

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
Кафедра ботаніки і методики викладання природничих дисциплін

На правах рукопису

КАШИК ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ

**МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ
З БІОЛОГІЇ В ПОЗАУРОЧНИЙ ЧАС**

Спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)
Освітньо-професійна програма Середня освіта. Біологія, природознавство,
здоров'я людини
Робота на здобуття освітнього рівня Магістр

Науковий керівник:

ГОЛУБ ВАЛЕНТИНА ОЛЕКСАНДРІВНА,
кандидат с.-г. наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № 7

Засідання кафедри ботаніки
і методики викладання природничих наук
від 2 грудня 2025 р.
завідувач кафедри
д. б. н., професор Фіщук О.С. 

Луцьк – 2025

Анотація

Кашик Д.О. Методика організації дослідницької діяльності учнів з біології в позаурочний час

У магістерському дослідженні здійснено аналіз ролі навчально-дослідницької діяльності у процесі формування предметних знань, практичних умінь та ключових компетентностей здобувачів освіти під час опанування курсу біології. Головною метою роботи визначено вивчення впливу дослідницької активності на рівень засвоєння навчального контенту, стимулювання когнітивної активності школярів, а також розвиток їхнього критичного мислення та екологічної культури. У теоретичній частині окреслено методологічні засади організації навчально-дослідницької практики та наведено приклади реалізації освітніх проєктів, зокрема експеримент із вирощування *Glycine max* (соя посівна) у шкільних умовах. Детально описано технологічні етапи: підготовку насіннєвого матеріалу, агротехнічний догляд за рослинами, визначення рівня симбіотичної активності та фотосинтетичного потенціалу, а також проведення обліку продуктивності. Практична частина роботи презентує результати навчальних експериментів та здійснює їхню інтерпретацію з позиції впливу на мотиваційні чинники учнів у процесі навчання. Особливий акцент зроблено на інтеграції теоретичних знань із практичними навичками та на оцінюванні когнітивної активності школярів під час виконання дослідницьких завдань. У дослідженні сформульовано рекомендації щодо організації навчально-дослідницької діяльності у позаурочний час, що сприяє поглибленому засвоєнню біологічних знань та розвитку ключових освітніх компетентностей. Отримані результати мають прикладне значення для педагогів-біологів і можуть бути інтегровані у навчальний процес з метою оптимізації освітньої практики та підвищення її ефективності.

Ключові слова: навчально-дослідницька діяльність, біологічна освіта, пізнавальна активність, освітні проєкти, практичні навички, навчальний процес.

Annotation

Kashik D.O. Methodology of organizing students' research activities in biology after school hours

The master's research analyzes the role of educational and research activities in the process of forming subject knowledge, practical skills and key competencies of students during the course of studying biology. The main goal of the work is to study the impact of research activity on the level of assimilation of educational content, stimulation of cognitive activity of schoolchildren, as well as the development of their critical thinking and environmental culture. The theoretical part outlines the methodological principles of organizing educational and research practice and provides examples of implementing educational projects, in particular, an experiment on growing Glycine max (soybean) in school conditions. The technological stages are described in detail: preparation of seed material, agrotechnical care of plants, determination of the level of symbiotic activity and photosynthetic potential, as well as recording productivity. The practical part of the work presents the results of educational experiments and interprets them from the perspective of influencing students' motivational factors in the learning process. Special emphasis is placed on the integration of theoretical knowledge with practical skills and on assessing the cognitive activity of schoolchildren during the performance of research tasks. The study formulates recommendations for organizing educational and research activities in extracurricular time, which contributes to the in-depth assimilation of biological knowledge and the development of key educational competencies. The results obtained have practical significance for biology teachers and can be integrated into the educational process in order to optimize educational practice and increase its efficiency.

