

**РОЗДІЛ 2. СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАННЯ
ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ
НА РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ ТА ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ
УЧНІВ ТА СТУДЕНТІВ**

УДК 372.857

DOI 10.5281/zenodo.6630521

Ю. І. Литвиненко

ORCID ID 0000-0001-9095-0437

Л. П. Міроненко

ORCID ID 0000-0002-9741-7157

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

**КОПРОФІЛЬНІ СУМЧАСТІ ГРИБИ ЯК ОБ'ЄКТ ВИВЧЕННЯ У ПРОЦЕСІ
РОБОТИ З ОБДАРОВАНОЮ УЧНІВСЬКОЮ ТА СТУДЕНТСЬКОЮ МОЛОДІЮ**

У статті схарактеризовано один із доступних біологічних об'єктів для роботи з обдарованою учнівською та студентською молоддю – це група копрофільних сумчастих грибів.

Вивчення копрофільних сумчастих грибів України активно проводиться на кафедрі біології та методики навчання біології Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка у рамках теми «Копрофільні аскоміцети заповідників та національних природних парків України». До її виконання активно залучаються студенти університету зі спеціальностей 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 091 Біологія природничо-географічного факультету та учні-члени Сумського територіального відділення Малої академії наук України.

Дана група грибів є дуже зручним об'єктом для вивчення, оскільки збір матеріалу для їх вивчення не вимагає від колектора спеціальної професійної підготовки. Послід трав'янистих тварин легко можна знайти у різних фітоценозах та у різні сезони, збирати з плодовими тілами грибів, або і без них. Таким чином, досліднику не обов'язково самотійно проводити збір зразків посліду. Останні, за можливості та потреби, можуть бути зібрані не лише науковцями чи співробітниками природоохоронних установ, а і місцевим населенням, студентами, учителями та учнями місцевих шкіл тощо. Для різних категорій учнів і студентів, враховуючи їх мотивацію, рівень підготовки, інтереси та можливості, можуть бути запропоновані різні теми дослідницьких робіт.

Вивчення копрофільних сумчастих грибів на базі кафедри біології та методики навчання біології СумДПУ імені А.С. Макаренка дозволяє залучити учнівську та студентську молодь до участі у наукових дослідженнях, мотивує їх до поглибленого вивчення біології та представлення результатів роботи на Всеукраїнському та Міжнародному рівнях.

Ключові слова: *здобувачі освіти, науково-дослідна робота, копрофільні сумчасті гриби, аскоміцети, модельні об'єкти, послід тварин, сукцесії, трав'янисті тварини.*

Постановка проблеми. Копрофільні гриби – своєрідна екологічна група організмів, які утилізують екскременти. Послід тварин представляє собою багатий на органічні сполуки та біологічно-активні речовини субстрат, що створює умови для розвитку різноманітних організмів [10; 15]. Чисельні види копрофільних грибів, прокаріотів, слизовиків, найпростіших і безхребетних тварин нероздільно пов'язані один з одним та знаходяться у постійній взаємодії із субстратом, на якому поселяються. Таким чином, послід тварини зі складним комплексом організмів, які розвиваються на ньому, цілком відповідають визначенню екосистеми Ю. Одуми [4]. Копрофіли утворюють повністю

гетеротрофну екосистему, яка існує за рахунок першопочаткового запасу речовин та енергії [9], невід'ємною та постійною складовою якої є саме копрофільні гриби.

Копрофільні гриби є групою організмів, збір матеріалу для вивчення яких не вимагає від колектора якихось спеціальних навичок або вмінь. «This could not be easier» («Що може бути простіше»), – саме цією фразою у визначнику «Dung Fungi: an illustrated guide to coprophilous fungi in New Zealand» починається опис методики збору копрофільних грибів [12]. Екскременти тварин можна завжди знайти у різних фітоценозах та у різні сезони (включаючи зиму), збирати з плодовими тілами грибів, або і без них. Таким чином, зразки посліду, за можливості та потреби, можуть бути зібрані як досвідченими фахівцями-мікологами або науковими співробітниками природоохоронних установ, так і місцевим населенням, учителями місцевих шкіл, студентською та учнівською молоддю. Отже останні також можуть бути активними співучасниками науково-дослідної роботи фахівців, залучатися до наукового дослідження на всіх етапах його проведення. Це значно спрощує роботу фахівця-дослідника та розширює географію територій досліджень.

