

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра екології та технологій
захисту навколишнього середовища

І. І. Клімкіна, В. В. Федотов

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З
ДИСЦИПЛІН «ЗАГАЛЬНА БІОЛОГІЯ» ТА «БІОЛОГІЯ»
для студентів спеціальностей 091 «Біологія», 101 «Екологія» та
183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Дніпро
НТУ «ДП»
2019

Клімкіна, І.І. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Загальна біологія» та «Біологія» для студентів спеціальностей 091 «Біологія», 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» [Текст] / І.І. Клімкіна, В.В. Федотов; НТУ «Дніпровська політехніка». — Дніпро: НТУ «ДП», 2019. — 76 с.

Автори:

І.І. Клімкіна, канд. біол. наук, доц.;

В.В. Федотов, асист.

Затверджено до видання методичними комісіями зі спеціальностей 091 «Біологія» (протокол № 2 від 12.02.2019 р.), 101 «Екологія» (протокол № 2 від 13.02.2019 р.) та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (протокол № 2 від 13.02.2019 р.) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол № 6 від 13.02.2019 р.)

У методичних рекомендаціях подано короткі відомості про загальні й окремі закономірності життя у всіх його проявах та на всіх рівнях біологічної організації. Рекомендації спрямовані на формування у студентів знань і практичних навичок з біологічних досліджень щодо визначення функціональних і структурних особливостей, а також нормальних показників або порушень метаболізму і гомеостазу живих організмів і та екосистем для виявлення та усунення негативних наслідків впливу людини на природу.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, д-р техн. наук, проф. А.В. Павличенко

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Загальна біологія» та «Біологія» призначаються студентам спеціальностей 091 «Біологія», 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

Рекомендації розкривають основні методологічні напрями біологічних досліджень, які можуть бути застосовані до вирішення таких важливих науково-прикладних завдань сучасності, як охорона довкілля, раціональне використання природних ресурсів, збереження різноманітності біологічних видів, моніторинг навколишнього середовища тощо. В основу першої частини лабораторного практикуму покладено цитологічні методи досліджень. Навички, яких набувають студенти, засвоюючи розглянутий матеріал, можуть бути корисними для діагностики стану довкілля методами біоіндикації в умовах техногенно-навантажених ландшафтів, для визначення ступеня біологічної трансформації внаслідок техногенезу, а також при дослідженні адаптивних можливостей живих організмів.

В результаті вивчення курсу студенти повинні:

- *знати* про клітинні та неклітинні форми життя, будову та функції прокариотичних й еукаріотичних клітин; хімічну організацію клітин; обмін речовин і перетворення енергії в клітині; типи розмноження та особливості розвитку живих організмів в онтогенезі; основні закономірності спадковості та мінливості організмів; загальні положення еволюційного вчення, типи відборів, механізми видоутворення та еволюційних процесів; різноманіття тваринного та рослинного світу; біологічні та екологічні особливості і групи тварин і рослин; реакції живих організмів різного рівня організації на вплив факторів навколишнього середовища;

- *вміти* працювати з мікроскопом, з постійними та тимчасовими препаратами; працювати з мікропрепаратами, з колекційним матеріалом та живими об'єктами; аналізувати та оцінювати вплив факторів зовнішнього середовища на живі організми; мати навички роботи з біологічним матеріалом, вміти поставити експеримент; аналізувати причини та процеси еволюційних змін як в екосистемах, так і в біосфері взагалі; прогнозувати можливості та вірогідність тих чи інших змін в біологічних системах; працювати з визначниками рослин та тварин; здійснювати дослідження видового різноманіття різних груп рослин та тварин в біоценозах з використанням біологічних методик.

Методичні рекомендації містять стислий огляд теоретичного матеріалу, перелік відповідних його розділам лабораторних робіт, контрольних завдань, питання для самоконтролю, довідковий матеріал у вигляді схем, рисунків, таблиць, список рекомендованої літератури. Їх метою є практичне закріплення знань з лекційного курсу даних дисциплін.

РОЗДІЛ I. ОСНОВИ РОБОТИ З МІКРОСКОПОМ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Світловий мікроскоп: будова, принцип роботи, правила експлуатації

Мета роботи: Ознайомитись з принципом роботи, будовою, різновидами та правилами експлуатації мікроскопів.

Матеріали й обладнання: мікроскопи типу МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні скельця, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода; готові препарати біологічного матеріалу.

1.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Світловий (біологічний) мікроскоп – це оптичний прилад, за допомогою якого можна одержати збільшене обернене зображення досліджуваного об'єкта й розглянути дрібні деталі його будови, розміри яких перебувають далеко за межами розрізнявальної здатності людського ока.

Мікроскоп біологічний робочий МБР-1 (рис. 1.1, А). Мікроскоп цієї марки широко використовується у навчальних, біологічних і медичних лабораторіях. Він дає збільшення від 56 до 1350 разів.

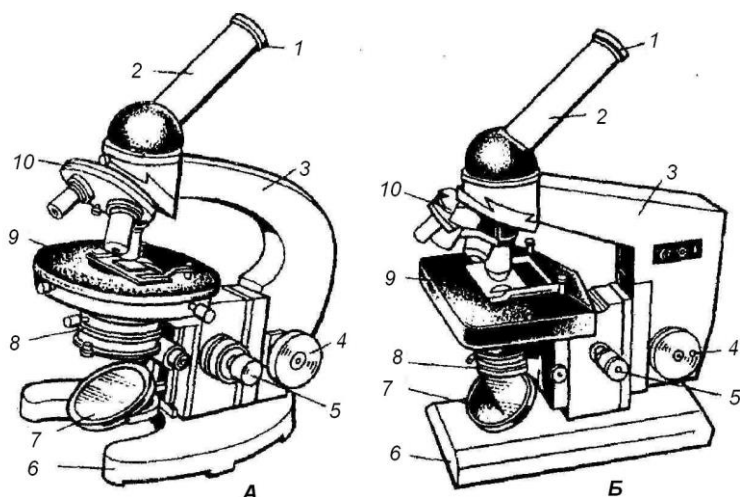


Рис. 1.1 Світлові мікроскопи: А – МБР-1; Б – «Біолам»: 1 – окуляр, 2 – тубус, 3 – тубусотримач, 4 – гвинт грубого налаштування, 5 – гвинт тонкого налаштування, 6 – підставка, 7 – дзеркало, 8 – конденсор й ірисова діафрагма, 9 – предметний столик, 10 – револьвер з об'єктивами

У мікроскопі виділяють дві системи: оптичну й механічну. До оптичної системи відносять об'єктиви, окуляри й освітлювальний пристрій.

Об'єктив – одна з найважливіших частин мікроскопа. За його допомогою одержують збільшене дійсне, але обернене зображення об'єкта й виявляють тонкі деталі його структури. Він визначає *корисне збільшення* об'єкта, тобто таке, при якому можна виявити нові деталі його будови. *Некорисним* вважають збільшення, при якому розміри об'єкта зростають у сотні й більше разів, але при цьому не виявляються нові деталі його будови.

Об'єктив складається з металевого циліндра та вмонтованих у нього лінз, кількість яких може бути різною. Першу лінзу, повернуту до препарату, називають *фронтальною*. У верхній частині об'єктива є гвинтова нарізь, за допомогою якої його угвинчують у гніздо револьвера. Збільшення об'єктива позначене на ньому цифрами. Мікроскоп МБР-1 укомплектований трьома

об'єктивами: x8, x40, x90, мікроскоп «Біолам» – п'ятьма: x10, x20, x40, x60, x90. Для навчальних потреб частіше використовують об'єктиви x8 або x10 і x40.

Якість об'єктива визначає його *розрізнявальну здатність*. Так, неозброєним оком людина може розрізнити дві дуже близько розташовані лінії або дві крапки лише в тому випадку, якщо відстань між ними буде не меншою 0,15 мм (150 мкм). Якщо ж ця відстань менша, то дві лінії або дві крапки зливаються в одну, Таким чином, *розрізнявальна* здатність ока людини дорівнює 150 мкм. Природно, чим більша розрізнявальна здатність об'єктива, тим чіткіше видно дрібніші елементи спостережуваного об'єкта. Для об'єктива x8 розрізнявальна здатність дорівнює 1,68 мкм, для об'єктива x40 – 0,52, для об'єктива x90 – 0,27 мкм. Величину розрізнявальної здатності позначено на кожному об'єктиві. На показник розрізнявальної здатності впливає діаметр фронтальної лінзи – чим він менший, тим більша її розрізнявальна здатність.

Якість зображення, особливо при використанні об'єктивів значного збільшення, залежить також від товщини предметного й покривного стекл. Нормальна товщина предметного скла 1,2 мм, покривного – 0,17 мм.

Окуляр, подібно до лупи, дає пряме, уявне збільшене зображення спостережуваного об'єкта, створене об'єктивом. Цей засіб не виявляє нових деталей будови, а тому його збільшення *уявне*. Окуляр має простішу будову, ніж об'єктив. Він складається з двох – трьох лінз, умонтованих у металевий циліндр. Між лінзами розташована постійна діафрагма, яка визначає межі поля зору. Нижня лінза фокусує побудоване об'єктивом зображення об'єкта дослідження у площині діафрагми, а верхня служить безпосередньо для спостереження. Здатність окулярів до збільшення позначається на них такими цифрами: x7, x10, x15.

Для визначення *загального збільшення* мікроскопа необхідно помножити збільшення об'єктива на збільшення окуляра (наприклад, 90x10).

Освітлювальний пристрій складається із дзеркала і конденсора, обладнаного ірисовою діафрагмою, що розташовані під предметним столиком. Цей пристрій призначається для освітлення об'єкта пучком світла.

Дзеркало служить для спрямування пучка світла через конденсор та отвір предметного столика на об'єкт. Воно має дві поверхні: плоску й увігнуту. У навчальних лабораторіях з розсіяним освітленням звичайно використовують увігнуту поверхню дзеркала. Дзеркало закріплене на штативі таким чином, що воно може обертатися у двох взаємно перпендикулярних площинах.

Конденсор складається із двох – трьох лінз, укладених у металевий циліндр. При підніманні або опусканні його за допомогою спеціального гвинта відповідно конденсується або розсіюється світло, що падає від дзеркала на об'єкт.

Ірисова діафрагма розташована між дзеркалом і конденсором. Вона служить для зміни діаметра світлового потоку, спрямованого дзеркалом через конденсор на об'єкт відповідно до діаметра фронтальної лінзи об'єктива, і складається з тонких металевих пластинок. За допомогою важільця їх можна або з'єднувати, повністю закриваючи нижню лінзу конденсора, або розводити, збільшуючи потік світла.

Механічна система мікроскопа складається з підставки, коробки, обладнаної гвинтом тонкого налаштування, тубусотримача, гвинта грубого налаштування, кронштейна конденсора, гвинта переміщення конденсора, револьвера й предметного столика.

Коробка з механізмом тонкого налаштування, побудована за принципом взаємодіючих шестерень, прикріплена до підставки нерухомо. *Гвинт тонкого налаштування* використовується для незначного (на мікрометри) переміщення тубусотримача, а отже, й об'єктива. Повний оберт мікрогвинта пересуває тубусотримач на 100 мкм, а поворот на одну поділку опускає або піднімає тубусотримач на 2 мкм.

Щоб уникнути псування мікрогвинтового механізму, дозволяється рухати мікрогвинт в один бік *не більше ніж на половину оберта*.

Тубус, або *труба*, являє собою циліндр, у який зверху вставляють окуляр. Тубус рухомо з'єднується з головкою тубусотримача й фіксується стопорним гвинтом у певному положенні. Послабивши стопорний гвинт, тубус можна зняти.

Револьвер призначено для швидкої зміни об'єтивів. Центроване положення об'єктива забезпечує засувка, розташована всередині револьвера.

Тубусотримач служить для кріплення тубуса й револьвера. У сучасних мікроскопах з похилим тубусом тубусотримач рухомо з'єднується з коробкою мікрогвинта за допомогою рейки, оснащеної гребінцевою нарізкою, й зубчастим колесом – гвинтом грубого налаштування.

Гвинт грубого налаштування використовують для значного переміщення тубусотримача, а отже й об'єктива з метою фокусування об'єкта при малому збільшенні.

Предметний столик слугує для розташування на ньому досліджуваного препарату. Посередині столика є круглий отвір, у який входить фронтальна лінза конденсора. У приладі МБР-1 предметний столик круглий, а на ньому розміщено рухомий диск. Його можна обертати навколо осі й пересувати у двох взаємно перпендикулярних напрямках за допомогою двох гвинтів, розташованих праворуч і ліворуч від столика. Стопорний гвинт дозволяє фіксувати диск у певному положенні. На столику є дві пружні клеми – затискачі, що закріплюють препарат.

1.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Ознайомитися з будовою біологічного мікроскопа (МБР-1 або «Біолам»).
2. Засвоїти найважливіші правила роботи з мікроскопом.

Порядок виконання роботи

Правила роботи з біологічними мікроскопами

Для успішного дослідження біологічних об'єктів необхідно послідовно виконати передбачені методикою дії, дотримуючись спеціальних правил роботи з мікроскопом.

1. З мікроскопом працюють тільки сидячи. Висота стільця повинна бути такою, щоб можна було дивитися в окуляр, сидячи прямо, не згинаючись і не підводячись.

2. Відкривають повністю діафрагму, піднімають конденсор у крайнє верхнє положення, щоб його фронтальна лінза перебувала на одному рівні з предметним столиком. Якщо столик не відцентровано, то його пересувають за допомогою гвинтів таким чином, щоб лінза конденсора потрапила в центр отвору столика.

3. Ставлять об'єктив $\times 8$ або $\times 10$ у робоче положення – на відстань 1 см від предметного столика. Роботу з мікроскопом *завжди починають із малого збільшення*.

4. Дивлячись лівим оком в окуляр і користуючись увігнутиим дзеркалом, направляють світло від вікна (але не пряме сонячне) або від електричної лампи (якщо вона не матова, то в кільце під конденсором вкладають матове скло) в об'єктив та максимально й рівномірно висвітлюють поле зору.

5. Кладуть препарат на предметний столик так, щоб досліджуваний об'єкт перебував під об'єктивом, і, *дивлячись збоку*, опускають об'єктив за допомогою гвинта грубого наведення до тих пір, поки відстань між фронтальною лінзою об'єктива й препаратом не стане 4–5 мм.

6. Дивлячись лівим оком в окуляр і обертаючи гвинт грубого налаштування на себе, *плавно піднімають* об'єктив до положення, при якому добре видно зображення об'єкта. Пересуваючи препарат рукою, знаходять потрібне місце, розташовують його в центрі поля зору й закріплюють препарат клемами.

Не можна дивитися в окуляр і опускати об'єктив, обертаючи гвинт грубого налаштування від себе, бо при цьому фронтальна лінза може роздавити покривне скельце й на ній з'являться подряпини.

7. Для більшої чіткості зображення необхідно зіставити діаметри пучка світла, що потрапляє в об'єктив, і фронтальної лінзи об'єктива. З цією метою виймають окуляр і, дивлячись у тубус, повільно закривають отвір діафрагми доти, поки її краї не з'являться на межі вихідної зіниці об'єктива.

При занадто сильному освітленні збільшують контрастність зображення, опускаючи конденсор.

8. Для вивчення якої-небудь ділянки об'єкта при *великому збільшенні* переміщують її в центр поля зору, *рухаючи препарат рукою*. Після цього повертають револьвер так, щоб об'єктив $\times 40$ перейшов у робоче положення (*об'єктив не піднімати!*). За допомогою *мікрогвинта* отримують чітке зображення об'єкта. На коробці мікрогвинтового механізму є дві риски, а на мікрогвинті – помітка у вигляді крапки. Вона має бути між рисками. Якщо крапка виходить за межі рисок, то її необхідно встановити в нормальне положення.

При недотриманні цього правила мікрогвинт може припинити свою дію. Тоді його повертають у нормальне положення, прокрутивши в протилежний бік.

9. Для великого збільшення препарат можна рухати, *тільки переміщуючи столик* мікроскопа.

10. Після закінчення дослідження з великим збільшенням повертають револьвер, встановлюють мале збільшення і знімають препарат. *Не можна виймати препарат з-під об'єктива х40*, оскільки його робоча відстань дорівнює 0,6 мм, а тому переміщуючи скло, можна легко зіпсувати фронтальну лінзу.

Догляд за мікроскопом

Тільки при дотриманні правил роботи з мікроскопом він буде добре працювати багато років. Особливо ретельно стежать за чистотою оптичної частини: об'єктивів, окулярів, конденсора, дзеркала. Пил з них змахують спеціальною щіточкою, що входить у комплектацію приладу, а потім протирають чистою бавовняною ганчірочкою, яку зберігають у закритому місці.

Зовсім недопустимо протирати лінзи пальцями, випадковими клаптиками паперу або ганчірками.

Під час роботи лінзи оберігають від механічних ушкоджень і контакту з рідинами, особливо кислотами, реактивами й барвниками, що застосовуються для виготовлення біологічних препаратів.

Якщо рухи механічних частин мікроскопа вимагають певних зусиль, необхідно з'ясувати причину неполадки й усунути її.

Закінчивши роботу, чистою ганчіркою протирають усі частини мікроскопа, накривають його поліетиленовим мішком і ставлять у шафу. Переносять мікроскоп двома руками: однією утримують тубусотримач, другою – підставку.

Контрольні питання

1. У чому полягає принцип роботи світлового мікроскопа?
2. Які існують різновиди мікроскопів?
2. Що являє собою розрізювальна здатність мікроскопа?
4. Від яких частин оптичної системи залежить виявлення дрібних деталей структури об'єкта (корисне збільшення)?
5. Яка межа розрізювальної здатності мікроскопа МБР-1?
6. Чи змінюється робоча відстань при зміні об'єктивів у мікроскопі?
7. Як правильно належить дивитися в окуляр мікроскопа?
8. Чому не можна, дивлячись в окуляр мікроскопа, обертати гвинт грубого налаштування від себе (опускати об'єктив)?
9. Як можна перейти від малого збільшення мікроскопа до великого?
10. За яких умов та з якою метою і яким чином використовують мікрогвинт у мікроскопі?
11. Яким чином готують мікроскоп до зберігання після закінчення роботи?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Виготовлення тимчасових препаратів для мікроскопічного дослідження

Мета роботи: Засвоїти методику виготовлення тимчасових біологічних препаратів.

Матеріали й обладнання: мікроскопи типу МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні скельця, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка,

фільтрувальний папір, дистильована вода; біологічний матеріал: вегетативні органи рослин (стебло, листок герані, фіалки тощо).

2.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

При виготовленні *тимчасових* препаратів досліджуваний об'єкт поміщають на предметне скло в краплю води або гліцерину, розчину реактиву або барвника й накривають покривним скельцем. Такий препарат зберігають не більше місяця.

Препарати, які можна зберігати більш тривалий термін, називають *постійними*.

2.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Оволодіти методикою виготовлення тимчасових біологічних препаратів.
2. Вивчити правила замальовування досліджуваних біологічних об'єктів.

Порядок виконання роботи

Тимчасові препарати готують, дотримуючись такої послідовності дій:

1) миють і ретельно витирають предметне й покривне стекла. Щоб не зламати дуже тендітне покривне скло, його обполіскують у воді, розміщують у складці рушника між великим і вказівним пальцями правої руки й обережно витирають круговими рухами пальців;

2) наносять на предметне скло краплю рідини (вода, гліцерин, розчин реактиву або барвника);

3) роблять зріз досліджуваного органа за допомогою леза або скальпеля;

4) вибравши найтонший зріз, кладуть його на предметне скло в краплю рідини;

5) закривають зріз покривним склом так, щоб під нього не потрапило повітря, для чого беруть його двома пальцями за грані, наближують нижню грань до краю краплі рідини й плавно опускають;

6) якщо рідини багато й вона виливається з-під покривного скельця, надлишок її видаляють шматочком фільтрувального паперу, а коли під покривним скельцем залишилися заповнені повітрям місця, то додають рідину, помістивши її краплю поруч із краєм скельця.

Після вивчення мікроскопічної будови об'єктів їх замальовують. Рисунок виконують від руки. *Детальний* рисунок повинен бути гранично точним, чітким, але без випадкових подробиць. Засобами зображення можуть бути тільки лінії й крапки. Виконують рисунок простим олівцем середньої м'якості. За манерою зображення він нагадує креслярський ескіз.

Рисунок необхідно зробити такої величини, щоб на ньому можна було показати всі необхідні деталі. Пропорції між загальним розміром рисунка і розміром його деталей мають бути збережені. Рисунок постачають пояснювальними написами (рис. 2.1).

При вивченні мікроскопічної будови органів рослин великого значення набуває вміння виконувати *схематичний* рисунок. На ньому елементи тканин наносять у вигляді умовних позначок, без вимальовування окремих клітин. При

цьому неухильно дотримуються пропорцій між розмірами окремих тканин. Схема може бути деталізована рисунками невеликих фрагментів тканини.

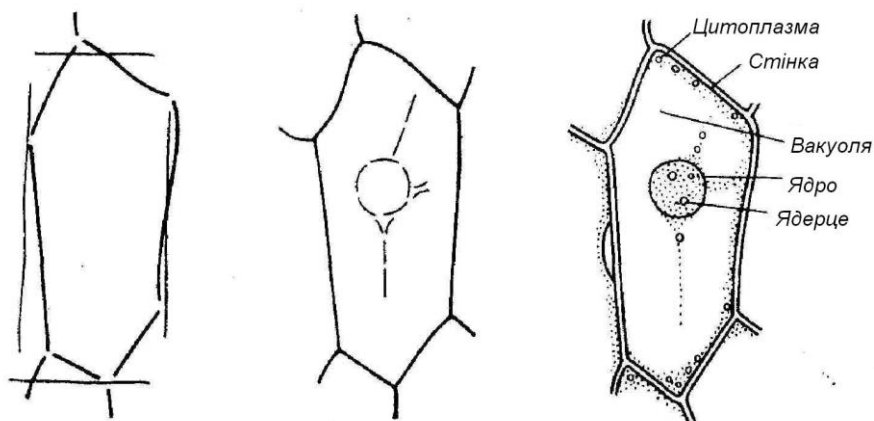


Рис. 2.1 Послідовні етапи побудови рисунка біологічного об'єкта

Рисунок – це не тільки звітний матеріал про виконану роботу, але й метод дослідження. У процесі замальовування препарат аналізують більш уважно й докладно. Завдання студента полягає в тому, щоб навчитися розрізняти деталі будови об'єкта, постійно порівнювати їх між собою.

Контрольні питання

1. Чим відрізняється тимчасовий біологічний препарат від постійного?
2. Для чого потрібне покривне скельце при мікроскопічному дослідженні біооб'єктів?
3. Чому предметні й покривні стекла для мікроскопічного дослідження обов'язково повинні бути певної товщини?
4. Чи можна постійний біологічний препарат класти на предметний столик мікроскопа покривним склом униз?

РОЗДІЛ II. БУДОВА КЛІТИНИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Вивчення будови рослинної клітини

Мета роботи: Ознайомитись із будовою клітин еукаріотів; вивчити основні особливості будови рослинної клітини на прикладі клітин епідерми соковитої луски цибулі; відзначити основні відмінності в будові рослинних і тваринних клітин.

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні скельця, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода, розчин йоду в йодиді калію (I_2/KI); біологічний матеріал: соковита луска цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.).

3.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Клітина (cellula, cytus) – основна структурно-функціональна одиниця всіх живих організмів, елементарна жива система; що може існувати як окремий організм (бактерії, найпростіші, водорості, гриби) або в складі тканин

багатоклітинних тварин, рослин, грибів. Лише віруси являють собою позаклітинні форми життя (акаріоти).

Будову клітин вивчає наука цитологія, підґрунтям якої є *клітинна теорія*:

- клітина – основна структурно-функціональна і генетична одиниця живих організмів, найменша одиниця живого;
- клітини всіх одноклітинних і багатоклітинних організмів схожі за будовою, хімічним складом і найважливішими виявами процесів життєдіяльності;
- кожна нова клітина утворюється в результаті поділу материнської клітини;
- клітини багатоклітинних організмів спеціалізовані: вони виконують різні функції і утворюють тканини.

Вміст клітин являє собою протоплазму. У кожній клітині наявний генетичний апарат. У клітинах еукаріотів він міститься в ядрі, відділеному мембраною від цитоплазми, а в клітинах прокаріотів, позбавлених оформленого ядра, – у нуклеїді (нуклеарній зоні). Клітини еукаріотів здатні до самовідтворення шляхом мітозу; статеві клітини утворюються внаслідок мейозу.

Розміри клітин варіюються від 0,1 мкм (деякі бактерії) до 155 мкм (яйце страуса в шкаралупі); діаметр більшості еукаріотичних клітин перебуває в межах 10-100 мкм. Численні функції клітин здійснюються за допомогою спеціалізованих внутрішньоклітинних структур – органел. Універсальними органелами еукаріотичних клітин у ядрі виступають хромосоми, у цитоплазмі – рибосоми, мітохондрії, ендоплазматична мережа, комплекс Гольджі, лізосоми, клітинна мембрана. У багатьох клітинах присутні також мембранні структури, що сприяють підтриманню форми клітини, це мікротрубочки, мікрофіламенти та ін.