Key words: educational and research activities, biological education, cognitive activity, educational projects, practical skills, educational process.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
1.1. Дослідницька діяльність та її значення у формуванні творчої активності учнів.....	9
1.2. Форми організації пізнавальної діяльності учнів у природничому напрямку в позаурочний час.....	13
1.3. Технологія проєктів як засіб формування дослідницької компетентності учнів.....	19
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	27
2.1. Умови проведення дослідження.....	27
2.2. Методи дослідження.....	29
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ....	33
3.1. Результати виконання учнями науково-дослідного проєкту «Біопродуктивність сортів сої посівної (<i>Glycine Max</i>) в умовах Полісся Волинської області».....	33
3.2. Методичні аспекти використання результатів досліджень проєкту в якості ефективного методу активізації навчального процесу та розвитку ключових компетентностей учнів (Біологія та екологія, 11 клас: рівень стандарту)	42
3.3. Оцінка формування дослідницьких компетентностей та критичного мислення в процесі проєктної діяльності з біології в позаурочний час	56
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
ДОДАТКИ.....	72

ВСТУП

Актуальність теми. Одним із пріоритетних завдань сучасної загальноосвітньої школи є пошук ефективних механізмів мотивації учнів до навчальної діяльності, активізація їхньої інтелектуальної активності, стимулювання творчого потенціалу та формування здатності до практичного й інноваційного застосування здобутих знань. Реалізація цих завдань можлива завдяки використанню інтегративних і креативних підходів, дослідницьких методів та прийомів навчання у викладанні біології як у межах уроків, так і під час позаурочної діяльності.

Біологія, як фундаментальна природнича наука про живі системи, їхню морфологію, фізіологію, онтогенез та взаємодію з довкіллям, відкриває широкі можливості для організації навчально-дослідницької практики. У процесі навчання дослідницька діяльність сприяє більш глибокому засвоєнню теоретичних положень, формує навички проведення експериментів, здійснення аналітичної обробки результатів та формулювання науково обґрунтованих висновків.

Значення навчально-дослідницької діяльності у шкільній освіті є надзвичайно вагомим. Вона не лише забезпечує ґрунтовне розуміння навчального матеріалу, але й стимулює учнів до самостійного пошуку нових знань, вирішення проблемних ситуацій та прийняття раціональних рішень. Це набуває особливої актуальності в умовах динамічного розвитку науки й технологій, коли здатність адаптуватися до нової інформації та застосовувати її на практиці стає визначальним чинником майбутньої професійної успішності. Дослідницька діяльність в різних аспектах розроблялась у працях сучасних учених В. Голобородька, Л. Задорожної, В. Паламарчук, О. Пометун, А. Сиротенко, Г. Ягенської та ін. У цих роботах не лише розкривається роль дослідницької діяльності учнів у становленні особистості, але й визначаються основні способи організації такої діяльності.

Науковці обґрунтовували проблемність у навчанні та дидактичні основи формування мислення учнів, розробляли творчо-розвивальні технології та започаткували проблемно-пошукові методи у процесі викладання. У процесі дослідницької діяльності старшокласників удосконалюються відповідні вміння.

Проектна робота розглядається як результативна форма навчально-дослідницької активності, що забезпечує учням можливість поглибленого опрацювання обраної проблематики, тривалої роботи над дослідницьким завданням, використання різноманітних джерел інформації та публічної презентації отриманих результатів. Освітні проекти можуть реалізовуватися як індивідуально, так і колективно, що сприяє розвитку автономності здобувачів освіти та формуванню навичок командної взаємодії. Важливим компонентом проектної діяльності є формування комунікативної компетентності, адже учні набувають досвіду представлення власних досліджень перед аудиторією, аргументації висновків та ведення наукової дискусії.

Польові дослідження, що передбачають здійснення спостережень і експериментів у природних умовах, надають учням можливість безпосередньо вивчати живі організми у їхньому природному середовищі, аналізувати міжвидові взаємозв'язки та оцінювати вплив екологічних чинників. Така діяльність сприяє формуванню цілісного уявлення про функціонування природних екосистем і біологічних процесів, що в них відбуваються. Крім того, польові дослідження розвивають організаційні та методичні навички проведення наукових експедицій, а також компетентності зі збору, систематизації та інтерпретації емпіричних даних.

Мета дослідження - теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити методичні умови формування дослідницької компетентності учнів у контексті реалізації біологічних проектів в позаурочний час.