Аналіз актуальних досліджень. Вивченню копрофільних сумчастих грибів приділяється значна увага у багатьох країнах світу. По-перше, вони розглядаються як зручна модель для вивчення процесів формування, організації, функціонування і розвитку природних грибних спільнот [8; 13]. В. П. Прохоров [6, с. 70] зазначає, що копрофільні гриби становлять «большой теоретический интерес, в том числе как удобная модель изучения процессов формирования и развития экосистем. Они имеют также практическое значение, поскольку выполняют в природе роль деструкторов, служат источником питания для многих микофагов и микофилов». Як з гумором вказує відомий британський міколог Р. В. Г. Денніс у передмові до свого видання «British cup fungi and their allies. An introduction to the Ascomycetes»: «A rich harvest may well await the man who cares to devote his leisure hours or declining years to the study of stale dog dung» («Багатий урожай [грибів] цілком може чекати на людину, яка захоче присвятити години свого дозвілля чи похилі роки вивченню несвіжого посліду собаки») [14].

В останні роки дослідження копрофільних аскоміцетів набувають не лише теоретичного, а й важливого прикладного значення. Багато видів цих грибів сьогодні є модельними об'єктами для молекулярних, генетичних, біохімічних та цитологічних досліджень, продуцентами ряду целлюлозолітичних ферментів, речовин з вираженою бактерицидною та антифунгальною активностями. Детальний аналіз актуальних робіт, присвячених прикладним аспектам вивчення та застосування копрофільних аскоміцетів у світовій біологічній науці викладений у нашій публікації [11].

Таким чином, послід тварин – цікавий для вивчення субстрат зі складним комплексом організмів, що їх населяють. Від мініатюрних екскрементів до гігантських копром слона, він являє собою мініатюрну екосистему, яку цікаво буде вивчати як досвідченому науковцю, так і досліднику-початківцю [17]. Враховуючи ж простоту збору та поширеність субстрату, на якому розвиваються копрофіли [12], ці організми цілком можуть стати доступним, простим та цікавим об'єктом для вивчення учнівською та студентською молоддю.

Мета статті – схарактеризувати можливості та результати вивчення копрофільних сумчастих грибів під час роботи з обдарованою учнівською та студентською молоддю, яка була проведена на базі кафедри біології та методики навчання біології природничо-географічного факультету СумДПУ імені А. С. Макаренка.

Виклад основного матеріалу. Вивчення копрофільних сумчастих грибів України понад 10 років активно проводиться на кафедрі біології та методики навчання біології Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка у рамках теми «Копрофільні аскоміцети заповідників та національних природних парків України» (номер державної реєстрації 0118U100053). До її виконання активно залучаються студенти університету зі спеціальностей 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 091 Біологія та учні-члени Сумського територіального відділення Малої академії наук України.

Як уже зазначалось вище, екскременти тварин та копрофільні організми представляють собою наглядні та зручні для дослідження у лабораторних умовах

екологічні моделі, на прикладі яких можна дослідити організацію і функціонування природних гетеротрофних спільнот, а також взаємодію між різними групами редуцентів [8; 13]. Таким чином, для різних категорій учнів і студентів, враховуючи їх мотивацію, рівень підготовки, інтереси та можливості, можуть бути запропоновані різні дослідницькі роботи, орієнтовні теми та зміст основних з яких наводимо нижче.

Тема 1. Видовий склад копрофільних сумчастих грибів території дослідження.

