и у њој се дешавају интензивне промене везане за разградњу ларвених органа и формирање органа одраслог инсекта (хистолиза и хистогенеза). Због овога је лутка морфолошки сличнија одраслом инсекту него ларви, има добро развијене зачетке крила, торакалне ноге и антене, али кутикула је обично танка и слабо пигментисана. Лутка је веома осетљив развојни стадијум са мало специјалних одбрамбених механизма и због тога је често скривена у земљи, детритусу или пукотинама. Она може бити обмотана заштитним омотачем од свиле (свилени кокон), кога испредају ларве секрецијом лабијалних жлезда (многи представници реда Lepidoptera) или малпигијевих судова (многи представници реда Neuroptera). Неке ларве конструишу луткину коморицу од честица земљишта, дрвета или другог супстрата на коме се хранила, које слењују у целину различитим секрецијама. Код ларви Diptera подред Cyclorhapha кутикула ларве трећег ступња трансформисана је у тврд, тамно обојен, јајолик пупаријум у циљу заштите веома нежне лутке (тип *pupa adectica libera*) која се налази унутра. Лутке које нису заштићене додатним омотачем или сакривене ван домаћаја природних непријатеља, какав је случај код бубамара и неких лептира, су обично заштитно обојени (хомохромија, хомотипија, упозоравајућа колорација) и имају јако склерификован интегумент. Извесно време пре него што ће луткина кутикула бити одбачена, у њој се већ налази потпуно формиран одрасли инсект. Те „старе“ лутке су понекад способне да се активно крећу (ред Trichoptera), међутим реч је у ствари о формираном одраслом инсекту који се налази у кутикули лутке. Два главна типа лутака су раздвојена према постојању функционалних мандибула, односно могућности да њима подгризу отвор у кокону или луткиној коморици пре изласка одраслог инсекта.

Лутке које имају функционалне мандибуле припадају групи *pupa dectica* и овакве лутке су карактеристичне за редове: Neuroptera, Mecoptera, Trichoptera и неколико најпримитивнијих представника редова Lepidoptera и Hymenoptera. Лутке типа *pupa adectica* које срећемо код других Endopterygota, немају функционалне мандибуле. Оне излазе из коморице или кокона уз помоћ различитих трнова или других специјализованих израштаја на кутикули или до еклозије одраслог долази у луткиној коморици као у случају инсеката из редова Coleoptera и Hymenoptera. Лутке из ове групе деле се даље на три подтипа: *pupa adectica libera* код које су екстремитети слободни, одвојени од тела (Coleoptera, Hymenoptera); *pupa adectica coarctata* код које се лутка претходног типа налази у пупаријуму (Diptera, Cyclorrhapha) и *pupa adectica obtectata* код које су крила, ноге, пипци и делови усног апарата чврсто спојени са телом (Lepidoptera).

Белешке:

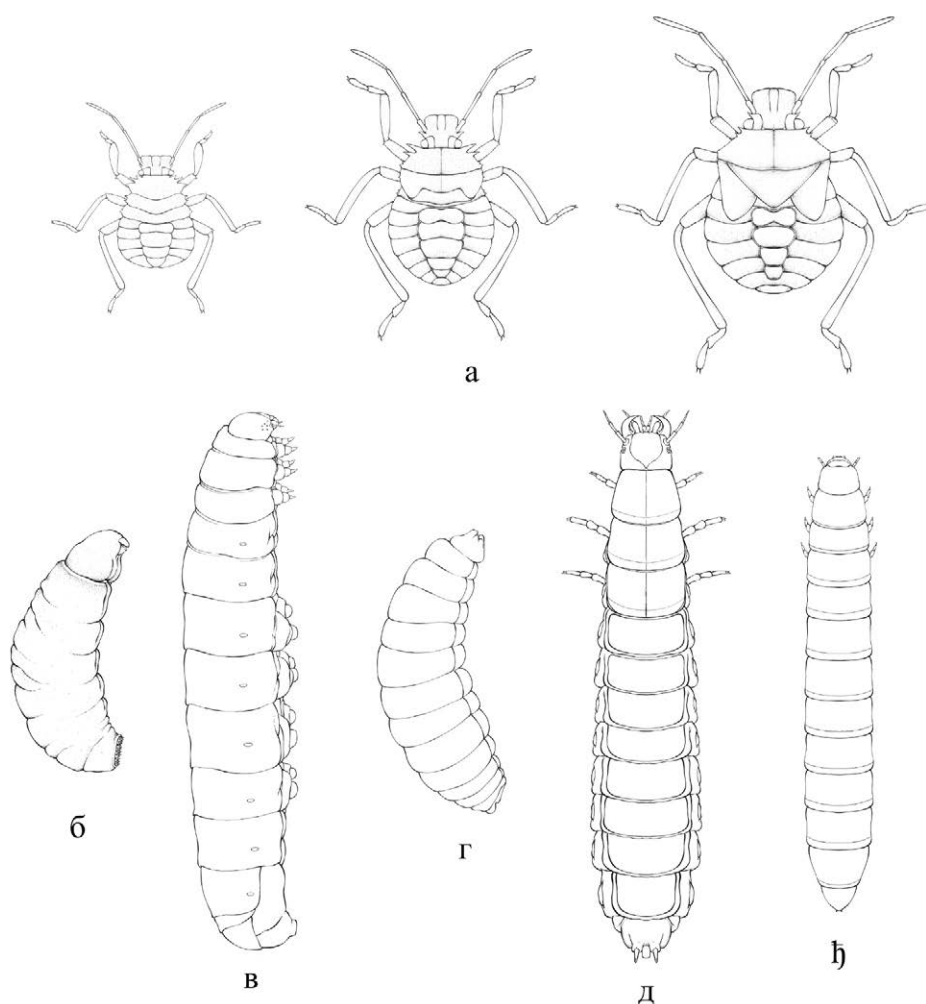
[illegible]