Відповідно до мети були сформульовані такі **завдання**:

1. Дослідити роль навчально-дослідницької діяльності в процесі вивчення біології в освітньому середовищі.

2. На прикладі експериментальних досліджень на пришкольній дослідній ділянці розкрити методичну систему формування дослідницьких компетентностей при вивченні факторів життя рослин, зокрема сортів сої посівної (Glucine Max) за різних систем інокуляції.

3. Розглянути можливість використання результатів досліджень у шкільному курсі Біологія та екологія, 11 клас (рівень стандарту) з метою формування предметної компетентності.

4. Дати оцінку розвитку дослідницьких компетентностей та критичного мислення учнів в процесі проєктної діяльності з біології в позаурочний час

Об'єкт досліджень: процес навчання біології в школі, зокрема навчально-дослідницька діяльність при виконанні проєктів, польових досліджень з метою формування дослідницької компетентності учнів.

Предмет досліджень: методи та форми організації навчально-дослідницької діяльності учнів 11 класів у процесі вивчення біології в позаурочний час.

З метою вирішення поставлених завдань було застосовано комплекс **методів дослідження:** *теоретичні* – аналіз наукової літератури з педагогіки, щоб визначити основні терміни та розробити теоретичну основу для дослідження; *експериментальні польові* методи - фенологічні спостереження, біометричні виміри, обліки врожайності, *емпіричні* – спостереження за освітнім процесом, анкетування, бесіда, тестування, оцінки використання проєктної діяльності; педагогічний експеримент з метою перевірки ефективності виокремлених методичних умов формування дослідницької компетентності; *математичної статистики та обробки результатів* дослідження для підтвердження вірогідності й надійності отриманих експериментальних даних.

Практичне значення. В результаті виконання учнями Колодяжненського ліцею Ковельського району Волинської області науково-дослідного проекту «Біопродуктивність сортів сої посівної (*Glycine Max*) за різних технологічних прийомів в умовах Полісся Волинської області» проведено біологічне і агроекологічне оцінювання різних систем інокуляції насіння сортів сої. Позаурочна дослідна діяльність здобувачів загальної середньої освіти Колодяжненського ліцею у вигляді наукової роботи була подана для участі в конкурсах еколого-натуралістичного спрямування. Отже, використання досліджень у процесі навчання біології й екології сприяє глибокому засвоєнню навчального матеріалу, формуванню дослідницьких умінь, виробленню особисто значущої та обґрунтованої оцінки явища, події, дає орієнтир у життєвому виборі.

Апробація роботи. Результати досліджень були оприлюднені при проведенні VI Всеукраїнської наукової конференції *Освітні та наукові виміри природничих наук*, присвяченої 95-річчю заснування природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка (Суми, 7 листопада 2025 року). Опубліковані тези доповіді у збірнику матеріалів конференції.

Кашик Д.О., Голуб В.О. Дослідницька діяльність учнів у процесі вивчення біології. *Освітні та наукові виміри природничих наук* : матеріали VI Всеукраїнської заочної наукової конференції, присвяченої 95-річчю заснування природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка (Суми, 7 листопада 2025 року). Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2025. С. 117 – 119.: <https://pgf.sspu.edu.ua/nauka/konferentsii-naukovi>

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Дослідницька діяльність та її значення у формуванні творчої активності учнів

У контексті глобальних трансформацій ключовим чинником успішності особистості виступає не лише володіння знаннями, а й здатність їхнього практичного застосування. Саме тому формування компетентностей, зокрема критичного мислення, креативності та здатності до колаборації, визначається одним із провідних завдань сучасної освітньої парадигми. Зазначені навички забезпечують молоді готовність до життя в умовах глобалізованого світу та створюють передумови для її соціальної самореалізації.

Категорія «компетентність» у науковому дискурсі набуває дедалі більшої значущості, виходячи за межі традиційного трактування знань і вмінь. Вона охоплює інтегрований комплекс особистісних характеристик, що забезпечують ефективне функціонування індивіда у соціокультурному середовищі [22].

