МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені І. І. МЕЧНИКОВА

БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА БОТАНІКИ, ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН
ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА

ВЕЛИКИЙ СПЕЦІАЛЬНИЙ ПРАКТИКУМ

БЛОК 1. БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Змістовий модуль 1. Рослинні організми

методичні вказівки до лабораторних та самостійних робіт
здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за ОПП Біологія

ОДЕСА
ВИДАВЕЦЬ С. Л. НАЗАРЧУК
2024

УДК 528.26/.29.085:581.8(075.8)
В273

Укладачі:

Ф. П. Ткаченко, доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

Ю. С. Назарчук, кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

В. П. Герасимюк, кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

Рецензенти:

Д. А. Ківганов, кандидат біологічних наук, доцент кафедри зоології, гідробіології та загальної екології ОНУ імені І. І. Мечникова

Н. А. Кириленко, кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології, здоров'я і безпеки людини та природничої освіти ОНУ імені І. І. Мечникова

Рекомендовано до друку вченою радою
біологічного факультету ОНУ імені І. І. Мечникова
Протокол № 5 від 29 грудня 2023 р.

В273 **Великий** спеціальний практикум. Блок 1. Біорізноманіття та охорона навколишнього середовища. Змістовий модуль 1. Рослинні організми : методичні вказівки до лабораторних та самостійних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за ОПП Біологія / уклад.: Ф. П. Ткаченко, Ю. С. Назарчук, В. П. Герасимюк. Одеса : Видавець С. Л. Назарчук, 2024. 46 с.

Методичні вказівки стануть в нагоді здобувачам усіх форм навчання при їх роботі під час Великого спеціального практикуму, а також при виконанні кваліфікаційних робіт за відповідною тематикою. Охарактеризовані методи як польових досліджень водоростей, грибів і лишайників, так і камеральної обробки зібраного матеріалу.

Дані методичні вказівки розроблені також з метою надання практичної допомоги здобувачам в організації їх самостійної роботи.

УДК 528.26/.29.085:581.8(075.8)

ЗМІСТ

ВСТУП 4

1. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОФІТОБЕНТОСУ 5
   1.1. Методи збору мікрофітобентосу 5
   1.2. Необхідні матеріали та обладнання 7
   1.3. Культивування водоростей 7
   1.4. Методи якісного вивчення матеріалу 9
   1.5. Методи кількісного обліку водоростей 10
   1.6. Обробка водоростей, виготовлення постійних препаратів . . . 19

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МОРСЬКОГО І ПРІСНОВОДНОГО МАКРОФІТОБЕНТОСУ 21
   2.1. Необхідні матеріали та обладнання 21
   2.2. Збір і фіксація матеріалу 22
   2.3. Обробка проб водоростей та вищих водних рослин 23

3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІХЕНІЗОВАНИХ ГРИБІВ АБО ЛИШАЙНИКІВ 24
   3.1. Необхідні матеріали та обладнання 25
   3.2. Збір матеріалу в польових умовах 26
   3.3. Виготовлення зрізів та визначення матеріалу 29
   3.4. Флористичний аналіз 30
      3.4.1. Таксономічна структура 30
      3.4.2. Типологічна структура 30

4. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ МАКРОМІЦЕТІВ 31
   4.1. Необхідні матеріали та обладнання 32
   4.2. Збір грибів і виготовлення гербарію 33
   4.3. Обробка зібраного матеріалу 34

5. ОБРОБКА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ 37

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 41
   Мікрофітобентос 41
   Макрофітобентос 42
   Лишайники 43
   Макроміцети 43

ВСТУП

Загальні відомості

Під час проведення Великого спеціального практикуму здобувачі стикаються з деякими труднощами при використанні методів як польових досліджень водоростей, грибів і лишайників, так і камеральної обробки зібраного матеріалу. У запропонованих методичних вказівках якраз і зібрані сучасні методики обробки різних систематичних груп водоростей та грибів, які стануть в нагоді.

Методичні вказівки містять: теоретичні відомості, матеріал і обладнання, методичні рекомендації зі збору і визначення певних груп рослин, рекомендовану літературу та електронні інформаційні ресурси. Запропоновані методичні вказівки також можуть бути корисними при виконанні наукових досліджень, курсових і кваліфікаційних робіт за відповідною тематикою.

Мета: ознайомлення здобувачів з основними особливостями збору і визначення різних систематичних груп водоростей, грибів-макроміцетів та лишайників.

Завдання: навчити виконувати польові збори відповідних ботанічних груп живих організмів. В камеральних умовах здобувачі повинні освоїти методи попередньої обробки матеріалу (виконання зрізів сланей, характерних кольорових реакцій гіф грибів), виготовлення тимчасових і постійних препаратів та гербарних зразків водоростей, грибів і лишайників. Заключним етапом роботи є набуття вмінь визначення досліджуваних об’єктів та проведення різнобічного флористичного аналізн.

1. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОФІТОБЕНТОСУ

Мікрофітобентос – це екологічне угруповання мікроскопічних водоростей, які мешкають на дні водойм і в обростаннях різних субстратів, що перебувають у воді. Розрізняють мешканців каміння (епілітон), обростання макрофітів (епіфітон), водних тварин (епізоон), м'яких ґрунтів (епіпелон), свердлячі водорості каміння (ендолітон), водорості, які живуть у середині інших водоростей (ендофітон), а також водорості, які живляться за рахунок інших організмів (паразити) [Водоросли…, 1989].

Мікрофітобентос відіграє важливу роль у житті водойм. Мікроскопічні водорості створюють майже четверту частину всієї органічної речовини нашої планети, в процесі фотосинтезу вони виділяють кисень і утилізують вуглекислий газ. Їх залишки створили такі корисні копалини як строматоліти, діатоміти, вапняки, крейда, нафта, лікувальні грязі тощо). Вони є первинною ланкою ланцюга живлення різних гідробіонтів. До складу мікрофітобентосу входять представники відділів: Cyanobacteriota, Heterokontophyta (Bacillariophyceae), Haptophyta, Euglenozoa, Dinoflagellata, Chlorophyta та Charophyta.

В Україні мікроскопічні водорості бентосу налічують біля 3 тисяч видів [Algae…, 2006, 2009, 2011, 2014]. Водорості мікрофітобетосу розповсюджені у всіх типах водойм: морях, річках, озерах, болотах, ставках, каналах, калюжах.

1.1. Методи збору мікрофітобентосу

Для вивчення водоростей різних систематичних груп застосовують різні методи збору. Так, діатомові водорості вивчають за допомогою діатомового аналізу. Методи збору сучасного мікрофітобентосу залежать від типу водойм, субстрату, швидкості руху і прозорості води, глибини водойми. Для збору мікроскопічних водоростей застосовують пробірки, бактеріальні печатки, невеличкі цеберки, драги, мулосос Перфільєва, донні черпаки Екмана-Берджа, Петерсена, мікробентометри та ін. На мілині з твердих субстратів поверхневу плівку обростань мікроводоростей зішкрібають за допомогою ножа. На м'яких ґрунтах (на невеликих глибинах) проби водоростей відбирають переважно мікробентометром. Донні черпаки Петерсена, використовують на глибинах більше 1 метра і з площею захоплення 0,04 м^2. Необхідно

пам'ятати, що для з'ясування якісного складу мікрофітобентосу можна знімати поверхневу плівку з будь-якого субстрату, а для кількісного аналізу – із обмежених площ (1 $см^2$, 1 $дм^2$ та ін.).

Іноді для відбору проб мікрофітобентосу застосовують легководолазне спорядження.

Для вивчення динаміки колонізації мікроводоростями твердих субстратів використовують метод скляних пластин. Для цього блоки зі скляними пластинками розміщують під водою, прикріплюючи їх до стаціонарних опор або буя, і експонують протягом певного часу (1-2 тижні, 1 місяць), потім пластинки доставляють до лабораторії і розглядають під світловим мікроскопом. Цей метод зручний через те, що не порушується зв'язок водоростей з субстратом, чого не можна досягти при вивченні водоростей на інших субстратах.

Цікавим субстратом для дослідження діатомових водоростей є льод. Для цього вирізані на водоймі шматки льоду, наприклад, площею 0,04 $м^2$ доставляють в лабораторію і розтоплюють при кімнатній температурі. Мікроводорості обростань льоду відділяють від води, фільтруючи її через мембранні фільтри з діаметром пор 1,45 мкм з використнням колби Бунзена і насосу Камовського.

Роль водоростей у живленні прісноводних і морських риб з'ясовують, аналізуючи вміст їх шлунку. Водорості-епізоонти досліджують на стулках молюсків (рапан, мідій), зішкрібаючи їх з досліджуваної поверхні. Таким же чином досліджують водоростеві обростання шкіри мертвих морських ссавців (наприклад, китів і дельфінів) [Герасимюк та ін., 2011].

Для відбору глибоководних морських осадів застосовують донний черпак «Океан-50».

Увесь зібраний матеріал розподіляють на дві частини. Одну частину вивчають у живому, іншу – у фіксованому стані. Живий матеріал розміщують у стерильний скляний посуд, наприклад, у плювальниці. Для збереження водоростей у живому стані в польових умовах проби загортають у вологий папір і розміщують у поліетиленових пакетах. Якщо проби розглядають у день збору, то їх можна не фіксувати. Усі зібрані проби обов'язково етикетують. Етикетки слід писати на білому цупкому папері або картоні, бажано простим олівцем. В етикетках обов'язково вказують дату, місце відбору проб, назву станції полігону, тип субстрату, глибину водойми. Цю ж інформацію заносять і до щоденника, додаючи відомості про напрямок вітру, солоність,

температуру, pH води, колір ґрунту і води. За необхідності фотографують місця відбору проб.

1.2. Необхідні матеріали та обладнання

Водорості фіксують з використанням розчину 4 % формаліну, 70 % етилового спирту, йоду з йодидом калію та ін. Якщо проби відбирають з метою проведення цитологічних досліджень, застосовують більш тонкі фіксатори, наприклад, розчин Буена (суміш із 15 $см^3$ розчину пікринової кислоти, 5 $см^3$ 40 % формаліну і 1 $см^3$ крижаної оцтової кислоти) чи Флемінга (90 $см^3$ дистильованої води, 5 $см^3$ крижаної оцтової кислоти і 70 $см^3$ 1 % хромової кислоти). Для морських планктонних діатомових водоростей застосовують фіксатор, який складається із суміші: 8 частин морської води, 1 частина 40 % формаліну і 1 частина крижаної оцтової кислоти. На практиці частіше всього для фіксації альгологічних проб використовують 4 % розчин формаліну у воді (1/10 частина 40 % формаліну на кожну пробу). Альтернативним фіксатором для короткотермінового зберігання проб (до двох тижнів) є розчин Люголю кольору міцного бренді. Можливе короткотермінове зберігання живого матеріалу (впродовж тижня) в холодильнику за глибокої заморозки (-18 °С). Проби діатомових водоростей зберігають у так званих діатомотеках або у фіксованому вигляді, або у вигляді постійних препаратів. Іноді в наукових установах зберігають і живі культури водоростей.

