



Лабораторне заняття № 6

Тема: ВІДДІЛ МОХОПОДІБНІ – BRYOPHYTA. ВІДДІЛИ ПЛАУНОПОДІБНІ, АБО ЛІКОПОДІОФІТИ – LYCOPODIOPHYTA ТА ХВОЩЕПОДІБНІ, АБО ЕКВІЗЕТОФІТИ – EUISETOPHYTA

Мета: вивчити характерні ознаки відділу *Bryophyta*, основних представників, відмітити риси пристосування мохів до повітряно-наземних та надмірно-зволожених середовищ існування. Вивчити життєвий цикл *Bryophyta*, підкреслити перевагу гаметофіта над спорофітом. Вивчити характерні ознаки відділів *Lycopodiophyta*, *Equisetophyta* та основних представників. Вивчити життєві цикли рівно- та різноспорових плауноподібних з перевагою спорофіту над гаметофітом. Вивчити способи розмноження плауноподібних та хвощеподібних, простежити за зміною поколінь у гетероморфному життєвому циклі.

Хід роботи:

Завдання 1. Вивчити особливості морфологічної будови та цикл розвитку *Marchantia polymorpha*.

Систематичне положення об'єкта вивчення:

Клас Печіночники – Marchantiopsida

Підклас Маршанцієві печіночники, або Маршанціїди – Marchantiidae

Порядок Маршанцієві – Marchantiales

Родина Маршанцієві – Marchantiaceae

Рід Маршанція – *Marchantia*

Вид М. звичайна – *M. polymorpha*

В Україні, з понад 70 видів маршанції, поширений один вид - маршанція звичайна. Вона часто зустрічається на сирих і болотистих місцях, вогких скелях. Поширена по всій лісовій зоні. Це невеличка сланка дводомна рослина, 2-10 см завдовжки і 1-2 см завширшки, з темно-зеленим (зверху), дихотомічно розгалуженим пластинчастим таломом.

А) Вивчити зовнішній вигляд чоловічої та жіночої слані *Marchantia polymorpha*.

Використовуючи лупу, **роздивіться** спочатку верхню частину слані, що має дрібний сітчастий рисунок. В центрі кожної ділянки виділяється блискуча



пляма з темною крапкою в середині – продих з продиховою щілиною. На верхній частині слані також можна бачити виводкові кошики, що мають вигляд невеликих келихоподібних виростів. На їх дні утворюються виводкові тільця (таллідії) на мініатюрних ніжках. Піз час дощу їх змиває вода, і, потрапивши у вогку землю, вони проростають у нову слань маршанції.

На нижній поверхні слані розташовані амфігастрії та чисельні ризоїди двох типів: прості та язичкоподібні. Прості ризоїди всмоктують воду з мінеральними солями та прикріплюють талом маршанції до субстрату. По язичкоподібним здійснюється рух води до різних ділянок талому. Таким чином, за зовнішніми ознаками видно, що талом маршанції має дорзовентральну будову на відміну від радіальної, яка характерна для листкостеблових рослин.

На верхівці слані в невеликому заглибленні **знайти** точку росту та **визначити** тип галуження талому.

Б) Вивчити будову чоловічої та жіночої підставок на таломмах *Marchantia polymorpha* та на постійних мікропрепаратах.

На постійному мікропрепараті повздовжнього розрізу через чоловічу підставку (антеридіальна підставка, антеридієфор) **знайти** антеридій – невеличкий мішечок на короткій ніжці з одношаровою стінкою. Порожнина антеридію заповнена сперматогенною тканиною. Кожна клітина сперматогенної тканини утворює два дводжгутикових сперматозоїда.

На жіночій підставці (архегонієфор) проміж її променів розташовані архегонії, які складаються з овального черевця та витягнутої шийки. Шийка звисає донизу. Стінка архегонія одношарова. В черевці розташована яйцеклітина, в шийці – каналцеві клітини, які ослизнюються в зрілому архегонії. Після злиття яйцеклітини зі сперматозоїдом із зиготи утворюється безстатеве покоління маршанції – спорофіт, представлений спорогоном.

В) Вивчити будову спорогона *Marchantia polymorpha* на постійному мікропрепараті та за таблицею.

