

**Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імена Василя Стефаника»
Інститут природничих наук**

**Кафедра агрохімії і ґрунтознавства
ДМИТРИК П.М.**

ЕНТОМОЛОГІЯ

методичні рекомендації

АНАТОМІЯ КОМАХ

студентам напряму підготовки 6.090101 – «Агрономія»

**Івано-Франківськ,
2016**

Затверджено на засіданні кафедри агрохімії і ґрунтознавства Інституту природничих наук (протокол № 3 від 12 жовтня 2016 р.)

Рекомендовано до друку методичною комісією Інституту природничих наук Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника (протокол № 4 від 22 листопада 2016 р.)

Укладач:

П.М.Дмитрик – кандидат сільськогосподарських наук (*доцент кафедри агрохімії і ґрунтознавства Інституту природничих наук Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника*).

Рецензент:

А.М. Заморока – кандидат біологічних наук (*доцент кафедри біології та екології Інституту природничих наук ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»*).

Ентомологія. Анатомія комах. Методичні рекомендації. – Івано-Франківськ, 2016. – 28 с.

© Дмитрик П.М., 2016

© ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2016

ЗМІСТ

1. ПОКРИВИ ТІЛА КОМАХ ТА ЇХ ПОХІДНІ.....	4
2. ПОРОЖНИНА ТІЛА КОМАХ. М'ЯЗОВА СИСТЕМА.....	6
3. НЕРВОВА СИСТЕМА ТА СЕНСОРНІ ОРГАНИ КОМАХ.....	7
4. ДИХАЛЬНА СИСТЕМА.....	14
5. ТРАВНА ТА ВИДІЛЬНА СИСТЕМИ КОМАХ.....	16
6. КРОВОНОСНА СИСТЕМА КОМАХ.....	20
7. СТАТЕВА СИСТЕМА КОМАХ.....	22
ЛІТЕРАТУРА.....	24
ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ.....	26

1. ПОКРИВИ ТІЛА КОМАХ ТА ЇХ ПОХІДНІ

Покриви мають важливе значення в житті комах:

- складають основу скелетно-м'язового апарату;
- забезпечують регуляцію водного режиму, нерідко дихання та виділення;
- захищають тіло від механічних ушкоджень;
- захищають тіло від проникання шкідливих для організму хімічних речовин;
- забезпечують забарвлення тіла комах.

Основними компонентами покривів є:

- кутикула;
- гіподерма;
- базальна мембрана.

Кутикула, або зовнішня частина покривів, не має клітинної будови. Вона складається епікутикули та прокутикули. Остання, у свою чергу, легко розділяється на більш темнозабарвлений шар (екзокутикулу) і майже прозору ендоктикулу. Ендоктикула складається з безлічі пластинок, розташованих паралельно її поверхні. Пластинки мають волокнисту будову та перехресний напрямок волокон.

Гіподерма складається з одного шару клітин кубічної або циліндричної форми, вона підстилає кутикулу та утворює епітелій.

Базальна мембрана дуже тонка, підстилає гіподерму та не має клітинної структури (малюнок 1).

Біохімічну основу прокутикули складають хітин і білки. Хітин дуже стійкий до хімічних впливів і у звичайних умовах не розчиняється в лугах і деяких органічних розчинниках.

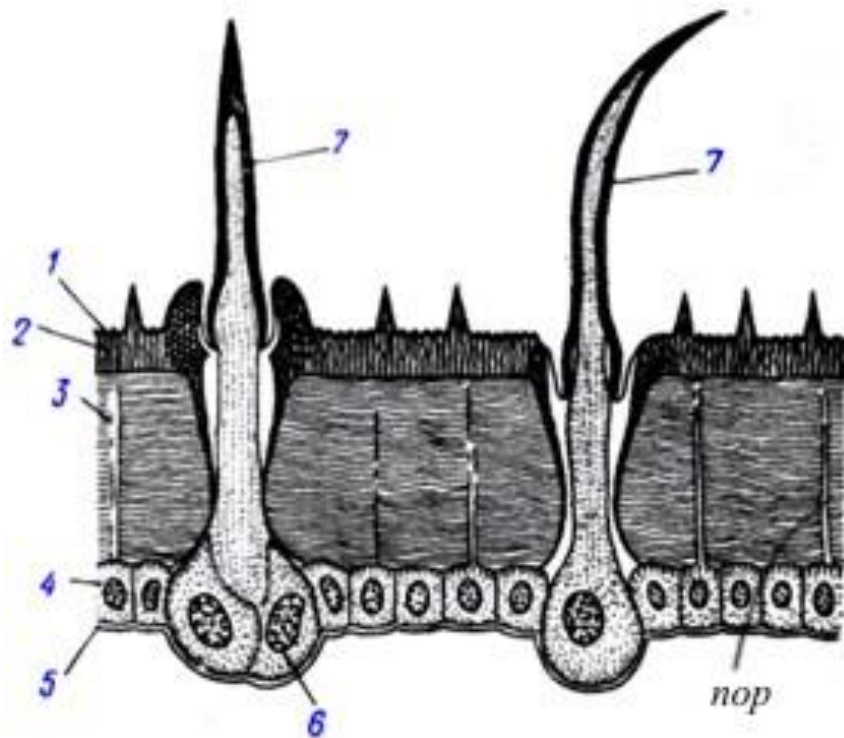
Розрізняють наступні похідні шкірних покривів комах: придатки шкіри, шипи, шпори, луска, апофеми.

Придатки шкірних покривів розрізняють двох типів:

- *скульптурні придатки* (дрібні, кутикулярного походження) -

шипики, хетоїди, горбики, борозенки, ямки на різних частинах тіла;

- *структурні придатки* (великі, гіподермального походження) утворення або хети - волоски (тонкі придатки) та щетинки (потовщені придатки, утворені двома клітинами гіподерми), шпори й великі незчленовані вирости кутикули у вигляді рогів, шипів або гребенів.



Мал. 1. Схема будови шкіряного покриву комах: 1 – шипик; 2 – епікутикула; 3 – екзокутикула; 4 – гіподерма; 5 – базальна мембрана; 6 – трихогенна (що утворює волосок) клітина; 7 – волосок; пор - поровий каналець

До відомінених волосків відносяться також лусочки (плоскі пластинчасті утвори), що вкривають крила та частково тіло метеликів; вони зустрічаються й у деяких інших груп комах (жуки довгоносики, комарі, перетинчастокрилі).