Для копрофільних грибів екскременти є єдиним джерелом живлення, які і визначають поширення цих організмів у природі. Виявити копрофільні аскоміцети звичайно можна шляхом традиційного пошуку плодових тіл маршрутно-експедиційним методом. Основним лімітуючим фактором для розвитку копрофілів є вологість субстрату. У зв'язку з цим найбільш сприятливий час для розвитку та збору цих грибів – весна, осінь, а також дощові періоди літа. Проте такий метод пошуку та збору копрофілів часто не є ефективним. Так, більшість аскоміцетів мають дуже дрібні (до 1 мм) плодові тіла, які складно побачити не озброєним оком. Крім того у природі, внаслідок зміни кліматичних умов, швидкого висихання субстрату під дією сонця та вітру, розвиток аскоміцетів часто може припинятися. У той же час сформована фекальна маса вже містить спори копрофілів, які готові до проростання, а їх подальший розвиток залежить лише від зовнішніх умов середовища. Тому для виявлення цих грибів звичайно використовують лабораторний метод вологих камер, основу якого становить створення стабільних умов вологості та температури для росту грибів [18]. Для пророщування у вологих камерах послід тварин можна збирати у будь-який сезон і будь-яку пору року, з плодовими тілами грибів, або і без них.

У роботі із учнівською молоддю, з міркувань безпеки, варто уникати обстеження екскрементів хижаків, які часто виступають переносниками небезпечних інфекцій і послід яких частіше розкладається бактеріями, а не грибами [12]. За необхідності, можна обмежитися достатньо великою кількістю зразків екскрементів травоядних тварин. Саме останні (особливо копроми корів та коней), як зазначає В. П. Прохоров [5], завжди характеризуються найбільшим різноманіттям та максимальним числом виявлених видів. Це в певній мірі дозволяє прискорити та спростити процес складання досить повних регіональних списків копрофільних грибів.

Для виявлення копрофільних сумчастих грибів зразки екскрементів збирають у паперові пакети, а для забезпечення кращого висушування зразка всередину вкладається аркуш фільтрувального паперу. Для кожного зразка на пакеті занотовують місце збору, субстрат, дату збору, прізвище колектора. Дані зразки посліду слугують базовим матеріалом для пророщування плодових тіл аскоміцетів та визначення їх видової приналежності. Після проведення ідентифікації мікологічний зразок перекладається у чистовий гербарний пакет з етикеткою, на якій зазначається видова назва гриба та всі вихідні дані щодо місця збору.

Для одержання плодових тіл копрофільних аскоміцетів методом вологих камер зразки екскрементів кладуть на зволожений фільтрувальний папір у чашки Петрі або будь-які прозорі закриті пластикові контейнери. У залежності від розмірів копроми у чашки Петрі діаметром 90 мм вміщують або кілька дрібних (вівця, коза, заєць, лось, олень) або частину великої копроми (кінь, корова). Зразки екскрементів на фільтрувальному папері звожують відстояною водопровідною водою і в подальшому воду додають за необхідності для підтримання достатньої вологості субстрату. Екскременти інкубують при природному освітленні та кімнатній температурі (18-20 °C) протягом 4-12 тижнів [18]. Спостереження продовжуються до тих пір, поки продовжується поява плодових тіл нових видів аскоміцетів. У вологих камерах і за умови високої заселеності екскрементів грибами та іншими організмами, тривалість інкубування звичайно не перевищує 35-50 діб. Це пов'язано з інгібуванням, яке виникає у результаті накопичення у субстраті продуктів метаболізму, розкладання відмерлих організмів тощо. У природі цього зазвичай не відбувається, оскільки метаболіти та продукти розпаду вимиваються талими та дощовими водами. Так, В. П. Прохоровим [9] було показано, що метод вологих камер хоча і є більш ефективним порівняно зі збором копрофільних аскоміцетів у природі, проте також накладає певні обмеження на повноту виявленого видового складу. З метою виявлення сформованих ще у природі плодових тіл аскоміцетів уже

наступного дня після вміщення екскрементів у вологі камери проводять ретельне обстеження їх поверхні за допомогою стереомікроскопа. Подальше мікроскопічне вивчення зразків посліду відбувається з інтервалом у 2-3 дні залежно від характеру розвитку аском. Виявлені плодові тіла аскоміцетів по мірі дозрівання збираються та досліджуються.