На повздовжньому розрізі через спорогон **знайти** коробочку спорангія, коротку ніжку та розширену її нижню частину – стопу з гаусторією, якою вона заглиблена в тканини підставки. Також на препараті можна бачити залишки шийки архегонія. В зрілому спорангії видно округлі спори (гаплоїдні) та елатери – мертві видовжені клітини, які сприяють розпушуванню маси спор, а також викидання їх з коробочки. За сприятливих умов із спори формується протонема. З її верхівкової клітини виростає талом маршанції.

Написати систематичне положення *Marchantia polymorpha*.

Зарисувати: 1. зовнішній вигляд жіночого та чоловічого таломів маршанції з виводковими кошиками та підставками;



2. повздовжній розріз через чоловічу та жіночу підставки, окремо архегоній, антеридій, спорогон;

3. схему життєвого циклу *Marchantia polymorpha*, підкреслити домінуючу стадію, відімітити місце редукційного поділу, позначити ядерні фази.

Завдання 2. Вивчити особливості морфологічної будови та цикл розвитку *Polytrichum commune*.

Систематичне положення об'єкта вивчення:

Клас Листкостеблові мохи – Bryopsida

Підклас Брієві – Bryidae

Порядок Політрихові – Polytrichales

Родина – Polytrichaceae

Рід Політрих, або Зозулин льон – Polytrichum

Вид П. звичайний, або Зозулин льон звичайний – P. commune

Із роду політрих у флорі України представлені 8 видів. Найбільш характерний – політрих звичайний – росте густими дернинами на вологих і сирих місцях у лісах, особливо хвойних, на луках; поширений майже по всій Україні, особливо в лісових і гірських районах. Стебло пряме (20-40 см), густо вкрите цупкими лінійно-ланцетними листками.

А) Використовуючи ручну лупу та стеріоскопічний мікроскоп, вивчити особливості будови рослини та «листка». Для вивчення анатомічної будови «листка», від рослини, яка замочена у гарячій воді, або живого експоната, відділити голкою один-два листка та вивчити під мікроскопом. Лінійні листки *Polytrichum commune* загострені до верхівки, з гострими зубцями по краях, пластинка листка закінчується широкою півчастою піхвою, що охоплює стебло. Середина частина листка багат шарова, з боків – одношарова.

Б) Вивчаючи дернинки зозулиного льону звичайного, встановити місцезнаходження статевих органів та спорогона. Чоловічі пагони на живих рослинах відрізняються за жовто-гарячими листками на верхівці стебла, де в центрі розетки розташовані антеридії. Верхівки жіночих пагонів нічим не відрізняються від вегетативних пагонів, тому розпізнаються важче.

Вивчити мікропрепарат повздовжнього розрізу через спорогон зозулиного льону.

Спорогон складається з довгої ніжки та коробочки. Коробочка прямостояча або більш-менш косо розташована, призматична, чотири-п'ятигранна, вкрита іржасто-повстятим ковпачком, що утворюється із стінок архегонія. Коробочка складається із кришечки і урночки, нижня частина якої



звужена у шийку. Усереднені урночки розташована колонка, яка біля кришечки розширюється і формує епіфрагму – товстостінну перегородку. Навколо колонки розташований спорангій у вигляді циліндричного мішка. Коробочка має спеціальне пристосування для розсіювання спор – перистом, який являє собою ряд зубчиків з підковоподібних клітин, розташованих по краю урночки. Між зубцями, здатними до гігроскопічного руху, і епіфрагмою є отвори, крізь які у суху погоду висипаються спори.

Із спор виростає протонема у вигляді зеленої розгалуженої нитки. На ній утворюються бруньки, з яких з часом утворюються дорослі гаметофіти.

Написати систематичне положення *Polytrichum commune*.

Зарисувати: 1. зовнішній вигляд жіночої та чоловічої рослини;

2. розріз через спорогон, відмітивши на ньому ніжку, апофізу, колонку, спорангій, стінку урночки, епіфрагму, перистом, кришечку ;

3. схему життєвого циклу *Polytrichum commune*, підкреслити домінуючу стадію, відімітити місце редукційного поділу, позначити ядерні фази.

Завдання 3. Вивчити особливості морфологічної будови та цикл розвитку *Sphagnum*.