Шипи та шпори - великі виступи шкірних покривів, вистелені зсередини гіподермою. Серед них розрізняють рухомі та нерухомі багатоклітинні утвори.

Залози шкіряних покривів комах: воскові, ароматичні, отруйні, лакові, відлякуючі, шовковидільні. Воскові залози у деяких комах розкидані по всьому тілу (у попелиць, кокцид), у деяких розташовані на окремих сегментах черевця (бджолині). Ароматичні залози добре розвинуті у клопів -

розташовані на грудях та черевці. Отруйні залози властиві для деяких личинок лускокрилих. Прикладам відлякуючої залози є залоза жука-бомбардира. Шовковидільні залози (видозмінені слинні залози) властиві для ряду лускокрилих.

Забарвлення у комах буває двох типів: пігментне та структурне (за рахунок дифракції та інтерференції, відображення світла лускою та кутикулою).

Пігменти комах поділяються на чотири групи:

- *меланіни* - пігменти білкової природи;
- *каротиноїди* - похідні рослинних каротинів;
- *інсектовердини* - зелені пігменти (не мають ніякого зв'язку з рослинними пігментами, синтезуються комахами самостійно);
- *птерини* - гетероциклічні сполуки пуринового ряду.

2. ПОРОЖНИНА ТІЛА КОМАХ. М'ЯЗОВА СИСТЕМА

Порожнина тіла комах розділена діафрагмами на три відділи (синуси):

- *перикардіальний синус* – у ньому розташована серцева (спинна) судина і перикардіальні клітини, що здатні вбирати і нейтралізувати колоїдні токсини;
- *вісцеральний синус* – центральний, найбільший синус – у ньому розташована травна система;
- *перинейральний синус* – самий нижній синус – у ньому розташований нервовий ланцюжок.

Порожнина тіла комах заповнена клітинами жирового тіла та гемолімфою, яка омиває внутрішні органи. *Жирове тіло* – це пухка тканина (білого, жовтого, помаранчевого або зеленого кольору), пронизана трахеями, що заповнює проміжок між внутрішніми органами. Клітини жирового тіла багаті на жирові включення, близькі до *гемоцитів* – клітин крові комах.

Функціями клітин жирового тіла є:

- накопичення поживних речовин (жирів, білків та вуглеводів);

- поглинання продуктів метаболізму (солей сечової кислоти).

У деяких комах (у самців світляків) клітини жирового тіла – *міцетоми* – містять мікроорганізми, які виробляють речовину люциферин, що здатна випромінювати кванти світла.

У комах розрізняють *соматичні* (прикріплюються до екзоскелету) та *вісцеральні м'язи* (м'язи внутрішніх органів). Всі м'язи у комах – поперечнопосмуговані. Тіло комах містить сотні різних м'язів, а у личинок лускокрилих є більше 2000 різних м'язів. До кутикули м'язи прикріплюються тонкими волокнами - *тонофібрилами*.

Розрізняють три основні групи м'язів у тілі комах:

- головну;
- грудну;
- черевну.

У черевній групі розрізняють поздовжні (спинні та вентральні м'язи), бокові і поперечні м'язи. У грудній групі м'язів розрізняють поздовжні, дорсовентральні (що є елеваторами крил) та плевральні м'язи.

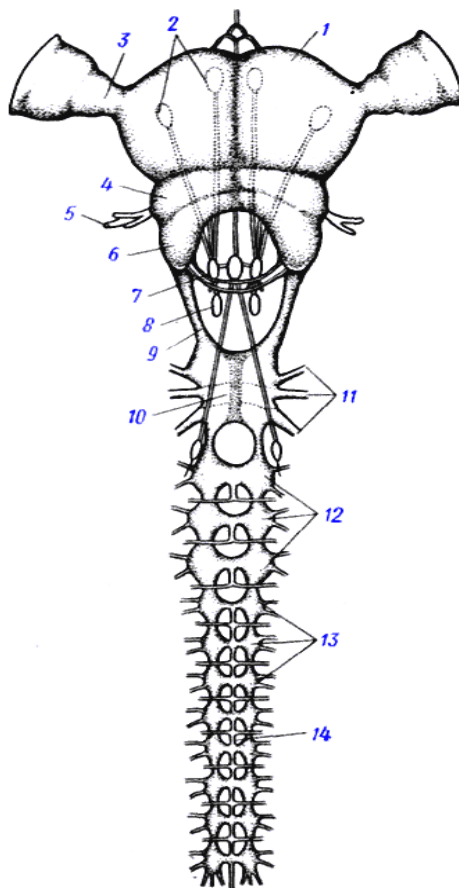
Основним скоротливим компонентом м'язів комах є *актиноміозин*, який здатний скорочуватись дуже швидко - 250-300, а в деяких двокрилих і до 1000 разів за секунду. Причин, що зумовлюють таку високу частоту скорочень є дві:

- висока швидкість хімічних процесів у клітинах комах за рахунок трахейної системи дихання – кисень подається до клітин м'язів безпосередньо у великій кількості;
- множинна відповідь м'язів на подразнення: на одне нервово подразнення м'язи відповідають кількома скороченнями - 2-3 (у бджіл) і навіть 6-7 (у мух).

3. НЕРВОВА СИСТЕМА ТА СЕНСОРНІ ОРГАНИ КОМАХ

Основою нервової системи комах – є *нейрони* – нервові клітини, що містять вирости – дендрити і аксони. У комах розрізняють чутливі, рухові і

асоціативні нейрони. У сучасних комах центральна нервова система складається з пари поздовжніх нервових стовбурів, які йдуть паралельно один одному уздовж вентральної поверхні черевця й грудей, а в голові розділяються, охоплюють травний канал і з'єднуються над глоткою, утворюючи великий мозок. Центральна нервова система складається з двох відділів – *головного* та *черевного* (малюнок 2).



Мал. 2. Схема будови нервової системи комах: 1 – протоцеребрум; 2 – нейросекреторні клітини; 3 – оптична область мозку; 4 – дейтоцеребрум; 5 – антенальний нерв; 6 – трітоцеребрум; 7 – кардіальні тільця; 8 – прилеглі тільця; 9 – навкологлоткові коннективи; 10 – підглотковий гангліон; 11 – нерви, які підходять до ротових придатків; 12 – ганглії грудних сегментів; 13 – ганглії черевних сегментів; 14 – непарний нерв симпатичної системи

Головний відділ складається з двох вузлів – надглоткового та підглоткового, які з'єднані тяжами і утворюють навкологлоткове кільце.

