

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультету біології, географії та екології
Кафедри ботаніки**

**МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ БРІОІНДИКАЦІЙНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ У ШКІЛЬНИХ ПРОЄКТАХ З
БІОЛОГІЇ**

Кваліфікаційна робота (проєкт)

на здобуття ступеня вищої освіти “бакалавр”

Виконала: студентка 4 курсу 412 групи

Спеціальності 014.05 Середня освіта
(Біологія)

Освітньо-професійної програми Середня
освіта (Біологія)

Іванова Вікторія Олегівна

Керівник к.б.н., доцентка Загороднюк
Н.В.

Рецензент Іванцова Є.Ю.,

вчитель I категорії

Херсонської гімназії №14 Херсонської
міської ради

Херсон – 2021

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. Природні умови території дослідження	5
РОЗДІЛ 2. Мохоподібні як об’єкти біомоніторингових досліджень	10
2.1. Загальні поняття біомоніторингу та біоіндикації	10
2.2. Мохоподібні як індикатори стану довкілля....	14
РОЗДІЛ 3 Матеріали та методи дослідження	17
РОЗДІЛ 4. Методика виконання бріоіндикаційних досліджень у шкільних проєктах з біології	19
4.1. Шкільні проєкти як форма дослідницької діяльності учнів	19
4.2 Бріофіти міста Гола Пристань – перспективний об’єкт біологічної індикації	25
4.2.1. Епігеоїдна фракція бріофлори	24
4.2.2. Епіфітна фракція бріофлори	24
4.3. Шкільний дослідницький проєкт в галузі біоіндикації довкілля	32
ВИСНОВКИ	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42
ДОДАТКИ	48
Додаток 1. Характеристика мохоподібних міста Гола Пристань	49

ВСТУП

Актуальність теми. Флора мохоподібних будь-якої території, як природного регіону, адміністративно-територіальної області або окремого населеного пункту, знаходиться в тісному зв'язку з умовами довкілля. Через особливості анатомо-морфологічної будови та відсутність повноцінних покривних тканин мохоподібні дуже гостро реагують на зміни, що відбуваються в природі через діяльність людини, в першу чергу на забруднення. Оскільки ці реакції є помітними, постійними та однозначними, мохоподібні можна використовувати для визначення якості довкілля, тобто як об'єкти біологічної індикації (бріоіндикації). Оскільки біологічний моніторинг довкілля нерідко позиціонується як бюджетний та простий спосіб оцінки стану навколишнього середовища, популярною є практика залучення до таких досліджень учнів закладів загальної середньої освіти. Формою такої при роботі, зокрема, може бути виконання дослідницьких проєктів. Однак біоіндикаційні дослідження дають достовірні результати при ґрунтовному попередньому вивченні самого об'єкту та ретельному плануванні ходу біоіндикації. Цим і зумовлена актуальність проведеного нами дослідження.

Мета роботи: аналіз методики виконання бріоіндикаційних досліджень в якості шкільних біологічних дослідницьких проєктів (на прикладі дослідження бріофітів міста Гола Пристань).

Для досягнення вибраної мети нами послідовно були виконані наступні завдання:

- 1) скласти нарис природних умов міста Гола Пристань як території дослідження та місця зростання мохоподібних;
- 2) розглянути особливості мохоподібних як об'єктів біологічного моніторингу та біоіндикації;

- 3) Дати характеристику проектній діяльності школярів, як формі дослідницької діяльності;
- 4) провести збір гербарного матеріалу мохоподібних міста Гола Пристань, ідентифікувати та описати особливості їх поширення і використання для потреб бріоіндикації;
- 5) запропонувати методику бріоіндикаційного дослідження стану довкілля та навести результати апробації її на прикладі мохоподібних міста Гола Пристань.

Об'єкти дослідження: дослідницька діяльність учня закладі загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: окремі методичні аспекти бріоіндикаційних досліджень як дослідницького проекту з біології.

Практичне значення. Робота є частиною загального моніторингового дослідження мохоподібних малих населених пунктів території Північного Причорномор'я. Запропонований дослідницький проєкт рекомендовано використовувати як складову освітнього процесу в закладі загальної середньої освіти.

РОЗДІЛ 1

ПРИРОДНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження мохоподібних, як об'єктів біологічної індикації стану довкілля, проводились нами на території міста Гола Пристань. Це мале місто, населений пункт обласного значення, розташоване на відстані 18 км від обласного центру – Херсона, в південно-західній частині Херсонської області (Рис. 1.1). Гола Пристань є містом обласного значення, лежить на півдні Причорноморської низовини, більша частина міста – в межах давньої дельти Дніпра, на березі одного з протоків Нижнього Дніпра – річки Конка [42, 54].

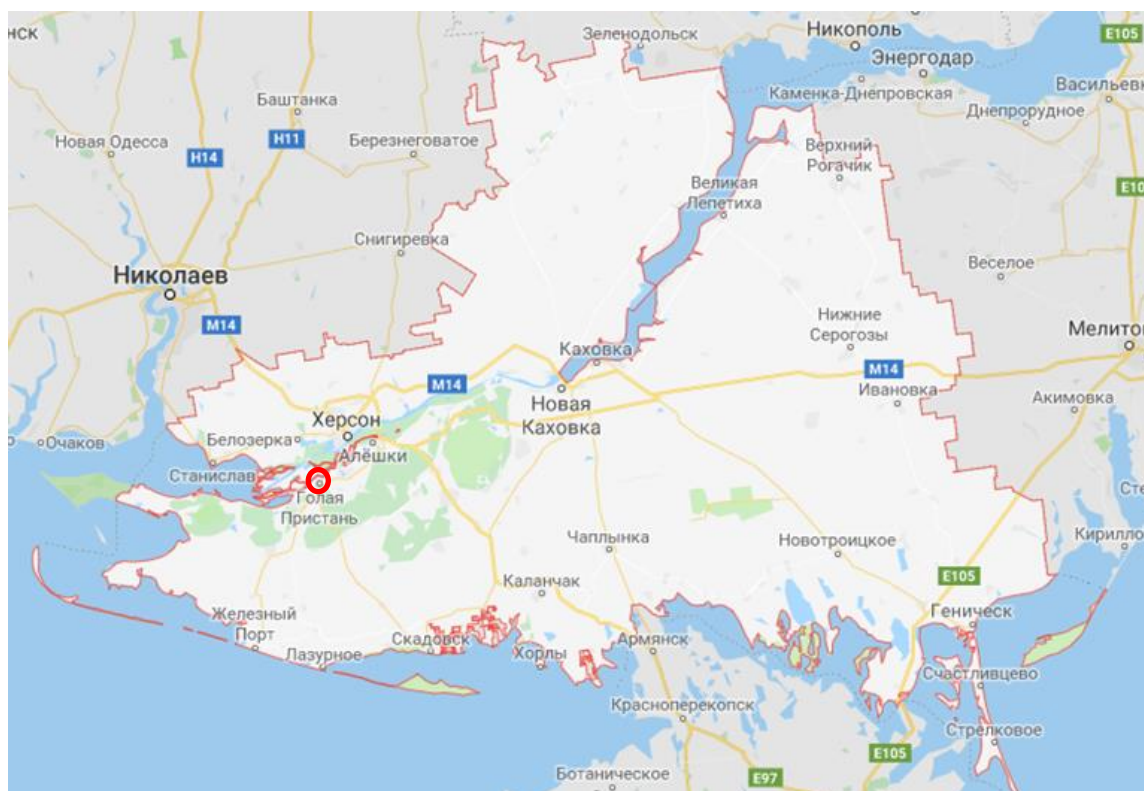


Рисунок 1.1. Місто Гола Пристань на мапі Херсонської області (з Вікіпедії – Вільної Енциклопедії: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Місто Гола Пристань розташоване у межах Причорноморсько-Приазовської сухостепової фізико-географічної провінції, чим і визначається специфіка сформованих тут природних умов [57]. Оскільки поверхня всього Голопристанського району є плоскою альвіальною рівниною, рельєф в межах міста також рівнинний, що впливає на специфіку мезо- та мікрокліматичних умов міста.

У геоструктурному відношенні територія м. Гола Пристань приурочена до акумулятивної Присиваської низини. В будові беруть участь третинні і четвертинні поклади. Палеогенові поклади в районі міста Гола Пристань представлені глинами, над якими в басейні р. Конки залягає товща піщано-глинистих порід. Неогенові відкладення в даному районі представлені сарматським, меотичним та понтійським ярусами. Сарматські поклади – вапняки, такими ж є і меотичні гірські породи. Понтійські відкладення представлені перекристалізованими вапняками з домішками піску та глинистих частинок. Четвертинні відкладення представлені алювіальними пісками з прошарками мулових пісків та супісків [21].

Відповідно, ґрунтоутворюючими гірськими породами на території, де 1709 році був закладений перевіз Голий, з якого « виростало » наше місто, є вапняки та піски. Сучасні ґрунти на території міста сильно відрізняються від природних; крім підвищеного вмісту глинистих часточок, ґрунти міста засолені, забруднені продуктами неповного згорання бензину, важкими металами та засмічені уламками цегли, скла, пластмас та резини, однак забруднення не настільки виражене, щоб характеризувати ґрунти Голої Пристані як урбаноземі. Досліджене місто є чистою, з екологічної точки зору, територією. Постановою Кабінету Міністрів України від 15.12.1997 року № 1391 Гола Пристань віднесена до курортних міст [11, 42, 46, 68].

В місті Гола Пристань, як і по всій Херсонській області, відзначається помірно - континентальний клімат, пом'якшений близькою присутністю річки Дніпро. Для території характерна недостатня кількість опадів, спекотне посушливе літо, пом'якшене річковими бризами, та м'якою зимою.

В середньому на рік в районі Голої Пристані припадає приблизно 2000–2700 годин сонячного світла. Середньорічна кількість опадів становить 345 мм. Середня температура повітря складає 8 °С — 12 °С. Кліматичне літо триває приблизно 5-5,4 місяці на рік, воно достатньо спекотне. Середня температура повітря влітку складає +28 °С, мінімальна температура повітря влітку +15° С, максимальна — + 39 °С, останнім часом максимальні температури перевищують 40 °С. Осінь суха, з частими туманами, заморозками та різкими стрибками температури — вночі та зранку 0- +2 °С, вдень — +12 °С, + 17 °С. Зима, як правило, малосніжна, з дуже нестійким сніговим покривом, який в останні кілька років тримається не більше тижня. Оподи взимку переважно у вигляді дощу, часті ожеледиці; влітку опади рідкі; більша частина їх випадає в кінці весни та на початку літа, у вигляді злив (часто з градом). Температура повітря взимку коливається від -5 °С до -25 °С. Вегетативний період триває від 210 до 220 днів [52, 57].

Найбільшим водним об'єктом, розташованим поряд з Голою Пристанню, є протока Дніпра – річка Конка. Також поряд з містом знаходиться кілька солоних озер, в тому числі і відомі грязьові озера. Вони мають унікальне лікувальне значення. На базі одного з озер – озеро Соляне – функціонує санаторій «Гопри» [5, 53]. Санаторій відомий не тільки якостями сульфідно-мулових грязей, а ще й створеним на його території дендрологічним парком з екзотичних дерев. Загалом же озеро Соляне – це великий солончаковий комплекс, який близько межує з плавнями. Довжина озера до 1 км, ширина -750 м.



Рисунок 1.2. Берег озера Соляне (фото з сайту Zruchno. Travel - <https://zruchno.travel/>)

Також серед озер околиць Голої Пристані відзначимо «Боброве озеро», розташоване між притоками Конка та Чайка на окраїні міста. Територія озера охоплює й типові ділянки дельти Дніпра. Урочище «Боброве озеро» має значну фауністичну цінність. Тут трапляються в різні пори року до 80 видів птахів різних фауністичних комплексів. В озерах та прилягаючих водоймищах різноманітна іхтіофауна, земноводні та плазуни [57].