Клітини рослин поверх клітинної мембрани, як правило, покриті твердою клітинною стінкою. Стінка має пори, через які за допомогою виростів цитоплазми сусідні клітини з'єднуються одна з одною. Крім того, рослинні клітини містять пластиди й велику вакуолю, яка в зрілих клітинах займає центральне положення.

Зручним об'єктом для вивчення будови рослинної клітини є епідерма соковитої луски цибулі ріпчастої.

Цибуля ріпчаста (*Allium cepa* L.) – це дво- або трирічна однодольна трав'яниста рослина сімейства цибулевих, у якої відкриті соковиті луски розміщуються концентричними шарами.

Від моменту дозрівання цибулини протягом усього зимового періоду, коли воно зберігається, соковиті луски поступово відмирають і підсихають. Поживні речовини з них переводяться рослинами всередину цибулини і витрачаються на зріст молодих бруньок-зачатків. У міру витрати поживних речовин верхні соковиті луски стають усе тоншими і врешті-решт перетворюються на сухі. Зріла цибулина являє собою живу рослину, що перебуває в стані спокою. Ця здатність переходити в стан спокою за несприятливих зовнішніх умов – дуже цінна природна особливість даної рослини.

3.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Виготовити тимчасовий біологічний препарат епідерми соковитої луски цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.).
2. Виявити й розглянути при малому збільшенні ділянку епідерми, яка складається з одного шару клітин та має добре помітні ядра.
3. Вивчити будову клітини при великому збільшенні спочатку в краплі води, а потім у розчині йоду в йодиді калію.
4. Замалювати одну – дві клітини препарату й позначити їхні основні частини.

Порядок виконання роботи

Виготовлення тимчасового препарату

Щоб виготовити препарат, пінцетом або препарувальною голкою знімають епідерму з увігнутої поверхні соковитої луски цибулі ріпчастої (рис. 3.1, А), поміщають її в краплю води на предметне скло зовнішнім боком догори й накривають покривним скельцем. Епідерма з увігнутої сторони луски має у своєму складі дуже великі клітини, які зазвичай не входять у поле зору мікроскопа при великому збільшенні.

Пересуваючи препарат, при малому збільшенні знаходять ділянку з одного шару клітин, де добре помітні ядра й цитоплазма. Вибрану ділянку об'єкта поміщають у центр поля зору й вивчають уже при великому збільшенні. На препараті, поміщеному в краплю води, добре видно світлі *стінки клітин*, у яких іноді помітні непотовщені місця – *пори*. У середині кожної клітини в безбарвній зернистій цитоплазмі можна спостерігати *ядро* з одним – двома *ядерцями*. У більш молодих клітинах ядро перебуває в центральній частині, воно оточене цитоплазмою, що розходитьтя тяжами до стінок. Між тяжами цитоплазми розташовані *вакуолі*, заповнені *клітинним соком*. У зрілих клітинах ядро лежить у пристінному шарі цитоплазми, а всю центральну частину займає велика вакуоля (рис. 3.1, Б).

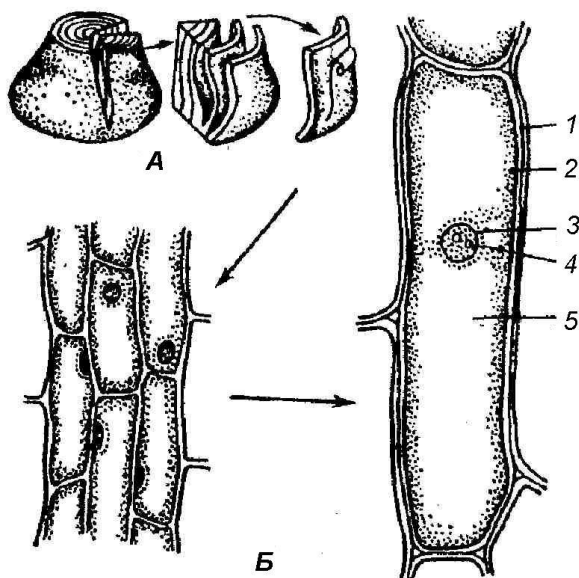


Рис. 3.1 Епідерма соковитої луски цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.):
А – зняття епідерми; Б – клітини епідерми соковитої луски (праворуч – при великому збільшенні, ліворуч – при малому): 1 – стінка клітини, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – ядерце, 5 – вакуоля

Після закінчення спостережень будови клітин соковитої луски цибулі в краплі води необхідно зафарбувати препарат. Реакцію проводять, не знімаючи препарат зі столика мікроскопа. Для цього сухою скляною паличкою беруть невелику краплю реактиву I_2/KI й наносять її на предметне скло біля правого краю покривного скельця, а з лівого боку кладуть фільтрувальний папір. Папір усмоктує воду з-під покривного скла, а на її місце проникає реактив. Унаслідок реакції білки цитоплазми забарвлюються в жовтий колір, а білки ядра – у темно-жовтий. Вакуолі являють собою більш світлі плями. Стінки клітин залишаються безбарвними.

Вивчивши будову клітин, необхідно замалювати одну – дві з них, дотримуючись пропорцій у розмірах елементів і зробити позначення: стінка клітини, цитоплазма, вакуолі, ядро, ядерце.

Контрольні питання

1. Які компоненти клітини можна роздивитися через світловий мікроскоп?
2. Як побудована цитоплазматична мембрана клітин?
3. Назвіть особливості будови клітинної стінки рослинної клітини.
4. Які органели клітини покриті однією мембраною, які – двома?
5. Яким чином здійснюється зв'язок між клітинами?
6. У яких органелах клітини відбувається утворення АТФ?
7. У яких органелах клітини відбувається синтез ДНК, іРНК, білків?
8. Яким чином здійснюється зв'язок між ядром і цитоплазмою в клітині?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Дослідження форми і функцій клітин зеленого листка рослини та біологічної ролі хлоропластів

Мета роботи: Вивчити основні форми клітин листка рослини, будову й функції хлоропластів, їхню роль у фотосинтезі.

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода, розчин йоду в йодиді калію (I_2/KI), спирт 96 %; біологічний матеріал: пагони мохів мній (*Mnium cuspidatum Hedw.*), листки мохів мній, витримані на світлі й знебарвлені спиртом; у разі відсутності мохів мній можна використати листки елодеї (*Elodea canadensis Michx.*).

4.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Усі клітини рослин за формою поділяються на *паренхімні* й *прозенхімні*.

Паренхімні клітини мають однакові розміри у всіх напрямках простору, тобто вони не бувають довшими від потроєного розміру власної товщини. Розміри їх варіюють від 10 до 500 мкм і більше.

Прозенхімні клітини мають видовжену форму, а їхня довжина більша від потроєного розміру товщини. Часто ці клітини мають загострені кінці, а також товсті, переважно здерев'янілі оболонки. З них переважно формуються провідні й механічні тканини рослини. Довжина таких клітин перебуває в межах

приблизно від 1 до 100 мм.

4.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Приготувати препарат листка мохів мній.
2. Розглянути загальну будову листка при малому збільшенні. Замалювати його контури й середню жилку.
3. Розглянути край листка при великому збільшенні. Знайти в ньому паренхімні й прозенхімні клітини.
4. Дослідити вміст клітин, знайти хлоропласти й виявити в них первинний (фотосинтетичний) крохмаль.
5. Замалювати п'ять – шість прозенхімних і паренхімних клітин із хлоропластами, а також одну клітину із хлоропластами й первинним крохмалем у ній, зробити відповідні позначення.

Порядок виконання роботи

Щоб приготувати препарат, пінцетом відривають листок мохів мній, обполіскують його, потім поміщають у краплю води на предметне скло й накривають покривним скельцем.

Розглядають препарат спочатку при малому, потім при великому збільшенні. Пластинка листка в основному складається з одного шару *паренхімних (ізодіаметричних)* клітин. Кілька рядів клітин по краях листка й клітини його середньої жилки мають подовжену форму. Це *прозенхімні клітини*. У середній жилці листка клітини розташовані в кілька рядів у товщину й виконують провідну функцію. По краях листка помітні одноклітинні зубчики (рис. 4.1, А, Б).

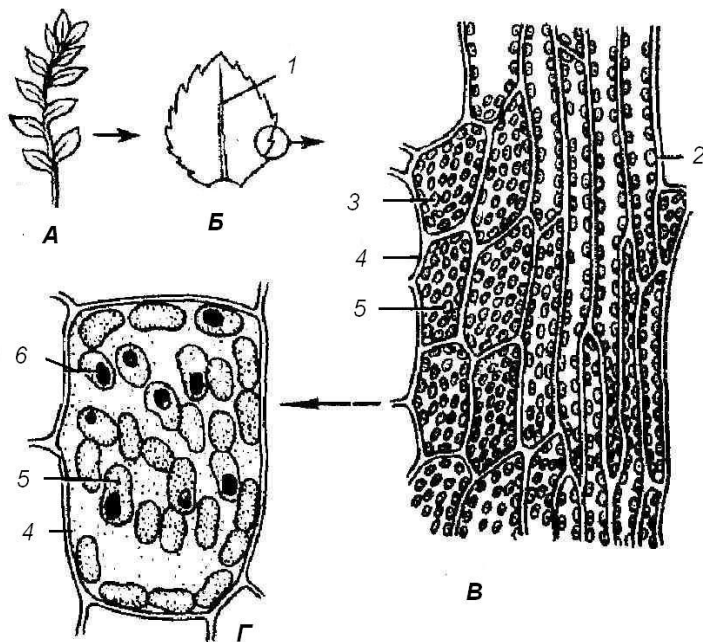


Рис. 4.1 Листок мохів мній (*Mnium cuspidatum* Hedw.):

А, Б – при малому збільшенні;

В – край листка при великому збільшенні;

Г – клітина листка в розчині йоду в йодиді калію:

1 – жилка; 2 – прозенхімна клітина; 3 – паренхімна клітина; 4 – стінка клітини; 5 – хлоропласт; 6 – первинний крохмаль

Усі клітини листка заповнені *хлоропластами*.

Замальовують при малому збільшенні загальні контури листка й позначають його середню жилку.

При великому збільшенні розглядають більш детально групу прозенхімних і паренхімних клітин на краю листка біля одного із зубчиків (рис. 4.1, В). Після нанесення на препарат кількох крапель розчину йоду в йодиді калію хлоропласти стають більш помітними (рис. 4.1, Г). Звертають увагу на овальну форму хлоропластів, відзначаючи, що деякі з них витягнуті з перетяжкою посередині – ці хлоропласти перебувають у стані поділу.

Замальовують при великому збільшенні п'ять – шість клітин краю листка й роблять позначення паренхімної, прозенхімної клітин, стінки клітини, хлоропластів.

Контрольні питання

1. До яких двох типів за формою можна віднести всю різноманітність рослинних клітин?
2. Яка форма і субмікроскопічна будова хлоропластів рослин?
3. Однією або двома мембранами оточений хлоропласт рослинної клітини?
4. Що являє собою строма, тилакоїди, грани в клітині? Яку структуру вони мають?
5. Які пігменти містяться в хлоропластах і яку функцію вони виконують?
6. Запишіть загальну формулу фотосинтезу рослин і поясніть її.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Вивчення будови і функцій хромопластів у клітинах рослинних організмів

Мета роботи: Вивчити будову й розглянути функції хромопластів на прикладі клітин м'якоті зрілих плодів.

Матеріали і обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла, препарувальна голка, дистильована вода, біологічний матеріал: свіжі або фіксовані 2-3%-м розчином формаліну зрілі плоди шипшини собачої (*Rosa canina* L.), перцю стручкового (*Capsicum annuum* L.), горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.), конвалії звичайної (*Convallaria majalis* L.), глоду червоного (*Crataegus sanguinea* Pall.).

5.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Хромопласти (від грец. *chromos* – забарвлений) являють собою пластиди, забарвлені в жовтий, червоний або помаранчевий колір. Забарвлення хромопластів пояснюється накопиченням в них каротиноїдів і залежить від двох пігментів: оранжевого – каротину і жовтого – ксантофілу. Хромопласти мають різну форму: кулясту, тригранну, колоподібну, місяцеподібну.

Хромопласти містяться в клітинах віночків квіток, які мають червоне, оранжеве або жовте забарвлення, наприклад, у квасолі, соняшника, жовтого люпину. Вони надають відповідного забарвлення плодам шипшини, червоного перцю, горобини. У першому випадку вони слугують для приваблення комах – запилювачів квіток, а в другому привертають увагу тварин (наприклад, птахів), які сприяють поширенню плодів і насіння. Хромопласти надають оранжевого кольору кореням овочевої моркви, забарвлюють у жовтий, а іноді в червоний

колір осіннє листя.

5.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Приготувати препарати клітин з м'якоті плодів двох – трьох рослин.
2. Дослідити вміст клітин при великому збільшенні й розглянути форму хромопластів.

3. Замалювати одну – дві клітини м'якоті плодів кожного виду рослин та зробити відповідні позначення.

Порядок виконання роботи

Вістрям голки надривають шкірочку зрілого плода й дістають невелику кількість м'якоті. Це легко вдається, оскільки в зрілих плодах відбулася *природна мацерація* (роз'єднання) клітин. М'якоть переносять на предметне скло в краплю води, обережно розрівнюють і накривають покривним скельцем.

При малому збільшенні знаходять ділянку з вільно розташованими клітинами, а при великому збільшенні досліджують їх.

Клітини мають округлу форму. Стінки їх дуже тонкі. Усередині клітин добре видно скупчення *хромопластів*.

У плодах *горобини* й *глоду* хромопласти витягнуті, злегка вигнуті, із загостреними кінцями, а в клітинах плодів *шипшини* й *перцю червоного* вони овальні, у клітинах плода *конвалії* – більш-менш кулясті (рис. 5.1).

У клітинах м'якоті зрілих плодів ядер не видно, їх можна виявити тільки після спеціального фарбування.

При великому збільшенні замальовують клітини плодів двох – трьох видів рослин і роблять такі позначення: стінка клітини, хромопласти, ядро.

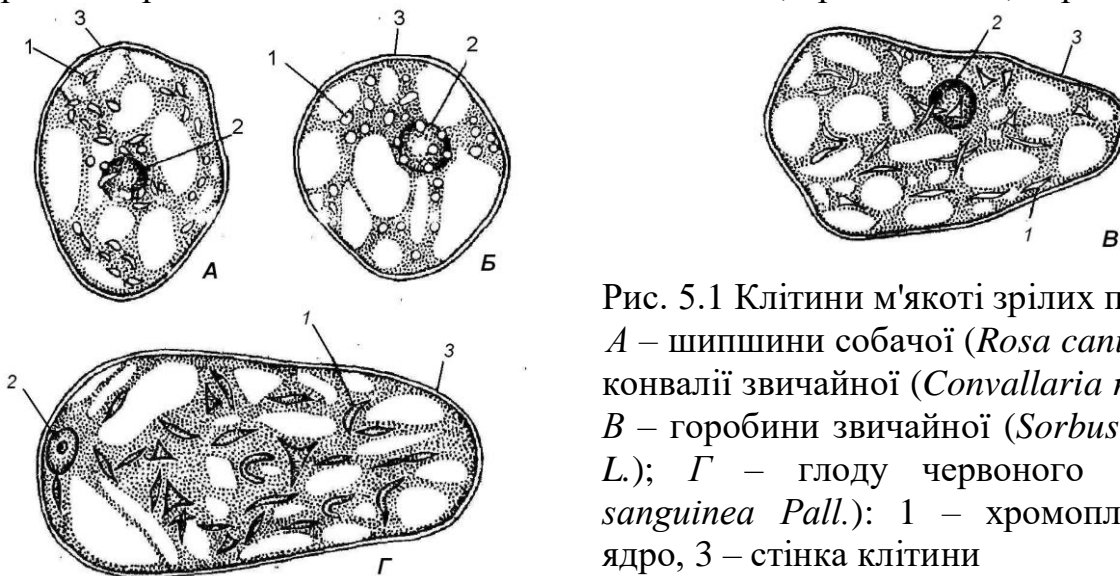


Рис. 5.1 Клітини м'якоті зрілих плодів:

A – шипшини собачої (*Rosa canina* L.); *Б* – конвалії звичайної (*Convallaria majalis* L.); *В* – горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.); *Г* – глоду червоного (*Crataegus sanguinea* Pall.): 1 – хромопласти, 2 – ядро, 3 – стінка клітини

Контрольні питання

1. У клітинах яких органів рослин найчастіше можна виявити хромопласти?
2. Яким пігментами насичені хромопласти?
3. Яких типів бувають хромопласти?

4. Яке походження хромопластів?
5. Що являє собою природна й штучна мацерація рослинних клітин?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Дослідження будови і функцій лейкопластів у рослинних клітинах.

Мета роботи: Вивчити будову та функції лейкопластів рослинних клітин на прикладі епідерми листка традесканції зеленої (*Tradescantia viridis Hort. ex Gentil*).

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода; біологічний матеріал: пагони традесканції зеленої.

6.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Лейкопласти – це безбарвні пластиди, присутні в клітинах рослин. Вони мають кулясту або видовжену форму й розміщуються групами біля клітинного ядра, а також в усій клітинній протоплазмі. Перебуваючи в клітинах коренів, бульб, насінин та інших органів, лейкопласти виступають центрами утворення вторинного крохмалю з цукру, який надходить з листків рослини.

Лейкопласти поділяють на такі види: *амілопласти* (результат синтезу вторинного крохмалю), *протопласти* (утворення запасних білків), *оліопласти* (накопичення жирних олій).

6.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Приготувати препарат нижньої епідерми листка традесканції.
2. Розглянути при великому збільшенні вміст клітин, знайти в них ядро й лейкопласти.
3. Замалювати одну – дві клітини й зробити відповідні позначення.

Порядок виконання роботи

Для приготування препарату зривають листок із пагона традесканції зеленої, обертають його навколо вказівного пальця лівої руки так, щоб нижній його бік фіолетового кольору був повернений назовні. Правою рукою за допомогою голки надривають епідерму над середньою жилкою ближче до основи листка й пінцетом знімають її шматочок. При цьому мимоволі захоплюють і частину м'якоті листка, у той же час як завжди можна знайти тонку ділянку на його периферії, що має тільки один ряд клітин епідерми.

Зірваний шматочок кладуть на предметне скло в краплю води зовнішнім боком нагору й накривають покривним скельцем.

При малому збільшенні розглядають витягнуті клітини, що мають форму шестикутників, вони безбарвні чи забарвлені в блідо-фіолетовий або червоний колір завдяки присутності у вакуолях пігменту *антоціану*. Пересуваючи препарат, знаходять клітину з добре помітним ядром. При великому збільшенні видно, що воно оточене дрібними безбарвними кулястими елементами. Це безбарвні пластиди – лейкопласти (рис. 6.1).

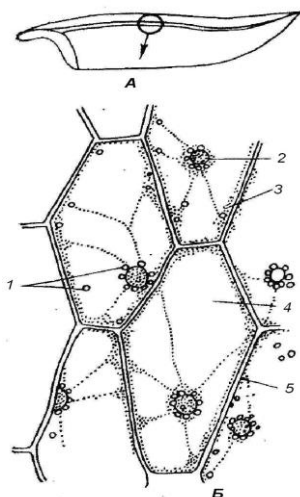


Рис. 6.1 Епідерма листка традесканції зеленої (*Tradescantia viridis Hort. ex Gentil*):
 А – зняття епідерми; Б – клітини епідерми:
 1 – лейкопласти; 2 – ядро; 3 – цитоплазма;
 4 – вакуоля; 5 – стінка клітини

Замальовують клітини епідерми традесканції зеленої, позначаючи стінку клітини, ядро, лейкопласти, цитоплазму, вакуолю.

Контрольні питання

1. Які пластиди містяться в клітинах зелених рослин?
2. Чи помітні пластиди рослинних клітин під світловим мікроскопом?
3. Яке походження пластидів у рослинних клітинах?
4. На які три групи за функціями поділяють лейкопласти?
5. Яка особливість властива лейкопластам у клітинах епідерми рослин?
6. У чому полягає відмінність між клітинами рослин і тварин?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

Дослідження будови, форми і функцій пилкових зерен покритонасінних рослин

Мета роботи: Ознайомитись з будовою, утворенням і функціями пилкового зерна квіткових рослин; вивчити особливості стерилізації статевих клітин чоловічого гаметофіту внаслідок негативної дії факторів довкілля.

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода, розчин йоду в йодиді калію (I_2/KI); біологічний матеріал: тичинки із квіток бавовника трав'янистого (*Gossypium herbaceum L.*), алтеї лікарської (*Althaea officinalis L.*), мальви Ліннея (*Malva Linnaei M.F.Ray*); фіксовані в 90 – 96 %-му розчині спирту.

7.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Пилкові зерна – це чоловічі гаметофіти рослини. Вони складаються з двох клітин, що містять гаплоїдний набір хромосом – вегетативної (з неї розвивається пилкова трубка) та генеративної (дає початок розвитку спермійів). Кожне пилкове зерно вкрите подвійною оболонкою, зовнішньою та внутрішньою. Міцна оболонка захищає клітини протягом усього шляху їхнього переміщення від тичинки однієї квітки до маточки іншої. Наука, що вивчає пилки, називається *палинологією*.

Унаслідок дії мутагенів навколишнього середовища (іонізуюче випромінювання, вплив поліциклічних ароматичних вуглеводнів, діоксинів, пестицидів, важких металів тощо) спостерігається збільшення кількості *стерильних* (нежиттєздатних, на відміну від *фертильних*, – життєздатних) пилоквих зерен. Клітини фертильного й стерильного пилку мають у своєму складі різну кількість крохмалю. Фертильні пилкові зерна повністю заповнені крохмалем, а стерильні – можуть не містити його взагалі або мають сліди цієї речовини.

7.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Приготувати два препарати пилку: у повітрі (без покривного скельця) і в розчині йоду в йодиді калію.
2. Розглянути обидва препарати при малому збільшенні, відзначивши особливості середовищ, у які поміщено пилкові зерна.
3. Дослідити будову пилку при великому збільшенні.
4. Замалювати зерна пилку різних рослин і зробити відповідні позначення.

Порядок виконання роботи

Пилок бавовнику або мальви збирають улітку. Тичинки із квіток, що розкрилися, поміщають у баночки з 90–96 %-м розчином етилового спирту. Пилок осідає на дно баночки, звідки його легко можна дістати піпеткою.

Для дослідження готують тимчасовий препарат. На середину предметного скла піпеткою наносять краплю спирту з пилом. На об'єкт за допомогою скляної палички наносять краплю I_2/KI й накривають покривним скельцем.

Препарат поміщають на предметний столик підготовленого до роботи мікроскопа й досліджують. При малому збільшенні добре видно великі кулясті зерна пилку з шиловидними виростами на поверхні. При великому збільшенні й переміщенні тубуса за допомогою мікрогвинта зерна пилку розглядають у різних площинах, наприклад, його поверхню.

На поверхні пилкового зерна добре видно вирости його стінки. Ближче до периферії вони здаються подовженими й загостреними, а ближче до центра – кулястими. Крім виростів, на поверхні розташовані пори (*апертури*), через які в період проростання пилка виходять пилкові трубки (рис. 7.1).

Злегка опустивши тубус за допомогою мікрогвинта, можна побачити густий темний внутрішній вміст зерна пилку й дві його стінки: внутрішню тонку – *інтину* й зовнішню товсту із шиловидними виростами й порами – *екзину*.

Після детального дослідження при великому збільшенні замальовують одне пилокве зерно й позначають екзину, шиповидні вирости, пору, інтину, внутрішній вміст.

Необхідно замалювати основні типи пилоквих зерен досліджуваних рослин, дотримуючись пропорцій у їхніх розмірах (рис. 7.2). Зробити потрібні позначення.