Надглотковий вузол називається *головним мозком*. Він складається з трьох гангліїв, що злилися між собою:

- протоцеребрума;

- дейтоцеребрума;
- трітоцеребрума.

Протоцеребрум (вищий координуючий центр) розвинутий сильніше і складніше, ніж інші ганглії. Найбільш розвинутий протоцеребрум у бджіл та мурах.

Дейтоцеребрум – середній відділ головного мозку, інервує вусики.

Трітоцеребрум – задній відділ головного мозку. Інервує верхню губу. Зв'язаний з симпатичною нервовою системою.

Підглотковий вузол інервує ротові органи і передній відділ кішківника.

Від нього променями розходяться нерви до складних і простих очей, ротових придатків і антен.

У примітивних комах майже в кожному сегменті грудей і черевця є по одному нервовому вузлу - ганглію, утвореному злиттям нервових стовбурів, але в більш еволюційно досконаліх видів вони звичайно зменшені в числі й сконцентровані в передній частині тіла; у деяких випадках залишається всього один черевний ганглії. Від гангліїв розходяться нерви до всіх органів. Нервові закінчення, що іннервують зовнішні сенсорні органи, вкрай чутливі; особливо помітно це у випадку нервів, що відходять від лапок мух й інших видів, які сприймають цими частинами тіла дрібні коливання поверхні (сигнали небезпеки), а також її «смак».

Вегетативна нервова система комах представлена симпатичною нервовою системою, яка керує внутрішніми органами і м'язами. Складається з гангліїв, які поділяються на три відділи – рото-шлунковий, черевний (має непарний нерв) та хвостовий.

Основою органів відчуттів комах є *сенсили* – чутливі одиниці, розкидані по всьому тілу або зібрані в більш або менш крупні скупчення (органи слуху, зору і т.п.). Всі сенсили виникли з одного вихідного типу шляхом спеціалізації для сприймання того чи іншого подразника. Кожна сенсила складається з сприймаючої структури і нервових чутливих клітин.

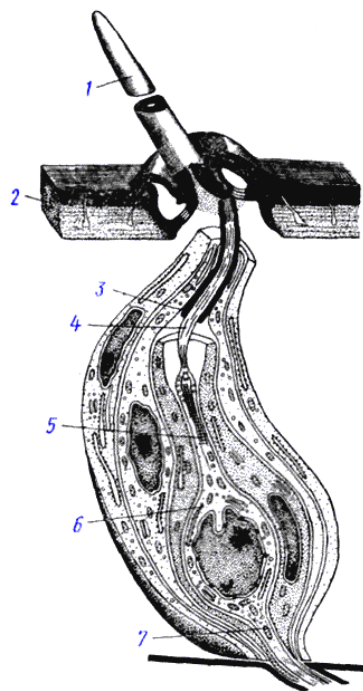
Розрізняють наступні (сенсорні органи) органи відчуття комах:

- органи механічного відчуття;

- органи слуху комах;
- органи хімічного відчуття;
- органи гіротермічного відчуття;
- органи зору комах.

До органів механічного відчуття належать:

- *механорецептори* – часто представлені лише однією клітиною, реагують на механічні подразники типу струсу;
- *тактильні рецептори* розкидані по всьому тілу у вигляді сенсил з сенсорними волосками (зміна положення волоска є сигналом) (малюнок 3);



Мал. 3. Схема будови механорецепторної сенсили комах: 1 – чутливий волосок; 2 – кутикула; 3 – кутикулярна трубочка, яка фіксує джгутик; 4 – видозмінений джгутик; 5 – периферичний відросток чутливої клітини; 6 – чутлива клітина; 7 – центральний відросток чутливої клітини

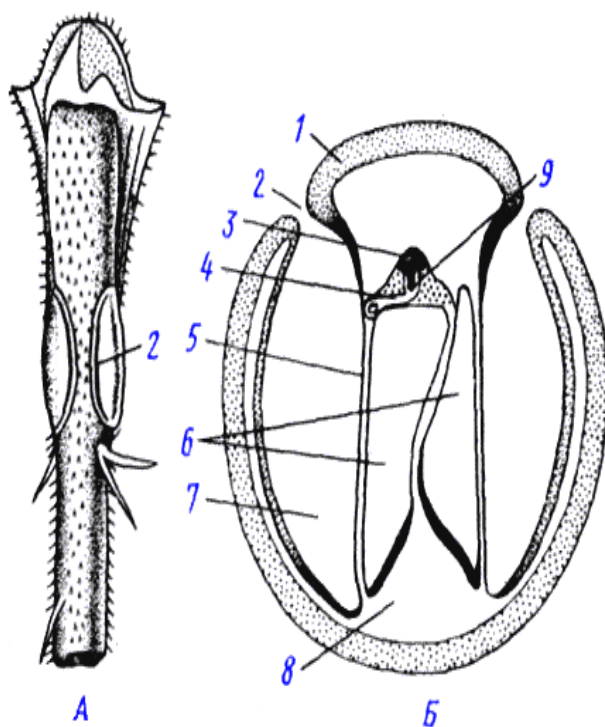
- *дзвонovidні сенсили* – характеризуються відсутністю чутливого волоска і занурені в шкірні покриви. Рецепторна частина являє собою кутикулярний ковпачок або дзвін, до якого знизу підходить стрижневий кінцевий відросток чутливої клітини – штифт (сколопс). Найбільше таких сенсил є на крилах, церках, ногах;

- *хордотональні органи* – реагують на тиск повітря, сприймають низькочастотні вібрації високої частоти. Хордотональні органи є

пропріорецепторами – рецепторами, які регулюють положення тіла комах або його частин. Це особливо важливо при польоті комах. Являють собою серію сенсил, які натягнуті між двома ділянками кутикули. Найчастіше вони розміщуються на внутрішній поверхні м'яких ділянок кутикули. Іноді вони заглиблені всередину тіла та розміщуються на тонких мембранних трубках, натягнутих між двома окремими ділянками кутикули.

Органи слуху комах, або тимпанальні органи – наявні не в усіх комах. Особливо добре вони розвинені у прямокрилих, цикад, клопів, лускокрилих. Являють собою скупчення сколопофорів, які зв'язані з барабанною перетинкою - ділянкою кутикули.

У саранових тимпанальний орган розташований на першому сегменті черевця, являє собою півмісяцевий отвір з потовщеними краями. У коникових і цвіркунових тимпанальний орган розташований на гомілках передніх ніг і являє собою пару зтягнутих перетинкою овалів або пару щілин з прихованими перетинками (малюнок 4).