Систематичне положення об'єкта вивчення:

Клас Листкостеблові мохи – Bryopsida

Підклас Сфагнові – Sphagnidae

Порядок Сфагнові – Sphagnales

Родина Сфагнові – Sphagnaceae

Рід Сфагнум – *Sphagnum*

Рід *Sphagnum* налічує близько 350 видів, поширених майже в усіх частинах світу, особливо в північній півкулі. В Україні (29 видів) сфагнові мохи поширені на Поліссі і в Карпатах, де ростуть у хвойних лісах, на торфових болотах. По долинах річок, особливо по болотах борових терас, сфагнові мохи заходять далеко на південь України.

А) Розглянути зовнішній вигляд моху. Виділити з дернини одну рослину, **встановити** характер розташування бокових та верхніх гілочок, листків, відсутність ризоїдів.

Каулідії сфагнових мохів галузисті, невисокі, без ризоїдів, ростуть увесь час верхівкою, а знизу відмирають, накопичуючи торф. В зв'язку з цим сфагнові мохи називають торфовими. Є ще одна назва – білі мохи: хлорофіл у них швидко руйнується, і рослини стають білуватими. Однак ця назва не завжди відповідає дійсності, бо серед сфагнових є рослини зеленого, червоного, фіолетового, бурого кольорів.



У верхній частині стебла короткі гілочки зібрані в щільну верхівкову голівку. Нижче містяться довші гілочки, які розташовані пучками (по кілька штук), більш-менш горизонтально, поверхами. Найнижчі гілочки звисають вниз уздовж каулідія.

Спорогон сфагнових мохів складається з ніжки та коробочки (містить округлу колонку та спорангій) з кришечкою, яка під час дозрівання спор відкривається, і спори розсіюються. Елатер немає.

Б) На малому та великому збільшенні мікроскопу вивчити будову «листка» сфагнуму, визначити його форму, наявність в ньому двох типів клітин.

Листки сфагнових мохів складаються з одного шару клітин і, на відміну від зелених мохів, не мають середньої жилки. Проте клітини листків неоднакові; спостерігається явище так званого диморфізму клітин. Одні з них живі, вузькі, довгі, ніби червоподібні, виповнені хлорофільними зернами. Це асимілюючі, або хлорофілоносні клітини. Вони затиснуті між широкими, видовжено зігнутими, більш або менш ромбоподібними клітинами, які позбавлені хлоропластів і є мертвими. Це безбарвні водоносні (гіалінові) клітини, завдяки яким сфагнуми ніколи не бувають яскраво-зеленими. Оболонки їх здебільшого мають спіральні або кільчасті потовщення і продірявлені порами. Водоносні клітини листка і стебла здатні вбирати воду і розчинені в ній мінеральні солі. Встановлено, що сфагнуми можуть вбирати і накопичувати води в 20-30 разів більше за свою масу.

Написати систематичне положення *Sphagnum sp.*

Зарисувати: 1. одну рослину сфагнуму зі спорогоном;

2. зовнішній вигляд листка та один сегмент з хлорофілоносними та водоносними клітинами, порами та спіральними потовщеннями оболонок водоносних клітин.

Завдання 4. Вивчити особливості морфологічної, анатомічної будови та цикл розвитку рівноспорового плауна на прикладі плауна булавовидного – *Lycopodium clavatum*.

Систематичне положення об'єкта вивчення:

Відділ Плауноподібні, або Лікоподіофіти – *Lycopodiophyta*

Клас Плауновидні, або Лікоподіопсиди - *Lycopodiopsida*

Порядок Плаунові – *Lycopodiales*

Родина Плаунові – *Lycopodiaceae*

Рід Плаун – *Lycopodium*

Види: П. булавовидний – *L. clavatum*



Нині вимерлі представники відділу були деревами, які досягали іноді великих розмірів. Однак сучасні – це тільки трави. Їй сучасні, їй викопні плауни мають мікрофіли; цей тип листків – найхарактерніша риса відділу.