Вивчення та визначення аскоміцетів проводиться за загальноприйнятими методиками мікологічних досліджень [3] та базується на вивченні особливостей будови та розмірів їх аском і мікроструктур (сумок, спор, парафіз тощо). Препарати для дослідження готують зі свіжих аском за допомогою препарувальної голки та леза. Для виготовлення прижиттєвих тимчасових мікропрепаратів у якості монтувального середовища використовують дистильовану воду. Для виявлення включень у спорах та амілоїдної реакції сумок застосовують розчин Люголя або реактив Мельцера (Melzer's reagent), для підвищення контрастності – Конго червоний (Congo red), для фарбування гіалінового слизистого чохла та/або слизистих придатків спор – 0,1% водний розчин бавовняного синього (Cotton blue) або індійське чорнило (Indian ink) [12]. Для опису розмірних характеристик мікроструктур відбирають 10-20 більш-менш зрілих сумок та 20-30 зрілих спор.

Більшість копрофільних сумчастих грибів не мають офіційних видових українських назв, тому під час їх опису та складання списків видів використовують офіційні латинські назви.

Тема 2. Адаптаційні стратегії копрофільних аскоміцетів.

Своєрідне середовище та умови існування копрофільних грибів сприяли формуванню у них ряду структурних та фізіологічних адаптацій, які можуть бути досліджені учнями в умовах лабораторного експерименту.

По-перше, це особливості будови спор, які забезпечують тривале зберігання їх життєздатності у доволі широкому інтервалі фізичних впливів. Однією із найбільш важливих особливостей копрофілів є стійкість спор до дії агресивного середовища шлунково-кишкового тракту тварини. Спори більшості копрофільних аскоміцетів вкриті потужними, товстими оболонками, містять важко-висихаючі запасні поживні речовини. У багатьох видів копрофільних грибів ферментативний чи термічний вплив травної системи навпаки виводить спори зі стану глибокого фізіологічного спокою та стимулює їх до проростання. Саме ця властивість забезпечує обов'язкову циклічність у розвитку облігатнокопрофільних видів грибів: необхідність проходження спор через шлунково-кишковий тракт тварини і подальший їх розвиток на екскрементах. До стравоходу тварини спори потрапляють із рослинною їжею, для чого також мають ряд адаптацій. Так, спори копрофільних аскоміцетів часто мають додаткові слизові обгортки та/або придатки, за допомогою яких фіксуються на рослині. Оболонки спор у багатьох видів містять меланін для захисту їх від впливу ультрафіолетових променів доки вони знаходяться на рослині і не потрапили у травну систему тварини.

По-друге, це збільшення кількості сумкоспор, яке потрібно розглядати як ще одну пристосувальну ознаку, яка забезпечує більш ефективне і більш віддалене поширення спор від місця їх утворення. Так, сумки копрофільних грибів мають різноманітні механізми для активного поширення спор [1; 12]. У цілому ця властивість сумки спрямована на забезпечення більшої вірогідності потрапляння сумкоспор на листки, траву, кору, які в подальшому поїдаються тваринами. Крім того, для спорозносивих структур багатьох копрофільних грибів характерна фототропічна орієнтація при відстрілюванні спор, що попереджає їх осідання на тому субстраті, де вони утворились. Фототропізм та активне поширення спор також забезпечують підтримку відміченої вище циклічності у розвитку грибів-копрофілів [9].

Тема 3. Сукцесія видового складу копрофільних сумчастих грибів.

Під час свого розвитку копрофільні гриби часто утворюють послідовні ланки сукцесій. Рядом дослідників неодноразово відмічалось, що їх плодові тіла з'являються неодноразово, і що існує певна часова зміна видів, яка визначається складною сіткою взаємовідносин між бактеріями, грибами, найпростішими та іншими мешканцями копроми [7; 12; 16; 19]. Повну зміну стадій розвитку сукцесії копрофільних грибів можна спостерігати саме у лабораторних умовах на зразках попередньо неінкубованих екскрементів, при постійному режимі температури та вологості. У природі з частою і

швидкою зміною температури повітря і вологості субстрату послідовне чергування ланок sukcesії звичайно порушується, а окремі стадії можуть випадати. Існує кілька гіпотез, які пояснюють подібні зміни видового складу копрофілів [2].