Мал. 4. Схема будови тимпанального органу коника: А – передня гомілка спереду, видно два отвори тимпанального органу (2); Б – поперечний розріз через гомілку в області тимпанального органу; 1 – кутикула гомілки; 2 – слухова щілина; 3 – шапкова клітина; 4 – сколопофор; 5 – барабанна перетинка; 6 – трахеї; 8 – порожнина ноги; 9 – сколопоїдне тільце

У метеликів тимпанальний орган розташований на здутій основі передніх крил, у метеликів родини совки – між грудьми та черевцем.

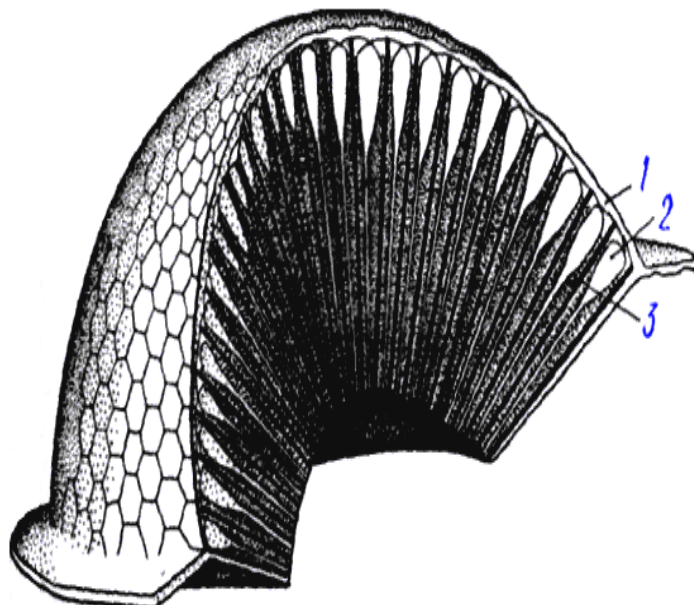
Комахи здатні вловлювати набагато більший діапазон звуків, ніж людина. Комахи вловлюють звуки від інфразвуків частотою від 8 коливань за секунду до ультразвуків з частотою коливань 40000 коливань за секунду.

Органи хімічного відчуття у комах дуже добре розвинуті. Самців нічних метеликів протягом декількох годин залучає запах самки, яка щойно вийшла з лялечки, навіть якщо вона перебуває від них на відстані декількох кілометрів.

Гнойові жуки за лічені секунди злітаються на свіжу купу екскрементів. Розвинений нюх комах використовується людьми, щоб заманювати шкідливі їх види в пахучі пастки. Наприклад, японський хрущик добре «клює» на запах гераніолу. Більшість комах знаходить корм саме по запаху. Ротовий апарат має високочутливі органи смаку, які знаходяться й на інших частинах тіла. Вони присутні на передніх ногах денних метеликів: їхній хоботок розвертається, тільки якщо комаха намацує лапкою певну кількість солодкої речовини.

Органи гідротермічного відчуття регулюють водний баланс, температурний режим тіла, поведінку комах. Рецептори вологості розташовані на голові та її придатках.

Органи зору комах представлені добре розвиненими складними фасеточними очами. Одиниця таких очей сенсила – *фасетка (оматидій)* (малюнок 5).



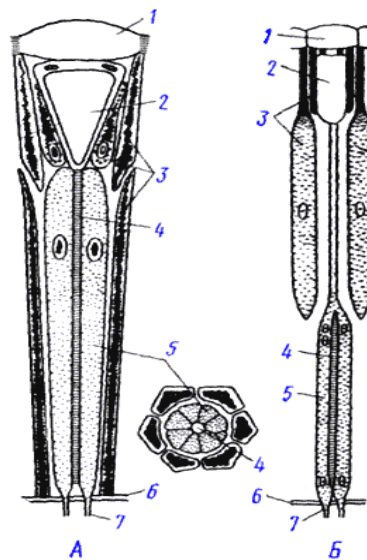
Мал. 5. Схема будови складного ока комах. Ділянка ока вирізана:
1 – рогівка; 2 – кришталиковий конус; 3 – пігмент між омаїдїями

Фасеток в одному окові може бути від десятка до кілька тисяч.

Омаїдїї складається з таких частин:

- *кришталіка* – прозорої кутикули, що є випуклою лінзою;
- *кришталікового конусу*, що складається з 4 видовжених клітин і утворює з кришталіком єдину оптичну систему;
- *сітківки (ретини)* – серії (6-13) ретинальних клітин.

Омаїдїї має центральний стержень – *рабдом*, що виконує механічну функцію. Ретинальні клітини переходять у нервові волокна, які ідуть у зорову частину мозку. Омаїдїї оточений пігментними клітинами, які ізолюють його від сусідніх омаїдїїв (малюнок 6).



Мал. 6. Схема будови омаїдїїв денних (А) та нічних (Б) комах:
1 – прозора ділянка рогівки - кришталік; 2 – кришталіковий конус;
3 – пігментні клітини; 4 – рабдом; 5 – чутливі клітини; 6 – базальна мембрана, 7 – центральні відростки чутливих клітин

Для більшості комах характерний *апозиційний мозаїчний зір* при якому вловлюються тільки промені, які ідуть паралельно осі омаїдїї. Але деякі

нічні комахи, зокрема метелики з родини совок мають *суперпозиційний зір*. При такому типі зору пігментні клітини ізолюють тільки оптичну частину. Відбувається не тільки об'єднання, але і накладання зображень окремих фасеток (суперпозиції).

Для комах властива *акомодація* - реакція омаїдів на світло, що проявляється у зміні площі пігментних клітин (реакція омаїдів на світло, що проявляється у зміні площі пігментних клітин). Комахи сприймають приблизно ті ж довжини світлових хвиль, що й людина (хоча в розрізненні кольорів можуть бути особливості). Комахи здатні розрізняти ультрафіолетове та поляризоване світло. У багатьох квіток на пелюстках виявлені ультрафіолетові мітки, що служать для комах орієнтирами. Багато комах обходяться без очей.