До порядку Плаунові *Lycopodiales* відносяться сучасні трав'янисті рослини. Спори в них завжди однакової величини (ізоспори), а листки без язичка (лігули). Стебла дихотомічно розгалужені, густо вкриті дрібними вузькими листками – філоїдами, розміщеними спіралью або супротивно. Корені додаткові, дихотомічно розгалужені. Коренева система первинно-гоморизна. Спорофіли зібрані в стробіли, рідше – розсіянні по стеблу. Біля основи спорофіла з зовнішнього боку міститься спорангій.

Lycopodium clavatum росте переважно в соснових лісах і має великий ареал, що охоплює майже всю лісову зону Європи, Азії та Північної Америки. В Україні південна межа його поширення доходить до Харкова, Полтави і Києва, а по долинах річок він заходить навіть у степову зону (наприклад, є в соснових лісах долини р. Самари). Цей плаун – багаторічна вічнозелена рослина з повзучим, довгим, дихотомічно розгалуженим стеблом, з висхідними, також вилчато розгалуженими пагонами, черговими, лінійними або лінійно-ланцетними цілокрайми листками. Від основи лежачого стебла по всій його довжині виникають дихотомічно розгалужені корені.

Визначити напрямок росту пагонів, спосіб галузнення, розташування та форму листків *Lycopodium clavatum*.

Вивчити будову стробілів (спороносних колосків), які розташовані на довгих ніжках. Колосок циліндричної форми, складається з осі та спорофілів.

Виділити один спорофіл, приготувати тимчасовий мікропрепарат, вивчити будову спорофіла та спорангія. Спорофіли жовті, широкояйцеподібні, з довгою загостреною верхівкою, на зовнішньому боці спорофіла розташований ниркоподібний одногніздний спорангій з великою кількістю дрібних жовтих спор. Спори тетраедричні з трьохпроменевим рубцем. Будову спор треба вивчати при великому збільшенні.

Ознайомитися з анатомічною будовою представників порядку Плаунові *Lycopodiales*.

Анатомічна будова стебла різна (в деталях) у різних видів, але всім їм властива досить велика стела, що міститься в центрі стебла і оточена корою та епідермісом з більш або менш потовщеними стінками. За ендодермою йде перицикл і стела – плектостела, що складається з ксилеми, розділеної на окремі паралельні пластинки у флоемі, тобто побудована загалом за концентричним типом, як і протостела.

Вторинний ріст не властивий плаунам. Верхівковий ріст здійснюється внаслідок поділу клітин на кінці стебла, тому що диференціації конуса наростання на корпус і туніку тут ще немає.

Зарисувати: 1. зовнішній вигляд *Lycopodium clavatum* зі стробілами; 2. спорофіл зі спорангієм та спору;



3. гаметофіт з антеридіями, архегоніями, ризоїдами та міцелієм грибів;
4. схему життєвого циклу (Додаток Б).

Завдання 5. Вивчити особливості морфологічної, анатомічної будови та цикл розвитку різноспорового плауна на прикладі плаунка плауновидного – *Selaginella selaginoides*.

Систематичне положення об'єкта вивчення:

Відділ Плауноподібні, або Лікоподіофіти – *Lycopodiophyta*

Клас Молодильниковидні, або Ізоетопсиди – *Isoetopsida*

Порядок Плаункові – *Selaginellales*

Родина Плаункові – *Selaginellales*

Рід Плаунок – *Selaginella*

Вид П. плауновидний – *S. selaginoides*

Стебла у представників порядку Плаункові *Selaginellales*, як правило, дихотомічно розгалужені, здебільшого довгі. Листки однакові або різні за розмірами (гетерофілія), з язичками (лігулами). У деяких видів дихотомічно розгалужені додаткові корені мають особливі кореневі підставки, або ризофори. Сперматозоїди дводжгутикові. Мегаспор в мегаспорангії від однієї до чотирьох. Жіночі гаметофіти фотосинтезуючі.

Рід Плаунок (*Selaginella*) налічує тепер близько 700 видів, поширених переважно у вологих тропічних лісах як наземні трави, епіфіти, ліани. Це рослини, різні за розміром (від 5-10 см до кількох метрів у сланких форм) і загальним виглядом. Кілька видів є позатропічними і субарктичними, вони ростуть у мохових тундрах і торфовищах. У флорі України в Карпатах зустрічаються тільки 2 види: плаунок швейцарський (*S. helvetica*) і плаунок плауновидний (*S. selaginoides*) – зникаючі види, внесені в Червону книгу України (1996).

