

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

Факультет біології, географії та екології

Кафедра ботаніки

«Різноманіття лишайників Національного природного парку

«Синевир» як об'єкт шкільних екскурсій»

Кваліфікаційна робота (проект)

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконала: студентка 212М групи

Спеціальності 014 Середня освіта

Освітньо-професійної програми

014.05 Середня освіта (Біологія та
здоров'я людини)

Леснічук Єлизавета

Керівник: доктор філософії

Дармостук Валерій Вікторович

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1.Характеристика Національного природного парку «Синевир»	5
1.1. Природні умови та ландшафти НПП «Синевир».....	5
1.2. Екологічні та рекреаційні можливості парку.....	7
РОЗДІЛ 2.Лишайники як об’єкт дослідження	11
2.1. Біологічні особливості лишайників.....	11
2.2. Лишайники як біоіндикатори стану довкілля.....	14
2.3. Роль лишайників у екологічній освіті.....	16
РОЗДІЛ 3.Різноманіття лишайників Національного природного парку «Синевир»	19
РОЗДІЛ 4.Методичні рекомендації щодо використання лишайників під час шкільних екскурсій	27
4.1. Методичні походи до ознайомлення школярів з лишайниками..	27
4.2. План екскурсії «Таємничий світ лишайників».....	28
ВИСНОВКИ	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	38

ВСТУП

Актуальність теми. Лишайники є унікальними організмами, що поєднують у собі гетеротрофний (гриби) та автотрофний (водорості або ціанобактерії) компоненти, що робить їх важливими об'єктами для вивчення широкого спектру біологічних та екологічних питань. Ці організми надзвичайно чутливі до змін у навколишньому середовищі, зокрема до забруднення повітря важкими металами, діоксидом сірки та іншими токсичними речовинами. Використання лишайників в дидактиці допомагає розвивати екологічну свідомість та усвідомлення впливу антропогенної діяльності на природу. Також, як симбіотичні організми, вони наочно демонструють взаємодію між грибами та водоростями або ціанобактеріями, що дає змогу легше пояснювати складні екологічні концепції на прикладі живих організмів, адже їх вивчення сприяє розумінню процесів симбіозу, коєволюції та адаптації до екстремальних умов. Завдяки своїй доступності у різних екосистемах, лишайники можуть бути легко інтегровані у польові практики під час уроків або екскурсій. Це не лише робить навчання більш інтерактивним, але й допомагає учням здобувати практичні навички збирання, ідентифікації та аналізу біологічного матеріалу, що значно підвищує якість засвоєння навчального матеріалу. Використання лишайників на уроках біології є не тільки науково обґрунтованим, але й педагогічно доцільним. Воно допомагає формувати цілісне уявлення про біорізноманіття, екологічні процеси та взаємодію між живими організмами, сприяє розвитку екологічного мислення і залученню учнів до активного пізнання природного світу.

Мета дослідження: встановити різноманіття лишайників Національного природного парку «Синевир» та охарактеризувати їх використання в шкільких екскурсіях.

Для досягнення поставленої мети були виділені такі **завдання:**

- Проаналізувати літературні джерела щодо різноманіття, екології лишайників та їх використання на уроках біології.

- Сформувати список лишайників НПП «Синевир», які можуть бути знайдені під час екскурсій з біології.

- Розробити методичні рекомендації до екскурсії «Таємничий світ лишайників»

Об'єкт дослідження: лишайники Національного природного парку «Синевир».

Предмет дослідження: різноманіття видів лишайників та їх використання в шкільних екскурсіях.

Методи дослідження. У роботі використовувалися методи аналізу літературних джерел, узагальнення отриманої інформації та розробка методичних рекомендацій.

Наукова новизна одержаних результатів. Під час роботи узагальнено підходи до використання лишайників у дидактичній практиці та розроблено методичні рекомендації до проведення екскурсії.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення програми шкільних екскурсій, розробки освітніх матеріалів, а також сприяють популяризації природничих наук серед учнів. Рекомендації щодо інтеграції лишайників в екскурсійні маршрути підвищити ефективність освітнього процесу та завершити формування екологічної свідомості у підрослі покоління.

Апробація результатів роботи. Результати роботи були представлені та обговорені на засіданнях кафедри ботаніки Херсонського державного університету.

Публікації. Матеріали роботи були використані для написання тез 'Різноманіття лишайників Національного природного парку «Синевир» як об'єкт шкільних екскурсій' до видання Магістерські студії.

РОЗДІЛ 1.

Характеристика Національного природного парку «Синевир»

1.1. Природні умови та ландшафти НПП «Синевир»

Національний природний парк «Синевир» заснований у 1989 році й розташований на південному макросхилі Карпатських гір в Україні. Адміністративно парк охоплює частини Міжгірського та Хустського районів Закарпатської області. Парк межує з лісами Івано-Франківської області на півночі та північному сході, структурними підрозділами Міжгірського держлісгоспу на заході, Мокрянським держлісгоспом на південному сході, Карпатським біосферним заповідником і Драгівським лісництвом Хустського держлісгоспу на півдні. Загальна площа парку перевищує 42 000 га, з яких більше 34 000 га перебувають у постійному користуванні. Як і інші природно-заповідні об'єкти України, парк поділений на зони, відповідно до дозволених видів діяльності: заповідну, господарську, зони регульованої та стаціонарної рекреації [17].

Офіційна карта парку ілюструє його географічне розташування та розподіл зон, підкреслюючи значущість «Синевіру» як важливого природоохоронного і туристичного об'єкта (Рисунок 1.1). Парк славиться своїм багатим біорізноманіттям, яке включає багато рідкісних видів флори і фауни, що потребують охорони. Унікальні ландшафти, численні водоспади, озера та річки роблять парк важливим осередком для збереження природних екосистем і наукових досліджень, а також слугують потужним ресурсом для екологічної освіти і виховання.

Територія Національного природного парку «Синевир» розташована між Водороздільно-Верховинською та Полонинсько-Чорногірською областями Карпат, входячи до Скибової та Свидовецької зон Карпатської складчастої системи. Гірські породи цієї місцевості мають осадове походження і сформувалися в період від пізньої крейди до олігоцену, тобто від 100,5 до 23,03 мільйонів років тому.

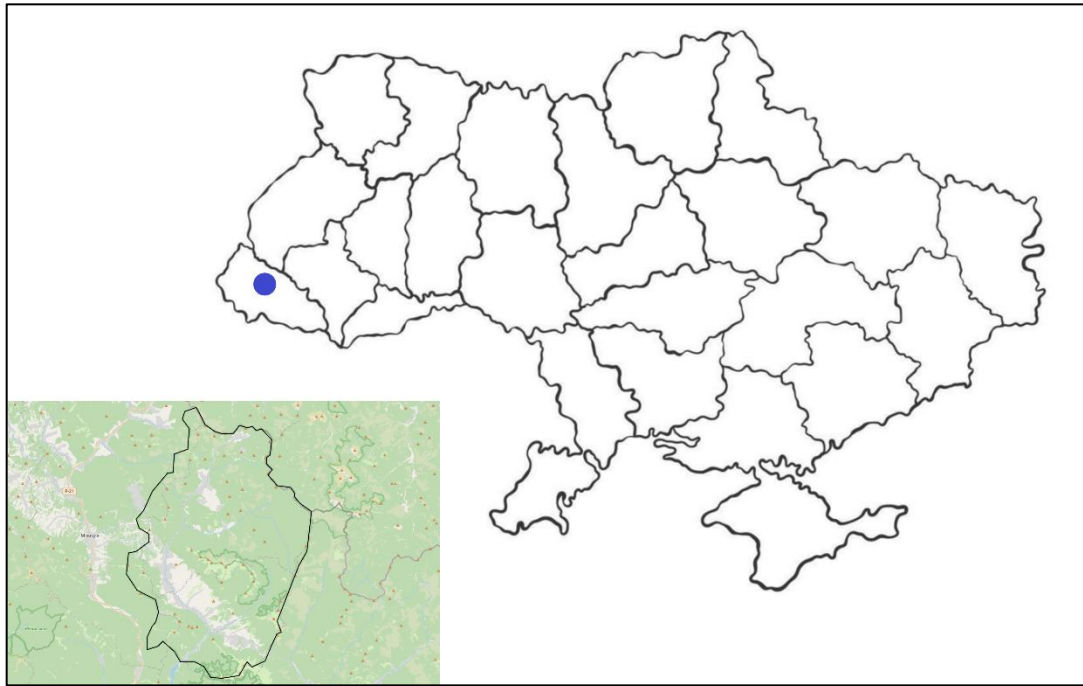


Рисунок 1.1 Розташування Національного природного парку «Синевир».

Згідно з Географічною енциклопедією України, фліш – це формаційно єдина товща осадових порід з виразною ритмічною шаруватістю. На території цього об'єкта природно-заповідного фонду України можна виділити три основні типи флішів: аргіліти, глинисті сланці та пісковики. Геологічні породи значно впливають на тип ґрунтів, що формуються на цих територіях. У НПП «Синевир» переважають бурі гірсько-лісові ґрунти (буроземи), гірсько-лучно-буроземні ґрунти полонин, буроземно-підзолисті ґрунти високих терас, а також дернові та лучні ґрунти низьких терас гірських річок [10].

