



# БОТАНІКА 2023-24



## Лабораторне заняття № 9

**Тема:** НАСІННЄВІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛ ГОЛОНАСІННІ, АБО ПІНОФІТИ – *GYMNOSPERMAE*, АБО *PINOPHYTA*

**Мета:** вивчити характерні ознаки голонасінних, відмітити якісно новий рівень в еволюції рослин – появу насіння, яке дало біологічну перевагу насінним рослинам в боротьбі за виживання та розселення; вивчити життєвий цикл *Pinophyta*, відмітити різноспоровість та її біологічне значення.

**Об'єкти дослідження та обладнання:** постійні мікропрепарати пилюк сосни, анатомічної будови хвої сосни та повздовжнього зрізу через чоловічу шишку сосни. Колекція жіночих шишок. Живі та гербарні зразки голонасінних; мікроскопи, біноклярні та ручні лупи, набір інструментів, таблиці з теми, методичні вказівки.

### Питання для самопідготовки:

1. Якими відділами представлені насіннєві рослини?
2. В чому полягає біологічна перевага насіннєвих рослин в порівнянні з вищими споровими?
3. Загальна характеристика *Pinophyta*, поділ на класи.
3. Викопні *Pinophyta*.
4. Клас Хвойні (*Pinopsida*): морфологічні та анатомічні особливості будови вегетативних органів, поділ на порядки. Представники порядків соснові (*Pinales*), тисові (*Taxales*), кипарисові (*Cupressales*).
5. Розташування та будова чоловічої шишки, мікроспорофіла, мікроспорангія та мікроспори сосни.
6. Розташування та будова жіночої шишки, криючої та насінної лусочки, насінного зачатку сосни. Чому відповідає насінний зачаток в цілому та окремі її частини в циклі розвитку сосни?
7. Які анатомічні особливості будови хвої *Pinus sylvestris*? Які риси ксероморфної структури має хвоїнка?
8. Місце редукційного поділу, проростання мікро- та мегаспор, утворення гаметофітів, запліднення.
9. Основні стадії розвитку зародка, роль ендосперму. Гомологом чого є ендосперм? Будова архегоніїв, будова зародка та насіння сосни.
10. Характерні ознаки родини *Cupressaceae*, представники, їх народногосподарське значення.
11. Характеристика класу Гнетові (*Gnetopsida*). Погляд на положення *Gnetopsida* в системі рослин.



# БОТАНІКА 2023-24



12. Систематичне положення ефедри двоколоскової – *Ephedra distachya*.

13. Зовнішній вигляд, будова мікро- та мегастробілів, насінного зачатку, насіння *Ephedra distachya*.

## Хід роботи:

**Завдання 1.** Вивчити на гербарному або живому зразку гілочку *Pinus sylvestris*.

Систематичне положення об'єкта вивчення:

Клас Хвойні, або Пінопсида – *Pinopsida*

Підклас Хвойні, або Пініди – Pinidae

Порядок Соснові – *Pinales*

Родина Соснові – *Pinaceae*

Рід Сосна – *Pinus*

Вид С. звичайна – *P. sylvestris*

Сосна звичайна – світлолюбне дерево з прямим високим стовбуром, яке досягає 20-50 м у висоту та віку 400 років; кора червоно-бура.

На гербарних зразках *Pinus sylvestris* розглянути два типи пагонів: видовжені (ауксібласти) та вкорочені (брахібласти). Листки на них різні. На видовжених пагонах розвинуті тільки півчасті, лускаті листки, розташовані у рідкій спіралі (звичайно швидко відмирають). В пазухах цих лусочок розвиваються вкорочені пагони з лускатими листками на верхівці яких розвиваються два сизувато-зелених, голчастих листочка (хвоїнки) з простим жилкуванням, які направлені один до одного плоскими морфологічно верхніми боками. Вони живуть зазвичай 3 роки.

На гілочці сосни звичайної можна бачити шишки двох типів: чоловічі та жіночі, які різко відрізняються між собою. Чоловічі шишки (мікростробіли) у великій кількості скупчені у щільні зібрання у основи пагонів цього року. Жіночі шишки (мегастробіли) поодинокі, можуть бути різного віку: одно-, дво- та трирічні. Вони дозрівають на другому році, стають видовжено-яйцевидними (3-7 см довжиною та 2-3 см шириною) з щільними лусками майже ромбічної форми.

Відмітити особливості будови та розташування листків, зовнішній вигляд зрілих шишок.