Ознайомитися з анатомічною будовою представників порядку Плаункові *Selaginellales*.

Анатомічна будова стебла характеризується такими особливостями: епідерміс не має продихів; під епідермісом лежить гіподерма, складена з механічних клітин. Далі йде кора, побудована з паренхімних і видовжених хлорофілоносних клітин, між якими є великі повітряні порожнини. У центрі стебла містяться декілька або одна стела (здебільшого протостела) оточена перициклом і ендодермою. Вона має ксилему з драбинчастих трахеїд або навіть трахей, оточену флоемою, утвореною ситовидними трубками і лубом. З корою стела сполучена особливими нитками – трабекулами.

Визначити напрямок росту пагонів, спосіб галуження, розташування та форму листя *Selaginella selaginoides*.



На постійному мікропрепараті вивчити будову повздовжнього розрізу спороносного колоска плаунка.

Зарисувати: 1. зовнішній вигляд *Selaginella selaginoides* зі стробілами;
2. повздовжній розріз через спороносний колосок;
3. схему життєвого циклу плаунка.

Завдання 6. Вивчити особливості морфологічної та анатомічної будови одного з наданих видів хвоща.

Систематичне положення об'єкта вивчення:

Відділ Хвощеподібні, або Еквізетофіти – *Equisetophyta*

Клас Хвощевидні, або Еквізетопсиди – *Equisetopsida*

Порядок Хвощові – *Equisetales*

Родина Хвощові – *Equisetaceae*

Рід Хвощ – *Equisetum*

Види: Х. польовий – *E. arvense*

Х. лісовий – *E. sylvaticum*

Х. болотний – *E. palustre*

Х. річковий – *E. fluviatile*

Х. лучний – *E. pratense*

Для відділу Хвощеподібні характерні пагони, складені з чітко виражених члеників – міжвузлів і вузлів з кільчасто розміщеними листками. Цією рисою нині існуючі хвощі та їх викопні родичі різко відрізняються від решти безнасінних вищих рослин. Відділ становить лінію еволюції членистостеблових форм, що виникли і розвинулися з риніофітів. Листки дрібні, ланцетні, лускуваті, зрослися (у сучасних форм) у трубчасті порожнисті піхви. Оскільки листки в усіх хвощів дуже редуковані, функцію асиміляції виконують стебла, в яких під епідермісом є добре розвинута хлорофілоносна тканина.

До хвощеподібних належать як трав'янисті рослини (нині існуючі та вимерлі) зі стеблом завдовжки від кількох сантиметрів до кількох метрів, так і деревоподібні (всі вимерлі), які досягали 15 м заввишки і більше ніж 0,5 м у діаметрі. Мають добре розвинуті підземні кореневища (з додатковими коренями та бульбами), від яких відходять надземні прямостоячі стебла, прості або (частіше) кільчасто-розгалужені.

Хвощі – це багаторічні рівноспорові рослини з одного сучасного роду Хвощ (*Equisetum*), який має 20-29 видів, поширених майже по всій земній кулі, крім Австралії і Нової Зеландії, та викопного роду Еквізетітес (*Equisetites*). У флорі України є дев'ять видів хвощів. Латинську назву роду дав Пліній



Старший за подібність пагонів хвоща до кінського хвоста (лат. *equus* - кінь, *saeta, seta* – щетина, волос).

Анатомічна будова хвощів має характерні особливості. Зовні стебло вкрите епідермісом, складеним із витягнутих клітин з дуже потовщеними і насиченими кремнеземом стінками. В епідермісі є численні продихи, розміщені повздовжніми рядами (по схилах ребер) і заглиблені в хлорофілоносну тканину – хлоренхіму. Під епідермісом на виступах ребер і в боріздках залягає механічна тканина (склеренхіма), а під нею на ребрах – хлорофілоносна. За механічною розташована тканина корової паренхіми. Під паренхімою кори розташоване кільце судинних пучків, складених з флоєми та слабко розвинутої ксилеми і побудованих за колатеральним типом. Це артростела. Судинні пучки оточені перициклом і розміщені завжди проти ребер. За судинними пучками (до центра стебла) міститься велика центральна порожнина. Крім неї, всередині кожного провідного пучка є менші порожнини, які називаються каринальними. Вони розміщені якраз проти ребер. Проти боріздок розміщені ще так звані валекулярні порожнини, що виникають у паренхімі кори. Всі ці порожнини є тільки у міжвузлях. У вузлах вони прериваються суцільною тканиною.

