

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
кафедра ботаніки, лісового і садово-паркового господарства**

**ГІСТОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ
ШКІЛЬНОГО КУРСУ «БІОЛОГІЯ»**

Кваліфікаційна робота

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Виконала:

студентка 6 курсу, 602М групи
Медведчук Таїсія Федорівна

Керівники:

доктор біологічних наук,
професор **Чорней І.І.**
кандидат біологічних наук,
асистент **Тимочко Л.І.**

*До захисту допущено
на засіданні кафедри
протокол № _____ від _____ 2023 р.
Зав. кафедрою _____ проф. Чорней І.І.*

Чернівці – 2023

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота виконана на присвоєння другого (магістерського) рівня вищої освіти і містить науково-прикладний та педагогічний компоненти.

У роботі наведено огляд тканинної структури кишечника бджоли медоносної при споживанні різних вуглеводів та при додаванні до них полімінерального препарату *Apiplasma* за умов низькотемпературного утримання. У другому блоці роботи запропоновано способи застосування результатів роботи у навчальному процесі при вивченні предмету «Біологія». Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Список літератури містить 42 найменування. Загальний обсяг роботи становить 60 сторінок, включає 3 таблиці, 12 рисунків і 2 додатки.

Ключові слова: гістологія, пізнавальна діяльність, кишечник, епітеліоцити

SUMMARY

The qualification work was carried out for the assignment of the second (master's) level of higher education and contains scientific and applied and pedagogical components. The qualification paper provides an overview of the tissue structure of the intestine of *Apis mellifera* when consuming various carbohydrates and when adding to them the polymineral preparation *Apiplasma* under the conditions of low-temperature maintenance. In the second block of work, methods of applying the results of the work in the educational process when studying the subject "Biology" are proposed. The work consists of an introduction, three sections, conclusions, a list of used sources and appendices.

The bibliography contains 42 titles. The total volume of work is 60 pages, includes 3 tables, 12 figures and 2 appendices.

Key words: histology, cognitive activity, intestines, epitheliocytes

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Медведчук Т.Ф.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Розвиток травного тракту під час преімагінального періоду	7
1.2. Диференціювання стовпчастих клітини з крипт	8
1.3. Живлення <i>Apis mellifera</i>	9
1.4. Сила колонії та імунітет	12
1.5. Компетентнісно орієнтоване навчання біології	15
1.6. Засоби наочності при викладанні біології та їх значення	16
1.7. Технічні засоби навчання біології	18
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ	21
2.1. Методика гістологічних досліджень	21
2.2. Навчальні розробки	23
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ	25
3.1. Аналіз отриманих гістологічних зрізів органів <i>A. mellifera</i>	25
3.2. Застосування гістологічних мікропрепаратів медоносних бджіл у навчальному процесі та конкурсних заходах з курсу «Біологія»	39
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
ДОДАТКИ	63

ВСТУП

Повна загальна середня освіта включає предмет «Біологію» як невід'ємний компонент. Він являє собою інваріантну складову базового навчального плану національного державного стандарту освіти і обов'язковий для навчальних закладів освіти різних типів. Предмет «Біологія» покликаний надати здобувачу загальної середньої освіти хоча б мінімальну, але достатню для загального розвитку інформованість з біології, сформувані як біологічну (предметну), так і ключові компетентності та забезпечити здатність особистості продовжити освіту на різних рівнях середньої спеціальної освіти (стандарту і профільному) та закладах освіти I–II рівнів акредитації (Матяш та ін., 2019).

Державний стандарт базової та повної середньої освіти включає біологічну компоненту галузі освіти «Природознавство», де і відображено зміст цієї базової середньої освіти з курсу біології. Навчальний план обов'язкового шкільного предмету «Біологія» включає конкретизований зміст даного компоненту підготовки учнів по предмету «Біологія», основний зміст якого у середній школі викладається у 6-9-му класах. Розробка курсу здійснена згідно вимог, які ставляться до базової підготовки школярів з біології та відповідно до змістових ліній біологічної компоненти освітньої галузі «Природознавство» Державного стандарту базової та повної загальної середньої освіти (Державний стандарт...).

Біологія, як предмет природничого циклу, крім теоретичного матеріалу, передбачає активне залучення наочності різного типу наочних посібників, що безсумнівно підвищує ефективність навчання та сприяє мотивації до предмету. Типовий перелік наочного приладдя кабінету біології включає низку макро- та мікропрепаратів тварин та рослин, картки-схеми, муляжі, відеофільми тощо. Мікроскопічні препарати представлені переважно одноклітинними чи нижчими багатоклітинними

тваринами, а також – класичними препаратами зразків крові людини та жаби.

Мета роботи: встановлення ефективності використання гістологічних мікропрепаратів органів комах (на прикладі бджоли медоносної) у навчальному процесі при викладанні предмету «Біологія».

Для досягнення мети вирішували наступні завдання:

- ❧ дослідити гістологічні особливості середньої кишки та мальпігієвих судин медоносних бджіл при споживанні різних вуглеводів та з додаванням до них полімінеральної препарату «Ariplasma»;
- ❧ запропонувати та обґрунтувати використання мікропрепаратів органів медоносних бджіл при вивченні різних розділів біології, а також в якості завдання на практичний тур олімпіади;
- ❧ розробити уроки різних типів із застосуванням виготовлених мікропрепаратів як наочних посібників;
- ❧ розробити трирівневий масив тестів на тему «Клас Комахи» та розмістити його на платформі GoogleDisk.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Розвиток травного тракту під час преімагінального періоду

Травний тракт комах поділяється на три області: передню, середню і задню кишку. Передня кишка пов'язана з прийомом і зберіганням їжі; середня кишка – з перетравленням і всмоктуванням поживних речовин, а задня кишка – з екскрецією та осмотичним балансом. У бджіл середня кишка утворена простим епітелієм зі стовпчастими травними клітинами, які відповідають за всмоктування поживних речовин і синтез травних ферментів і компонентів перитрофічного матриксу (Charman, 2013).

Епітелій середньої кишки бджіл утворений стовпчастими травними клітинами, відповідальними за секрецію ферментів і всмоктування поживних речовин, ендокринними клітинами (виробляють гормони), а також невеликими регенераційними клітинами, які розміщуються в т. зв. гніздах, розкиданих серед травних клітин. Перші два типи клітин походять з регенеративних клітин крипт.

Регенеративна крипта складається зі стовбурових клітин і клітин у стадії диференціації. Стовбурові клітини утворюють ендокриноцити двох форм та травні епітеліальні клітини, що диференціюються двома різними стадіями. Спочатку їх можна розглядати як світлі клітини крипт, які не є секреторно активними; потім вони розвиваються в більш електронно щільні активні секреторні клітини крипт. Епітеліоцити, що розвиваються, розташовані у вигляді тетрад, кожна з яких включає клітини одного й того ж ступеня диференціювання.

Личинки та імаго голометаболических комах розрізняються за анатомією тіла та фізіологією. Ці дві форми зазвичай розглядаються як екоморфні фази, тобто адаптації до різних середовищ, в яких існує вид протягом незрілої та зрілої стадії життя (Wille, 1983).

Відмінності в морфології та фізіології є результатом експресії у кожній фазі різних наборів генів, причому ця експресія регулюється умовами навколишнього середовища та гормонами. Під час заляльковування гени личинок інактивуються, а гени дорослих активуються. Цей зсув, відомий як метаморфоз, призводить до дегенерації та реабсорбції личинкових органів і до диференціювання дорослих органів.

У личинки *A. mellifera* травний тракт складається з передньої кишки з стомодеальним клапаном, недиференційованої середньої кишки, і задньої кишки, що складається з тонкої (клубової) і прямої кишки (Snodgrass, 1956). Тоді як травний тракт імаго бджоли складається з передньої кишки з глоткою, стравоходу, вола та шлунка (проventрикулюсу), середньої кишки з відокремленою перистомодеальною областю та задньої кишки, розділеної пілорусом на клубову кишку та пряму кишку (Snodgrass, 1956; Cruz, 1956).

Під час метаморфозу епітелій і, меншою мірою, м'язова оболонка дегенерують між кінцем останнього личинкового віку і початком заляльковування (передлялечка). При цьому, епітелій кишечника личинки відкидається в просвіт середньої кишки і перетравлюється, а новий епітелій відновлюється з регенеративних клітин личинки. Під час заляльковування все ж відбувається деяка перебудова, переважно у карооких лялечок. На стадії дорослого фарту стінка середньої кишки має характеристики дорослої бджоли, хоча деякі клітини мають пікнотичні ядра. Локалізація лужної та кислої фосфатаз показала, що ці ферменти не беруть участь у реабсорбції стінки середньої кишки (Cruz-Landim, 2003).

1.2. Диференціювання стовпчастих клітини з крипт

Навколо стовбурових клітин є кілька груп (тетрад) з чотирьох видовжених клітин з послідовно зростаючим цитоплазматично-ядерним

співвідношенням. Вони не стикаються з просвітом середньої кишки. Внутрішні тетради можна розпізнати за їх світлою цитоплазмою, а зовнішні мають значно вищу здатність забарвлюватися як на світловому, так і на електронно-мікроскопічному рівні. Кожна тетрада складається з клітин однакового ступеня диференціювання, які з'єднані між собою цитоплазматичними містками або фузомами.

Загалом, пітелій вентиркулюсу регулярно оновлюється: часто в регенеративних стовбурових клітинах можна побачити мітози. Центр крипти складається з відносно світлих стовбурових клітин. Вони оточені однією або кількома тетрадами невеликих подовжених клітин, що диференціюються, які ще не є секреторно активними. Навколо цієї групи світлих клітин можна знайти послідовні серії більш темних секреторно активних клітин. Останні ще не контактують з просвітом, але виробляють майбутні мікроворсинки і матеріал оболонки клітин. Очевидно, це перша стадія в серії, добре запрограмованої діяльності ентероцитів. Кожна наступна група з чотирьох клітин (тетради) складається з клітин, що демонструють однаковий ступінь диференціювання; це вказує на ідеальну синхронізацію між складовими однієї тетради (Raes, 1994).

1.3. Живлення *Apis mellifera*

У природних умовах медоносні бджоли (*Apis mellifera*) залежать виключно від природної їжі, для того, щоб задовольнити свої фізіологічні потреби, при цьому нектар служить джерелом енергії, а пилок – джерелом білків, вітамінів і мінералів (Potts et al., 2016).

Вуглеводи необхідні як дорослим бджолам, так і личинкам для нормального росту і розвитку. Вони генерують енергію для м'язової активності і необхідні для живлення літальних м'язів. Вуглеводи також є основним джерелом енергії для підтримки необхідної температури тіла та

гнізда. Підвищене споживання вуглеводів у вигляді меду корелює з правильною функцією і секрецією воскових залоз. І нектар, і пилок є основними джерелами вуглеводів. Вуглеводи охоплюють велику групу сполук (цукри, крохмаль, целюлоза тощо), які легко розщеплюються для отримання енергії на клітинному рівні (Haydak, 1970).

Білки становлять 10-36 % пилку, залежно від його ботанічного походження (Estevinho et al., 2012). Ці білки відіграють важливу роль у живленні бджіл, особливо під час перших шести днів дорослого життя, коли робочі бджоли споживають велику кількість білка пилку для завершення розвитку нижньощелепних та гіпофарингеальних залоз (Degrandi-Hoffman et al., 2010), відповідальних за вироблення маточного молочка, яке служить їжею для личинок усіх каст і маток.

Коли активність цих залоз знижується, ріст личинок і утримання колоній можуть бути порушені (Heylen et al., 2011). Біосинтез маточного молочка залежить від амінокислот, отриманих шляхом розщеплення протеїназами білка, який поглинається бджолами в їх кишечнику (de Jong et al., 2019). Таким чином, дієти з дефіцитом білка можуть знизити активність цих залоз, тим самим погіршуючи ріст личинок і існування колоній.

У безвзятковий період доступність ресурсів у навколишньому середовищі обмежена, а якщо колонія має низькі поживні запаси, то зменшується розведення розплоду (Horn et al., 2019). Таким чином, штучні добавки в періоди дефіциту їжі стали важливими для забезпечення поживними речовинами, необхідними для підтримки колонії, стимулювання яйцекладки маткою та підвищення продуктивності (Carrillo et al., 2015).

Додавання пилку або його замінників необхідне в періоди недостатнього природного постачання їжі для підтримки міцних колоній для запилення та виробництва меду (Herbert, 1992). Бджолярі зазвичай

використовують штучні добавки, щоб забезпечити виживання та хорошу продуктивність своїх колоній. В ці критичні періоди, коли колонії годують штучними дієтами, спостерігаються поліпшення фізіологічних реакцій бджіл, що вимірюються за такими параметрами, як збільшення ваги вулика, репродуктивна продуктивність, стійкість до хвороб, кількість особин у вулику та тривалість життя. Серед інгредієнтів, які використовуються в добавках для бджіл, дієти, що містять 20% або більше соєвого борошна або пивних дріжджів, дуже приємні на смак для бджіл і відповідають поживним потребам для росту і розмноження.

Manning (2016) підрахував, що бджолам *A. mellifera* в клітці потрібна дієта, яка містить близько 25% сирого білка, щоб досягти оптимального довголіття та розвитку гіпофарингіальних залоз. Однак у польових умовах бджоли природно доповнюють свій раціон, шукаючи різні джерела їжі (Harmen & Sharoni, 2016). Тому важливо вивчати поживні речовини, які можуть впливати на розвиток бджіл, щоб визначити їхню потребу в живленні в природних умовах. Це необхідно для того, щоб достатній рівень поживних речовин можна було включати у розробку раціону для домашніх бджіл у періоди дефіциту їжі в природі. Це дослідження було проведено з метою визначення оптимального рівня білка в їжі для розвитку нижньощелепної залози у шестиденних робочих бджіл у період голоду (Camilli, 2020).

Ліпіди та жирні кислоти входять до складу фосфоліпідів, які є основним компонентом клітинних мембран. Крім того, складні ліпіди є попередниками важливих гормонів, які беруть участь у процесі линьки протягом життєвого циклу комах, і служать основним запасом енергії для комах у їх жирових тілах.