**Зарисувати:** 1. гілочку сосни звичайної з чоловічими та жіночими шишками.



# БОТАНІКА 2023-24



**Завдання 2.** Вивчити анатомічну будову листка (хвоїнки) сосни звичайної *Pinus sylvestris* на постійному мікропрепараті поперечного розрізу.

Відмити риси ксероморфної структури: кутикулу, потовщення оболонки епідермісу, наявність гіподерми з потовщеними здерев'янілими оболонками, глибоке розташування продихів. Особливістю хлорофілоносною паренхіми є її складчастий характер. В складчастій паренхімі розташовані смоляні канали схизогенного походження. Епідерма з поясками Каспарі оточує тканину, в якій розташовані два колатеральних провідних пучка та тяж склеренхіми між ними.

**Зарисувати:** 1. частину поперечного розрізу хвоїнки, відмітивши розташування основних тканин.

**Завдання 3.** Вивчити будову мікро-, мегастробілів, пилкових зерен, насінних зачатків та цикл розвитку сосни звичайної *Pinus sylvestris*.

Чоловіча шишка (мікροстробі́л) утворюється в пазусі луски, на місці вкороченого пагона, довжина її – 4-5 мм, ширина – 3-4 мм. Вона представляє собою пагін з добре розвинутою віссю, на якій тісною спіраллю сидять мікроспорофіли на нижньому боці яких розташовані по два мікроспорангія. В мікроспорангіях восени закінчується утворення чисельних материнських клітин мікроспор ( $2n$ ). Навесні проходить мейоз. В результаті кожна диплоїдна клітина утворює чотири мікроспори ( $n$ ).

В молодих мікроспорангіях мікроспори одноядерні, зібрані в тетради, спородерма їх складається з інтини та екзини та несе два повітряних пухирця, які виникають внаслідок розходження покривів.

Тут же, в мікроспорангії, відбувається проростання мікроспори та утворення чоловічого гаметофіта, який називається пилком. Він розвивається всередині мікроспори та редукований ще більше, ніж у вивчених раніше різноспорових рослин. В результаті поділу мікроспори утворюються дві проталіальні клітини, які згодом руйнуються, та одна антеридіальна. Це єдині вегетативні клітини гаметофіта. Остання ділиться на маленьку (генеративну) клітину та більшу (сифоногенну) клітину пилкової трубки. Покриви мікроспори залишаються покривами пилку. При дозріванні пилку мікроспорангії розкриваються повздовжньою щілиною та пилкок висипається назовні. Повітряні пухирці полегшують перенос пилку вітром. Подальший розвиток чоловічого гаметофіта відбувається на жіночих шишках всередині насінного зачатку.

Жіночі шишки (мегастробі́ли) утворюються на верхівках молодих видовжених пагонів. На головній осі розташовані дрібні лусочки, які називаються покривними. В їх пазухах утворюються крупніші товстіші насінні луски з двома насінними зачатками на верхньому боці. Насінна луска згідно теорії пазушного брахібласта – це редукований укорочений пагін (брахібласт), а не мегаспорофіл.



# БОТАНІКА 2023-24



Молодий насінний зачаток (являє собою видозмінений мегасинангій) складається з яйцеподібного нуцелуса (мегаспорангій) та інтегументу, який лише біля верхівки має отвір – мікропіле (пилковхід). Спочатку нуцелус складається з однорідних диплоїдних клітин. Потім в середній його частині відокремлюється одна велика археспоріальна клітина ( $2n$ ). Вона ділиться шляхом мейозу та утворює 4 мегаспори ( $n$ ). В подальшому три з них відмирають. Мегаспорангій ніколи не вскривається, так що мегаспора залишається в середині нього. Мегаспора багаторазово ділиться мітотичними поділами та утворює *жіночий гаметофіт*, який називається *ендоспермом*. З двох зовнішніх клітин ендосперму, направлених до пилковходу, утворюється два архегонія, більш редукованих у порівнянні з папоротеподібними.