Описати один з видів хвоща, звернувши увагу на наступні систематичні ознаки:

- пагони рослин однакові або спороносні (генеративні) відрізняються від стерильних (вегетативних, фотосинтезуючих);
- спороносні та стерильні пагони з'являються одночасно або спороносні з'являються рано навесні;
- форму спороносного колоска (тупий або загострений на верхівці);
- форму розтруба, його розмір та кількість зубців,
- галуження стебла та форму росту, наявність чи відсутність порожнини в стеблі.

Зарисувати: 1. зовнішній вигляд вегетативного та генеративного пагонів одного з видів хвоща;

2. схему поперечного розрізу стебла хвоща (Додаток В).

Завдання 7. На постійному мікропрепараті чи фіксованому матеріалі вивчити будову спороносного колоска хвоща.

Характерною рисою хвощеподібних є наявність у них своєрідних структур, що несуть спорангії, - спорангієносців, або спорангієфорів, які відрізняються своєю будовою від спорофітів інших безнасінних рослин. Утворились вони, напевно, в процесі довгої еволюції з теломів риніофітів. Кільця спорангієфорів утворюють на стеблі спороносні зони, що чергуються із звичайними вегетативними листками, або сидять на кінцях осей, утворюючи



чисті (що складаються лише зі спорангієфорів) чи змішані (що складаються зі спорангієфорів і стерильних листків) стробіли.

Переважна більшість хвощеподібних – рівноспорові, і лише деякі (викопні форми) – різноспорові.

Спороносні колоски (стробіли) хвоща польового складаються з осі та шестигранних щитків, які причіплюються до неї за допомогою ніжки. З нижнього боку щітка розташовані 4-16 мішкоподібних спорангіїв. У спорангіях утворюються однакової форми та величини спори.

Виготовити препарат спор хвоща. Для цього стряхнути на предметне скло декілька спор із сухого колоска та роздивитись при малому збільшенні мікроскопа спочатку на сухому склі. Спори хвоща, крім звичайних двох оболонок, мають третю, у вигляді двох смужок (елатер), які прикріплюються до екзини в одній точці (епіспорій, або периній). Елатери гігроскопічні: залежно від вологості повітря вони то розкручуються, то скручуються (рух можна спостерігати, якщо обережно подихати на спори). Завдяки елатерам спори зчіплюються до купи в грудочки і розносяться вітром або водою.

- Зарисувати:**
1. спороносний колосок;
 2. спорангієфор зі спорангіями;
 3. спору з елатерами.

Завдання 8. Вивчити будову заростків хвоща.

Статеве покоління – гаметофіт, або заросток, у нині існуючих хвощів представлене одно- або двостатевими недовговічними, дуже маленькими зеленими пластинчастими рослинами розміром в кілька міліметрів. Хоча всі спори морфологічно рівноцінні, фізіологічно вони неоднорідні (явище фізіологічної різноспоровості): з одних спор виникають жіночі заростки, а з інших – чоловічі. При сприятливих умовах росту більше утворюється жіночих гаметофітів, при несприятливих – чоловічих. Одностатевий гаметофіт може стати двостатевим, що зазвичай відбувається в природі під впливом несприятливих факторів.

У хвоща польового жіночі гаметофіти більш розгалужені, розміром від 3 мм до 30 мм, чоловічі – майже не галузяться, дрібніші, їх розміри від 1 мм до 10 мм. На гаметофітах утворюються антеридії та архегонії. В антеридіях розвиваються багатоджгутикові сперматозоїди.

Запліднення відбувається при наявності краплинно-рідкої вологи, а зиготи без періоду спокою виростає нове безстатеве покоління – спорофіт.

- Зарисувати:**
1. жіночі та чоловічі гаметофіти хвоща;
 2. схему життєвого циклу хвоща польового.