Жирні кислоти також використовуються для виділення різних захисних секретів у деяких комах, а також допомагають змащувати їжу. Втрата і виснаження жирних кислот пов'язані з висиханням багатьох комах. Пилок

містить достатню кількість ліпідів і стеринів. Вміст ліпідів, як і вміст вуглеводів і білків, змінюється в залежності від виду пилку. Дослідження показали, що вміст ліпідів може коливатися від 13% в пилку гірчиці і до 20% у пилкових сумішах (Haidak, 1970).

1.4. Сила колонії та імунітет

Сила і виживання колонії залежать від соціального та індивідуального імунітету бджіл. Соціальний імунітет заснований на поведінковій співпраці медоносних бджіл для захисту колонії від патогенів. Ця співпраця включає гігієнічну поведінку або терморегуляторну активність, а також обмін захисними речовинами, напр., антимікробним пептидом дефензином-1 і антисептичним ферментом глюкозооксидазою (GOX). Індивідуальний імунітет медоносних бджіл заснований на вродженій імунній відповіді, яка складається з клітинних (фагоцити і гемоцити) і гуморальних ефекторів, включаючи антимікробні пептиди та різні білки (наприклад, вітелогенін). Ці ефектори також розподіляються між особинами колонії для підвищення її загальної стійкості до патогенів. Компоненти індивідуального імунітету адаптуються при соціальному контакті, а це означає, що рівень ефекторів буде змінюватися зі збільшенням сили колонії. Активність глюкозооксидази є маркером соціального імунітету бджолої сім'ї, оскільки вона каталізує окислення β -D-глюкози до глюконової кислоти та перекису водню (H_2O_2). Останній має антисептичні властивості для харчових продуктів у вуликах (Jones, 2018; Gajger, 2021). Експериментально показано, що окремі медоносні бджоли в клітках для зберігання після введення біологічної добавки ВРС 157 з вуглеводною їжею показали позитивні фізіологічні зміни порівняно з контрольними групами. Ці результати були доповнені сильною і видимою активністю лейцинамінотрипсидази LAP, особливо помітною в апікальних частинах епітеліальних клітин в середині кишечника молодих робочих бджіл із

оброблених вуликів, що свідчить про зв'язок між альтернативною пероральною терапією ВРС 157 та імунітетом медоносних бджіл (Gajger, 2021).

Пентадекапептид ВРС 157 – це пептид, що загоює кишечник, противиразковий пептид із загальною захисною активністю для органів. Він успішно використовувався в експериментах *in vivo* для лікування виразкового коліту, індукованого різними чинниками, і виконував роль стабілізатора клітинних з'єднань при синдромі нещільної кишки. Він посилює захист ендотелію кишки та протидіє ураженням шлунково-кишкового тракту у щурів і мишей (Seiwerth, 2021).

Останнім часом для поліпшення здоров'я медоносних бджіл набуло популярності застосування пробіотиків. Було виявлено, що пробіотики не тільки покращують метаболізм кишечника (наприклад, розщеплення вуглеводів), що призводить до збільшення маси тіла, але і зменшує захворювання, запобігаючи кишковій інфекції та стимулюючи імунну відповідь господаря. Більшість пробіотиків, які використовуються/випробовуються на медоносних бджолах, належать до молочнокислих бактерій, які виявляють сприятливий вплив на медоносних бджіл. Лише декілька пробіотиків, протестованих на *A. mellifera* мають грибкові штами. Наприклад, штам дріжджів, включений до комерційної пробіотичної суміші, може збільшити силу колоній і допомогти медоносним бджолам проти *Nosema* spp. Штами грибів *Botrytis cinerea*, *Cladosporium* sp. і *Colletotrichum acutatum*, як вважається, мають харчову цінність для медоносних бджіл. Розробка грибних пробіотиків базується на відомих фактах про те, що гриби *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp. і *Aureobasidium* spp. спостерігалися в перзі. Ці гриби можуть виділяти кілька типів позаклітинних ферментів для перетворення вуглеводів, жирів і білків в органічні кислоти, антибіотики та інші метаболіти. Гриби, які зазвичай присутні у перзі, сприяють їй

збереженню та перетворенню її поживних речовин (Hsu, 2021; Gilliam, 1989).

Гени інгібіторів рослинної протеази кодують білки, які можуть інгібувати у комах травні ферменти, які розщеплюють білки, що призводить до голодування і навіть смерті комах (Michaud, 2000). Інсектицидні властивості інгібіторів протеази були встановлені в трансгенних рослинах. Однак, комахи-шкідники, здатні розвивати біотиipi з адаптацією до інгібіторів протеази, які долають або обходять токсичні ефекти інгібіторів. Корисні комахи-запилювачі є додатковими коволюційними членами серед багатьох взаємодіючих рослин і комах. Науковці зі США вимірювали вміст білка гіпофарингіальних залоз, загальну активність протеолітичного ферменту середньої кишки та виживання бджіл, яких годували кормами з пилком, що містили три різні концентрації (0,1%, 0,5% вага: вага) інгібітора соєвого трипсину (SBTI). В результаті було показано, що бджоли-годувальниці, які отримували пилки, з вмістом SBTI принаймні 1%, виявились поганими виробниками їжі (маточного молочка) для личинок, потенційно загрожуючи зростанню та підтримці колонії (Sagili, 2005).

Медоносні бджоли, живлячись пилком, постійно піддаються безпосередньому контакту з трансгенним пилком кукурудзи. У лабораторних умовах були досліджені потенційні побічні ефекти трансгенного пилку кукурудзи *cry1Ah* на бактерії середньої кишки личинок і робочих бджіл *Apis mellifera ligustica*. Результати показали відсутність суттєвих відмінностей у складі бактеріальної спільноти середньої кишки. Жодних суттєвих відмінностей не спостерігалось в середньому кишечнику личинок та імаго, яких годували трансгенним пилком кукурудзи *cry1Ah* та нетрансгенним пилком кукурудзи в польових випробуваннях (Geng, 2013).

Білкові компоненти їжі перетравлюються за допомогою ферментів протеаз. Так, хімотриптичні протеази Vm і Vtv були присутні як на стадії личинки, так і у дорослих особин, тоді як триптична протеаза A була виявлена лише у дорослих робочих. Як показали імунологічні методики, протеази B дорослих і личинок робочих були ідентичними. Протеазу B не вдалося виявити на стадії личинки. Також показано, що під час онтогенезу робочої бджоли протеолітична активність ферментів знижується. Під час заміщення личинкових клітин середньої кишки активність Vz-Arg-Nap зростає. Протеаза A вперше синтезується дорослою робочою бджолою після виходу з сотів (Dahlmann et al., 1978).

1.5. Компетентнісно орієнтоване навчання біології

Навчання у сучасній українській школі компетентнісно орієнтоване. Підґрунтям до такого типу навчання є т.зв. компетентнісний підхід освітньому процесі. Принципова відмінність такого підходу від традиційного «знаннєвого» полягає у переході акценту від звичного нагромадження фактів до розвитку умінь та навичок учнів. Такий підхід запроваджує Нова українська школа у навчальних програмах і він має назву компетентнісного підходу (Державний стандарт...). Очікуваним результатом такого навчання вважається набуття в учнів як ключових компетентностей, так і формування предметної (біологічної) складової. Шкільна освіта в Україні також перебуває на шляху переорієнтації на компетентнісну парадигму (Матяш et al., 2019).

При переході та новий – т. зв. компетентнісно орієнтований підхід до навчання (у порівнянні із традиційним «зунівським» (знаннєвим)), зазнає змін і очікуваний результат навчально-пізнавальної діяльності учнів, змінюється роль вчителя, а також – змінюються переважаючі засоби та методи навчання. Зокрема, зміст освіти із теоретичного (пасивного) переакцентується на активний (діяльнісний), а вчителю надається роль

не просто надавача інформації і контролера процесу її засвоєння, а координатора навчального процесу. Крім того, звичне формування знань, навичок та умінь замінюється на здатність до їх застосування (сформованих знань, умінь і навичок) у реальних життєвих ситуаціях особистості.

В той же час, виникає загроза, що із появою такого нового компетентнісного підходу до процесу освіти переважатиме лише його практична орієнтація, що у свою чергу може спричинити загальмування засвоєння школярами фундаментальних знань. Про існування такої проблеми активно застерігається у вітчизняній (українській) освіті. Тобто застерігається впровадження компетентнісного підходу як шляху посилення прикладного, практичного характеру шкільної освіти (Величко, 2011). При цьому така повна переорієнтація від суто теоретичної до практично-орієнтованої прикладної освіти загрожує не тільки нанесенням шкоди фундаментальності освіти, але і розвитку тих компетентностей школярів, які вважаються ключовими. Виходячи з цього, необхідним є певний баланс між «зунівським (знаннєвим)» і компетентнісно орієнтованим підходами (Матяш, 2018).

1.6. Засоби наочності при викладанні біології та їх значення

Ще В. О. Сухомлинський у своїх працях наголошував на неможливості повноцінного розумового розвитку учня без створення розвинутої емоційної пам'яті. Остання ж являє собою результат одночасного слухового сприйняття, сприйняття побаченого, мислення та емоцій. «Принцип наочності повинен пронизувати не лише урок, а й інші сторони навчально-виховного процесу, все пізнання» (Сухомлинський, 1988).

Чуттєве сприймання природних об'єктів неодмінно повинно супроводжувати набуття біологічних знань учнями безпосередньо при всіх

формах навчально-виховної роботи. Наочні засоби навчання – невід’ємна складова при викладанні всіх біологічних дисциплін у загальноосвітніх школах. Вони полегшують сприйняття учнями теоретичного матеріалу і покращують закріплення у пам’яті вивченої під час уроку інформації. Причина цього полягає у тому, що при такому навчанні у дітей задіяні різні аналізатори. Виходячи з цього, головне правило для учителів біології – якомога більше використання в навчальному-виховному процесі усілякої наочності. Біологія, як навчальний предмет характеризується власною специфікою, що вимагає диференційованого підходу до підбору наочних посібників, також особливостями їх використання у навчальному процесі.

Усі учбово-наочні посібники з біології поділяються на дві великі групи: натуральні та зображальні.

Натуральні учбово-наочні посібники – це живі організми (тварини і рослини). При цьому походження їх може бути як безпосередньо із природнього середовища, або ж можуть бути заздалегідь вирощені у шкільному куточку живої природи: рослини і тварини акваріуму, тераріуму, кімнатні, оранжерейні рослини тощо) та неживі об’єкти (опудала, тушки, скелети гербарні зразки, вологі й сухі препарати, мікропрепарати, флористичні чи фауністичні колекції).

Мікропрепарати – тип наочних посібників, що займають окреме місце серед натуральних наочних посібників. Ці посібники широко використовуються у навчальному процесі при вивченні ботаніки, зоології, анатомії та фізіології людини. Мікропрепарати особливо важливі при вивченні мікроскопічних, невидимих неозброєним оком об’єктів і використовуються при вивченні таких тем як «Будова рослинної та тваринної клітин», «Кров», «Тканини рослин та тварин». Розрізняють постійні і тимчасові мікропрепарати. Перші виготовлені до різних тем предмету біології, і, за звичай – фабричним способом. Прикладами таких препаратів можуть бути: «Фасеткове око комахи» «Будова продиху

листка», «Заросток папороті з антеридіями та архегоніями», «Сколекс цип`яка», та ін.

Тимчасові мікропрепарати виготовити нескладно навіть у шкільних умовах. Прикладами таких мікропрепаратів можуть бути: «Інфузорії-туфельки», «Пилок сосни», «Циклопи», «Типи лусок кісткових риб», «Будова клітин лусочки цибулі», «Зерна крохмалю та алейрону в клітинах сім'ядолей бобових», «Дафнії» та ін. Вище перелічені тимчасові препарати, можуть виготовити навіть самі учні.

До **зображальних (образотворчих)** учбово-наочних посібників відносять схеми, муляжі, рельєфні таблиці, діапозитиви (діафільми), кінофільми картонні таблиці, навчальні картини, фотознімки, моделі тощо (Грицай, 2016).

1.7. Технічні засоби навчання біології

У умовах сьогодення в процесі викладання предмету «Біологія» існує низка проблем. Серед них: надмірна кількість біологічних термінів та понять, недостатній обсяг годин, що відводяться на виконання лабораторних і практичних робіт, надто важкий для дітей виклад матеріалу.

Під час вивчення біології, для пізнання живої і неживої природи застосовується різноманітне лабораторне обладнання, прилади, пристрої, тощо. До оптичних збільшувальних приладів належать: лупи, біноклі, мікроскопи, навіть телескопи. Оскільки дослідження живої природи почалося із винайдення збільшувальних приладів, то і у процесі навчання глибоке і самостійне пізнання живого можливе лише із застосуванням такого обладнання. Шкільний мікроскоп – невід`ємна складова вивчення біології. Живі об`єкти, побачені під мікроскопом справляють емоційний вплив, що сприяє міцному їх закарбовуванню у пам`яті. Крім того,

подібний чуттєвий ефект запускає механізм мотивації до пізнання природи (Ягенська & Степанюк, 2021).

Умовою динамічного розвитку пізнавальної активності школярів є активна й цілеспрямована праця вчителя у цьому напрямі. Застосування у навчальному процесі сучасних методів дозволяє формувати й розвивати креативну мислячу особистість, здатну розв'язувати проблеми, що виникають у житті кожної людини (Левків, 2014). Так, мікроскоп часто наявний у шкільному кабінеті біології лише у одиничному екземплярі, тому при виконанні лабораторних робіт із використанням мікроскопа учням доводиться по черзі підходити та розглядати мікропрепарат, що є значно тривалішим процесом. У цьому випадку особливої актуальності набуває застосування сучасних мікроскопів із виводом зображення на екран (дошку) або хоча б, на монітор комп'ютера.