Понад 80% площі НПП «Синевир» займають гірські форми рельєфу, зокрема хребти з численними відрогами. Схили в більшості випадків пологі, із нахилом від 4° до 45° . На території парку широко розповсюджені глибокі долини та розсипи. У річкових долинах також зустрічаються ярові форми рельєфу, які активно розвиваються на початкових етапах формоутворення. Осипи та кам'яні розсипи можна інколи побачити в місцях лісозаготівель.

Територія НПП «Синевир» розташована в гірському кліматичному районі Українських Карпат і характеризується помірно континентальним кліматом.

Найнижча середньомісячна температура фіксується у квітні (86 °С), а найвища – у липні (570 °С). В середньому, кількість днів з температурою 0 °С і вище складає 172-178 днів на рік. Річна кількість опадів у парку сягає 1500 мм, з яких понад 110 днів мають опади: 70 днів – дощові, 17 днів – з грозами, і 31 день – зі снігопадом.

1.2. Екологічні та рекреаційні можливості парку

Екологічні можливості Національного природного парку «Синевир» є надзвичайно цінними завдяки його природним ресурсам, багатому біорізноманіттю та збереженню важливих екосистем, що робить його важливим об'єктом для наукових досліджень і рекреації.

Територія парку сприяє збереженню великого біорізноманіття, включаючи численні види рослин і тварин, багато з яких є рідкісними або зникаючими, занесеними до Червоної книги України та міжнародних списків. Тут зростають реліктові, ендемічні рослини, а також значна кількість лишайників, мохів і грибів, що робить парк важливим осередком для наукових досліджень і збереження видів.

Парк охоплює різні типи екосистем, зокрема букові, ялицеві та смерекові ліси, гірські луки, болота, озера та річки. Ці природні екосистеми виконують численні екологічні функції, такі як регуляція водного балансу, підтримання кліматичної стабільності, поглинання вуглекислого газу та забезпечення середовища існування багатьох видів флори і фауни.

Водні ресурси парку, зокрема численні річки, озера, включаючи найбільше озеро Українських Карпат – озеро Синевир, є важливими складовими гідрологічної системи регіону. Вони підтримують різноманітні види риб, земноводних і водних рослин, а також

забезпечують водою прилеглі території. Парк відіграє важливу роль у підтримці екологічної стабільності регіону завдяки своїм великим природним територіям. Ліси та гірські луки захищають ґрунти від ерозії, сприяють очищенню вод, регулюють місцевий клімат і знижують ризик паводків та селевих потоків [10, 25, 26].

НПП «Синевир» є цінним майданчиком для наукових досліджень у сферах екології, біології, кліматології та геології. На його території регулярно проводяться дослідження та моніторинг біорізноманіття, змін екосистем, впливу кліматичних змін і антропогенних факторів, що забезпечує накопичення цінних наукових даних.

Парк має великий рекреаційний потенціал завдяки природним ландшафтам, чистому повітрю та розвиненій туристичній інфраструктурі. Він приваблює туристів, дослідників та любителів активного відпочинку, а також є важливим об'єктом для розвитку екологічного туризму, що сприяє популяризації природоохоронної діяльності. Завдяки мальовничим природним ландшафтам, багатому біорізноманіттю та унікальним екологічним умовам, парк стає важливим центром екотуризму, оздоровлення та активного відпочинку. НПП «Синевир» приваблює туристів своїми унікальними природними об'єктами, серед яких найвідомішим є озеро Синевир – найбільше гірське озеро в Українських Карпатах, яке також називають «Морським оком». Водойма вражає своєю чистотою, мальовничими краєвидами та є символом парку. Озеро є популярним місцем для відвідувачів, які бажають насолодитися спокійним відпочинком на природі, зробити піші прогулянки або просто помилуватися краєвидами.

Парк пропонує розгалужену мережу туристичних маршрутів і стежок різного рівня складності, які підходять як для початківців, так і для досвідчених туристів. Ці маршрути проходять через ліси, гірські хребти, альпійські луки, водоспади та інші природні об'єкти, забезпечуючи можливість дослідити унікальну природу Карпат.

Пішохідні маршрути поєднуються з оглядовими майданчиками, де можна помилуватися чудовими панорамами гірських ландшафтів. Для любителів активного відпочинку парк пропонує можливості зайнятися велотуризмом, верховою їздою, скелелазінням, сплавами на річках і навіть зимовими видами спорту, такими як лижні походи та катання на снігоходах.

Національний парк також виконує важливу освітню функцію, активно використовуючи природні ресурси для екологічної освіти та виховання. Проводяться екскурсії, лекції та майстер-класи, які сприяють підвищенню екологічної свідомості серед молоді та інших відвідувачів. Крім природних багатств, парк також зберігає культурну спадщину регіону, включаючи старовинні дерев'яні церкви, традиційні села та інші культурні об'єкти. Це забезпечує гармонійне поєднання природоохоронних і культурних аспектів у діяльності парку. Парк активно використовує свої ресурси для розвитку екологічної освіти та екоосвітніх програм. Організуються екскурсії для школярів, студентів і туристичних груп, що включають знайомство з флорою і фауною парку, уроки про охорону природи та роль парку у збереженні екосистем. Екологічні стежки і спеціальні маршрути дозволяють ознайомитися з біорізноманіттям, ландшафтами та природоохоронною діяльністю парку.

На території парку розташовані музеї, зокрема Музей лісу і сплаву, які пропонують туристам поглиблене розуміння історії регіону, традиційних промыслів і культурної спадщини місцевого населення. Такі об'єкти поєднують освітню та рекреаційну функції, роблячи відпочинок у парку ще цікавішим [39].

А.М. Окснер досліджує значну кількість видів лишайників, які зростають на території України. Його праці є комплексними посібниками з ідентифікації, вивчення екологічної ролі та захисту лишайників, а також містять дані, що сприяють подальшому дослідженню ліхенобіоти України [13].

На основі систематизації даних, зібраних багатьма вченими, зокрема Й. Надворніком, А. Хілітцером, А.М. Окснером, О.Г. Ромсом, М.Ф. Макаревичем, Л.П. Поповою, С.Д. Зеленком, Л.В. Димитровою, С.Я. Кондратюком та В.М. Вірченком, у національному природному парку «Синевир» було виявлено та ідентифіковано 183 види лишайників [10].

У працях О.Г. Ромс [22, 23] зазначено чотири види лишайників, знайдені на досліджуваній території: *Calicium adaequatulum* Nyl., *Chaenotheca chlorella* (Ach.) Müll. Arg., *C. cinerea* (Pers.) Tibell та *Microcalicium disseminatum* (Ach.) Vainio.

М.Ф. Макаревич створила атлас, у якому відображено поширення карпатської ліхенобіоти. У цьому атласі зафіксовано вісім видів, що зустрічаються у нинішньому Національному природному парку «Синевир». З них два види належать до роду *Calicium* та *Hypotrachyna* і по одному виду представлено родами *Chaenotheca*, *Hypogymnia*, *Platismatia* та *Tuckneraria* [9].

У другому випуску «Флори лишайників України» А.М. Окснера кількість виявлених в даному природно-заповідному об'єкті лишайників значно зросла, тепер вона становить 22 види. Серед видів, зафіксованих поблизу Синевирського озера, можна виділити: *Athallia pyracea* (Ach.) Arup, Frödén & Søchting, *Hypogymnia farinacea* Zopf., *Lecania cyrtella* (Ach.) Th. Fr. Також, на а території Музею лісу і сплаву було зафіксовано також *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale та *Usnea subfloridana* Stirt [15].

Таким чином, екологічні можливості НПП «Синевир» роблять його важливим об'єктом для збереження природи, підтримки екологічної стабільності, розвитку науки, екотуризму та екологічної освіти, що підкреслює його важливу роль у природоохоронній справі.

РОЗДІЛ 2.

Лишайники як об'єкт дослідження

2.1. Біологічні особливості лишайників

Лишайники – це унікальні організми, що виникають внаслідок симбіозу між водоростями та грибами, і мають особливі морфологічні, фізіологічні та екологічні властивості. Наразі відомо понад 20 тисяч видів лишайників.

Від інших організмів, зокрема грибів і водоростей, лишайники відрізняються зовнішньою формою, будовою, характером обміну речовин, наявністю специфічних речовин, способом розмноження та повільним темпом росту (від 1 до 8 мм на рік).

Слань лишайника складається з переплетених грибних ниток – гіфів, між якими розташовані клітини або нитки водоростей. Виділяють два основні типи мікроструктури слані: гомеомерний і гетеромерний. У гомеомерному типі слань формується хаотично переплетеними гіфами гриба, серед яких знаходяться окремі клітини або нитки водоростей. Цей тип об'єднує групу слизистих лишайників, які виділяють слиз, що включає клітини грибів і водоростей.