14. Кључ за одређивање основних типова ларви инсеката

Користећи дихотоми кључ за детерминацију ларви одредити тип, подтип ларве и таксономску припадност датог ентомолошког материјала.

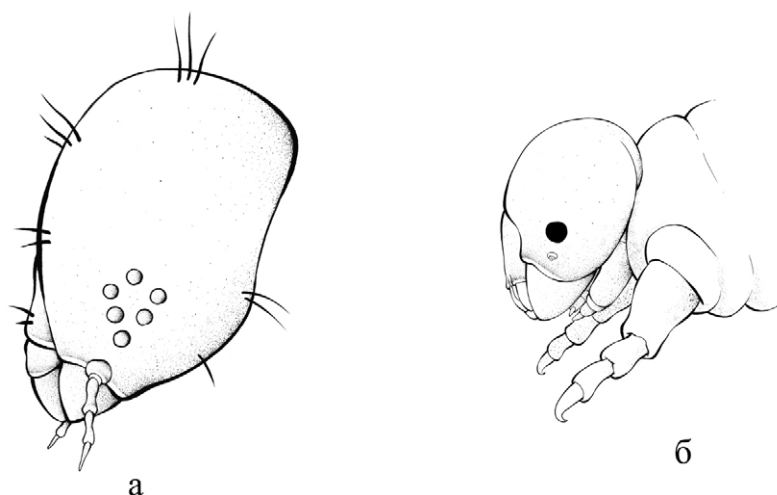
1. Имају фацетоване (сложене) очи, различито развијене птеротеке (Слика 14.1а) и спољне гениталније у зависности од старости ларве.....ларве **Heterometabola**

1'. Немају фацетоване очи ни птеротеке (Слика 14.1. б, ц, д, е, ф).....ларве **Holometabola** 2



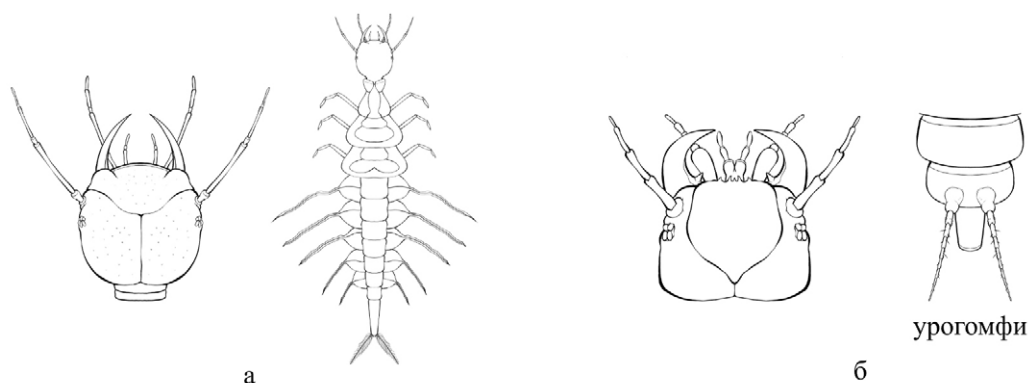
Слика 14.1. Ларве Heterometabola: (а) Heteroptera и Holometabola: (б) протоподна Eulophidae, (в) полиподна Lepidoptera, (г) аподна *Apis mellifera* и олигоподна (д) Caraboidea, (е) Tenebrionidae (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