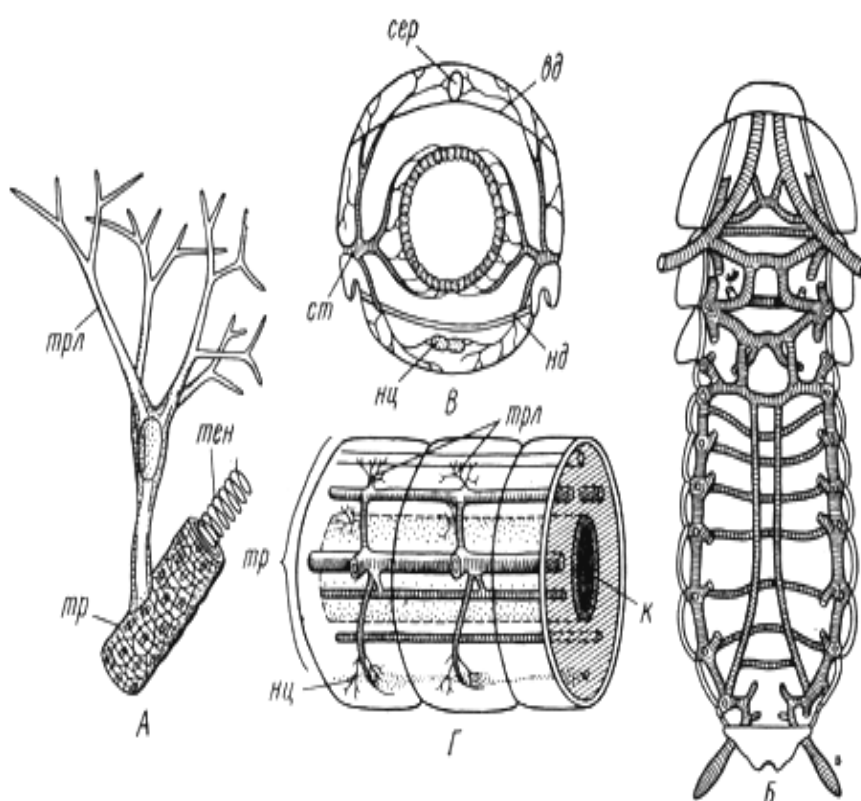
Крім складних очей у комах є ще прості *вічка*, які розташовуються на лобній або тім'яній частині голови. Простих вічок може бути 3 або 5 або взагалі не бути (інервуються з середньої частини протоцеребрума). Просте вічко складається з однієї оптичної частини і серії чутливих частин. Наявний тільки кришталік, що являє собою просту лінзу. Причому фокус лінзи розташований нижче чутливої частини, тому зображення прості вічка сприймати не здатні. Функція простих вічок – регуляція складних очей. У личинок деяких комах наявні *стемми* – латеральні вічка.

4. ДИХІЛЬНА СИСТЕМА КОМАХ

Дихальна система комах дуже просто організована. Вона складається з розгалужених трубочок – *трахей*, завдяки яким відбувається постачання клітин комах молекулярним киснем. Деколи, в порожнині тіла комах трахеї можуть закінчуватись сліпо - тонким *трахеолами*, або розширюватись утворюючи *повітряні мішки*. Трахеї та трахеоли можуть навіть заходити всередину окремих клітин. Трахеї мають ектодермальне походження, всередині вислані інтимою, що є аналогом кутикули. Під інтимою розташований шар живих клітин – продовження гіподерми. Інтима утворює *тенидії* - спіральні потовщення всередині трахей (малюнок 7).

Повітря надходить у дихальну систему через отвори – дихальця (стигми) – на грудях і черевці й поширюється по ній шляхом простої дифузії або за допомогою насосних рухів пов'язаних з іншими органами м'язів. Дихальця починаються отвором у кутикулі оточеним кільцевим склеритом - *перитремою*. Отвір відкривається в розширену *камеру дихальця (атріум)* вистелену чисельним волосками, які не дозволяють потраплянню всередину різних твердих часточок (фільтруючий апарат). На сегментах голови та першому сегменті грудей дихальця зникли. У дорослої комахи зазвичай 10 пар дихалець - 2 пари грудних та 8 пар черевних. Деякі водні личинки мають дихальця постійно закриті, а повітря проходить безпосередньо через поверхню тіла й проникає в трахеї, розташовані відразу під нею, іноді усередині особливих тонких виростів зовнішньої стінки – *трахейних зябер*. У дуже дрібних форм комах (менше 2 мм) трахейна система взагалі відсутня, а газообмін відбувається дифузно через покриви тіла. Окремі види водних комах мають *дихальну трубку*, яку систематично піднімають над поверхнею води для дихання.

У личинок нищих бабок в зябра перетворюються хвостові придатки. У личинок вищих бабок розвинулись ректальні зябра, що зв'язані із заднім кішківником.



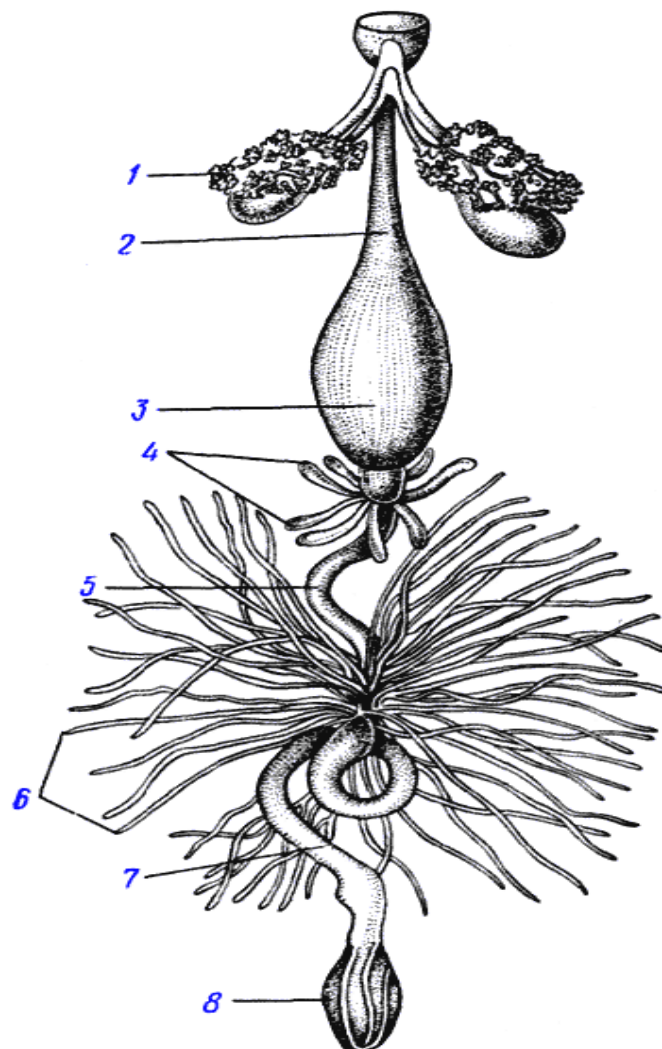
Мал. 7. Схема будови трахейної системи комах: А – проз закінчення трахеї з трахеолами; Б – найголовніші стовбури трахей; В – пігменсхема поперечного розгалуження трахей в сегменті; Г – система поздовжніх стовбурів в сегментах: трл - трахеоли, тр - трахеї, тен - тенідії, сер - серце, вд - верхня діафрагма, к - кишківник, ст - стигма, нд - нижня діафрагма, нц – нервовий ланцюжок