Тема 4. Субстратна приуроченість копрофільних аскоміцетів.

Деякими дослідниками у копрофільних сумчастих грибів відмічається тенденція до спеціалізації до екскрементів певних видів тварин, але в цілому грибам цієї екологічної групи властива широка евристичність стосовно субстрату [5; 8; 18]. Для проведення такого аналізу, безсумнівно, бажано зібрати та обстежити послід різних тварин, проте, як уже зазначалось вище, не варто збирати екскременти хижаків, а надавати перевагу посліду різних травоядних тварин: як свійських, так і диких. Слід відмітити, що під час проведення такого аналізу нами та рядом дослідників неодноразово відмічалось, що найвищим таксономічним різноманіттям грибів характеризуються екскременти свійських випасних травоядних тварин, зокрема корови, коня, вівці та кози. Даний факт, імовірно, обумовлений особливостями травної системи та характером корму цих тварин, а також тим, що свійські тварини звичайно випасаються на одних і тих самих пасовиськах, а це забезпечує оптимальні умови для збільшення тут концентрації аскоспор копрофільних грибів.

Таким чином, протягом 2010-2022 рр. на кафедрі біології та методики навчання біології проводяться дослідження з вивчення копрофільних сумчастих грибів, до яких активно залучаються здобувачі загальної середньої та вищої освіти.

Для виконання досліджень для здобувачів освіти виділено окреме приміщення, яке обладнане всім необхідним лабораторним обладнанням. Дослідження виконуються у межах роботи проблемної групи «Вивчення макро- та мікроміцетів Сумської області», керівником якої є к.б.н., доцент Литвиненко Юлія Іванівна. Поглибленим вивченням предмету «Біологія» та підготовкою учнів до участі у олімпіадах та конкурсах займається к.пед.н., доцент Міроненко Людмила Петрівна.

Результати цієї роботи висвітлені у цілій низці спільних наукових публікацій та неодноразово представлялись на різноманітних студентських та учнівських наукових конкурсах (таблиця 1).

Таблиця 1

Основні результати досліджень з вивчення копрофільних сумчастих грибів учнівською та студентською молоддю на кафедрі біології та методики навчання біології СумДПУ імені А. С. Макаренка

№	Прізвище та ім'я	Роки дослідження	Зміст та основні результати дослідження	Основні відзнаки та нагороди
1.	Кравцов Андрій	2010-2012	Вивчення видового складу та субстратної приуроченості копрофільних сумчастих грибів долини р. Олешня (Сумська область).	Лауреат Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з біології (2013).
2.	Степановська Наталія	2013-2015	Вивчення видового складу та субстратної приуроченості копрофільних сумчастих грибів долини р. Сула (Сумська область).	Лауреат Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з біології (2015).
3.	Буцик Анна	2014-2016	Вивчення видового складу та субстратної приуроченості копрофільних сумчастих грибів території Низівської селищної ради (Сумська область). Дослідження sukcesії видового складу копрофільних сумчастих грибів на посліді лося.	Диплом II ступеня на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт з біології (2016).

Продовження табл. 1

4.	Степановська Світлана	2015-2017	Вивчення видового складу та субстратної приуроченості копрофільних сумчастих грибів Гетьманського національного природного парку. Дослідження сукцесії видового складу копрофільних сумчастих грибів на посліді корови.	Диплом III ступеня на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт з біології (2017).
5.	Міроненко Артем	2017-2019	Вивчення видового складу та субстратної приуроченості копрофільних сумчастих грибів Деснянсько-Старогутського національного природного парку. Дослідження сукцесії видового складу копрофільних сумчастих грибів на посліді козулі.	1) Переможець (золота медаль) XXII Білоруської конференції учнів (2018). 2) III місце на III етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідних робіт учнів – членів МАН України (2018, 2019). 3) II (2019) та III (2018) призові місця у категорії «Біологія» на II етапі Всеукраїнського науково-технічного конкурсу «INTEL Еко Україна» 4) II місце на IV етапі Всеукраїнської олімпіади з екології (2019).
6.	Топчий Ірина	2017-2019	Вивчення видового складу та субстратної приуроченості копрофільних сумчастих грибів Карпатського біосферного заповідника.	Диплом I ступеня на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт з біології (2019).
7. 8.	Хандюк Таїсія Величко Наталія	2018-2020	Вивчення видового складу та субстратної приуроченості копрофільних сумчастих грибів лівобережжя р. Сейм (Сумська область).	Диплом II ступеня на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт з біології (2020).
9.	Романова Дарія	2019-2021	Вивчення видового складу та субстратної приуроченості копрофільних сумчастих грибів Національного природного парку «Олешківські піски».	Диплом I ступеня на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт з біології (2021).
10.	Степановська Наталія	2020-2022	Вивчення видового складу та субстратної приуроченості копрофільних сумчастих грибів Природного заповідника «Михайлівська цілина».	Переможець Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з біології (2022).