Під час лабораторних робіт із використанням мікроскопа учні не лише знайомляться із будовою останнього, принципом роботи, глибше вивчають матеріал, набувають навичок самостійного приготування тимчасових мікропрепаратів, а також формують дослідницькі вміння, що особливо сприяє ефективності вивчення біології. Освоєння правил роботи з мікроскопом, правил виготовлення мікропрепарату є першими моделями дій у вивченні біології. Потрібно розглянути окремі дії та визначити можливі послідовності їх виконання, що приведуть до успішного результату. Як наслідок, діяльність учня матиме усвідомлений характер, а не лишиться відтворенням дій учителя. (Москаленко et al., 2019; Ягенська & Степанюк, 2021).

На разі, мультимедійні технології все стрімкіше проникають в освітнє середовище саме з навчальною метою, що спонукає вчителя до модернізації методичного супроводу і відповідно до постійного саморозвитку у напрямку використання ІКТ-технологій.

Спеціальними педагогічними мультимедійними (програмними) засобами навчання біології є: блог-технології в Інтернет-навчанні (багато учителів вже відкрили такі технології), презентаційний матеріал (учительський і учнівський), педагогічні програмні засоби (ППЗ), інтерактивні (мультимедійні) дошки тощо. Наприклад, донедавна розробка мультимедійної презентації за допомогою програми Microsoft Power Point вважалося інновацією, то наразі така технологія є повсякденною справою. Останнє вказує на швидкий розвиток інноваційних технологій у навчальному процесі та вимагає все вищого професіоналізму від учителя (Алексієнко, 2010).

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика гістологічних дослідження

Гістологічну частину роботи проводили на базі кафедри молекулярної генетики та біотехнології Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Матеріалом для досліджень слугували бджоли із приватної пасіки, розташованої в околицях міста Чернівці.

Об'єкт досліджень: медоносні бджоли (*Apis mellifera* L.), районовані у Чернівецькій області.

Предмет досліджень: структурні особливості тканин середньої кишки, задньої кишки та мальпігієвих судин *A. mellifera* при споживанні різних вуглеводних дієт та додаванні до них полімінерального препарату «*Ariplasma*».

Під час лабораторного експерименту щойно народжених бджіл розподілили у окремі бокси-годовнички (приблизно по 250 особин в кожній) та годували розчином суміші 25% глюкози +25% фруктози впродовж 4-х діб за умов, максимально наближених до природніх (температура +28 °С та відносна вологість 70%). Відтак бокси-годовнички розподіляли на 4 групи за способом підгодівлі: 25% глюкоза + 25% фруктоза (контроль); 25% глюкоза + 25% фруктоза + *Ariplasma*; 50% фруктоза; 50% фруктоза + *Ariplasma*. Для збалансованості живлення білковим компонентом, до кожної дієти додавали 1% розчин суміші амінокислот. Бокси-годовнички утримували при температурі 28 °С впродовж п'яти діб. Після чого, половину кліточок з кожним типом підгодівлі переносили в умови зі зниженою температурою (+14 С°). Через 6 діб з кожної вибірки було відібрано бджіл, видалено травний тракт та зафіксовано у 10 % забуференому формаліні (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Вибірki дослідних бджіл

№	№ клітки	Дієта
1	22	Глюкоза 25 % +Фруктоза 25 %
2	29	
3	18	Глюкоза 25 % +Фруктоза 25 % + Apiplasma
4	25	
5	16	Фруктоза 50 %
6	13	
7	23	Фруктоза 50 % + Apiplasma
8	24	

З кожної клітки (бокса-годовнички) відбирали по 3 бджоли, з кишечника яких виготовляли мікропрепарати.

Методика виготовлення гістологічних мікропрепаратів

Гістологічні зрізи виготовляли за наступною методикою.

Фіксацію матеріалу здійснювали у 10% розчині нейтралізованого формаліну продовж щонайменше двох діб.

Після цього, матеріал промивали під проточною водою впродовж 12 хвилин. Дегідратацію матеріалу проводили у етиловому спирті зростаючої міцності: від 60 % до 100 % впродовж 17 хвилин у кожному. В якості проміжного середовища використовували хлороформ (при температурі +37 С°). Після просвітлення у хлороформі матеріал поміщали у дві ємності з розплавленим парафіном (при температурі 62 С°) по 30 хв. у кожному. Блоки заливали парафіном з другої ємності, використовуючи паперові матриці та охолоджували у ємності з холодною водою. Після застигання парафіну, блок звільняли від паперової обгортки та наклеювали на дерев`яні бруски за допомогою розпавленого парафіну.

Нарізку матеріалу проводили з використанням санного мікротому MC-2 та ротаційного мікротому ThermoScientific. Товщина зрізів

становила 4 мкм. За можливості, намагалися у кожній вибірці отримувати як поперечні, так і поздовжні зрізи органів.

Здійснювали оглядове забарвлення препаратів за допомогою гематоксиліну та еозину. В якості застигаючого середовища для заключення зрізів використовували кедровий бальзам.

Мікроскопіювання отриманих мікропрепаратів проводили під світловим мікроскопом Micromed XS4130, фотозйомку – за допомогою програмного забезпечення ScopePhoto.

Для опису отриманих зрізів опрацьовували методичну та періодичну літературу.

2.2. Навчальні розробки

Розробку різних видів занять з біології здійснювали, дотримуючись загально прийнятої структури плану конспекту уроку. Розроблені заняття були проведені на базі Снідавського ЗНЗ I-III ступенів Косівського району Івано-Франківської області.

Структура плану-конспекту уроків:

I. Тема уроку

II. Мета:

- освітня
- розвиваюча
- виховна

Актуалізація опорних знань

III. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності учнів

IV. Хід уроку....

Закріплення матеріалу

Домашнє завдання.

Розроблено масив тестів трирівневої складності для 7-го класу: I-ий (репродуктивного характеру) II-ий рівень (репродуктивного характеру підвищеної складності), III рівень – тести логічно-сміслового характеру.

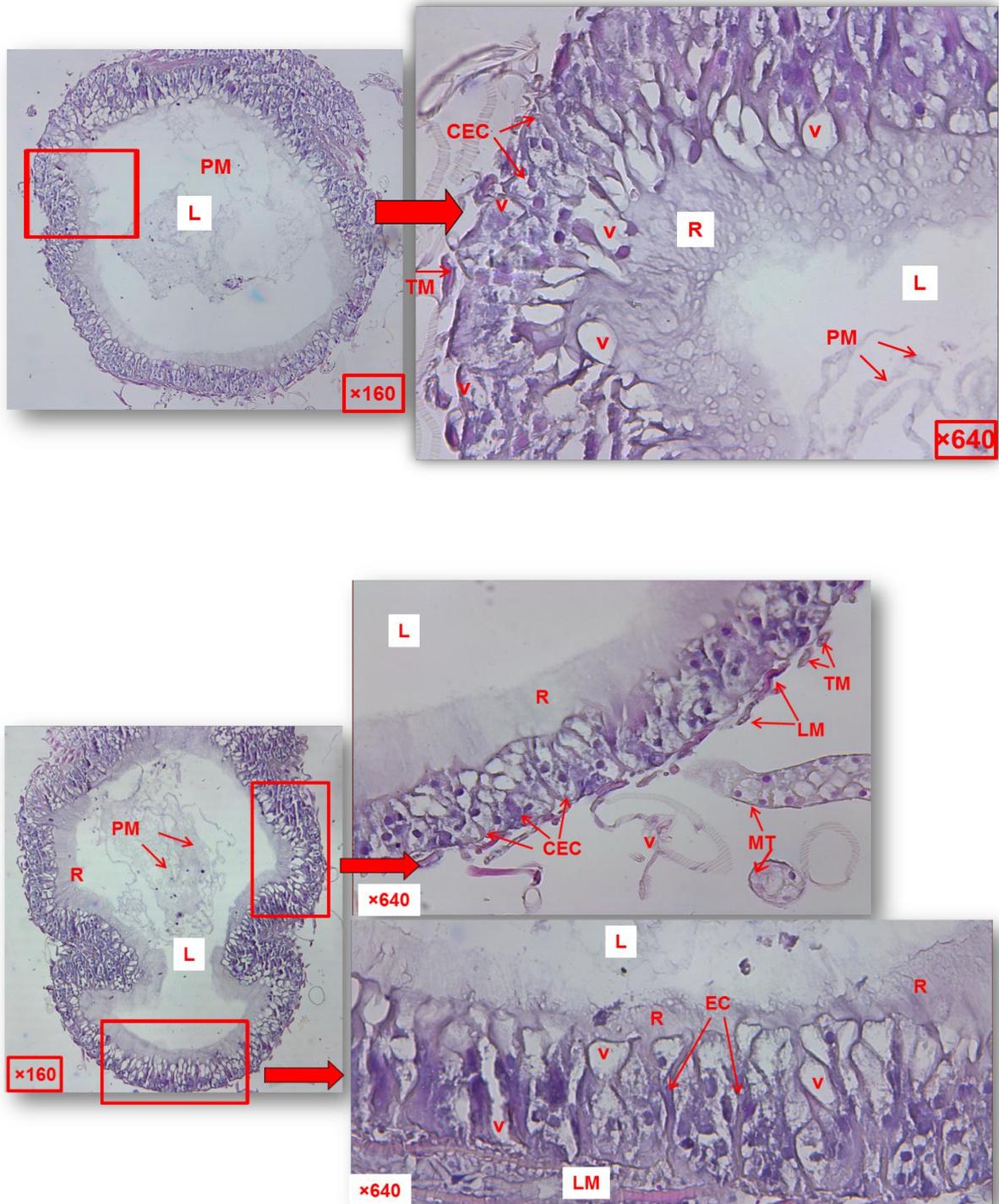
Запропоновано оригінальне завдання для практичного туру олімпіади з біології для учнів 9-го класу (або 10-11 класів).

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Аналіз отриманих гістологічних зрізів органів *A. mellifera*

Для детальнішого аналізу гістологічних змін середньої кишки та мальпігієвих судин медоносних бджіл, ми виготовляли зрізи у різних площинах та опрацьовували мікропрепарати під різним збільшенням мікроскопа. Так встановлено, що на всіх препаратах вентрикулюсу бджіл з вибірки, що споживала розчин глюкози 25%+фруктози 25% і яку ми при приймали як **контрольну** (кліточка № 22) на верхівках стовпчастих епітеліоцитів видно численні розширення – апокринові головки з травними ферментами. Пікнотичні ядра практично відсутні майже у всіх епітеліоцитах, що вказує на відсутність загибелі клітин, відповідно і у порожнині кишки елімінованих клітин майже не було. Мікрворсинки, сукупність яких формує рабдом, дуже добре розвинені: довгі, добре візуалізуються по всій довжині кишечників. Остання ознака вказує на активні процеси всмоктування. Однак, на базальному краї епітеліоцитів у цитоплазмі є вакуолі (рис. 3.1).

Зазначимо, що вакуолізація клітин, позаяк вважається деструктивною ознакою кишкового епітелію комах. Вона полягає у появі у протоплазмі одного чи кількох міхурців-вакуоль, що містять прозору водянисту рідину. Зокрема, Каменек та ін. пов'язували вакуолізацію цитоплазми з порушенням транспорту іонів через цитоплазматичну мембрану. Порушення транспорту іонів, і насамперед нерегульований приплив у клітину Na^+ , призводить до збільшення швидкості пасивного транспорту води у ній, що є безпосередньою причиною вакуолізації, яка, в кінцевому рахунку, призводить до загибелі клітини (Каменек и др., 2013).



**Рис. 3.1. Структура вентрикулосу бджіл з клітки № 22
(глюкоза 25%+фруктоза 25% (контроль))**

CEC – стовпчасті епітеліальні клітини; L – просвіт кишки; PM – перитрофічна мембрана; LM – поздовжній м'язовий шар; TM – кільцевий м'язовий шар; R – рабдом; EC – ендокринні клітини; MT – мальпігієві судини; V – вакуолі.

Середня кишка бджіл із клітки № 29, яких утримували на такій же дієті мала такі ж структурні особливості: відсутність каріопікнозу, активна апокринна секреція та майже відсутня голокринна, добре виражений рабдом, вакуолізована цитоплазма базального полюсу стовпчастих епітеліоцитів (рис. 3.2). Проте, на відміну від особин з клітки № 22, у бджіл з даної вибірки по всьому просвіту кишечника відмічено включення мікрофлори, при чому – різної морфології. Одні з них (рис. 3.2, *чорне коло*), зустрічались нами і раніше і, очевидно, за морфологією нагадують дріжджеподібні гриби. Тоді як систематична приналежність інших (рис. 3.2, *червоні кола*) – на разі, невідома. Мікрофлора оточена нашаруваннями перитрофічної мембрани.

З літератури відомо, що дріжджеподібні гриби входять до складу резидентної умовно патогенної мікрофлори як молодих, так і дорослих медоносних бджіл, причому кількісне вираження цих грибів достовірно вище у особин, які перебувають всередині вулика, ніж у тих, які здійснюють активну фуражувальну діяльність. В результаті видової ідентифікації дріжджів різними дослідниками було виділено один вид – *Candida glabrata* (Ge et al., 2021).

Дослідженнями морфології мальпігієвих судин показано, що просвіт більшості з них порівняно нерозширений, ядра деяких клітин пікнотичні, а у цитоплазмі деяких клітин цих органів теж помітні вакуолі (рис. 3.3).