Гетеромерний тип характеризується тим, що клітини водоростей утворюють один чіткий шар – гонидіальний. Під ним розташовується серцевина з пухких ниток гриба, а зовнішні шари формуються з щільно переплетених гіфів, які називають кірковими. Завдяки грибним ниткам, що відходять від нижньої кори, лишайники прикріплюються до субстрату. У деяких видів нижня кора відсутня, і лишайник зростається з субстратом серцевинними гіфами.

Основну масу в слані лишайнику становить гриб, який своїми гіфами щільно переплітає клітини водорості. Складові компоненти лишайника – гриб і водорість – доповнюють один одного (Рисунок 2.1). Водорості – автотрофні рослини, що містять хлорофіл а, отже, здатні

створювати органічні речовини та забезпечувати ними гриб. Гриб нездатний фото синтезувати, але володіє здатністю добувати воду і мінеральні речовини та забезпечувати ними водорість. Крім того, гриб захищає водорість від яскравого освітлення, сильного нагрівання променями сонця і висихання.

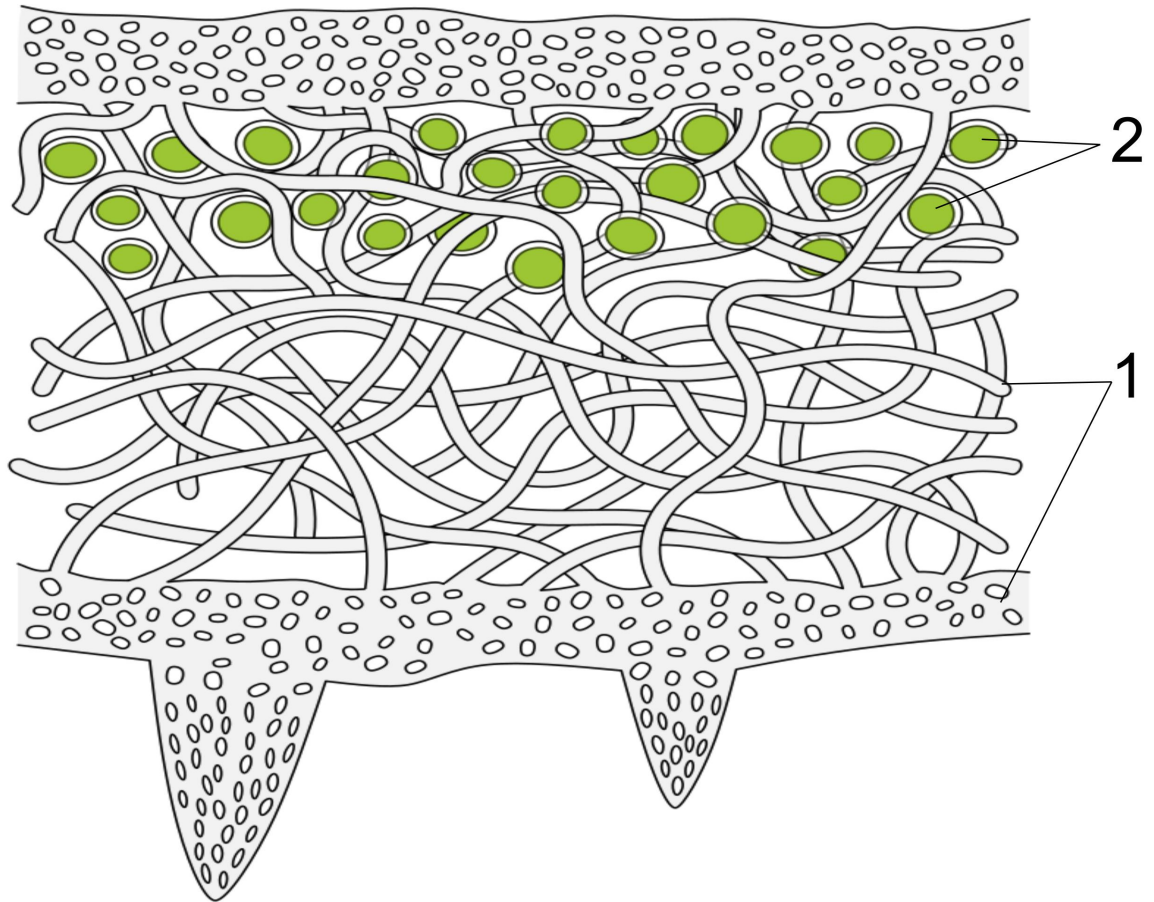


Рисунок 2.1 Будова слані лишайника: 1 – мікобіонт, 2 – фікобіонт (модифіковано з Nefronus CC BY-SA 4.0).

Ріст лишайників відбувається дуже повільно. Вони, зазвичай, розмножуються вегетативно, використовуючи ділянки слані або утворення з клітин водоростей та грибних ниток, які називаються ізидіями та соредіями. Ізидії формуються на верхній стороні талому, тоді як соредії утворюються всередині тіла і виходять назовні через розрив коркового шару. Лишайники можуть жити дуже довго – до сотень і навіть тисяч років.

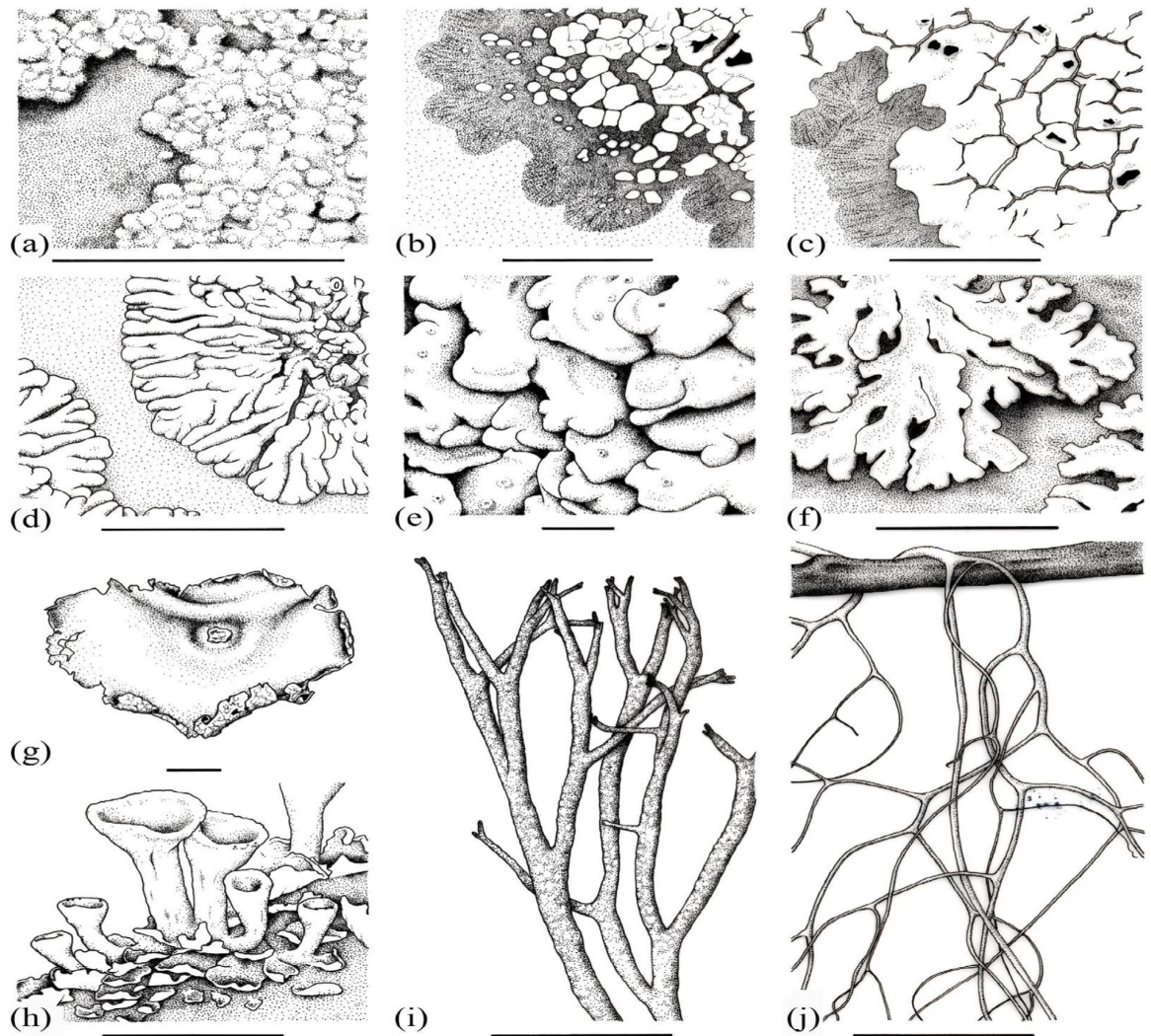


Рисунок 2.2 Життєві форми лишайників: a, b, c, d – накипні лишайники, e, f, g – листуваті лишайники, h, i, j – кущисті лишайники (модифіковано з Smith et al. 2009).