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Таким чином, вивчення копрофільних сумчастих грибів на базі кафедри біології та методики навчання біології СумДПУ імені А.С.Макаренка дозволяє залучити учнівську та студентську молодь до участі у наукових дослідженнях, мотивує їх до поглибленого вивчення біології та представлення результатів роботи на Всеукраїнському та Міжнародному рівнях. У подальшому планується продовження роботи у напрямку залучення здобувачів освіти до виконання науково-дослідницьких робіт з вивчення копрофільних сумчастих грибів з метою популяризації природничих наук серед учнівської молоді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Инголд, Ц. Т. (1957). Пути и способы распространения грибов. Москва: Издательство иностранной литературы. (Ingold, C. T. (1957). Ways and methods of distribution of fungi. Moskva: Izdatelstvo inostrannoy literaturyi).
2. Литвиненко, Ю. І., Степановська, С. В. (2017). Сукцесійні зміни видового складу копрофільних аскоміцетів. Природничі науки, 14, 32–40. (Litvinenko, Yu. I., Stepanovska, S. V. (2017). Succession changes in the species stock of coprophile ascomycetes. Natural Sciences, 14, 32–40).
3. Методы экспериментальной микологии: Справочник, В. И. Билай (ред). (1982). Киев: Наукова думка. (Methods of experimental mycology: a Handbook, V. I. Bilay (Ed). (1982). Kyiv: Naukova Dumka).
4. Одум, Ю. (1975). Основы экологии. Москва: Мир. (Odum, Y. (1975). Fundamentals of Ecology. Moscow: Mir).
5. Прохоров, В. П. (1992). Анализ географического распространения копротрофных дискомицетов и их связи с животными. Микология и фитопатология, 26(6), 471–475. (Prokhorov, V. P. (1992). Analysis of the geographical distribution of coprotrophic discomycetes and their relationship with animals. Mycology and Phytopathology, 26(6), 471–475).
6. Прохоров, В. П. (1986). История и современная классификация копротрофных дискомицетов. Микология и фитопатология, 20(1), 70–75. (Prokhorov, V. P. (1986). History and modern classification of coprotrophic discomycetes. Mycology and Phytopathology, 20(1), 70–75).
7. Прохоров, В. П. (1995). Копротрофные дискомицеты России и определенных стран (видовое разнообразие, экология, география и таксономия) (автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.24). Москва. (Prokhorov, V. P. (1995). Coprotrophic discomycetes of Russia and certain countries (species diversity, ecology, geography and taxonomy) (DSc thesis abstract). Moscow).
8. Прохоров, В. П. (2004). Определитель грибов России. Дискомицеты. Вып. 1. Семейства Ascobolaceae, Iodophanaceae, Ascodesmidaceae, Pezizaceae, Pyronemateceae, Thelebolaceae. Москва: Товарищество научных изданий КМК. (Prokhorov, V. P. (2004). Key to mushrooms of Russia. Discomycetes. Issue. 1. Families Ascobolaceae, Iodophanaceae, Ascodesmidaceae, Pezizaceae, Pyronemateceae, Thelebolaceae. Moscow: Association of Scientific Publications KMK.).
9. Прохоров, В. П. (1990). Экология копротрофных дискомицетов. Микология и фитопатология, 24(1), 27–29. (Prokhorov, V. P. (1990). Ecology of coprotrophic discomycetes. Mycology and Phytopathology, 24(1), 27–29).
10. Флиндт, Р. (1992). Биология в цифрах. Москва: Мир. (Flindt, R. (1992). Biology in numbers. Moscow: Mir).
11. Хандюк, Т. В., Литвиненко, Ю. І. (2018). Копрофільні аскоміцети – продуценти біологічно активних речовин. Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії: Матеріали II Всеукраїнської конференції студентів та молодих учених (25 квітня 2018 р., Суми). Суми: ФОП Цьома С. П. (сс. 64–67). (Khandyuk, T. V., Litvinenko, Yu. I. (2018). Coprophylactic ascomycetes – producers of biologically active speeches. Theoretical and applied aspects of research in biology, geography and chemistry: Proceedings of the II All-Ukrainian conference of students and young scientists (April 25, 2018, Sumy). Sumy: FOP Tsyoma S. P. (pp. 64–67)).
12. Bell, A. (1983). Dung Fungi: an illustrated guide to coprophilous fungi in New Zealand. Wellington: Victoria University Press.
13. Carroll, G. C., Wiklow, D. T. (1992). The Fungal community: its organization and role in the ecosystem. New York: Marcel Dekker, Inc.
14. Dennis, R. W. G. (1960). British cup fungi and their allies. An introduction to the Ascomycetes. London: The Ray Society by Quaritch.
15. Dix, N. J., Webster, J. (1995). Fungal Ecology. London : Chapman & Hall.