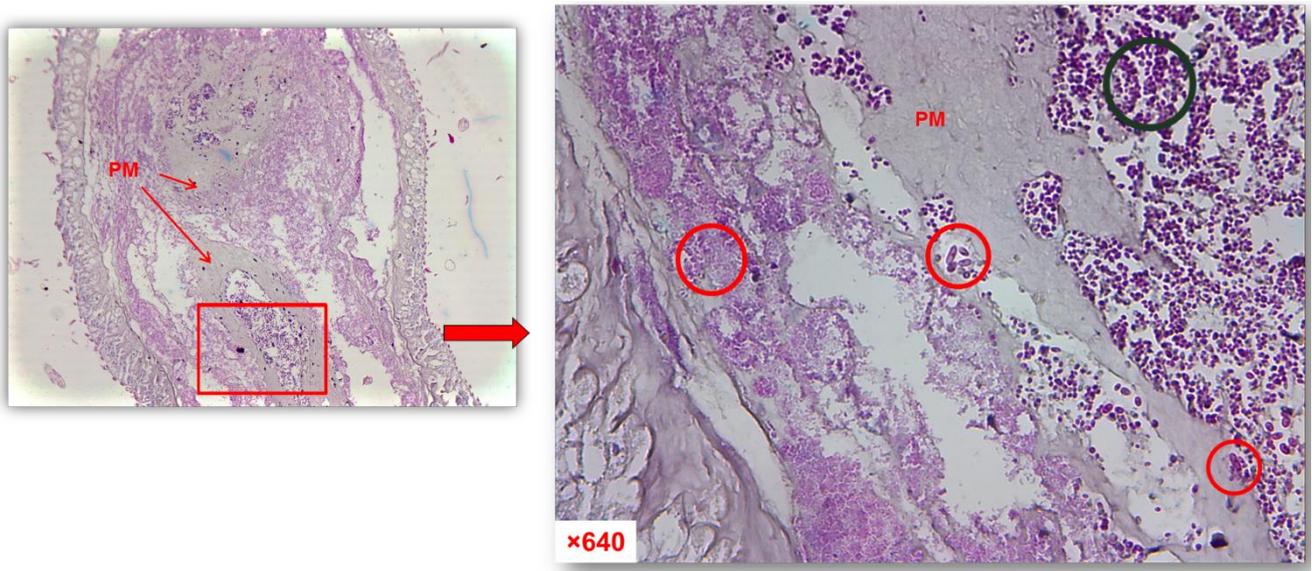
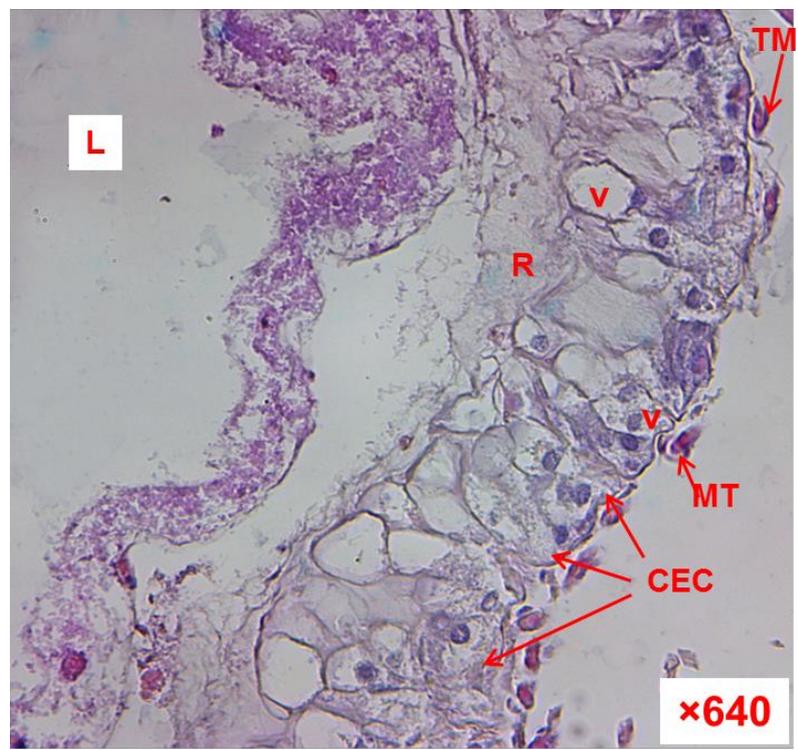


Рис. 3.2.



Структура

вентрикулюсу бджіл з клітки № 29

)

СЕС – стовпчасті епітеліальні клітини; L – просвіт кишки; РМ – перитрофічна мембрана; LM – поздовжній м'язовий шар; ТМ – кільцевий м'язовий шар; R – рабдом; МТ – мальпігієві судини; V – вакуолі; синє коло – дріжджеподібні гриби; червоні кола – мікрофлора іншої морфології

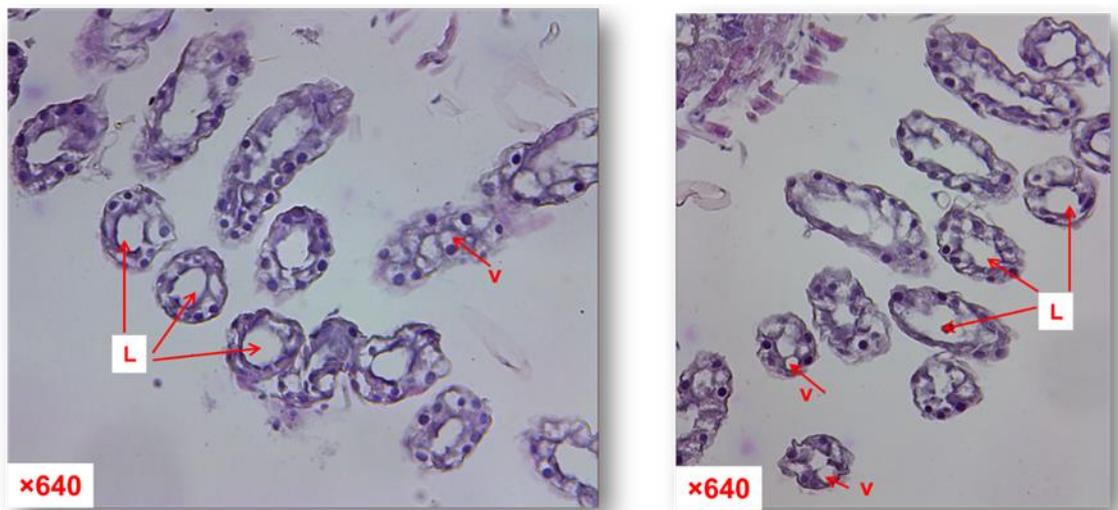


Рис. 3.3. Мальпігієві судини бджіл із клітки №22 (зліва) та № 29 (справа)

L – просвіт; V – вакуолі.

При додаванні до даної дієти препарату «Апіплазма», структура вентрикулюсу залишається подібною. Так, у бджіл із клітки № 25 прослідковується активна апокринна секреція, подекуди помітні уламки клітин, що вказують на елімінацію клітин внаслідок голокринної секреції, відповідно пікнотичні ядра у стовпчастих епітеліоцитах зустрічаються лише зрідка. Однак, порівняно з контрольним розчином, значно слабшим є розвиток мікрофлори у просвіті, а також на фоні активної апокринної секреції помітні уламки клітин, що вказує на інтенсифікацію процесу

травлення. Крім того, у цитоплазмі клітин помітні скупчення мікрофлори (рис. 3.4).

У особин із клітки № 18 прослідковується подібна картина, однак, базальний полюс клітин майже не вакуолізований. Візуальна кількість мікрофлори більша, ніж у особин з клітки № 25 (рис. 3.5)

Зазначимо, що каріопікноз вважається незворотньою зміною ядра і полягає у незворотній конденсації хроматину по всій площі ядра. Ядро стає гомогенним, інтенсивно базофільно забарвленим і зморщеним. Каріопікноз є одним з етапів апоптозу і передує каріорексису і каріолізису.

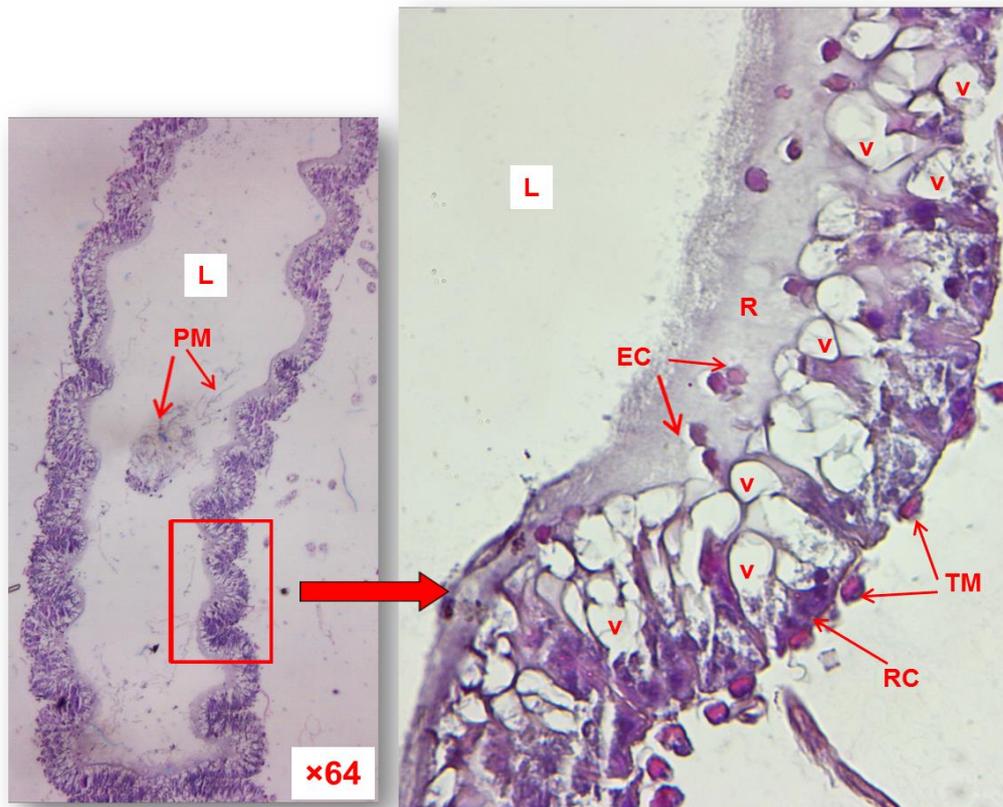


Рис. 3.4. Структура вентрикулюсу бджіл з клітки № 25 (глюкоза 25%+фруктоза 25%+Ariplasma)

СЕС – стовпчасті епітеліальні клітини; ЕС – еліміновані клітини; L – просвіт кишки; РМ – перитрофічна мембрана; LM – поздовжній м'язовий шар; ТМ – кільцевий м'язовий шар; R – рабдом; RC – регенеративні клітини; V – вакуолі.

Мальпігієві судини бджіл з обох кліточок характеризувались такими з морфологічними особливостями, як і у особин з контрольної вибірки (ядра деяких клітин пікнотичні, цитоплазма деяких клітин вакуолізована).

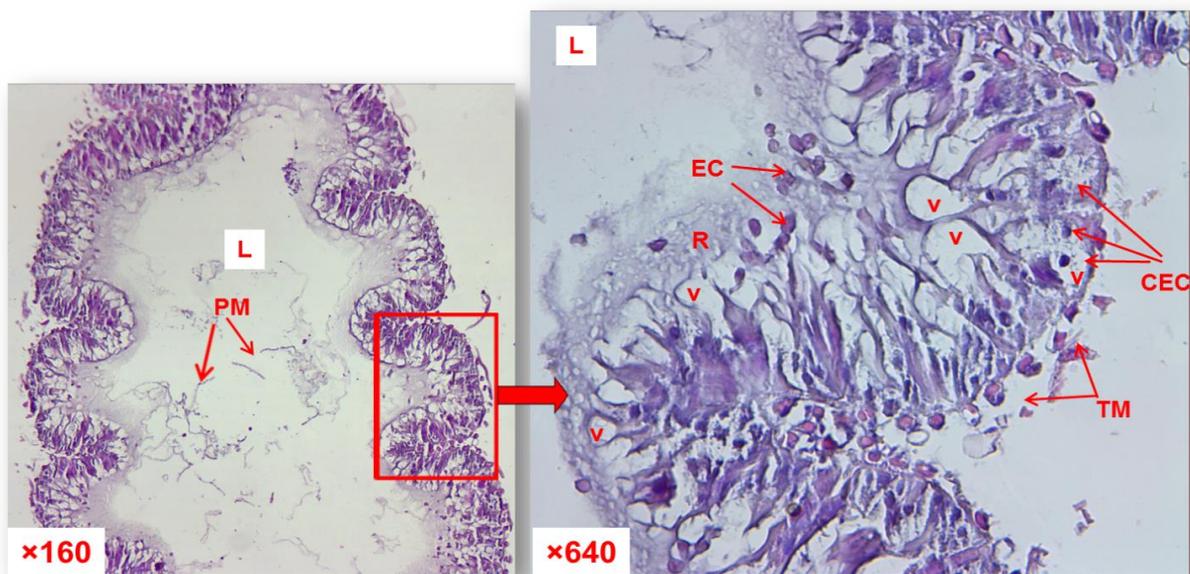


Рис. 3.5. Структура вентрикулюсу бджіл з клітки № 18 (глюкоза 25%+фруктоза 25%+Ariplasma)

СЕС – стовпчасті епітеліальні клітини; ЕС – еліміновані клітини; L – просвіт кишки; РМ – перитрофічна мембрана; LM – поздовжній м'язовий шар; ТМ – кільцевий м'язовий шар; R – рабдом; RC – регенеративні клітини; V – вакуолі.

Попередніми дослідженнями кафедри показано, що за низкою морфологічних та біохімічних показників найменш оптимальною проявила себе монофруктозна дієта. Дослідивши зрізи бджіл із клітки № 16 (фруктоза 50 %), помітно апокринну секрецію, цитоплазма багатьох епітеліоцитів з великими вакуолями по базальному краю, мікрофлора присутня, однак, її чисельність візуально незначна, порівняно з мікропрепаратами бджіл, що споживали попередні вуглеводи; рабдом виражений слабше, ніж в попередніх вибірках (рис. 3.6).

У особин із клітки № 13 помітна вакуолізація стовпчастих епітеліоцитів, подекуди – каріопікноз. Здуті верхівки клітин вказують на активну апокринну секрецію. Рабдом виражений неоднаково по всій довжині кишки (рис. 3.7).