Грибні нитки щільно переплітаються, утворюючи три шари: верхній, серцевинний і нижній. Верхня кірка, або кірковий шар, має різноманітні кольори завдяки присутності пігментів зеленого, синього, фіолетового, червоного і коричневого кольорів. Цей шар є товстішим і виконує функції захисту та поглинання вологи з повітря. Нижня шкірка (також кірковий шар) є тоншою та має вирости, відомі як ризоїди, які забезпечують прикріплення до субстрату. Грибні нитки цього шару також виділяють кислоти, що розчиняють субстрат і дозволяють

поглинати мінеральні речовини, хоча більшість необхідних елементів вловлюються з повітря та дощової води.

Внутрішні нитки грибів та зелені клітини водоростей формують серцевинний шар, який відповідає за фотосинтез, перетворення і запасання поживних речовин. В залежності від внутрішньої структури, лишайники поділяються на гомеомерні та гетеромерні.

У гомеомерних лишайників гіфи грибів і водорості рівномірно розподілені по всій поверхні талому. У гетеромерних лишайників під верхнім кірковим шаром знаходиться гонідіальний шар, що містить клітини водоростей. Нижче цього шару розташований середній шар, утворений пухко переплетеними грибними гіфами.

Однією з характерних рис лишайників є наявність лишайникових кислот, які, разом із пігментами, визначають їхній колір, забезпечують захист від бактерій і сприяють розчиненню мінеральних речовин навколишнього середовища. Вживанню лишайників сприяє їхня здатність швидко висихати. При висиханні фотосинтез, який здійснюється водоростями, припиняється, і вони переходять у стан спокою, що дозволяє їм витримувати високі температури та сильні морози. Після дощу лишайники швидко поглинають вологу і відновлюють свої життєві процеси.

В різних умовах вологість тіла лишайників може змінюватися протягом дня, тому фотосинтез у них здійснюється лише на протязі кількох годин. Це призводить до дуже низької швидкості росту, яка коливається від 0,1 до 10 мм на рік. Таким чином, витривалість лишайників зумовлена будовою їхнього тіла, здатністю швидко висихати і поглинати воду, а також присутністю лишайникових кислот.

2.2. Лишайники як біоіндикатори стану довкілля

Лишайники є одними з поширених біоіндикаторів, оскільки вони чутливо реагують на забруднення повітря, особливо на оксиди сірки,

азоту та важкі метали. Ці організми також реагують на зміни в екологічних умовах, таких як температура, вологість та кислотність ґрунту. Їхня здатність швидко адаптуватися або, навпаки, зменшувати чисельність внаслідок несприятливих умов навколишнього середовища може свідчити про мікро та мезокліматичні зміни на певних територіях. Наприклад, зменшення популяції певних видів лишайників може свідчити про збільшення кислотності або забруднення [8].

Методика використання лишайників як біоіндикаторів є набула значного поширення в кінці ХХ століття і зараз активно впроваджена у систему постійного моніторингу багатьох країн Європи. Зокрема у країнах, таких як Швеція та Велика Британія, лишайниковий біомоніторинг використовується для оцінки якості повітря в міських і промислових зонах. Наприклад, у районах з високим рівнем сірчистого газу спостерігається зменшення різноманіття лишайників і домінування більш стійких видів, таких як *Lecanora conizaeoides*.

Широке використання лишайників інструментів біомоніторингу призвело до його значного розвитку та удосконалення методу, тому виділяють кілька його різновидів:

- Метод індикаторних видів. Метод базується на тому, що деякі види лишайників є більш чутливими до забруднення повітря, ніж інші. Наприклад, *Hypogymnia physodes* або *Lecanora conizaeoides* часто використовуються для оцінки рівня забруднення повітря, адже вони є стійкими до забруднення повітря. Різні лишайники мають різну стійкість до забруднення, що дозволяє створювати лінійки чутливості [12].

- Індекс лишайникового різноманіття (ILD). Це методика, що базується на вимірюванні кількісних показників різноманіття лишайників у певній місцевості. Велика кількість видів свідчить про чистоту повітря, тоді як зменшення біорізноманіття вказує на наявність забруднень. У чистих районах спостерігається наявність листуватих і

кущистих лишайників, а в забруднених переважають накипні. Проте цей метод має недоліки, адже на лишайники можуть впливати не лише забруднювачі, але й інші фактори середовища, такі як вологість, температура, освітленість і субстрат, на якому вони ростуть. Це може ускладнювати інтерпретацію даних і вимагати комплексного підходу до оцінки стану довкілля.

- Аналіз накопичення забруднювачів. Лишайники можуть накопичувати важкі метали та інші токсичні речовини з повітря у своїх тканинах. Вчені можуть збирати зразки лишайників і аналізувати їх для визначення вмісту певних елементів (наприклад, свинцю або кадмію). Це дає змогу вимірювати рівні забруднення в певному районі та відслідковувати зміни з часом.

- Трансплантаційний метод. Лишайники можуть бути переміщені з екологічно чистих районів у забруднені для спостереження за тим, як змінюється їх стан. Цей метод дозволяє безпосередньо вивчати вплив забруднення на організми в реальних умовах [25].

Загалом, біомоніторинг за допомогою лишайників є ефективним методом оцінки якості повітря та виявлення екологічних проблем, пов'язаних із його забрудненням. Враховуючи їхню чутливість до забруднювачів і здатність накопичувати токсичні речовини, лишайники залишаються незамінним інструментом для екологічних досліджень і моніторингу стану навколишнього середовища. Зважаючи на відносну простоту використання методу, він дозволяє залучити велику кількість осіб до його проведення та виступає важливим компонентом шкілької освіти.

2.3. Роль лишайників у екологічній освіті

Лишайники відіграють важливу роль у екологічній освіті, оскільки вони є доступними і наочними об'єктами для вивчення складних

екологічних концепцій. Їхня унікальна біологія, здатність реагувати на зміни в середовищі, а також різноманіття видів роблять їх цінними для освітніх цілей.

Лишайники, завдяки своїй чутливості до забруднень та змін навколишнього середовища, є відмінними біоіндикаторами. У навчальному процесі їх можна використовувати для демонстрації впливу антропогенної діяльності на екосистеми. Учні можуть вивчати, як забруднення повітря, кислотність ґрунту або зміна клімату впливають на різноманіття та здоров'я лишайників, що дозволяє зрозуміти ширші екологічні питання [8].

Лишайники також допомагають ілюструвати концепцію симбіозу, оскільки вони є результатом взаємодії грибів і водоростей. Це дозволяє учням вивчати, як різні організми можуть співіснувати і підтримувати одне одного, що є основою багатьох екосистем.

Дослідження лишайників надає можливість студентам отримати практичний досвід в польових дослідженнях, включаючи збір зразків, ідентифікацію видів та аналіз екологічних даних. Це сприяє розвитку наукового мислення, навичок спостереження і критичного аналізу.

Лишайники також можуть бути інтегровані в проекти з екологічного відновлення, оскільки їх використання в програмах відновлення екосистем може продемонструвати важливість біорізноманіття та збереження природних ресурсів. У таких проектах студенти можуть брати участь у посадці лишайників у місцях, де вони були втрачені через забруднення або зміну середовища [12]. Крім того, лишайники можуть бути важливим елементом у навчанні про стійкість екосистем. Вони показують, як організми можуть адаптуватися до екстремальних умов, таких як посуха або забруднення, що допомагає розвивати розуміння концепцій стійкості та адаптації в природі.

Останнім часом, проблематика використання лишайників у дидактиці активно обговорюється міжнародною спільнотою. Зокрема,

зазначається, що лишайники, попри їх екологічне значення, часто ігноруються в освітніх програмах з біорізноманіття. Щоб виправити цю ситуацію, активно пропонується трансформативний підхід, який інтегрує кілька ключових освітніх принципів: досвід природи, передача знань, участь, співпраця та використання цифрових медіа. Ці підходи включають такі особливості:

- Досвід природи: безпосередній контакт з лишайниками в міських зелених зонах є основним елементом. Заняття на свіжому повітрі сприяють емоційному зв'язку з природою, пробуджують цікавість і допомагають учасникам зрозуміти, що лишайники є живими організмами з важливими ролями в екосистемах.

- Передача знань: освітні програми охоплюють ідентифікацію видів, екологічну роль лишайників та їх ширший зв'язок з такими проблемами, як забруднення повітря, зміна клімату та міське планування. Знання не обмежуються лише визначенням видів, а включають розуміння їх екосистемних послуг.

- Участь і співпраця: проекти заохочують активну участь через групові обговорення, практичні заходи та спільне дослідження. Це розвиває навички роботи в команді та вирішення проблем, а також формує почуття відповідальності за екологічні проблеми.

- Використання цифрових технологій: цифрові інструменти, такі як мобільні додатки та фотографія, інтегруються для покращення навчання. Ці інструменти допомагають учням документувати свої відкриття та взаємодіяти з біорізноманіттям у інтерактивній формі.