16. Harper, J. E., Webster, J. (1964). An experimental analysis of the coprophilous fungus succession. Transactions of The British Mycological Society, 47(4), 511–530.
17. Jones, R. (2017). Call of nature: the secret life of dung. Pelagic Publishing.
18. Richardson, M. J. (2001). Diversity and occurrence of coprophilous fungi. Mycological Research, 105(4), 387–402.
19. Richardson, M. J. (2002). The coprophilous succession. Fungal Diversity, 10, 101–111.

Литвиненко Ю. И., Миронец Л. П. Копрофильные сумчатые грибы как объект изучения в процессе работы с одаренной ученической и студенческой молодежью.

Аннотация. В статье охарактеризован один из доступных биологических объектов для работы с одаренной учащейся и студенческой молодежью – это группа копрофильных сумчатых грибов.

Изучение копрофильных аскомицетов Украины активно проводится на кафедре биологии и методики обучения биологии Сумского государственного педагогического университета имени А. С. Макаренко в рамках темы «Копрофильные аскомицеты заповедников и национальных природных парков Украины». К ее выполнению активно привлекаются студенты университета специальностей 014 Среднее образование (Биология и здоровье человека), 091 Биология естественно-географического факультета и ученики-члены Сумского территориального отделения Малой академии наук Украины.

Данная группа грибов является очень удобным объектом для изучения, поскольку сбор материала для изучения которых не требует от коллектора каких-либо специальных навыков или умений. Экскременты травоядных животных можно всегда найти в разных фитоценозах и в разные сезоны (включая зиму), собирать с плодовыми телами грибов или без них. Таким образом, исследователю не обязательно самостоятельно производить сбор образцов помета. Последние, по возможности и необходимости, могут быть собраны другими учеными, сотрудниками природоохранных учреждений, местным населением, учителями и учениками местных школ. Для разных категорий учащихся и студентов, учитывая их мотивацию, уровень подготовки, интересы и возможности, могут быть предложены разные темы исследований.

Изучение копрофильных сумчатых грибов на базе кафедры биологии и методики обучения биологии СумГПУ имени А.С. Макаренко позволяет привлечь ученическую и студенческую молодежь к участию в научных исследованиях, мотивирует их к изучению биологии и представлению результатов работы на Всеукраинском и Международном уровнях.

Ключевые слова: соискатели образования, научно-исследовательская работа, копрофильные сумчатые грибы, аскомицеты, модельные объекты, помет животных, сукцессии, травоядные животные.