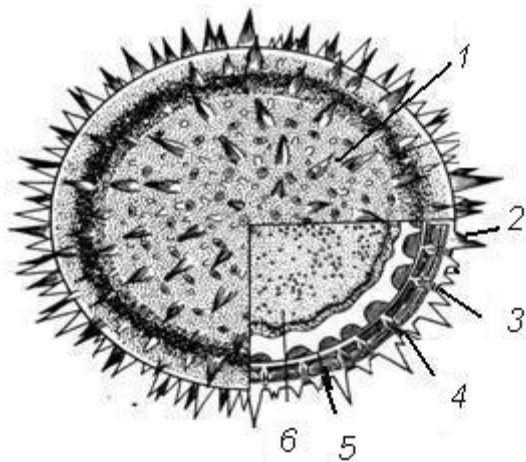


Рис. 7.1 Зерно пилку мальви Ліннея (*Malva Linnaei M.F.Ray*), частину зерна подано в оптичному розрізі: 1, 4 – пора (1 – вид зверху, 4 – вид збоку); 2 – шиловидний виріст; 3 – екзина; 5 – інтина; 6 – внутрішній вміст

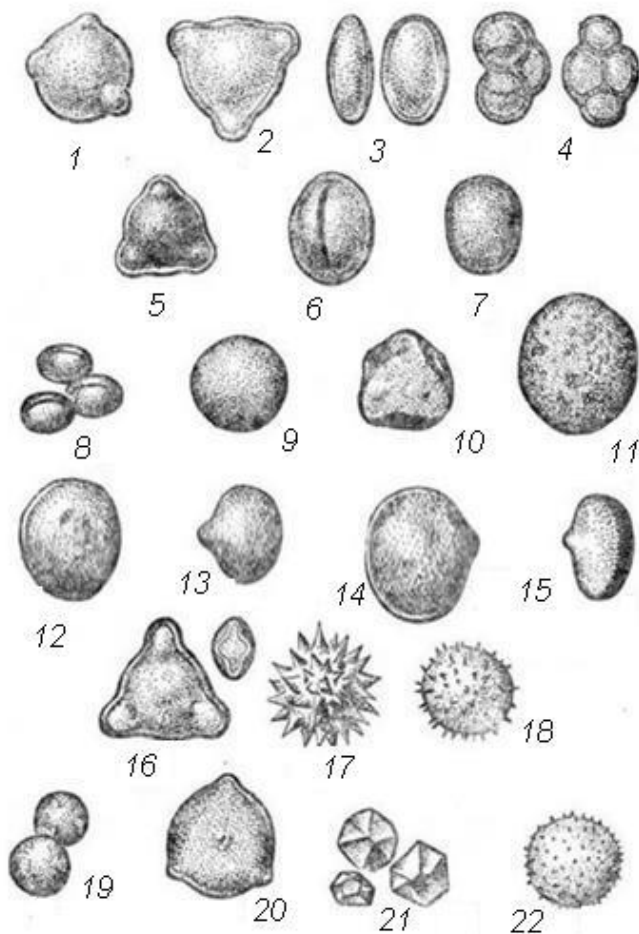


Рис. 7.2 Квітковий пилок різних рослин: 1 – біла акація (*Robinia pseudoacacia L.*); 2 – глід червоний (*Crataegus sanguinea Pall.*); 3 – волошка синя (*Centaurea cyanus L.*); 4 – верес звичайний (*Calluna vulgaris L.*); 5 – вишня звичайна (*Prunus cerasus L.*); 6 – гречка посівна (*Fagopyrum sagittatum Gilib.*); 7 – гірчиця чорна (*Brassica nigra L.*); 8 – верба біла (*Salix alba L.*); 9 – капуста городня (*Brassica oleracea L.*); 10 – липа серцелиста (*Tilia cordata Mill.*); 11 – кукурудза цукрова (*Zea mays L.*); 12 – конюшина біла (*Trifolium repens L.*); 13 – конюшина рожева (*Trifolium hybridum L.*); 14 – конюшина лугова (*Trifolium pratense L.*); 15 – люцерна посівна (*Medicago sativa L.*); 16 – малина звичайна (*Rubus idaeus L.*); 17 – маргаритка багаторічна (*Bellis perennis L.*); 18 – мальва Ліннея (*Malva Linnaei M.F. Ray*); 19 – мак-самосів (*Papaver rhoeas L.*); 20 – огірок звичайний (*Cucumis sativus L.*); 21 – кульбаба звичайна (*Taraxacum officinale F.H. Wigg.*); 22 – соняшник однолітній або олійний (*Helianthus annuus L.*)

Контрольні питання

1. Назвіть основні етапи мікроспорогенезу рослин.
2. Що являє собою пилкове зерно рослини?
3. Які особливості будови пилкового зерна рослин?
4. Які функції виконує пилкова трубка?
5. Яким чином можна пояснити фертильність і стерильність пилку рослин?
6. Чим відрізняються стерильні пилкові зерна від фертильних?
7. У чому полягає суть подвійного запліднення квіткових рослин?
8. Назвіть основні форми розмноження рослин.
9. Охарактеризуйте основні типи запилення рослин.

РОЗДІЛ III. ФІЗІОЛОГІЯ КЛІТИНИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

Спостереження руху цитоплазми у живих рослинних і тваринних клітинах

Мета роботи: Дослідити рух цитоплазми в рослинних і тваринних клітинах; поглибити знання про подразливість живих організмів.

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, піпетка, термометр, дистильована вода, порошкоподібний кармін; біологічний матеріал: пагони елодеї канадської (*Elodea canadensis Michx.*) і листки валіснерії спіральної (*Vallisneria spiralis*), листки традесканції віргінської (*Tradescantia virginiana L.*, 1753), культура інфузорії-туфельки (*Paramecium Caudatum*).

8.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Невід'ємною ознакою життя є рух, зумовлений подразливістю і чутливістю живої речовини. Подразливість властива всім організмам – від найпростіших до людини. Подразливість живих клітин зумовлює також і цитоплазматичний рух.

Розрізняють рух цитоплазми *струмочковий* і *коловий*, або *обертальний*. При першому – цитоплазма рухається у клітині окремими струмочками в різних напрямках; при другому – її переміщення відбувається в пристінному шарі клітини в одному напрямку. Рух цитоплазми дуже повільний, а тому під мікроскопом непомітний. Лише в клітинах деяких рослин і тварин він доступний для спостереження.

Дуже зручним об'єктом для вивчення *колового* руху цитоплазми є листки елодеї канадської. Вони тоненькі, прозорі, складаються лише з двох шарів клітин. Про рух цитоплазми в клітинах елодеї можна судити з переміщення зелених хлоропластів, що підхоплюються течією. Крім елодеї, для цієї мети можна використати валіснерію спіральну. Але в неї листки товщі, ніж в елодеї, тому слід брати шматочки молодих частин листка і готувати препарат звичайним способом.

Струмочковий рух цитоплазми зручно спостерігати у волосках тичинок традесканції віргінської. Волоски мають у своєму складі один ряд клітин з фіолетовим соком. Рух дрібних безбарвних зерняток (лейкопластів) показує напрямок струмочків цитоплазми.

Для спостереження руху цитоплазми в тваринній клітині найзручнішим об'єктом є інфузорія-туфелька, у тілі якої добре видно переміщення травних вакуоль.

Слід зауважити, що вищезазначені вищі водні рослини – елодея канадська та валіснерія спіральна, широко застосовуються як біоіндикатори для виявлення антропогенного забруднення водного середовища, а також при розробці токсикологічних нормативів.

8.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Приготувати тимчасовий препарат живої інфузорії-туфельки і розглянути рух цитоплазми в її тілі.
2. Розглянути рух цитоплазми в клітинах листка елодеї канадської і валіснерії спіральної, взятих з води кімнатної температури.
3. Дослідити рух цитоплазми в клітинах листка елодеї канадської і валіснерії спіральної на механічне, температурне й хімічне подразнення.

Порядок виконання роботи

Отримання культури з інфузоріями-туфельками

Культури інфузорії-туфельки заготовлюють за 2–3 тижні до лабораторного заняття. Щоб одержати культури туфельки на сінному відварі, близько 10 г сухого сіна кип'ятять півгодини у півлітровій колбі. Буру рідину розливають у 2 – 3 банки й розбавляють водою до кольору рідкого чаю. Через 3–4 дні на поверхні настою утворюється тонка плівка сінних бактерій, які є найкращим поживним середовищем для туфельки. В отримане культурне середовище піпеткою вносять із старого акваріума або з банки із ставковою водою туфельок. Через 6–8 днів культура кишітиме цими організмами. Швидкість розвитку сінних бактерій залежить від температури приміщення. При звичайній кімнатній температурі культура буде насичена туфельками вже через 15–20 днів.

Виготовлення препарату з інфузоріями-туфельками

За 20 хвилин до спостереження в чашечку з культурою інфузорії-туфельки додають порошкоподібний кармін або синю туш. Це дозволить полегшити спостереження руху травних вакуоль у тілі організмів.

Краплю культури з туфельками наносять на предметне скло і накривають покривним скельцем таким чином, щоб усередині препарату не залишилось бульбашок повітря. Воду, що виступила на краях покривного скельця, вибирають смужкою фільтрувального паперу. Виготовлений препарат розглядають спочатку при малому збільшенні мікроскопа. У полі зору видно туфельки, які швидко рухаються у всіх напрямках. Стежачи за переміщенням окремої туфельки, можна помітити заглибину на боці її тіла, в якій міститься ротовий отвір. Щоб розглянути рух травних вакуоль у тілі туфельки, треба перевести мікроскоп на велике збільшення. Перед цим слід відтягнути фільтрувальним папером воду з-під покривного скельця, щоб воно притиснувало туфельки і тим самим уповільнювало їх рух.

В інфузорії-туфельки спостерігається поділ цитоплазми на шари. Основна її маса – зерниста ендоплазма, яка перебуває в стані постійного колового руху (циклозу).

Поверхневий шар цитоплазми являє собою еластичну оболонку, або пелікулу. Травна вакуоля, що не має власної мембрани, формується із заковтнутих частинок поживи. Підхоплена циклозом ендоплазми, вона рухається по тілу туфельки, здійснюючи велике коло (іноді додатково й мале). Спочатку прямує до заднього, трохи витягнутого й загостреного кінця тіла, потім повертає і по його спинній стороні рухається вперед, біля закругленого

переднього кінця знову повертає і переміщується по черевній стороні.

Коли поживи достатньо, то після відокремлення однієї вакуолі в клітині формується друга і т. д. Часто можна бачити, як у тілі тувельки циркулює кілька травних вакуоль. Для спостереження цього процесу, який свідчить про циркуляцію цитоплазми, не треба багато часу. У звичайних умовах вакуолі утворюються приблизно протягом 1 хв.

Виготовлення препарату клітин елодеї канадської та валіснерії спіральної

Пінцетом необхідно відірвати від пагона елодеї свіжий зелений листок і перенести його на предметне скло в краплю води (листок має лежати своїм морфологічно верхнім боком догори), накрити чистим покривним скельцем. Щоб у препарат не потрапили бульбашки повітря, слід злегка натиснути на скельце. Листок має лежати під склом в одній площині. Так само готують препарат з листка валіснерії.

При малому збільшенні мікроскопа листок елодеї має вигляд великої зеленої пластинки, яка складається з прямокутних клітин, трохи витягнутих у напрямку поздовжньої осі листка. Посередині пластинки проходить жилка вужчих видовжених клітин з блідо-зеленим вмістом. Уздовж країв пластинки видно також видовжені вузькі блідо-зелені клітини.

Для спостереження руху цитоплазми треба знайти паренхімні клітини, помістити їх у центр поля зору мікроскопа й перевести його на велике збільшення. Слід мати на увазі, що рух цитоплазми може початися через деякий час після виготовлення препарату, тому спостерігати треба протягом 5–7 хв.

Дослідження руху цитоплазми внаслідок дії підвищеної температури й хімічних подразників

Щоб дослідити вплив підвищеної температури й хімічних подразників на рух цитоплазми в клітинах, треба за 3 – 4 години до спостережень покласти пагіни елодеї канадської і листки валіснерії спіральної в дві посудини з водою кімнатної температури. Потім одну посудину нагріти до 37 °С й освітлювати електричною лампою, а в другу додати етиловий спирт (5–6 крапель на склянку води).

Необхідно приготувати три препарати на одному предметному склі:

- 1) препарат листка елодеї (валіснерії), проколотий препарувальною голкою, в краплі води;
- 2) препарат листка елодеї (валіснерії), витриманий при підвищеній температурі (37 °С) й освітлений лампою;
- 3) препарат листка елодеї (валіснерії) в краплі води з додаванням спирту.

Препарати, розміщені на предметному склі, досліджують по черзі під мікроскопом при великому збільшенні, пересуваючи предметне скло. Спостереження порівнюють з контрольним препаратом (листок елодеї (валіснерії), поміщений у воду кімнатної температури), на якому рух цитоплазми, зазвичай, непомітний. Це пояснюється тим, що рослини перебувають у стані спокою.

На препараті, приготованому із наколеного голкою листка, добре помітний коловий рух цитоплазми. Сильна механічна дія порушує стан спокою клітин. При великому збільшенні мікроскопа видно, як рухаються підхоплені течією

цитоплазми хлорофілові зерна. Вони прямують уздовж стінок, зокрема з повздовжньої переходять на поперечну, потім знову на повздовжню і т. д. В одних клітинах цитоплазма описує коло в одному напрямку, а в інших – у протилежному.

Рух цитоплазми в клітинах також спостерігають у досліді з використанням хімічного подразника і середовища з підвищеною температурою.

Оформлення результатів спостережень

У робочому зошиті замальовують інфузорію-туфельку, клітину елодеї канадської та валіснерії спіральної, позначаючи стрілками рух цитоплазми в них.

Узагальнюючи матеріал, необхідно зробити висновок про те, що подразливість є невід'ємною властивістю життя. Щоб установити, чи живий організм, насамперед перевіряють наявність його реакції на подразнення. На конкретних прикладах руху цитоплазми в клітинах інфузорії-туфельок, елодеї та валіснерії роблять висновок, що рухи також є основною властивістю всіх живих організмів. Завдяки рухові й подразливості організми пристосовуються до мінливих умов життя, перебувають у постійному зв'язку з навколишнім середовищем.

Контрольні питання

1. Назвіть основні властивості життя.
2. Які бувають типи цитоплазматичного руху в клітинах живих організмів?
3. Яким чином змінюється здатність цитоплазми до руху в разі механічного, температурного і хімічного подразнення клітини?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

Вивчення процесу осмосу в рослинних клітинах

Мета роботи: Ознайомитись з основними механізмами переміщення поживних речовин і води через плазматичну мембрану; дослідити явище осмосу, плазмолізу й тургору в рослинних клітинах.

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода, розчин сахарози – 1 М; біологічний матеріал: соковита луска цибулі ріпчастої (*Allium cepa L.*).

9.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Осморегуляція – це механізм, за допомогою якого рослини й тварини підтримують постійність концентрацій розчинених речовин у рідинах внутрішнього середовища. Рідини живих організмів поділяються на внутрішньоклітинні й позаклітинні. Наприклад, рослинна рідина, яка перебуває у вакуолях клітин, є внутрішньоклітинною, а та, що оточує клітини кори стебла або кореня, – позаклітинною. У багатоклітинних тварин внутрішньоклітинна рідина розподілена досить рівномірно, а позаклітинна являє собою плазму крові й тканинну рідину.

Для нормальної метаболічної активності клітин дуже важливо, щоб склад перелічених рідин залишався постійним. Слово «осморегуляція» означає не просто підтримання водного балансу в організмі, а й регуляцію складу рідких середовищ організму, які у всіх випадках являють собою розчини різної концентрації. Тканини рослин містять більше води, ніж тканини тварин, тому функціонування рослинної клітини, як і всієї рослини в цілому, залежить від того, наскільки стійкі параметри навколишнього середовища.

Щоб зрозуміти, яким чином підтримується водний режим рослин, потрібно насамперед розібратися в таких фізичних процесах як осмос і дифузія. Як відомо, процес поширення частинок речовини в певному середовищі за рахунок теплового руху, що зумовлює вирівнювання їхньої концентрації, називається *дифузією*.

Осмос являє собою процес переміщення молекул води через плазматичну мембрану проти градієнта концентрації. Якщо клітина перебуває в контакті з *гіпертонічним* розчином, тобто більш концентрованим, ніж власний вміст клітини, то вода починає виходити з неї шляхом осмосу через плазматичну мембрану. Спочатку вода виходить з цитоплазми, а потім – з вакуолі й тонопласта. Протопласт, тобто живий вміст клітини, оточений клітинною стінкою, зморщується й зрештою відстає від клітинної стінки. Такий процес називається *плазмолізом*, а про подібну клітину кажуть, що вона *плазмолізована*. При плазмолізі протопласт перестає тиснути на клітинну стінку й клітина стає в'ялою. Вода виходить із протопласта доти, поки його вміст не набуває тієї самої концентрації, що й навколишній розчин. Після цього клітина перестає зморщуватися далі.

Процес плазмолізу може бути зворотним, якщо клітина не зазнає якихось стійких ушкоджень. Якщо плазмолізовану клітину помістити в чисту воду або розчин з більш низькою концентрацією (тобто *гіпотонічний*), вода починає надходити в клітину шляхом осмосу. В міру того як збільшується об'єм тонопласта, він починає давити на клітинну стінку й розтягує її. Клітинна стінка досить тверда, тому тиск усередині клітини зростає дуже швидко. Тиск з боку протопласта на клітинну стінку, називається *тургорним*. При поступовому збільшенні тургорного тиску, коли вода надходить у клітину за рахунок осмосу, вона стає *тургоресцентною*.

Тургорний тиск – не потенційний, а реальний, і можливий він тільки за наявності клітинної стінки. У тваринних клітинах немає клітинних стінок, а плазматичні мембрани занадто ніжні, щоб захистити клітину від набрякання й розриву під дією розчину більш високої концентрації (*гіпертонічного*).

9.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Дослідити явище осмосу й плазмолізу в рослинних клітинах.
2. Простежити динаміку розвитку плазмолізу і деплазмолізу.
3. Дослідити здатність рослинних клітин до тургору.

Порядок виконання роботи

Приготувати препарат епідерми соковитої луски цибулі ріпчастої, як це

описано в роботі № 2. Розглянути спочатку препарат, поміщений у воду, потім – у краплю розчину сахарози. Спостерігають процес розвитку плазмолізу в динаміці: через 1, 2, 5, 10 і 15 хв. при великому збільшенні мікроскопа.

Проконтролювати зворотність процесу, капнувши – 2 краплі дистильованої води на предметне скло поряд з препаратом, відтягаючи розчин сахарози з протилежного боку фільтрувальним папером доти, поки він повністю не заміниться на воду. Розглянути препарат у динаміці через 1, 2, 5, 10 і 15 хв. при великому збільшенні мікроскопа.

У кінці спостережень необхідно замалювати препарат, описати особливості динаміки його змін.

Контрольні питання

1. Які особливості будови клітин еукаріотів?
2. Назвіть основні постулати клітинної теорії.
3. У чому полягають особливості рідинно-мозаїчної моделі будови клітинної мембрани?
4. Що означає «напівпроникність» клітинної мембрани?
5. Чим відрізняється осмос від дифузії речовин?
6. Яким чином клітина стає плазмолізованою?
7. Що являю собою тургор клітини?
8. Чи може витримати тваринна клітина високий осмотичний тиск?
9. Чим відрізняється гіпертонічний розчин від гіпо- й ізотонічного?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

Дослідження утворення крохмальних зерен у плодах і запасних органах рослин

Мета роботи: Вивчити особливості накопичення крохмалю як головного резервного полісахариду рослинних клітин.

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода, розчин йоду в йодиді калію (I_2/KI); біологічний матеріал: бульба картоплі (*Solanum tuberosum L.*), попередньо змочені зернівки пшениці м'якої (*Triticum aestivum L.*), кукурудзи цукрової (*Zea mays L.*), вівса посівного (*Avena sativa L.*), рису посівного (*Oryza sativa L.*), плоди гречки посівної (*Fagopyrum sagittatum Gilib.*).

10.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдяки процесу фотосинтезу в хлоропластах зелених рослин утворюється *первинний* (фотосинтетичний) крохмаль, який має вигляд дрібних крупинок. Однак у такій формі він не накопичується. За допомогою ферментів первинний крохмаль розщеплюється до глюкози, яка транспортується з листка рослини та йде на побудову нових органів або відкладається в запас. *Вторинне* перетворення цукру в крохмаль відбувається вже в лейкопластах (амілопластах), де утворюються *прості, напівскладні або складні зерна*

вторинного крохмалю. Якщо в лейкопласті є тільки одна «крапка» (так званий формувальний центр), навколо якої відкладаються шари крохмалю, то виникає *просте* зерно (рис. 10.1, А, 1), якщо дві й більше, то *складне* (рис. 10.1, А, 2), що ніби зосереджує кілька простих. *Напівскладне* зерно утворюється у тому випадку, коли крохмаль спочатку відкладається навколо кількох формувальних центрів, а потім після об'єднання простих зерен навколо них виникають спільні шари (рис. 10.1, А, 3).

Видима шаруватість крохмальних зерен викликана неоднаковим гідратуванням (обводненням) шарів крохмалю і може бути різною. Так, розташування шарів може бути *концентричним* (рис. 10.1, Б, Д) або *ексцентричним* (рис. 10.1, А, 1). В останньому випадку формувальний центр розміщується не в центрі зерна, а зсунутий убік.

Вторинний крохмаль – це запасний продукт. Він накопичується в спеціалізованих органах: кореневищах, бульбах, насінні, плодах. Кожному виду рослин властива специфічна форма крохмальних зерен.

10.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Дослідити особливості утворення й перерозподіл крохмалю в клітинах вищих рослин.
2. Виготовити й розглянути препарати крохмальних зерен картоплі (*Solanum tuberosum L.*), зернівок пшениці м'якої (*Triticum aestivum L.*), кукурудзи цукрової (*Zea mays L.*), вівса посівного (*Avena sativa L.*), рису посівного (*Oryza sativa L.*), плодів гречки посівної (*Fagopyrum sagittatum Gilib.*).
3. Провести реакцію на крохмаль розчином йоду в йодиді калію.
4. Виявити видові відмінності у формі, розмірі та в структурі крохмальних зерен.
5. Замалювати крохмальні зерна зазначених вище рослин при великому збільшенні, зберігаючи пропорції між ними; зробити відповідні позначення.

Порядок виконання роботи

При вивченні крохмальних зерен *картоплі* відрізають маленький шматочок бульби й роблять ним мазок на предметному склі в краплі води. При цьому зі зруйнованих клітин у воду попадають крохмальні зерна, внаслідок чого вона мутніє. Краплю накривають покривним скельцем і розглядають за допомогою мікроскопа спочатку при малому збільшенні, а потім при великому. У другому випадку добре видно овальні та яйцеподібні безбарвні крохмальні зерна з ексцентричною шаруватістю. При розгляді шаруватості варто прикрити діафрагму конденсора й злегка повернути мікрометричний гвинт. Серед численних простих крохмальних зерен картоплі зрідка вдається знайти складні й напівскладні. Необхідно замалювати кілька крохмальних зерен і зробити належні позначення.

Реактивом для виявлення крохмалю служить слабкий розчин йоду в йодиді калію. Реакцію здійснюють, не знімаючи препарат з предметного столика мікроскопа. Дивлячись у мікроскоп, спостерігають, як крохмальні зерна поступово набувають кольору від блідо-синього до темно-синього і чорного.

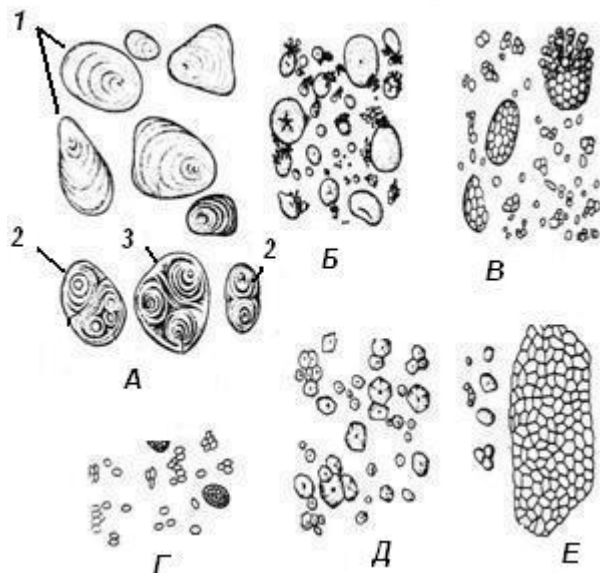


Рис. 10.1 Крохмальні зерна різних видів рослин:

А – картопля (*Solanum tuberosum* L.); Б – пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.); В – овес посівний (*Avena sativa* L.); Г – рис посівний (*Oryza sativa* L.); Д – кукурудза цукрова (*Zea mays* L.); Е – гречка посівна (*Fagopyrum sagittatum* Gilib): 1 – просте крохмальне зерно, 2 – складне, 3 – напівскладне

Крохмальні зерна **пшениці** можна розглянути в пшеничному борошні, але краще взяти їх з ендосперму попередньо змоченої набряклої зернівки. Розрізавши зернівку, підхоплюють кінчиком голки невелику кількість ендосперму й переносять його в краплю води на предметне скло. Потім накривають покривним скельцем і розглядають при великому збільшенні. У полі зору мікроскопа видно округлі й овальні крохмальні зерна двох розмірів (рис. 10.1, Б). При цьому більші з них характеризуються ледь помітною концентричною шаруватістю, а дрібні чіткої шаруватості не мають. Крім того, в препараті можуть спостерігатися також і залишки зруйнованих стінок клітин. Необхідно замалювати кілька крохмальних зерен пшениці, зіставляючи їх за розміром з більш великими крохмальними зернами картоплі.

Крохмальні зерна **вівса** також беруть з ендосперму набряклої зернівки. При великому збільшенні добре видно великі овальні складні крохмальні зерна, що містять велику кількість багатогранних простих зерен (рис. 10.1, В). Видно також уламки зруйнованих складних крохмальних зерен. Шаруватість зерен відсутня. Необхідно замалювати одне – два складних крохмальних зерна й кілька простих.

Препарат крохмальних зерен **кукурудзи** готують так само, як і пшениці. У кукурудзи крохмальні зерна прості, багатогранні, зі згладженими кутами. У їхньому центрі видно тріщину, що за формою нагадує штрих, галочку або зірочку (рис. 10.1, Д). Необхідно замалювати кілька зерен і зробити необхідні позначення.

Крохмальні зерна **рису** витягають із зернівки аналогічним способом, готуючи з них препарат. Звертають увагу на те, що в рисі овальні складні крохмальні зерна утворюються з дуже дрібних гранчастих простих (рис. 10.1, Г). Видно також уламки складних зерен. Необхідно замалювати одне – два складних зерна і кілька простих.