1.3. Культивування водоростей

Зібраний у природі живий альгологічний матеріал є джерелом отримання змішаних і чистих культур водоростей. Такі культури зберігають в лабораторії або на підвіконнні, або в спеціальних кімнатах зі штучним освітленням. Увесь посуд, який застосовується при культивуванні водоростей, ретельно миється і стерилізується в автоклавах при підвищених температурах. Для культивування водоростей застосовують тверді або рідкі живильні середовища. Основою для твердих середовищ є фікоколоїд – агар-агар. Для виділення окремих організмів використовують піпеточний метод – виловлювання окремих клітин, колоній та ниток водоростей за допомогою піпетки Пастера з тонко відтягнутим кінцем. Цю роботу виконують під бінокулярною лупою або за малого збільшення світлового мікроскопа.

Виловлені водорості послідовно переносять з однієї краплі живильного середовища до іншої до тих пір, поки в краплі не залишиться знайдена водорість без сторонніх домішок. Потім водорість переносять до ємності зі стерильним живильним середовищем і виставляють її під розсіяне або штучне освітлення [Водоросли…, 1989].

Більш зручним є метод агарових пластинок. Суть його полягає в тому, що для культивування водоростей у якості живильного середовища використовується 0,5-2 % розчин агар-агару.

Нарощування водоростевої плівки здійснюють при вивченні мікрофітобентосу піщаних і мулистих ґрунтів. Для цього на дно чашок Петрі поміщають вологий ґрунт і зверху на його поверхні розміщують накривні скельця. Чашки Петрі експонують на підвіконні в умовах природного розсіяного освітлення протягом 1-4 тижнів.

Для вивчення водоростей в лабораторії використовують світлові бінокулярні лупи та якісні світлові мікроскопи. Для вивчення клітин і стулок панцирів водоростей застосовують водну і масляну імерсії. Іноді для визначення живих і мертвих клітин водоростей застосовують люмінесцентний світловий мікроскоп, наприклад PZO (Польща). Розміри клітин водоростей визначають за допомогою окуляр-мікрометра.

В останній час для вивчення панцирів діатомових і динофітових водоростей все частіше використовують електронний мікроскоп, збільшення і роздільна здатність якого в десятки і сотні разів перевищує подібні якості оптичного мікроскопу. Існує два типи електронної мікроскопії: трансмісійна (ТЕМ) і скануюча (СЕМ). ТЕМ дає уявлення про внутрішню будову клітини водорості, СЕМ – про зовнішню поверхню панцирів, стулок водоростей, спор, це так зване об'ємне зображення. Вивчення структури панцирів і стулок діатомей проводять у трансмісійних електронних мікроскопах, наприклад, марок «JSM-100», «Htachi-300» (Японія), а скануючих – «ISM-25S», «ISM-35S» (Jeol, Японія).

1.4. Методи якісного вивчення матеріалу

Зібраний матеріал у лабораторії розміщують у чашки Петрі. При цьому звертають увагу на тип субстрату, його колір і колір водоростей та визначають гранулометричний склад грунту. Потім виготовляють тимчасові водні препарати. Розглядаючи водорості, звертають увагу на їх тип організації, морфологічну диференціацію слані, тип колоній, колір і будову клітин, їх рухливість, характер прикріплення епіфітів до макрофітів, характерні особливості видів тощо.

Пряме мікроскопіювання здійснюють при вивченні мікроскопічних розростань, цвітіння піску та при визначенні чисельності і біомаси водоростей. Це дає змогу побачити водорості *in situ,* визначити життєві форми домінантів, деякі аспекти їх морфології, в багатьох випадках провести ідентифікацію на рівні роду, а деяких синьозелених, динофітових і зелених – навіть на рівні виду [Костіков та ін., 2006]. Для з'ясування співвідношення живих і мертвих клітин водоростей використовують метод люмінесцентного аналізу. При цьому живі клітини світяться яскраво-червоним, відмираючі – рожево-червоним або бордовим, мертві – зеленим кольором.

Для вивчення і фотографування стулок діатомей в ТЕМ їх відмиті екземпляри наносять на предметні сіточки, на які попередньо наносять плівки-підкладки, виготовлені з нітроцелюлози з використанням 1,5% розчину колодію в амілацетаті.

Для дослідження водоростей на СЕМ попередньо оброблений матеріал за допомогою піпетки наносять на поверхню об'єктотримача (латунні шайби відповідної висоти) Об'єктотримачі з нанесеним матеріалом після висихання поміщають у прилад для іонного випаровування IEC-1100. Для напилювання використовують золото високої проби (999,9). У разі відсутності золота можна також використовувати для напилювання такі метали як платина або паладій. Якщо не потрібно тривало зберігати напилені препарати, то можна обійтися менш коштовними металами (Ag, Cu, Al). Напилені зразки розглядають і фотографують при збільшенні 2-22 тис. разів і прискорюючих напругах електричного струму 15 і 25 кВ.

До вимірювання водоростей визначають ціну поділу лінійки мікрометра за допомогою об'єкт-мікрометра і окуляр-мікрометра. Зарисовку водоростей здійснюють простим олівцем або рисувальним апаратом. Масштаб малюнку – його 1 мм приблизно повинен

дорівнювати 1 мкм розміру досліджуваного об'єкта. Фотографують водорості цифровими фотоапаратами. (фотокамерами, пов'язаними з комп'ютером). Фотографування іноді здійснюють також за допомогою плівкового дзеркального фотоапарата і фотонасадки «МФН-12». При фотографуванні використовують чутливі негативні фотоплівки марок «Мікрат-200» і «Мікрат-300». Витримки фотоапарата встановлюють пробним шляхом. При проявлені негативних плівок «Мікрат-200» і «Мікрат-300» використовували проявник Д-76.

Визначення мікроскопічних водоростей здійснюють за визначниками, атласами і монографіями вітчизняних і закордонних вчених [Визначник прісноводних водоростей України, 1938-1993; Царенко, 1990; Witkowski et al., 2000]. Крім цих визначників застосовують монографії, які присвячені планктонним водоростям [Прошкина-Лавренко, 1955]. Сучасні латинські назви і синоніміку водоростей уточнюють за наступними монографіями [Algae of Ukraine, 2006, 2009, 2011, 2014]. Крім того, для уточнення сучасних назв водоростей використовують базу даних Algaebase [http://www.algaebase.org/].

1.5. Методи кількісного обліку водоростей

До них належать визначення чисельності і біомаси водоростей. Кількісний підрахунок мікроскопічних водоростей здійснюють звичайним розрахунковим методом із застосуванням штемпель-піпеток (0,1 $см^3$) і рахункових камер Горяєва. Розрахунок чисельності водоростей у пробах бентосу і перифітону ведуть на 10 $см^2$ поверхні субстрату за формулою:

$$N = 10nv10/s, \text{ де}$$

N – кількість організмів на 10 $см^2$ поверхні субстрату;

n – чисельність організмів у розрахунковій краплі води об'ємом 0,1 $см^3$;

v – об'єм проби ($см^3$);

s – площа перерізу трубки в мікробентометрі (для бентосних проб) або площа поверхні субстрату, з якого змиті водорості (для проб обростань, $см^2$).

При вивченні епіфітних водоростей їх чисельність, крім того, розраховують на 1 г сирої маси рослини-субстрату за формулою:

$$N = 10nv / P, \text{ де}$$

N – кількість організмів на 1 г сирої маси рослини-субстрату;
n – кількість організмів у прорахованій краплі води об'ємом 0,1 $см^3$;
v – об'єм проби ($см^3$);
P – сира маса (г) рослини-субстрату, з якого були змиті епіфіти.

Біомасу мікроскопічних водоростей визначають за допомогою рахунково-об'ємного методу. Для цього необхідно мати дані про чисельність водоростей у кожній даній пробі для кожного виду, а також їх середні об'єми. Наразі існують різні методи визначення об'єму тіла водоростей. Найбільш точним вважається стереометричний метод, при використанні якого тіло водорості прирівнюється до якого-небудь геометричного тіла або комбінації таких тіл. Об'єми водоростей вираховують за відомими в геометрії формулами на основі лінійних розмірів конкретних організмів. Іноді використовують готові, які були вираховані раніше середні об'єми тіла для різних видів водоростей, наведені в роботах багатьох дослідників. Відповідну густину води прісноводних водоростей приймають звичайно за 1,0-1,05, гіпергалобних – за 1,1-1,2. Біомасу спочатку вираховують для кожного виду водоростей окремо, а потім складають. Сиру біомасу розраховують за формулою:

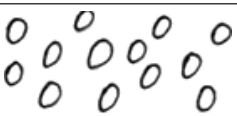
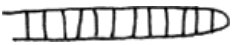
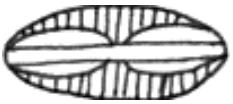
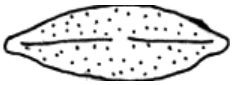
$$B = NP, \text{ де}$$

N – чисельність даного виду водоростей;
P – вага клітини (мг).

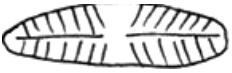
Рахунково-об'ємний метод визначення біомаси водоростей широко використовують у практиці гідробіологічних досліджень. Нижче наводимо дані стосовно об'ємів і мас клітин деяких видів водоростей з придунайських озер України (*табл. 1*).