Навколо Голої Пристані добре збережений комплекс дніпровських плавнів, який включає в себе різні види ландшафту: десятки островів у дельті Дніпра, сухі степи, піщані кучугури, озера, болота, солончаковий комплекс [11, 24, 57, 66]. Рослинність міської території Голої Пристані сильно антропогенно трансформована, клумби та газони, декоративні, садові та городні насадження в межах приватних садиб, а також фрагменти природної рослинності дніпровських плавнів, забур'янені сухі луки, солонці і солончаки, фрагменти сухих полинових степів. Деревя, що ростуть в Голій Пристані, різновікові, серед них є як інтродуценти, так і

місцеві види, такі як верби та тополі (Рис. 1.3) . На старих листяних деревах відрізняються розвинені мохово – лишайникові епіфітні обростання.



Рисунок 1.3. Фанерофіти міста Гола Пристань

Означені природні особливості зумовлюють, певним чином, склад і структуру біоти самого міста. Зокрема, в складі антропогенного рослинного покриву багато дерев – як спонтанного самосіву так і штучних насаджень. З такими фанерофітами пов'язані місцезростання епіфітних мохоподібних.

РОЗДІЛ 2

МОХОПОДІБНІ ЯК ОБ'ЄКТИ БІОМОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальні поняття біомоніторингу та біоіндикації

Потреба дослідження якості навколишнього середовища виникла у зв'язку з наростаючим антропогенним пресингом на довкілля. Людина, як біологічний вид, виникла та розвивалась за певних параметрів атмосфери, гідросфери, літосфери. Якщо ці складові занадто забрудненні через викиди антропогенного походження, виникає загроза здоров'ю людей.

Є різні способи оцінити стан довкілля і вміст в ньому забрудників. Моніторинг довкілля, як напрямок прикладної екології, широко використовує різні індикаційні та аналітичні методики.

Один зі специфічних екомоніторингових методів дослідження забруднення довкілля – біологічний моніторинг, визначення ступеня забруднення компонентів за допомогою дослідження живих організмів довкілля (рис. 2.1).

В основі розроблених біомоніторингових методик покладений принцип взаємного впливу живих організмів і середовища їх існування [1, 25, 39, 43].

Фактори середовища чітко визначають, а саме, які організми можуть мешкати в даному місці, а які не можуть. Враховуючи це, ми можемо скористатись оберненою закономірністю і зробити висновок про фізичні показники середовища за організмами, які в ньому мешкають.

Не кожен живий організм придатний для використання його в якості біомоніторингового об'єкту. Відбір організмів (видів організмів) на роль біомоніторів або біоіндикаторів відбувається з урахуванням цілої низки достатньо жорстких критеріїв [43, 55].



Рисунок 1.2. Польові спостереження – важливий етап біологічного моніторингу довкілля

Живі індикатори не повинні бути занадто чутливими і занадто стійкими до забруднення. Така рослина або тварина повинна «видавати» яскраво помітну реакцію при перевищенні вмісту забрудника в довкіллі, однак не припиняти життєдіяльність, навіть при підвищенні концентрації забрудника. Необхідно, щоб у живих індикаторів був досить тривалий життєвий цикл. Як мінімум, одне покоління живих індикаторів повинно існувати, доки триває біоіндикаційне дослідження. Ідеальний варіант – від кількох років до десятків років. Також індикаторні рослини і тварини повинні відносно легко відтворювати популяцію і доглядати за ними нескладно.

Важливо, щоб такі організми були широко поширені по планеті (або як мінімум, в межах країни), причому кожен вид має бути пов'язаний з чітко визначеними показниками місцезростання або середовища проживання. Означений критерій є запорукою стандартності реакції

живої істоти на забруднення, і можливість уніфікації методик біоіндикації, використання живого об'єкту для масових досліджень [43].

Біоіндикація має ряд переваг перед інструментальними методами. Вона відрізняється високою ефективністю, не вимагає великих витрат і дає можливість характеризувати зміни стану середовища за тривалий проміжок часу.

Під час розробки і впровадження в практику методів біомоніторингу та біоіндикації слід врахувати наступні тези:

1. Більш придатними для біоіндикаційних досліджень є стенотопні, а не евритопні види. Наприклад, копитняк – виражений мезофіт; він трапляється дібровах, де репрезентує багаті на поживні елементи ґрунти [31].

2. Великі за розмірами види є кращими індикаторами, ніж малі. Аргумент: на даному потоці енергії може підтримуватися більша біомаса або “врожай на корені”, і ця біомаса розподіляється між крупними організмами. Наприклад, анемона дібровна – вид дібровних умов зростання, який рясно представлений у буковому лісі лише у час цвітіння (весняний аспект). Однак вже в червні годі знайти його сліди. В той час як бук – індикатор родючих бучин – завжди буде представлений і відіграватиме в будь-який час роль індикатора.

Відзначимо, що дана концепція не є абсолютною істиною. Існують дієві методики біоіндикації, об'єктами в яких є одноклітинні інфузорії *Paramecia*, дрібні ракоподібні роду *Daphnia*, мохоподібні і лишайники, люмінісцентні бактерії.

3. Числове співвідношення різних видів, популяцій і цілих угруповань часто служить кращим індикатором, ніж чисельність одного виду, оскільки ціле краще, ніж частина, відбиває загальну суму умов. Наприклад, чисті угруповання сосни високих бонітетів є індикаторами свіжих борових та суборових пісків. Зарості кропиви дводомної

індикують багаті на азот землі. Тобто використання біомоніторингу на рівні популяцій дає більш достовірні результати [31].

Біологічну індикацію використовують сьогодні для оцінки забруднення навколишнього середовища, яке “усуває” з природних екологічних ніш нестійкі до факторів забруднення види нижчих і вищих рослин, а також представників фауни. Зокрема, біологічну індикацію застосовують для санітарної оцінки стану поверхневих вод [19].

За складом флори і фауни вод можна визначити придатність води для пиття та з'ясувати ефективність роботи очисних споруд. За допомогою індикаторних рослин та мікроорганізмів можна дати орієнтовну оцінку якості ґрунту. Рослини-індикатори використовуються як для виявлення окремих забруднювачів, так і для спостереження за загальним станом повітря.

Індикаторні рослини використовуються при оцінці механічного та кислотного складу ґрунтів, їх родючості, зволоження і засолення, ступеня мінералізації ґрунтових вод і ступеня забруднення атмосферного повітря газоподібними сполуками, а також при виявленні трофічних властивостей водойм і ступеня їх забруднення поллютантами.

Чутливі фітоіндикатори вказують на присутність забруднюючої речовини в повітрі або ґрунті різноманітними морфологічними реакціями – зміною забарвлення листя (поява хлорозів; жовте, буре або бронзове забарвлення), різної форми некрозами (відмирання), передчасним в'яненням і обпаданням листя. У багаторічних рослин забруднюючі речовини викликають зміну розмірів, форми, кількості органів, напрямку росту пагонів або зміну плодючості [8, 55].

Біомоніторинг може здійснюватися шляхом спостережень за окремими рослинами індикаторами, популяцією певного виду і станом фітоценозу в цілому. На рівні виду зазвичай виробляють специфічну індикацію якогось одного забруднювача, а на рівні популяції або фітоценозу – загального стану природного середовища. Означені

методики використовуються як для реєструючої, так і для акумулятивної біоіндикації [47].

2.2. Мохоподібні як індикатори стану довкілля

Мохоподібні використовують для визначення ступеня забруднення довкілля, що відбувалось протягом тривалих періодів часу – років, десятків років, або навіть століть. Вони є ефективними акумуляторами важких металів та радіоактивних елементів. Досліджувати можна як невеликі природні об'єкти, так і площі значних розмірів.

Біологія мохоподібних відзначається рядом особливостей, які роблять їх зручним об'єктом біомоніторингу:

- Види мохоподібних мають широке географічне розповсюдження, зростають в різноманітних екотопах, на територіях промислових та міських агломерацій;
- Мохоподібні не мають кутикули, таким чином, іони важких металів досить вільно проникають до клітин;
- У мохоподібних відсутні органи, що могли б перешкодити проникненню іонів важких металів із субстрату, вони отримують їх в основному з опадів та повітряних викидів [10]

Біоіндикаторне дослідження мохоподібних, або бріоіндикація, проводиться на ценопопуляційному та еколого-морфологічному рівнях [3, 4, 7, 22, 26-28, 48, 51].

Як індикатори забруднення повітря використовують у багатьох випадках лише бріофіти, або справжні мохи. Печіночники та антоцеротові: є об'єктами таких досліджень значно рідше, хоча марчантіофіти зустрічаються в складі бріоіндикаторних шкал, розроблених для промислових регіонів.

Недорозвинення захисного шару при високій спроможності тканин уміщати катіони робить мохи практично недієздатними до захисту від

проникнення з навколишнього середовища поллютантів, що викликає морфологічні і фізіологічні зміни в рослині. За хімічним складом цих рослин дають оцінку регіонального випадіння важких та радіоактивних металів на великих територіях [3, 26-28, 48, 58, 64]. Мохоподібні також використовуються для оцінки локального забруднення у містах, навколо індустриальних центрів і промислових підприємств [10, 13, 22, 29, 30, 32, 37].

На сорбуючій здатності мохів також базується їх використання для пошуку корисних копалин та визначення рівня забруднення води різноманітними хімічними елементами. Порівняно із гідрохімічним методом, що базується на аналізі сухого залишку води у даний момент часу, бріогеоіндикація дає можливість отримати дані стосовно вмісту будь-якого елемента протягом тривалого періоду часу [65].

В якості індикаторів стану атмосферного повітря і наявності в ньому забруднення найкраще використовувати чутливі до поллютантів епіфітні мохоподібні. Разом з атмосферною вологою вони вбирають всі елементи, розчинені в ній, зокрема важкі метали і інші шкідливі речовини. Швидке поглинання елементів у досить значних кількостях істотно полегшується і тим, що у мохоподібних велика поверхня тіла (порівняно з об'ємом) [20, 33, 35].

Було визначено, що в епіфітних мохах вміст сірки був значно вищий, ніж у епігейних. Причому, проби, які були взяті зі стовбурів дерев, вміщали більше сірки, ніж проби з основи стовбурів [11].

Внаслідок забруднення атмосферного повітря мохоподібні зазнають пошкоджень. Пошкодження поділяються на “приховані”, хронічні та гострі.

Під впливом низьких концентрацій поллютантів, як правило, нетривалих, виникають візуально непомітні (“приховані”) пошкодження, які змінюють фізіологічно-біохімічні процеси, а також диференціацію та гаметогенез. Разом із порівняно невисокі концентрації поллютантів

посилюють цей процес, збільшуючи співвідношення вегетативних форм, оскільки у багатьох видів, що розмножуються вегетативним шляхом, забруднення стимулює утворення органів вегетативного розмноження. Хронічні пошкодження виникають внаслідок дії довготривалих періодів забруднення та підвищених концентрацій поллютантів [49-51].

Однак, вплив урбанізованого середовища на мохоподібні не може бути однозначно негативним. Так, для багатьох кальцефільних видів аридної зони господарська діяльність людей, у тому числі будівництво осель, кам'яних огорож, мурів тощо сприяли розширенню їхніх ареалів завдяки утворенню нових екологічних мезо- та мікроніш.

РОЗДІЛ 3

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Бріоіндикаторні дослідження мохоподібних міста Гола Пристань, включало в себе кілька послідовних етапів:

- 1) обробка літературних джерел з даної теми;
- 2) польові збори гербарних зразків мохів;
- 3) лабораторна обробка та ідентифікація зібраних гербарних матеріалів;
- 4) аналіз характеристик мохоподібних;
- 5) польові бріоіндикаційні дослідження;
- 6) обробка результатів.

Збір видів, гербаризація та визначення мохоподібних проводились за класичною екскурсійно-експедиційною методикою [10, 12, 29, 34, 51]. Одночасно зі збором мохів в польових щоденниках фіксуються особливості рельєфу (мікрорельєфу) ділянки, на якій росли зразки, тип рослинності, субстратна та екологічна приуроченість мохоподібних (для епіфітів відзначається висота зростання зразка над рівнем ґрунту), характер мохового покриву, його проективне покриття (відносно ділянки 0,1 x 0,1 м для епіфітів), стан мохоподібних на момент опису (рис. 3.1).