Крохмальні зерна **гречки** витягають з набряклої зернівки або використовують гречане борошно. Препарат виготовляють таким самим способом, як попередні. При великому збільшенні видно, що крохмальні зерна цієї культури дуже дрібні, мають неправильну форму. У полі зору мікроскопа

вони виявляються або поодинокі, або у вигляді скупчень (рис. 10.1, E). Іноді такі великі скупчення приймають за складні крохмальні зерна. Шаруватість крохмальних зерен гречки непомітна. У деяких з них у центрі видно тріщину. Необхідно замалювати кілька простих поодиноких крохмальних зерен та одне зі скупчень.

Контрольні питання

1. Який крохмаль у клітинах рослин називають первинним, а який – вторинним?
2. Дайте загальну характеристику процесу фотосинтезу.
3. У чому полягає різниця між простим, напівскладним і складним крохмальними зернами?
4. Як утворюються в рослинних клітинах прості крохмальні зерна і як – складні?
5. Чим можна пояснити шаруватість крохмальних зерен?
6. Яким чином за формою крохмальних зерен можна визначити, до якого виду рослин вони належать?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

Дослідження процесів накопичення рослинами запасних білків у формі алейронових зерен

Мета роботи: Вивчити утворення та функції запасних білків рослин на прикладі клітин ендосперму зернини пшениці й сім'ядоль квасолі.

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода, розчин йоду в йодиді калію (I_2/KI), гліцерин; біологічний матеріал: зернини пшениці твердої (*Triticum durum* Desf.), попередньо змочені й зафіксовані в спирті, змочене у воді насіння квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.).

11.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Алейронові зерна (від греч. *áleuron* – борошно) – це білкові утворення в насінні рослин (в ендоспермі або в сім'ядолях), що мають вигляд безбарвних округлих зерен. Вони служать запасним живильним матеріалом, який використовується зародком під час проростання насіння. Алейронові зерна виникають із вакуоль протоплазми, у яких втрата води при дозріванні насіння приводить до виділення білків у твердому стані. Розрізняють алейронові зерна *прості* (дрібні зернятка однорідної структури) і *складні*, усередині яких перебувають *білкові кристали*, а також кулясті включення – *глобоїди*, що містять запасний фосфор. На відміну від справжніх кристалів *кристали білка* набухають у воді, слабких кислотах і в лугах, можуть фарбуватись барвниками. При насиченні клітини водою алейронові зерна розчиняються. Подібно до крохмальних зерен, кожний вид рослин має алейронові зерна певної структури.

У багатьох рослинах (наприклад, у винограді) в алейронових зернах трапляються кристали щавлевокислого кальцію. Складні алейронові зерна можна побачити в маслянистому насінні, наприклад у рицині, хрестоцвітних, прості – у круп'яних, наприклад у насінні злаків.

Запасні білки – прості, на відміну від складних конституційних, які утворюють основу протопласта (живої частини клітини).

11.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Приготувати препарат поперечного зрізу зернини пшениці твердої в краплі реактиву (йоду в йодиді калію).

2. Знайти при малому, а потім при великому збільшенні алейроновий шар і розглянути в ньому алейронові зерна.

3. Замалювати кілька клітин алейронового шару, а також три – чотири клітини ендосперму із крохмалем, спермодермію (у насінній шкірці) і сухий оплодень (покрив зернини). Зробити потрібні позначення.

4. Приготувати препарат поперечного зрізу сім'ядолі квасолі звичайної, подіявши на нього краплею розчину йоду в йодиді калію.

5. Розглянути при великому збільшенні вміст клітин, зокрема алейронові й крохмальні зерна.

6. Замалювати одну – дві клітини і зробити відповідні позначення.

Порядок виконання роботи

Дослідження алейронового шару ендосперму зернини пшениці твердої

Для приготування препарату на предметне скло наносять краплю реактиву. Потім роблять поперечні зрізи зернини пшениці, за допомогою щіточки або пінцета переносять два – три зрізи на предметне скло й накривають покривним скельцем.

При малому збільшенні знаходять тонку ділянку зрізу, на якому видно золотаву смужку клітин алейронового шару, розташованого відразу ж під спермодермієм й оплоднем. Унаслідок реакції з йодом білок набуває жовтого забарвлення. При великому збільшенні видно, що клітини алейронового шару щільно зімкнуті, мають кубічну форму й заповнені дрібними алейроновими зернами. При застосуванні імерсійного об'єктива зі збільшенням окуляра x15 й об'єктива x90 можна побачити, що всередині алейронових зерен, незважаючи на їхній малий розмір, є включення. Отже, алейронові зерна пшениці відносяться до складних. Іноді в центрі клітини помітне ядро (рис. 11.1).

Найбільшу кількість запасного білка містять зернини твердої пшениці. Цим пояснюють їхню високу технологічну властивість. Нижче, у клітинах ендосперму зернини видно крохмальні зерна.

Замальовують кілька клітин алейронового шару, спермодермій, що злипся із сухим оплоднем, і клітини ендосперму із крохмальними зернами та роблять необхідні позначення.

Розгляд алейронових і крохмальних зерен у сім'ядолях квасолі звичайної

Препарат готують із тонкого зрізу сім'ядолі квасолі, помістивши його на предметне скло в краплю реактиву з додаванням краплі гліцерину. Знаходять

при малому збільшенні тонку ділянку зрізу. При великому збільшенні видно, що сім'ядоля квасолі має у своєму складі великі паренхімні клітини з невеликим міжклітинним простором (рис. 11.2).

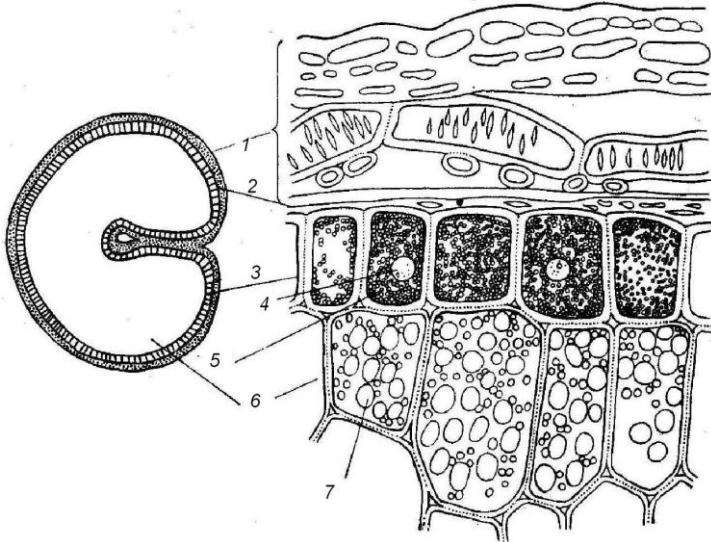


Рис. 11.1 Зернина пшениці твердої (*Triticum durum* Desf.) на поперечному розрізі:

- 1 – оплодень;
- 2 – спермодермій;
- 3 – алейроновий шар;
- 4 – ядро;
- 5 – алейронові зерна;
- 6 – клітини ендосперму з крохмальними зернами;
- 7 – крохмальні зерна

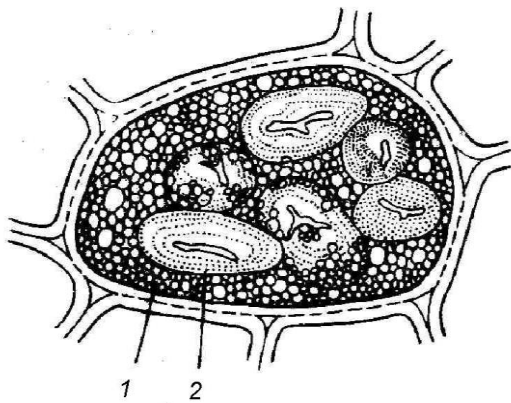


Рис. 11.2 Клітина сім'ядолі квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.):

- 1 – прості алейронові зерна,
- 2 – крохмальне зерно

Усередині клітин добре помітні великі овальні крохмальні зерна з розгалуженою тріщиною в середині й між ними, це золотаво-жовті прості алейронові зерна.

Замальовують одну – дві клітини й роблять позначення алейронових і крохмальних зерен.

Контрольні питання

1. У чому полягає відмінність між запасними і конституційними білками рослин?
2. Яким чином утворюються в рослинах алейронові зерна?
3. У чому полягає відмінність простих алейронових зерен від складних?
4. У яких частинах рослинної клітини локалізується запасний білок?
5. У яких органах рослини накопичується запасний білок?
6. Що відбувається з алейроновими зернами при збагаченні рослинної клітини водою?
7. Чи вважають структуру алейронових зерен їхньою видовою ознакою?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

Вивчення запасної ролі полісахариду інуліну в клітинах рослинних організмів

Мета роботи: Дослідити запасні функції рослинних вуглеводів у клітинах бульби топінамбура, або земляної груші (*Helianthus tuberosus L.*).

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода, розчин йоду в йодиді калію (I_2/KI), гліцерин; біологічний матеріал: шматочки бульби топінамбура, що витримані в 96 %-му розчині етилового спирту протягом семи – десяти днів.

12.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Полісахарид *инулін* ($C_6H_{10}O_5$)_n перебуває у формі колоїдного розчину в клітинній рідині запасливих органів рослин головним чином сімейства складноцвітних, а також дзвоникових, лілейних і фіалкових.

Подібно до крохмалю, інулін служить запасним вуглеводом. У бульбах і коріннях жоржини, нарциса, гіацинта, цикорію та земляної груші (топінамбура) вміст інуліну сягає 10–12 % (до 60 % від вмісту сухої речовини).

Цей вуглевод легко засвоюється організмом людини, у зв'язку з чим його застосовують у медицині як замітник крохмалю й цукру при цукровому діабеті. До того ж він являє собою вихідний матеріал для промислового одержання фруктози. Добувають інулін із цикорію або з топінамбура.

Для виявлення інуліну використовують 96 %-й розчин етилового спирту, який швидко зневоднює клітини. При цьому інулін утворює *сферокристали*. Вони швидко розростаються і згодом захоплюють кілька клітин (рис. 12.1). Стінки цих клітин стають помітними у сферокристалі, коли використовують мікрогвинт мікроскопа.

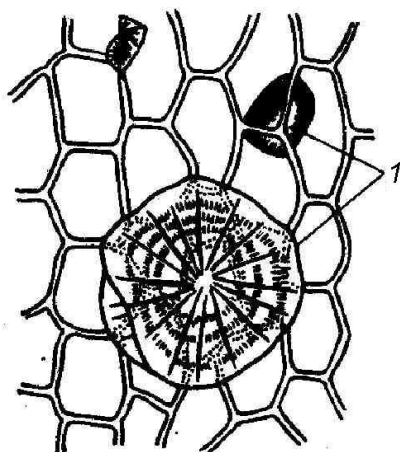


Рис. 12.1 Клітини бульби топінамбура (земляної груші), (*Helianthus tuberosus L.*):
1 – сферокристал

12.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Приготувати препарат зрізу бульби топінамбура в краплі гліцерину.

2. Знайти при малому збільшенні найбільш тонку ділянку зрізу, що містить сферокристали інуліну, і розглянути їх при великому збільшенні.

3. Замалювати кілька клітин бульби топінамбура зі сферокристалами й зробити необхідні позначення.

Порядок виконання роботи

Щоб виготовити препарат, роблять кілька зрізів бульби топінамбура, найтонший з них поміщають на предметне скло в краплю гліцерину й накривають покривним скельцем. У гліцерині інулін не розчиняється, а у воді він легко розчинний, тому для приготування препарату не можна використовувати воду.

При малому збільшенні знаходять найбільш тонке місце зрізу й вивчають один зі сферокристалів. Замальовують кілька клітин зі сферокристалами й роблять позначення сферокристалу й стінки клітини.

Контрольні питання

1. Чи однаковий розмір вакуолей у молодих, зрілих і старих клітинах рослин?

2. Що являє собою клітинний сік, який його склад?

3. Які пігменти входять до складу пластид, а які – до клітинного соку рослин?

4. Чому крохмаль, що має таку саму хімічну формулу, що й інулін, не накопичується в клітинному соку?

5. Яким чином можна виявити в рослинній клітині інулін?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13

Дослідження утворення кристалів оксалату кальцію (CaC_2O_4) в клітинах рослин

Мета роботи: Вивчити біологічну роль та утворення в клітині кристалів оксалату кальцію й продуктів вторинного обміну речовин у рослинах.

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода, гліцерин; біологічний матеріал: шматочки сухої луски цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.), прокип'ячені у воді, а потім витримані 10 – 15 днів у водному розчині гліцерину; черешки листків щавлю кислого або звичайного (*Rumex acetosa* L.), бегонії бульбочкової (*Begonia tuberosa* Hort.); кореневище купини лікарської (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce).

13.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Щавлева кислота – один з токсичних продуктів життєдіяльності клітин. Нейтралізація її відбувається при взаємодії з іонами кальцію, внаслідок чого утворюється нерозчинна сіль – оксалат кальцію. Ця сполука відкладається головним чином у старих клітинах рослин, або в клітинах, що відмирають. Оксалат кальцію може мати вигляд одиничних кристалів різноманітної форми, зрощених кристалів – друз, або кристалів, зібраних у пачку, – рафід (рис. 13.1).

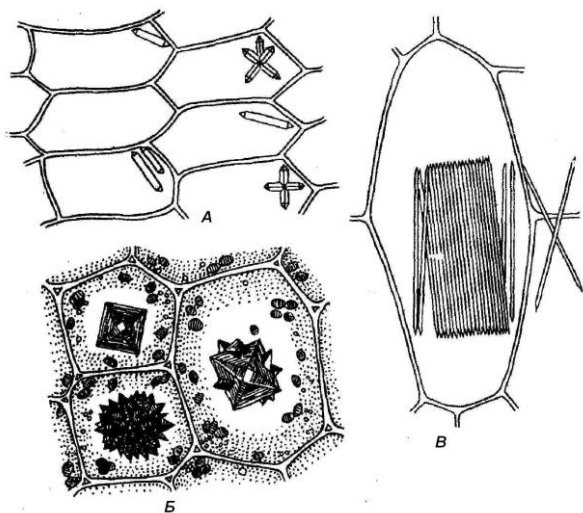


Рис. 13.1 Клітини різних рослин із кристалами оксалату кальцію:

A – одиничні й хрестоподібні кристали в клітинах сухої луски цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.);
Б – послідовні стадії формування друз у клітинах черешка листка бегонії бульбочкової (*Begonia tuberosa* Hort.);
В – рафіда в клітині кореневища купини лікарської (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce)

Особливо багато кристалів оксалату кальцію утворюється в корі дерев, листках, які відмирають, у лусці цибулі.

Як правило, друзи входять до складу дводольних рослин, а рафіди – однодольних.

13.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Приготувати препарат сухої луски цибулі й при малому збільшенні виявити клітини з поодинокими паличковидними й хрестоподібними кристалами оксалату кальцію. Розглянути їх при великому збільшенні та замалювати кілька клітин з кристалами. Зробити відповідні позначення.

2. Приготувати препарат поперечного зрізу черешка листка щавлю. Знайти при малому збільшенні й розглянути при великому збільшенні одну клітину з друзами. Замалювати її та зробити необхідні позначення.

3. Приготувати препарат поздовжнього зрізу кореневища купини. Знайти при малому збільшенні клітину з рафідом. При великому збільшенні розглянути й замалювати її, зробити відповідні позначення.

Порядок виконання роботи

Готують передбачені завданням препарати. Розглядають і замальовують клітини з поодинокими паличковидними й попарно зрощеними (хрестоподібними) кристалами оксалату кальцію в сухій лусці *цибулі*, із друзами – у черешку листка *щавлю* й з рафідом – у кореневищі *купини*. Роблять позначення.

Контрольні питання

1. Яка біологічна суть утворення кристалів оксалату кальцію в клітинах рослин?

2. У клітинах яких органів або їхніх частин можна спостерігати скупчення кристалів оксалату кальцію?

3. Яка форма кристалів оксалату кальцію властива дводольним рослинам, а яка – однодольним?

4. Яку роль відіграють продукти вторинного обміну речовин у житті рослин?

знебарвлення листка (не слід користуватися відкритим полум'ям, тому що етанол легко спалахує).

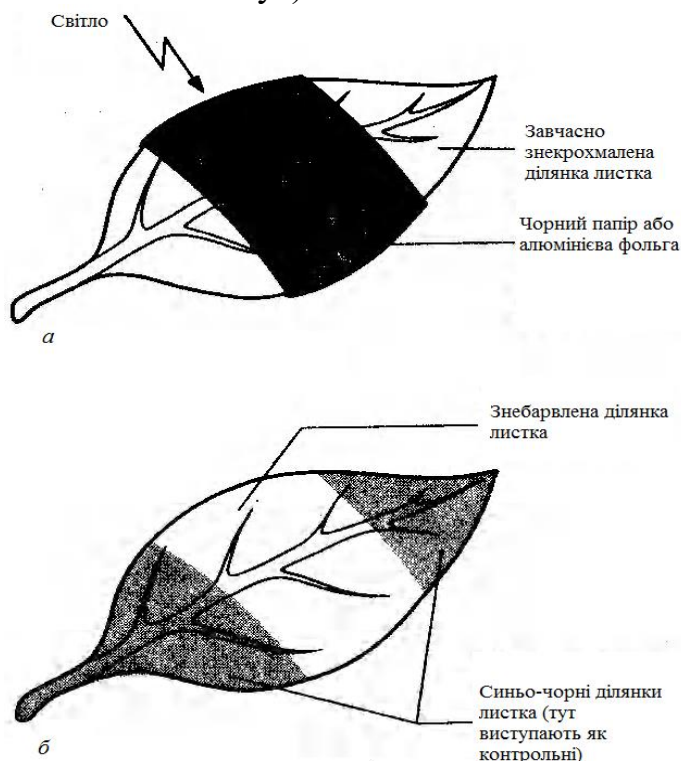


Рис. 14.1 Процес вивчення необхідності світла для фотосинтезу й утворення в рослинах первинного крохмалю:
a – вигляд препарату під час досліду;
б – після застосування проби з I_2 / KI .

Знебарвлений листок промивають гарячою водою, щоб видалити спирт і пом'якшити тканини, розправляють на кахельній плитці або на плоскій тарілці, і поверх листка заливають йодний розчин. Цей червоно-коричневий розчин забарвлює усі частини листка, що містять крохмаль, у синьо-чорний колір.

У деяких рослин (наприклад, у цибулі) первинним продуктом фотосинтезу є не крохмаль, а цукор, тому для їхнього дослідження крохмальну пробу не застосовують.

Влітку дослід можна видозмінити, наприклад, захистити кілька листків рослини від світла, надягнувши на них пакетики із чорного світлонепроникного паперу й зробивши на них відповідні вирізи; через дві – три доби, наприкінці сонячного дня, зрізати листки й обробити їх за вже розглянутою схемою. Затемнені місця листків будуть світлими, а піддані освітленню стануть синьо-чорними. Результати спостережень описати в робочому зошиті.

Контрольні питання

1. Чим відрізняються організми - автотрофи від гетеро- й хемотрофів?
2. Дайте визначення процесу фотосинтезу. Напишіть його загальну хімічну формулу.
3. За яких умов буде відбуватись фотосинтез рослин?
4. Яке значення має фотосинтез для біосфери в цілому?
5. Яку роль відіграє фотосинтез у кругообігу вуглецю?
6. Перерахуйте ті особливості будови листка рослини, завдяки яким він успішно виконує свої фотосинтетичні функції.
7. Чи відрізняються з погляду локалізації процесу, викликані світловою й темновою фазами фотосинтезу?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15

Дослідження обмежувальних для фотосинтезу умов. Вивчення процесу виділення кисню внаслідок фотосинтезу

Мета роботи: Вивчити фактори, що впливають на інтенсивність фотосинтезу; дослідити потребу в двоокисі вуглецю та хлорофілі; спостерігати виділення кисню водними рослинами.

Матеріали й обладнання: Конічна колба Ерленмейєра на 250 мл, штатив із затискачами до нього, пробірка, скляна воронка, склянка на 400 мл, спиртівка, водяний нагрівач, ножиці, електроплитка, лампи накалювання в 200 – 300 Вт, посуд, біла кахельна плитка, вата, дерев'яна паличка, пластилін, живі рослини із знекрохмаленим листям (герань або пеларгонія *Pelargonium L.*, примула *Primula L.* та ін.), рослини із плямистим листям (*Chlorophyton*, ряболиста форма плюща *Hedera helix L.*), елодея *Elodea canadensis L.*, етиловий спирт, розчин йоду в йодистому калії, 20 % розчин КОН, 0,5 % розчин NaHCO_3 , вапняна вода.

15.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Інтенсивність процесу фотосинтезу в рослині залежить від ряду внутрішніх і зовнішніх факторів. Із внутрішніх найбільш важливе значення мають структура листка і вміст у ньому хлорофілу, швидкість накопичення продуктів фотосинтезу в хлоропластах, вплив ферментів, а також наявність малих концентрацій необхідних неорганічних речовин. Зовнішні параметри – це кількість і якість світла, що потрапляє на листя, температура навколишнього середовища, концентрація вуглекислоти й кисню в атмосфері поблизу рослини, а також забруднення атмосферного повітря техногенним озоном, сірчистим газом, сажею та іншими поллютантами.

15.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Дослідити потребу рослин у двоокисі вуглецю.
2. Провести спостереження ролі хлорофілу в процесі утворення первинного крохмалю.
3. Вивчити процес виділення кисню водними рослинами.

Порядок виконання роботи

Дослід 1. Схему його проведення зображено на рис. 15.1.

Листок знекрохмаленої рослини, витриманої декілька днів у темряві, фіксують за допомогою штативу в колбі Ерленмейєра, до якої налито 20 % розчин КОН. Ватну пробку змочують у вапняній воді для поглинання вуглекислого газу.

Рослину виставляють на 2 – 3 години на яскраве світло, а потім визначають наявність крохмалю в листках, призначених для досліду (див. попередню роботу).

Дослід 2. Щоб визначити потребу рослин у хлорофілі, використовують їх види із плямистим листям – плющ, герань, хлорофітум та ін. Спочатку

схематично замальовуюють розміщення зелених та незелених (білих) плям на листку, потім проводять крохмальну пробу та порівнюють отримані результати між собою.

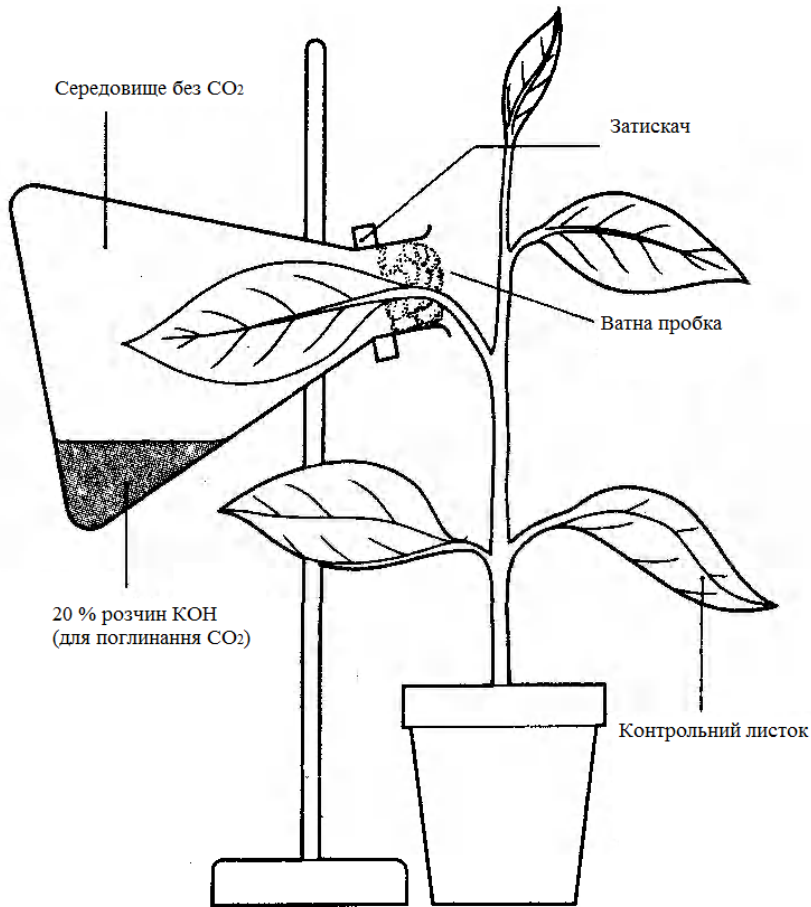


Рис. 15.1 Схема дослід для вивчення потреби рослин в CO_2

Дослід 3. Для проведення спостережень за виділенням кисню, отриманого внаслідок фотосинтезу, необхідно водну рослину *Elodea* виставити на яскраве світло і збирати кисень у пробірку, як це показано на рис. 15.2.