Дихання у комах розрізняють двох типів – *пасивне та активне*. Активне дихання відбувається за рахунок дихальних рухів під час яких черевце змінює свій об'єм, дихальця відкриваються та закриваються здійснюючи вентиляцію дихальної системи.

Крім постачання кисню дихальна система комах видаляє з організму надлишкову воду і вуглекислий газ, хоча останній інтенсивно виділяється і через шкірні покриви.

5. ТРАВНА ТА ВИДІЛЬНА СИСТЕМА КОМАХ

Травний апарат комах складається з ротового отвору, кишківникового каналу і закінчується анальним отвором. Кишківниковий канал (травна трубка) розділена на три відділи – передній, середній і задній, кожний з



яких виконує специфічні функції (малюнок 8).

Мал. 8. Схема будови травної системи комах: 1 – слинні залози; 2 - стравохід, 3 - зоб, 4 – пілоричні придатки, 5 - середня кишка, 6 – мальпігієві судини, 7 - задня кишка, 8 - пряма кишка

Передній і задній відділи мають ектодермальне походження, вистелені інтимою – аналогом і продовжуванням кутикули. Середній відділ немає інтими і висланий епідермісом.

Передній відділ кишківникового каналу (передня кишка) складається з ротової порожнини, глотки, стравоходу, зобу й іноді жувального м'язового шлунку. У ротовій порожнині здрібнена або всмоктана ротовим апаратом їжа змішується зі слиною. Тут починається первинне перетравлення їжі.

Зоб у комах є резервуаром їжі і являє собою простий міхур. М'язовий шлунок – *провентікул* – має товсті м'язові стінки, хітинові зубці, здійснює подальше механічне перетирання їжі та фільтрацію останньої від рідини. У деяких комах, наприклад, у бджолиних і двокрилих провентікул редукований.

Передній і середній відділи кишківникового каналу розділені кардіальним клапаном, що являє собою складку. Середній відділ кишківника висланий залозистим епітелієм, який синтезує ферменти травлення.

Завершується перетравлення їжі в *середньому відділі кишківника* (середній кишці). Він являє собою трубчастий або мішковидний утвір, що має сліпі пілоричні відростки – *дивертикули*. Всмоктування поживних речовин з їжі відбувається в середньому (середній кишці) та задньому (задній кишці) відділах травної системи.

Задній відділ кишківникового каналу (задня кишка) починається пілоричним клапаном. Задній кишківника ділиться на три частини – тонкий, товстий і прямий кишківник. Крім того, задня кишка служить місцем всмоктування з неперетравлених залишків їжі води й потрібних організму солей.

Серед ферментів травлення у комах розрізняють протеази, що гідролізують білки, ліпази, що гідролізують жири і карбогідрази, що

гідролізують вуглеводи. Слинні залози комах синтезують амілази – ферменти, що розщеплюють крохмаль.

У багатьох комах основне травлення відбувається за рахунок мікроорганізмів-симбіонтів, що населяють кишківник. Комахи не здатні синтезувати целюлазу і перетравлювати целюлозу, це здійснюють симбіонти.

У багатьох комах наявне *позакишківникове (екстраінтестинальне) травлення*. Це травлення полягає у впорскуванні в жертву ферментів травлення, в основному через жвала, що містять спеціальні канали.

Всмоктування відбувається за рахунок різниці осмотичного тиску. Живлення комах надзвичайно інтенсивне – за добу комахи можуть споживати їжі в 2,5 рази більше ніж становить їх маса тіла. Це відбувається за рахунок високого рівня метаболізму у комах.

Видільну систему комах прийнято розділяти на три частини:

- екскреторну;
- секреторну;
- ендокринну.

Функціями *екскреторної видільної системи* комах є видалення продуктів метаболізму – *екскреція*. *Екскрети* – це непотрібні, шкідливі речовини, що з'являються внаслідок метаболізму. Функцію нирок виконують вирости у вигляді сліпих трубочок на межі між середньою й задньою кишкою – *судини Мальпігі* (Марчелло Мальпігі - італійський біолог і лікар), число яких залежить від виду комах (від 2 до 200). Вони всмоктують із крові продукти метаболізму, (сечову кислоту, солі сечової кислоти, іони) й направляють їх у нерозчинних формах (кристалах) у кишківник, звідки ті в складі фекалій видаляються через анальний отвір. Іноді судини Мальпігі виконують ще і секреторну функцію, синтезуючи шовк (у деяких жуків та сітчастокрилих) або ферменти травлення.

У деяких примітивних форм функцію виділення *виконують нижньогубні (лабільні) залози* – парний утвір, який відкривається біля основи нижньої губи. Аналогічний утвір є у ракоподібних.

Функцію секреції також виконує жирове тіло шляхом накопичення

екскретів у вигляді внутрішньоклітинних кристалів. Ці кристали залишаються по життєво, або передаються у судини Мальпігі (личинки метеликів, личинки двокрилих).

Екскрецію виконують також *нефроцити* (перикардіальні клітини) - розташовані біля спинної судини, здатні поглинати з порожнини тіла введені туди колоїдні речовини. Вони є захисним апаратом від біологічних отрут.

Секреторна видільна система виділяє речовини (*секрети*), що їх використовує комаха. Секреція може здійснюватись за допомогою типових залоз з провідними протоками, а може здійснюватись безпосередньо в кров.

Розрізняють наступні екзокринні залози:

- слинні залози;
- залози середнього кишківника;
- залози речовин механічного захисту (воскові, лакові, шовкові);
- залози хімічної дії, які виробляють специфічні речовини – *толергони*.