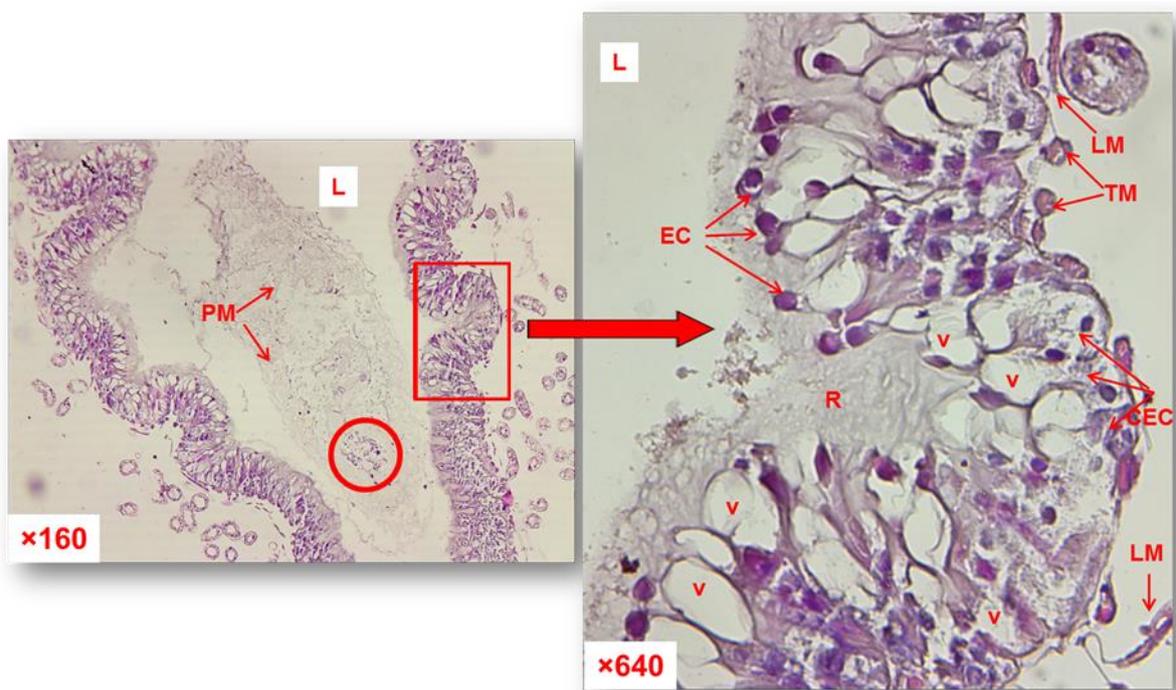
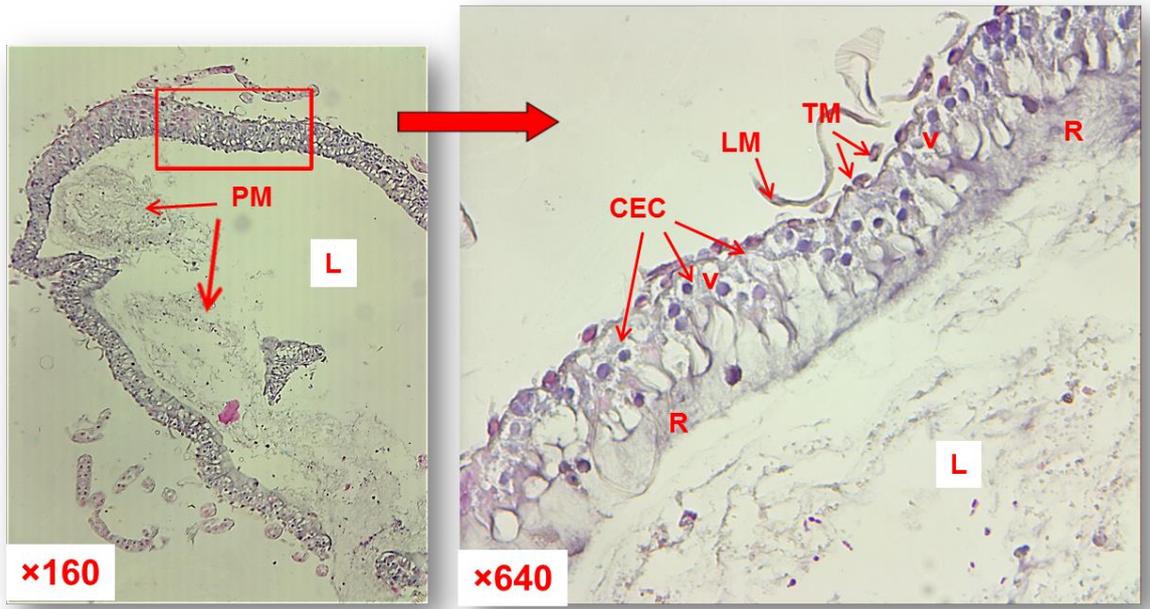


Рис. 3.6. Структура вентрикулюсу бджіл з клітки № 16 (фруктоза 50 %)

СЕС – стовпчасті епітеліальні клітини; ЕС – еліміновані клітини; L – просвіт кишки; РМ – перитрофічна мембрана; LM – поздовжній м'язовий шар; ТМ – кільцевий м'язовий шар; R – рабдом; RC – регенеративні клітини; V – вакуолі; *червоне коло* –



скупчення мікрофлори.

Рис. 3.7. Структура вентрикулюсу бджіл з клітки № 13 (фруктоза 50 %)

СЕС – стовпчасті епітеліальні клітини; L – просвіт кишки; РМ – перитрофічна мембрана; LM – поздовжній м'язовий шар; ТМ – кільцевий м'язовий шар; R – рабдом; V – вакуолі

Крім вентрикулюсу, на препарати потрапили зрізи задньої (тонкої) кишки. В її складках помічені скупчення мікрофлори, ймовірно – дріжджеподібних грибів, у деяких епітеліоцитах спостерігається каріопікноз (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Структура задньої кишки бджіл з клітки № 16 (фруктоза 50 %)

TM – кільцевий м'язовий шар; червоні кола – скупчення мікрофлори

Дослідивши зрізи мальпігієвих судин, зроблені у різних площинах, ми відмітили, що їх просвіти виявилися розширеними (рис. 3.9).

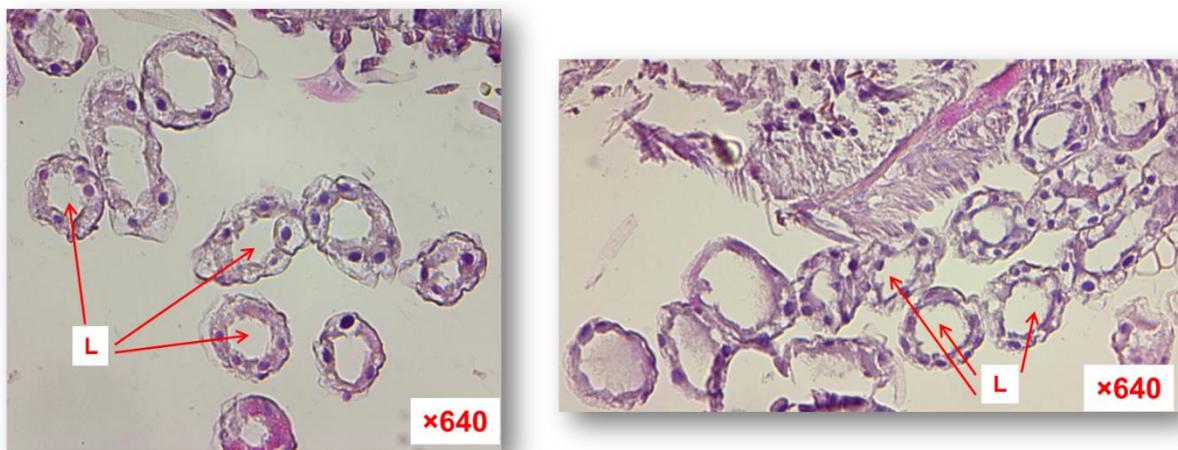


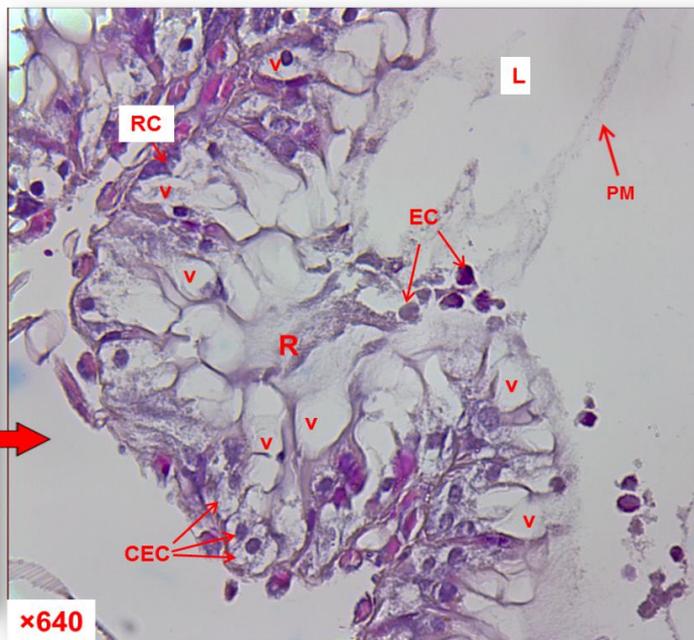
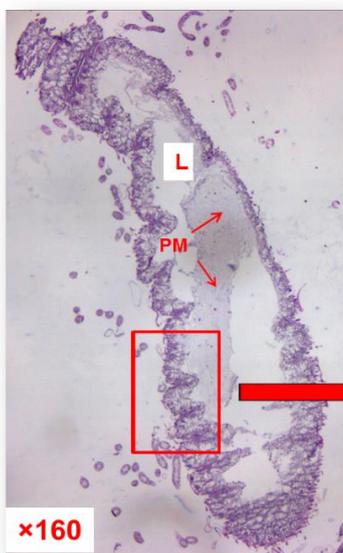
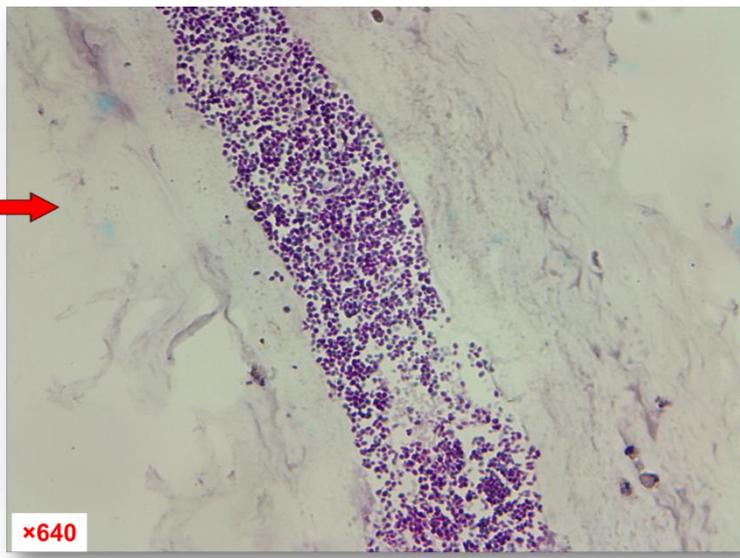
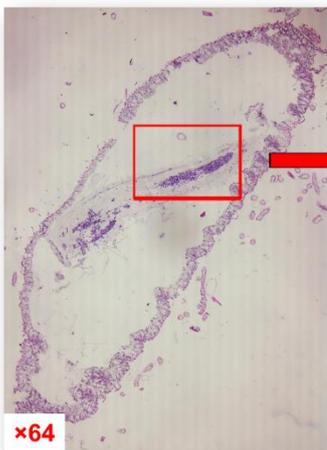
Рис. 3.9. Мальпігієві судини бджіл (фруктоза 50 %):

зліва – клітка № 16; *справа* – клітка № 13.

L – просвіт судини

При додаванні до монофруктозної дієти полімінерального препарату «Апіплазма» на зрізах початкових ділянок кишечника особин з клітки №23, перитрофічна мембрана нетовста, розміщена рівномірно у

порожнині кишки, однак, просуваючись углиб, у порожнині кишечника візуалізуються численні включення мікрофлори та нашарування перитрофічної мембрани навколо них.

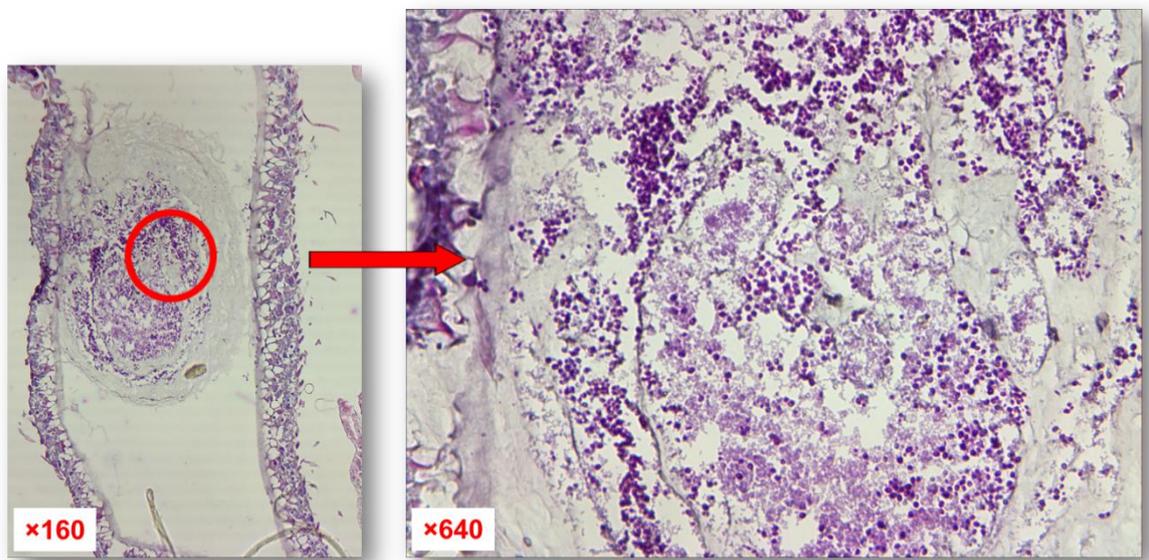


**Рис. 3.10. Структура вентрикулюсу бджіл з клітки № 23
(фруктоза 50 % + *Ariplasma*)**

СЕС – стовпчасті епітеліальні клітини; ЕС – еліміновані клітини; L – просвіт кишки; РМ – перитрофічна мембрана; LM – поздовжній м'язовий шар; ТМ – кільцевий м'язовий шар; R – рабдом; RC – регенеративні клітини; V – вакуолі

Серед включень помітні різні представники мікрофлори, тобто, очевидно, до її складу входять мікроорганізми різних груп. Каріопікноз у стовпчастих епітеліоцитах відсутній. У цитоплазмі подекуди видно вакуолізацію, а також помітні уламки елімінованих епітеліоцитів (рис. 3.10).