Рисунок 3.1. Польові дослідження епіфітних мохоподібних

При визначенні мохоподібних використовується оптична мікроскопічна техніка: мікроскоп Біолам ЛОМО СІ, стереоскопічний бінокулярний мікроскоп МБС-2. Визначення мохоподібних проводилося порівняльним анатомо- морфологічним і палінологічним методом, з використанням спеціалізованих визначників, флор та інших публікацій [5, 6, 16 40, 41]. Для уточнення зразки порівнюються з довідковим гербарієм. Назви видів та їх таксономічне положення уточнювали за "Чеклістом мохоподібних України" [69]. На основі ідентифікації гербарного матеріалу був складений список мохоподібних міста Гола Пристань, що включав види та внутрішньовидові таксони. Структурний аналіз флори мохоподібних міста Гола Пристань проведений за схемою, розробленою М.Ф. Бойком [3, 4]. Характеристики окремих видів складені як за результатами власних спостережень, так за даними, наведеними у науковій літературі [1, 2, 4, 5, 7, 9, 12, 12-14, 16, 17, 19].

РОЗДІЛ IV

МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ БРІОІНДИКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ШКІЛЬНИХ ПРОЄКТАХ З БІОЛОГІЇ

4.1. Шкільні проєкти як форма дослідницької діяльності учнів

Організація процесу вивчення дисципліни “Біологія” вимагає від вчителя активно застосовувати різні методики та технології [2, 23, 44, 61]. Серед педагогічних технологій, спрямованих на формування в школярів комплексу ключових компетенцій, значний інтерес представляє проєктна діяльність.

Метод проєкту з'явився у Сполучених Штатах Америки (США) і ґрунтувався на теоретичних концепціях так званої прагматичної педагогіки, яка проголосила принцип «навчання через роблення» (Дж. і Е. Дьюї, Х. Кіппатрик, Е. Коллінґс). Провідна ідея даної наукової школи полягала в тому, щоб виконувана дитиною навчальна діяльність будувалася за принципом «Все з життя, все для життя» [45].

Друга назва проєктного методу навчання біології – “метод проблем”. Освітня діяльність учня розбудовується, виходячи з його особистого інтересу саме до цього знання. Відповідно, надзвичайно важливо показати дітям їхню власну зацікавленість у придбаних знаннях вміннях та навичках, які можуть і повинні стати їм в нагоді у житті. Для цього необхідна проблема, взята з реального життя, знайома і значуща для дитини, для вирішення якої йому необхідно в повній мірі використати раніше отриманні знанняві та діяльнісні компетенції, а також ті, яких ще необхідно набути [9, 67].

В середині ХХ століття методом проєктів надзвичайно захоплювались. Свого часу шкільну проєктну діяльність проголосили єдиним засобом перетворення школи навчання у школу життя, за допомогою якого отримання знань здійснювалося на основі та у зв'язку з

працею учнів. Однак однобоке захоплення проектами на тлі втраченого керування загальним розвитком особистості призводить до того, що рівень загальноосвітньої підготовки учнів різко погіршується.

Вважається, що шкільна біологічна освіта, вузько сконцентрована на переважанні шкільних проектів серед методик навчання має серйозні недоліки. Головним із них є те, що школярі не отримують систематизованих знань про навколишній світ, через що неможливе формування наукового світогляду.

З іншого боку, розумне поєднання класичних освітніх технологій та проєктивної діяльності йде на користь учню. Використання методу проєктів сприяє розвитку інтелектуальних та творчих здібностей дітей, створює умови для самореалізації школярів, підвищує мотивацію до навчання, вміння планувати і оцінювати результати роботи [56, 62, 63].

Проєктна діяльність допомагає відображати предметні уміння і навички школярів в універсальній компетенції, дає можливість розв'язувати різні життєві ситуації, і дозволяє краще адаптуватися в суспільстві тобто сприяє формуванню “soft skills” [9, 38, 56].

Виконання проєктів вимагає від учнів самостійної діяльності, також для успішного виконання проєкту школярів треба підготувати.

Проєктна діяльність учнів може бути різною. Є декілька підходів у систематизації та типології проєктів:

1. Відповідно *за означенням домінуючої діяльності* виокремлюють дослідницькі, творчі, рольові (ігрові), інформаційні, практично орієнтовані проєкти [67].

Дослідницькі проєкти вимагають добре продуманої структури, позначених цілей, актуальності предмета дослідження для всіх учасників, соціальної значущості, продуманих методів, у тому числі експериментальних, дослідних робіт, методів обробки результатів. Такі проєкти повністю підпорядковані логіці дослідження і мають структуру, відповідно класичному науковому дослідженню. В дослідницьких

проектах школярів простежуються всі базові етапи послідовної наукової діяльності: визначення теми, мети та завдань дослідження, окреслення об'єкту та предмету, вибір методики, виконання дослідження, обробка та інтерпретація результатів, оформлення результатів дослідження та представлення їх широкому загалу [9].

Творчі проекти не мають детально опрацьованої структури спільної діяльності учасників, вона розвивається, підпорядковуючись кінцевому результату, прийнятій групою логіці спільної діяльності, інтересам учасників проекту. Визначившись з сутністю творчого проекту, учні домовляються про результат і форму представлення – стендовий колективний колаж, презентацію, відеокліп, виставу тощо. Далі розробляється сценарій; робота йде поетапно, всі учасники проекту постійно коригують свою діяльність, уточнюючи свою діяльність в процесі реалізації [60].

Ігрові проекти — різновид творчих проектів; учасники беруть на себе певні ролі, зумовлені характером і змістом проекту. Це різновид рольової гри, в якій розігруються соціальні та ділові стосунки літературних персонажів або реальних особистостей. Ступінь творчості учнів дуже висока, але домінуючим видом діяльності все-таки є гра. З ігровими проектами певним чином перекликається культурне явище, відоме як косплей – один з видів перформансу, який полягає у відтворенні в режимі реального часу певних відомих культурних персонажів чи ідей, за допомогою костюмів та характерних аксесуарів [67].

Інформаційні проекти спрямовані на збирання інформації про якийсь об'єкт, явище, на ознайомлення учасників проекту з цією інформацією, її аналіз і узагальнення фактів. Такі проекти потребують добре продуманої структури, можливості систематичної корекції у ході роботи над проектом. Протягом виконання таких проектів учні аналізують літературні джерела, засоби масової інформації, обробляють бази даних, проводять інтерв'ю, анкетування. Отримані результати

обробляються; підсумком є колективна стаття, реферат, доповідь, фільм. Такі проекти нерідко є органічною частиною дослідницьких проектів, їх окремим модулем [62, 63].

Практично-орієнтовані проекти – роботи, що мають практичну спрямованість, а також окреслений, однозначний результат. Проект орієнтований на соціальні інтереси учасників (документ, програма, рекомендації, проект закону, проект шкільного саду). Виконання робіт за практично-орієнтованим проектом вимагає ретельного складання плану роботи та постійної координації і обговорення [38].

Проект потребує складання сценарію всієї діяльності його учасників з визначенням функцій кожного з них. Особливо важливими є гарна організація координаційної роботи у вигляді поетапних обговорень та презентація одержаних результатів і можливих засобів їх упровадження в практику.

2. *За ознакою предметно – змістовної області* розрізняють *монопроект* і *міжпредметний* проект. Проекти другого типу можуть об'єднувати як науки однієї галузі (біологія і хімія), так і мати виражений міжгалузевий характер (історія і сільське господарство) [38].

3. *За характером координації* проекти бувають с *відкритою координацією* і *прихованою координацією*. Критерієм визначення є те, наскільки явно виражені керівні функції педагога в процесі роботи над проектом.

4. *За характером контактів* бувають *внутрішні (регіональні)* та *міжнародні* проекти. Внутрішні також можуть розділятися на місцеві та національні; в другому випадку може бути оголошений конкурс проектів під державним керівництвом.

5. *За тривалістю виконання* проекти ділять на *короткострокові* (для вирішення невеликої проблеми або частини більш великої проблеми), *середньої тривалості* (від тижня до місяця) і

довгострокові (від місяця до кількох місяців) [9, 23, 59, 67]. Дослідження, що тривають довше переходять в категорію тривалої науково – дослідної теми. Як правило, керівництво таким проектом здійснюється з боку Малої академії наук, науково-дослідницької чи природоохоронної установи, закладу вищої освіти. Учні нечасто беруть участь в таких роботах і, як правило, в подальшому стають вченими.

Робота над проектами здійснюється згідно основних етапів, які входять в структуру проектної діяльності:

- Етап 1. Визначення теми і мети.
- Етап 2. План роботи.
- Етап 3. Реалізація проекту.
- Етап 4. Презентація проекту.
- Етап 5. Захист проекту.

У процесі роботи змінюється роль учителя при виконанні проекту: спочатку він є транслятором інформації, далі набуває властивостей співучасника дослідницького, творчого процесу, наставника, організатора і консультанта [67].

Метод проектів - інтерактивний, особистісно-орієнтовний, він розвиває в учнів самостійність, критичне мислення. Магістральна ціль - навчати дітей самостійно мислити і розв'язувати раніше одержані завдання, застосовувати їх на практиці, вільно орієнтуватись в інформаційному просторі, розвивати вміння оцінювати власні дії, вчинки своїх товаришів та дорослих.

Серед низки можливих тем біологічних та екологічних дослідницьких проектів найбільш перспективними, на нашу думку, є проекти природоохоронного та екомоніторингового спрямування. Такі проекти є потужним інструментом екологічного виховання дітей, розвитку їх екологічного мислення, виховання достойними громадянами України. В свою чергу, серед методів моніторингу саме біологічна індикація є тією діяльністю, яку здатні опанувати школі.

4.2 Бріофіти міста Гола Пристань – перспективний об’єкт біологічної індикації

4.2.1. Епігеоїдна фракція бріофлори

В межах міста Гола Пристань за час його існування оселився цілий комплекс рослин. Частина була висаджена людьми, деякі – оселились спонтанно. Серед природної складової голопристанської флори мохоподібні освоїли свою власну нішу. Групи мохоподібних чітко пов’язанні у своєму зростанні з субстратами, утвореними або зміненими людиною. В межах міст, як правило, виділяють наступні субстратні комплекси мохоподібних:

- 1) Епігеоїдні (епігейні) – мохоподібні ґрунтових субстратів;
- 2) Епіфітні – мохоподібні, що ростуть на вищих рослинах (кора дерев)
- 3) Епілітні – мохоподібні, що ростуть на кам’янистих, твердих субстратах [4, 7, 17].

Вивчаючи мохи міста Гола Пристань, ми сконцентрувались на епігеоїдних та епіфітних групах. Мохоподібні цікавили нас, в першу чергу, як об’єкти бріоіндикації. Саме наґрунтові мохи та мохи на корі міських дерев найбільше страждають від антропогенного забруднення.

Дослідивши епігеоїдну бріофлору міста Гола Пристань, було встановлено зростання 20 видів мохоподібних, які віднесені до 12 родів (*Barbula*, *Brachytheciastrum*, *Brachythecium*, *Bryum*, *Ceratodon*, *Funaria*, *Grimmia*, *Leptodictyum*, *Phascum*, *Pterygoneurum*, *Syntrichia*, *Tortula*), 7 родин (*Amblystegiaceae*, *Brachytheciaceae*, *Bryaceae*, *Ditrichaceae*, *Funariaceae*, *Grimmiaceae*, *Pottiaceae*), 5 порядків (*Bryales*, *Dicranales*, *Hypnales*, *Funariales*, *Grimmiales*) та 1 клас (*Briopsida*).

**Анотований список епігеодних мохоподібних м. Гола
Пристань**

1. *Barbula unguiculata* Hedw. – Барбуля нігтикподібна.
2. *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen – Брахітеціаструм оксамитовий.
3. *Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp. – Брахітеціум білуватий.
4. *Bryum argenteum* Hedw. – Бріум сріблястий.
5. *Bryum caespiticium* Hedw. – Бріум дернистий.
6. *Bryum capillare* Hedw. – Бріум волосконосний.
7. *Bryum dichotomum* Hedw. – Бріум дихотомічний.
8. *Bryum funckii* Schwaegr. – Бріум Функа.
9. *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. – Цератодон пурпуровий.
10. *Funaria hygrometrica* Hedw. – Фунарія вологомірна.
11. *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm. – Грімія подушкова.
12. *Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst. – Лептодіктіум береговий.
13. *Phascum piliferum* Hedw. – Фаскум волосконосний.
14. *Pterygoneurum ovatum* (Hedw.) Dix. – Птерігоневрум яйцеподібний.
15. *Pterygoneurum sessile* (Brid.) Jur. – Птерігоневрум напівсидячий.
16. *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber & Mohr – Сінтріхія сільська.
17. *Tortula acaulon* With. R.H.Zander – Тортуля загострена.
18. *Tortula lindbergii* Kindb. ex Broth. – Тортуля Ліндберга.
19. *Tortula modica* Zander – Тортуля помірна.
20. *Tortula muralis* Hedw. – Тортуля мурова.