Таким чином, лишайники не лише є об'єктами дослідження, але й служать інструментом для екологічної освіти, допомагаючи формувати свідомість про важливість збереження довкілля та підтримки біорізноманіття.

РОЗДІЛ 3.

Різноманіття лишайників Національного природного парку «Синевир»

Загалом, лишайники Національного природного парку «Синевир» представлені 224 видами, серед яких три види *Lobaria pulmonaria*, *Melanohalea elegantula* та *Usnea florida* занесені до Червоної книги України [28]. Нижче представно список видів лишайників, які охоплюють різні життєві форми та можуть бути легко знайдені та використані під час проведення екскурсій з біології (Рисунок 3.1-3.3).

Chaenotheca ferruginea (Turner ex Sm.) Mig. – це вид лишайників з роду *Chaenotheca*, який часто називають "стебловидним лишайником" через його специфічну морфологію. Цей лишайник має характерний вигляд із темно-коричневою, майже чорною спороносною структурою, що піднімається на довгих стеблах (подібних до спорангієносців) над поверхнею слані. *Слань*: слабо розвинена, тонка, зеленувато-сіра або оливкова, часто малопомітна на субстраті. *Апотеції*: круглі або чашоподібні структури темно-коричневого кольору, часто майже чорні, на видовжених стеблах висотою 0.5–2 мм. Верхівка апотеції (гіменіальний диск) плоска або трохи опукла, покрита шаром спор. *Спори*: багатоклітинні, коричневі, одноклітинні або двоклітинні, зазвичай еліптичної форми.

Chaenotheca ferruginea найчастіше зростає на корі дерев, таких як сосна або ялина, у затінених, вологих умовах. Зустрічається в лісах, на старих деревах, а також у лісових зонах із високою вологістю.

Cladonia macilenta Hoffm. Це куцистий лишайник із прямостоячими червонувато-оранжевими подеціями (спороносними структурами), які виростають із зеленої, інколи сіруватої первинної слані. Подеції можуть бути простими або гіллястими, зазвичай заввишки

до 1 см, із коркового або зернистого покриття. Верхівки подецій інколи вкриті червоними апотеціями, що допомагає легко ідентифікувати вид.

Зростає на гнилій деревині, основах дерев, зрідка на ґрунті в змішаних і хвойних лісах. Вид є показником кислих ґрунтів та добре переносить значну вологість. Зустрічається переважно в екологічно чистих умовах, чутливий до забруднення повітря.



Рисунок 3.1 Роздатковий фотоматеріал ‘Кущисті лишайники’.

Evernia prunastri (L.) Ach. Відома як дубовий мох, має плоску, дихотомічно розгалужену слань блідо-зеленуватого або сірого кольору зверху і білувату знизу. Слань зазвичай досягає 3–5 см завдовжки, м’яка на дотик і гнучка. Апотеції рідко утворюються, лишайник розмножується фрагментами слані.

Поширений на корі листяних дерев, але може зростати і на хвойних породах у лісах, парках та інших вологих місцевостях. Чутливий до забруднення повітря, часто використовується як біоіндикатор чистоти повітря. Віддає перевагу середовищам з помірною вологістю та добре росте в регіонах з відносно стабільним кліматом.

Graphis scripta (L.) Ach. – накипний лишайник з гладкою або злегка зморшкуватою білувато-сірою сланню, яка міцно прилягає до

кори. Відмінною рисою цього виду є чорні лінійні апотеції, які нагадують напис або карлочки, що можуть утворювати характерні форми на поверхні слані.

Цей вид зростає на корі різних дерев, включаючи хвойні, в умовах помірної вологості. Поширений у старих лісах, стійкий до слабого забруднення, але переважно зустрічається у відносно чистих зонах. Є показником стабільних екосистем лісових зон з незмінним мікрокліматом.

Hypogymnia physodes (L.) Nyl. – листуватий лишайник з пухкою сланню, яка легко відокремлюється від субстрату. Слань має лопатеву форму, сірого або сіро-зеленого кольору, порожниста всередині. Лопаті на кінцях часто роздуті, з темними або коричневими плямами. Апотеції трапляються рідко, що робить розмноження фрагментацією основним способом поширення.

Зростає на корі як хвойних, так і листяних дерев, може також зустрічатися на мертвій деревині та каменях. Віддає перевагу середовищам з високою вологістю, є біоіндикатором чистоти повітря, чутливий до забруднень. Поширений у хвойних лісах, а також у змішаних лісах, де вологість і чистота повітря сприяють його розвитку.

Lecanora argentata (Ach.) Malme – це накипний лишайник із щільною сланню білого або сіруватого кольору, яка міцно прикріплюється до субстрату. Апотеції круглі, мають блідо-рожевий або коричневий диск, оточений краями слані. Спороносна частина покрита порошкоподібним нальотом.

Вид зростає переважно на корі дерев, особливо хвойних, але іноді трапляється на листяних породах. Полюбить помірно вологі умови й добре пристосований до різних екосистем, включаючи як старі ліси, так і лісопосадки. Чутливий до сильного забруднення повітря.

Листуваті лишайники



Platismatia glauca



Lobaria pulmonaria



Xanthoria parietina



Parmelina pastilifera



Parmelia sulcata



Peltigera pratextata



Melanelixia glabratula



Hypogymnia physodes

Рисунок 3.2 Роздатковий фотоматеріал ‘Листуваті лишайники’.

Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm. – великий, листуватий лишайник, що має слань зеленувато-коричневого кольору з сітчасто-морщинистою поверхнею, яка нагадує легеневу тканину (звідси й назва). Лопаті товсті, на нижньому боці мають білуваті ризоїди. Апотеції зустрічаються рідко.

Це екологічно вразливий вид, що зростає переважно в старих лісах на корі листяних дерев, рідше – на хвойних. *Lobaria pulmonaria* дуже чутлива до якості повітря і потребує високої вологості, через що є індикатором екологічно чистих зон. Вид надає перевагу стабільному мікроклімату та незайманім лісам.

Melanelixia glabratula (Lamy) Sandler & Arup має листувату слань, що складається з лопатей, які прилягають до субстрату. Поверхня слані коричнева, гладка, з глянцеvim блиском, без порошкоподібних нальотів. Апотеції рідкісні, темно-коричневі, розташовані на краях лопатей.

Цей лишайник зростає на корі листяних дерев у лісах з помірною вологістю. *Melanelixia glabratula* добре адаптована до помірних кліматичних умов і може зростати в умовах слабого забруднення повітря, хоча частіше зустрічається в екологічно чистих місцях.

Parmelia sulcata Taylor – лишайник із листуватою сланню світло-сірого кольору, що має характерний сітчастий малюнок. Поверхня покрита соровіями (порошкоподібними структурами для вегетативного розмноження). Апотеції зустрічаються рідко, зазвичай мають темно-коричневий диск.

Цей вид часто зустрічається на корі дерев, каменях та ґрунті в зонах з високою вологістю. Він відносно стійкий до помірного забруднення повітря і використовується як біоіндикатор. Поширений як у хвойних, так і листяних лісах, особливо у вологих умовах.

Parmelina pastillifera (Harm.) Hale має листувату, сірувато-зелену слань, з вузькими і розширеними лопатями. Її поверхня часто вкрита невеликими блідо-сірими соровіями. Апотеції зустрічаються рідко і мають темний диск.

Цей лишайник поширений на корі дерев, зокрема хвойних, і на кам'янистих субстратах у вологих лісах. Він чутливий до забруднення повітря, що робить його гарним показником чистоти навколишнього середовища.

Peltigera praetextata (Flörke ex Sommerf.) Zopf має листувату слань коричневого або сірувато-зеленого кольору, з великими і пухкими лопатями, що розташовані близько до субстрату. Нижній бік слані зазвичай світліший, з численними білими ризоїдами, що нагадують дрібні волоски. Апотеції рідкісні, зазвичай розташовані на кінчиках лопатей.

Цей вид зазвичай зустрічається на мохових або вологих ґрунтах, іноді на старих деревних стовбурах. Зростає у вологих лісових умовах і чутливий до забруднення повітря, через що поширений у чистих екологічних зонах, переважно у лісах з високою вологістю.

Pertusaria pertusa (Weigel) Tuck. Має щільну коркову слань білого або сірувато-білого кольору. Апотеції численні, нагадують дрібні круглі або напівкулясті горбики з порошкоподібними утворами. Спорозні структури зосереджені у вигляді білих крапок, що контрастують із загальною текстурою.

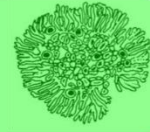
Росте на корі дерев (переважно на хвойних) у вологих і захищених місцях. Поширена у старих лісах, а також у місцях з помірним рівнем забруднення повітря. Добре переносить помірний мікроклімат та зростає в стабільних екосистемах.

Phlyctis argena (Spreng.) Flot. Утворює тонку, гладку коркову слань біло-сірого кольору, що щільно прилягає до субстрату. Апотеції відсутні, але поверхня покрита дрібними порошкоподібними сорівіями, які служать для вегетативного розмноження.