У бджіл із клітки № 24, спостерігаються аналогічні ознаки помітна багата апокринна секреція, крім того, помітно багато уламків елімінованих клітин. Вакуолізація цитоплазми значна. Препарати бджіл з цієї клітки представлені на рис. 3.11.



**Рис. 3.11. Структура вентрикулюсу бджіл з клітки № 24
(фруктоза 50 % + *Ariplasma*)**

червоне коло – скупчення мікрофлори у порожнині

Також на зріз потрапила задня кишка (клітка № 23), де також видно включення мікрофлори (рис. 3.12).

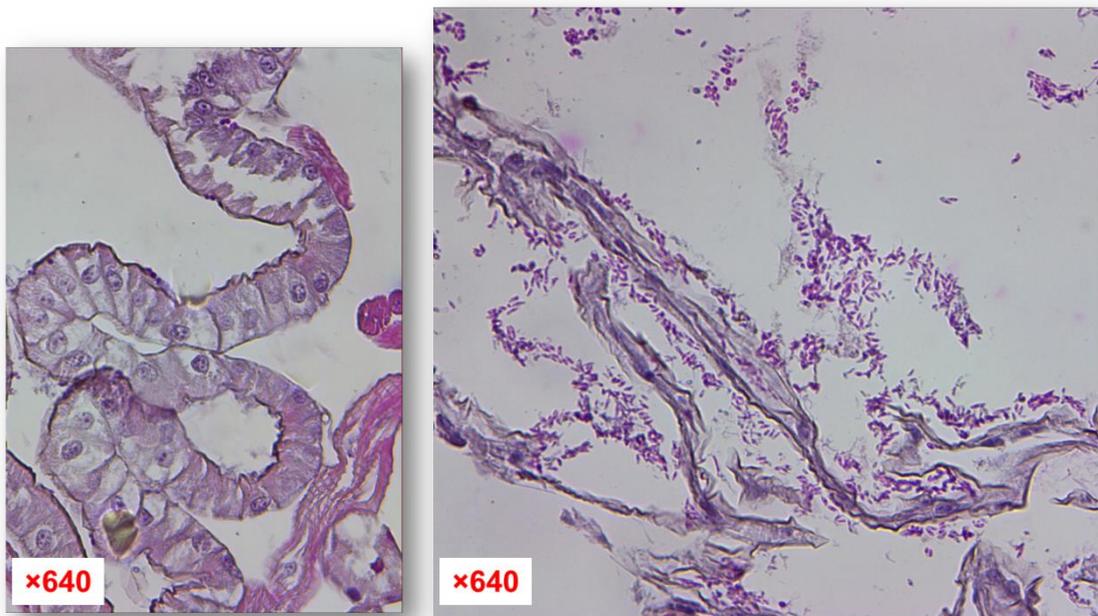


Рис. 3.12. Структура задньої кишки бджіл з клітки № 23

Клітини мальпігієвих судин бджіл з обох вибірок були з чіткими ядрами, в багатьох з них помітно вакуолізацію цитоплазми (рис. 3.13).

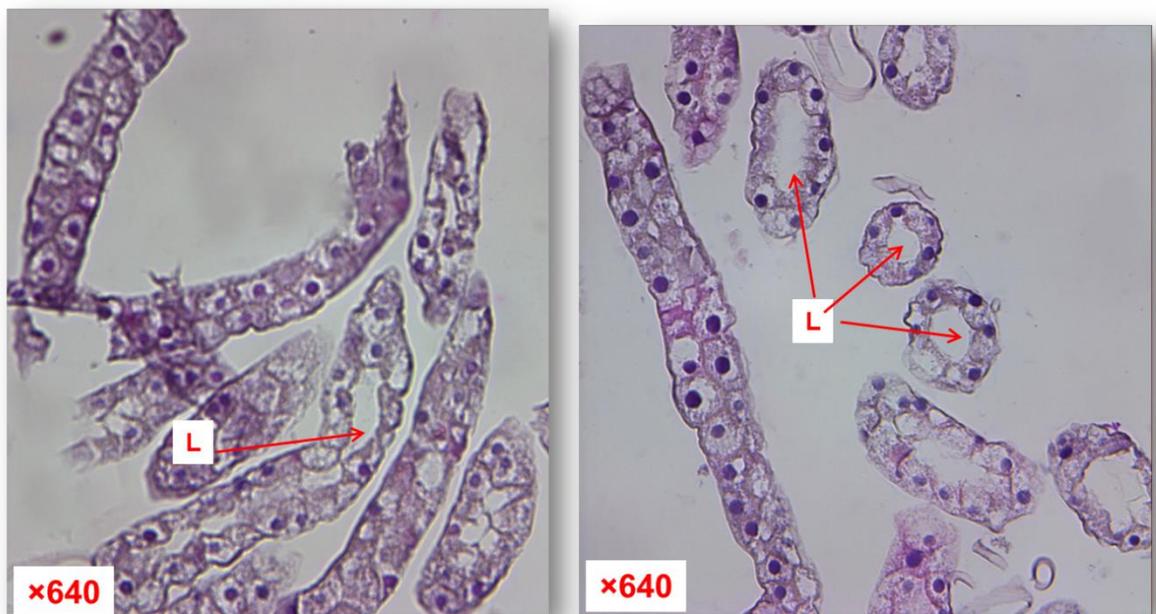


Рис. 3.13. Мальпігієві судини бджіл (фруктоза 50 % + *Apirlasma*):

зліва – клітка № 23; *справа* – клітка № 24.

L – просвіт судини

При описі зрізів середньої кишки бджіл бджіл, що споживали різні концентрації біопестициду, що містив *Bacillus thuringiensis* відмічали ентероцити з переважно вакуолізованою цитоплазмою, ядерним набряком або пікнотичними ядрами, підвищеною апокринною секрецією та підвищеною елімінацією клітин. Таким чином, вище перелічені зміни можуть бути зворотніми, оскільки при низьких концентраціях дослідженого біопестициду, вони поступово зникали (D'Urso et al., 2017)

Таким чином, порівнюючи отримані дані з відповідними, однак за високих температур, можна стверджувати, що низькотемпературне утримання бджіл сприяє інтенсифікації процесів травлення в кишечнику та розвитку мікрофлори.

3.2. Застосування гістологічних мікропрепаратів медоносних бджіл у навчальному процесі та конкурсних заходах з курсу «Біологія»

3.2.1. Розробка уроку на тему: «Тканинна організація окремих органів комах (на прикладі бджоли медоносної)» (Дод. А, рис. 1)

Тема: «Тканинна організація окремих органів комах (на прикладі бджоли медоносної)».

Мета:

Освітня:

- надати учням знань про мікроскопічну будову деяких органів комах (на прикладі мальпігієвих судин та кишки бджоли медоносної).

Розвиваюча:

- сформувати в учнів навички роботи з мікроскопом та описувати спостереження;
- вміння знаходити взаємозв'язки між структурою органів та функціями, які вони виконують.
- посилити в учнів зацікавленість біологією та мотивацію її вивчення, профорієнтаційна робота

Виховна:

- сформовані почуття дбайливого ставлення до представників тваринного світу як до однієї з ланок ланцюга біосфери.

Вид та форма уроку: комбінований, лабораторна робота.

Обладнання: мікроскоп, мікропрепарати, комп'ютер, проектор, мультимедійна презентація, зошит.

Література: Остапченко, Л. І., Балан, П. Г., Серебряков, В. В., Матяш, Н. Ю & Горобчишин, В. А. (2020). *Біологія: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти* Київ.

Хід уроку:

I. Організаційний момент.

Привітання. Перекличка.

II. Актуалізація опорних знань .

1. Давайте пригадаємо, які складові травної системи комах?

До травної системи належать рот, глотка, стравохід, воло, шлунок, середня та задня кишка.

2. Де саме здійснюються основні процеси перетравлення їжі?

У середній кишці. Під впливом ферментів, які виробляють і виділять власне клітини середньої кишки.

3. Ви вчили, що у середній кишці комах є така структура як перитрофічна мембрана. Пригадайте, що це таке і які її функції?

Це плівка, яка оточує вміст кишки і захищає клітини кишки від пошкоджень часточками їжі.

4. Пригадайте, з чого складається будь-який орган?

З клітин.

5. У що, у свою чергу об'єднуються клітини?

У тканини.

6. Пригадайте, які органи виділення комах та у інших наземних членистоногих?

Мальпігієві судини.

7. Що вони собою являють?

Це трубки, що відходять від кишки на межі між середнім та заднім відділами, а вільними кінцями закінчуються у порожнині тіла сліпо.

Сьогодні ми ознайомимося з мікроскопічною будовою окремих органів комах на прикладі медоносних бджіл. Медоносні бджоли є – це цінні запилювачі сільськогосподарських культур у всьому світі. Третина всього харчового раціону людини залежить від рослин, запилених комахами; переважно медоносними бджолами. Тим не менш, ці комахи знаходяться під загрозою, про що свідчить різка втрата приблизно 33% перезимувалих колоній щороку з 2007 року. Подібні проблеми після зимівлі спостерігаються і в Україні.

III. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності учнів.

У підручники та на плакатах часто зображають кишку та мальпігієві судини так, як вони виглядають зовні. При цьому, стінку цих органів зображають просто лінією, а насправді, вона складається із сукупності клітин. Чи не хотілося б Вам подивитися на ці органи під мікроскопом, зокрема розглянути клітини, з яких складається стінка кишки та мальпігієвих судин?

Хід роботи

Завдання 1. Розгляньте під мікроскопом на малому збільшенні мікропрепарат «Поздовжній переріз середньої кишки бджоли медоносної».

Звернути увагу на те, що її стінка має ряд вп'ячувань для збільшення площі поверхні. Зверніть увагу на перитрофічну

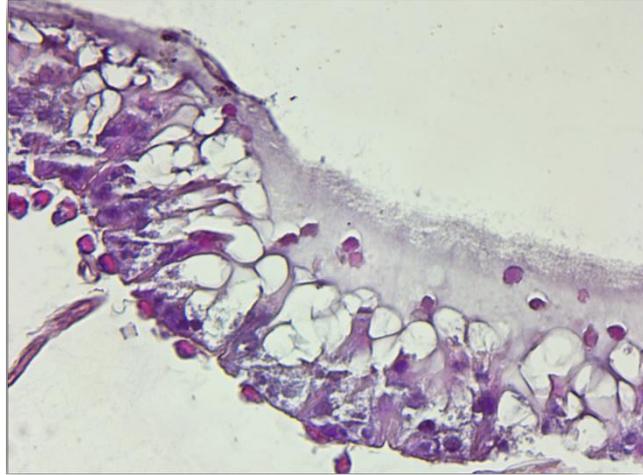


мембрану, яка на цьому препараті зосереджена в центрі кишки. Замалюйте побачене, позначте вище зазначені структури.

Мікропрепарат 1. Поздовжній переріз середньої кишки бджоли медоносної
($\times 64$)

Завдання 2. Вчитель переводить мікроскоп на велике збільшення. При цьому, у поле зору вміщається лише частина кишки. Розгляньте цей фрагмент кишки. Зверніть увагу на клітини – це клітини епітеліальної тканини, вони щільно прилягають одна до одної; у кожній клітині знайдіть ядро. Зауважте, що від верхівок клітин у напрямку до порожнини кишки відриваються міхурці. Це – мішечки з ферментами, які розщеплюватимуть їжу. Також зверніть увагу на розміщені ближче до основи скупчення

дрібних клітин – це регенераційні клітини, які, ділячись, замінюють основні клітини при їх зношуванні. Замалюйте побачене, позначте вище зазначені структури. Також зверніть увагу на сукупність мікрворсинок на вільному краю клітин, вони утворюють т.зв. щітковий край.