Невід'ємним елементом сучасного освітнього процесу є науково-дослідницька діяльність, яка доповнює класичні форми навчання. Вона спрямована не лише на засвоєння інформації, але й на її активне використання для розв'язання практично орієнтованих завдань. Такий підхід стимулює пізнавальний інтерес учнів та сприяє становленню всебічно розвиненої особистості [21].

Дослідницький підхід у навчанні має глибинні історичні витоки. Його первинні та класичні прояви простежуються у сократівському методі діалогу, спрямованому на пошук істини через постановку запитань. Аристотель трактував будь-яку діяльність як процес актуалізації потенційних можливостей людини, що реалізується насамперед у сфері інтелектуальної активності.

Філософи Нового часу приділяли значну увагу аналізу механізмів мислення та пізнавальної діяльності, включно з дослідницькою практикою, що знайшло відображення у працях Монтеня, Бекона, Декарта, Гоббса та Локка. Філософське осмислення дослідницької діяльності нерозривно пов'язане з категоріями учіння, інтелекту та творчості. У концепціях класичної німецької філософії поняття діяльності набуло системного характеру, що дозволяє розглядати дослідницьку активність як невід'ємний елемент розвитку особистості.

У педагогічній літературі дослідницька діяльність визначається як специфічна форма активності, що виникає на основі пошукової ініціативи та ґрунтується на дослідницькому мисленні. Сучасні педагогічні студії підкреслюють ключову роль науково-дослідної та дослідницької діяльності у процесі викладання біології. Науково-дослідна діяльність спрямована на здобуття нових знань у сфері науки, результати якої репрезентуються у різних форматах — від звітів і рефератів до монографій та дисертацій. Дослідницька діяльність, у свою чергу, спирається на науково-дослідну практику та орієнтована на вдосконалення педагогічного процесу.

Ефективність дослідницької діяльності учнів визначається сукупністю чинників: мотиваційних, змістових, методичних та інтеграційних. Для уточнення дефініції «дослідницька діяльність» у педагогічному контексті здійснено аналіз термінів «діяльність» та «дослідження» [7]. Дослідницька діяльність, як різновид інтелектуальної творчої праці, зумовлюється внутрішньою психічною потребою особистості у пошуковій активності в умовах невизначеності. Вона постає як специфічна форма пізнавальної активності, що ґрунтується на дослідницькому підході та характеризується низкою етапів: постановкою проблеми, формулюванням гіпотези, організацією експерименту та верифікацією отриманих результатів [6].

Аналіз основних принципів дослідження дозволяє конкретизувати поняття дослідницької діяльності як виду пізнавальної праці, що використовує навчальне дослідження як ключовий інструмент досягнення освітніх результатів. У процесі такої діяльності учні, спираючись на наявні знання, уміння та навички, здійснюють розв'язання навчальних проблем, що сприяє розвитку їхнього дослідницького мислення та формуванню відповідних компетентностей.

Категорія «дослідницькі уміння» охоплює комплекс практичних, інтелектуальних, організаційних та самоконтрольних дій, які закріплюються безпосередньо у процесі дослідницької активності [1]. Саме тому невід'ємним компонентом сучасної освітньої практики є науково-дослідна діяльність, яка доповнює традиційні форми навчання. Вона забезпечує не лише засвоєння інформації, а й її активне використання для розв'язання реальних проблемних ситуацій. Такий підхід стимулює пізнавальний інтерес учнів та сприяє становленню всебічно розвиненої особистості [21].

Науково-дослідна діяльність реалізується через низку взаємопов'язаних етапів, кожен з яких має власну специфіку та функціональне призначення:

Проектування – формулювання дослідником проблеми, визначення об'єкта та предмета дослідження, постановка мети й висунення гіпотез, що підлягають перевірці.

Збір інформації – акумуляція необхідних даних, які можуть включати як експериментальний матеріал, так і відомості з різноманітних джерел.

Аналіз даних – систематизація та глибоке опрацювання отриманої інформації із застосуванням спеціалізованих методів дослідження.

Впровадження результатів – практичне використання здобутих знань для розв'язання конкретних проблем, розробки нових технологій або розширення наукових уявлень про навколишній світ [4].