Таблиця 1

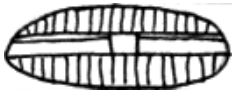
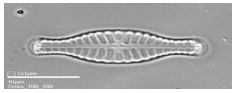
Середні розміри, об'єми і вага клітин водоростей мікрофітобентосу (на прикладі придунайських озер)

Назва виду	Сер. довжина, мкм	Сер. ширина, мкм	Сер. товщина, мкм	Вид клітини з боку стулки і пояска	Об'єм клітини, мкм^3	Вага клітини, мг*10^{-6}
1	2	3	4	5	6	7
Cyanoprokaryota						
Merismopedia glauca		d=5			1046	1
Microcystis aeruginosa	d=5				кл = 65 кол. = 6540	кл = 0,065 кол.= 6,5
Oscillatoria limosa	425	3	3		3002	3
Bacillariophyta						
Achnanthes brevipes					4643	4,6
Amphora ovalis	58	23	10		13806	14
Anomoeoneis sphaerophora	125	40	15		75000	75
Aulacoseira granulata	h=22	d=14			3384	3
Bacillaria paxilifera	129	7	10		9030	9
Brebissonia lanceolata	48	12	9		5184	5

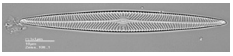
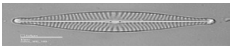
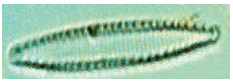
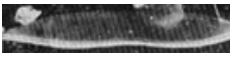
продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Caloneis amphisbaena	71	24	15		25560	25
C. bacillum	34	8	5		1360	1
C. shumaniana var. biconstricta	73	14	10		10220	10
C. silicula	56	13	8		5824	6
Cocconeis placentula	20	13	7		1820	2
Cosmioneis pusilla	44	15	10		6600	7
Craticula cuspidata	102	25	20		51194	51
Ctenophora pulchella					4113	4
Cyclotella meneghiniana	d=16		9		1808	2
Cymatopleura elliptica	136	66	9		81575	82
C. librile	94	21	10		20456	20
Cymbella helvetica	107	21	10		23017	23
C. neocistula	75	25	8		15000	15
Diatoma vulgare var. *lineare*	40	4	4		640	1
Diploneis elliptica	28	19	10		5320	5

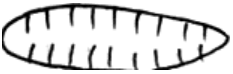
продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
D. smithii	29	16	8		3596	4
Encyonema prostrata	24	10	7		1680	2
Epithemia adnata	88	22	7		13938	14
E. sorex	20	8	8		1280	1
Gomphoneis olivaceum	55	6	20		6380	6
Gophonema truncatum	19	7	5		665	1
Gyrosigma attenuatum	221	25	20		110500	111
G. fasciola	178	10	10		7800	8
G. kuetzingii	75	82	8		7200	7
G. spenceri	73	13	10		9855	10
Hyppodonta capitata	24	5	5		624	1
Melosira varians	d=17	h=20			4537	4
Navicula cryptocephala	22	5	5		562	1
N. menisculus	45	15	5		3375	3
N. poregrina var. kefvigensis	48	12	10		5760	6

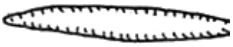
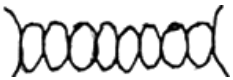
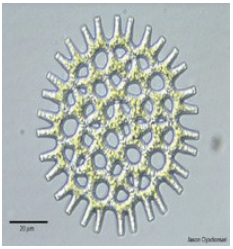
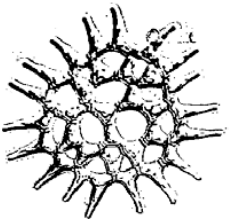
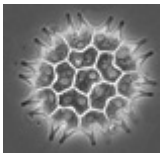
продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
N. radiosa	68	11	7		4729	5
N. rhynho-cephala	42	10	10		4200	4
N. salinarum	26	8	8		1560	2
Nitzschia acicularis	187	9	9		4503	5
N. frustulum	45	5	5		1147	1
N. hybrida	56	8	7		3136	3
N. longissima	350	11	10		5800	6
N. recta	105	6	12		7560	8
N. sigma	390	13	12		59904	59
N. sigmoidea	425	14	15		89250	89
N. vermicularis	147	9	5		6321	6
Pinnularia gibba	85	12	10		10200	10
P. major	160	30	12		57600	58
P. viridis	105	18	10		19008	19
Placoneis gastrum	26	10	6		1560	2
Pleurosigma angulatum	112	18	9		19563	20

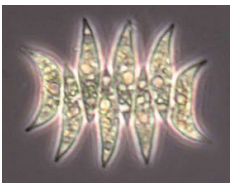
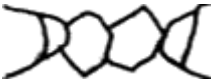
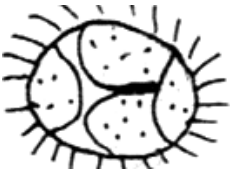
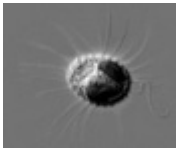
продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Pleurosira laevis	d=28	h=51			31387	31
Rhoicosphe-nia abbreviate	34	6	8		1530	2
Rhopalodia adnata	49	12	10		5880	6
R. musculus	37	15	5		2812	3
Stephano-discus rotula	d=10	h=6			471	0,5
Surirella biseriata	100	30	15		47250	47
S. brebissonii var. kuetzingii	20	12	10		2400	2
S. copronii	175	75	10		131250	131
S. linearis	175	32	7		39812	40
S. ovalis	81	34	8		21853	22
S. robusta var. splendida	80	34	9		24480	25
Tabularia fasciculata	114	7	6		4925	5
Thalassiosira parva	d=15	10			1766	2
Tryblionella acuta	425	17	15		108375	108

продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
T. angustata	56	8	10		4760	5
T. apiculata	41	6	5		1127	1
T. gracilis	68	15	15		15300	15
Ulnaria ulna	93	5	6		2790	3
Chlorophyta						
Desmodesmus communis	14	кл=5 ц.=50			2800	3
Desmodesmus opolitensis	20	5	5		2000	2
Pediastrum duplex	d=50				65416	65
Pediastrum simplex var. echinulatum	d=93				420946	421
Pseudo-pediastrum boryanum	d=60				113040	113
Scenedesmus ellipticus	14	7	5		1960	2

продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
S. falcatus	18	5	5		1980	2
S. helveticus	17	кл. = = 6 цеп = = 17	5		2040	2
S.oahuensis	19	6	5		2280	2
Stauridium tetras	d=25				8177	8
Volvox globator	d=85				321392	321
Chrysophyta						
Mallomonas acaroides	58	42			110911	111
Mallomonas helvetica	51	39			59670	60

Вуглецеву біомасу водоростей розраховують за формулами Стратмана [Водоросли…., 1989], враховуючи їх систематичне положення:

$$Bc = B*C/ V,$$

де для діатомових водоростей $C/V=0,38*V_{кл}^{-0,242}$; для водоростей з інших відділів – $C/V=0,35*V_{кл}^{-0,134}$; $V_{кл}$ – об'єм клітини.

Продукцію мікрофітобентосу вираховують за допомогою методу кисневих скляних банок.

1.6. Обробка водоростей, виготовлення постійних препаратів

Частіше за все для виготовлення постійних препаратів з водоростей застосовують гліцерин-желатинове середовище. Для цього 1 ч. желатина настоюють у 6 ч. дистильованої води протягом декількох годин, потім додають 7 ч. чистого гліцерину і кристалик антисептику тимолу або карболової кислоти. Суміш нагрівають на водяній бані, перемішуючи скляною паличкою до повного розчинення желатину. До осаду додають сирий яєчний білок і фільтрують через паперовий фільтр. Отримане гліцерин-желатинове середовище повинно бути прозорим. Для застосовування середовища його розтоплюють на водяній бані. Спочатку водорості розміщують у гліцерині, а потім їх переносять у розтоплену на предметному склі краплю гліцерин-желатинового середовища та зверху накривають накривним скельцем. Також для виготовлення постійних препаратів можна використовувати канадський бальзам і синтетичні смоли [Водоросли…, 1989].

Особливі методи застосовують для вивчення діатомових водоростей, систематика яких базується на будові кремнеземового панцирю. Для цього з живих клітин видаляють протопласт шляхом звичайного або хімічного випалювання. Якщо діатомові водорості фіксовані, то їх спочатку відмивають від фіксатора дистильованою водою з трьохкратним центрифугуванням. Після цього, для звільнення клітин водоростей від карбонату кальцію, до матеріалу доливають 10 % розчин соляної кислоти. Через деякий час, коли перестануть виділятися пухирці газу, пробу знову промивають дистильованою водою з 3-и кратним центрифугуванням. Потім пробу заливають концентрованою сірчаною кислотою і витримують 1 добу. Наступного дня пробу

освітлюють, додаючи в розчин декілька кристаликів біхромату калію, після чого її знову промивають дистильованою водою з 5-кратним центрифугуванням.

Іноді використовують і іншу методику для видалення органічної складової з клітин діатомових водоростей. Для цього 0,2-0,4 г персульфату калію ($K_2S_2O_8$) додають до 5 мл добре промитої проби і поміщають її на 6-8 годин на піщану баню з температурою 333-363 °К.

Постійні препарати з очищеними стулками діатомових водоростей виготовляють таким чином. На накривне скельце піпеткою наносять декілька крапель обробленої проби і висушують їх. На предметне скло наносять одну або декілька гранул смоли Ельяшева, яку розтоплюють нагріванням скла на спиртівці або електричній плитці і накривають покривним скельцем стороною з висушеною пробою. Обережно натискають пінцетом на покривне скельце, видаляючи повітряні пухирці з постійного препарату. Після охолодження препарату на його поверхню наклеюють етикетку. На етикетках вказують назву водойми, дату, місце збору проб і тип субстрату. Запропонований метод застосовується для обробки бентосних і перифітонних проб.

Для виготовлення смоли Ельяшева використовують заздалегідь очищений перегонкою анілін. Для цього 100 $см^3$ аніліну наливають у пляшку об'ємом 0,5 л і додають 100 $см^3$ 40% формаліну, накривають гумовою або притертою скляною пробкою і збовтують протягом 30-40 хвилин. При цьому пляшку охолоджують під струменем води (реакція екзотермічна). Коли виділення тепла стане повільнішим, продовжують збовтування до створення пружної грудки тістоподібної консистенції. Отриману масу переносять у термостійкий хімічний стакан об'ємом 1 л, додають 16 $см^3$ крижаної оцтової кислоти, стакан ставлять на азбестовій прокладці на електричну плитку і підігрівають. Спочатку рідина піниться і жовтіє, потім стає прозорою. Нагрівання смоли триває 3-4 години. Цей процес необхідно проводити або на подвір'ї, або у витяжній шафі. Для визначення міри готовності смоли її краплю скляною паличкою переносять на предметне скло – вона не повинна розтікатися. Далі краплями смолу наносять на скляну пластинку, після їх застигання краплі (3-4 мм) відокремлюють скальпелем і зберігають у скляній банці з притертою пробкою. Після охолодження смола повинна бути світло-бурштинового кольору, твердою, крихкою і легко відокремлюватися від скла скальпелем. За один раз можна приготувати 50 г смоли, яку можливо використати для декількох сот постійних

препаратів. Середовище повинне мати коефіцієнт заломлення (n) більше, ніж 1,6 (цьому відповідають середовища Ельяшева (n = 1,67-1,68), Pleurax (1,75-1,77), Hyrax (1,71), Naphrax (1,71), але не Styrax (1,58)). Для обробки планктонних діатомових водоростей використовується інша методика. Зокрема, 50 % розчин пероксиду водню додають до краплі проби і витримують її півгодини, після чого стулки діатомових водоростей відмивають дистильованою водою від пероксиду. Цей метод з точки зору екології водоростей більш чистий для оточуючого середовища, ніж використання мінеральних кислот.