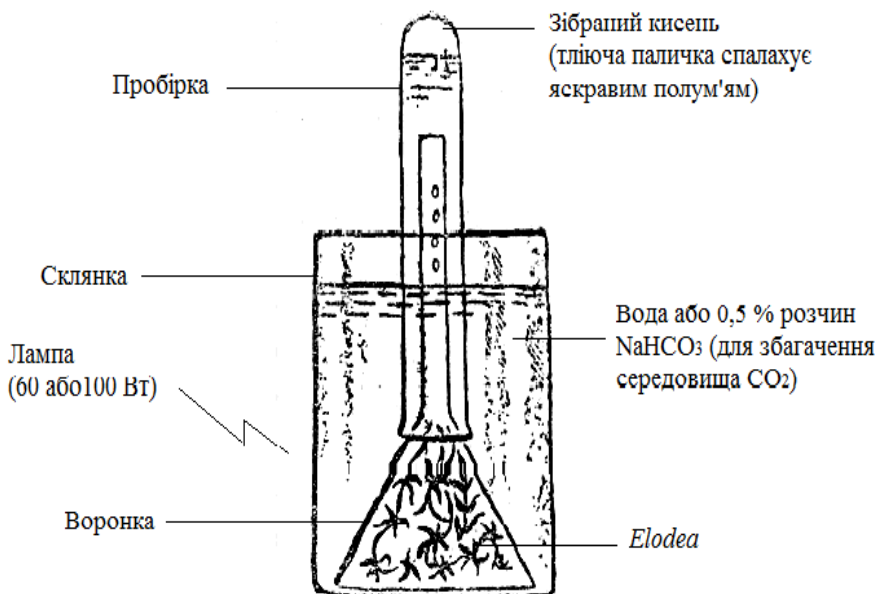


Рис. 15.2 Схема дослід для вивчення виділення рослиною кисню внаслідок фотосинтезу

Результати спостережень і висновки записати в робочий зошит.

Контрольні питання

1. Які фактори можуть стримувати процес фотосинтезу в рослинах?
2. Як ви розумієте поняття «лімітуючий фактор»?
3. Поясніть, яким чином забруднювачі атмосферного повітря впливають на інтенсивність процесу фотосинтезу в рослинах?
4. Як можуть відрізнитись умови фотосинтезу в теплиці та у відкритому ґрунті?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16

Внутрішнє середовище організму. Функція та цитологія крові людини

Мета роботи: Ознайомитися з функціями тканинної рідини, лімфи і крові, що складають внутрішнє середовище організму, особливостями формених елементів крові; розглянути під мікроскопом препарати крові людини, визначити в них еритроцити, лейкоцити і тромбоцити; вивчити принципи виділення груп крові і переливання крові.

Матеріали й обладнання: Мікроскопи типу МБР-1 або «Біолам», препарати крові людини, ящірок та жаб, кольорові малюнки і фотографії елементів крові в нормі та патології.

16.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Клітини організму потребують постійного притоку поживних речовин і кисню, а також безперервного видалення продуктів їх життєдіяльності. У вищих тварин і людини *внутрішнє рідке середовище організму* утворене *кров'ю, тканинною рідиною (плазмою) і лімфою*. Воно зберігає відносну незмінність свого складу – фізичних і хімічних властивостей (*гомеостаз*), що забезпечує стійкість усіх функцій організму.

Кров – рідка сполучна тканина, непрозора рідина червоного кольору, в'язкість якої в чотири-п'ять разів більше в'язкості води. Вона має слаболужну реакцію. В організмі дорослої людини міститься близько 5 л крові, що становить 7-8% маси тіла.

Рідка частина крові – *плазма*, проходить крізь стінки найтонших кровоносних судин – капілярів, і утворює міжклітинну, або *тканинну*, рідину. Ця рідина омиває всі клітини тіла, віддає їм поживні речовини і забирає продукти обміну речовин. В організмі людини тканинної рідини до 20 л. Велика частина цієї рідини повертається в кровоносні капіляри, а менша, проникаючи в закриті з одного кінця лімфатичні капіляри, утворює *лімфу*.

Лімфа по лімфатичних судинах збирається до грудного протоку і через нього потрапляє в кров. Лімфа очищає організм від речовин, які не можуть всмоктатися прямо в кров. Ці «надлишки» збираються в лімфу, а потім разом з нею вливаються в кров'яне русло. У лімфі міститься велика кількість *лімфоцитів* – білих кров'яних клітин особливого типу, які знешкоджують мікроорганізми і ракові клітини.

Кров забезпечує життєдіяльність організму і виконує наступні важливі функції:

- 1) живильну – переносить від органів травлення до всіх клітин тіла поживні речовини;
- 2) видільну – виносить від клітин і тканин організму до видільних органів продукти розпаду і окислення;
- 3) дихальну – доставляє клітинам кисень і забирає від них вуглекислий газ;
- 4) захисну – знешкоджує шкідливі мікроорганізми та різні отруйні продукти;
- 5) регуляторну – переносить гормони, що регулюють обмін речовин і роботу різних органів.

Всі ці функції часто об'єднують загальною назвою – транспортна функція крові. Крім того, кров підтримує постійність внутрішнього середовища організму – температуру, сольовий склад, реакцію середовища і т.п.

Більше половини обсягу крові (55-60%) займає *плазма*, решту становлять *формені елементи крові*, або кров'яні тільця, – *еритроцити*, *лейкоцити* і *тромбоцити*.

Еритроцити, або червоні кров'яні тільця, – клітини крові, які містять кров'яний пігмент – *гемоглобін*. У більшості хребетних тварин в еритроцитах є ядро, але у людини та інших ссавців еритроцити без'ядерні. Форма еритроцитів – диск з увігнутою серединою. Діаметр еритроцитів людини становить 7-8 мкм, в 1 мм³ крові їх міститься 4,5-6 млн. (табл. 16.1).

Таблиця 16.1 – Формені елементи крові

Формені елементи	Наявність ядра	Число в 1 мм ³ крові	Функція
Еритроцити	Немає	4,5-6 млн.	Перенос кисню
Лейкоцити	Є	5-8 тис.	Захисна
Тромбоцити	Немає	200-400 тис.	Згортання крові

Еритроцити протягом усього життя людини утворюються в червоному кістковому мозку і постійно руйнуються в печінці і селезінці. Кількість еритроцитів в організмі є більш-менш постійною величиною. Тривалість їх життя – 3-4 місяці.

Функція еритроцитів полягає в перенесенні кисню і частково вуглекислого газу. Цю функцію еритроцити виконують завдяки наявності в них гемоглобіну – білкової речовини, пов'язаної з атомом заліза. У 100 мл крові людини міститься в середньому людини 14 г гемоглобіну.

При зменшеній кількості еритроцитів в крові або гемоглобіну в еритроцитах у людини розвивається *недокрів'я*: кров погано насичується киснем, тому органи і тканини отримують недостатню його кількість (*гіпоксія*).

Лейкоцити, або білі кров'яні тільця, – клітини діаметром 8-30 мкм, непостійної форми. Вони мають ядро, занурене в безбарвну цитоплазму. Нормальна кількість лейкоцитів у крові – до 6-8 тис. в 1 мм³ (табл. 16.1). За будовою лейкоцити поділяють на кілька груп, кожна з яких виконує певні функції. Лейкоцити живуть кілька днів. Нові лейкоцити безперервно утворюються в червоному кістковому мозку, в лімфатичних вузлах і селезінці, а руйнуються в печінці і селезінці.

Основна функція лейкоцитів – захисна. Лейкоцити не тільки разносяться потоком крові, а й здатні до самостійного пересування з допомогою псевдоніжок. Проникаючи крізь стінки капілярів, лейкоцити рухаються до скупчення хвороботворних мікробів в тканини і за допомогою псевдоніжок захоплюють і перетравлюють їх. Це явище отримало назву «фагоцитоз» і було відкрито І. І. Мечниковим у 1882 році.

Фагоцитарна здатність лейкоцитів надзвичайно важлива, оскільки захищає організм від інфекції. Але в певних випадках ця властивість лейкоцитів може бути шкідливою, наприклад, при пересадці органів. Лейкоцити реагують на пересадження органів так само, як і на хвороботворні мікроорганізми, тому фагоцитують і руйнують їх. Щоб уникнути небажаної реакції лейкоцитів, фагоцитоз пригнічують спеціальними речовинами.

Тромбоцити, або кров'яні пластинки, – безбарвні клітини розміром 2-4 мкм, кількість яких становить 200-400 тис. в 1 мм³ крові (табл. 16.1). Утворюються вони в кістковому мозку. У людини і ссавців вони не мають ядер і тим відрізняється від пластинок низьких хребетних. Тромбоцити дуже тендітні, легко руйнуються при пошкодженні кровоносних судин або при зіткненні крові з повітрям. При цьому з них виділяється особлива речовина тромбопластин, яке сприяє згортанню крові.

Лейкоцити бувають зернисті (*гранулоцити*) і незернисті (*агранулоцити*). Гранулоцити за особливостями зернистості в їхніх цитоплазмах діляться на *еозинофіли*, *базофіли* і *нейтрофіли*. До агранулоцитів відносяться *моноцити* і *лімфоцити* (табл. 16.2).

Еозинофіли складають 1-4% всіх лейкоцитів. Зернистість в їх цитоплазмах забарвлюється кислими фарбами (еозин).

Базофіли (0-0,5% всіх лейкоцитів) містять гранули, які фарбуються основними фарбами (метиленової синню та ін.).

Нейтрофіли становлять 60-70% всіх лейкоцитів і мають розмір 12-20 мкм. Зернистість в їх цитоплазмі фарбується нейтральними фарбами. Діляться на міелоцити, юні та паличкоядерні форми.

Лімфоцити (25-28% лейкоцитів) мають розмір від 7-9 до 12-15 мкм. Ядро кругле, найчастіше розташовується центрально.

Моноцити – найбільші клітини крові (12-20 мкм). Їх вміст у крові 4-8%.

Нормальне відсоткове співвідношення між окремими видами лейкоцитів носить назву *лейкоцитарної формули*. Її прийнято записувати у вигляді таблиці (табл. 16.2).

Таблиця 16.2 – Лейкоцитарна формула, %

Кров здорової людини	Базофіли	Еозинофіли	Міелоцити	Нейтрофіли			Лімфоцити	Моноцити
				Юні	Паличко ядерні	Сегмен- тоядерні		
	0,5	2-4	-	-	2-4	55-70	25-35	3-6

В даній таблиці мієлоцити, паличкоядерні та юні нейтрофіли розташовані ліворуч від сегментоядерних, тому при збільшенні кількості молодих форм говорять про «зсув вліво» формули крові.

16.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Розглянути під мікроскопом готові препарати крові людини, а також рептилій і земноводних, наданих викладачем.
2. Спочатку дослідити препарати при малому збільшенні (x40), потім при великому (x90) із застосуванням імерсійного масла.
3. Знайти формені елементи крові та замалювати їх.
4. Вивчити особливості клітин крові людини та різних тварин за наочним матеріалом.

Визначення груп крові

У 1901 р. австрійський учений Карл Ландштейнер встановив, що при змішуванні різної крові еритроцити можуть легко склеюватися між собою. Цей процес отримав назву *аглотинація*. Склеєні еритроцити не здатні переносити кисень і закупорюють дрібні судини, вони швидко руйнуються, виділяють фактори згортання, в результаті кров згортається прямо всередині судин.

На поверхні еритроцитів є особливі білки – *аглотиногени*, які існують у двох видах – *A* і *B*. У різних людей вони зустрічаються у різних комбінаціях: тільки *A*, тільки *B* або *A + B* одночасно; а буває, що ці білки на еритроцитах відсутні. Склеюванню еритроцитів сприяють спеціальні речовини, розчинені в плазмі крові, – *аглютиніни*. Їх теж два види, і позначаються вони літерами грецького алфавіту α й β .

Таким чином, у конкретної людини може бути одна з чотирьох комбінацій аглютиногенів і аглютинінів. Кожну з них визначили як *групу крові*, а всі разом вони складають систему АВО (вимовляється «а-бе-нуль»):

I (0) група. Аглютиногенів на еритроцитах немає; у плазмі крові містяться аглютиніни обох видів – α и β .

II (A) група. Еритроцити несуть аглютиногени *A*; у плазмі розчинені аглютиніни β .

III (B) група. Навпаки: аглютиногени *B* сусідять з безпечними для їх еритроцитів аглютинінами α .

IV (AB) група. Еритроцити несуть обидва аглютиногени – *A* і *B*; у плазмі крові немає аглютинінів.

Перша група крові зустрічається у 40-50% людей, друга – у 30-40%, третя – у 10-20%, а володарі четвертої становлять лише 5%.

У людини в крові не можуть одночасно бути присутнім однойменні аглютиноген й аглютинін, тому еритроцити не склеюються. Аглотинація можлива лише при переливанні чужорідної крові, еритроцити якої містять однойменні з аглютинінами крові хворого аглютиногени.

Щоб уникнути склеювання еритроцитів, людям з першою групою крові потрібно переливати кров тільки тієї ж першої групи. Кров першої групи можна переливати всім, так як її еритроцити взагалі не містять аглютиногенів. Тому

власники крові першої групи називаються *універсальними донорами* (люди, у яких беруть кров для переливання). Людям з четвертою групою крові можна переливати кров усіх груп, тому що в їх крові немає аглютининів, які викликають склеювання еритроцитів. Вони є *універсальними реципієнтами* (люди, яким переливають кров). Володарям другої і третьої груп можна переливати кров своєї групи, а також першої. При цьому донорські аглютиніни не призводять до склеювання еритроцитів реципієнта, оскільки в перелитій кількості крові їх для цього занадто мало.

Контрольні питання

1. Які формені елементи містяться в крові людини і яка їхня фізіологічна роль?
2. На які групи діляться лейкоцити та які їхні функції в організмі?
3. Що являє собою лейкоцитарна формула і яке її практичне значення?
4. Який загальний вміст гемоглобіну в крові людини?
5. За яким принципом заснована методика визначення груп крові?
6. Якщо кров донора I групи може бути перелита реципієнту з III групою крові, то чому не можна зробити навпаки?

РОЗДІЛ IV. ПОДІЛ КЛІТИН

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 17

Спостереження за процесами мітозу в клітинах кореневої меристеми рослин

Мета роботи: Вивчити основні фази мітотичного циклу й мітозу в клітинах кінчика кореня цибулі; ознайомитися з відмінностями між процесами мітозу і мейозу, а також з можливими патологіями процесів мітозу внаслідок негативної дії факторів навколишнього середовища.

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні стекла; біологічний матеріал: постійний мікропрепарат повздовжнього зрізу кінчика кореня цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.).

17.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Ріст рослин відбувається головним чином за рахунок збільшення числа клітин у зростаючих органах. *Мітоз* – основний спосіб поділу соматичних клітин. Він являє собою складову частину мітотичного циклу, через який проходить кожна клітина від одного поділу до наступного. *Мітотичний цикл* складається з інтерфази й мітозу, що тісно пов'язані між собою.

Інтерфаза – найбільш тривалий етап мітотичного циклу. У цій фазі відбуваються важливі біохімічні процеси, що готують клітину до поділу: реплікація ДНК, нагромадження речовин та енергії. В інтерфазі розрізняють три періоди: *пресинтетичний* – G_1 (ріст клітини й підготовка до подвоєння ДНК), *синтетичний* – S (реплікація молекул ДНК) і *постсинтетичний* – G_2 (підготовка до побудови веретена поділу й нагромадження енергії).

Мітоз, у свою чергу, поділяють на чотири фази: *профазу*, *метафазу*, *анафазу* й *телофазу*. Наприкінці телофази в зоні екваторіальної пластинки формується клітинна стінка, що ділить цитоплазму на дві рівні частини, тобто відбувається *цитокинез*. При мітозі генетична інформація рівномірно розподіляється між двома новими клітинами – кожна з них одержує число хромосом, яке дорівнює числу хромосом вихідної клітини.

17.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. На постійному препараті кінчика кореня цибулі знайти при великому збільшенні клітини в стані інтерфази, а також у фазах мітозу: профазі, метафазі, анафазі, телофазі.

2. Замалювати й позначити клітини в інтерфазі й на різних фазах мітозу. Можна замалювати дві – три клітини, що перебувають у найбільш тривалих фазах.

Порядок виконання роботи

Послідовні зміни структури ядра при мітозі спостерігають на постійному препараті клітин кінчика кореня цибулі звичайної. Клітини меристематичної тканини перебувають у різних фазах поділу. В *інтерфазі* ядро відносно велике, з добре помітними одним або двома ядерцями й слабкозернистою структурою (рис. 17.1). Хромосоми в ядрі великою мірою деконденсовані, а тому фарбування їх не виявляє.

На початку *профази* ядро збільшується й у ньому чітко помітні заплутані в клубок хромосоми, що почали конденсуватися. До кінця профазы хромосоми коротшають, причому іноді помітно, що вони складаються із двох *хроматид*, з'єднаних у зоні *первинної перетяжки*, де перебуває *центромера* (пластинчаста структура, що має форму диска). Ядерна оболонка і ядерця до цього моменту, як правило, дезінтегруються.

На початку *метафази* хромосоми досягають максимальної конденсації й пересуваються до екваторіальної пластинки клітини. У клітині формується *веретено поділу*, що складається з опорних і *тягових ниток*. Опорні нитки йдуть від одного полюса клітини до іншого, а тягові з'єднують центромери хромосом з полюсами. Однак нитки веретена поділу не завжди помітні, оскільки ядерний барвник їх не зафарбовує. Найбільш характерним для метафази виявляється розташування центромер хромосом, прикріплених до ниток веретена, у площині екваторіальної пластинки клітини. *Плечі* хромосом можуть займати вище або нижче положення. На препаратах збоку (з екватора) можна побачити клітину в метафазі, коли добре помітно веретено поділу, але число хромосом підрахувати важко; а зверху (з полюса), коли добре видно форму хромосом і легко підрахувати їхнє число, але при цьому веретено поділу не видно (рис. 17.1, 4). Другий випадок частіше має місце на поперечних зрізах.

В *анафазі* відбувається поділ центромери, а хроматиди розходяться до полюсів унаслідок скорочення тягових ниток і подовження опорних ниток веретена поділу. Кожна хроматида побудована й функціонує як повноцінна хромосома. Отже, на кожному полюсі виявляється стільки хромосом, скільки їх

було у вихідній клітині.

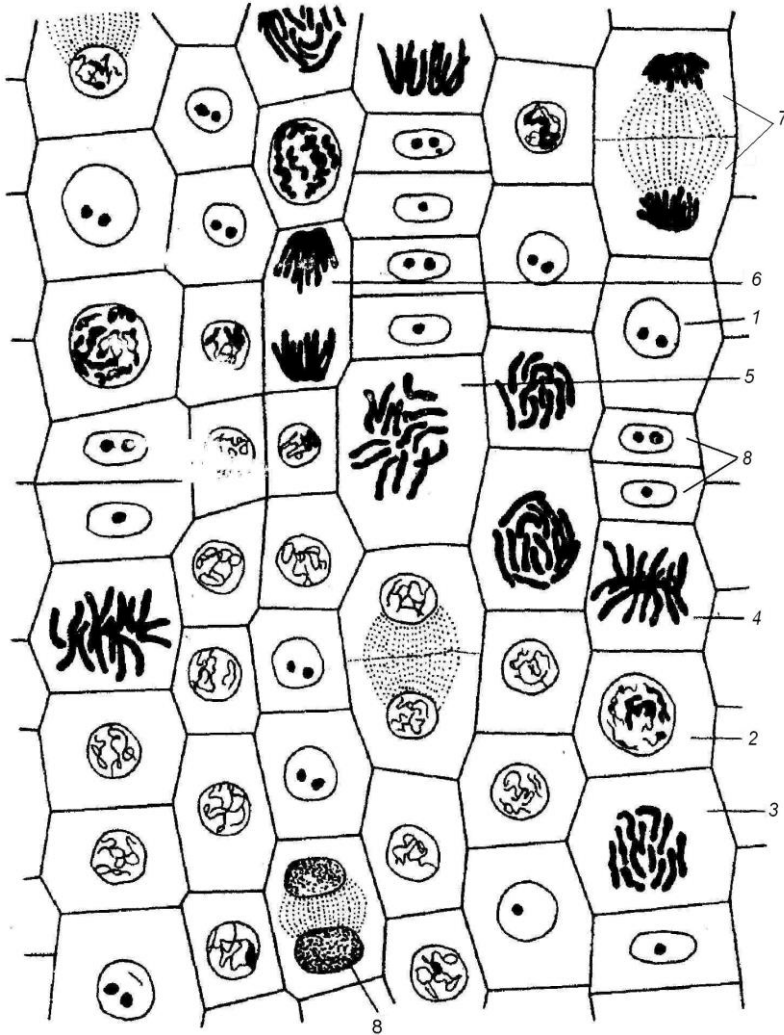


Рис. 17.1 Мітотичний цикл у клітинах кінчика кореня цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.):

- 1 – інтерфаза;
- 2, 3 – профаза;
- 4, 5 – метафаза;
- 6 – анафаза;
- 7, 8 – телофаза (8 – цитокінез)

Під час *телофази* спостерігається процес, протилежний тому, що відбувався в профазі: хромосоми деконденсуються, веретено поділу руйнується, а ядерна оболонка і ядерця відновлюються. На початку телофази хромосоми мають вигляд двох темних згустків на полюсах клітини, на їх місці до кінця фази утворяться два нових ядра. Одночасно в зоні екваторіальної пластинки клітини з'являються вертикальні волокна (*фрагмопласт*). У центрі фрагмопласта накопичуються бульбашки Гольджі, що містять пектинові речовини. Розростаючись, вони утворюють поперечну перегородку, яка розмежовує обидві клітини, – *клітинну пластинку*. На ній по обидва боки формуються первинні стінки, далі відбувається *цитокінез*, і на цьому мітоз завершується.

Фази мітотичного циклу замальовують відповідно до послідовності, яка спостерігається в клітині, що ділиться.

Слід зауважити, що внаслідок негативної дії факторів навколишнього середовища (іонізуюче випромінювання, застосування пестицидів, дія мітотичних отрут, токсинів, вірусних інфекцій тощо) нормальний хід мітозу може змінюватись. При цьому можливі пошкодження структури хромосом (фрагментація, утворення мостів, мікроядер) і мітотичного апарату (порушення процесів поділу центріолей, денатурація білків веретена поділу та ін.).

Контрольні питання

1. Що являє собою мітотичний цикл, у яких клітинах він має місце та з яких двох фаз складається?
2. На які періоди поділяють інтерфазу мітотичного циклу клітин і які процеси характерні для кожного з них?
3. Що таке мітоз клітин і з яких фаз він складається?
4. Яка будова хромосоми в метафазі мітотичного циклу клітин?
5. Яка біологічна сутність процесів мітозу та мейозу в клітинах? У чому полягає принципова відмінність мейозу від мітозу?
6. У якій фазі мейозу відбувається кросинговер та який біологічний зміст цього процесу?
7. Яка різниця між анафазою мітозу й анафазою першого поділу мейозу?
8. Чи можуть фактори навколишнього середовища змінювати нормальний перебіг мітозу в клітинах? Наведіть приклади.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 18

Дослідження мікроядер, як патологій мітозу, у соматичних клітинах живих організмів

Мета роботи: Ознайомитись з механізмом утворення мікроядер в соматичних клітинах рослин і тварин унаслідок дії мутагенів довкілля; дослідити мікроядра в епітеліоцитах порожнини рота людини та еритроцитах крові жаби зеленої (*Bufo viridis* Lauvert, 1768) і ящірки кримської (*Podarcis fanlice* Pallau, 1831), а також у диференційованих клітинах кореня цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.).

Матеріали й обладнання: мікроскопи МБР-1 або «Біолам», предметні стекла, імерсійне масло; біологічний матеріал: постійні препарати клітин слизової оболонки порожнини рота людини й крові жаби зеленої та ящірки кримської, а також диференційованих клітин кореня цибулі ріпчастої.

18.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Мікроядра (МЯ) – це вторинні ядра, що утворюються під час телофази з хроматину, що затримався в анафазі внаслідок хромосомних ушкоджень або дисфункції веретена поділу. У першому випадку мікроядра містять ацентричні фрагменти, у другому – цілісну хромосому.

Чисельність МЯ свідчить про ступінь забруднення навколишнього середовища мутагенами. Частота виникнення МЯ збігається з частотою аберацій хромосом, оскільки перші є наслідком останніх, але технологія аналізу мікроядер значно простіша. Їх можна спостерігати в клітинах, що перебувають в інтерфазі (рис. 18.1). Тому для аналізу частоти появи мікроядер досить одержати мазки клітин досліджуваної біотканини, а потім, після їх відповідного фарбування, підрахувати кількість клітин, що містять МЯ.

Об'єктами МЯ-тестування можуть бути як рослинні клітини (корінці кінських бобів, мейотичні клітини традесканцій та ін.), так і клітини найрізноманітніших представників тваринного світу – мишей, мавп, щурів,

собак, мангустів, риб, жаб та інших безхвостих амфібій, мідій, морських їжаків тощо. Застосування МЯ-тесту в дослідженнях клітин ембріонів, сперматидіїв та ооцитів надзвичайно важливе для складання прогнозів можливих спадкових наслідків для живих організмів. Цей тест використовується також для визначення стану лейкоцитів крові, клітин селезінки, первинних культур клітин, еритроцитів, клітин кісткового мозку.