Для успішної дослідницької діяльності необхідні такі компоненти:

1. Мотиваційний – внутрішнє бажання займатися науковими дослідженнями, розуміння їхньої важливості та цінності.
2. Когнітивний – пов'язаний з теоретичними знаннями та вміннями, необхідними для проведення дослідження.
3. Практичний – навички, необхідні для проведення дослідження.
4. Рефлексивний – здатність аналізувати власну діяльність, оцінювати результати і виявляти свої сильні та слабкі сторони [14].

Беззаперечним є твердження, що педагог відіграє ключову роль у процесі формування дослідницької компетентності учнів, створюючи сприятливі умови для їхнього всебічного розвитку та підготовки до життя в сучасному науково орієнтованому суспільстві [7]. Учитель здатний організувати освітній процес таким чином, щоб здобувачі освіти мали можливість здійснювати активне дослідження навколишньої дійсності, висувати власні гіпотези та здійснювати їхню перевірку. При цьому важливим завданням є розвиток не лише когнітивних, але й соціальних навичок учнів [6].

Формування дослідницької компетентності сприяє підготовці майбутніх науковців, здатних генерувати інноваційні ідеї, розробляти ефективні методології розв'язання наукових проблем та робити вагомий внесок у соціально-економічний прогрес суспільства [10]. Вивчення біології та екології крізь призму дослідницької діяльності відкриває перед учнями доступ до світу науки, розвиваючи їхню винахідливість та практичні навички [12].

Інтеграція дослідницького підходу у навчальний процес біології та екології демонструє значні переваги для формування не лише теоретичних знань, але й комплексу ключових компетентностей, необхідних для успішної соціалізації сучасної особистості. Активна участь у дослідницьких проєктах стимулює розвиток критичного мислення, аналітичних здібностей та креативності. Учні набувають умінь формулювання гіпотез, планування

експериментів, обробки емпіричних даних та узагальнення результатів, що сприяє становленню наукового світогляду.

Спільна робота над дослідницькими проєктами сприяє розвитку комунікативної компетентності, формуванню навичок ефективної взаємодії у групі, здатності брати на себе відповідальність та координувати колективну діяльність [15]. Безпосередня участь у дослідженнях забезпечує набуття практичних умінь роботи з лабораторним обладнанням, проведення експериментальних процедур, збору та аналітичної обробки даних, що має особливу значущість для подальшого навчання та професійної підготовки.

Дослідницька активність підвищує мотивацію учнів до опанування біології та екології завдяки можливості самостійного пошуку відповідей на актуальні питання та практичному застосуванню здобутих знань [17]. Вивчення екологічних проблем у межах дослідницької діяльності формує в учнів цілісне розуміння взаємозв'язків між людиною та природним середовищем, сприяє розвитку екологічної свідомості та вихованню відповідального ставлення до довкілля.

1.2. Форми організації пізнавальної діяльності учнів у природничому напрямку в позаурочний час

Позакласна діяльність у школі охоплює різноманітні освітньо-виховні заходи, що виходять за межі обов'язкових навчальних програм та реалізуються у позаурочний час. Сам термін «позакласна робота» має історичне походження, утвердився у педагогічній термінології та відображає реально існуючу сферу освітньої практики.

Заняття з біології у позаурочний період виступають формою добровільної активності учнів під керівництвом учителя, спрямованої на стимулювання їхніх пізнавальних інтересів, розвиток творчих здібностей та розширення змісту шкільної програми.

Якісно організована позакласна робота має вагоме навчально-виховне значення. Вона забезпечує учням можливість поглибити та усвідомити

знання, здобуті на уроках, трансформувати їх у стійкі переконання шляхом використання спостереження та експерименту — базових методів біологічної науки. У межах позакласної діяльності легко реалізується диференціація навчання та індивідуальний підхід, що дозволяє враховувати різноманітні інтереси учнів, поглиблювати їх у потрібному напрямі, зміцнювати зв'язок теорії з практикою та втілювати принцип політехнічної освіти.