Так, заселені мохами території поряд з річковим портом, в районі складів, відзначаються ущільненими, забрудненими ґрунтами з підвищеним вмістом глини та кам'янистих часточок.

Мохи тут в першу оселяються на ділянках, що не страждають від систематичного витоптування. Площа мохових дернинок невелика.

Нагрунтові угруповання мохоподібних складаються, переважно, з *Bryum argenteum* та *Ceratodon purpureus*, приблизно в рівних співвідношеннях. До вищевказаних видів домішуються *Syntrichia ruralis*, *Bryum caespiticium*. Ці види є відомими поширеними антропоотолерантними бріофітами, які є звичайним компонентом міських бріофлор [7, 32, 36, 37, 51]. На клумбах та газонах, поряд з адмінбудівлями, ростуть поодинокі знахідки степових мохів *Barbula unguiculata*, *Pterygoneurum ovatum*, *Tortula acaulon*, *Phascum piliferum*, *Ptychostomum rubens*, *Bryum funkii*. Мохи тут слабкі, з пошкодженими листками.

З міськими вулицями Голої Пристані пов'язане зростання дещо інших мохів. Склад та структура мохових дернинок подібні до ефемерних епігейних біоструктур полинових степів. На околицях міста типовим компонентом є *Ceratodon purpureus*. Якщо ґрунт біля дороги захищений від витоптування та забруднення (наприклад, бордюри), на ньому відзначаються *Pterygoneurum ovatum*, *Syntrichia ruralis*, *Phascum piliferum*, *Tortula acaulon*, *Barbula unguiculata*, *Bryum caespiticium*. На ґрунті газонів біля проїжджої частини, якщо серед трав присутні посухостійкі злаки або полин, можна знайти *Tortula lindbergii*, *Bryum dichotomum*.

Регулярно витоптуваний ґрунт на узбіччях тротуарів - місце розростання “стрічок” з *Bryum argenteum*. Нерідко цей мох росте в тріщинах асфальту, проміжках між тротуарними плитами. На затінених ділянках, біля придорожніх споруд, особливо цеглинах, *Brachytheciastrum velutinum* *Grimmia pulvinata*.

Мохова нагрунтова рослинність в районах багатоповерхової забудови (так звані “спальні” або селітебні території) відзначається бідним видовим складом та низькою площею проективного покриття. Мохи сильно потерпають від витоптування.

У 90% зібраних гербарних пакетів відзначається присутність *Ceratodon purpureus*, переважно у стерильному стані, він домінант (рис. 4.1).



Рисунок 4.1. Дернина *Ceratodon purpureus*.

Ми часто знаходили численні види роду *Bryum* та *Ptychostomum*: *Bryum dichotomum*, *B. caespiticium*, *B. argenteum*, *B. argenteum* var. *lanatum*, *Bryum funkii*, *Ptychostomum capillare*. Також для мохів поряд з багатопверховими житловими будинками, характерне зростання участі *Barbula unguiculata* та *Tortula muralis*, при цьому *Syntrichia ruralis* та *Tortula acaulon* трапляються вкрай рідко. Ґрунтові ділянки поряд з різноманітними стінами та будівлями вкриті килимками *Amblystegium serpens*. На ґрунті в клумб і у дворі багатопверхового будинку нами виявлені *Pterygoneurum ovatum*, *Tortula modica* і *Funaria hygrometrica*.

Наґрунтові мохи парків та скверів міста Гола Пристань схожі на такі ж угруповання полинових степів, але сильно розріджені і з домішками лісових видів. На затінених, вологих ділянках газонів тут мешкає *Leptodictyum riparium*; в місцях підтоплення в западинках – спостерігається *Funaria hygrometrica*. На найбільш посушливих місцях, де багато сонця і немає поливу, ми знайшли *Brachythecium albicans*, *Tortula acaulon*. В умовах затінення і кращого збереження вологи моховий покрив стає більш різноманітним, він включає *Pterygoneurum*

ovatum, *Barbula unguiculata*, *Tortula acaulon*. Такі дернинки формуються, зокрема, на відслоненнях глини, що трапляються поряд з господарськими спорудами в парках. На ґрунтах поряд з бетонним муруванням технічних споруд, колодязями дренажних систем до складу епігейних дернинок домішуються *Pterygoneurum subsessile*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticium*, *Ceratodon purpureus*, *Ptychostomum capillare*, *Tortula muralis*.

Ми проаналізували характеристики досліджених наґрунтових мохів міста Гола Пристань. Виявилось, що більшість їх належать до так званої синатропної бріофлори, тобто без значної шкоди для себе здатні мешкати на створених людиною субстратах, в умовах забруднення [14-17]. Однак, відповідно до критеріїв відбору біоіндикаційних рослин, такі види не можна використовувати для аналізу забруднення довкілля. Синатропні мохи занадто стійкі, вони майже не реагують на забруднення. Більш чутливими, а отже, і більш цікавими, є для нас епіфітні мохоподібні.

4.2.2. Епіфітна фракція бріофлори

Епіфітні мохоподібні на території міста Гола Пристань поширені достатньо, але їх дернини малопомітні (рис. 4.2). Мохи в містах оселяються на стовбурах листяних дерев, і в основному ці дерева є завезеними, інтродуцентами, бо місцеві верби чутливі до повітряного забруднення, і не ростуть в центрі міста [7]. Мохи виявленні нами на корі *Robinia pseudoacacia*, *Acer nigrum*, *Quercus robur*, *Ulmus laevis*. Встановлено, епіфітна бріофлора дослідженого міста об'єднує 17 видів мохоподібних

В систематичному плані досліджена бріофлористична група відносно строката. Тут порівняно багато видів родин *Orthotrichaceae*, *Amblystegiaceae* та *Brachytheciaceae*. Мохи в основному мезоксерофіти та геліосциофіти, представники неморальної та бореальної фракцій бріофлори півдня України.

Анотований список епіфітних мохоподібних

м. Гола Пристань

1. *Amblystegium radícále* (P. Beauv.) Schimp. (*A. saxatile* Schimp., *Campylium radicale* (P.Beauv.) Grout) – Амблестегіум кореневий
2. *Amblystegium sérpens* (Hedw.) Schimp. – Амблестегіум повзучий
3. *Barbula unguiculáta* Hedw. – Барбуля нігтикиподібна
4. *Brachytheciastrum velútinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen (*Brachythecium velutinum* (Hedw.) Schimp.) – Брахітеціаструм оксамитовий
5. *Brachythecium álbicans* (Hedw.) Schimp. – Брахітеціум білуватий
6. *Drepanocladus adúncus* (Hedw.) Warnst. (*D. polycarpus* (Blandow ex Voit) Warnst., *D. simplicissimus* Warnst., *D. stagnates* Zárnowiec) – Дрепаноклядус гачкуватозігнутий
7. *Encalypta vulgáris* Hedw. – Енкаліпта звичайна
8. *Hypnum cypressifórme* Hedw. – Гіпнум кипарисоподібний
9. *Leskea polycárpa* Hedw. – Лескея багатоплода
10. *Leucodon sciuróides* (Hedw.) Schwaegr. – Левкодон білячий
11. *Nyholmiella obtusifolia* (Brid.) Holmen & Warncke (*Orthotrichum obtusifólium* Brid., *Stroemia obtusifolia* (Brid.) J.Hag.) – Ніхольмієлла туполиста
12. *Orthotrichum affíne* Schrad. ex Brid. (*O. fastigiatum* Bruch ex Brid.) – Ортотріхум споріднений
13. *Orthotrichum diaphánum* Schrad. ex Brid. – Ортотріхум прозорий
14. *Orthotrichum rúmílum* Sw. (*O. fallax* Bruch) – Ортотріхум карликовий
15. *Orthotrichum speciósum* Nees (*O. elegans* auct. eur. non Schwägr.) – Ортотріхум прекрасний
16. *Pylaisia polyántha* (Hedw.) Schimp. (*Pylaisiella polyantha* (Hedw.) Grout) – Пілезія багатоквіткова
17. *Syntrichia rurális* (Hedw.) F. Weber & Mohr (*Tortula ruralis* (Hedw.) P.Gaertn., В.Мey. & Scherb.) – Сінтріхія сільська



Рисунок 4.2. Епіфітні мохоподібні санаторію «Гопри»: обростання на прикорневих ділянках дерев

На обстежених нами деревах мохоподібні були розподілені наступним чином. На корі дерев *Robinia pseudoacacia* переважають угруповання з видів ряду *Orthotrichum*. Домінантами, на різних ділянках, були *Orthotrichum affine* або *Orthotrichum diaphanum*. Дещо меншою була роль *Orthotrichum pumilum*. Також на стовбурах робінії нами зібрані *Amblystegium radicale*, *Amblystegium serpens*, *Leucodon sciurosdes* та *Orthotrichum speciosum*.

Видовий склад обростань на корі виявився більш різноманітним. Вказані вище Ортотрихи зберегли свою провідну роль (домінантом став *Orthotrichum pumilum*), до них додалися такі види як *Nyholmiella obtusifolia*, *Leskea polycarpa*, *Pylaisia polyantha*, *Brachytheciastrum velutinum*. Підтверджена участь в покриві *Leucodon sciuroides*, *Amblystegium radicale*. Також для клену чорного відзначаються знахідки *Barbula unguiculata*, *Brachythecium albicaus*, *Encalypta vulgaris*, *Syntrichia ruralis*. Ці види евритоппні, але характерні більш для нагрунтових

субстратів. Можливо, в даному випадку ми спостерігаємо зміну субстратних уподобань мохоподібних.

Обростання на корі мало *Quercus robur* відрізнялись від описаних вище. Спостерігалось переважання в дернинах *Orthotrichum pulillum*, *Orthotrichum diaphanum*, в якості домішок присутні *Barbula unguiculata*, *Nyctolmiella obtusifolia*, *Amblystegium serpens*, *A. radicale*, *Brachythecium albicans*, *Encalypta vulgaris*. В одній точці відзначені килими *Hypnum cupressiforme*; в іншій – присутність *Drepanocladus aduncus*. В цілому ж угруповання на корі дуба складали 2-3 вид, і виглядали мохи пригніченими.

Дуже подібними виявились обростання на корі *Ulmus laevis*: яскраво виражене домінування *Orthotrichum pulillum* та *Orthotrichum affine*, роль решти видів знижена.

Про особливості структури епіфітних обростань на дослідженій ділянці можна сказати наступне. У 70% точок збору в покріві доміантними видами були *Orthotrichum diaphanum* та *Orthotrichum pulillum*, тобто основу комплексів мохів складали два види факультативних епіфітів, які є звичайними компонентами епіфітної бріофлори міст. Тобто фактор антропогенного навантаження має велике значення для формування структури епіфітної бріофлори.

Водночас до складу досліджених мохоподібних, в якості домішок входить декілька не типових видів. На певних точках були домішки *Nyctolmiella obtusifolia*. На деяких точках опису виявлено *Amblystegium serpens*, *Encalypta vulgaris*, *Hypnum cupressiforme*, *Brachythecium albicans*, *Drepanocladus aduncus*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Leucodon sciuroides* відповідно, які значно більш типові для природних фітоценозів, а не угруповань міських парків. Можна припустити, що рівень антропогенного навантаження в межах малого міста нижчий, що і дозволило тут оселитись нетиповим видам мохів, що підходять в якості об'єктів бріоіндикації.