Пилок з чоловічих шишок переноситься на насінний зачаток та уловлюється краплиною густої рідини, яка заповнює простір між нуцелусом та інтегументом та виступає через мікропіле. Підсихаючи, вона втягує пилок всередину насінного зачатку на нуцелус. Після запилення мікропіле заростає. Луски жіночої шишки зникають. Чоловічий гаметофіт продовжує свій розвиток на мегаспорангії. Екзина лопається, та сифоногенна клітина утворює пилкову трубку, яка проростає в тканину нуцелуса у напрямку архегонія. *Генеративна клітина* ділиться та утворює дві клітини: *клітину-ніжку* та *спермагенну* клітину. Вони переходять в пилкову трубку, яка й доставляє їх до архегонія. Безпосередньо перед заплідненням із спермагенної клітини утворюються *два спермія* – чоловічі гамети без джгутиків. Пилкова трубка через шийку архегонія досягає яйцеклітини. Один зі сперміїв зливається з ядром яйцеклітини, а другий відмирає. Від запилення до запліднення у сосни проходить близько 13 місяців. Із зиготи ( $2n$ ) утворюється зародок. Ріст зародку відбувається за рахунок поживних речовин гаметофіта – ендосперму ( $n$ ).

Сформований зародок складається з корінця, стебельця, декількох сім'ядолей; інтегумент утворює тверду спермодерму. Так насінний зачаток перетворюється у насіння, яке лежить відкрито на насінній лусці та має крилоподібний виріст. Дозрівання насіння відбувається восени, на другий рік після запилення. Жіночі шишки до цього часу досягають 4-6 см, стають видовженоелептичними, з загостреною верхівкою, луски дерев'яніють, із зелених стають сірими. Наступної зими шишки поникають, луски розходяться та насіння висипається.

Вивчити будову пилкового зерна на тимчасовому препараті з більш пізнього збору (препарат фарбують розчином еозину) або на постійному препараті. Знайти оболонки пилкового зерна – інтину та екзину, вегетативну та антеридіальну клітини, повітряні пухирці.

На гербарному та фіксованому матеріалі вивчити будову різновікових жіночих шишок (мегастробілів) *P. sylvestris*. Молоду шишку розрізати скальпелем вздовж та вивчити за допомогою лупи поверхню розрізу, відмітити



# БОТАНІКА 2023-24



товсту конічну вісь, насінні луски. Вилучити голкою одну з насінних лусок та вивчити її за допомогою стеріоскопічного мікроскопу. На верхньому боці луски, в її основі знайти два бугорки насінних зачатків, на нижньому боці знайти маленьку покривну луску.

На постійному мікропрепараті або за таблицею вивчити схему повздовжнього розрізу насінних зачатків, знайти нуцелус, покрив (інтегумент), мікропіле; у нуцелусі – ендосперм (жіночий гаметофіт, заросток) з архегоніями. Вивчити будову зрілої шишки та насіння сосни. Відмітити форму шишки, розміри, характер насінної луски.

**Зарисувати:** 1. повздовжній розріз через мікростробіл; мікроспорофіл та пилкове зерно;

2. повздовжній розріз через молоду жіночу шишку, зазначити вісь, покривну та насінну луски з насінними зачатками;

3. насінний зачаток (позначити нуцелус, інтегумент, мікропіле, ендосперм з архегоніями);

4. насіння з крилоподібним виростом;

5. схему життєвого циклу сосни звичайної.

**Завдання 4.** Вивчити на гербарних зразках гілочку та шишку *Juniperus communis* або *Cupressus sempervirens* або іншого представника порядку Кипарисові.

Систематичне положення об'єктів вивчення:

Клас Хвойні, або Пінопсиди – *Pinopsida*

Підклас Хвойні, або Пініди – *Pinidae*

Порядок Кипарисові – *Cupressales*

Родина Кипарисові – *Cupressaceae*

*Підродина Кипарисові – Cupressoideae*

Рід Кипарис – *Cupressus*

Вид К. вічнозелений – *C. sempervirens*

*Підродина Ялівцеві – Juniperoideae*

Рід Яловець – *Juniperus*

Вид Я. звичайний – *J. communis*

Відмітити особливості будови та розташування листків, зовнішній вигляд зрілих шишок.

У *J. communis* листки колючі, голкоподібні, розташовані в мутовках по три. Часто спостерігається гетероморфність листків: на молодих пагонах або рослинах листки мутовчасті, голкоподібні, на старих – лусочкоподібні та супротивні. Зріла жіноча шишка м'ясиста, соковита, синьо-чорна.



# БОТАНІКА 2023-24



У *C. sempervirens* облістяні гілочки плоскі, листки лусочкоподібні, темно- або світлозелені, притиснуті до гілочок або відігнуті, шишки дерев'янисті, сірі або сірувато-коричневі, блискучі, майже шароподібні, складаються з 8-12 лусок, з пласкою або випуклою поверхнею та невеликим насінням в центрі лусок.