Позакласна діяльність у школі є сферою, де особливо виразно реалізуються природні потреби дітей у свободі, незалежності, активній діяльності та самовираженні. Вона виступає важливим чинником розвитку дружніх взаємин, товариських стосунків та психологічної сумісності учнів [11]. Таким чином, позакласна робота становить невід'ємну складову навчально-виховного процесу, сприяючи більш інтенсивному засвоєнню знань, формуванню умінь і навичок, розвитку самостійності, активності та ініціативності школярів.

Позаурочна діяльність розглядається як логічне продовження уроків та навчальних екскурсій. Вона передбачає виконання завдань, що включають проведення спостережень, експериментів, збір інформації з періодичних видань та науково-популярної літератури. Такі завдання виконуються всіма учнями за дорученням учителя, а їх результати оцінюються та фіксуються у класному журналі.

Зміст позаурочної роботи тісно пов'язаний із навчальними заняттями, лабораторними практикумами та обов'язковими практичними роботами. До її форм належать: виконання літніх завдань, практично орієнтовані домашні роботи, фенологічні спостереження, діяльність на навчально-дослідних земельних ділянках, догляд у куточку живої природи, а також спостереження за домашніми тваринами. Така діяльність забезпечує поглиблення знань, формування дослідницьких умінь та зміцнення зв'язку теорії з практикою.

Роль позакласної діяльності в освітньому процесі загальноосвітньої школи постійно зростає. Це зумовлено тим, що зміст біологічної освіти, закріплений у стабільних навчальних програмах та підручниках, не завжди

охоплює новітні досягнення біологічної науки. Саме позакласна робота створює можливість компенсувати цей недолік, оскільки її зміст не обмежується рамками навчальної програми.

У межах позакласних занять учням необхідно надавати інформацію про сучасні наукові відкриття, актуальні проблеми та орієнтувати їх на дослідницьку діяльність. Недаремно наголошується, що майбутнє освіти значною мірою залежить від учителя: якщо педагог не інтегрує новітні досягнення у навчальний процес сьогодні, то завтра вони можуть втратити актуальність.

Зміст позакласної роботи має бути спрямований на майбутнє, спираючись на найновіші здобутки сучасної науки. Саме в цьому полягає її особлива цінність для учнів, адже вона забезпечує доступ до передових знань, формує дослідницькі інтереси та сприяє розвитку наукового світогляду.

По-друге, єдина навчальна програма не здатна одночасно задовольнити освітні потреби всіх учнів. Вона орієнтована на «середнього» школяра, тоді як більш здібні потребують поглибленого підходу до опанування фундаментальних основ науки, що в умовах уроку реалізувати складно. Якщо учень із нижчим рівнем підготовки потребує додаткової уваги педагога для засвоєння програмного матеріалу, то учень із високим рівнем здібностей потребує ще більшої підтримки, адже саме в ньому приховані значні потенційні можливості для успішного оволодіння біологічними знаннями. Позакласна діяльність дозволяє внести необхідні корективи у роботу з окремими учнями чи групами, забезпечуючи реалізацію диференційованого підходу. Саме у позакласній роботі школярі мають змогу випробувати власні сили та визначити життєві орієнтири.

По-третє, індивідуальний підхід до навчання й виховання, хоча й є одним із провідних принципів педагогіки, у сучасних умовах переповнених класів важко реалізувати під час уроків. Лише у позакласній діяльності можливо ефективно впливати на індивідуальні здібності кожного учня, що

забезпечує значні результати у розвитку та вдосконаленні позитивних рис особистості. Позакласні заняття допомагають учителю глибше пізнати своїх вихованців, виявити серед них обдарованих, які демонструють підвищений інтерес до біології, та спрямовувати розвиток цього інтересу. Так, захоплення акваріумними рибами може трансформуватися у зацікавлення проблемами рибництва, охорони та відновлення рибних ресурсів; виконання дослідів і спостережень на навчально-дослідній ділянці може стати основою для формування інтересу до агрономії тощо.