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МОРСЬКОГО І ПРІСНОВОДНОГО МАКРОФІТОБЕНТОСУ

Використання водоростей та вищих водних рослин в екологічному моніторингу морських і прісноводних акваторій є загальновідомою практикою [Дубина та ін., 1993; Баринова та ін., 2006].

Це обумовлено тим, що водорості, як вихідна ланка ланцюга живлення, приймають активну участь в трансформації речовин та енергії, а тому вони першими реагують на зміни екологічного стану водного середовища. В морях Світового океану водорості-макрофіти зосереджені в основному на прибережному мілководді, яке зазнає найбільшого антропогенного впливу, а тому їх роль в підтриманні тут екологічної рівноваги значно посилюється.

Макрофітобентос представлений як однорічними видами (більшість), так і багаторічними [Водоросли…, 1989]. Це представники таких відділів водоростей як Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, Charophyta та Xanthophyta (рід *Vaucheria*), а також вищі водні рослини. Стан деяких багаторічних видів водоростей дає інтегрований відгук на багаторічний вплив несприятливих чинників. Такою ж функцією наділені і деякі фітоценози водоростей, наприклад, *Cystoseira, Phyllophora, Ulva, Chara* та вищих водних рослин – *Zostera, Potamogenon, Phragmites* та інші.

Угруповання макрофітів вивчають за морфометричними показниками, флористичним складом, чисельністю та біомасою. Досліджують кореляційні зв’язки між цими показниками та якістю субстрату, солоністю, освітленням, гідродинамікою, концентрацією поживних речовин і полютантів. Макрофітобентос використовують

для оцінки екологічного стану водних екосистем як у короткостроковій стрес-реакції, так і в довгостроковій перспективі змін за дії постійних негативних чинників.

2.1. Необхідні матеріали та обладнання

Для зрізання макрофітів з твердих субстратів на прибережному мілководді можна користуватися прямокутним металевим шкребком зі скошеною загостреною гранню. На протилежному від цієї грані боці скребка кріпиться держак потрібної довжини. На рамці скребка за допомогою отворів прикріпляють мішечок для вловлювання зрізаних водоростей (*рис. 1*).

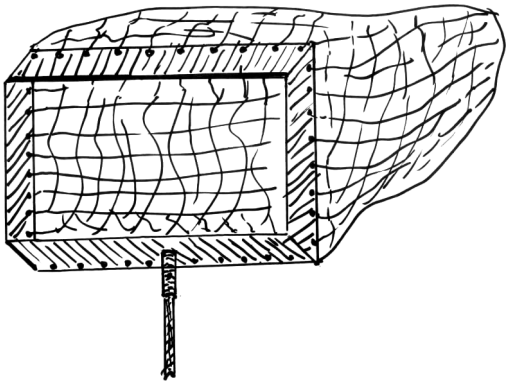


Рис. 1. Зовнішній вигляд скребка для відбору проб водоростей-макрофітів

У прісноводних водоймах з цією метою можна використовувати звичайні граблі з закріпленим на них шматком металевої сітки з розміром чарунки 0,25-1 см^2. Ця робота виконується у високих (рибальських) гумових чоботях або гідрокостюмі.

На більших глибинах при роботі з човна або судна для відбору макрофітів використовують дночерпаки «Петерсена» з площею захоплення 0,1 м^2 або «Океан» – 0,25 м^2, а також драгу. Для підводного спостереження за донною рослинністю використовують легководолазне спорядження (маску). У прісноводних водоймах з невисокою прозорістю води можна використовувати засклену з обох боків пластикову трубу (довжиною близько 1,5 м і діаметром 10 см) – гідроскоп. Один її кінець

обважнюють металевим кільцем (пластиною свинцю). Розподіл донної рослинності можна фільмувати за допомогою підводної кінокамери.

Для кількісного обліку макрофітів використовують рамки розміром 10 х 10 см, 20 х 20 см або 20 х 40 см. Інколи на заростях вищих водних рослин використовують облікову раму 100 х 100 см. Під час флористичних досліджень необхідно мати з собою щоденник, чорнові етикетки, простий олівець, ручку, необхідний запас тари (полімерних пакетів).

2.2. Збір і фіксація матеріалу

Зібрані зразки водоростей (вищих водних рослин) переносять у посуд (поліетиленовий пакет), куди вкладають тимчасову етикетку з інформацією про дату, місце збору (№ станції) і його особливості, прізвище того, хто зібрав. Цю ж інформацію заносять і до щоденника. За необхідності на місці проводять фотозйомку. Якщо був короткостроковий виїзд (одноденний), то зібраний свіжий матеріал доставляють у лабораторію і зберігають у холодильнику. У тому випадку, коли ця робота виконується протягом більшого часового терміну, зібрані зразки макрофітів зразу ж фіксують у відповідних ємностях 4% розчином формальдегіду. Також для довготривалого зберігання зразків можливе їх заморожування у морозильних камерах. Вищі водні рослини зразу ж можна закладати до польової гербарної папки.

2.3. Обробка проб водоростей та вищих водних рослин

Зібрані зразки шляхом промивання у чистій воді звільняють від сторонніх домішок (піску, битих черепашок, мулистих часточок тощо). Потім водорості переносять до кювети з невеликою кількістю води і за допомогою пінцета сортують за окремими видами, які переносять в чашки Петрі. Ідентифікують водорості, використовуючи визначники для морських [Ткаченко, 2011; Milchakova, 2011] і прісноводних [Визначник…, 1988, 1979, 1991, 1993; Определитель…, 1980] водоростей та квіткових рослин [Определитель…. 1987].

Слані деяких видів червоних і харових водоростей інкрустовані вапном, або ж вони живуть у вапнякових породах (свердлячі водорості). Для їх достовірного визначення необхідно провести декальцинування цих водоростей Зазвичай, це роблять за допомогою молочної кислоти,

а в разі її відсутності використовують соляну кислоту. Розчинити вапно у морських кіркових червоних водоростей можна також за допомогою реактиву Мейсона: 4 частини 10 % HNO_3 + 3 ч. 70 % C_2H_5OH + 3 ч. 0,5 % CrO_2. Потім матеріал підсушують і роблять зрізи.

Водорості кожного виду зважують окремо, щоб оцінити їх вклад у формування біомаси певних донних фітоценозів. У вищих водних рослин окремо зважують кореневищну і стеблову частини. Перед зважуванням підраховують кількість екземплярів сланей водоростей (якщо це можливо) та вищих водних рослин.

Із зібраних зразків водоростей і вищих водних рослин потрібно також виготовляти гербарій, який є документальним підтвердженням флористичних знахідок. Для цього слань водоростей переносять у широку ванночку з водою, потім занурюють під слань потрібного розміру лист цупкого паперу. Водорість дбайливо розправляють на папері і обережно виймають із води, підсушують і закладають під ботанічний прес для кінцевого висушування. Перед цим гербарний зразок водорості зверху слід вкрити поліетиленовою плівкою щоб уникнути прилипання водорості до сушильної «рубашки». Папір з висушеними екземплярами водоростей приклеюють на стандартні гербарні листи і закріплюють на них заповнену етикетку. Вищі водні рослини висушують таким же чином, як і наземні рослини, а потім монтують на стандартні гербарні листи.

Загальна біомаса рамки (площадки) представляє собою суму біомас видів, які в ній виявлені. На кожній станції беруть 3-5 площадок і для них вираховують середню величину біомаси. Для перерахунку біомаси в г/м^2 потрібно врахувати розмір площадки (рамки) і середню величину проективного покриття макрофітами дна в районі дослідження (станції).

3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІХЕНІЗОВАНИХ ГРИБІВ АБО ЛИШАЙНИКІВ

Ліхенізовані гриби (лишайники) – це організми, в яких поєднано в мутуалістичному співіснуванні автотрофні фікобіонти-водорості і гетеротрофний мікобіонт-гриб. Взаємовідносини гриба з водорістю визначають як симбіотрофні, причому симбіотрофізм привніс істотні зміни в метаболізм обох організмів, що призвело до утворення нових форм таломів, які відрізняються від вільноживучих видів грибів та водоростей.

Симбіотичні взаємовідносини між грибами та водоростями можуть мати антагоністичний, мутуалістичний характер або характер коменсалізма, причому, з віком лишайника тип взаємовідносин може змінюватися.

Мікобіонти лишайників відносяться переважно до відділу Ascomycota (зокрема, до представників порядків Lecanorales, Lichinales, Peltigerales та ін.), а в деяких випадках – до відділу Basidiomycota. Фікобіонт переважно представлений зеленими або синьозеленими водоростями. Мікобіонти традиційно розглядають у складі грибів, але особливості їх морфології, екології та біохімії істотно відрізняються від інших аскоміцетів, тому для зручності ліхенізовані гриби виділяють як окрему екологічну групу.

Розрізняють три основні життєві форми слані лишайників: накипну – у вигляді кірки, зернистого або пилуватого нальоту; листувату – у вигляді лопатевих чи розрізаних платівок різної форми та розміру; кущисту – у вигляді прямостоячих чи звисаючих, розгалужених або нерозгалужених кущиків. Крім того, є ряд перехідних форм від одного типу слані до іншого. Лишайники можна побачити на ґрунті, стовбурах дерев, камінні, створених людиною об'єктах. Зазвичай слань лишайника розвивається на поверхні субстрату (епіфітні, епілітні, епігейні); рідше вона занурена в субстрат (ендофітні, ендолітні, ендогенні). У випадку, коли слань занурена, на поверхні субстрату помітні лише плодові тіла.