2. Ларве имају три пара ногу на сваком сегменту торакса и лажне ноге (бар два пара) на абдомену- **полиподне ларве (=еруциформни тип)**.....3
- 2'. Ларве немају абдоминалне (лажне) ноге.....4
- 3.(2.) Број пари абдоминалних ногу је најчешће 5 (**Noctuidae**) или 2 (**Geometridae**) имају најчешће 5 или 6 пари стемата (Слика 14.2а).....ларве **Lepidoptera**
- 3'. Број пари абдоминалних ногу већи од 5 (најчешће 8), имају један пар стемата (Слика 14.2б).....ларве **Hymenoptera, Symphyta (Tenthredinidae)**



Слика 14.2. Очи ларви Holometabola (стемате) : (а) **Lepidoptera** - шест стемата смештених полукружно на доњем делу главе изнад пипака, (б) **Hymenoptera, Symphyta** - једна стемата у прстену тамне боје на доњем делу главе изнад пипака (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

4. (2') Ларве имају три пара торакалних ногу (добро развијене или редуковане у мањем или већем степену) - **олигоподне ларве**.....5
- 4'. Ларве немају торакалне ноге, или су ноге на тораксу значајно редуковане и сведене на парне квржице на сваком сегменту торакс - **аподне ларве**.....10
- 5.(4.) Ноге релативно дугачке, тело обично дорзовентрално спљоштено и склерификовано, прогнатни положај усног апарата за грицкање са добро развијеним мандибулама и осталим деловима усног апарата - **камподеиформни тип**.....6
- 5'. Ноге релативно кратке, положај усног апарата за грицкање између прогнатног и ортогнатног, *mandibule* и остали делови усног апарата слабије развијени.....7
- 6.(5.) Мандибуле издужене, српасте, задњи абдоминални сегмент издужен и носи функционалне стигме или два кончаста једночлана израштаја на крају абдомена - *urogomphus* (урогомфи) (Слика 14.3а).....**Dytiscidae**
- 6'. Мандибуле кратке и српасте, задњи абдоминални сегмент није издужен са стигмама на крају урогомфи, уколико их има, чланковити (Слика 14.3б).....**Carabidae**



Слика 14.3. Камподеиформни тип ларви: (а) Dytiscidae, (б) Carabidae
(Извор: Сара Шиљековић, 2025)

7.(5') Тело цилиндрично лучно повијено (С-облик) или полусферично, слабо склерификовано - **мелолонтоидни тип**.....8

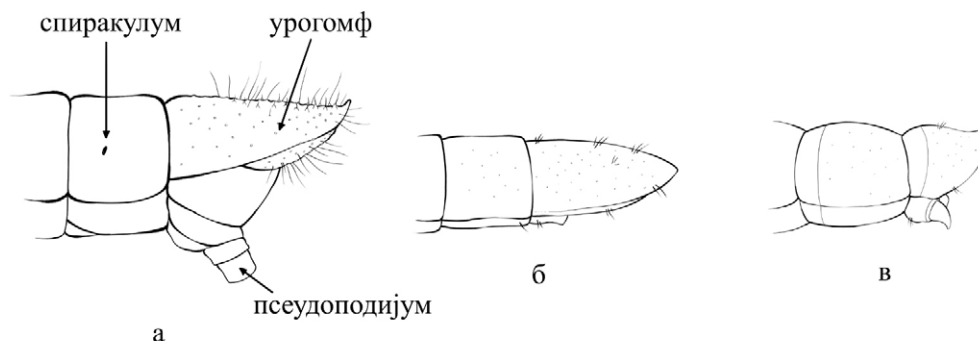
7'. Тело јако склерификовано, ваљкасто, издужено, бакарне и смеђе боје - **елатероидни тип** (жичари и лажни жичари).....9

8.(7.) Тело повијено, има облик слова С (отуда име грчице), задњи сегмент абдомена обично увећан.....**Scarabaeidae**