4.3. Шкільний дослідницький проект в галузі біоіндикації довкілля

Аналіз змісту діючої шкільної програми показав, що дослідницькі проекти еколого-природоохоронного спрямування можуть бути включені в освітній процес учнів 9-го класу закладів загальної середньої освіти. Змістом теми “Надорганізмові біологічні системи” передбачається виконання дослідницького проекту “Виявлення рівня антропогенного впливу в екосистемах своєї місцевості”. Тема достатньо широка, може бути представлена як дослідженнями біоти, так і проведенням аналізу проб відібраних з довкілля. Ми пропонуємо в рамках виконання плану даної теми дослідницький проект «Біоіндикація чистоти повітря міста Гола Пристань».

Дослідницький біологічний проект

«Біоіндикація чистоти повітря»

Тип проекту: змішаний (дослідницький, інформаційний).

За складом учасників: груповий (або парний).

За тривалістю: середньої тривалості.

Мета проекту: визначення відносного стану забруднення довкілля через дослідження мохоподібних.

Завдання:

Освітні:

- навчитись розпізнавати окремі види мохоподібних в природі
- порівняти рівень забруднення навколишнього середовища в різних районах міста

Розвиваючі:

- розвинути вміння аналізувати, спостерігати та порівнювати
- закріпити навички виконання завдань в складі робочої групи

Виховні:

- сприяти формуванню екологічно – свідомої поведінки

Етапи роботи над проектом

Етап 1. Підготовка.

Ознайомлення учнів зі змістом майбутнього дослідження, визначення теми, мети і завдань. Обґрунтування актуальності.

Теоретичні відомості

Складовою охорони природи є екологічний моніторинг довкілля – науково-інформаційна система спостережень, оцінок і прогнозів стану навколишнього середовища та живих організмів, як його складових. Способом оцінити стан навколишнього середовища є дослідження рослин, які мешкають в гарантовано різних за ступенем забруднення ділянках, та порівняння їх стану.

Необхідною умовою є проведення фонових моніторингу – досліджень в середовищі мінімально зміненому діяльністю людини [43, 59]. При проведенні біоіндикації фонові моніторингові дослідження проводяться на території заповідних об'єктів, наприклад, біосферних заповідників. Якщо моніторинг обмежений населеним пунктом, в якості територій фонових біомоніторингу вибирають одну з ділянок рекреаційних ландшафтів – наприклад, віддалену від центра територію відпочинку, або великий старовинний парк. Результати будуть більш достовірними, якщо ділянка фонових моніторингу – об'єкт природно заповідного фонду.

Ми рекомендуємо в якості індикатора використати епіфітні мохоподібні, така методика описується терміном «біоіндикація» [22]. За допомогою біоіндикації проводять оцінку стану атмосферного повітря, в основному розуміючи при цьому відносний рівень антропогенного забруднення атмосфери]. Для отримання достовірних результатів необхідно, щоб виконавці були знайомі із зовнішнім виглядом найбільш поширених епіфітних мохоподібних.

Крім фонового бріомоніторингу, дослідження проводяться на територіях, які виконавці проєкта вважають забрудненими. Результати порівнюють з метою встановити рівні забруднення досліджених ділянок.

Понятійний апарат: бріофіти, епіфіти, екологічний моніторинг, бріоіндикація.

Матеріали та обладнання: пластикова вимірювальна рамка 20x20 см. з сіткою 1x1 см., рулетка на 3 м, компас, фотоапарат, бланки опису або робочі зошити, ручки; обладнання для збору зразків мохоподібних: пластикові пакети з «защипкою», паперові етикетки, олівець, ніж; збільшувальне скло; телефон з GPS.

Етап 2. Планування

В межах групи, відповідно до послідовності виконання роботи, виділяють малі робочі групи, які будуть виконувати окремі види робіт: мінімум 2 школяра на дослідження мохів на забруднених територіях та на фоновій ділянці, а також учнів, які будуть визначати неідентифіковані зразки в лабораторії.

Слід врахувати при плануванні роботи, що бріоіндикація проводиться в кілька етапів: визначення ділянок майбутнього дослідження, опис епіфітних угруповань мохоподібних, визначення в лабораторії неідентифікованих зразків мохів, зведення результатів, порівняння отриманих даних з різних територій.

Етап 3. Опис виконання проєкту

Етап 3.1. Вибір ділянок обстеження по території міста проводяться екскурсійні виходи, з метою вибору ділянок для подальшої бріоіндифікації. Епіфітні мохоподібні, які оселяються на корі форофітів, пов'язані з деревними фітоценозами, тому на території, де передбачається проведення фонового моніторингу, відзначають місця компактного зростання дерев і чагарників.

Серед них вибирають 3-5 груп дерев однакової густини насадження і закладають в них ділянки 100x100 м. Якщо ділянкою фонового

моніторингу є парк або лісопарк, обирають 3 ділянки з рівномірними насадженнями, віддалені від житлових та господарських споруд.

Для потреб моніторингу забруднених ділянок в їх межах відбирають 10 листяних дерев, бажано з тріщинуватою корою, і віддалених від ділянок прямого впливу джерел забруднення на 50-100 м. Зокрема, якщо обстеження транспортної зони, для бріомоніторингу відбирають листяні дерева, віддалені від дороги на 50-100 м.

Слід пам'ятати, що на вибраних деревах повинно бути сформоване повноцінне мохове обростання. Відібрані дерева помічають, за можливості – встановлюють їх координати та позначають на мапі. Дерев має бути не менше 10.

Етап 3.2. Виконання описів.

Другий етап дослідження проходить у формі екскурсійного виходу і роботи в польових умовах. В межах кожної пробної ділянки вибирають 10 старих непошкоджених дерев з вертикальними стовбурами. За допомогою рамки з сіткою 20×20 см (з комірками 1×1 см) на стовбурі закладають від 4 до 6 ділянок (рис. 4.3). В межах кожної визначають:

- 1) проективне покриття дернин мохоподібних;
- 2) кількість видів мохоподібних;
- 3) співвідношення між ними.



Рисунок 4.3. Індикаторна рамка для бріо- та ліхеноіндикаційних досліджень епіфітних організмів

Результати вносять в заздалегідь заготовлений бланк з таблицею; як варіант, пропонуємо скористатись блокнотом на «пружині» з жорсткою твердою палітуркою. На листки блокноту – попередньо наклеюють роздруковані бланки описів.

Якщо школярі в процесі дослідження не змогли ідентифікувати мох, в описі йому надається шестизначний код типу «03.05.01.», де перші дві цифри – код дерева, наступні дві – код закладеної ділянки, і дві останні – номер даного моху в межах конкретного квадрату опису. Паралельно зразок моху відбирається для визначення у пластиковий пакет з заціпкою, на який прикріплюється етикетка з кодом моху (рекомендуємо скористатись паперовими цінниками).

Також в описі вказують загальну життєвість мохів в балах, та описують зовнішній вигляд мохів, а саме фазу розвитку, в якій він знаходиться.

Також за допомогою компасу визначають експозицію, ділянки стовбура, на якій зростає мох – біоіндикатор.

При закладанні ділянок на стовбурі рекомендується закласти 2 ділянки при основі стовбура, 2 – на висоті 0,5-0,7 м від поверхні ґрунту, 2 ділянки – на висоті 1,4-1,5 м від поверхні ґрунту. При визначенні відносного проективного покриття пробної ділянки підраховують кількість комірок сітки, повністю заповнених мохами (А), кількість комірок сітки, заповнених мохами частково (В), і розраховують проективне покриття за формулою:

$$S=(A+0,5B)/4$$

Життєвість мохів визначають за 3-бальною шкалою: 3 бали – нормальна життєвість, мохоподібні нормально розвинені, на дотик дернинки вологі, є численні нормально сформовані спорогони; 2 бали – пригнічений стан, дернинки дрібні, спорогонів мало, серед них наявні структури з тератами; 1 бал – життєвий стан незадовільний, рослина

пригнічена, відзначається сильне габітуальне відхилення дорослих особин (дрібні недорозвинені гаметофіти, листки з пошкодженнями, нетипової форми, спорогони нечисленні, з пошкодженнями).

Дані, отримані з різних ділянок зводять в єдину систему. Для кількісних показників – вказують максимальні та мінімальні значення, а також середнє арифметичне показника для всіх описаних ділянок («кількість видів мохоподібних 2-5, в середньому 3,8»). Для якісних показників – розбивають дані по кожному опису на групи, та розраховують ступінь прояву як середнє арифметичне для всього пакету описаних пробних ділянок («на 80% обстежених ділянок відзначене спороношення мохоподібних»).

Результати, отримані при описі найбільш чистого об'єкту (парк, заповідне урочище), вважаються для бріофлори даного району фоновими. Їм надається найвищий бал оцінки чистоти атмосфери, і всі дані порівнюються саме з ними.

Подібні дослідження обґрунтовано проводити для кожного регіону окремо, з метою калібрування бріоіндикаційної шкали. Стандартну шкалу для всієї території України складати нераціонально. Причиною є розбіжність показників природних умов за градієнтом освітлення і зволоження, які впливають на видове різноманіття і життєвість мохоподібних значно потужніше, ніж рівень антропогенного тиску на довкілля.

Етап 4. Результати реалізації проекту

Підсумковим результатом виконання бріоіндикаційних досліджень є складання карти дослідженого району з позначенням рівня забруднення атмосфери в досліджених точках. Широкому загалу представляється стендова доповідь зі зведеними результатами дослідження, проілюстровану фотографіями мохів та учнів, що проводять дослідження.

З метою апробації представленої бріоіндикаційної методики нами було проведене дослідження епіфітних мохів Парку Санаторію «Гопрі».

Для роботи нами заздалегідь була виготовлена рамка зі щільної пластмасової плівки розміром 20x20 см, з вбудованою сіткою з комірками 2x2 см, для визначення площі проективного покриття мохоподібних.

На території санаторію нами було вибрано і обстежено 6 дерев дубу звичайного (*Quercus robur*). На їх стовбурах закладалось по 3 пробних ділянки: одна при основі стовбура (на висоті 20-30 см над ґрунтом), одну – на висоті 60-70 см, на стовбурі, третю – на висоті 140-150 см над ґрунтом (верхня межа закладки третьої рамки – власне висота дослідника). В процесі апробації методики ми зіткнулись з певними труднощами, тому до вище наведених рекомендацій необхідно додати наступний ряд рекомендацій:

1. При описі бріоіндикаційних ділянок вимірювальну рамку можна прикріпити на кору за допомогою канцелярських кнопок «гвіздків», розташованих в кутах рамки.
2. До проведення описів доцільно залучати кілька робочих груп з 3-х учнів кожна, при цьому вони повинні вміти розпізнавати зразки мохоподібних в польових умовах. Один учасник кріпить рамку, і оглянувши мохове угруповання, оголошує його характеристики. Їх в журналі спостережень занотовує другий учасник. Задача третього члена робочої групи – виконання фотознімків за вказівками колег та збір гербарних зразків для подальшого визначення.

Робота кількох робочих груп прискорює виконання завдання.

3. Обов'язковою умовою є попередній збір відомостей про рівень забруднення дослідженого міста, отриманих екологами шляхом визначення якості атмосфери. Порівняння результатів апаратних та бріоіндикаційних досліджень дозволяє не тільки перевірити достовірність результатів, але і допоможе встановити ступінь впливу та життєвість мохоподібних градієнтів зволоження та освітлення.

ВИСНОВКИ

1. Гола Пристань є містом обласного значення, лежить на півдні Причорноморської низовини, більша частина міста – в межах давньої дельти Дніпра. В межах району наявні родовища пісків, суглинків, торфу; є також ропа і лікувальні грязі. Географічне положення міста відзначає помірно жаркий, посушливий степовий клімат із сухим літом та малосніжною зимою. Навколо Голої Пристані добре збережений комплекс дніпровських плавнів, який включає в себе різні види ландшафту: десятки островів у дельті Дніпра, сухі степи, піщані кучугури, озера, болота, солончаковий комплекс. Означені природні особливості зумовлюють, певним чином, склад і структуру біоти самого міста.
2. Біологічна індикація - спосіб оцінки стану навколишнього середовища за допомогою живих систем (окремих видів рослин, тварин і їх угруповань). Даний спосіб моніторингу, на відміну від інших, не вимагає спеціальної апаратури дозволяє відносно дешево і за короткий проміжок часу оцінити рівень небезпеки для досліджуваної екосистеми. Перевага використання мохоподібних для моніторингу рівня забруднення атмосфери включає наступні аспекти: мохоподібні як тест-об'єкти потребують меншого обсягу трудомістких мікроскопічних досліджень, які використовуються, наприклад, при роботі з лишайниками; бріоіндикаційні методи дешеві та вимагають порівняно мало часу; в умовах сильного ряду мохоподібних зростає досить успішно, що не характерно для інших біоіндикаційних об'єктів; бріоіндикаційні дані відображають багаторічний середній стан атмосферного повітря, з їх допомогою можна скласти уявлення про динаміку ступеня забруднення населених пунктів та провести пошук географічних

закономірностей акумуляції важких металів у градієнті віддалення від джерела викидів.