У зв'язку із значним поширенням лишайники відіграють важливу роль у природі як продуценти біомаси, поселяючись на гірських породах, вони сприяють їх вивітрюванню, а після відмирання утворюють невелику кількість гумусу, на якому можуть оселятися інші рослини. Лишайники є укриттям та їжею для багатьох безхребетних тварин, крім того, ними живляться і деякі хребетні. Насамперед вони є цінним кормом для північних оленів. Людина також використовує лишайники в господарській діяльності: в їжу; з лишайників добувають спирт, лакмус; як сировину для парфумерної промисловості; в медицині. Лишайники використовують у так званих ліхенометрії та ліхеноіндикації. Ліхеноіндикація основана на чутливості лишайників до атмосферного забруднення. За видовим складом, рясністю, частотою трапляння та швидкістю росту лишайників визначають міру забруднення повітря. У ліхенометрії приймають до уваги розмір слані лишайника, яка завдяки тривалому життю та постійній швидкості росту дає можливість визначити вік гірської породи, час відступу льодовика або час будівництва споруд.

3.1. Необхідні матеріали та обладнання

Для виявлення і відбору зразків лишайників в польових умовах необхідна лупа, гострий ніж, зубило, молоток та маленька сокира. Зубило й молоток потрібні, щоб відбивати з твердого субстрату шматки породи з лишайниками, також за допомогою ножа та сокири збирають зразки з кори дерев. Зібрані лишайники закладають в гербарні папки, різноманітні невеликі коробки чи пластикові банки, етикетують, а потім, після підготовки, зразки розміщують у картонні коробки.

При визначенні лишайників у камеральних умовах використовують бінокулярну лупу та світловий мікроскоп з об'єктивами, що дають збільшення від 8 до 90 та окулярами від ×7 до ×15 з окуляр-мікрометром. Для виготовлення мікроскопічних препаратів потрібно мати гострі леза, предметні та накривні скельця, препарувальну голку, фільтрувальний папір, воду, наступні розчини реактивів.

Реактив К – 10 %-ний розчин KOH у воді. Цей реактив найчастіше використовують у ліхенології. Позитивну реакцію відмічають як «К+ жовтий» або «К+ червоний», негативну – як «К–».

Реактив С – концентрований водний розчин гіпохлориду кальцію – $Ca(ClO)_2$, останнім часом його замінюють будь-яким хлорвмістним побутовим відбілювачем (наприклад, «Білизна»). Слід пам'ятати, що з часом реактив розкладається за доступу повітря. Наявність або відсутність кольорової реакції позначають як С+ або С-. У деяких видів лишайників використання лише С-реактиву не викликає кольорової реакції, так само як і застосування лише К-реактиву. Іноді кольорова реакція виявляється лише в тому випадку, якщо спочатку слань змочити К-, а потім зразу ж С-реактивом. Подібна реакція позначається як КС+ з зазначенням кольору.

Реактив J – розчин J у KJ (реактив Люголя). Цей реактив широко використовується для вивчення апікальних структур сумок гриба. Реактив дає синє забарвлення, яке іноді може змінюватися на червоно-буре або зеленувате чи буро-жовте. Наявність або відсутність забарвлення позначається J+ або J-. Часто для виявлення гіменіальних структур стандартний розчин Люголя розводять дистильованою водою у 2 рази.

Реактив Р – розчин парафенілендіаміна – $C_6H_4(NH_2)_2$. При роботі використовують його спиртовий розчин (0,1 г реактиву на 5 мл 95% спирту) або насичений розчин парафенілендіаміну в тіосульфаті ($Na_2S_2O_3$). Позитивну реакцію відмічають як «Р+» або «Pd+», негативну – «Р–» або «Pd–». Розчин парафенілендіаміну використовують лише

протягом однієї доби, оскільки він швидко руйнується на повітрі, тому перед проведенням аналізу необхідно готувати свіжий розчин. Розчин токсичний, має канцерогенні властивості, швидко всмоктується через шкіру, тому працювати необхідно в гумових рукавичках, ретельно дотримуючись правил техніки безпеки.

Іноді використовують такі реактиви як HNO_3, NH_3, H_2SO_4, HCl для деяких інших кольорових реакцій.

3.2. Збір матеріалу в польових умовах

Збір лишайників в польових умовах – основа подальшого вивчення їх різноманіття, особливостей поширення на території, стану ліхенобіоти та використання в біомоніторингу. Експедиційний маршрут повинен враховувати біокліматичні, геоморфологічні та геологічні особливості досліджуваної території і включати всі можливі місця існування лишайників. Слід звертати увагу не тільки на макроформи лишайників, але й на мікролишайники, яких більше половини у ліхенобіоті певних територій.

При дослідженні лишайників необхідно вести польовий щоденник, де, окрім інформації про місце, дату, особливості території, слід вказувати і такі деталі, як освітлення, особливості мікроклімату та мікрорельєфу. Необхідно також зазначати координати місць збору зразків за допомогою навігатора, наприклад, GPS Garmin.

В ході експедицій зразки відбирають з різних субстратів: гірських порід, ґрунту, рослинних решток, мохів, з кори дерев, кущів і напівчагарників, кісток, а також антропогенних субстратів – бетону, шиферу та ін. Збираючи зразки, слід враховувати орієнтацію щодо сторін горизонту та специфічні екологічні умови (затіненість, вологість тощо). Оскільки різні види лишайників можуть бути приурочені до певного мікро- та, навіть, нанорельєфу, то слід уважно обстежувати різноманітні субстратно неоднорідні еконіші.

При збиранні лишайників з твердого субстрату зручніше всього відділяти зразки, що ростуть біля його краю. Якщо необхідно зібрати екземпляр, що росте не з краю каменя, потрібно зубилом попередньо видовбати навкруги слані заглибину. Необхідно відбивати по змозі тонші шматки каменя і саме такі, щоб на них була або ціла слань, або з достатньо важливими для визначення частинами лишайника: край слані, підслань, плодові тіла та ін. При проведенні моніторингових робіт

з лишайниками, особливо на території міста, слід обов'язково залишати частину їх талому в природному стані для його відновлення. Залучати до гербарію слід по можливості невеликі шматки твердих субстратів і тонкі зрізи кори з відповідними видами лишайників. З порід, що мають тверду товсту кору, зручніше зрубувати зразки сокирою, або ножем та молотком: приставити ніж лезом до дерева, та, легко постукуючи по ньому молотком, зрізати поверхневий шар кори разом зі сланню (намагаючись не пошкодити камбій). Епігейні види збирають, зрізуючи поверхневий шар ґрунту.

У польових умовах зразки лишайників збирають або у спеціальні гербарні пакети з цупкого паперу (*рис. 2*), або загортають у м'який папір і потім розміщують у невеликі коробки чи пластикові банки, в залежності від ламкості субстрату. Такі ємкості зручні для ламкого матеріалу та невеликих зразків, оскільки він не руйнується при транспортуванні. Бажано в один пакет або коробку поміщати зразки з одного локалітету (точніше – субстрато-екотопу) – з однієї ділянки стовбуру, з однієї ділянки скелі та ін. Таких пакетів з лишайниками з одного місця збору може бути декілька. До кожного зразка лишайника обов'язково додається етикетка. Її зміст має дуже важливе значення у подальшій роботі із зібраним зразком.

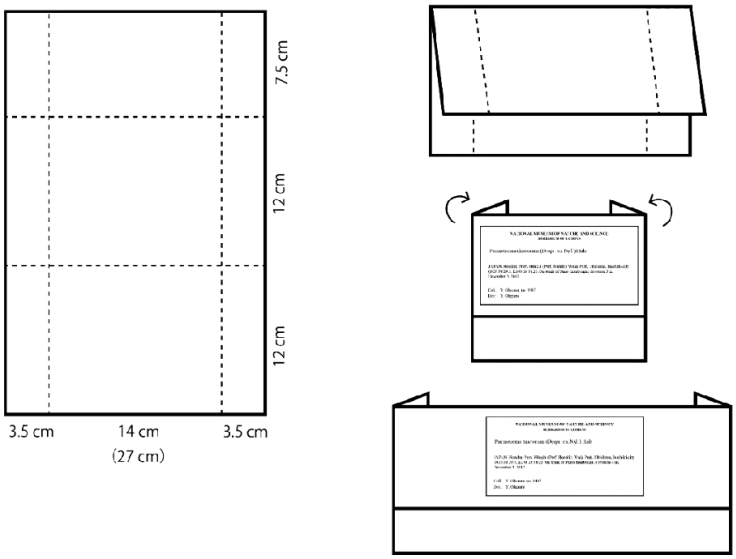


Рис. 2. Гербарні пакети для лишайників

В польових умовах написи наносять на конверт, або пишуть на етикетках простим олівцем. На етикетці наводиться наступна інформація про місце збору: область, район, прилеглий населений пункт та приблизна відстань до нього; степова ділянка, долина річки, балка, схили моря, лиману, гора, хребет; у випадку лісового масиву необхідно вказати лісництво та квартал; заповідна чи не заповідна територія; як використовується територія (пасовище, занедбане поле, невгіддя); коротко – про умови місцезростання (рослинне угруповання, експозиція, міра освітленості та зволоження, наближеність до берега водойми, виходи гірських порід, тип субстрату), по можливості – висоту над рівнем моря та координати; дату збору повністю, наприклад 22.01.2024 р.; прізвище та ініціали колектора. Без етикетки зразок не має наукової цінності.

В камеральних умовах зразки висушують, проморожують та розміщують в гербарних пакетах, які, у свою чергу, розміщують у картонні коробки.

3.3. Виготовлення зрізів та визначення матеріалу

Для виготовлення зрізу, наприклад, плодових тіл або частини слані лишайника необхідно зразок спочатку очистити від сторонніх домішок і розмочити його водою. Коли об'єкт розмокне, фільтрувальним папером видаляють зайву воду з його поверхні та під бінокуляром від руки лезом виконують якомога тонші зрізи талому або плодових тіл. Їх якість контролюють під мікроскопом. За допомогою окуляр-мікрометра вимірюють розміри спор, сумок або інших діагностичних структур.

Під мікроскопом можна контролювати кольорові реакції слані, змочуючи її краплею розчину відповідного хімічного реактиву. Якщо необхідно провести реакцію серцевинного шару (оскільки у багатьох видів реакції кори і серцевини відрізняються), то кору необхідно обережно видалити (препарувальною голкою), а каплю реактиву нанести безпосередньо на серцевинний шар. При роботі з реактивами необхідно дотримуватися техніки безпеки.

При визначенні зразка на невеликому фрагменті паперу – детермінантці записують короткі нотатки про найважливіші особливості досліджуваного зразка: розміри спор, їх характер, товщину гіменіального шару, ексципулу, кольорові реакції та ін.