8'. Тело полулоптасто, мекано, ноге кратке.....**Chrysomelidae**

9.(7') Ноге добро развијене, немобилни израштај на крају последњег сегмента абдомена (*urogomf*) једночлан и са доње стране носи израштај (*pseudopodium*) слика 14.4а. Предње ноге исте дужине као и задња два пара, израштај на крају последњег сегмента абдомена (урогомф) није повијен нагоре (Слика 14.4б).....**Elateridae**

9'. Предње ноге дуже од средњих и задњих, уругомф повијен нагоре (Слика 14.4в).....**Tenebrionidae**



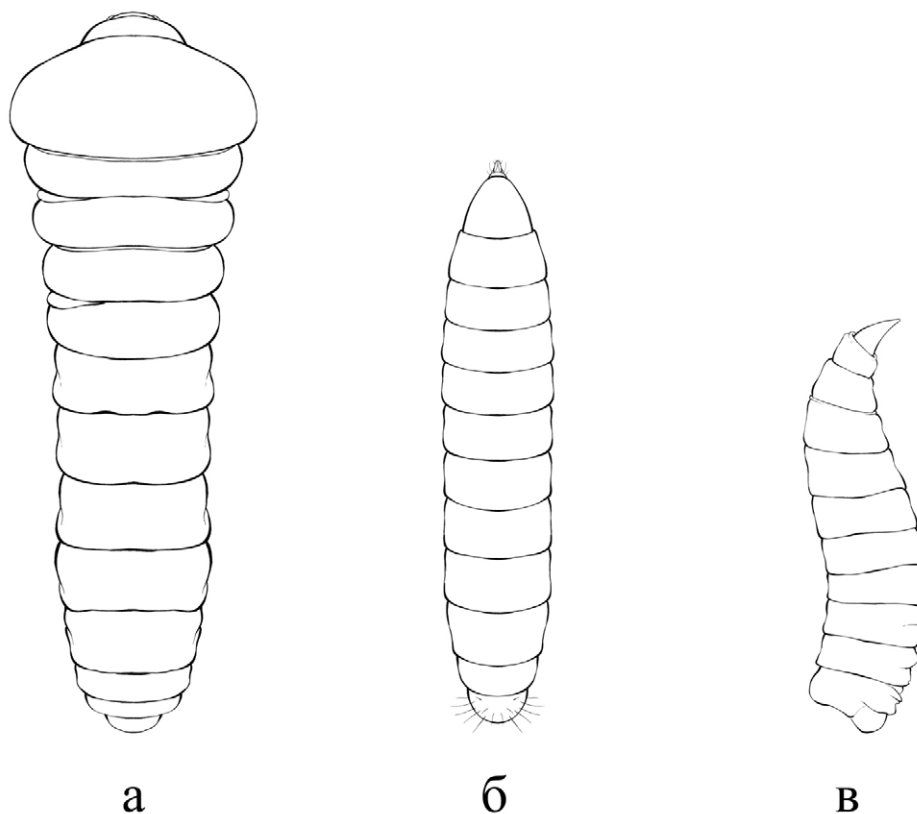
Слика 14.4. Изглед последњег сегмента абдомена : (а, б) Elateridae; (в) Tenebrionidae
(Извор: Сара Шиљековић, 2025)

10.(4') Глава добро развијена, делови усног апарата и пипци обично јасно видљиви (Слика 14.5а) или су и глава и усни апарат редуковани у различитом степену (Слика 14. 5б).....11

10'. Немају главу, усни апарат је редукован (обично две склерификоване кукице) налази се на псеудоцефалону који је увучен у проторакс по пар стигмалних отвора на протораксу и задњем сегменту абдомена (Слика 5в) - **ацефални тип** (Diptera, Cyclorrhapha).....**Muscidae**

11.(10.). Глава, пипци и делови усног апарата добро развијени (део ларви Coleoptera, Diptera Nematocera и Hymenoptera Aculeata) - **еуцефални тип**. Тело слабо склерификовано, рудименти ногу присутни у облику квржица на сегментима торакса, сегменти торакса проширени (облик чекића) (Слика 14.5а).....

.....**Cerambycidae**
11' Глава и усни апарат редуковани у различитом степену (део ларви Diptera Nematocera већина Brachycera) - **хемицефални тип****Asilidae**



Слика 14.5. Аподне ларве: (а) еуцефалне Cerambycidae, (б) хемицефалне Asilidae, (в) ацефалне Muscidae (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

5. Кључ за одређивање основних типова лутки инсеката

Користећи дихотоми кључ за детерминацију ларви одредити тип, подтип лутке и таксономску припадност датог ентомолошког материјала.