3. Освітня діяльність учня в закладі загальної середньої освіти включає різні аспекти, в тому числі і дослідницьку роботу. Серед її форм найбільш наближеними до класичної науково-дослідної роботи є дослідницькі проєкти. При їх виконанні учні набувають навичок роботи в групі, посилюють самостійність та відповідальність, розвивають комунікативні якості, самоконтроль та дисциплінованість. Дослідницькі проєкти поєднують освітні можливості дослідження та експерименту. Проєктна діяльність допомагає активувати особистий потенціал учня, що позитивно впливає на результати навчання.
4. В бріофлорі міста Гола Пристань присутні 20 видів епігеоїдних мохоподібних, які віднесені до 12 родів (*Barbula*, *Brachytheciastrum*, *Brachythecium*, *Bryum*, *Ceratodon*, *Funaria*, *Grimmia*, *Leptodictyum*, *Phascum*, *Pterygoneurum*, *Syntrichia*, *Tortula*), 7 родин (*Amblystegiaceae*, *Brachytheciaceae*, *Bryaceae*, *Ditrichaceae*, *Funariaceae*, *Grimmiaceae*, *Pottiaceae*), 5 порядків (*Bryales*, *Dicranales*, *Hypnales*, *Funariales*, *Grimmiales*) та 1 клас (*Briopsida*). Для бріоіндикаційних досліджень ці види, які зростають на ґрунті, непридатні, оскільки в переважній більшості є синантропними геміапофітними мохоподібними. Також виявлено 17 видів епіфітних мохоподібних, що зростають на корі старих листяних дерев. Основу комплексів мохів складають два види факультативних епіфітів – *Orthotrichum diaphanum* та *Orthotrichum rumilum*, – які є звичайними компонентами епіфітної бріофлори міських насаджень, лісопарків та листяних лісів. Досліджені епіфітні мохи є в основному природними (індигенофітними) видами, і саме їх рекомендовано використати як об'єкти бріоіндикації.

5. В якості дослідницького проєкту ми пропонуємо дослідження епіфітних мохоподібних міських зелених насаджень методом закладки тимчасових ділянок на стовбурах дерев. Робота передбачає вивчення мохів на гарантовано чистих (фонових) ділянках та територіях з різним рівнем забруднення, опис стану мохових обростань та порівняння результатів з різних територій. Перевірка запропонованої методики в польових умовах показала, що успішне виконання завдання передбачає знання учнями міських мохоподібних, наявність навичок самоконтролю та здатності працювати в складі робочої групи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андерсон Ф. К., Трешоу М. Загрязнения воздуха и жизнь растений. Ленинград, 1988. 129 с
2. Андреева Н.Д., Рябова С.С. Исследовательская работа учащихся при обучении биологии и экологии. *Биология в школе*, 2012. №2. С. 34-38.
3. Баїк О.Л., Речевська Н.Я. Реакція мохів на токсичну дію важких металів. *Матеріали I-ї Всеукр. наук. конф. «Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі»*. Тернопіль, 1998. С. 6-8.
4. Барсуков О.О. Бріофлора урбанізованих територій Харківської області. *Чорноморськ. бот. ж.* 2014. Т. 10, №3. С.305-321.
5. Бачурина Г.Ф., Мельничук В.М. Флора мохів України. Київ, 2003. Вип. 4. 255 с.
6. Бачурина Г.Ф., Мельничук В.М. Флора мохів Української РСР. Київ, 1989. Вип. 3. 176 с.
7. Березовська Д., Загороднюк Н.В. Бріофіти в екотопах урбанізованого середовища. *Біологічні дослідження – 2015: Зб. наук. праць*. Житомир, 2015. С. 263-265.
8. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем. М., 1988. 348 с.
9. Богдашевская Т.П. Практическое применение проектного метода в формировании коммуникативных компетенций учащихся. *Биология. Все для учителя*. 2013, №6. С. 6-9.
10. Бойко М.Ф. Методика дослідження мохоподібних: навч. посіб. Херсон, 2018. 112 с
11. Бойко М.Ф., Москов Н. В., Тихонов В.И. Растительный мир Херсонской области. Симферополь, 1987. 144 с.
12. Бойко М.Ф. Анализ бриофлоры степной зоны Европы. Киев, 1999а. 180 с.

13. Бойко М.Ф., Загороднюк Н.В., Щупік О.І. Апофітні мохи Херсонської області. *Наука і методика: зб. наук. і метод. праць*. Херсон, 2007. С. 65-67.
14. Бойко М.Ф. Биоморфологическая структура бриофлоры степной зоны. *Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы. Отделение биологии*. 1991а. Т. 96, №3. С. 118-124.
15. Бойко М.Ф. Екологічні групи мохоподібних по відношенню до хімізму субстрату. *Метода: зб. Наук. і метод. статей*. 1997. Вип. 4. С. 7-10.
16. Бойко М.Ф. Мохоподібні степової зони України. Херсон, 2009. 264 с.
17. Бойко М.Ф. Синантропна бриофлора України. *Чорноморськ. ботан. журн.* 2005, Т. 1, №2. С. 24-32.
18. Бойко М.Ф. Чекліст мохоподібних України. Херсон, 2008. 232 с.
19. Булгаков Н. Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды: обзор существующих подходов. *Успехи совр. биологии*. 2002. Т. 122, № 2. С. 115–135.
20. Гапон С.В. Мохоподібні епіфітних обростань Парасоцького лісу. *Укр. ботан. журн.* 1989. Т.46, №5. С. 55-58.
21. Географічна енциклопедія України.: в 3 т. Т.1. / Редкол.: О.М. Маринич та ін. - [б. м.] : "Українська Радянська Енциклопедія" ім. М.П. Бажана, 1989. С. 283.
22. Глухов О.З., Машталер О.В. Бріоіндикація техногенного забруднення навколишнього середовища південного сходу України. Донецьк, 2007. 156 с.
23. Грачева И. Н. Формирование исследовательских умений учащихся в процессе обучения биологии. *Биология в школе*. 2009. №6. С. 49-50.
24. Григора І.М., Соломаха В.А. Рослинність України (еколого-ценотичний, флористичний та географічний нарис. Київ, 2005. 452 с.
25. Гродзинський Д. М. Основи ландшафтної екології: Підручник. Київ, 1993. 224 с.

26. Демків Л.О. Взаємовплив важких металів на ріст і розвиток мохів. *Конф. молодих учених і спеціалістів «Актуальні питання ботаніки і екології»* (Ялта, жовтень 1993 р.). Київ, 1993. С. 36.
27. Демків Л.О., Хоркавців Я.Д., Кардаш О.Р., Речевська Н.Я. Вплив свинцю на ферментативну активність в клітинах протонеми *Funaria hygrometrica*. *Укр. ботан. журн.* 1991. Т. 48, №5. С. 337-342.
28. Демків О.Л. Реакція мохів на токсичну дію важких металів: Автореф. дис. на здобуття вченого ступеня канд. біол. наук: 03.00.12 – фізіологія рослин. Київський національний університет ім. Т. Шевченка. К., 1996. 22 с.
29. Димитрова Л.В. Епіфітні лишайники та мохоподібні як індикатори стану атмосферного повітря міста Києва: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.16. – екологія. Київ, 2009. 23 с.
30. Димитрова Л.В. Епіфітні мохоподібні селітебної зони міста Києва. *Чорноморськ. ботан. журн.* 2009. Т.5, № 1. С. 101-105.
31. Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. Київ, 1994. 280 с.
32. Загороднюк Н., Березовська Д. Бріофіти в екотопах урбанізованого середовища. *Біологічні дослідження – 2015: Зб. наук. праць.* Житомир, 2015. С. 263-265.
33. Загороднюк Н.В., Шукайло О.М. Бріофлора штучних лісових масивів півдня України: географічний аспект. *Наука і методика: зб. наук. і метод. Праць.* „Природничі науки”. Херсон, 2007. С. 4-7.
34. Загороднюк Н.В. Мохоподібні рівнинного Криму: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.05. – ботаніка. Ялта, 2011. 20 с.
35. Загороднюк Н.В. Рідкісні мохоподібні у бріофлорі міста Херсона: епіфітна фракція. *Наука і методика: зб. наук. і метод. праць.* Херсон, 2017. С. 33-35.

36. Загороднюк Н.В., Шайда В.В. Мохи в настінних обростаннях села Червона Поляна (Чаплинський район, Херсонська область) як приклад антропогенного бріокомплексу. *Метода (Наука і методика): Зб.наук. і метод праць*. Херсон, 2019. С. 5-9
37. Загороднюк Н.В., Швець В.В. Бріофлора ландшафтів підприємств міста Херсону. *Метода (Наука і методика): Зб.наук. і метод праць*. Херсон, 2018. С. 17-20
38. Задорожний К. М. Дослідницька та проектна діяльність під час вивчення біології. Харків, 2008. 160 с.
39. Запольський А.К. Основи екології: Підручник / А.К. Запольський, А.І. Салюк. – К.: Вища школа, 2001. – 358 с.
40. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Том 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae. Москва, 2003. С. 1-608.
41. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Том 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae. Москва, 2004. С. 609-944.
42. История городов и сел Украинской ССР. Херсонская область / редкол.: А.Т. Мельникова, А.С. Ведмедь, А.Э. Вирлич и др. Киев, 1983. 482 с.
43. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: Підручник. Київ, 2006. 360 с.
44. Козетова Л.Г. Формування біологічних понять у курсі з ботаніки. – Київ, 1974. 128с.
45. Коллингс Е. Опыты американской школы по методу проектов. Москва, 1926. 96 с.
46. Котовський І.М. Рекреаційні ресурси Херсонської області. *Печатное слово*. 2004. №3-8. С. 97-100.
47. Кучерявий В.Т. Урбоекологія. Львів, 1991. 360 с
48. Лобачевська О. В. Стратегія адаптацій мохів до забруднення довкілля важкими металами. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. Київ, 2001. С. 73-76.

49. Мамчур З., Чуба М. Екологічні особливості синантропної флори території центральної щільної забудови міста Львова. *Біологічні студії*. 2016. Т. 10, №1. С. 143-154.
50. Мамчур З.І. Бріоіндикація забруднення повітря у місті Львові та на околицях. *Вісник Львівського університету. Сер. Біол.* 2005. Вип. 40. С. 59-67.
51. Мамчур З.І. Епіфітні мохоподібні промислових міст Львівської області: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня. канд. біол. наук.: 03.00.05 – ботаніка. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного. Київ, 1997. 22 с.
52. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України: Підручник. К.: Знання, 2005. 511 с.
53. Мацола В. І. Рекреаційно-туристичний комплекс України. Львів, 1997. 259 с.
54. Пилипенко Ю, Мальчикова ДС, Єрмакова СЛ, Руденко М.М. [та ін.] Географія Херсонщини: Навч. посібник. Херсон, , 2007. 221 с.
55. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроекологія: Навчальний посібник. Полтава, 2008. 255 с.
56. Полякова Т.Н. Метод проектів в школі: теорія і практика застосування. Москва, 2011. 112 с.
57. Природа Херсонської області. Фізико-географічний нарис. К.: Фітосоціоцентр, 1998. 120 с.
58. Речевська Н. Я. Адаптація мохів до токсичної дії важких металів. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. Київ, 2001. С. 98-101.
59. Трайтак Д.И. Как сделать интересной внеклассную работу по биологии. Изд. 2-е. Москва, Просвещение, 1979. 144 с.
60. Усик О. Запровадження нових технологій у традиційну систему навчання методом проектів. *Математика в суч. шк.* 2012. №1. С. 33- 39.