Позакласні заняття сприяють формуванню навичок самостійної творчої праці, розвитку ініціативності учнів та інтеграції елементів дослідницької активності у їхню діяльність. Водночас вони забезпечують можливість організації заходів з охорони довкілля силами школярів та стимулюють інтерес до краєзнавчої роботи. Виховання інтересів у процесі позакласної діяльності нерозривно пов'язане з вирішенням важливого завдання – професійного самовизначення учнів та їхньої підготовки до майбутньої трудової діяльності.

У межах позакласної роботи відбувається формування професійних інтересів, розширення світогляду, набуття спеціальних знань, умінь і навичок, а також перевірка власних можливостей у вибраній сфері знань. Різноманітні форми позакласних занять (читання художньої та науково-популярної літератури, ознайомлення з професіями, перегляд кіно- та театральних постановок, виконання практичних завдань) виступають важливим джерелом виникнення професійних інтересів та підвищення рівня професійної поінформованості школярів.

Позакласна діяльність забезпечує учням ознайомлення з окремими професіями та спеціальностями, а також із вимогами до особистісних якостей і знань, необхідних для їх опанування. З цією метою у школах організовуються лекції, доповіді, бесіди, диспути, зустрічі з представниками різних професій і студентами, екскурсії, ознайомлення з відповідною літературою, заняття суспільно корисною працею та гурткова робота. У

шкільній практиці є чимало різноманітних організаційних форм позакласної роботи.

Основною формою позакласної роботи всіма методистами визнається гурток юних натуралістів. Існує декілька поглядів щодо класифікації форм та видів позакласної роботи.

О.В. Казакова [35] виокремлює кілька основних форм організації позакласних занять:

групові – діяльність у гуртках юних натуралістів, робота з обладнанням кабінету біології;

масові – лекції, демонстрації кінофільмів, екскурсії та походи на природу, наукові зібрання, конференції, тематичні вечори, виставки учнівських робіт, видання журналів, стінних газет, бюлетенів та альбомів;

суспільно корисна праця – участь у кампаніях («День врожаю», «Тиждень саду», «День птахів»), допомога у висіванні та зборі врожаю, організація масових заходів у школі;

індивідуальні заняття – робота у куточку живої природи, на навчально-дослідній земельній ділянці, у природному середовищі, позакласне читання.

М.П. Откаленко та співавтори [9] здійснили систематизацію видів позакласної роботи, умовно поділивши їх на такі групи:

форми теоретичної діяльності (гуртки, клуби тощо);

форми краєзнавчої роботи (екскурсії, туристично-краєзнавчі походи);

форми суспільно корисної діяльності (обладнання кабінету, участь у природоохоронних заходах, шефська робота);

форми творчої самодіяльності (підготовка та проведення вечорів, свят та інших культурних заходів).

На думку О.І. Нікішова, З.О. Мокеєвої та інших [20], класифікація форм позакласної роботи має враховувати як кількісний склад учнів, що беруть участь у заняттях, так і принцип систематичності чи епізодичності їх проведення. Виходячи з цього, виділяють такі форми позакласної діяльності з

біології: індивідуальні заняття; епізодичні групові заняття; гурткові заняття; масові натуралістичні заходи (рис. 1.1).