1. Лутка има функционалне (покретне) мандибуле (редови Neuroptera, Mecoptera, Trichoptera и неколико најпримитивнијих представника Lepidoptera и Hymenoptera)....

.....*pupa dectica*

1' Лутка нема функционалне мандибуле - *pupa adectica*.....2

2.(1') Екстремитети (делови усног апарата, ноге, крила) одвојени од тела. Лутка слободна (сви делови тела одраслог инсекта јасно видљиви) - *pupa adectica libera*.....

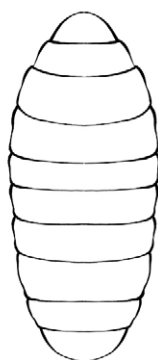
.....**Siphonaptera, Strepsiptera, Coleoptera, Hymenoptera**

или је у овоидном пупаријуму, на коме се уопште не виде делови тела одраслог, насталом отврдњавањем кутикуле ларве последњег ступња (у пупаријуму се налази *pupa adectica libera*) - *pupa adectica coarctata*.....**Diptera, Cyclorrhapha**

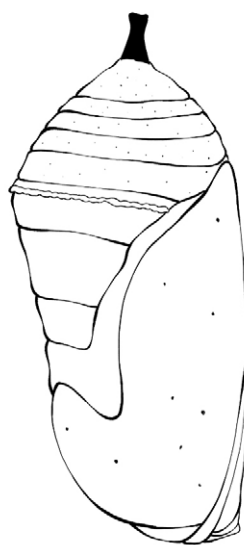
2'. Екстремитети нису одвојени од тела (назиру се на интегументима лутке) - *pupa adectica obsecta*.....**Lepidoptera** и неки представници **Diptera, Nematocera**



а



б



в

Слика 14.6. Типови лутки: (а) *pupa adectica libera* (Coleoptera), (б) *pupa adectica coarctata* (Diptera), *pupa adectica obsecta* (Lepidoptera) (Извор: Сара Шиљеговић, 2025)

Датум:	Број бодова:	Овера асистента:
	Дисекција:	

Литература

1. Beaumont A., Cassier P., 1970. Travaux pratiques de Biologie animale: Zoologie,- Embryologie-Histologie. Dunot, Paris. 281–329.
2. Beutel, R.G., Friedrich, F., Yang, X.K. and Ge, S.Q., 2013. Insect morphology and phylogeny: a textbook for students of entomology. Walter de Gruyter.
3. Davies RG, editor. Outlines of entomology. Springer Science & Business Media; 2012 Dec 6.
4. Davies, R.G., (1988): Outlines of entomology. Chapman & Hall, London, UK. 408 pp.
5. Gillott, C., 2005. Entomology. Springer Science & Business Media.
6. Gullan, P.J. and Cranston, P.S., 2014. The insects: an outline of entomology. John Wiley & Sons.
7. Guillaumin M, Renoux J., Stockmann R., 1969. Atlas photographiques de morphologie et de dissections. Editions Doin-Daren et Cie. 67 pp.
8. Guillaumin, M., Renoux, J., Stockmann, R., (1969): Atlas photographiques de morphologie. La blatte. Edition Doin Deren & C.
9. Mullen, G.R. and Durden, L.A., eds., 2009. Medical and veterinary entomology. Academic Press.

Извод из рецензија

Практикум је намењен студентима основних студија смера Фитомедицина на предмету Основи ентомологије. Практикум потпуно покрива план и програм предмета Основи ентомологије и могу га користити и студенти других сродних факултета где се изучава Ентомологија. Концепт практикума је веома јасан и уводи студенте корак по корак у свет Ентомологије, комплетно покривајући морфологију, анатомију и развиће инсеката. Сlike и шеме су веома корисне и илустративне и значајно олакшавају практични рад студентима.

проф. др Жељко Томановић

Практикум је настао са циљем да се студенти упознају са фантастичним светом инсеката и да им се кроз знање и детаљно објашњење изгледа спољашњих и унутрашњих органа приближи начин функционисања веома разноврсног инсекатског света. На овај начин тежи се смањити страх од инсеката, али и полагања испита који се понекад чини веома тежак, а заправо је увод и одлична основа за даље проучавање инсеката у пољопривредној производњи. Мишљења сам да су аутори циљ постигли преданим радом на рукопису који се види у обраћању пажње на многе детаље.

проф. др Александра Коњевић