Препарати, що знаходяться в краплі води, довго не зберігаються, оскільки швидко висихають та деформуються. Коли хочуть ще на

деякий час зберегти препарат, то під покривне скельце додають краплю гліцерину, потім гліцерин, що змішався з водою, замінюють чистим гліцерином. Такий препарат можна зберігати довгий час. Але його недоліком є те, що об'єкт трохи стискається та знебарвлюється. Тому потрібно спочатку на водному препараті виміряти певні важливі для визначення деталі слані і зазначити їх забарвлення.

Планомірне вивчення ліхенобіоти України пов'язано з ім'ям видатного вітчизняного ліхенолога – Альфреда Миколайовича Окснера. У 1937 р. ним був виданий «Визначник лишайників УРСР», а з 1956 р. почалось видання «Флори лишайників України». Так, перший том «Флори» видано у 1956 р., другий (випуск 1) – у 1968, другий випуск другого тому був опублікований у 1993 р, третій (і останній) випуск – у 2010 р. Всі вищезазначені видання є основними визначниками для лишайників території України.

При певних знаннях англійської мови (достатньо в обсязі основних ліхенологічних термінів) можна користуватися закордонними флористичними обробками окремих родів та родин за визначниками [Purvis et al., 1992; Moberg, 1977, 2002 та ін.].

3.4. Флористичний аналіз

На даному етапі систематичний список та первинні дані, що відносяться до цього списку (розподіл за типом субстрату, форофітами, приуроченість до певних рослинних формацій та ін.) підлягає детальному аналізу з метою виявити специфічні особливості біоти, що вивчається. В подібних дослідженнях значущими є кількісні характеристики біоти, які вираховуються за допомогою різноманітних статистичних методів.

3.4.1. Таксономічна структура

Види, що утворюють біоту, є представниками надвидових таксонів різного рівня. Сукупність даних про кількість та представленість надвидових таксонів у біоті називається таксономічною (систематичною) структурою (багатством) біоти. Відображенням таксономічного багатства ліхенобіоти є числове значення таксонів різного рівня, наприклад: «59 видів з 24 родів, 5 родин, 3 порядків і т. д.». Зазначені абсолютні значення можуть бути використані при порівнянні біот, особливо таких, що відносяться до різних регіонів.

3.4.2. Типологічна структура

Інтерес при флористичному аналізі представляють певні угруповання видів, наприклад, приналежність до екологічних та географічних груп, що характеризуються певними субстратними та формаційними уподобаннями, фенологічними особливостями, ареалом і т. ін. Види, що належать до однієї з таких груп, утворюють елемент біоти, а співвідношення між різними елементами утворює типологічну структуру біоти.

Можна виділити кілька аспектів типологічної структури:

- аутекологічна структура – співвідношення видів, що відносяться до різних аутекологічних груп: гігрофіти, мезофіти, ксерофіти та ін.; базофіли, ацидофіли та ін.; геліофіти, сциофіти та ін.;
- екоморфологічна структура – співвідношення видів, що відносяться до різних життєвих форм: плагіотропні, ортотропні, плагіо-ортотропні та виділені в межах типів біоморф класи, групи та підгрупи;
- ценотична структура – співвідношення видів, що розвиваються в різних типах рослинних угруповань: асоційовані з лісовими масивами, зі степовими ділянками, агроценозами та ін.;
- субстратна структура – співвідношення видів, що розвиваються на різних типах субстрату: епіфіти, епіліти, епігеї, остеофіли, епіксіли, бріофіли та ліхенофільні лишайники;
- географічна структура – співвідношення видів, що відносяться до різних типів ареалу та географічних елементів.

4. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ МАКРОМІЦЕТІВ

Макроміцети – це справжні гриби (представники відділів Ascomycota і Basidiomycota), які мають плодові тіла помітні неозброєним оком і без спеціального обладнання.

Майже всі наземні макроміцети – це сапробіонти (сапротрофи) і мікоризні сімбіонти, а деякі є паразитами рослин чи інших грибів. Макроміцети, які утворюють плодові тіла на деревному субстраті (ксилотрофи), часто або сапротрофи, або рослинні паразити [Biodiversity..., 2004].

За типом живлення гриби є гетеротрофними організмами, а продуктами їх метаболізму є різні органічні та неорганічні сполуки [Костіков та ін., 2007].

Макроміцети мають велике значення в природі та житті людини. Їх роль може бути як позитивна, так і негативна. Людина широко використовує значну частину грибів-макроміцетів як продукт харчування. Харчова цінність їх визначається у першу чергу вмістом у плодових тілах білків та грибної клітковини (хітину). Крім азотистих речовин у плодових тілах макроміцетів містяться у великій кількості різні вуглеводи (у вигляді цукрів та глікогену), жири, вітаміни (A, B_2, C, D, PP), мінеральні солі, екстрактивні речовини, які надають стравам аромат та приємний смак, а також ферменти, які прискорюють розкладання органічних сполук, сприяючи засвоєнню їжі [Симонов, Маник, 1987].

Але поряд з їстівними грибами існують і отруйні макроміцети, при вживанні цих грибів їх токсини призводять до важких (навіть смертельних) наслідків. Тому, щоб запобігти отруєнню, необхідно знати видову приналежність зібраних грибів.

Макроміцети знаходять своє застосування у медицині, їх полісахариди стимулюють захисні механізми людини в боротьбі, наприклад, з раковими клітинами [Дудка, Васер, 1987]. Ці організми відіграють важливу роль у коловороті речовин в природі.

Однак не всі макроміцети приносять користь. Великі збитки вони завдають лісовому господарству, уражаючи дерева і прискорюючи їхню загибель.

4.1. Необхідні матеріали та обладнання

Для збору грибів необхідно мати різні за розміром паперові пакети та коробку, в яку складають зібрані зразки, цифрову фотокамеру, масштабну лінійку (канцелярську), гострий ніж, хімічні реактиви для кольорових реакцій, скляні палички, піпетки, блокнот та олівець. Хімічні реактиви для кожної групи грибів специфічні. Так, наприклад, перехресна реакція Шеффера використовується для ідентифікації грибів роду *Agaricus* L. Для ідентифікації видів роду *Russula* Pers. використовують кольорову реакцію з водним розчином аміаку. Мікроскопічні ознаки грибів розглядають у світловий мікроскоп за його збільшення у 400-1000 разів. Інше обладнання – предметні та накривні скельця, фільтрувальний папір, препарувальні голки, піпетки, скляні палички, гострі леза. Забарвлення мікроструктур зразків грибів здійснюють за допомогою барвника Конго червоний, розчину Люголя, 60 % сірчаної кислоти (H_2S0_4), реактиву Мельцера, реактиву лактофенолу, різних концентрацій водного розчину гідроксиду калію (КОН) (3-10 %), 96 % етанолу тощо.

4.2. Збір грибів і виготовлення гербарію

Польові дослідження макроміцетів виконують маршрутним методом з охопленням типових місцезростань грибів досліджуваного району.

При виявленні гриба відмічають субстрат, на якому він зростав, характер навколишньої рослинності, породу деревини та тип її гнилі, якщо це гриб-ксилотроф. Потім акуратно відділяють від субстрату плодове тіло гриба, поряд з ним кладуть масштабну лінійку і фотографують. Це необхідно робити тому, що після сушки суттєво змінюється форма, розміри, колір плодових тіл і ускладнюється визначення виду. Зібрані зразки грибів поміщають у пакети, на яких зазначають місце і дату збору, вид субстрату, номер кадру, прізвище та ім'я колектора. Кольорові реакції з відповідними хімічними реактивами проводять на свіжих плодових тілах грибів і теж відмічають їх прояви на пакеті зразка та у блокноті. Дивлячись на свіжі плодові тіла грибів описують їх макроскопічні ознаки: форму, розміри, колір, характер поверхні (луската, гладенька, борозенчаста, бородавчаста), тип плодового тіла, колір м'якоті, наявність і тип шапинки та ніжки, наявність молочного соку. Також зазначають запах м'якоті гриба.

Після попереднього опису карпофори грибів висушують при температурі не більше 45-50 °С у спеціальній електричній сушарці або

у духовці. Невеликі плодові тіла аскоміцетів та афілофороїдних грибів влітку можна висушити на сонці, розклавши їх на листках паперу. Великі карпофори розрізають на частини. Однією з важливих діагностичних ознак є споровий відбиток. Для його отримання відрізають шапинку одного із екземплярів свіжого зрілого гриба та кладуть на білий чистий папір гіменофором донизу. Через декілька годин під шапинками з'являється рисунок з певним забарвленням та формою. Споровий відбиток можна сфотографувати, описати і занести інформацію у характеристику зразка, він зберігається разом з плодовим тілом гриба. Готові сухі зразки грибів кладуть у паперові пакети (конверти), вкладають етикетку з відповідною інформацією і передають до гербарію.

Для зберігання висушених зразків грибів використовують цупкий вологонепроникний папір. Періодично гербарні зразки проморожують у морозильній камері при температурі – 20-22 °С, щоб позбавитися від шкідливих комах [Дудка, Васер, 1987; Biodiversity..., 2004].

4.3. Обробка зібраного матеріалу

Після збору та сушки макроміцетів приступають до їх камеральної обробки у лабораторії. Загальними мікроскопічними ознаками макроміцетів є характер поверхні, форма, розмір, колір спор, наявність крапель олії в них.

Якщо досліджуваний зразок висушений, то слід відрізати шматочок гіменіального шару плодового тіла, ніжки або шапинки та розмочити його. Для того, щоб виявити мікроскопічні ознаки, дуже важливо дотримуватися наступних кроків:

1) зробити 5-10 тонких, майже прозорих зрізів гіменофору, покривів шапинки, ніжки тощо;
2) перенести зрізи на предметне скло з 2-3 краплями води або 3% КОН (в залежності від досліджуваної групи грибів) і накрити накривним скельцем;
3) розглянути під мікроскопом і виявити мікроструктури (спори, цистиди, базидії, аски, парафізи), охарактеризувати (зарисувати) і виміряти їх довжину та товщину. Виміряти необхідно щонайменше 5-10 лише зрілих структур;
4) нанести на мікроструктури специфічні реактиви та записати особливості кольорової реакції;

5) після отримання діагностичних ознак приступають до ідентифікації видів грибів за відповідними визначниками.

Переважна кількість ознак індивідуальні для кожної з груп макроскопічних грибів, зокрема, для аскоміцетів, гастероміцетів, агарикоїдних чи афілофороїдних. Для агарикоїдних макроміцетів серед макроознак зазначають наявність шапинки і ніжки, форму, зміну кольору при висушуванні шапинки, гігрофонованість, тип гіменофору, щільність, тип прикріплення та довжину і ширину пластинок гіменофору; форму, колір та діаметр ніжки, особливості часткового та загального покривал (кільця, піхви).