Lytvynenko Yu. I., Mironets L. P. Coprophilous sac fungi as an object of study in the process of working with gifted pupils and students.

Summary. The article describes one of the available biological object for working with gifted pupils and students – coprophilous sac fungi.

The study of coprophilous ascomycetes of Ukraine is actively carried out at the Department of Biology and Biology Teaching Methodology of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko within the theme "Coprophilous ascomycetes of reserves and national parks of Ukraine." University students majoring in 014 Secondary Education (Biology and Human Health), 091 Biology of the Faculty of Natural Geography and students-members of the Sumy Territorial Branch of the Small Academy of Sciences of Ukraine are actively involved in its implementation.

This group of fungi is a very convenient object to study, because the collection of material for the study of which does not require any special skills or abilities from the collector. Animal excrements can always be found in different phytocenoses and in different seasons (including winter), collected with or without the fruiting bodies of fungi. Therefore, the researcher does not have to collect the manure samples himself. The latter, if possible and necessary, can be collected by other scientists, environmental workers, local people, teachers and students of local

schools and more. Different research topics can be proposed for different categories of students, taking into account their motivation, level of training, interests and opportunities.

Study of coprophilous sac fungi on the basis of the Department of Biology and Biology Teaching Methodology of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko allows to involve pupils and students in scientific research, motivates them to in-depth study of biology and present the results of work at the All-Ukrainian and International levels.

Key words: students, research work, coprophilous sac fungi, ascomycetes, model objects, animal excrements, successions, herbivores.

УДК 378.016:53]:[001.891:005.336.2]:004

DOI 10.5281/zenodo.6630557

А. І. Салтикова

ORCID ID 0000-0001-8010-267X

Д. І. Салтиков

ORCID ID 0000-0001-8589-9788

М. В. Каленик

ORCID ID 0000-0001-7416-4233

Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка

Ю. О. Шкурдола

ORCID ID 0000-0002-8180-4574

Сумський державний університет

FORMATION OF RESEARCH COMPETENCE OF STUDENTS IN PHYSICAL LABORATORY WORKSHOP WITH ICT SUPPORT

Формування дослідницької компетентності студентів відбувається безпосередньо в процесі здійснення дослідницької діяльності, яка у більшості пов'язана з виконанням проєктів, курсових та кваліфікаційних робіт. Пропонується вже з першого курсу закладати основи для майбутньої успішної реалізації дослідницької компетентності шляхом такої організації навчального процесу, при якій студенти включаються у різні види діяльності і спілкування з метою не тільки формування знань і умінь, але й набуття досвіду здійснення дослідницької діяльності, досвіду самостійного вирішення проблем тощо.

Використано досвід авторів з організації і проведення лабораторних занять з фізики, аналіз і узагальнення наукової, науково-методичної літератури. Для реалізації комп'ютерного моделювання була розроблена спеціальна програма на мові програмування Python версії 3.8, яка дозволяє проводити розрахунки і будувати графіки за результатами цих розрахунків.

У статті висвітлюється власне бачення вирішення цієї проблеми на лабораторному практикумі з фізики з ІКТ підтримкою. Використання ІКТ надає можливість вирішувати цю проблему більш ефективно. Автори показують, як в процесі виконання лабораторного практикуму майбутні фахівці вже на молодших курсах навчаються планувати й організовувати дослідження за певною тематикою, інтерпретувати отримані результати, оформлювати і презентувати власні наукові здобутки за допомогою ІКТ. Як приклад розглядається лабораторна робота з визначення швидкості польоту кулі, на якій поєднується традиційний з ІКТ підтримкою та модельний експеримент. Під час її виконання прослідковуються етапи формування дослідницької компетентності.

Показано, що вже на молодших курсах, крім отримання знань з предмету, закладаються основи для формування у майбутнього фахівця дослідницької компетентності. Отже, дослідницьку компетентність студентів доцільно і можливо формувати при виконанні навчального експерименту з фізики, модернізованого впровадженням сучасних досягнень ІКТ.

Ключові слова: дослідницька компетентність; лабораторний практикум; фізика; ІКТ; модельний експеримент; студенти.