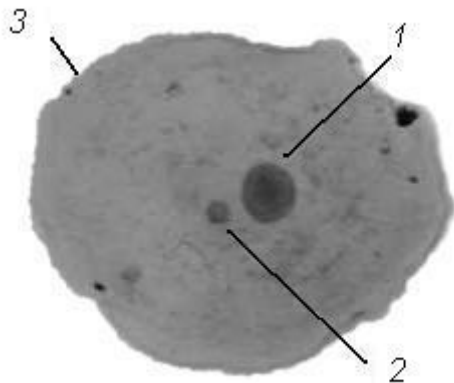


Рис. 18.1 Клітина слизової оболонки порожнини рота людини з мікроядром:
1 – ядро, 2 – мікроядро,
3 – клітинна оболонка

З метою біоіндикації довкілля та визначення цитогенетичного статусу індивіда набуло значного поширення вивчення рівня мікроядер в епітеліальних клітинах людини. Такі клітини можна отримати з внутрішньої поверхні щоки, клітини бронхів (при дослідженні мокротиння), сечового міхура (під час дослідженні сечі), з волосяних фолікулів, які легко видаляються висмикненням кількох волосин.

МЯ-тестування стану клітин досить об'єктивно відображає рівень хронічного мутагенного впливу на організми і цей метод широко використовується в натурних дослідженнях при здійсненні цитогенетичного моніторингу стану довкілля.

18.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Використовуючи постійні препарати дослідити будову клітин слизової оболонки порожнини рота людини, еритроцитів амфібій і плазунів, а також диференційованих клітин кореня цибулі ріпчастої.

2. Визначити наявність мікроядер у досліджуваних соматичних клітинах.

3. Замалювати результати спостережень, зробити відповідні позначення й висновки.

Порядок виконання роботи

Аналізувати препарати необхідно за допомогою мікроскопа МБР-1 або «Біолам». Клітини слизової оболонки порожнини рота людини, а також диференційовані клітини кореня цибулі ріпчастої спостерігають із застосуванням окуляра і об'єктива зі збільшенням $\times 10$ та $\times 60$, еритроцити амфібій і плазунів – $\times 10$ й $\times 90$ відповідно.

МЯ спостерігають у цитоплазмі інтерфазних клітин. Такі клітини повинні бути добре розправлені. МЯ мають чітку межу, забарвлені в той самий колір, що і ядро, розташовані на відстані не більше двох діаметрів від ядра, їхні розміри становлять від $1/5$ до $1/20$ діаметра ядра (рис. 18.1).

Досліджені клітини необхідно замалювати, позначивши ядро, мікроядро, оболонку, клітинну стінку (для рослинної клітини); зробити відповідні висновки.

Контрольні питання

1. Унаслідок яких процесів у соматичних клітинах рослин і тварин утворюються МЯ?
2. У яких клітинах можна спостерігати МЯ?
3. Чим відрізняються еритроцити амфібій і плазунів від еритроцитів ссавців?
4. Які функції виконують клітини слизової оболонки порожнини рота людини та еритроцити тварин?
5. Чим відрізняються диференційовані клітини рослин і тварин від інших?
6. Яка різниця між мікроядром і звичайним ядром клітини?
7. Які наслідки для здоров'я людини може мати утворення великої кількості МЯ в її соматичних клітинах?

РОЗДІЛ V. ОСНОВИ БІОХІМІЇ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 19

Дослідження якісних реакцій на білки

Мета роботи: Вивчити основні властивості й функції білкових молекул у клітинах рослин і тварин; дослідити якісні реакції на білки.

Матеріали й обладнання: Штатив із пробірками, мірна колба, воронка, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода, розчин яєчного білка, розчини: їдкою натрію – 10% (для біуретової реакції) і 20% (для реакції на сірководнісі білки), сірчаноокислої міді – 1%, желатину – 1%, оцтовокислого свинцю – 1%, оцтової кислоти – 1%, натрій хлористий, кристалічний.

19.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Білки – це високомолекулярні органічні сполуки, мономерами яких є амінокислоти, з'єднані пептидним зв'язком. Вони відіграють величезну роль у життєдіяльності клітин і тканин як базова складова частина всього живого.

З білками в живому організмі пов'язані найважливіші функції: ріст і розвиток клітин, травлення, розмноження, передача спадкових ознак, подразливість тканин, м'язові скорочення, утворення антитіл до антигенів, каталіз біохімічних реакцій, перенесення життєво важливих речовин та ін.

Білки – основний матеріал, з якого будується структура живої клітини. До складу білків входять (%): вуглець (50,6–54,5), кисень (21,5–23,5), азот (15,0–17,6), водень (6,5–7,8), сірка (0,3–2,5), фосфор (0,5–0,6).

Білки поділяються на дві групи – прості й складні. *Прості* білки при гідролізі розпадаються тільки на амінокислоти. *Складні* білки, крім амінокислот, включають також речовини небілкової природи – нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди, пігменти, фосфорну кислоту та ін.

У побудові молекул різних білків беруть участь 20 амінокислот. Залежно від числа аміногруп і карбоксильних груп у молекулі амінокислоти поділяються таким чином:

1) моноаміномонокарбонові, які містять одну аміно- й одну карбоксильну групи;

2) моноамінодикарбонові, до складу молекули яких входять одна аміно- й дві карбоксильні групи;

3) діаміномонокарбонові, для яких характерна наявність у молекулі двох аміногруп та однієї карбоксильної.

У білковій молекулі амінокислоти з'єднані між собою пептидними зв'язками. З'єднання із двох амінокислот зветься дипептидом (наприклад, гліцин-аланін), із трьох – трипептидом і т. д., а з багатьох амінокислот – поліпептидом.

Амінокислоти й білки мають *амфотерні* властивості. Унаслідок дисоціації як вільні аміногрупи, так і вільні карбоксильні групи, набувають зарядів: у кислому середовищі – позитивного, у лужному – негативного.

Регулюючи рН середовища, можна досягти такого стану, коли дисоціація аміногруп і карбоксильних груп буде однаковою, тобто буде зрівняно кількість позитивних і негативних зарядів, отже, загальний заряд частки буде дорівнювати нулю. Значення рН, за якого сума позитивних зарядів буде дорівнювати сумі негативних зарядів білкової молекули, зветься *ізоелектричною точкою*. В ізоелектричній точці розчини білка досить нестійкі, білок з них легко випадає в осад.

Якісні реакції на аміногрупи, пептиди й білки можна розподілити на дві групи: а) *кольорові* реакції, зумовлені наявністю амінокислот і пептидів; б) реакції *осадження*, викликані зміною фізико-хімічних властивостей білкових молекул.

До *кольорових* відносять *біуретову реакцію* і *реакцію на сірковмісні амінокислоти*.

Біуретову реакцію спостерігають, коли в лужному середовищі білки, а також продукти їхнього гідролізу дають фіолетове або червоно-фіолетове забарвлення в поєднанні із солями міді. Таку реакцію викликає наявність пептидних зв'язків.

Біуретова реакція проявляється в тих сполуках, які містять не менше двох пептидних груп. Інтенсивність забарвлення залежить від довжини пептиду, воно може бути від синьо-фіолетового до червоно-фіолетового й червоного.

Реакція на сірковмісні амінокислоти (наприклад, цистин, цистеїн, метіонін) відбувається за рахунок того, що в молекулах зазначених амінокислот сірка зв'язана відносно слабо й легко відщеплюється під час лужного гідролізу у вигляді сірководню, що реагує з лугом, утворюючи сульфід натрію або калію. Сульфіді взаємодіють із оцетокислим свинцем, утворюючи осад сірчистого свинцю чорного або чорно-бурого кольору.

Що стосується *реакцій осадження білків*, то вони спостерігаються як наслідок впливу різноманітних факторів, що викликають зміну структури макромолекул. Даний процес відомий як *денатурація*. При денатурації

порушується конформація білкової молекули. Ці зміни стосуються в першу чергу вторинної й третинної структури без порушення при цьому ковалентних (пептидних) зв'язків.

Фактори, що викликають денатурацію, можна поділити на дві групи: фізичні й хімічні. До фізичних відносяться – висока температура, механічні впливи, обробка ультразвуком, дія іонізуючого випромінювання; до хімічних – осадження іонами важких металів, мінеральними й органічними кислотами, нейтральними солями амонію, лужних і лужноземельних металів; органічними розчинниками й т. д.

19.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Порядок виконання роботи

Приготування розчину білка

Розчин яєчного білка для кольорових реакцій і реакцій осадження готують у такий спосіб: білок одного курячого яйця відокремлюють від жовтка й розчиняють в 15–20-кратному об'ємі дистильованої води. Розчин фільтрують через марлю в 4–5 шарів, зберігають у холодильнику.

Проведення біуретової реакції

Налити в пробірку 2 мл розчину яєчного білка, додати 2 мл 10 % розчину їдкою натрію і потім 1–2 краплі 1 % розчину сірчаної кислоти міді. Простежити появу червоно-фіолетового забарвлення.

Проведення реакції на сірковмісні амінокислоти

У першу пробірку налити 2 мл розчину яєчного білка, у другу – 2 мл розчину желатину. В обидві пробірки додати по 1–1,5 мл розчину луку (20 % розчин NaOH). Потім обидві пробірки обережно нагріти до кипіння й кип'ятити 1–2 хвилини. Після кипіння в кожен пробірку додати по 2 – 3 краплі 1 % розчину оцтової кислоти свинцю. Простежити появу буро-чорного або чорного забарвлення в першій пробірці, його інтенсивність залежить від концентрації розчину. Відзначити відсутність забарвлення в другій пробірці, оскільки желатин не містить сірковмісних амінокислот.

Проведення реакції осадження хлористим натрієм

Налити в пробірку 2–3 мл розчину яєчного білка. Додати порошок кристалічного хлористого натрію (до одержання насиченого розчину). Через 5 – 6 хвилин відзначити випадання осаду (глобулінів). Вміст пробірок профільтрувати через паперовий фільтр, отриманий фільтрат (з альбумінами) підкислити 1 % розчином оцтової кислоти (2–3 краплі). Осад альбумінів профільтрувати. У фільтраті за допомогою біуретової реакції довести відсутність білка.

Усі спостереження необхідно занести в робочий зошит, зробити відповідні висновки, захистити роботу.

Контрольні питання

1. Чим відрізняються складні білки від простих?
2. Які речовини є мономерами білків?
3. Який зв'язок здатен зберігати первинну структуру білків?

4. Які зв'язки стабілізують вторинну й третинну структуру білків?
5. Які білки мають четвертинну структуру? Наведіть приклади.
6. У чому полягає різниця між кількісними та якісними реакціями?
7. Охарактеризуйте основні якісні реакції на білки.
8. В чому полягає суть біуретової реакції?
9. Яким чином у досліджуваному розчині можна виявити сірковмісні білки?
10. Що являє собою денатурація білкових молекул і які чинники її викликають?
11. За яких умов можна спостерігати ренатурацію білків?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 20

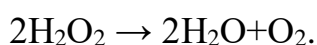
Спостереження процесу розщеплення перекису водню в клітинах живих організмів

Мета роботи: З'ясувати каталітичну роль білків в існуванні живих організмів; провести досліди й спостереження над розщепленням перекису водню під впливом ферменту каталази в рослинних клітинах.

Матеріали й обладнання: Мікроскопи типу МБР-1 або «Біолам», предметні й покривні скельця, препарувальна голка, пінцет, скляна паличка, фільтрувальний папір, дистильована вода, 3 % розчин перекису водню; біологічний матеріал: листки елодеї канадської (*Elodea canadensis Michx.*), бегонії бульбочкової (*Begonia tuberosa Hort.*), пеларгонії великоквіткової (*Pelargonium grandiflorum*), бальзаміну Валлера (*Impatiens walleriana*), троянди китайської (*Hibiscus rosa-sinensis*); бульба картоплі (*Solanum tuberosum*); кусочки м'якоті яблука (*Malus domestica*); варена картопля.

20.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

У процесі дихання в живих клітинах нагромаджується перекис водню, який токсично впливає на їхню життєдіяльність. Фермент каталаза прискорює розщеплення перекису водню на воду і кисень, тобто



Каталаза є одним з найбільш швидкодійних ферментів, наприклад, одна її молекула здатна за секунду перетворити кілька мільйонів молекул перекису водню на воду й кисень. Цей фермент наявний майже в усіх організмах.

За структурою, каталаза – це не що інше як тетрамер з чотирьох поліпептидних ланцюжків, на кожному з яких міститься близько 500 амінокислот. В активному центрі тетраметру розміщено гем. Оптимальна кислотність середовища для дії каталази має становити 7,0, тоді як оптимальна температура залежить від виду організму.

Каталітична активність каталази неоднакова в різних видів рослин і тварин. Вона залежить також від впливу зовнішніх умов на організм, його стану й віку. Так, молоді тканини ростуть, у них інтенсивніше відбувається процес дихання, тому активність каталази вища, ніж у тканинах старих організмів.

Білки в клітині, крім каталітичної, виконують інші функції: рухову,

транспортну, захисну, енергетичну, структурну та ін.

20.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Дослідити наявність каталази в рослинних тканинах.
2. Порівняти активність каталази в листках різних видів рослин.
3. Встановити активність каталази в листках елодеї різного віку.

Порядок виконання роботи

Дослід 1. На предметне скло кладуть тонкі зрізи (приблизно 6 x 8 мм) стебла рослини, бульби картоплі, або шматочків м'якоті яблука. З одного боку кожного фрагмента тканини піпеткою наносять краплю води, з другого – перекис водню. Пояснить результати дослідів.

Дослід 2. На предметне скло наносять дві краплі перекису водню й додають у них шматочки листків елодеї та бегонії. Приготовані препарати розглядають відразу ж під мікроскопом, пересуваючи предметне скло.

Дослід 3. На предметне скло наносять поряд дві краплі перекису водню, кладуть у них по листку елодеї різного віку й спостерігають під мікроскопом виділення бульбашок кисню. Для порівняння кладуть у третю краплю перекису водню листок елодеї, підданий кип'ятінню, або тонкий фрагмент вареної картоплі.

Результати кожного дослідів записують у зошит. Необхідно зробити загальні висновки.

Контрольні питання

1. Що являє собою каталаза і яку роль вона відіграє в існуванні клітин живих організмів?
2. Яким чином каталітична активність каталази залежить від різних видів організмів, а також стану кожного з них та його віку?
3. Яке явище спостерігається при нанесенні води й перекису водню на шматочки тканини живих організмів?
4. Чи однакова інтенсивність виділення бульбашок кисню з листків різних рослин? Про що це свідчить?
5. Чи однакова інтенсивність виділення кисню при дослідженні листків рослин різного віку?
6. Що являє собою денатурація білків і яким чином вона впливає на активність ферментів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 21

Дослідження властивостей ліпідів

Мета роботи: Вивчити склад ліпідів, їх утворення, з'ясувати будову й властивості жирів як естерів гліцерину та вищих карбонових кислот; ознайомитися з фізичними та хімічними властивостями жирів; вивчити поширення жирів у природі, їх біологічну роль, застосування.

Матеріали й обладнання: Штатив із пробірками, мірна колба, воронка,

скляна паличка, дистильована вода, етиловий спирт, бензол, хлороформ, соняшникова олія, 20 % розчин Na_2CO_3 .

21.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Ліпиди – група органічних речовин, що входять до складу живих організмів і характеризуються нерозчинністю у воді та розчинністю в неполярних розчинниках, наприклад в ефірі, хлороформі та бензолі.

Це визначення об'єднує велику кількість різних за хімічною природою сполук, зокрема таких як жирні кислоти, воски, фосфоліпиди, стероїди та багато інших.

Також різноманітністю визначаються функції ліпідів у живих організмах, наприклад, жири слугують для запасання енергії, фосфоліпиди та стероїди входять до складу біологічних мембран, решта ліпідів (їхня кількість у клітинах незначна) можуть бути коферментами, світлопоглинальними пігментами, переносниками електронів, гормонами, вторинними посередниками під час внутрішньоклітинної передачі сигналу, гідрофобними «якорями», що утримують білки біля мембран, шаперонами, які сприяють фолдингу білків, емульгаторами в шлунково-кишковому тракті.

Ліпиди можна виділити з клітин за допомогою неполярних розчинників (ефіру, хлороформу, ацетону тощо). Ліпиди здатні утворювати складні сполуки з білками, вуглеводами, залишками фосфатної кислоти тощо.

Найпоширеніші серед ліпідів жири. *Жири* – це органічні речовини, що являють собою сполуки складних ефірів триатомного спирту гліцерину $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ і різноманітних жирних кислот.

Серед останніх можуть бути як *насичені* кислоти (не мають подвійних зв'язків), наприклад пальмітинова $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ і стеаринова $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ (входять до складу ліпідів усіх тваринних тканин), так і *ненасичені* кислоти з одним подвійним зв'язком (олеїнова кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$), двома (лінолева кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$) і трьома (ліноленова кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$) подвійними зв'язками, а також з потрійним зв'язком (тариринова кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$), деякі з них мають навіть чотири (як у арахідонової кислоти $\text{C}_{19}\text{H}_{31}\text{COOH}$) подвійні зв'язки між атомами вуглецю.

Ненасичені жирні кислоти містяться лише в рослинних жирах і в так званому риб'ячому жирі. При цьому організм людини їх не синтезує, але вони беруть участь у багатьох біохімічних процесах. З цієї причини жирні кислоти відносять до незамінних продуктів харчування. Суміш ненасичених жирних кислот називають вітаміном F.

Жири тваринного походження мають при кімнатній температурі, як правило, тверду консистенцію, риб'ячий жир і більшість рослинних жирів – рідку. З рослинних жирів твердими є масло какао та пальмове масло.

Шляхом гідролізу (омилення) жири легко розщеплюються на гліцерин і жирні кислоти, причому різні кислоти проявляють неоднакову стійкість до дії високих температур і мікроорганізмів. Так, насичені жирні кислоти досить стійкі не тільки при звичайних температурах, наприклад, унаслідок нагрівання навіть до $400\text{ }^\circ\text{C}$ вони важко втрачають свою карбоксильну групу й не

розкладаються.

Якщо гідроліз здійснювати за наявності лугу, то крім гліцерину, утворюються *мила*. Тверді мила – це натрієві солі вищих жирних кислоти, рідкі мила – калієві солі.

Якщо рідкі жири приєднують водень, то вони перетворюються на тверді. Цей процес називається *гідруванням*.

Досить стійкими є також ненасичені жирні кислоти з одним подвійним зв'язком (типу олеїнової). Ненасичені кислоти із двома й більшим числом подвійних зв'язків менш стійкі; вони окислюються, твердіють, стають темними, набувають неприємного запаху. До того ж ненасичені кислоти легко окисляються й полімеризуються, а при нагріванні до 300 °С розпадаються з розривом вуглецевого ланцюга й утворенням суміші насичених і ненасичених вуглеводнів жирного ряду.

У воді жири утворюють *емульсії*, тобто такі дисперсні системи, де жир у вигляді дрібних крапель розподіляється у воді. Якщо емульсія складається тільки з води й жиру, то вона буває нестійкою і швидко розшаровується. Стійкість емульсії підвищується в присутності емульгаторів – речовин, які знижують поверхневий натяг (луги, лужні солі, мила, жовчні кислоти, білки). Зниження поверхневого натягу запобігає злипанню жирових крапель і зберігає стійкість емульсії.

Вміст жирів у клітинах становить від 5 до 15 % сухої речовини, а в клітинах жирової тканини (наприклад, у жировому тілі комах) – до 90 %. Підвищений вміст жирів характерний для нервової тканини, підшкірної клітковини, сальника, молока ссавців тощо. Багато жирів міститься у клітинах плодів і насіння певних видів рослин (соняшнику, волоського горіха, маслини та ін.).

До ліпідів також належать *воски*, що виконують у живому організмі переважно захисну функцію. У ссавців їх виділяють сальні залози, вони змащують поверхню шкіри, надаючи їй еластичності та зменшуючи зношення волосяного покриву. У птахів воски секретує куприкова залоза. Вони надають пір'яному покриву водовідштовхувальних властивостей. Восковий шар вкриває листя наземних рослин і поверхню зовнішнього скелета членистоногих – жителів суходолу, запобігаючи надлишковому випаровуванню води їхніми організмами.

Інша група ліпідів – *стероїди*. Вони є важливими компонентами вітаміну D, деяких статевих гормонів, гормонів кори надниркових залоз. Стероїдну природу мають і жовчні кислоти – важливі компоненти жовчі.

Одна з найважливіших функцій ліпідів у живих організмах – енергетична. У разі повного окиснення 1 г жирів до вуглекислого газу й води виділяється 38,9 кДж енергії, тобто майже удвічі більше, ніж при повному розщепленні такої самої кількості вуглеводів. До того ж при окисненні 1 г жирів утворюється 1,1 г води. Саме завдяки запасам жиру деякі тварини можуть відносно тривалий час обходитись без води.

Жири застосовуються в миловарінні; висихальні олії (льняна, бавовняна) – для виготовлення оліфи і масляних фарб; у фармацевтичній практиці жири

застосовують як основу для приготування мазей, лініментів, для розчинення лікарських речовин, що вводяться підшкірно.

21.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Дослідити розчинність жирів у різних розчинниках.
2. Вивчити умови утворення стійких емульсій.

Порядок виконання роботи

1. Пронумерувати чотири пробірки і додати в них по 0,2 мл соняшникової олії.

2. У пробірку № 1 додати 5 мл дистильованої води, в пробірки № 2, 3 і 4 – відповідно по 5 мл етилового спирту, бензолу і хлороформу.

3. Вміст усіх пробірок енергійно перемішати. У пробірці № 1 спостерігається утворення нестійкої емульсії, швидкий розподіл суміші на два шари; у пробірці № 2 – утворення каламутного розчину внаслідок недостатнього розчинення олії; розчини у пробірках № 3 і 4 майже прозорі.

4. У пробірку № 1 додати 5 мл 20 % розчину соди й інтенсивно перемішати, спостерігаючи утворення стійкої емульсії.

5. Результати дослідів, у яких спостерігаються розчинність жирів в органічних розчинниках, та умов створення стійких емульсій оформити у вигляді табл. 21.1, зробити висновки.

Таблиця 21.1 – Визначення розчинності жирів у різних розчинниках

№ пробірки	Об'єкт дослідження	Реактиви для розчинів	Результати дослідів
1	Соняшникова олія	Вода дистильована; розчин соди	
2		Етиловий спирт	
3		Бензол	
4		Хлороформ	

Контрольні питання

1. Що являють собою ліпіди?
2. Які сполуки належать до ліпідів?
3. Яким чином класифікують ліпіди?
4. Запишіть хімічні формули гліцерину, стеаринової та олеїнової кислот.
5. Яка реакція називається реакцією гідролізу?
5. Які функції виконують ліпіди в живих організмах?
6. У яких клітинах і тканинах відкладається найбільше ліпідів?
7. Яким чином можна підвищити стійкість емульсій?
8. Що спільного у фізико-хімічних властивостях і функціях вуглеводів і ліпідів та чим вони відрізняються?
9. На підставі ступеня розвиненості жирового тіла комах шкідливих видів восени вчені роблять прогнози про можливі спалахи їхньої чисельності навесні. На чому ґрунтуються такі прогнози?

РОЗДІЛ VI. СПАДКОВІСТЬ І МІНЛИВІСТЬ ОРГАНІЗМІВ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 22

Вивчення молекулярних основ спадковості й мінливості живих організмів (роботу розраховано на два заняття)

Мета роботи: Вивчити будову та функції нуклеїнових кислот і механізм виявлення генетичної інформації в клітинах живих організмів.

Матеріали: Наочний матеріал у вигляді плакатів, на яких показано будову нуклеїнових кислот і механізм біосинтезу білків, таблиця генетичного коду живих організмів.

22.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Генетика – одне з основоположних понять у загальній біології. Це наука про спадковість і мінливість організмів. Під *спадковістю* розуміють властивість організмів передавати свої ознаки й особливості розвитку нащадкам. *Мінливість* означає здатність організмів набувати нових ознак. Генетика вивчає принципи збереження, передачі й реалізації генетичної інформації. Розкриває закони індивідуального розвитку організмів і вірусів, а також виникнення в них нових ознак, виявляє матеріальну основу еволюції життя на Землі. Основи сучасної генетики закладено Г. Менделем, що відкрив закони дискретної спадковості (1865). Як наука генетика набула розвитку з 1900 року після повторного відкриття законів Менделя голландським ученим Г. де Фризом, німецьким – К. Корренсом й австрійським – Е. Чермаком. Велике значення для розвитку цієї науки мали праці американських біологів Т. Моргана, П. Стертеванта, К. Бріджеса, Е. Льюїса, радянських – М.І. Вавилова, Г.А. Надсона, Г.С. Філіппова, О.С. Серебровського, С.С. Четверикова, М.П. Дубиніна, М.Ю. Лобашова, у т. ч. українських – І.Й. Агола, С.М. Гершензона та ін.

Генетичну інформацію більшості живих організмів закодовано в молекулах дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК). У деяких вірусів спадкову інформацію закодовано в молекулах рибонуклеїнової кислоти (РНК). Нуклеїнові кислоти – це біополімери, мономерами яких є *нуклеотиди*. Нуклеотид складається з трьох частин: азотистої основи, вуглеводного компонента (дезоксирибози чи рибози) та залишку фосфорної кислоти. До складу ДНК входять *азотисті основи: аденін (А), гуанін (Г), цитозин (Ц), тимін (Т)*; в РНК замість тиміну наявний *урацил (У)*.