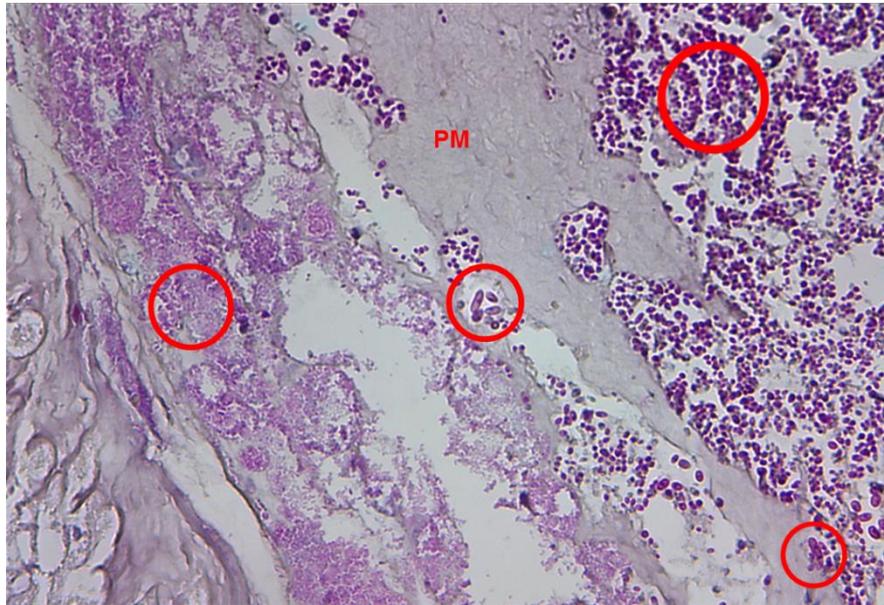


Мікропрепарат 1а. Поздовжній переріз середньої кишки бджоли медоносної
($\times 64$)

Завдання 3. При великому збільшенні мікроскопа розглянути мікропрепарат «Кишка бджоли медоносної з мікрофлорою всередині». Знайти увагу на численні, темно забарвлені утворення всередині кишки, та

звернути

та їх

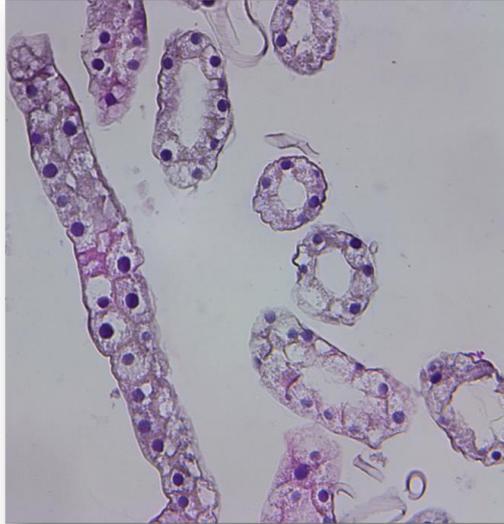


увагу

відмінності між собою.

Мікропрепарат 1б Поздовжній переріз середньої кишки бджоли медоносної з мікрофлорою у просвіті ($\times 640$)

Завдання 4. При великому збільшенні мікроскопа розглянути мікропрепарат «Мальпігієві судини медоносних бджіл». На препараті ці органи розташовані і у поперечному, і у поздовжньому перерізах. Відшукайте окремі клітини, зверніть увагу на їх щільне прилягання між собою (як і у стінці кишки), що характерне для епітеліальної тканини. На поперечних розрізах кожної мальпігієвої судини знайдіть просвіт, по якому рухається первинна сеча.



Мікропрепарат 2. Мальпігієві судини медоносної бджоли ($\times 640$)

Проблемні запитання.

- 1. Як на Вашу думку: за яких умов кількість міхурців з травними ферментами та швидкість їх утворення збільшуватиметься?*
- 2. Як ви думаєте, за яких обставин регенераційним клітинам доведеться поділитися швидше?*
- 3. Як Ви думаєте, яка роль мікроорганізмів у просвіті кишки бджіл: вони є шкідливими чи корисними?*

Зробити висновок, де, описати мікроскопічну будову кишки та мальпігієвих судин бджоли медоносної.

3.2.2. Розробка уроку на тему: «Виготовлення гістологічних мікропрепаратів органів тварин та людини»_(Дод. А, рис. 2)

Тема: «Виготовлення гістологічних мікропрепаратів органів тварин та людини».

Мета:

Освітня:

- поглиблення знань учнів про структуру та локалізацію різних типів тканин у тваринному організмі та організмі людини;
- ознайомити учнів з методикою гістотехніки, сформувати уявлення про способи дослідження органів на тканинному та клітинному рівнях

Розвиваюча:

- розвивати спостережливість, усвідомлення акуратності та чіткості проведення наукових досліджень;
- зацікавленість методами наукових досліджень у біології, сприяти профорієнтації учнів

Виховна:

- виховувати бережливе ставлення до тварин, власного здоров'я, важливість здорового способу життя,
- прищеплювати усвідомлення безпеки при роботі з приладами та реактивами;
- повагу до професії біолога-науковці та медичного працівника.

Вид та форма уроку: урок-розповідь, бесіда.

Обладнання: комп'ютер, проектор, мультимедійна презентація, мікропрепарати, зошит.

Література: Остапченко, Л. І., Балан, П. Г., & Поліщук, В. П. (2017) *Біологія: підруч. для 9-го кл. загальноосвіт. навч.закл.* Київ: Генеза.

Хід уроку:

I. Організаційний момент.

Привітання. Перекличка.

II. Актуалізація опорних знань.

1. З чого складаються всі органи нашого організму?

З тканин.

2. *Що таке тканина? Ким було введено цей термін?*

Тканина – це сукупність клітин, подібних за будовою, що мають спільне походження та виконують однакові функції. Термін ввів науковець Г. Грю.

2. *Які типи тканин тваринного організму Вам відомі?*

Епітеліальна, сполучна, м'язова та нервова.

III. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності учнів.

Як на Вашу думу, навіщо досліджувати тканини у тварин та людини? Згадайте, що під час вивчення теми «Тканини тваринного організму» Ви розглядали зразки різних тканин під мікроскопом. А чи замислювалися Ви, як були виготовлені ці малесенькі зразки? Адже кожна тканина знаходиться у досить великих органах. Сьогодні я ознайомлю Вас з методикою виготовлення таких мікроскопічних препаратів.

Мікроскопічний препарат певної тканини являє собою дуже тонесенький зріз того чи іншого органу, в якому ця тканина зосереджена. Більшість тканин або безбарвні, або ж втрачають природній колір під час виготовлення мікропрепарату. Тому, зрізи прийнято зафарбовувати певними барвниками для кращої візуалізації тих чи інших структур. Загалом, виготовлення зрізу будь-якої тканини здійснюється за наступними етапами:

1. *Вирізання (відпрепарування) з організму шматочка потрібного органу. Якщо це відбувається прижиттєво, то називатиметься біопсія, а якщо з мертвого організму – аутопсія.*

2. *Фіксація вирізаного шматочка у рідинах, які зберігають прижиттєві структури тканин і запобігають процесам деградації. Найчастіше такою фіксуючою речовиною є формалін.*

3. *Дегідратація (зневоднення) шматочка – поступове відбирання води із шматочка. Цей етап здійснюється шляхом поміщення тканини у*

спирти зростаючої міцності (від 60% до 100 %) на певний час (залежно від типу тканини).

4. Заливання шматочка органу розплавленим парафіном з воском та наступного затвердіння парафіну. Таким чином, шматок органу виявляється вбудованим у затверділий парафін.

5. Отриманий «брусочок» тоненько нарізають на спеціальному приладі – мікротомі. Дотримання техніки безпеки при роботі з мікротомом! Отримані зрізи переносять на поверхню теплої води, а потім – натягують

6. Скельця просушують. А парафін, що оточує зріз самої тканини, видаляють, поміщаючи скельця зі зрізами у спеціальні речовини, які розчиняють парафін – хлороформ або ксилол.

7. Зрізи фарбують для того, щоб безбарвні структури тканин набули певного забарвлення та стали видимими під мікроскопом. Найчастіше використовують два барвники: гематоксилін, який зафарбовує ядра у темно-фіолетовий колір, та еозин – зафарбовує цитоплазму у рожевий колір.

8. Зрізи накривають покривним скельцем та знову висушують.

9. Готові мікропрепарати розглядають під мікроскопом.

3.2.3. Розробка тестових завдань для 7 класу

Заключним етапом вивчення матеріалу є його перевірка учителем або самоперевірка з метою закріплення набутих знань. Тестова форма опитування набуває все більшого поширення у сучасній системі освіти. Доступність баз тестів у світовій електронній мережі значно полегшує самопідготовку учнів та роботу вчителя.

Так у розрізі обраної тематики кваліфікаційної роботи ми розробили трирівневих пакет тестів на тему «Комахи» та розмістили їх на одній із найбільш поширених в Україні онлайн-платформі – «GogleDisk».

Посилання надано вчителю Снідавського ЗНЗ I-III ступенів та впроваджується у навчальному процесі.

"Тип Членистоногі, клас Комахи" для учнів 7 класу

Початковий рівень (тести репродуктивного характеру):

1) *Як називаються органи дихання комах?*

- а) легеневі мішки
- б) зябра
- в) трахеї
- г) мальпігієві судини

Правильна відповідь: в

2) *Яка речовина міститься у складі кутикули комах?*

- а) вапняк;
- б) целюлоза;
- в) фосфат кальцію
- г) хітин

Правильна відповідь: г

3) *Скільки ніг у комах?*

- а) 4
- б) 6
- в) 8
- г) 10

Правильна відповідь: б

4) *Як називається стадія життєвого циклу комах, на якій вона здатна до розмноження?*

- а) Яйце
- б) Личинка
- в) лялечка
- г) Імаго

Правильна відповідь: г

5) *Скільки крил у більшості комах?*

- а) 1 пара;
- б) 2 пари;
- в) 3 пари;

г) 4 пари

Правильна відповідь: б

б) Органи виділення комах, як і інших наземних членистоногих, називаються ...

а) мальпігієві судини;

б) зелені залози;

в) протонефридії;

г) нирки

Правильна відповідь: а

7) З яких частин складаються груди у комах?

а) передньо-, середньо- та задньогруди;

б) з 12-и сегментів;

в) з передньо- та задньогрудей

г) груди несегментовані

Правильна відповідь: а

8) Яка функція жала в бджіл?

а) захист від ворогів

б) споживання меду

в) збирання нектару

г) виробництво воску

Правильна відповідь: а

9) Головний мозок (надглотковий ганглії) у комах складається з таких відділів....

а) верхній і нижній;

б) початковий і кінцевий;

в) передній, середній, задній;

г) присередній і два бічні

Правильна відповідь: в

10. У комах, що проходять розвиток з неповним метаморфозом, відсутня така стадія розвитку...

а) яйце;

б) личинка;

в) лялечка;

г) імаго

Правильна відповідь: в

Середній рівень (тести репродуктивного характеру підвищеної складності):

1. Який ротовий апарат виник у процесі еволюції першим?

- А) гризучий;
- Б) гризучо-лижучий;
- В) колючо-сисний;
- Г) лижучий

Правильна відповідь: а)

2. Які комахи є соціальними і живуть в складних суспільствах зі спеціалізованими ролями?

- а) мурашки, терміти, оси;
- б) таргани, клопи, бджоли;
- в) попелиці, метелики, воші;
- г) джмелі, сонечка, гедзі

Правильна відповідь: а).

3. До комах з ряду Двокрилих належать ...

- а) бджоли, їздці, джмелі, шершні;
- б) комарі, мухи, москити, гедзі;
- в) оводи, метелики, бабки;
- г) таргани, терміти, сонечка

Правильна відповідь: б.

4) Якого типу ротовий апарат у метеликів на стадії імаго та на стадії личинки?

- а) у імаго – гризучий, у личинки – колючо-сисний;
- б) у імаго – сисний, у личинки – гризучий;
- в) у імаго – колючо-сисний, у личинки – лижучий;
- г) і у імаго, і у личинки – гризучий

Правильна відповідь: б.

5) Яка комаха має здатність виробляти папір?

- а) ембія;
- б) шовкопряд;
- в) жук-бомбардир;
- г) оса

Правильна відповідь: г.

б) У лижучому ротовому апараті хоботок утворюється з ...?

- а) верхньої губи;
 - б) нижньої губи;
 - в) верхніх щелеп;
 - г) нижніх щелеп
- Правильна відповідь: б.

7) Основним продуктом азотистого обміну у комах є ...

- а) сечовина;
- б) сечова кислота;
- в) гуанін;
- г) аміак

Правильна відповідь: б.

8) Органи слуху комах – тимпанальні органи у коників та сарани розміщені на

- а) голові;
- б) грудях;
- в) гомілках ніг;
- г) черевці

Правильна відповідь: в.

9) Виберіть перелік комах, у якому всі представники – переносники збудників захворювань людини.

- а) оса, комар звичайний, тарган;
- б) жук-бомбардир, гедзь бичачий, муха хатня;
- в) комар звичайний, жук-носоріг, попелиці;
- г) воша, мошка, москіт

Правильна відповідь: г.

10) Яким чином коники виробляють звуки?

- а) за допомогою ротового апарату;
- б) за допомогою тертя задньої пари ніг;
- в) за допомогою тертя жилок на передніх крилах;
- г) за допомогою тертя жилок на задніх крилах

Правильна відповідь: в.

Високий рівень (3 тести) :

1. Розгадайте ребус. Зашифроване слово: назва плідної самки у колоніях суспільних перетинчастокрилих.

Дайте відповідь та поставлені запитання.

1. Чергування у життєвому циклі тварин статевого та безстатевого поколінь називається....

2. Найбільш поширені представники гіллястовусих раків – це ...

3. Проміжним хазяїном у циклі розвитку печінкового сисуна є молюск....

4. Споживання одними тваринами посліду інших має назву...

5. Порожнина тіла у кишковопорожнинних називається...

1	М	Е	Т	А	Г	Е	Н	Е	З	
2	Д	А	Ф	Н	І	Я				
3	С	Т	А	В	К	О	В	И	К	
4	К	О	П	Р	О	Ф	А	Г	І	Я
5	Г	А	С	Т	Р	А	Л	Ь	Н	А

2. Учням запропоновано поспостерігати за звичною поведінкою хатньої мухи (відеофрагмент).

Завдання: співвіднесіть окремі епізоди поведінки із трактуванням їх значення.

1. *Потирання передніх лапок між собою....*

А) для розігріву;

Б) для очищення смакових рецепторів;

В) для настороження.

2. *Хоботок, що відходить від голови, являє собою...*

А) максили, що злилися і утворили трубку;

Б) максили, мандибули, нижню та верхню губи, що складаються у колючо-сисний хоботок;

В) видовжену нижню губу.

3. *Розмістивши хоботок на твердих продуктах харчування, муха ...*

А) гризе їх;

Б) розріджує краплею слини, після чого висмоктує;

В) не живиться на твердих субстратах.