61. Фамелис С. А. Организация исследовательской работы учащихся. *Биология в школе*. 2007. №1. С. 40-44.
62. Хайбулина К.В. Проектная технология обучения биологии в школе. *Биология в школе. Все для учителя*. 2013. №5. С. 2-5.
63. Цина А. Формування особистісних якостей учнів під час проектно – технологічної діяльності. *Трудове навчання*. 2010. №8. С. 3-6.
64. Щербатенко О., Маєвська С. Адаптивні реакції мохів на вплив іонів свинцю. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2006. Вип. 41. С. 137-141.
65. Щербаченко І.О., Демків О.Т. Осолівості реакції моху *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst. на дію важких металів. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія*. 2007. вип. 2 (11). С. 52-57

Електронні ресурси

66. Департамент екології та природних ресурсів Херсонської обласної державної адміністрації – URL: www.ecology.ks.ua
67. Палат Е.С. Метод проектов [Электронный ресурс] / Е.С. Палат . – Режим доступа: / <http://dok.opredelim.com/docs/index-57372.html>
68. Центр екологічної інформації. Херсон [Електронний ресурс] – URL: http://eco.ks.ua/nature_relics.htm
69. Voiko M. F. The Second checklist of Bryobionta of Ukraine. *Чорноморськ. ботан. журн.* 2014. Т.10. №4. С. 426-487: [Електронний ресурс] – URL: <https://cb-journal.net/wp-content/uploads/pdf/2014-10/4/426487.pdf>

ДОДАТКИ

Додаток 1. Характеристика мохоподібних міста Гола Пристань

Barbula unguiculata Hedw. – Барбуля нігтикподібна. Біоморфа - дернина рихла. Росте на ґрунті в степах, на степових схилах, в лісах, на полях, на вапняках, на крейді, пісковиках. Аридний біполярний вид. Звичайний вид. Дернинки м'які, щільні або не дуже щільні, зелені, брудно-зелені, жовто-бурі.

Brachytheciastrum velutinum (Hedw.) Ignatov & Huttunen (Brachythecium velutinum (Hedw.) Schimp.) – Брахітеціаструм оксамитовий. Опис: Дернинки досить щільні, переплетені, зелені, жовто-зелені до темно-зелених. Стебло повзуче, перисто розгалужене, парафілії ланцентні або шилоподібні. Листки з широкояйцеподібною основи ланцетні, з короткою, тупуватою верхівкою, цілокраї або у верхівці неяснозубчасті, з плоскими або в основі з одним або обома відгорнутими краями, двоскладчасті. Жилка міцна, на спинці папілозна, закінчується у верхівці листка. Клітини листка округло-шестикутні і овальні, тонкостінні, з обох боків листка з однією центральною папілою, в кутах основи квадратні. Коробочка прямостояча, правильна, циліндрична, жовто-коричнева, на червоній ніжці. Кришечка тупоконічна. Спори 9-13 мкм, майже гладенькі. Однодомний вид [4].

На стовбурах дерев, на вапняках, пісковиках. Неморальний паннеморальний вид. Звичайний вид. Мультисубстратний мох. Є "фоновим" компонентом місцевих мохових угруповань на будь-яких твердих субстратах, в тому числі і антропогенного походження. З мохових комплексів міст і селищ займає місце домінанта обростань в затінених вологих місцях: на окоренках старих дерев, на підмурках будинків, на фундаментах цегляних і бетонних парканів. Типовий мох в синантропних бріоугрупованнях Півдня України.

Brachythecium albicans (Hedw.) Schimp. – Брахітеціум білуватий.

Опис: Дернинки не щільні, бліді, білувато-зелені, жовтувато-зелені, солом'яно-жовті, блискучі. Стебло лежаче, з пучками ризоїдів, перистогалузисте, галузки округло облистнені. Листки яйцеподібно-ланцетні, довго загострені, з глибокими або слабкими повздовжніми складками, черепитчасті, мають збіжну основу і шилоподібну верхівку, довжина якої рівна половині пластинки листка, краї цілі, у верхівці слабо зубчасті. Жилка закінчується вище середини листка. Клітини листка прозенхіматичні, інколи звивисті, 1:5-8, в кутах основи листка квадратні і прямокутні, піднімаються по краях досить високо вгору. Листки галузок більш видовжені, з довшою жилкою. Коробочка на гладенькій ніжці, овально-яйцеподібна, нахилена до горизонтальної. Кришечка тупувато конічна. Спори 15-16 мкм, гладенькі. Дводомний вид [4].

В степах, на степових схилах, в соснових лісах, на заболочених, засолених місцях. На крейді, пісковиках, вапняках. Бореальний біполярний вид. Зустрічається спорадично. Епігейно-епілітний мох, дуже чутливий до антропогенного навантаження. Знахідка його в складі епіфітних обростань – скоріше виняток, ніж правило. Для лісових насаджень і природних листяних лісів брахітецій білуватий нетиповий, хоча відзначається в складі бріофлори соснових насаджень Херсонщини. На територію дослідження брахітецій, скоріш за все, занесений з навколишніх соснових масивів, або з солонців і полинових степів.

Bryum argenteum Hedw. (*B. argenteum* var. *lanatum* (P.Beauv.) Hampe, *B. lanatum* (P.Beauv.) Brid., *Anomobryum lanatum* (P.Beauv.) J.R.Spence & H.P.Ramsay) – Бріум сріблястий. Біоморфа - дернина щільна. Росте на порушеному ґрунті, на крейді, вапняках, гранітах, пісковиках, на асфальті, бетоні, цегляних стінах, солом'яних і очеретяних дахах тощо.

Космополітний вид. Звичайний вид. Дернинки від світло-зелених до сріблясто-білих.

Bryum caespiticium Hedw. - Бріум дернистий. Біоморфа - дернина щільна. Рoste на ґрунті в степах, лісах, на старих кам'яних стінах, на асфальті, на скелях з різних гірських порід вкритих гумусом. Космополітний вид. Звичайний вид. Дернинки подушкоподібні, щільні, жорсткі, від жовто-зелених до червонуватих, з густою іржаво-червоною повстю.

Bryum capillare Hedw. (*Ptychostomum capillare* (Hedw.) Holyoak & N.Pedersen) – Бріум волосконосний. Біоморфа - дернина щільна. Рoste на гумусі, відслоненнях гранітів, пісковиків, на гнилій деревині в лісах. Бореальний біполярний вид. Звичайний вид. Дернинки м'які, густі, світло- або брудно-зелені до буруватих, всередині іржаво-коричневі, з повстю.

Bryum dichotomum Hedw. (*B. bicolor* Dicks., *B. atropurpureum* B. & S., *B. balticum* Nyholm & Hedenäs, *B. dunense* A.J.E.Sm. & H.Whitehouse, *B. versicolor* A.Braun ex Bruch & Schimp.) – Бріум дихотомічний. Біоморфа - дернина щільна. Рoste на піщаному ґрунті, на мінералізованому ґрунті з брекчією. Неморальний паннеморальний вид. Рідкісний вид. Дернинки щільні, світло-зелені, слабо блискучі.

Bryum funckii Schwaegr. (*B. funckii* auct. non Schwägr.) – Бріум Функа. Біоморфа - дернина рихла. Рoste на ґрунті з уламками вапняків та інших вапняковистих субстратах, пісковиках. Неморальний паннеморальний вид. Рідкісний вид. Дернинки білувато-зелені, всередині червонуваті, 1-2 см заввишки, повстяні, трохи блискучі.

Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid. – Цератодон пурпуровий. Біоморфа - дернина щільна, рихла або подушкоподібна. Рoste на різноманітних природних і антропогенних субстратах. Дернинки щільні, часто подушкоподібні, від жовто-зеленого до червонокоричневого кольору, повстисті.

Funaria hygrometrica Hedw. – Фунарія вологомірна. Біоморфа - дернина рихла. Ростає на порушеному ґрунті, місцях пожеж, на засолених ґрунтах, пісках, відслоненнях кристалічних порід. Космополітний вид. Звичайний вид. Дернинки не щільні, до 1 см заввишки, блідо-зелені. Часто мох трапляється окремими особинами.

Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm. (*G. pulvinata* var. *africana* (Hedw.) Hook., *G. pulvinata* var. *obtusa* (Brid.) Huebener, *Dryptodon pulvinatus* (Hedw.) Brid.) – Грімія подушкова. Біоморфа - подушка мала. На різноманітних скелях, стінах, в кам'янистих степах. Бореальний біполярний вид. Звичайний вид. Дернинки подушкоподібні, маленькі, опуклі, округлої форми, сизуваті до чорнувато-зелених.

Leptodictyum riparium (Hedw.) Warnst. (*Amblystegium riparium* (Hedw.) Schimp.) – Лептодіктіум береговий. Біоморфа - килим плоский або сплетіння рихле. Ростає у воді і біля води на стовбурах дерев, деревині, каменях, стеблах трав, на ґрунті, на вертикальних цементованих стінках бетонованих басейнів (басин), колодязів тощо. Космополітний вид. Звичайний вид. Дернинки не щільні, м'які, від зеленого до чорно-зеленого кольору, досить великі.

Leucodon sciuróides (Hedw.) Schwaegr. – Левкодон білячий. Опис: Дернинки не щільні, жовтуваті, бурувато-зелені до чорнувато-зелених. Первинне стебло повзуче, вторинне – прямостояче або висхідне, звичайно дугоподібно зігнуте, просте або з кількома галузками. Листки розташовані густо, прямо відстоять, дещо серпоподібні, яйцеподібні, загострені, без жилки, повздовжньоскладчасті, злегка збігають, плоско- і цілокраї. Клітини середини листка видовжені, довгоромбічні і лінійні, по краях основи листка в косих рядах, округлі і квадратні, з потовщеними стінками, гладенькі. Коробочка видовжено-циліндрична, прямостояча, на червоно-жовтій ніжці. Перистом подвійний. Спори до 30-40 мкм, гладенькі. Дводомний вид [4].

Orthotrichum affine Schrad. ex Brid. (*O. fastigiatum* Bruch ex Brid.)

– Ортотріхум. Опис: Дернинки міцні, не щільні, жовто-зелені. Стебла до 3 см заввишки, розгалужені, з ризоїдами. Листки відхилені, видовжено-ланцетні, заокруглені. Клітини папілозні, ізодіаметричні, в основі листка прозорі, біля жилки видовжено-прямокутні. Коробочка занурена в перихецій, інколи трохи виступає, жовто-зелена, циліндрична, з шийкою, яка звужується в ніжку з 8 вузькими (2-3 ряди клітин, які різко відрізняються від решти клітин екзотецією) повздовжніми смугами, суха – з 8 тоненькими жилками. Ковпачок майже повністю покриває коробочку, з рідкими волосками. Перистом подвійний, екзостом з 8 парних зубців, ендостом з 8 папілозних війок. Спори 15-18 мкм, зеленувато-коричневі. Однодомний вид [4].

На стовбурах дерев хвойних і листяних порід. Неморальний паннеморальний вид. Звичайний вид. Ортотріхум споріднений – облігатний епіфітний вид, що відзначається помірним рівнем антропотолерантності. Його значно частіше можна зустріти в природних листяних лісах нашої області та великих старих штучних лісових масивах, ніж, наприклад, у міських скверах чи на деревах придорожніх насаджень. Можливо, цей вид ортотрихів чутливий до забруднення повітря, і знахідка його на деревах в місті Гола Пристань – показник чистоти атмосфери цього курортного міста.

Orthotrichum diaphanum Schrad. ex Brid. – Ортотріхум прозорий.