Згідно з *моделлю Уотсона – Кріка* (1953), до складу молекули ДНК входить два полінуклеотидних ланцюги, закручених у спіраль один відносно одного (тобто в подвійну спіраль). Азотисті основи різних ланцюгів з'єднуються за допомогою водневих зв'язків певним чином, а саме: аденін з тиміном (два водневих зв'язки), гуанін із цитозином (три водневих зв'язки). Принцип вибіркової взаємодії нуклеотидів називається *принципом комплементарності*. Розмір кожної комплементарної пари вздовж осі спіралі дорівнює 0,34 нм.

Передача спадкової інформації від одного покоління до іншого

забезпечується здатністю ДНК до самоподвоєння (реплікації). У спрощеному вигляді реплікація ДНК відбувається таким чином: 1) за допомогою певного фермента водневі зв'язки між ланцюгами ДНК розриваються; 2) фермент ДНК – полімераза (відповідно до принципу комплементарності) на кожному материнському ланцюгу синтезує дочірні ланцюги; 3) материнський і дочірній полінуклеотидні ланцюги взаємно спіралізуються.

Спосіб реплікації ДНК називається *напівконсервативним*, оскільки в кожній новій молекулі один ланцюг – материнський, а другий – дочірній.

Генетична інформація передається через синтез певних білків, характерних для даного організму.

Ділянку молекули ДНК, яка містить інформацію про первинну структуру певного білка, називають *геном*. У межах гена є ділянки, які несуть інформацію про білок – *екзони*, й неінформативні ділянки – *інтрони*.

Спадкову інформацію зашифровано в молекулах нуклеїнових кислот за допомогою *генетичного коду*.

Сутність коду полягає в тому, що послідовність розміщення амінокислот у білку визначається послідовністю нуклеотидів у ДНК або інформаційної РНК (іРНК). Оскільки в рибосомах поліпептидний ланцюг синтезується відповідно до структури іРНК, то під генетичним кодом, як правило, розуміють код іРНК.

Генетичний код має *триплетну* будову, тобто кожна амінокислота кодується трійкою (триплетом) нуклеотидів або кодоном (табл. 22.1).

Таблиця 22.1 – Кодони інформаційної РНК, відповідні 20 амінокислотам (генетичний код)

Основи кодонів					
Перша	Друга	Третя			
		У	Ц	А	Г
У	У	Фенілаланін	Фенілаланін	Лейцин	Лейцин
	Ц	Серин	Серин	Серин	Серин
	А	Тирозин	Тирозин	Нонсенс	Нонсенс
	Г	Цистеїн	Цистеїн	Нонсенс	Триптофан
Ц	У	Лейцин	Лейцин	Лейцин	Лейцин
	Ц	Пролін	Пролін	Пролін	Пролін
	А	Гістидин	Гістидин	Глутамін	Глутамін
	Г	Аргінін	Аргінін	Аргінін	Аргінін
А	У	Ізолейцин	Ізолейцин	Ізолейцин	Метіонин
	Ц	Треонін	Треонін	Треонін	Треонін
	А	Аспарагін	Аспарагін	Лізін	Лізін
	Г	Серин	Серин	Аргінін	Аргінін
Г	У	Валін	Валін	Валін	Валін
	Ц	Аланін	Аланін	Аланін	Аланін
	А	Аспарагінова кислота	Аспарагінова кислота	Глутамінова кислота	Глутамінова кислота
	Г	Гліцин	Гліцин	Гліцин	Гліцин

Код має 64 триплету, але 3 з них (УАГ, УАА й УГА) не відповідають жодній амінокислоті. Їх називають термінальними або нонсенс-кодонами, вони сигналізують про завершення синтезу поліпептидного ланцюга.

Даний генетичний код є *виродженим*, тому що в ньому всі амінокислоти, крім метіоніну й триптофану, кодуються більше, ніж одним триплетом. Як правило, в кодонах, що визначають одну й ту саму амінокислоту, перші два нуклеотиди однакові, а на третьому місці – різні. Наприклад, амінокислоті гліцину відповідають кодони ГГУ, ГГЦ, ГГА та ГГГ. При розв'язуванні задач звичайно називають перший кодон, який стоїть у генетичному коді.

Кодони в нуклеїнових кислотах не перекриваються, тобто один і той самий нуклеотид не може входити одночасно до складу двох кодонів.

Усі сучасні організми мають один основний генетичний код, що використовується при синтезі білків (це так звана *універсальність* коду).

Реалізація генетичного коду в клітині відбувається шляхом транскрипції, активації амінокислот і трансляції.

Транскрипція – це синтез іРНК за матрицею ДНК. Водневі зв'язки між ланцюгами ДНК на певній ділянці розриваються, подвійна спіраль у цьому місці розкручується й за допомогою ферменту РНК – полімерази синтезується молекула іРНК-попередника (про-іРНК). При цьому “переписуються” й екзони, й інтрони.

Наприклад, в еукаріотів після транскрипції відбувається *сплайсинг* – видалення ділянок про-іРНК, і з'єднання ділянок, які відповідають ексонам, унаслідок чого утворюється зріла іРНК.

Активація амінокислот являє собою процес з'єднання збагачених енергією транспортних РНК (тРНК) з амінокислотами. Кожна амінокислота з'єднується з певною тРНК, яка має форму листка конюшини. Амінокислота приєднується до одного кінця тРНК, а на протилежному її кінці розміщено триплет нуклеотидів (він називається *антикодоном*).

Трансляцією називають синтез поліпептидного ланцюга на основі матриці іРНК, який передбачає такі етапи:

1) *Ініціація* – початок трансляції.

2) *Елонгація* – продовження трансляції, яка складається з однакових багато раз повторюваних циклів, кожний з яких поділяється на 3 фази:

– на першій у рибосомі міститься одна тРНК з певною кількістю амінокислот, потім надходить друга тРНК з однією амінокислотою;

– на другій – якщо антикодон даної тРНК комплементарний кодонові іРНК, то ланцюг амінокислот переноситься з першої тРНК на другу;

– на третій – рибосома переміщується по іРНК на один триплет, перша при цьому перша тРНК виходить з рибосоми й знову може з'єднатися з амінокислотою.

3) *Термінація* – закінчення трансляції, сигналом чого виступає нонсенс-кодон.

Для розв'язування задач з молекулярної генетики належить використовувати перелічені нижче дані (тут приведено усереднені значення величин):

1. Молекулярна маса нуклеотиду становить 345 г/моль.
2. Молекулярна маса амінокислоти становить 100 г/моль.
3. Відстань між сусідніми нуклеотидами ДНК, розташованими в одному ланцюжку, дорівнює 0,34 нм.
4. Довжина одного повного витка ДНК становить 3,4 нм, тобто на один повний виток припадає 10 нуклеотидів одного ланцюжка ДНК і 10 нуклеотидів другого – разом 20.
5. Правило Чаргаффа: $A = T$; $G = C$; $A + G = T + C$, отже, $A/T = G/C = 1$.

22.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання до першого заняття

Використовуючи дані про середні значення молекулярної маси нуклеотидів та амінокислот, відстань між сусідніми нуклеотидами ДНК, розташованими в одному ланцюжку, довжину одного повного витка ДНК, а також правило Чаргаффа (див. вище), разом з відомостями про генетичний код (табл. 22.1), розв'язати подані нижче задачі з молекулярної генетики.

Задача 1. Фрагмент одного з ланцюгів ДНК має таку будову: ААА – ТАГ – ЦГЦ – АТГ – ... Яка послідовність нуклеотидів у другому ланцюзі цієї молекули ДНК? Визначте довжину цієї ділянки ДНК.

Задача 2. Фрагмент молекули ДНК містить 20 % аденілових нуклеотидів у їхній загальній кількості нуклеотидів. Усього в цьому фрагменті налічується 700 аденілових нуклеотидів. Визначте: а) кількість у цьому фрагменті гуанілових, цитидилових, тимінових нуклеотидів; б) розмір цього фрагмента.

Задача 3. Ділянка молекули ДНК має таку будову: ЦААЦГААГАТТТТЦТ... Визначте первісну структуру поліпептидного ланцюга іРНК.

Задача 4. Молекулярна маса білка дорівнює 18000 г/моль. Визначте довжину інформативної частини гена, який кодує цей білок.

Задача 5. Визначте кількість мономерів білка, який закодовано в ДНК із молекулярною масою, що дорівнює 144900 г/моль.

Задача 6. На одному з ланцюгів ДНК синтезовано іРНК, у якій А становить 14 %, Г – 20 %, У – 40 %, Ц – 26 %. Визначте процентний вміст нуклеотидів у молекулі ДНК.

Друге заняття з вивчення молекулярних основ генетики буде присвячено виконанню самостійної роботи. На початку заняття кожен студент отримає індивідуальний варіант завдання з шістьма задачами та з однією теоретичною темою (одне питання із загального переліку контрольних). Роботу належить оформити на окремому аркуші й здати викладачеві на перевірку.

Контрольні питання

1. Які біологічні явища вивчає генетика?
2. Охарактеризуйте поняття спадковості та мінливості організмів.
3. Дайте загальну характеристику нуклеїнових кислот.
4. Яка речовина являє собою матеріальний носій спадковості?
5. Яку структуру має молекула ДНК?

6. Що являє собою редуплікація (реплікація) ДНК?
9. Поясніть явище репарації ДНК.
10. Розрізніть ДНК й РНК за структурою та функціями.
11. Охарактеризуйте основні типи РНК.
12. Яким чином може впливати мутагенний фактор на структуру ДНК?
13. Що являє собою генетичний код? Висвітліть його основні властивості.
15. У чому полягає сутність синтезу білка в клітинах живих організмів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №23

Статистичні закономірності модифікаційної мінливості організмів (роботу розраховано на два заняття)

Тема першого заняття: Модифікаційна мінливість організмів, норма реакції ознак; керування домінуванням ознак.

Тема другого заняття: Вивчення статистичних закономірностей модифікаційної мінливості організмів на фактичному матеріалі.

Мета роботи: Ознайомитись із статистичним методом біологічного дослідження й закономірностями модифікаційної мінливості організмів.

Матеріали й обладнання: Лінійка, циркуль; біологічний матеріал: листки дуба, жовтої акації, горобини, лавровишні, колоски пшениці, насіння квасолі.

23.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Модифікаційна мінливість організмів – це масове явище, коли зміни стосуються не одного організму, а групи. Усю групу об'єктів, яка підлягає вивченню, називають *генеральною сукупністю*. Зрозуміло, що вивчити її у повному обсязі дуже складно і навіть практично неможливо. Тому досліджують частину особин, так звану *вибіркову сукупність*, за якою дають загальну характеристику (це *вибірковий метод*). Вибірка має формуватись з однорідного матеріалу і довільно, тобто так, щоб вона відображала генеральну сукупність. Модифікаційна мінливість організмів залежно від характеру варіативної ознаки буває *якісна* й *кількісна*. При *якісній* мінливості різниця між об'єктами виражена якісним показником, що в одних об'єктів наявний, а в інших – ні, наприклад пилкові зерна рослини можуть бути життєздатними (фертильними) і нежиттєздатними (стерильними); рослини, уражені якоюсь хворобою й неурражені та ін. Кількість об'єктів – носіїв певної якісної ознаки звичайно виражають у процентах від загальної кількості вибіркової сукупності.

Кількісна мінливість характеризується різною мірою вираженості ознаки. Вона поділяється на *перервну* (дискретну) і *неперервну*. У першому випадку ознаки виражаються в цілих абстрактних числах, між якими немає переходів (кількість листків на рослині, кількість зернівок у колоску і т. д.). У другому – варіативна ознака визначається шляхом вимірювання певних параметрів, між якими можливі будь-які переходи (маса, довжина тощо). Об'єктивну характеристику кількісної мінливості можна дати лише при використанні статистичного методу дослідження, тобто побудови *варіаційного ряду* й обчислення його параметрів.

Окрему величину змінної ознаки в статистиці прийнято називати *варіантою* (її позначають як V). Число, яке означає, скільки разів повторюється варіанта, називається частотою її появи – p . Сума всіх частот дорівнює кількості об'єктів у ряду і позначається через n .

Основними показниками ряду варіативної ознаки виступають середнє арифметичне M і середнє квадратичне відхилення σ . Середнє арифметичне число дає загальне уявлення про групу об'єктів, але воно не розкриває ступеня варіювання досліджуваної ознаки. Середні арифметичні значення можуть бути однаковими для двох груп об'єктів навіть тоді, коли між ними має місце істотна різниця. Наприклад, середнє арифметичне число зернівок у колоску сорту А становить 33,5, а сорту В теж 33,5. Перше значення отримали з варіативного ряду в кількості зернівок від 29 до 39, а друге – за даними, що мали варіювання від 25 до 45. Для характеристики варіювання сукупності об'єктів, за якими обчислювалось середнє арифметичне, використовується другий показник – середнє квадратичне відхилення. Цю величину визначають таким чином:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum p(V - M)^2}{n}},$$

де σ – квадратичне відхилення; p – частота появи варіанти; $(V - M)$ – відхилення варіанти від середнього арифметичного значення; $(V - M)^2$ – квадрат відхилення; $\sum p(V - M)^2$ – сума добутків частот, помножених на квадрати відхилень; n – кількість об'єктів.

Будь-яка ознака при варіюванні практично відхиляється від середньої арифметичної величини в основному не більше, ніж на 3σ . Таким чином, потрійне значення квадратичного відхилення прийнято вважати крайньою похибкою окремого спостереження. Шестикратне значення сигми (від -3σ до $+3\sigma$) відображає амплітуду коливання варіативної ознаки. За цими двома основними показниками (M і σ) обчислюють інші статистичні величини – коефіцієнт варіації та похибку середнього арифметичного значення.

Як уже відомо, модифікаційна мінливість – явище масове. Якщо фенотипічна характеристика генотипу однієї особини має випадковий характер і залежить від конкретних умов середовища, то варіативні ознаки в сукупності об'єктів виявляють певну статистичну закономірність, характерну для багатьох випадкових явищ. Цю закономірність називають *нормальним розподілом*. Нормальність розподілу свідчить, що така закономірність у природі трапляється дуже часто.

Відповідно до нормального розподілу середня величина ознаки має місце найчастіше. Чим ближче величина варіанти підходить до середнього значення ряду, тим частіше вона трапляється, тобто існує більша ймовірність її виникнення. У міру відхилення від середнього значення варіант в той чи інший бік, імовірність їхньої появи стає меншою. Отже, варіанти розподіляються по обидва боки від середнього арифметичного значення, як правило, симетрично (рис. 23.1).

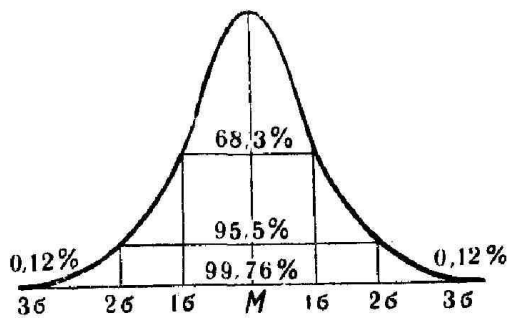


Рис. 23.1 Нормальний розподіл ймовірностей появи варіант ознаки організму (норма реакції ознаки)

23.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Засвоїти статистичний метод дослідження біологічних об'єктів і наочно переконатися в закономірностях їхньої модифікаційної мінливості, накресливши варіаційну криву й обчисливши середню арифметичну величину варіювання ознак.

Порядок виконання роботи

1. Порівняти кілька (3–5) рослин одного виду (злаки, насіння квасолі, листки дуба, акації, горобини, лавровишні тощо) за фенотипом (зовнішній вигляд, розміри). Знайти характерні видові ознаки в різних представників рослин. Пояснити це явище.

2. Виявити відмінності в будові різних представників рослин одного виду.

3. Пояснити причини, які зумовили ці розбіжності.

4. Вибрати не менш як 100 рослин одного виду (або їхніх частин) за певними ознаками (наприклад, кількість темних плям на білих насінинах квасолі, довжина листків лавровишні, кількість лопатей у листків дуба, кількість простих листочків у складному листку акації та горобини).

5. Підрахувати кількість обраних показників (наприклад, довжини листків) у кожній з рослин і занести одержані дані в табл. 23.1, де відзначити частоту появи кожного з числових значень цих показників p .

6. Розрахувати середню величину ознаки та її квадратичне відхилення.

7. Побудувати на підставі одержаних результатів варіаційний ряд і варіаційну криву, для чого на осі абсцис відкласти значення варіант, а на осі ординат – частоту появи тих чи інших певних числових (кількісних) показників певної ознаки.

Таблиця 23.1 – Варіаційний ряд мінливості ознаки рослини (довжини листка)

Довжина, мм									
Кількість (p)									

Таким чином, необхідно зауважити, що відхилення в ознаках рослин виникають під дією зовнішніх умов. Вони перебувають у межах нормальної реакції організму на подразники. Розмах варіювання ознак залежить від генотипу організму та умов зовнішнього середовища. Отже, чим одноманітніші умови розвитку, тим менше змінюється ознака, а варіаційний ряд буде

коротшим. Чим різноманітніші умови середовища, тим ширшою буде модифікаційна мінливість організмів.

Підбиваючи підсумки проведеного дослідження, роблять висновок про взаємозв'язок випадкових факторів у фенотипічній характеристиці генотипу різних об'єктів.

Контрольні питання

1. Що являє собою модифікаційна мінливість організмів і чому вона ними не успадковується?

2. Чим генеральна сукупність об'єктів біологічного дослідження відрізняється від вибіркової?

3. Яким чином можна виразити кількісну мінливість певної ознаки організму?

4. Дайте визначення статистичних понять варіаційного ряду й варіанти.

5. Яким чином норма реакції організму на зовнішні подразники регулює прояву його нових ознак?

6. Чим відрізняється генотип організму від фенотипу?

РОЗДІЛ VII. ЕВОЛЮЦІЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 24

Аналіз факторів еволюції та форм природного відбору біологічних видів

Мета роботи: Вивчення ознак різних форм природного відбору; визначення основних причин мінливості організмів, що зумовлюють їхню адаптацію до змінних умов довкілля унаслідок природного відбору.

Матеріал: Ілюстрації (фотографії, плакати), що підтверджують адаптацію рослин і тварин до умов навколишнього середовища, схеми форм природного відбору.

24.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Еволюція – це природний процес розвитку живої природи, що супроводжується зміною генетичного складу популяцій, формуванням їх адаптаційних ознак, видоутворенням і вимиранням видів, перетворенням екосистем і біосфери в цілому.

Визначний британський учений Ч. Дарвін виділив такі основні фактори еволюції:

– Спадкова мінливість – зміни, які виникають у кожному організмі незалежно від зовнішнього середовища і передаються нащадкам.

– Боротьба за існування – сукупність взаємин між особинами та факторами навколишнього середовища; при цьому існує три форми боротьби за існування: внутрішньовидова, міжвидова й боротьба з несприятливими чинниками довкілля.

– Природний відбір – виживання більш пристосованих особин і загибель менш пристосованих.

– Ізоляція – процес виникнення будь-яких бар'єрів, що порушують вільне схрещування та потік генів. Ізоляція є елементарним еволюційним фактором, який діє на мікроеволюційному рівні та приводить до видоутворення. У залежності від природи ізолюючих бар'єрів виділяють два способи ізоляції: географічна та репродуктивна

Двома основним механізмами еволюції є *природний відбір* та *дрейф генів*. *Природний відбір* – це процес, протягом якого в організмі переважають гени, які покращують виживання та розмноження усього біологічного виду. *Дрейф генів* відображає процес випадкових змін частоти появи алелей, що зумовлено певною випадковістю відбору генів одного покоління під час розмноження. Співвідношення між впливом природного відбору й дрейфу генів у популяції змінюється залежно від сили відбору та *ефективного обсягу популяції* (тобто кількості особин, здатних до розмноження). Природний відбір зазвичай відіграє більш важливу роль у великих популяціях, а дрейф генів переважає у малих. Перевага дрейфу генів у малих популяціях може навіть призводити до фіксації шкідливих мутацій. Як результат, зміна чисельності популяції може значно змінювати хід еволюції певного біологічного виду.

Завдяки *природному відбору* позитивні спадкові характеристики стають більш загальними в наступних поколіннях популяції організмів, які розмножуються, а негативні спадкові характеристики стають менш загальними. Природний відбір діє на фенотип, або зовнішні характеристики організму, таким чином, що індивідууми із сприятливими фенотипами ймовірніше виживуть і розмножаться, ніж індивідууми з менш сприятливими фенотипами. Якщо такий фенотип має генетичну основу, тоді генотип, пов'язаний із сприятливим фенотипом, стане більш поширеним у наступному поколінні певного біологічного виду. Через певний час такий процес може сформувати адаптацію організмів до певної екологічної ніші, а зрештою зумовити виникнення нових біологічних видів.

Згідно з умовами навколишнього середовища, природний відбір розвивається трьома основними шляхами: стабілізуювальним, рушійним і деструктивним.

Стабілізуювальний відбір передбачає знешкодження мутацій за допомогою відбору, удосконалення генотипу при сталому фенотипі й утворення резерву знешкоджених мутацій. Стабілізуювальний відбір можливий тільки в незмінних умовах навколишнього середовища. Унаслідок такого відбору переважають організми із середніми величинами норми реакції організмів на фактори оточення, що притаманні всьому біологічному виду.

Рушійний відбір означає розкриття резерву та дію знешкоджених мутацій, формування нових варіантів генотипу та фенотипу, що зумовлює зміну величин норми реакції організмів на зовнішні подразнення. Такий відбір спостерігається в умовах середовищ, які змінюються повільно й у певному напрямі, а набуті внаслідок нього характеристики дозволяють організмам добре пристосуватись до згаданих умов.

Дизруптивний відбір являє собою розкриття й використання резерву знешкоджених мутацій, що зумовлює максимальні величини норми

реакції організмів на оточення, тобто виникнення поліморфізму. Дизруптивний відбір формує здатність до виживання таких організмів в сучасних умовах навколишнього середовища.

24.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання

1. Вивчити принцип дії різних форм природного відбору; визначити роль мінливості організмів та боротьби за існування в утворенні нових біологічних видів і популяцій.

Порядок виконання роботи

1. Розглянути схему дії основних трьох форм природного відбору (рис. 24.1). Охарактеризувати їх.

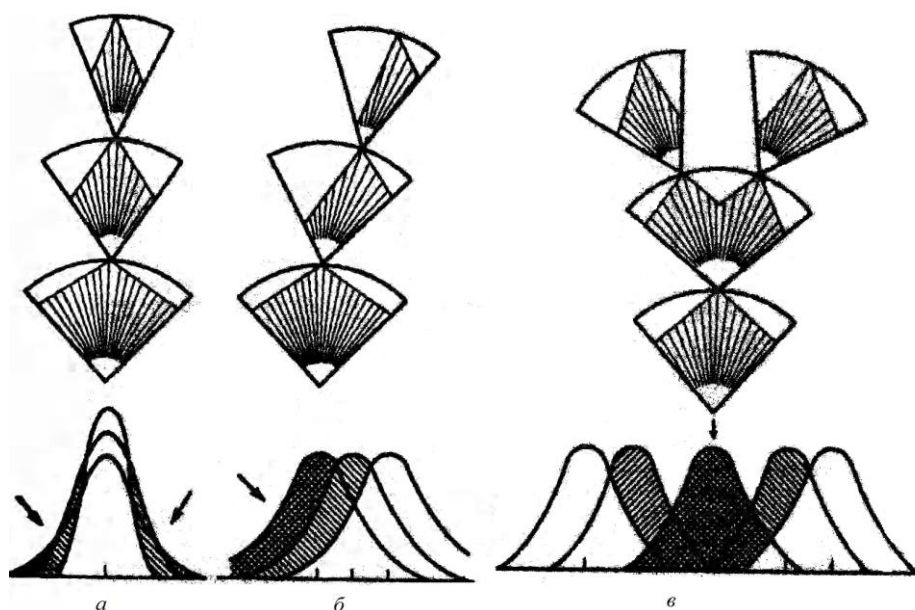


Рис. 24.1. Схеми дії різних форм природного відбору: а – стабілізуючого, б – рушійного, в – дизруптивного (темним заштриховано частину популяції, приречені на загибель)

2. Визначити, які з описаних форм відбору можуть зумовлювати: а) мінливість виду; б) незмінність виду; в) утворення різновидів? Заповніть табл. 24.1:

Таблиця 24.1 – Форми природного відбору

Параметри для порівняння	Стабілізуючий	Рушійний	Дизруптивний
1. Умови середовища			
2. Характер генотипу			
3. Характер фенотипу			
4. Ступінь поширеності мутацій			
5. Спрямованість відбору			
6. Результат відбору			
7. Значення для еволюційного процесу			
8. Приклади			

3. Розглянути рис. 24.2-24.4. Унаслідок якої мінливості могли з'явитися зображені на рисунках форми рослин і тварин? Які форми боротьби за існування в даних випадках мають місце? Визначте форму природного відбору в кожному випадку.