Вид поширений на корі дерев, зокрема на листяних породах у вологих місцях. Зростає переважно у лісах із помірним мікрокліматом,

добре пристосований до умов помірного забруднення повітря і зустрічається в стабільних, екологічно чистих зонах.

Накипні лишайники



Chaenotheca ferruginea



Lecanora argentata



Graphis scripta



Phlyctis argena



Pertusaria pertusa

Рисунок 3.3 Роздатковий фотоматеріал 'Накипні лишайники'.

Platismatia glauca (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb. Має листувату, сірувато-зелену слань з широкими лопатями, які часто хвилясті й утворюють розеткоподібну структуру. Нижня поверхня темно-коричнева, з численними тонкими ризоїдами. На поверхні можуть з'являтися бліді порошкоподібні структури для розмноження (соредії).

Цей вид поширений на корі дерев, переважно хвойних, і на кам'янистих субстратах у прохолодних вологих лісах. Добре пристосований до холодного клімату і помірного забруднення, часто використовується як індикатор умов середньої якості повітря.

Usnea florida (L.) Weber ex F.H.Wigg – кущистий лишайник з довгими, волокнистими гілками, які звисають зі стовбурів. Слань зеленувато-сіра, з еластичною центральною серцевиною. Вершинки гілок інколи прикрашені апотеціями, які мають світло-коричневий диск.

Зустрічається переважно на корі хвойних і листяних дерев у старих, незайманих лісах. Дуже чутливий до забруднення повітря і використовується як біоіндикатор. Добре росте в умовах високої вологості і чистого повітря, що робить його поширеним у стабільних екосистемах.

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. – яскраво-жовтий або оранжевий лишайник із листуватою сланню, що має лопаті різного розміру, щільно прилягає до субстрату. Апотеції круглі, розташовані на поверхні слані, мають помаранчевий диск, який добре контрастує з кольором слані.

Це досить стійкий вид, що поширений на корі дерев, каменях, бетонних спорудах і навіть дахах. Добре переносить забруднення повітря та підвищений рівень азоту, тому часто зустрічається в урбанізованих зонах, парках і сільськогосподарських місцевостях.

РОЗДІЛ 4.

Методичні рекомендації щодо використання лишайників під час шкільних екскурсій

4.1. Методичні походи до ознайомлення школярів з лишайниками

Ознайомлення школярів з лишайниками є важливим аспектом екологічної освіти, що сприяє розвитку їхньої екологічної свідомості та розуміння важливості цих організмів у природі.

Інтерактивні заняття можуть включати організацію виїздів до лісу або парку, де учні можуть спостерігати лишайники в природному середовищі. Під час екскурсії діти вчаться визначати різні види лишайників, спостерігаючи за їхніми екологічними особливостями та середовищем зростання. Проведення лабораторних робіт, на яких учні досліджують зразки лишайників під мікроскопом, також є ефективним методом.

Використання мультимедійних технологій є ще одним важливим аспектом навчання. Створення презентацій з використанням відео та слайдів, які демонструють різноманіття лишайників і їхню роль в екосистемі, може допомогти візуалізувати матеріал. Інтерактивні навчальні платформи, які дозволяють учням вивчати лишайники у формі ігор та вікторин, також можуть бути корисними.

Проектна діяльність стимулює учнів до проведення власних досліджень про лишайники, їх екологічні особливості та використання в медицині чи індустрії. Заохочення підготовки доповідей, постерів або відеопрезентацій дозволяє учням поглибити свої знання. Організація виставок, на яких учні можуть представити свої дослідження, додає елемент конкуренції та творчості.

Співпраця з природоохоронними організаціями може включати запрошення експертів, які спеціалізуються на лишайниках, для проведення лекцій та семінарів. Це допоможе учням дізнатися більше

про роль лишайників у збереженні біорізноманіття. Спільні проекти з місцевими організаціями можуть залучити учнів до практичних заходів із охорони навколишнього середовища.

Залучення творчих методів також має значення. Проведення занять, на яких учні можуть малювати, писати вірші або створювати історії про лишайники, допомагає закріпити отримані знання у креативний спосіб. Розробка кросвордів, настільних ігор або загадок, пов'язаних із лишайниками, створює інтерактивне середовище для навчання.

Методичні підходи до ознайомлення школярів з лишайниками можуть бути різноманітними та включати як активні, так і інтерактивні методи навчання. Важливо залучати учнів до активного пізнання навколишнього світу, формуючи в них відповідальне ставлення до природи та її ресурсів. Таке навчання не лише збагачує їх знаннями, але й формує екологічну свідомість, що є надзвичайно важливим у сучасному світі.

4.2. План екскурсії «Темний світ лишайників»

Мета екскурсії: ознайомство учнів із різноманіттям лишайників, їхнім значенням для екосистем, а також роллю у природних біоценозах. Розвиток спостережливості, навичок роботи в природі та екологічної свідомості.

Тривалість екскурсії: 3-4 години (з урахуванням часу на перерви та обговорення).

Місце проведення: Національний природний парк «Синевир» – відвідування ділянки з високою біологічною різноманітністю лишайників.

Учасники: учні 5-8 класів, вчитель біології, екскурсовод, супроводжуючі особи (батьки, вчителі).

Необхідне обладнання:

- Блокноти та ручки для записів
- Лупи або біноклі для спостереження
- Фотокамера або смартфони для зйомки
- Картки з ілюстраціями лишайників
- Складні сітки (для збору зразків)
- Знаряддя для запису та аналізу (папір для замірів, маркери)
- Перша допомога (аптечка)

Організаційні моменти

1. Підготовка учнів

Провести попереднє заняття, щоб розповісти учням про основи ліхенології (наука про лишайники), їх різновиди, середовище існування, екологічну роль та значення. Ознайомити учнів із планом екскурсії та її метою.

2. Збір групи

Зустріч на призначеному місці, перевірка наявності всіх учасників. Вступне слово, пояснення правил безпеки під час перебування в природі.

Структура екскурсії

Вступна частина (30 хвилин)

Коротка лекція про лишайники, їхнє значення для екосистеми, види та середовища існування. Обговорення основних термінів та понять: симбіоз, біоморфологічні ознаки, індикатори чистоти повітря.

Лишайники – це складні організми, які формуються внаслідок симбіозу між грибами, зазвичай представниками класу Аскомікети або Базидіоміцети, і фотосинтетичними організмами, переважно зеленими водоростями або ціанобактеріями. Їхня структура є унікальною та відрізняється від будови звичайних рослин або грибів.

Кора, або кортекс, представляє собою зовнішній шар лишайника, що складається з грибної тканини. Вона захищає внутрішні шари від

зовнішніх умов, таких як ультрафіолетове випромінювання та втрата вологи. У деяких видів кора може бути досить товстою і багат шаровою.

Під кортексом розташована медульна тканина, яка складається з грибних гіфів (ниток). Медула забезпечує структуру та механічну підтримку лишайника, а також може містити клітини фотосинтетичних організмів, які допомагають у живленні. Фотобіонт – це фотосинтетична частина лишайника, що складається з водоростей або ціанобактерій. Вони забезпечують організми енергією через фотосинтез, перетворюючи світлову енергію на хімічну.

Лишайники мають різноманітні морфологічні ознаки, які допомагають їм адаптуватися до різних умов середовища. Вони можуть мати плоскі, гіллясті або волокнисті форми, залежно від середовища проживання. Спеціалізовані структури, що називаються сорусами, є важливими для розмноження, оскільки в них утворюються спори, що дозволяють лишайникам поширюватися на нові території.

Ці організми є дуже витривалими і здатні виживати в різних умовах. Лишайники можуть рости на каменях, деревах, ґрунті та навіть на будівлях. Для нормального росту їм потрібен доступ до світла, вологи та чистого повітря. Вони чутливі до забруднення навколишнього середовища, і їх наявність може слугувати індикатором чистоти повітря.

Лишайники виконують багато важливих функцій в екосистемі. Вони беруть участь у процесах ґрунтоутворення, розкладаючи органічні матеріали, і служать їжею для багатьох видів тварин. Крім того, лишайники є важливими елементами в круговороті речовин, поглинаючи вологу і мікроелементи з повітря. Лишайники є унікальними організмами з характерною будовою, що дозволяє їм займати важливе місце в екосистемі. Їхня здатність до адаптації та роль в природних циклах роблять їх важливими для підтримки екологічної рівноваги. Знання про їхню будову та функціонування може сприяти

охороні цих організмів і підвищити усвідомленість щодо їх значення в природі.

Значення лишайників для екосистеми. Індикатори екологічного стану. Лишайники дуже чутливі до змін в екологічному середовищі, зокрема до забруднення повітря. Їхня присутність або відсутність може свідчити про якість повітря та стан екосистеми в цілому. Наприклад, види, які вимогливі до чистоти повітря (як *Lobaria pulmonaria*), є індикаторами незайманих природних середовищ. Також лишайники відіграють важливу роль у формуванні ґрунту. Вони сприяють розкладанню скель і каміння, що веде до утворення ґрунту і покращення його структури. Вони також є важливим джерелом їжі для багатьох організмів, зокрема для оленів та інших травоїдних тварин, особливо в зимовий період. Лишайники беруть участь у кругообігу вуглецю, азоту та інших елементів, оскільки здатні фіксувати атмосферний азот, що робить їх важливими для екологічного балансу.