**Зарисувати:** 1. пагін та шишки одного з представників пор. Кипарисові.

**Завдання 5.** Вивчити особливості морфологічної будови та життєвий цикл *Ephedra distachya*.

Систематичне положення об'єкта вивчення:

Клас Гнетовидні, або Гнетопсиди - *Gnetopsida*

Порядок Ефедрові – *Ephedrales*

Родина Ефедрові – *Ephedraceae*

Рід Ефедра – *Ephedra*

Вид Ефедра двоколоскова – *E. distachya*

Ефедра двоколоскова – низький (до 5-15 см заввишки), дуже галузистий чагарник, з тонко ребристими зеленувато-жовтими пагонами, які нагадують хвощі. Листки дрібні, лускоподібні, редуковані. Стробіли різностатеві, рослини дводомні.

На чоловічих екземплярах утворюються зібрання чоловічих шишок (зібрання мікростробілів), які сидять супротивно або мутовчасто в пазухах звичайних листків по 3-4. У кожному такому зібранні на осі є від двох до восьми пар супротивних лусковидних покривних листків. У пазухах верхніх з них є по одному мікросторобілу, який складається з покриву (два зрослих лускоподібних листки - «оцвітина») і двох зрослих мікроспорофілів (утворюють антерофор), які несуть на верхівці колонки від двох до восьми (найчастіше двогнізних) мікросинангіїв.

В мікроспорангії утворюється велика кількість еліпсоподібних мікроспор, які проростають ще всередині мікроспорангії. Проросла мікроспора (пилок) переноситься вітром (можливо і комахами) на насінний зачаток.

На жіночих екземплярах формуються поодинокі жіночі шишки (мегастробіли). Мегастробіл оточений декількома парами стерильних лускоподібних листків і містить один насінний зачаток, який має два покриви. Зовнішній покрив більш потужний, він виникає у вигляді двох листових бугорків, які потім зростаються та обростають насінний зачаток («оцвітина»), крім верхньої її частини. Внутрішній покрив – інтегумент, який витягується на верхівці в мікропілярну трубку (яка вловлює мікроспори). Середина зачатку зайнята нуцелусом (мегаспорангієм), який має на верхівці заглиблення –



# БОТАНІКА 2023-24



пилкову камеру. В нуцелусі з материнської клітини мегаспор утворюється чотири мегаспори, з яких три відмирають, а одна проростає в жіночий гаметофіт з двома архегоніями.

Пилок, який потрапив на вершину мікропілярної трубки, втягується всередину насінного зачатку – в пилкову камеру. Тут продовжується розвиток чоловічого гаметофіта. Пилкова трубка росте через тканину нуцелуса до архегонію, в ній спермагенне ядро пилку ділиться з утворення двох спермій, з яких один зливається з яйцеклітиною (запліднення), а другий відмирає. Із заплідненої яйцеклітини розвивається зародок, який має в зрілому дві сім'ядолі, довгий гіпокотиль, первинний корінь та ніжку (виріст зародка в кореневій шийці), якою висмоктує поживні речовини.

Насіння ззовні оточене соковитим, забарвленим в червоний колір зовнішнім покривом («оцвітиною»), далі йде твердий, здерев'янілий інтегумент, нуцелус та ендосперм, в якому знаходиться зародок.

Розглянути зовнішній вигляд чоловічих та жіночих екземплярів ефедри. Відмітити членистість та гіллястість стебла, редукцію листків до лускоподібних розтрубів. Лускоподібні листочки розташовані супротивно по 2. Вивчити зібрання мікро- та макростробілів за таблицею або на гербарних зразках, використовуючи бінокулярний мікроскоп.

- Зарисувати:**
1. пагони чоловічих та жіночих рослин ефедри;
  2. зібрання мікростробілів та мегастробілів, розріз мегастробіла;
  3. зрілу насінину.

**Завдання 6.** Ознайомитись з гербарними зразками та колекцією шишок представників відділу *Pinophyta*.

Під час вивчення окремих видів звертати увагу на наступні особливості: вічнозелена рослина або листки опадають на зиму, листки лускоподібні або голчасті, одиночні або розташовані в пучках, кількість листків в пучках. Під час вивчення шишок звернути увагу на їх форму, консистенцію (дерев'яністі або соковиті), розпадаються або не розпадаються під час дозрівання.