Толергони бувають:

- *феромони* – толергони, які впливають на особин свого виду (феромони) і на інші види живих істот (наприклад толергони отруйної залози жалких перетинчастокрилих - біологічні отрути);

- *репеленти* – толергони з сильним різким відлякуючим запахом (наприклад речовини залоз клопів або азотисті сполуки залоз жука-бомбардира, що вибухають при контакті з киснем повітря).

Серед феромонів розрізняють – *торібони*, *гомотелергони*, *феромони внутрішнього спілкування*, *статеві гормони (атрактанти)* – речовини, що мають високу видову специфічність та слідові речовини.

Торібони – це феромони тривоги – речовини, якими мітяться вороги і здатні швидко евакуювати всю колонію чи сім'ю комах.

Слідові речовини являють собою мітку, що лишається виділеннями заднього кишківника або слідовими залозами.

Гомотелергони – телергони, що діють на статевий розвиток комах. Внаслідок поширення цих телергонів по сім'ї-колонії утворюються робочі

особини – нестатевозрілі комахи.

Ендокринна система продукує речовини – *інкрети* (гормони) виключно у кров (гемолімфу). Цей процес називається інкреція, який регулює поведінку, обмін речовин та розвиток комах. Ендокринні залози розташовані в центральній нервовій системі та порожнині передньогрудей.

6. КРОВОНОСНА СИСТЕМА КОМАХ

Кровоносна система комах незамкнена, заповнює всю порожнину тіла і проміжки між органами, омиває їх.

Кров комах – *гемолімфа* складається з рідкої плазми і клітинних елементів – гемоцитів. Кров у більшості комах майже не бере участь у газообміні, тому не містить еритроцитів, що переносять кисень, і пігментів; вона безбарвна, жовтувата або зеленувата. У багатьох великих видів у гемолімфі розчинений *дихальний пігмент гемоціанін* - безбарвний білок, який з'єднуючись з киснем (у цьому випадку він синіє), підвищує його концентрацію в циркулюючій рідині, а у дуже невеликого числа комах, наприклад, у водних личинок комарів-дзвінців, кров червона завдяки присутності дихального пігменту гемоглобіну.

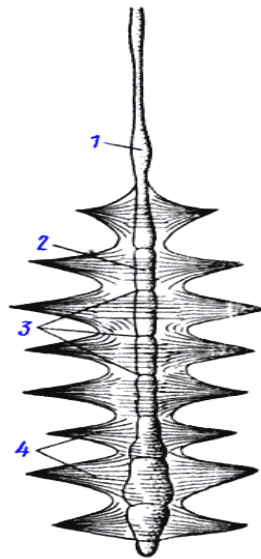
Функції гемолімфи:

- рознесення по тілу комах поживних речовин;
- поглинання з тканин і органів продуктів метаболізму;
- гуморальна регуляція – рознесення по тілу гормонів;
- механічна – створення внутрішнього тургорного тиску за рахунок якого підтримується форма тіла;
- імунітет – проявляється у виробленні антитіл;
- захисна – проявляється у формі *автогеморагії* – розбрикування гемолімфи через спеціальні отвори. У багатьох комах гемолімфа містить активні речовини, які негативно діють на потенційних хижаків. Так жуки з родини наливники містять у гемолімфі специфічну речовину – кантаридин, що викликає у хребетних на шкірі нариви;

- транспортування кисню (як виняток у личинок двокрилих комарів-дзвінців (мотиль)).

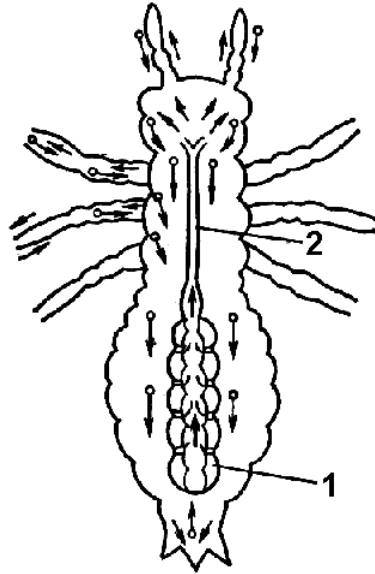
Кровоносна система складається з єдиної судини – *м'язової трубки (серця)*, що лежить в перикардіальному синусі. Задній відділ трубки називають серцем, яке складається з серії пульсуючих камер. Передній відділ спинної кровоносної трубки називають аортою, що являє собою просту трубку.

Кожна камера серця має два бокових отвори – *остії* з клапанами (малюнок 9).



Мал. 9. Схема будови серця комах: 1 - аорта, 2 - серце, 3 - остії, 4 – крилоподібні м'язи

Через клапани відбувається всмоктування гемолімфи в серце. Задній кінець серця комах замкнений. Кровообіг здійснюється за рахунок пульсації камер серця і роботи діафрагми (відбувається рух гемолімфи вперед). З аорти гемолімфа потрапляє в порожнину голови. Під час скорочення спинна судина штовхає гемолімфу вперед, а порожнина тіла – назад (малюнок 10). Серце комах скорочується з частотою від 15 до 150 скорочень за 1 хвилину. Крім серця у комах є ще *пульсуючі ампули*, які розташовані біля вусиків і рухомі мембрани, що розташовані біля основи ніг.