4. *Муха відкладає яйця та поверхню продуктів харчування задля...*

А) їжі для майбутніх личинок;

Б) доступу повітря;

В) випадково, у місці власного живлення

5. Характерний звук при польоті мухи виробляється...

- А) передньою парою крил;
- Б) дзижчальцями;
- В) двома парами крил.

Запишіть у таблиці вибрані літери під відповідними цифрам.

1	2	3	4	5
Б	В	Б	А	Б

3. Встановіть відповідності між видом комахи, типом її ротового апарату та типом крил.

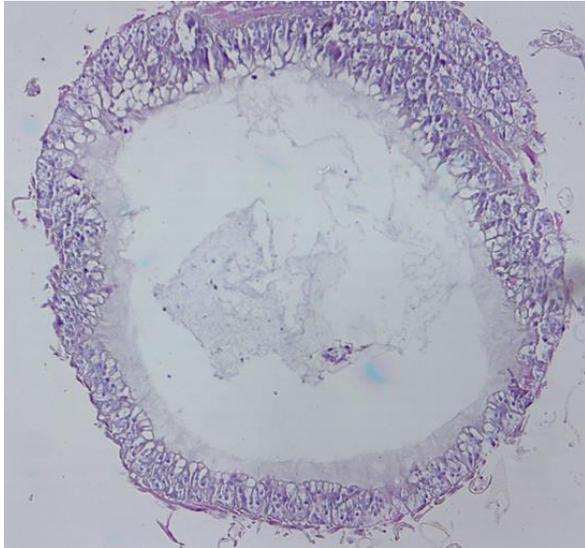
Комар звичайний	1. колючо-сисний	А. крила редуковані
Жук сонечко двоцяткове	2. Гризучо-лижучий	Б. надкрила хітинізовані, задні крила перетинчасті
Бджола медоносна	3. гризучий	В. передня частина передніх крил тверда хітинізована, шкіряста; задня частина передніх крил – перетинчаста. задні крила перетинчасті
Клоп щавлевий	4. колючо-сисний	Г. передня пара крил перетинчасті, задня – редуковані і перетворені у дзижчальця
Пухойд	5.гризучий	Д. обидві пари крил перетинчасті

Відповіді:

- Комар звичайний – 1(4) – Г
- Жук сонечко двоцяткове - 3(5) – Б
- Бджола медоносна – 2 – Д
- Клоп щавлевий – 4(1) – В
- Пухойд - 5(3) – А

3.2.4. Розробка завдання для практичного туру олімпіади з біології

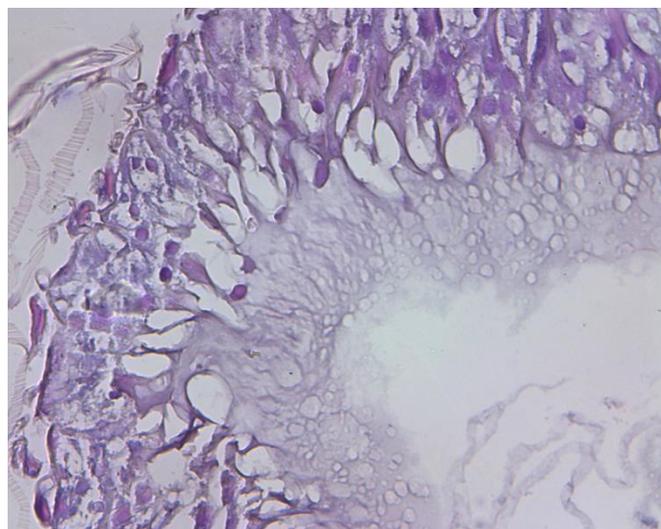
Гістологічні зрізи можуть бути використані в якості препаратів для практичного туру олімпіади з біології у розрізі теми «Загальна біологія. Тканини». Так, невідомий мікропрепарат («Зріз кишки бджоли медоносної») без підпису демонструється учням під мікроскопом або на екрані. Учасникам олімпіади пропонується розпізнати препарат, відповівши на наступні запитання:



1. Яким типом тканин утворений представлений орган?
2. Вкажіть ознаки, за якими Ви визначили саме цей тип тканини.
3. Припустіть, з якого органу виготовлений даний зріз.
4. Замалюйте побачене із позначеннями окремих структур.

Мікропрепарат: «Поперечний зріз кишечника бджоли медоносної»

(^x64)



Мікропрепарат: *«Поперечний зріз кишечника бджоли медоносної»*
(×640)

ВИСНОВКИ

1. При низькотемпературному утриманню бджіл на препаратах вентрикулюсу спостерігалися наступні відмінності порівняно з високотемпературним: інтенсивніша секреція та вакуолізація цитоплазми епітеліоцитів, кращий розвиток рабдому та мікрофлори у просвіті кишки. Деякі з клітин мальпігієвих судин містили вакуолі у цитоплазмі.
2. При додаванні препарату «Ariplasma» до фруктозної дієти спостерігається посилення секреторної активності клітин та розвитку мікрофлори у просвіті кишки.
3. Апробовано та показано можливість застосуванням гістологічних мікропрепаратів середньої кишки та мальпігієвих судин медоносних бджіл як наочних матеріалів у процесі вивчення біології в загальноосвітній школі.
4. Розроблено лабораторне заняття на тему: «Тканинна організація окремих органів комах (на прикладі бджоли медоносної)», а також урок-бесіду на тему «Виготовлення мікроскопічних препаратів тканин тварин та людини», запропоновано завдання для практичного туру олімпіади з біології.
5. Створено масив трирівневих тестів на тему «Клас Комахи» та розміщено його на платформі «GogleDisk».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексієнко, С. (2010). Інноваційні технології навчання як засіб розвитку творчої активності учнів. *Біологія. Шкільний світ*, 10, 2–5.
2. Величко, Л. (2011). Предметні компетенції з хімії: перше наближення. *Біологія і хімія в школі*, 4, 10–13.
3. Грицай, Н. Б. (2016). *Методика навчання біології*. Рівне: ТзОВ «Дока центр».
4. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF>
5. Караван, В. В., Царук, В. І., Череватов, В. Ф., & Язловицька, Л. С. (2018). Глутатіон-S-трансферазна активність бджіл-фуражирів *Apis mellifera* L. при літній підгодівлі певними вуглеводними дієтами. *Біол. Сист. Наук. Віс. Чернів. Ун.* 10(1), 20-28.
6. Левків, С. П. (2014). Формування екологічної компетентності учнів на уроках біології. *Модернізація вищої освіти в Україні та за кордоном : збірник наукових праць*. Житомир.
7. Матяш, Н. Ю. (2018). Фундаменталізація шкільної біологічної освіти – основа формування предметної компетентності учня. *Український педагогічний журнал*, 1, 54–60.
8. Матяш, Н. Ю., Коршевнік, Т. В., Рибалко, Л. М., & Козленко О. Г. (2019). *Навчання біології учнів основної школи*. Київ: КОНВІ ПРІНТ

9. Москаленко, М. П., Вакал, А. П., Міронець Л. П. (2019). Роль практичних робіт у реалізації компетентнісного потенціалу навчального предмету «біологія» в 6 класі закладів загальної середньої освіти. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*, 2(14), 23-28.
10. Остапченко, Л. І., Балан, П. Г., & Поліщук, В. П. (2017). *Біологія: підруч. для 9-го кл. загальноосвіт. навч. закл.* Київ: Генеза.
11. Остапченко, Л. І., Балан, П. Г., Серебряков, В. В., Матяш, Н. Ю & Горобчишин, В. А. (2020). *Біологія: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти* Київ.
12. Рибалко, Л. М. (2017). Авторська концепція підручників з біології на засадах компетентнісного підходу до навчання. *Проблеми сучасного підручника: збірник наукових праць*. Київ. 18, 102–108.
13. Сидорович, М.(2015). Узагальнення знань учнів з біології клітини. *Біологія і хімія в рідній школі*. Київ, 4, 18.
14. Сухомлинський, В. О. (1988). *Сто порад учителеві*. Київ.
15. Федоряк, М. М., Тимочко, Л. І., Шкробанець, О. О., Жук, А. В. та ін. (2020). Результати стандартизованого опитування бджолярів щодо втрат колоній *Apis mellifera* L. в Україні після зимівлі 2018-2019 рр. *Вісник Харківського національного університету імені ВН Каразіна серія «Екологія»*. 23,124-138.
16. Федоряк, М. М., Шкробанець, О. О., Кульманов, О. М., Тимочко Л.І., et al. (2019). Втрати колоній *Apis mellifera* L. після зимівлі 2018-2019 рр. в Україні. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Стале бджільництво в Україні». Чернівці. 96-98.

17. Федоряк, М. М., Тимочко, Л. І., Шкробанець, О. О., Жук, А. В., та ін. (2021). Результати щорічного моніторингу зимових втрат бджолиних колоній в Україні: зимівля 2019–2020 рр. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*. 25, 111–124.
18. Цубенко, В. Д. (2021). Засоби розвитку компетентностей учнів на уроках біології. *Сучасні методи навчання у процесі викладання біології. Серія: Біологічні науки*, 198-203.
19. Ягенська, Г., & Степанюк, А. (2021). *Формування дослідницьких умінь школярів у галузі природничих наук*. Тернопіль.
20. Fedoriak, M. M., Tymochko, L. I., Kulmanov, O. M., Volkov, R. A., & Rudenko S. S. (2017). Monitoring of honey bee (*Apis mellifera* L.) colony losses after the winter 2015-2016 in Ukraine. *Ukrainian journal of Ecology*, 7(4),604-613
21. Fedoriak, M. M., Angelstam, P., Kulmanov, O. M., Tymochko, L. I., Rudenko, S.S., & Volkov, R.A. (2019). Ukraine is Moving Forward from “Undiscovered Honey Land” to Active Participation in International Monitoring of Honey Bee Colony Losses. *Bee World*, 96(2), 50-54.
22. Camilli, M. P., de Barros, D. C. B., Justulin, L. A. et al. (2020). Protein feed stimulates the development of mandibular glands of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Apicultural Research*,1-7.
23. Carrillo, M. P., Kadri, S. M., Veiga, N.,& Orsi? R. D. O. (2015). Energetic feedings influence beeswax production by *Apis mellifera* L. honeybees. *Acta Scientiarum. Animal Sciences?* 37(1), 73-76.
24. Chapman, R. F. (2013). *The Insects. Structure and Function*. Cambridge University Press,

25. Cruz-Landim, C., & Cavalcante, V. M. (2003). Ultrastructural and Cytochemical Aspects of Metamorphosis in the Midgut of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae: Apinae). *Zoological science*, 20, 1099-1107.
26. Dahlmann, B., Jany, K.-D., & Pfeleiderer, G. (1978). The midgut endopeptidases of the honey bee (*Apis mellifica*): comparison of the enzymes in different ontogenetic stages. *Insect Biochem.*, 8, 203-211.
27. de Jong, E. W., DeGrandi-Hoffman, G., & Chen, Y. (2019). Effects of diets containing different concentrations of pollen and pollen substitutes on physiology, Nosema burden, and virus titers in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 50(6), 845-858.
28. Gajger, I., Smodiš Škerl, M. I., Šoštari, P. et al. (2021). Physiological and Immunological Status of Adult Honeybees (*Apis mellifera*) Fed Sugar Syrup Supplemented with Pentadecapeptide BPC 157. *Biology*, 10. 891.
29. Ge, Y., Zhongwang, J., Qingyun D., Ji-Zheng H. et. al. (2021). Host Species and Geography Differentiate Honeybee Gut Bacterial Communities by Changing the Relative Contribution of Community Assembly Processes. *American Society For Microbiology*, 12(3), 21.
30. Geng, L.-L., Cui, H.-J., Dai, P.-L. (2013). The influence of Bt-transgenic maize pollen on the bacterial diversity in the midgut of *Apis mellifera ligustica*. *Apidologie*, 44,198-208.
31. Gilliam, M., Prest, D.B., Lorenz, B.J. (1989). Microbiology of pollen and bee bread: Taxonomy and enzymology of molds. *Apidologie*, 20, 53-68.
32. Haydak, M. H. (1970). Honey bee nutrition. *Annual Review of Entomology*, 15,143-156.

33. Hsu, C.-K., Wang, D.-Y., Wu, M.-C. (2021). A Potential Fungal Probiotic *Aureobasidium melanogenum* CK-CsC for the Western Honey Bee, *Apis mellifera*. *J. Fungi*,7,508-517.
34. Jones, B., Shipley, E., Arnold, K. E. (2018). Social immunity in honeybees – Density dependence, diet, and body mass trade-offs. *Ecol. Evol.*, 8, 4852-4859.
35. Mandla, R., & Kumar, N. R. (2016). Comparison of carbohydrates in the worker, drone and queen brood food of *Apis mellifera* during spring. *Journal of Global Biosciences*. 5(3), 3765-3768.
36. Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T. et al. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*. 540(7632). 220-229.
37. Raes, H., Verbeke, M., & Meulemans, W. (1994). Organisation and ultrastructure of the regenerative crypts in the of the adult worker honey bee (*mellifera*) midgut (*Apis mellifera* L.). *Tissue and cell*. 26(2). 231-23.
38. Sagili, R.R., Pankiw, T., Zhu-Salzman, K. (2005). Effects of soybean trypsin inhibitor on hypopharyngeal glandprotein content, total midgut protease activity and survival of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology*, 51. 953-957.
39. Seiwerth, S., Milavic, M., Vukojevic J. et al. (2021). Stable Gastric Pentadecapeptide BPC 157 and Wound Healing. *Front. Pharmacol*. 12, 627533.
40. Snodgrass, R. E. (1956). *Anatomy of the honeybee*. Cornell University.
41. vanEngelsdorp, D., Hayes J., Underwood, R., Pettis, J.S. (2010). A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 7-14.

42. D'Urso, V. Mazzeo, G., Vaccalluzzo, V., Sabella G. et al. (2017). Observations on midgut of *Apis mellifera* workers (Hymenoptera: Apoidea) under controlled acute exposures to a *Bacillus thuringiensis*-based biopesticide. *Apidologie*.48(1), 51–62.