Серед мікроструктур агарикоїдних грибів важливими для визначення є наявність цистид (стерильних елементів), хейло- (по краю пластинок), плевро- (на бічній стороні пластинки), кауло- (на ніжці плодового тіла), хризоцистид (стерильні елементи карпофору, які містять різні включення або кристали)) на карпофорі, елементи кутикули шапинки, покривала, колір та склад лусок на шапинці, тип, розміри і форма базидій та наявність пряжок на гіфах. Допоміжними при ідентифікації цієї групи грибів є кольорові реакції з використанням таких хімічних реактивів: 65% HNO_3 та аніліна для перехресної реакції Шеффера (види роду *Agaricus* L.), барвника Конго червоного, розчину Люголя, 60% H_2S0_4, водного розчину аміаку, еозину та інших.

Для афілофороїдних грибів необхідно описати розміри, форму, характер поверхні, консистенцію та забарвлення базидіомів, тип гнилі деревини, що спричиняють ці макроміцети. На тимчасовому препараті тонкі зрізи гіменофору цих грибів поміщають у водний розчин 3% КОН. Серед їх мікроструктур важливими ознаками є тип гіфальної системи, особливості різновидів гіф, наявність пряжок, характеристики фертильних та стерильних елементів (інкрустація цистид, наявність лампроцистид тощо). Для виявлення амілоїдної реакції спор і гіф використовують реактив Мельцера, для забарвлення стінок гіф – реактив лактофенол, різні варіанти водного розчину КОН (3-10 %).

Серед макроструктур гастероміцетів відмічають особливості їх плодових тіл: будову, товщину перидію (покрив замкнутих гастероміцетів, який складається з 1-3 шарів) та спосіб розривання екзо- та ендоперидію при дозріванні, наявність суглеби (стерильна частина плодового тіла, яка знаходиться під глебою) та ін. Для аналізу мікроструктур гастероміцетів готують тимчасові препарати досліджуваних зразків. Для цього маленький шматочок глеби зволожують 96 % етанолом,

потім препарат підсушують фільтрувальним папером, наносять на нього краплю 3 % розчину KOH, накривають накривним скельцем та досліджують мікроструктури зразка. Для родів *Bovista* Pers., *Calvatia* Fr., *Disciseda* Czern. та *Lycoperdon* Pers. дуже важливою таксономічною ознакою є тип розгалуженості капіліцію (гіфи з потовщеними стінками у глебі, які зберігаються після дозрівання спор), його особливості (пористість, септованість, колір, характер поверхні та ін.), крім того, встановлюють наявність і параметри паракапіліцію, суглеби тощо.

Для визначення аскомікотових виготовляють тонкі зрізи гіменіального шару апотеціїв і переносять їх у 3 % розчин KOH. Зазначають морфологічні особливості мікроструктур, таких як форма, характер поверхні, розміри, колір сумок і парафіз, наявність у них включень. Для виявлення амілоїдної реакції апікального апарату сумок використовують реактив Мельцера.

Ідентифікують види макроміцетів за відомими визначниками та спеціалізованими ключами. Для визначення грибів з відділу Ascomycota – [Сміцька, 1975, 1980; Визначник..., 1972; Hansen et al., 2000], атласи грибів та іншу довідкову літературу [Сухомлин, Джаган, 2013]. Базидіальні гриби, зокрема агарикоїдні макроміцети, ідентифікують з використанням визначників грибів України [Визначник..., 1971; 1972; 1979], монографій [Васер, 1985, 1980, 1992] та інших видань [Flora ..., 1988, 1990, 1995, 1999, 2001, 2005; Funga..., 2008, Nordic..., 1992]. Афілофороїдні гриби ідентифікують за [Визначник..., 1972; Nordic..., 1997; Bernicchia, Gorjón, 2010]. Гастероміцети визначають за [Pegler et al., 1995; Saracini, 2005; Nordic..., 1997; Calonge, 1998; Bates, 2004]. Сучасну систему макроміцетів, написання видів та їх авторів наводять у відповідності з 10-м виданням «Словника грибів» (Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi) [Kirk et al., 2008], доповненою номенклатурою з бази даних Index fungorum [The CABI..., 2013].

5. ОБРОБКА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Математичні методи при вивченні водоростей, грибів та лишайників використовують як для встановлення сезонних змін розмірів клітин різних видів водоростей, для розрахунків кількісних характеристик (чисельності і біомаси), так і для порівняльної флористики.

Для порівняння систематичної структури біот і встановлення кореляцій між числовими рядами використовуються широко відомі в математичній статистиці коефіцієнти кореляції – показники, які виражають ступінь узгодженості варіювання змінних у порівнюваних рядах. У флористичних дослідженнях роль рядів належить таксономічним (або типологічним) спектрам порівнюваних біот, а роль перемінних – кожному конкретному таксону або елементу біоти.

Найчастіше використовують коефіцієнт Кендела, або коефіцієнт Тау (τ), який є мірою кореляції. Він обчислюється за формулою:

$$\tau = \frac{2s}{n(n-1)}$$

де s – сума рангів, зайнятих таксонами в ряду, а n – число порівнюваних таксонів.

Особливістю цього коефіцієнту є підвищена «чутливість»: він набуває високих значень навіть при слабкій схожості порівнюваних спектрів. Тому коефіцієнт Кендела слід застосовувати при необхідності пошуку хоча б слабкої узгодженості між рядами, що дуже відрізняються.

Коефіцієнт Кендела варіює в межах від +1 до -1. При τ=+1 має місце повна подібність, при τ=-1 – повна відмінність двох рядів, що порівнюються.

Для вираження міри схожості між біотами, що порівнюються, використовують спеціальні коефіцієнти схожості, відмінності та включення. Для того, щоб кількісно виразити схожість між біотами, слід знати, яку частку складають у них спільні види. Для цього найчастіше вираховують коефіцієнт Серенсена-Чекановського, який показує відношення числа видів, виявлених в обох біотах одночасно, до середнього числа видів у цих біотах.

$$C_{ч} = \frac{c}{\frac{a+b}{2}} = \frac{2c}{a+b};$$

де: a – число видів в першій біоті,

b – число видів у другій біоті,

c – число видів, спільних для обох біот (тут і далі).

Коефіцієнт Серенсена-Чекановського приймає значення від 0 (біоти не мають спільних видів) до 1 (біоти тотожні).

Крім того, часто використовують інші коефіцієнти подібності флористичного складу флор: Жакара (K_j) та Екмана (K_e):

$$K_J = c / (a+b-c)$$

$$K_e = (a+b)/c,$$

де a – кількість видів у одній флорі, b – кількість видів у другій флорі, c – кількість видів, які є спільними для обох флор.

Також застосовуються показники подібності систематичної структури флор. До них відносяться коефіцієнт Спірмена (p_s), який має вигляд:

$$p_s = 1 - \frac{6\sum d^2}{n^3 - n}$$

де $\sum d^2$ – сума квадратів різностей ($d = x - y$) між відповідними рангами (x і y) двох рядів, n – кількість пар рангів, які порівнюються між собою.

У деяких випадках важливо підкреслити не схожість між порівнюваними біотами, а відмінність між ними. З цією метою використовуються коефіцієнти відмінності, серед яких найбільш відомим є коефіцієнт Стугрена-Радулеску:

$$\rho_s = \frac{a + b - 3c}{a + b - c}$$

Значення коефіцієнта Стугрена-Радулеску варіюють від –1 (абсолютна схожість) до +1 (абсолютна відмінність).

Якщо доводиться порівнювати неоднакові за величиною біоти (наприклад біоту зонального фітоценозу і декількох порушених його варіантів), краще використовувати так звану міру включення (або коефіцієнт включення).

Міра включення визначається як відсоток видового складу біоти, представлений в інший біоті:

$$I = c / a$$

$$I = c / b$$

Чим нижче міра включення для даного флористичного списку, тим вище оригінальність досліджуваної біоти, тобто тим більше в ній видів, які зустрічаються лише в ній.

При одночасному порівнянні більше ніж двох біот, дані попарного порівняння (коефіцієнти подібності або кореляції, міри включення тощо), як правило, заносять у матрицю – спеціальну таблицю, де порівнювані біоти розміщені за рядками і стовпцями, на перетині яких вказуються значення подібності між ними.

Подібні матриці мають великий недолік: вони важко сприймаються візуально. Для того, щоб скласти більш-менш цілісне уявлення про міру подібності між порівнюваними біотами, використовують різні методи візуалізації, наприклад традиційні методи графів, дендритів та дендрограм.

Для вирахування інформаційних індексів складності систематичної структури флор застосовують відому функцію Шеннона-Уівера, яка має наступний вигляд:

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i$$

$$p_i = n_i/n,$$

де за вірогідність p_i приймається дійсне трапляння даної кількості таксонів нижчого рангу в складі кожного таксону вищого рангу, n_i – кількість таксонів нижчого рангу в складі таксону вищого рангу, n – загальна кількість таксонів нижчого рангу у флорі.

При вивченні змін розмірів клітин, величин чисельності і біомаси водоростей використовують метод варіаційної статистики. Визначають: значення середніх арифметичних для кожної групи, суми квадратів виміряних величин ($\sum à^2$), величини квадратних відхилень (σ), середні похибки (m), число дослідів (n), показники різниці (t):

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum \alpha^2}{n-1}}; \qquad m = \frac{\pm\sigma}{\sqrt{n}}; \qquad t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m^2_1 - m^2_2}}$$

Розрахунок середньої біомаси макрофітів проводять за наступною формулою:

$$B_{заг.} = B_{с.б.пл.} \cdot 100 \cdot P\ (0\text{-}1),$$

де $B_{с.б.пл}$ – середня біомаса пробної площадки;

100 – коефіцієнт перерахунку біомаси (г) на м^2, якщо площадка дорівнює 0,01 м^2 (за інших розмірів пробної площадки буде і відповідний коефіцієнт);

Р – коефіцієнт проективного покриття.

Чисельність сланей водоростей (екземплярів вищих водних рослин) на м^2 площі дна розраховують за формулою:

$$A = H \cdot C,$$

де Н – число сланей водоростей у рамці;

С – коефіцієнт перерахунку на м^2.

Видове різноманіття розраховують за коефіцієнтом Шенона:

$$HN = \sum n_i \cdot N^{-1} \cdot \log_2 n_i \cdot N^{-1},$$

де HN – видове різноманіття;

n_i – число видів (біомас) (видів/м^2 або г/м^2) на площадці;

N – число усіх видів (біомас) (видів/м^2 або г/м^2).