Опис: Дернинки дрібні, подушкоподібні, сіруваті від волосків. Стебло до 1 см заввишки. Листки відхилені, загострені, з відгорненими краями, витягнуті у вузьку безбарвну пилчасту верхівку. Жилка тонка, закінчується перед або у верхівці листка. Клітини вгорі листка округло-кутасті, внизу – прямокутні. Коробочка занурена або до половини виступає з перихеція, тонкошкіра, гладенька або з невиразними смужками, порожня – з 8 тоненькими жилками. Продихів два ряди посередині урни, занурені. Ковпачок дзвоникоподібний. Перистом

подвійний, екзостом з 16 папілозних, у сухому стані відігнутих, зубців, війок ендостома 16, вони нитковидні, папілозні. Спори 14-18 мкм, жовто-коричнюваті, папілозні. Вегетативне розмноження виводковими листковими тільцями. Однодомний вид [4].

На вапняках, на корі дерев, в заглибинах з вапняковистим гумусом. Неморальний паннеморальний вид. Рідкісний вид. Ортотріх прозорий серед представників даного роду має найбільш широкий діапазон субстратних уподобань. В межах Полісся, Лісостепу вид позиціонується як рідкісний облігатний епіліт. Натомість в степовій зоні України він від епілітності перейшов до полісубстратного (успішно розростається на скелях та стінках споруд різного складу і призначення), і стрімко захоплює нові території, заселяючи міста, села, лісосмуги, парки і сквери, штучні лісові масиви. Тобто даний мох набагато успішніше існує на антропогенно трансформованих ділянках; натомість в первинних природних лісових ценозах *Orthotrichum diaphanum* пригнічений. Це є ознакою синантропного виду, тому його знахідка в епіфітних обростаннях міста Гола Пристань є цілком очікуваною.

Orthotrichum pumilum Sw. (*O. fallax* Bruch) – Ортотріхум карликовий. Опис: Дернинки дрібні, темно-зелені. Стебло до 1 см заввишки, розгалужене, з ризоїдами. Листки з часто розширеної основи ланцетні, поступово загострені, з добре відгорнутими краями, на верхівці з безбарвною клітиною. Жилка закінчується перед верхівкою листка. Клітини майже гладенькі, вгорі з низенькими тупими папілами, округло-шестикутної форми, внизу прямокутні, прозорі. Андроцеї розташовані під перихецієм. Коробочка з широкими смужками – 6 рядів клітин, з довгою шийкою, що поступово звужена в ніжку, до половини або більше виступає з перихеціальних листків. Кришечка має короткий дзьобик. Продихи занурені, розташовані посередині урни. Екзостом з 8 подвійних зубців, війки ендостома шилоподібні, їх 8. Спори 12-16 мкм, жовто-

коричневі. На листках інколи бувають виводкові тільця. Однодомний вид [4].

На корі листяних дерев. Неморальний паннеморальний вид. Звичайний вид. Найпоширеніший ортотрих парків, скверів і придорожніх насаджень Північного Причорномор'я. Синантропний вид, утворює на деревах міських насаджень потужні моновидові обростання до 0,5 м завширшки і завдовжки в кілька метрів. Знахідка його серед епіфітів міста Гола Пристань очікувана.

***Orthotrichum speciosum* Nees (O. elegans auct. eur. non Schwägr.)**

– Ортотріхум прекрасний. Опис: Дернинки міцні, великі, подушкоподібні. Стебла до 5 см заввишки, розгалужені. Листки видовжено-ланцетні, довго загострені, з кілем, з відгорнутими краями. Жилка заходить у верхівку листка. Клітини листка з потовщеними стінками, густо папілозні, вгорі великі, округло-овальні, в основі вужчі, біля жилки гладенькі, прямокутні. Коробочка виступає з перихеція – повністю або ж до половини, гладенька або з мало помітними смужками, тонкошкіра, блідожовта, видовжено-циліндрична, порожня – веретеноподібна, з довгою поступово звуженою шийкою. Ковпачок густоволосистий. Продихи в основі урни поверхневі. Перистом подвійний, екзостом з 8 парних зубців, в сухому стані – відігнутих, ендостом з 8 війками. Спори 16-28 мкм, папілозні. Однодомний вид [4].

На стовбурах дерев. Неморальний голарктичний вид. Зустрічається спорадично. Менш типовий для міських насаджень вид, ніж *Orthotrichum rumilum*, *O. diaphanum* чи *O. affine*. Ортотріхум прекрасний віддає перевагу стовбурам дерев в аренних та заплавних лісах, або ж оселяється на деревах в старовинних парках. Знахідки його на стовбурах досліджених дерев – критерій відносно сприятливих умов для зростання мохоподібних, а також чистоти атмосферного повітря навколо досліджуваної ділянки.

1. *Nyholmiella obtusifolia* (Brid.) Holmen & Warncke (Orthotrichum obtusifolium Brid., Stroemia obtusifolia (Brid.) J.Hag.) – Ніхольмієлла туполиста. Опис: Дернинки щільні, подушкоподібні, від голубувато-зелених до коричнюватих. Стебло до 1.5 см заввишки, інколи з стерильними пагонами. Листки відхилені, видовжено-язикоподібні, звужені до основи і до верхівки, жолобчасті, з плоскою верхівкою, сухі - черепитчасті. Клітини вгорі листка потовщені, грубопапілозні, внизу гладенькі., біля жилки видовжено-прямокутні, по краях – квадратні. Коробочка занурена в перихецій, яйцеподібна, з довгою шийкою, з 8 смужками оранжового кольору, суха – з 8 жилками. Продихи поверхневі, посередині урни. Перистом подвійний, екзостом з спочатку з'єднаних, потім вільних 16 густопапілозних зубців, які в сухому стані відгинаються і прилягають до коробочки, ендостом з 8 папілозних, жовто-червоних війок. Спори 18-20 мкм, жовті, папілозні. Вегетативне розмноження за допомогою виводкових тілець на листках. Двodomний вид [4].

На корі листяних порід, на пеньках. Неморальний паннеморальний вид. Зустрічається спорадично. Ніхольмієлла туполиста в межах Північного Причорномор'я цілком справедливо могла б вважатися рідкісним видом, точніше, вразливим. Ризик зникнення для цього моху пов'язаний з тим, що цей облигатний епіфіт оселяється тільки на старих (50 років і більше) листяних деревах з глибоко-тріщинуватою корою, ніколи не утворює великих дернинок, і розмножується в нашому регіоні виключно у вегетативно – листородними виводковими тільцями. Присутність виду на дослідження території – показник того, що територія Голої Пристані є помірно сприятливою для проживання мохів. Список мохів-епіфітів гарантовано буде розширений в процесі подальших досліджень.

Phascum piliferum Hedw. (*P. cuspidatum* var. *piliferum* (Hedw.) Hook. & Taylor, *Tortula acaulon* var. *pilifera* (With.) R.H. Zander) – Фаскум волосконосний. Біоморфа - дернина щільна. Росте в степах, на степових

схилах, на полях, на засолених ґрунтах. Аридний голарктичний вид. Звичайний вид. Дернинки щільні, червонуваті, червоно-буруваті, низенькі.

Pterygoneurum ovatum (Hedw.) Dix. (*P. pusillum* Broth.) - Птерігоневрум яйцеподібний. Біоморфа - дернина рихла. Росте на вапнистому ґрунті, в степах, на степових схилах, полях, на вапняках. Аридний біполярний вид. Звичайний вид. Дернинки низенькі, нещільні, світло-зелені, в сухому стані – сивуваті.

Pterygoneurum subsessile (Brid.) Jur. (*Gymnostomum subsessile* Brid.) – Птерігоневрум напівсидячий. Біоморфа - дернина подушкоподібна. Росте в степах, на степових схилах, на вапнистому ґрунті, між вапняками, на кам'яних стінах. Аридний голарктичний вид. Звичайний вид. Дернинки щільні, сіро-зелені, сухі – сивуваті.

Pylaisia polyantha (Hedw.) Schimp. (*Pylaisiella polyantha* (Hedw.) Grout) – Пілезія багатоквіткова. Опис: Дернинки розпростерті на субстраті, зелені, жовтувато-зелені, темно-зелені, блискучі. Стебло повзуче, перисто розгалужене, гілочки лежачі до майже прямостоячих, часто дугоподібно зігнуті. Листки густо сидять на стеблі, яйцеподібноланцетні, довго загострені, з плоскими і цілими краями, на кінцях гілочок повернуті в один бік. Клітини лінійні, 1:4-6, в кутах основи листка квадратні, піднімаються вгору по краю листка однорядною смужкою ромбічних клітин. Коробочка прямостояча, пряма. Кришечка конічна. Спори 12-18 мкм, тонкопапілозні. Однодомний вид [4].

На деревах, на пісковиках. Неморальний паннеморальний вид. Звичайний вид. Бокоспогонний мох, толерантний до забруднення довкілля і дії антропогенних факторів. Частіше є компонентом настінних обростань, ніж епіфітних комплексів, однак і для останніх не є рідкісним. Знахідка його є очікуваною.

Syntrichia ruralis (Hedw.) F. Weber & Mohr (*Tortula ruralis* (Hedw.) P.Gaertn., B.Mey. & Scherb.) – Сінтріхія сільська. Опис: Дернинки

нещільні, жовто-зелені або коричневі, повстисті. Стебло прямостояче або висхідне, вилчасто розгалужене, до 10 см заввишки. Листки сухі скручені, зволожені – розчепірено відігнуті, широко заокруглені або поступово загострені, рідше виямчасті, дуже кілясті, видовжені або вузько-язикоподібні. Жилка міцна, коричнева, на нижньому боці папілозна, на спинці голчаста, переходить у безбарвний, з гострими зубцями, кінцевий волосок. Коробочка прямостояча, трохи зігнута, коричнева. Зубці перистома червоні, папілозні, двічі завиті. Спори 10-14 мкм, коричнюваті, папілозні. Дводомний вид [4].

В степах, на степових схилах, на пісках, на солом'яних та очеретяних дахах, деревах, каменях, відслоненнях різних гірських порід. Аридний біполярний вид. Широко поширений звичайний вид. Сінтріхія сільська за походження є типовим степовим епігеоїдним мохом. Однак в умовах тривалого всебічного антропогенного навантаження, від якого потерпають степові екосистеми Голарктики, цей вид значно розширив власну субстратну приуроченість. Тут при нагоді стала висока екологічна пластичність, що з самого початку була притаманна сінтріхії. Нині кучеряві дернинки сінтріхії сільської можна зустріти на будь-яких субстратах, де накопичився невеликий прошарок пилу або пилуватого ґрунту.

В епіфітних угрупованнях міст Північного Причорномор'я *Syntrichia ruralis* є факультативним компонентом і відіграє роль звичної, але не обов'язкової, домішки.

Tortula acaulon With. R.H.Zander (*Phascum cuspidatum* Hedw., *Phascum acaulon* Lindb., *P. cuspidatum* var. *curvisetum* (Dicks.) Nees & Hornsch., *P. cuspidatum* var. *mitraeforme* Limpr., *T. atherodes* var. *curviseta* (Dicks.) R.H.Zander) - Тортуля загострена. Біоморфа - дернина рихла. Росте в степах, на степових схилах, на полях, на засоленних ґрунтах. Аридний голарктичний вид. Звичайний вид. Дернинки щільні, червонуваті, червоно-буруваті, низенькі.

Tortula lindb rgii Kindb. ex Broth. (*Pottia lanceolata* (Hedw.) Müll. Hal., *Tortula lanceola* R. H. Zander.) – Тортуля Ліндберга. Біоморфа - дернина рихла. Росте на карбонатному ґрунті на полях, в степах, на схилах, на гумусі на вапняках на черепашковому піску з вапняковою крихтою. Аридний голарктичний вид. Зустрічається спорадично. Дернинки нещільні, жовто-зелені.

Tortula modica Zander (*Pottia intermedia* (Turner) F rnr., *Gymnostomum intermedium* Turn.) - Тортуля помірна. Біоморфа – подушка мала. Росте на ґрунті в степах, в сухих сосняках, на луках, кам'яних стінах. Аридний біполярний вид. Рідкісний вид. Дернинки щільні, але мох частіше трапляється групами або поодинокими особинами.

Tortula muralis Hedw. – Тортуля мурова. Біоморфа - подушка мала. Росте на старих стінах, цегляних і бетонних тинах, на відслоненнях вапняків, піщаників, крейди. Аридний біполярний вид. Звичайний вид. Дернинки дрібні або більші, щільні, подушкоподібні, сизувато-зелені.