Рис. 24.2 Арктична флора біля краю льодовика:
а – карликова береза;
б – карликова верба

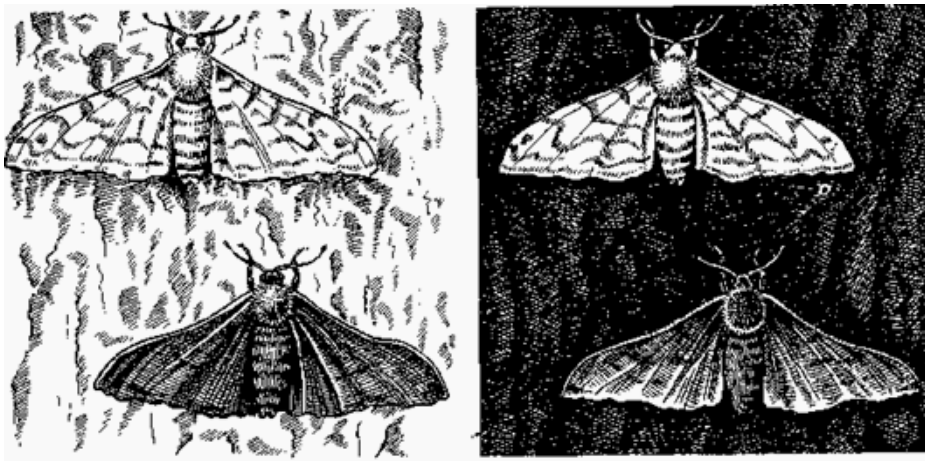


Рис. 24.3 Світле й темне забарвлення метелика березового п'ядуна

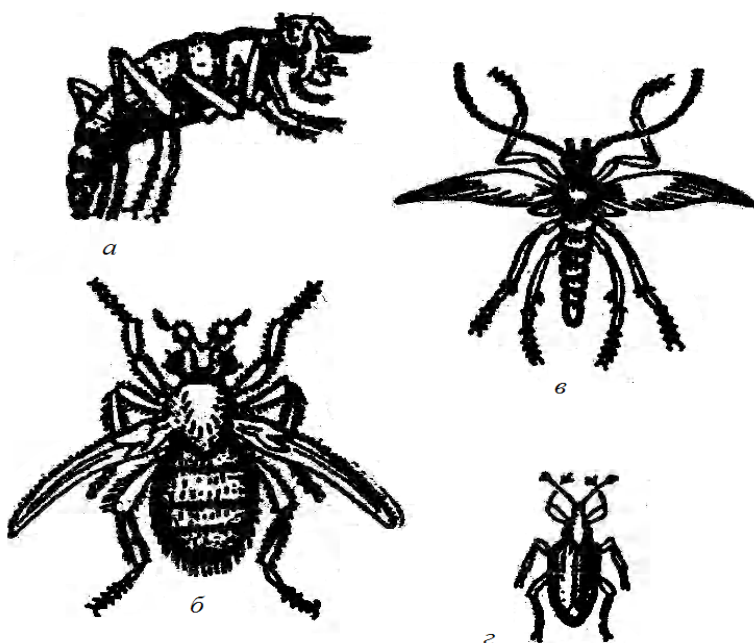


Рис. 24.4 Комахи з Каргелезьких островів (живуть в умовах постійних сильних вітрів):
а – безкрила муха,
б – муха з рудиментарними крильми,
в – метелик з рудиментарними крильми,
г – жук

4. Порівняйте дію природного й штучного відбору (табл. 24.2). Дайте пояснення.

Таблиця 24.2 – Особливості дії природного й штучного відбору

Ознака	Штучний відбір	Природний відбір
Джерело еволюції	Спадкова мінливість	Спадкова мінливість
Процес еволюції, зумовлений впливом	Спеціально створених умов	Природних процесів
Відбір спадкових змін	Здійснює людина	Відбувається внаслідок вимирання форм, які не відповідають умовам середовища існування
Зберігаються форми, які мають зміни	Переважно корисні для людини, але ці зміни можуть бути шкідливими для самих організмів	Корисні виключно для самих організмів
Форми, які мають менш корисні зміни	Вибраковуються людиною	Вимирають унаслідок невідповідності змінам умов середовища існування
Виживають організми, що пристосовані	До потреб людини	До умов середовища існування
Безперервний процес відбору зумовлює	Накопичення змін, пристосованих до потреб людини, та змін, що корелятивно з ними пов'язані, до глибокої перебудови органічної форми, створення нових сортів і порід організмів	Накопичення змін, викликаних адаптацією до середовища існування та способу життя організму і змін, що корелятивно з ними пов'язані; глибока перебудова органічної форми, виникнення нових видів організмів і т. д.

Контрольні питання

1. Порівняєте форми відбору і зазначте, у чому полягає подібність і розбіжності між ними.

2. Наведіть приклади різних форм відбору в природі.

3. Чи справедливе твердження, що в мінливих умовах середовища діє тільки рушійний відбір, а в незмінних – тільки стабілізувальний?

4. У яких випадках відбір зумовлює зниження генетичної мінливості популяцій, а в яких – її підвищення?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 25

Дослідження палеонтологічних об'єктів

Ця робота розрахована на два заняття. Перше заняття має на меті ознайомлення з предметом і методами палеонтології, а також вивчення геохронологічної шкали, оволодіння методами палеонтологічного аналізу викопних решток організмів; друге заняття проводиться на базі геолого-мінералогічного музею НТУ «Дніпровська політехніка».

Мета роботи: Набуття навичок первинного опрацювання палеонтологічного матеріалу з використанням зразків викопних решток організмів; ознайомлення з методами й прикладними завданнями палеонтології; вивчення палеонтологічних зразків викопних тварин і рослин.

Матеріали й обладнання: колекція палеонтологічних зразків, що зберігаються на кафедрі екології ДВНЗ «НГУ», палеонтологічна колекція геолого-мінералогічного музею, лупи, мікроскопи, палеонтологічні визначники, ілюстративний матеріал.

25.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Палеонтологія (грец. *palaios* – давній; *ontos* – істота; *logos* – поняття, навчання) – наука, яка вивчає організми минулих геологічних епох.

Палеонтологи намагаються реконструювати за знайденими рештками організмів їхній зовнішній вигляд, біологічні особливості, способи живлення, розмноження і под., а також відновити на основі цих відомостей хід біологічної еволюції. У палеонтології досліджуються не тільки останки власне тварин і рослин, але також їх скам'янілі сліди, відпадні оболонки та інші свідчення їх існування. У палеонтологічних дослідженнях використовуються методи палеоекології і палеокліматології з метою відтворення середовища життєдіяльності організмів минулих часів. На основі вивчення викопних залишків живих організмів минулих епох визначають вік гірських порід, які їх містять, та виділяють геохронологічні одиниці (табл. 25.1).

Викопні рештки організмів, скам'янілості, називають *фосиліями* (від лат. *fossilis* – викопний). Фосилії – це залишки об'єктів колишніх геологічних епох, виявлені при розкопках або такі, що оголилися внаслідок ерозії земної поверхні. Досить часто таким чином зберігаються тільки тверді частини тіла тварини – зуби, кістки, черепашки. М'які тканини найчастіше розкладаються. Але коли від самого організму нічого не залишилося, іноді можна виявити заглиблення в камені, що точно відповідає формі його тіла. Скам'янілості надають важливу інформацію про епоху, в якій вони утворилися, наприклад, про тварин і рослин тих часів. Вони також дозволяють приблизно визначити час набуття ними законсервованого вигляду. Фосилізація – процес переходу похованих решток організмів у викопний стан, коли спостерігається збереження твердих частин організмів (кісток, раковин) і заміщення втрачених тканин мінеральними новоутвореннями.

Виділяють чотири послідовні категорії скам'янілостей у порядку зменшення повноти збереження: *субфосилії*, *еуфосилії*, *іхнофосилії*,

хемофосилії. *Субфосилії* демонструють повне збереження організму (скелет + м'яке тіло), наприклад, це муміфіковані трупи мамонтів і носорогів у мерзлотному ґрунті. *Еуфосилії* – добре збережені скам'янілості, серед яких можуть бути скелети, окремі кістки, черепашки або їхні чіткі відбитки. *Іхнофосилії* – сліди життєдіяльності, серед яких сліди повзання, ходіння, свердління, нори, екскременти і таке інше. *Хемофосилії* – хімічні викопні рештки організмів, що складаються з органічних молекул тваринного й рослинного походження.

Таблиця 25.1 – Спрощена геохронологічна шкала

Ера	Тривалість, млн років	Період	Тривалість, млн років
Кайнозойська (ера нового життя)	67	Антропоген	1,5 – 2
		Неоген	25
		Палеоген	41
Мезозойська (ера середнього життя)	173	Крейдовий	70
		Юрський	58
		Тріасовий	45
Палеозойська (ера давнього життя)	330	Пермський	45
		Кам'яновугільний	55 – 75
		Девонський	50 – 70
		Силурійський	30
		Ордовіцький	60
Кембрійський	70 – 80		
Протерозойська (ера раннього життя)	2000		
Архейська (найдавніша ера)	900 – 1800		

Для визначення відносного віку шарів осадових порід необхідно зіставити збережені в них викопні організми. Це можна зробити завдяки палеонтологічному методу, запропонованому геологом У. Смітом наприкінці XVIII ст. Серед викопних організмів, якими характеризується кожна епоха, можна виокремити певний комплекс найбільш поширених видів, які отримали назву *керуючих форм*.

Фундатором палеонтології є французький зоолог Жорж Кюв'є (1769 – 1832), автор чотиритомної праці «Дослідження викопних кісток» (1812). За теорією катастроф Кюв'є послідовна зміна біологічних форм у земних пластах пояснюється наслідками природних катаклізмів, які неодноразово повністю знищували всю існуючу біоту. Після катастроф, на думку вченого, траплялись повторні акти божественних творінь. Визначний англійський геолог Чарлз Лайєль (1797 – 1875) заперечував теорію залучення надприродних сил до пояснення природних явищ. У книзі «Основи геології» (1832) Лайєль запроваджує принцип актуалізму, який ґрунтується на тезі: «Вивчення

сучасного є ключем до пізнання минулого», тобто для пояснення подій минулої геологічної історії Землі потрібні знання сутності процесів, які в ній відбуваються сьогодні.

Найбільш поширеними є такі викопні форми вимерлих тварин як амоніти (двох сімейств *Deshayesitidae* й *Parahoplitidae*), белемніти (*Belemnitida*), трилобіти (*Trilobita*), зображені на рис. 25.1.

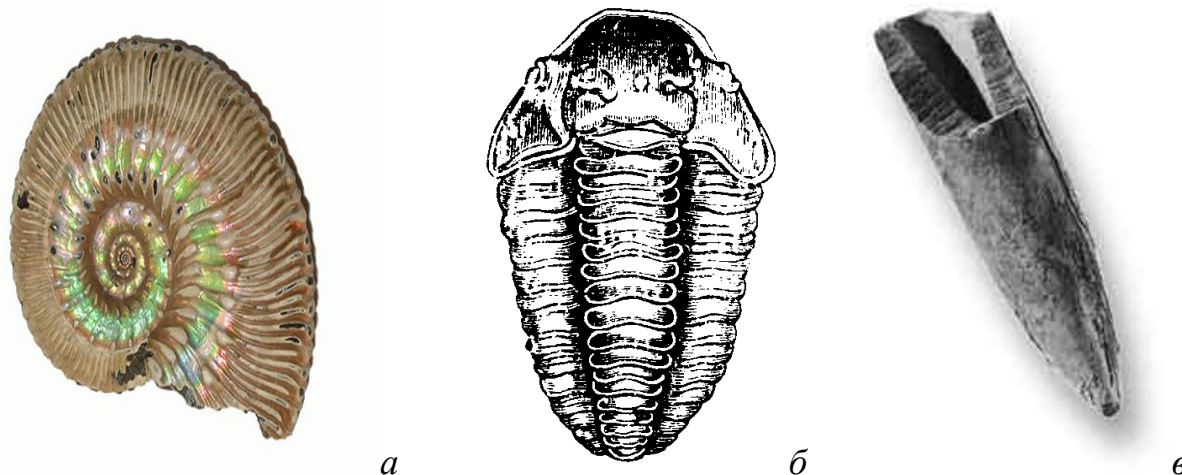


Рис. 25.1 Деякі викопні рештки вимерлих організмів: *а* – амоніт, *б* – трилобіт, *в* – белемніт

25.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання до першого заняття на базі кафедри екології НТУ «ДП»

1. Ознайомитись з предметом, об'єктами й методами палеонтології, формами збереженості викопних решток, геохронологічною шкалою.
2. Вивчити правила палеонтологічної номенклатури, принципи класифікаційного визначення палеонтологічних об'єктів.
3. Проаналізувати й описати зразки викопних решток організмів, дослідивши їх за допомогою лупи, мікроскопа, визначників.
4. Вивчити морфологію об'єктів, приділяючи увагу діагностично значущим та екологічно інформативним ознакам.
5. Замалювати аналізовані палеонтологічні зразки, підписати їх відповідно до результатів досліджень.

Завдання до другого заняття на базі геолого-мінералогічного музею НТУ «ДП»

1. Прослухати екскурсійну лекцію за участю співробітників музею на тему «Палеонтологічні об'єкти геолого-мінералогічного музею НТУ «ДП», де основна увага буде приділятися розвитку життя на різних етапах біологічної еволюції, а також методам підготовки палеонтологічних зразків до зберігання в колекції і для музейного експонування.
2. Під час екскурсії самостійно обрати п'ять – сім палеонтологічних експонатів з колекції музею, замалювати їх у зошит.
3. За допомогою спеціальної літератури і ресурсів мережі Інтернет подати в зошиті довідкову інформацію про окремі палеонтологічні об'єкти, що були замальовані й підписані в геолого-мінералогічному музеї.

Контрольні питання

1. Яким чином палеонтологічні дослідження доповнюють учення про еволюцію життя?
2. За якими принципами складається геохронологічна шкала? Назвіть у правильному порядку геологічні ери та періоди.
3. Як можна пояснити факти масового вимирання різних форм життя в історії Землі?
4. Яким чином використовуються скам'янілості для індикації кліматичних умов, що існували на землі в минулому?
5. Як відбувається процес фосилізації залишків організмів?
6. Визначте, які бувають форми збереження скам'янілостей.
7. Чим принципово відрізняється теорія катастроф Кюв'є від теорії актуалізму Лайєля?

РОЗДІЛ VIII. СИСТЕМАТИКА РОСЛИН

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 26

Визначення рослин за допомогою бібліографічних та електронних визначників (роботу розраховано на два заняття)

Мета роботи: опанування навичок встановлення повної наукової назви, місця в класифікації та основних характеристик досліджуваної рослини за допомогою спеціальних бібліографічних та електронних визначників; оволодіння методикою використання останніх, зокрема, електронним визначником on-line «Плантаріум» [<http://www.plantarium.ru/>].

Матеріали: Гербарій, книги-визначники, атласи рослин, фотографії або малюнки рослин, електронні визначники, лупи.

26.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Визначити рослину, тобто виявити її класифікаційні характеристики – це означає дізнатись, до якого класу, порядку родини, роду, виду вона належить. Для цього використовують спеціальні книги – визначники.

Робота з визначником вимагає спеціальних знань морфології рослин. Більшість таких довідників побудовано за дихотомічним принципом, коли характерні ознаки рослинних видів згруповано в несумісні пари: теза – антитеза, тому з двох варіантів підходить тільки один. Цей варіант відсилає нас до наступної пари ознак, де знову треба зробити вибір. І так триває до тих пір, поки чергова пара не приведе нас до назви виду.

Наведемо приклад визначення деяких видів роду клен (*Acer*) за дихотомічним принципом:

1. (Теза) Листя складне, з 3–7 листочків. Квіти одностатеві. Рослина дводомна – *Acer negundo*, клен ясенolistий, або американський.
0. (Антитеза) Листя просте, пальчасте, лопатеве або цілісне (див. 2).
2. Листя трилопатеве, або цілісне, пальчасте, загострене. Плоди з червоними крилами – *Acer tataricum*, клен татарський, або чорноклен.

0. Листя п'яти-семипальчатолопатеве (див. 3).

3. Листки голі, їх лопаті загострені, великозубчасті. Пелюстки жовтувато-зелені – *Acer platanoides*, клен звичайний, або гостролистий.

0. Листя знизу волосисте, його лопаті тупі. Пелюстки квіток зеленуваті – *Acer campestre*, клен польовий.

У деяких сучасних визначниках аналіз і місце рослин у класифікації виконують за допомогою кодових таблиць. Кожну характеристику (зовнішню ознаку) шифрують цифрою-кодом. Наприклад, ознака квіти «білі» має код 11, а плід «стручок» – код 32. Група ознак, записана у вигляді коду, називається цифровою моделлю роду рослин. Так, цифрова модель роду конюшини являє собою таку послідовність: 6, 9, 25, 36, 64.

Наведемо приклад класифікаційного визначення анемони жовтецевої за кодовим принципом (табл. 26.1).

Наприклад, маємо таку цифрову модель аналізованої рослини: 1, 9, 14, 22, 27. Знаходимо її серед цифрових моделей у відповідній таблиці. З'ясовується, що рослина належить до роду анемона. Тут же зазначено сторінку, де можна знайти опис виду, його зображення. Ознайомившись з цими даними, переконуємось у тому, що всі ознаки даної рослини відповідають опису анемони жовтецевої.

Таблиця 26.1 – Класифікаційне визначення анемони жовтецевої за кодовим принципом

Ознака будови рослини	Код
Листорозміщення кільчасте	1
Листки трійчасті	9
Квітки жовті	14
Тичинок більше п'яти	22
Квітки верхівкові, одиничні	27

У будь-якому визначнику, крім основних зовнішніх діагностичних параметрів/характеристик, подається додаткова інформація про вид – біологічні та екологічні особливості, географічне поширення, місце зростання, природоохоронний статус, господарське, декоративне, харчове, медичне значення та ін. У визначниках розміщуються також малюнки чи фотографії видів і карти їх ареалів.

Наукову назву рослин у визначниках традиційно подають латинською мовою, яка для ботаніків є міжнародною. Назва виду складається з двох слів: перше – це родові позначення, а друге (разом з першим) – видові. Літера (або літери) після латинської назви виду означають першу літеру прізвища (або скорочене прізвище) ботаніка, який його описав. Так, латаття біле (*Nymphaea alba* L.) уперше описав Лінней, і тому після латинської назви стоїть літера L.

Унаслідок активного розвитку інформаційних технологій у мережі Інтернет з'являються спеціалізовані сайти визначників рослин, що працюють у режимі on-line. Прикладом такого визначника є інтернет-ресурс «Плантаріум», побудований за дихотомічним принципом класифікації рослинних видів.

Користуючись цими засобами, можна аналізувати рослини без спеціальної літератури на паперових носіях, тим більше, що бази даних цих ресурсів постійно оновлюються, вони передбачають доступ до інших джерел інформації, мають багато якісних фотографічних зображень рослин.

26.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

Завдання до першого заняття

1. Вивчити загальні принципи систематики організмів і правила бінарної номенклатури біологічного виду.

2. Засвоїти алгоритм класифікаційного визначення рослин за дихотомічним принципом (теза – антитеза).

3. Засвоїти алгоритм класифікаційного визначення рослин за принципом кодових таблиць.

4. Ознайомитись з інформацією про окремі види рослин, що надається у визначнику.

5. Самостійно виявити класифікаційну належність наданих рослини у вигляді гербарію за допомогою книг-визначників.

6. У робочому зошиті оформити результати визначення й аналізу біоекологічних характеристик досліджуваних рослин.

Завдання до другого заняття на базі комп'ютерного класу кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища

1. Самостійно встановити класифікаційну належність рослини за допомогою книг – визначників.

2. Оформити результати спостережень у зошиті.

3. Подати біоекологічні характеристики досліджуваних рослин.

4. Ознайомитись із загальними принципами роботи визначника on-line «Плантаріум» (plantarium.ru).

4. Самостійно виявити класифікаційну належність за допомогою визначника «Плантаріум», зафіксувавши результати дослідження у зошит.

Контрольні питання

1. У чому полягають загальні принципи систематики організмів?

2. Які переваги надає бінарна номенклатура біологічного виду?

3. Охарактеризуйте послідовні етапи класифікаційного визначення рослин за дихотомічним принципом.

4. Охарактеризуйте послідовні етапи визначення класифікаційної належності рослин за кодовими моделями.

5. Який вигляд у визначнику має інформація про біологічний вид?

6. У чому полягають переваги й недоліки електронних визначників рослин?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Грин, Н. Биология [Текст]: пер. с англ.; в 3 т. / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. – М.: Мир, 1990.
2. Кемп, П. Введение в біологію [Текст]: пер. с англ. / П. Кемп, К. Армс. – М.: Мир, 1988. – 671 с.
3. Биологический энциклопедический словарь [Текст] / под ред. М.С. Гилярова. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 863 с.
4. Чуйкин, А.Е. Общая биология [Текст]: учеб. для студ. вузов / А.Е. Чуйкин. – С.Пб.: Политехника, 2004. – 670 с.
5. Бабский Е.Б. и др. Форменные, элементы крови//Физиология человека. М.; Медицина. 1985. С. 229-237.
6. Коробков А.В. и др. Интравазарные жидкости. Кровь//Нормальная физиология. М.: Высш. шк., 1980. С. 30-35.
7. Єлін, Ю.Я. Шкільний визначник рослин [Текст]: довідник / Ю.Я. Єлін, Л.Г. Оляницька, С.І. Івченко. – К.: Рад. шк., 1988. – 368 с.
8. Нейштадт, М.И. Определитель растений средней полосы Европейской части СССР [Текст] / М.И. Нейштадт. – М.: Гос. УПИ, 1963. – 640 с.
9. Губанов, И.А., Определитель высших растений средней полосы Европейской части СССР [Текст] / И.А. Губанов, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Просвещение, 1981. – 285 с.
10. Бондаренко, О.Б. Краткий определитель ископаемых беспозвоночных [Текст] / О.Б. Бондаренко, И.А. Михайлова. – М.: Недра, 1984. – 563 с.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	3
РОЗДІЛ І. ОСНОВИ РОБОТИ З МІКРОСКОПОМ	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. Світловий мікроскоп: будова, принцип роботи, правила експлуатації	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. Виготовлення тимчасових препаратів для мікроскопічного дослідження	8
РОЗДІЛ ІІ. БУДОВА КЛІТИНИ	10
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. Вивчення будови рослинної клітини	10
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. Дослідження форми і функцій клітин зеленого листка рослини та біологічної ролі хлоропластів	13
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. Вивчення будови і функцій хромопластів у клітинах рослинних організмів	15
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6. Дослідження будови і функцій лейкопластів у рослинних клітинах	17
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7. Дослідження будови, форми і функцій пилкових зерен покритонасінних рослин	18
РОЗДІЛ ІІІ. ФІЗІОЛОГІЯ КЛІТИНИ	21
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8. Спостереження руху цитоплазми у живих рослинних і тваринних клітинах	21
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9. Вивчення процесу осмосу в рослинних	

клітинах	24
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10. Дослідження утворення крохмальних зерен у плодах і запасних органах рослин.....	26
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11. Дослідження процесів накопичення рослинами запасних білків у формі алейронових зерен	29
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12. Вивчення запасної ролі полісахариду інуліну в клітинах рослинних організмів	32
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13. Дослідження утворення кристалів оксалату кальцію (CaC ₂ O ₄) в клітинах рослин.....	33
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14. Дослідження продуктів фотосинтезу та умов, необхідних для їх утворення	35
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15. Дослідження обмежувальних для фотосинтезу умов. Вивчення процесу виділення кисню внаслідок фотосинтезу	37
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16. Внутрішнє середовище організму. Функція та цитологія крові людини	39
РОЗДІЛ IV. ПОДІЛ КЛІТИН.....	43
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 17. Спостереження за процесами мітозу в клітинах кореневої меристеми рослин.....	43
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 18. Дослідження мікроядер, як патологій мітозу, у соматичних клітинах живих організмів.....	46
РОЗДІЛ V. ОСНОВИ БІОХІМІЇ.....	48
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 19. Дослідження якісних реакцій на білки	48
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 20. Спостереження процесу розщеплення перекису водню в клітинах живих організмів.....	51
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 21. Дослідження властивостей ліпідів	52
РОЗДІЛ VI. СПАДКОВІСТЬ І МІНЛИВІСТЬ ОРГАНІЗМІВ	56
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 22. Вивчення молекулярних основ спадковості й мінливості живих організмів (роботу розраховано на два заняття).....	56
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №23. Статистичні закономірності модифікаційної мінливості організмів (роботу розраховано на два заняття)	60
РОЗДІЛ VII. ЕВОЛЮЦІЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ	63
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 24. Аналіз факторів еволюції та форм природного відбору біологічних видів.....	63
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 25. Дослідження палеонтологічних об'єктів	68
РОЗДІЛ VIII. СИСТЕМАТИКА РОСЛИН	71
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 26. Визначення рослин за допомогою бібліографічних та електронних визначників (роботу розраховано на два заняття)	71
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	74

КЛІМКІНА Ірина Іванівна
ФЕДОТОВ В'ячеслав Вікторович

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ
РОБІТ З ДИСЦИПЛІН «ЗАГАЛЬНА БІОЛОГІЯ» ТА «БІОЛОГІЯ»**
для студентів спеціальностей 091 «Біологія», 101 «Екологія» та
183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Друкується в редакційній обробці авторів

Підписано до друку 18.02.2019 р. Формат 30 x 42/4.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 4,2
Обл.-вид. арк. 4.2. Тираж 30 прим. Зам. №

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19