Для визначення віку (Т) багаторічних сланей бурої водорості *Cystoseira barbata* C. Agardh використовують формулу, запропоновану О. А. Калугіною-Гутник (1975):

$$T = (B_1 + B_2)/11,$$

де B_1 – число бокових головних гілок на багаторічній осі;

B_2 – число пеньків, які залишаються після опадання головних гілок. За іншою методикою вік цистозіри можна визначити за формулою:

$$T = 0{,}132 + 0{,}352 \cdot L_m, \text{ де}$$

L_m – довжина головної осі цистозіри.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Мікрофітобентос

Основна

1. Баринова С. С., Білоус О. Л., Царенко П. М. Альгоіндикація водних об'єктів України: методи і перспективи. Хайфа, Київ, 2020. 367 с.
2. Калинець-Мамчур З. Словник-довідник з альгології та мікології: [для студ. вищ. навч. закл.]. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 399 с.
3. Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography. Vol. 1. Cyanoprocaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta. Phaephyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophora and Rhodophyta / Eds.: P. M. Tsarenko, S. Wasser and E. Nevo. Rugell: A.R.G. Gantner Verlag, 2006. 713 p.
4. Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography. Vol. 3. Chlorophyta / Eds.: P. M. Tsarenko, S. P. Wasser, E. Nevo. Rugell: A.R.G. Gantner Verlag, 2011. 511 p.
5. Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography. Vol. 2. Bacillariophyta / Eds.: P. M. Tsarenko, S. Wasser and E. Nevo. Rugell: A.R.G. Gantner Verlag, 2009. 419 p.

Допоміжна

1. Костіков І. Ю., Джаган В. В., Демченко Е. М. та ін. Ботаніка. Водорості та гриби. К.: 2007. 473 с.
2. Визначник прісноводних водоростей України. К. : Наук. думка, 1938-1993. Т. 1-12.
3. Witkowski D. M., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Diatoms flora of marine coast. *Icon. Diat*. V. 7. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2000. 925 p.

Макрофітобентос

Основна:

1. Флора водоростей України. Том 12. Харофітові водорості. Вип. 2. Класи мезостігматофіцієві, клебсормідієфіцієві, колеохетофіцієві, харофіцієві / Борисова О. В., Паламар-Мордвинцева Г. М., Царенко П. М. Київ: Вид-во Ін-ту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, 2016. 282 с.
2. Визначник прісноводних водоростей УРСР. Улотриксові водорості Ulotrychales. Кладофорові – Cladophorales / Мошкова Н. О. К. : Наук. думка, 1979. 498 с.
3. Визначник прісноводних водоростей УРСР у 12-ти вип. Вип. 8. Кон'югати. Ч. 3. Зигнемові – Zygnematales / Рундіна Л. О. К. : Наук. думка, 1988. 204 с.
4. Визначник прісноводних водоростей України у 12 вип. Вип. 9. Харові водорості (Charophyta) / Голлербах М. М., Паламар-Мордвинцева Г. К. : Наук. думка, 1991. 196 с.
5. Визначник прісноводних водоростей УРСР. Едогонієві водорості – Oedogoniales / Юнгер В. П., Мошкова Н. О. К. : Наук. думка, 1993. Вип. 7. 410 с.

Допоміжна

1. Ткаченко Ф. П. Морські водорості-макрофіти України (північно-західна частина Чорного моря): навчальний посібник. Одеса : Астропринт, 2011. 104 с.
2. Milchakova N. A. Marine Plants of the Black Sea. An Illustrated Field Guide. Sevastopol : DigidPrint, 2011. 144 p.

Лишайники

Основна

1. Окснер А. М. Флора лишайників України. К. : Наук. думка, 1956. Т. 1. 495 с.
2. Окснер А. М. Флора лишайників України. К. : Наук. думка, 1968. Т. 2. Вип. 1. 500 с.
3. Окснер А. М. Флора лишайників України. К. : Наук. думка, 1993. Т. 2. Вип. 2. 544 с.
4. Окснер А. М. Флора лишайників України. К. : Наук. думка, 2010. Т. 2. Вип. 3. 663 с.

Допоміжна

1. Moberg R. The Lichen genus Physcia and allied genera in Fennoscandia. *Symb. Bot. Upsal*. 1977. Vol. 22, № 1. P. 1-108.
2. Moberg R. Physciaceae. *Nordic Lichen Flora*. 2002. Vol. 2. 115 p.
3. The Lichen Flora of Grate Britain and Ireland / Purvis O. W., Coppins B. J., Hawksworth D. L. et al. The British Lichen Society, 1992. 710 p.

Макроміцети

Основна

1. Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods / ed. by G. M. Mueller, G. F. Bills, M. S. Foster. Amsterdam; Boston: Elsevier Academic Press, 2004. 777 p.
2. Визначник грибів України, у 5-ти Т. / М. Я. Зерова, Г. Г. Радзієвський, С. В. Шевченко. [Ред. Т. Г. Кондрацька]. Т. 5, кн. 1. Базидіоміцети. К.: Наук. думка, 1972. 240 с.
3. Визначник грибів України, у 5-ти Т. / М. Я. Зерова, С. Ф. Морочковський, Г. Г. Радзієвський, М. Ф. Сміцька. [Ред. Д. К. Зеров]. Т. 4. Базидіоміцети: дакриміцетальні, тремеляльні, аурікулярні, сажковидні, іржасті. К. : Наук. думка, 1971. 316 с.
4. Визначник грибів України, у 5-ти Т. / М. Я. Зерова, Сосін П. Є., Ротенко Г. А. [Ред. Т. Г. Кондрацька]. Т. 5, кн. 2. Базидіоміцети. К. : Наук. думка, 1979. 518 с.

5. Визначник грибів України, у 5-ти Т. / С. Ф. Морочковський, М. Я. Зерова, З. Г. Лавітська. [Ред. Д. К. Зеров]. Т. 2. Аскоміцети. К. : Наук. думка, 1972. 240 с.
6. Bates S. T. Arizona members of the Geastraceae and Lycoperdaceae (Babsidiomycota, Fungi): PhD thesis. Arizona State University, 2004. 445 p.
7. Bernicchia A., Gorjón S. P. Corticiaceae s.l.. Italia: Massomo Candusso, 2010. 1008 p.
8. Calonge F. D. Gasteromycetes, I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. *Flora Mycol. Iberica*. 1998. Vol. 3. 271 p.
9. Flora Agaricina Neerlandica: Vol. 1-6 / C. Bas, Th. Kuyper, M. E. Noordeloos, E. C. Vellinga. Vol.1. Entolomataceae. Rotterdam: A. A. Balkema, 1988. 181 p.
10. Flora Agaricina Neerlandica: Vol. 1-6 / C. Bas, Th. Kuyper, M. E. Noordeloos, E. C. Vellinga. Vol. 2. Pluteaceae, Pleurotaceae, Tricholomataceae (1). Rotterdam: A. A. Balkema, 1990. 137 p.
11. Flora Agaricina Neerlandica: Vol. 1-6 / C. Bas, Th. Kuyper, M. E. Noordeloos, E. C. Vellinga. Vol. 3. Tricholomataceae (2). Rotterdam: A. A. Balkema, 1995. 183 p.
12. Flora Agaricina Neerlandica: Vol. 1-6 / C. Bas, Th. Kuyper, M. E. Noordeloos, E. C. Vellinga. Vol. 4. Strophariaceae, Tricholomataceae (3). Rotterdam: A. A. Balkema, 1999. 191 p.
13. Flora Agaricina Neerlandica: Vol. 1-6 / C. Bas, Th. Kuyper, M. E. Noordeloos, E. C. Vellinga. Vol. 5. Agaricaceae. Rotterdam: A. A. Balkema, 2001. 169 p.
14. Flora Agaricina Neerlandica: Vol. 1-6 / C. Bas, Th. Kuyper, M. E. Noordeloos, E. C. Vellinga. Vol. 6. Coprinaceae, Bolbitiaceae. Rotterdam: A. A. Balkema, 2005. 227 p.
15. Funga nordica / Ed. H. Knudsen, J. Vesterholt. Copengagen: Nordsvamp, 2008. 968 p.
16. Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi. Tenth Edition. Egham: CAB International, 2008. 772 p.
17. Hansen L., Knudsen H. et al. Nordic macromycetes. Vol 1. Ascomycetes. Copengagen: Nordsvamp, 2000. 289 p.

18. Nordic macromycetes. Vol. 2: Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales / Eds. L. Hansen, H. Knudsen. Nordsvamp-Copengagen: Helsinki University Printed House, 1992. 474 p.
19. *N*ordic macromycetes. Vol. 3: Heterobasidioid, aphyllophoroid and gasteromycetoid basidiomycetes / Eds. L. Hansen, H. Knudsen. Nordsvamp-Copengagen: Helsinki University Printed House, 1997. 445 p.
20. Pegler D. N., Læssøe T., Spooner B. M. British puffballs, earthstars and stinkhorns, Whitstable (Kew): Royal Botanic Garden, 1995. 255 p.
21. Saracini M. Gasteromyceti epigei, Trento: Fondazione Centro Studi Micologici, 2005. 406 p.
22. The CABI Bioscience Bibliography of Systematic Mycology, 2013. http://www.indexfungorum.org/BSM/bsm.asp

Допоміжна

1. Костіков І. Ю., Джаган В. П., Демченко Є. М. та ін. Ботаніка. Водорості та гриби. К. : Арістей, 2007. 475 с.
2. Сухомлин М. М., Джаган В. В. Гриби України: Атлас-довідник. К. : КМ publishin, 2013. 224 с.

Навчальне видання

ВЕЛИКИЙ СПЕЦІАЛЬНИЙ ПРАКТИКУМ

БЛОК 1. БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Змістовий модуль 1. Рослинні організми

методичні вказівки до лабораторних та самостійних робіт
здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за ОПП Біологія

Укладачі:
Ткаченко Федір Петрович
Назарчук Юлія Сергіївна
Герасимюк Валерій Петрович

В авторській редакції

Підписано до друку 18.10.2024. Формат 60х90/16
Обсяг 2,67 ум. друк. арк. Наклад 100 прим.
Зам. № 24/046

Видавець і виготовлювач С.Л. Назарчук
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7024 від 23.12.2019
65009, Одеса, Фонтанська дорога, 10
Тел.: 050 905 23 77
E-mail: selen_odessa@ukr.net