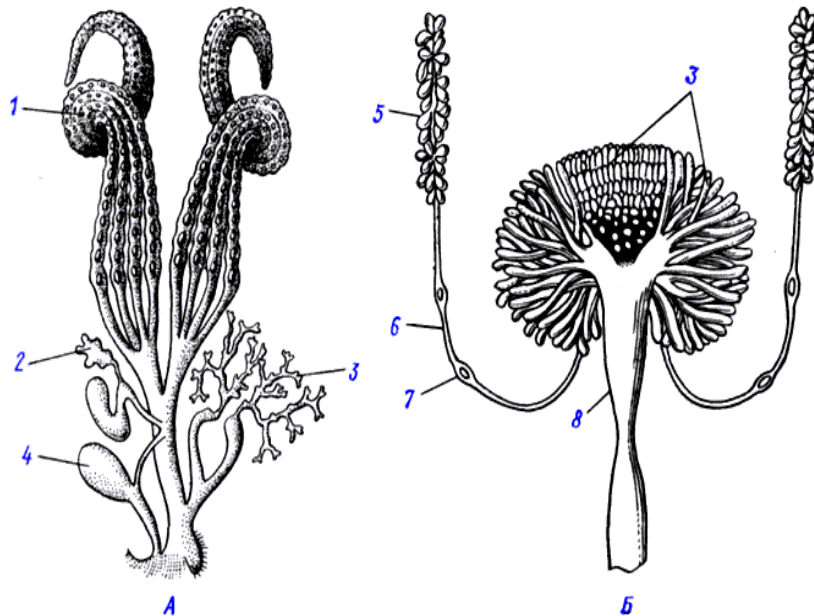


Мал. 10. Кроворух у комах: 1 - серце, 2 - аорта

7. СТАТЕВА СИСТЕМА КОМАХ

Для комах властивий *статевий диморфізм*, що проявляється у різних розмірах, різній формі, різних деталях будови, забарвлення самців і самок. Часто самці і самки ведуть абсолютно різний спосіб життя і мають різну поведінку. Іноді самки бувають нерухомі або малорухомі, а самці рухомі, крилаті. Комахи роздільностатеві, *гермафродитизм* (наявність чоловічих та жіночих статевих залоз) зустрічається у окремих видів, як виключення.

Система розмноження комах складається з парних статевих залоз: сім'яників у самців і яєчників у самок, шляхів, що зв'язують ці органи із статевим отвором, а також придаткових залоз і структур, що забезпечують запліднення (малюнок 10).



Мал. 10. Схема будови статевої системи комах:

А - статевий апарат самиці самки тутового шовкопряду; Б - статевий апарат чорного таргана; 1 – парні яєчники, кожен з яких складається з чотирьох яєчникових трубочок; 2 – сім'яприймач; 3 – придаткові залози; 4 – копулятивна сумка, яка з'єднується особливим каналом з сім'яприймачем; 5 – сім'яник; 6 – сім'япровід; 7 – розгалуження сім'япроводу; 8 – сім'явивпускний канал

Зовнішні статеві органи досить різноманітні за будовою, але у більшості комах яйцеклад самки являє собою просту трубку. У самців статевий орган й статевий отвір влаштовані складно й бувають оточені клішнеподібними придатками, які втримують разом тіла партнерів під час спарювання. Будова статевих органів, особливо самці є важливою класифікаційною ознакою. У більшості комах всі яйцеклітини запліднюються в результаті єдиного спарювання. Сперма потрапляє в спеціальний мішкоподібний сім'яприймач і запліднює яйцеклітини, коли ті проходять по яйцепроводу під час яйцекладки.

Придаткові залози самок виділяють речовини, які приклеюють яйця до субстрату або утворюють *оотеку* – капсулу з яйцями (богомолові та тарганові).

ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Бей-Биенко Г. Я. Загальна ентомологія / Г. Я. Бей-Биенко. – М. : Вища школа, 1990. – 420 с.
2. Гіляров М.С. Життя тварин / М.С. Гіляров. – М. : Вища школа, 1977. – 460 с.
3. Сіренко А.Г. Ентомологія: курс лекцій / А.Г. Сіренко. - Івано-Франківськ. - 2003. - 120 с.
4. Сільськогосподарська ентомологія: навчальний посібник / А.В. Дудник. –

Миколаїв: МДАУ, 2011. – 389 с.

5. Сільськогосподарська ентомологія: практикум / С.І. Антонюк, О.І. Гончаренко, М.Б.Рубан. - К.: Вища школа, 1089. - 176 с.
6. Сільськогосподарська ентомологія : навчальний посібник / А. В. Дудник. – Миколаїв : МДАУ, 2011. — 389 с.
7. Сільськогосподарська ентомологія : підручник / Г. В. Байдик, Є. М. Білецький, М. О. Білик та інші. – К. : Вища школа, 2005. – 511 с.
8. Сельскохозяйственная энтомология / А. А. Мигулин, Г. Е. Осмоловский, Б. М. Литвинов и другие. – М. : Колос, 1976. – 448 с.
9. Станек Н.І. Ілюстрована енциклопедія комах / Н.І. Станек. - М. «Мир». - 1975. - 1050 с.
10. Захваткин Ю. А. Курс общей энтомологии / Ю. А. Захваткин. – М. : Агропромиздат, 1986. – 320 с.
11. Фабр Ж.А. Життя комах / Ж.А. Фабр. - «Мир». - 1963. - 300 с.

Допоміжна

1. Бей-Биенко Г. Я. Общая энтомология / Г. Я. Бей-Биенко. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1980. – 416 с.
2. Бондаренко Н. В. Практикум по общей энтомологии / Н. В. Бондаренко, А. Ф. Глущенко. – Л. : Агропромиздат, 1985. – 352 с.
3. Одінцов В.С. Курс загальної ентомології / В.С. Одінцов. - М.: Вища школа, 1977. – 460 с.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. З яких основних компонентів складаються шкіряні покриви комах?
2. Назвіть основні похідні шкіряних покривів кома. Основні типи придатків шкіряних покривів
3. Якими бувають залози шкіряних покривів комах?
4. Чим зумовлене забарвлення шкіряних покривів комах?
5. На які основні відділи (синуси) розділена порожнина тіла комах?
6. Що таке жирове тіло комах? Назвіть основні функції жирового тіла комах.
7. Розкрийте особливості м'язової системи організму комах. Чим зумовлена

висока частота скорочень м'язових волокон?

8. Назвіть елементарну структурну одиницю нервової системи комах. В чому полягають особливості будови центральної нервової системи комах та її відділів?
9. Що таке сенсила? Назвіть основні органи відчуттів комах.
10. Охарактеризуйте органи механічного відчуття комах.
11. Розкрийте особливості тимпанальних сенсорних органів комах.
12. Стан розвитку та функції хімічних та гідротермічних сенсорних органів комах?
13. Чим представлені органи зору комах? Розкрийте будову зорової фасетки (оматидію) складного ока комах.
14. В чому полягають особливості будови дихальної системи комах? Які типи дихання властиві для комах? Які функції крім газообміну виконує дихальна система комах?
15. В чому проявляється статевий диморфізм та гермафродитизм у комах? Розкрийте особливості будови статевої системи комах.

Підписано до друку _____.____.2016 р. Формат 60X84/16.

Папір офсетний. Гарнітура. Arial.

Ум. друк. арк. 1,75.

Наклад 100 примірників.

Надруковано з готових оригіналів в МППФ “Берег”,

м. Коломия, Івано-Франківської обл.,

бульв. Л.Українки, 23; тел. (03433) 2-24-47