Різноманіття видів лишайників (картки з ілюстраціями лишайників)

Лишайники поділяються на кілька основних груп, залежно від їхньої морфології та способу життя:

Перехід до лісу (15 хвилин)

Прогулянка до місця дослідження, під час якої учні можуть спостерігати за природою, звертаючи увагу на різні види рослинності та особливості лісу.

Практична частина (2 години)

Вивчення різноманіття лишайників

Розділити учнів на групи по 4-5 осіб. Кожна група отримує картки з ілюстраціями різних видів лишайників, які можна зустріти в даній місцевості, а також форми які потрібно заповнити. Використовуючи лупи, учні повинні знайти та ідентифікувати наявні види лишайників, зафіксувати їх на блокнотах, зробити виміри.

Інструкція для учнів:

1. На вашій ділянці, якщо можливо, виберіть принаймні 3 дерева з прямим стовбуром, без пошкоджень чи мохів на ньому, і без гілок на ділянках кори, де ви будете брати зразки. Як тільки ви їх оберете, починайте з першого:

а. виміряйте окружність стовбура на висоті 120 см від землі;

б. розмістіть сітку вертикально до стовбура дерева в напрямку 4 сторін (по черзі): північ, схід, південь і захід, на висоті між 100 і 150 см від землі (Рисунок **);

с. Тепер фіксуйте лишайники, що потрапляють на сітку: для кожного виду лишайників, знайденого в сітці, порахуйте частоту виду, тобто кількість квадратів, в яких цей вид присутній, і занотуйте це у вашому аркуші (Таблиця). У прикладі на малюнку жовтий лишайник *Xanthoria parietina* присутній у 5 квадратах (позначено стрілками), а білий лишайник *Lecanora sp.* — у 3 квадратах (позначено колами). Зверніть увагу, що не має значення, якщо в квадраті більше одного талому виду, це завжди рахується як 1 квадрат. Це означає, що найвища можлива частота, тобто максимальна кількість квадратів, в яких можна знайти вид на певному напрямку дерева, — це 5 (коли вид присутній у всіх квадратах сітки).

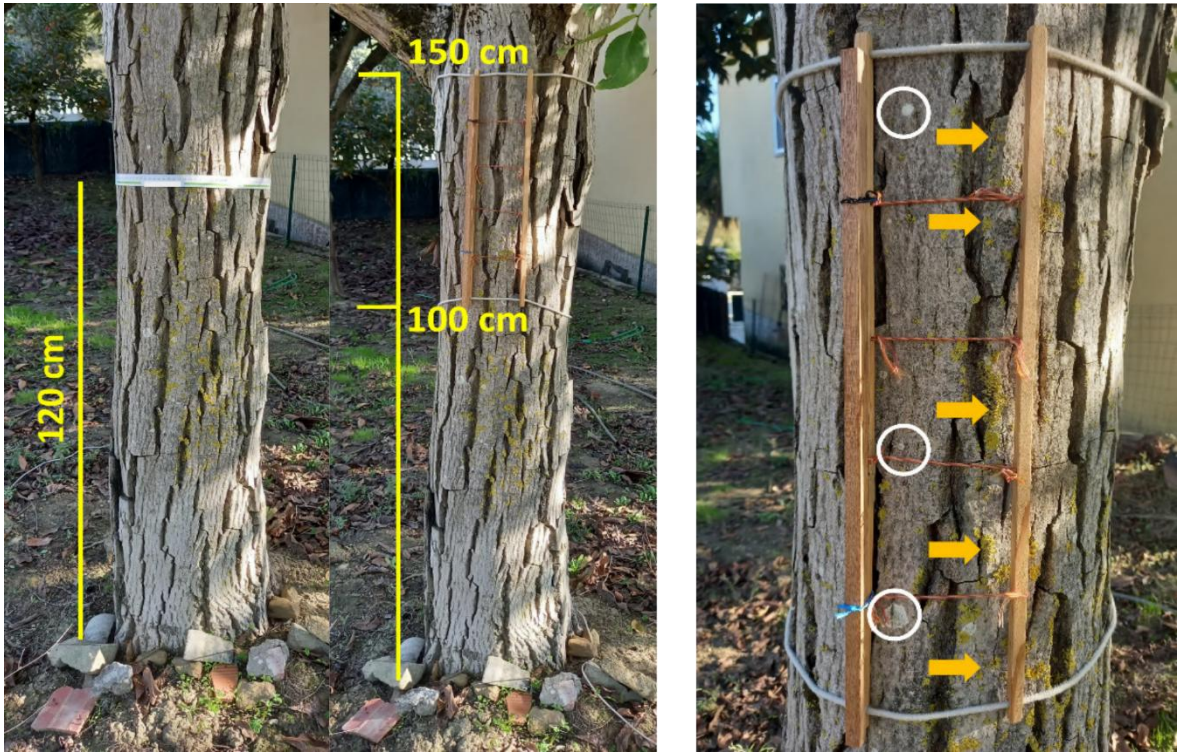


Рисунок 4.1 Розміщення сітки для обліку лишайників.

Таблиця 4.1

Форма для обліку лишайників

Імена учасників												
Ділянка												
Номер дерева												
Вид дерева												
Обхват дерева												
Нахил дерева												
Стоврона світу	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W
<i>Xanthoria parietina</i>	5											
<i>Usnea florida</i>	1											

2. Розділіть виявлені лишайники за життєвими формами

- **Кущисті лишайники** – _____

- **Листуваті лишайники** – _____
- **Накипні лишайники** – _____

Обговорення знайдених видів:

Групи обирають одного представника для короткого представлення своїх знахідок, обговорюють, які умови існування вони вважають оптимальними для кожного виду.

Перерва (15 хвилин)

Відпочинок на природі, перекус, обговорення знайденого.

Підсумкова частина (30 хвилин)

Зворотний шлях до виходу з лісу з підсумковим обговоренням. Обговорення того, що нового дізналися учні, які види найбільше сподобалися, які спостереження були найцікавішими.

Визначення ролі лишайників у природі, їх значення для навколишнього середовища, охорона та збереження видів.

Завершення екскурсії (15 хвилин)

Короткий підсумок: вчитель акцентує увагу на важливості вивчення природних екосистем, збереження біорізноманіття. Вручення учасникам сертифікатів або грамот за активну участь у дослідженнях.

Примітки

- Всі учасники повинні бути одягнені у зручний одяг та взуття, готові до прогулянки в лісі.
- Слід звернути увагу на дотримання правил поведінки в природі, недопущення сміття, збереження екосистеми.
- У разі непередбачених ситуацій (погода, травми) важливо мати план дій для безпеки учнів.

Висновок до розділу 4.

Розділ присвячений методичним рекомендаціям щодо використання лишайників під час шкільних екскурсій, що є важливим аспектом екологічної освіти. Лишайники, як складні симбіотичні організми, відіграють значну роль у природних екосистемах. Їхнє вивчення допомагає учням не лише розширити свої знання про біорізноманіття, але й формує в них екологічну свідомість.

Методичні походи до ознайомлення учнів з лишайниками включають різноманітні інтерактивні заняття, які сприяють розвитку спостережливості та навичок роботи в природі. Завдяки організації виїздів до природних місць, учні можуть безпосередньо спостерігати та ідентифікувати різні види лишайників, що робить навчальний процес більш ефективним і захопливим.

План екскурсії «Таємничий ліс лишайників» містить структуровані етапи, починаючи з підготовки учнів до проведення практичних спостережень та завершуючи підсумковим обговоренням. Це дозволяє учням не тільки отримати нові знання, але й набути досвіду співпраці в групах, розвивати комунікаційні навички та усвідомлювати важливість збереження навколишнього середовища.

Отже, методичні рекомендації, представлені в цьому розділі, підкреслюють важливість інтеграції екологічних знань у навчальний процес, що сприяє формуванню у молодого покоління відповідального ставлення до природи та її ресурсів. Розвиток екологічної свідомості в учнів є необхідним для забезпечення сталого майбутнього, де цінність біорізноманіття, зокрема лишайників, буде визнана та охоронена.

ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційній роботі було проаналізовано сучасний стан досліджень лишайників та їхньої ролі в екосистемах. Лишайники, як складні організми, що виникають внаслідок симбіозу між грибами та фотосинтетичними організмами, виконують важливі функції в природі, зокрема, слугують індикаторами екологічного стану, беруть участь у формуванні ґрунту та підтримують біорізноманіття. Незважаючи на їхню важливість, обізнаність про лишайники залишається низькою, особливо серед молоді, що підкреслює актуальність їхнього вивчення в рамках екологічної освіти.

2. Проаналізовано різноманіття лишайників Національного природного парку «Синевир» та визначено список видів, які можуть бути використані під час екскурсій з біології. Список сформовано з урахуванням частоти трапляння видів та можливості їх визначення в природі. Види охоплюють усі життєві форми лишайників та ілюструють різні екологічні групи (епігейні, епіфітні та епідісильні види).

3. Розроблено методичні рекомендації до проведення екскурсії «Таємничий світ лишайників» на території Національного природного парку «Синевир». Методичні рекомендації дозволяють впровадити у шкільний курс біології або природознавства новий вид діяльності, що забезпечить учням можливість отримувати знання про різноманіття та важливість лишайників у природних екосистемах. Таке форма діяльності не лише забезпечить засвоєння новими знань, але й дозволить сформувати їхню відповідальність за збереження навколишнього середовища. Залучення учнів до активних досліджень та спостережень стимулює їхній інтерес до природи та збереження біорізноманіття.

4. Результати дослідження підкреслюють необхідність інтеграції ліхенології в навчальні програми, що забезпечить не лише закріплення отриманих знань, а й формування екологічної свідомості за

рахунок зв'язку шкіл з об'єктами природно-заповідного фонду. Отримані знання можуть стати основою для подальших досліджень у галузі екології, охорони навколишнього середовища та біології, а також сприяти формуванню більш комплексного підходу до вивчення біорізноманіття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Василюва О.І., Романишин Н.М. Індикація атмосферного забруднення в центральному районі Львова за допомогою лишайників. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. Львів, 2012. Т. 14. № 3(53). С. 302-307.
2. Гамор, Ф. Д., Гамор А.Ф., Антосяк Т.М. Регіональний червоний список судинних рослин Закарпаття та деякі практичні аспекти їх охорони [Текст]. *Науковий вісник Ужгородського університету*: Серія: Біологія / редкол.: В.І. Ніколайчук (гол. ред.), В.Г. Рошко, В.О. Чумак та ін. Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2009. Вип. 25. С. 89–107.
3. Географічна енциклопедія України. 3 Том. П-Я. Київ, вид. "Українська енциклопедія" ім. М. П. Бажана, 1993. 480 с.
4. Зелена книга України / під загальною редакцією членкореспондента НАН України Я.П. Дідуха. К.: Альтерпрес, 2009. 448 с.
5. Зиман С.М., Тях Ю.Ю. Біоморфологічний аналіз рідкісних таксонів судинних рослин у флорі Національного природного парку «Синевир». *Укр. ботан. журн.* 2008. Т. 65, № 4. С. 513-519.
6. Конвенція про збереження мігруючих видів диких тварин. Бонн, 1979.
URL:https://web.archive.org/web/20140409002224/http://www.cms.int/sites/default/files/instrument/appendices_e.pdf.
7. Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (CITES). Вашингтон, 1963.
8. Литвиненко Ю. І., Вакал А.П., Литвиненко Д.В. Біоіндикаційні дослідження за епіфітною ліхенофлорою м. Суми та його околиць [Текст]. *Слобожанський науковий вісник*. Серія

Природничі науки: науковий журнал / МОН України, Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка; [гол. ред. А. О. Корнус; редкол.: Miroslava Hlebova, Ю. В. Буц, В. П. Воровка та ін.]. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 2. С. 26–30.

9. Макаревич М.Ф., Навроцкая И.Л., Юдина И.В. Атлас географического распространения лишайников в Украинских Карпатах. К.: Наукова думка, 1982. 404 с.

10. Національний природний парк «Синевир». Історія та сьогодення / кол. авторів; за ред. О.Б. Колесника, О.Г. Радченка. Ужгород: ТДВ «Патент», 2019. 440 с. : іл.

11. Національний природний парк «Синевир». URL: <https://synevypark.in.ua/>

12. Нірода Т.М. Вивчення грибів (макроміцетів) на стаціонарних пробних площах в Національному природному парку «Синевир». *Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія 20. Біологія*, 2016. Вип. 6. С. 22-26.

13. Окснер А.М. Флора лишайників України. – К.: Наук. думка, 1956. – 495 с.

14. Поварніцин В.О. Ліси Закарпаття. *Ботанічний журнал*. 1950. Т. 7. № 3. С. 66-78.

17. Положення про Національний природний парк «Синевир»: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 31.08.2020 р. № 83.

18. Попова Л.П. Лишайники НПП «Синевир». Проблеми екологічної стабільності Східних Карпат: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю створення Національного природного парку «Синевир» (24-27 червня 1999 року, Синевир, Україна). Синевир, 1999. С. 150-151.

19. Попович С.Ю., Устименко П.М. Рослинні раритети Національного парку «Синевир». *Укр. ботан. журн.* 1996. 53, № 1/2. С. 111-117.
20. Протопопова В.В., Тюх Ю.Ю., Шевера М.В. Характеристика адвентивної фракції флори Національного природного парку «Синевир». *Проблеми екологічної стабільності Східних Карпат: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю створення Національного природного парку «Синевир», (24-27 червня 1999, Синевир, Україна).* Синевир, 1999. С. 157-158.
21. Радомська М.М., Страва Т.В., Колотило О.А. Дослідження стану атмосферного повітря Святошинського району міста Києва методом Ліхеноіндикації. *Науковий вісник НЛТУ України: зб. науково-технічних праць.* Львів, 2016. Вип. 26.1. С. 190-195.
22. Ромс О.Г. Поширення роду *Chaenotheca* Th. Fr. на Україні // Зб. наук. праць аспірантів (природничі науки). К.: Вид-во КДУ, 1963. С. 8186.
23. Ромс О.Г. Семейство *Caliciaceae* – калициевые. Определитель лишайников СССР. Вып. 3: Калициевые – Гиалектовые. Л.: Наука, 1975. С. 7-37.
24. Сенчило О.О., Воробйов Є.О., Тюх Ю.Ю. Знахідка *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в Національному природному парку «Синевир». *Український фітоценологічний збірник*, Сер. А. К., 1996. Вип. 2. № 2. С. 107-108.
25. Соломаха В.А., Воробйов Є.О., Дербак М.Ю., Тюх Ю.Ю., Соломаха І.В., Сенчило О.О., Шевчик В.Л., Якушенко Д.М. Національний природний парк «Синевир». Рослинний світ. Природнозаповідні території України. Вип. 10. Київ: Фітосоціоцентр, 2016. 332 с.
26. Тюх Ю. Ю., Царенко О.М., Царенко П.М. Фіторізноманіття національного природного парку "Синевир" та питання його охорони.

Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 20: Біологія, 2012. Вип. 4. С. 3-9.

27. Устименко П.М., Дубина Д.В., Зиман С.М., Тях Ю.Ю., Дербак М.Ю. Букові праліси національного природного парку "Синевир": стан та перспективи. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2012. Т.8, №4. С. 354-361.

28. Червона книга України. Рослинний світ./за ред. Я.Г. Дідуха. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

29. Червона книга України. Тваринний світ. /за ред. І.А. Акімова. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. 623 с.

30. Червона книга Українських Карпат. Тваринний світ / заг. редакція – О. Ю. Мателешко, Л. А. Потіш. Ужгород: Карпати, 2011. 336 с.

31. Шевера М.В., Протопопова В.В., Томенчук Д.Є., Андрик С.Й., Кіш Р.Я. Перший в Україні офіційний регіональний список інвазійних видів рослин Закарпаття. *Вісник НАН України*. 2017. № 10. С. 53-61.

32. Carr E.C., Harris S.D., Herr J.R., Riekhof W. Lichens and biofilms: Common collective growth imparts similar developmental strategies. *Algal Research*, 2021. 41 s.

33. Grube M., Berg G. Microbial consortia of bacteria and fungi with focus on the lichen symbiosis. *Fungal Biol. Rev.* 23 (3) (2009). S.72–85.

34. Grube M., Cernava T., Soh J., Fuchs S., Aschenbrenner I., Lassek C., Berg G. Exploring functional contexts of symbiotic sustain within lichen-associated bacteria by comparative omics. *ISME J.* 9 (2) (2015). S. 412.

35. Hodkinson B.P., Lutzoni F. A microbiotic survey of lichen-associated bacteria reveals a new lineage from the Rhizobiales. *Symbiosis* 49 (3) (2009). S.163–180.

36. IUCN Red List of Threatened Animals / Compiled and Edited by J. Baillie and B. Groombridge. – Gland, Switzerland: The IUCN SSC, 1996. – 378 p.
37. Kirchmeir, H. & Kovarovic, A. (eds.) 2016: Nomination Dossier „Primeval Beech Forests of the Carpathians and Other Regions of Europe“ as extension to the existing Natural World Heritage Site “Primeval Beech Forests of the Carpathians and the Ancient Beech Forests of Germany” (1133bis). Klagenfurt, 409p.
38. Nadvornik J. Systematische Übersicht der Gattungen *Embolidium* Sacc. und *Mycocalicium* Vain. In Mitteleuropa. Praha, 1940. S. 71-75.
39. Nadvornik J. Systematische Übersicht der mitteleuropäischen Arten der Flechtenfamilie Caliciaceae. 1. *Calicium*. Preslia, 1939-1940, № 18/19, S. 113-129.