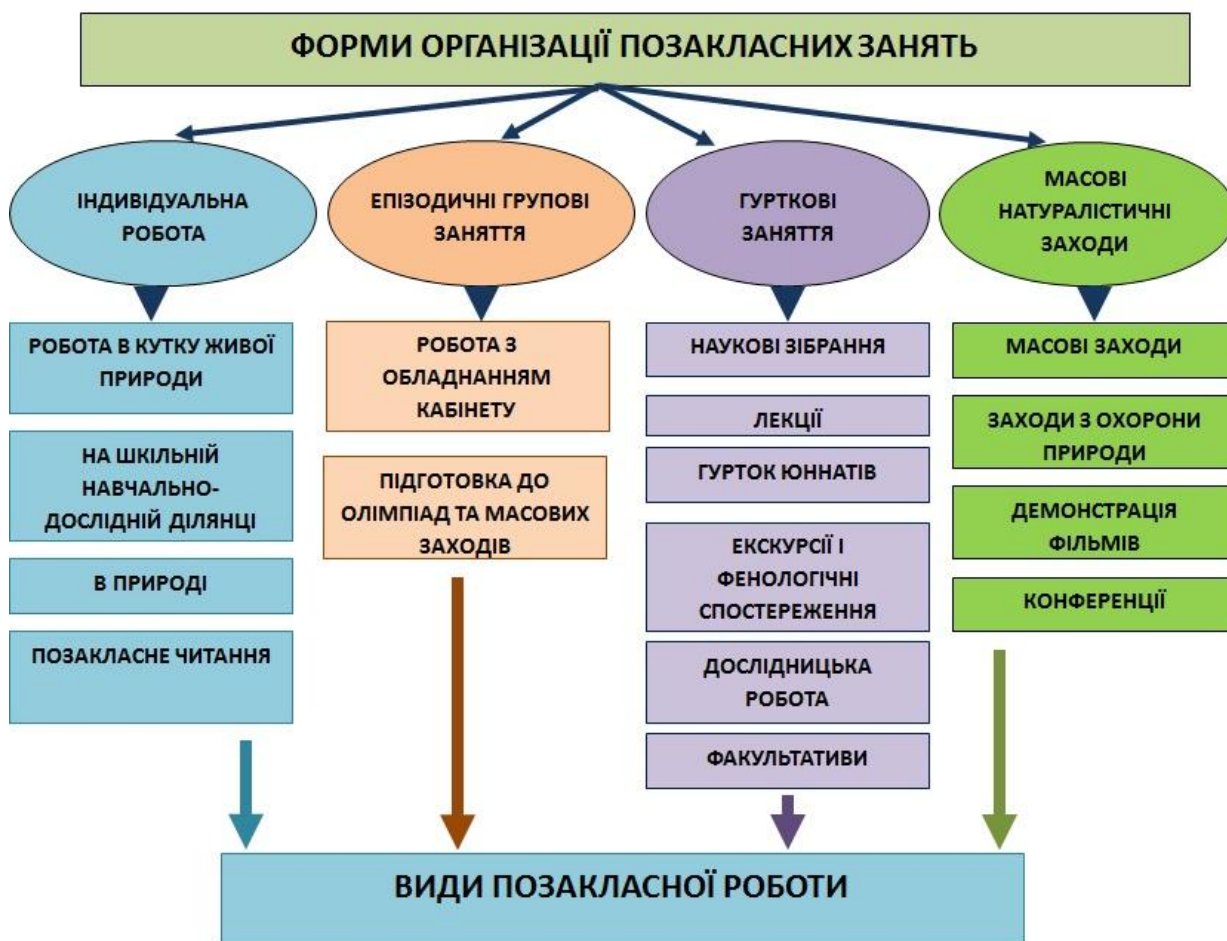


Рис. 1.1. Форми позакласної роботи з біології

На думку дослідників, такі види діяльності, як проведення дослідів і спостережень у природному середовищі, куточку живої природи, теплиці чи на навчально-дослідній земельній ділянці, а також випуск стінних газет і виготовлення наочних матеріалів, доцільно розглядати як універсальні форми позакласної роботи, властиві майже всім її організаційним моделям. При цьому немає потреби виокремлювати позакласне читання як самостійну форму, адже воно органічно інтегрується як в індивідуальну діяльність учнів, так і в групові епізодичні, гурткові та масові заняття.

Аналогічно, такі види роботи, як спостереження, експериментальні дослідження, складання рефератів, створення наочних матеріалів та інші практичні завдання, можуть реалізовуватися у форматі індивідуальної,

гурткової чи колективної позакласної діяльності. Це свідчить про їхню універсальність та значущість у системі позаурочної освітньої практики.

1.3. Технологія проєктів як засіб формування дослідницької компетентності учнів

Одним із найефективніших способів розвитку дослідницьких навичок учнів є використання проєктної технології, яка передбачає самостійну роботу учнів над реальними завданнями, що вимагають застосування знань і вмінь з різних предметних галузей.

Метод проєктів, що виник у 1920-х роках у США, належить до найдавніших інноваційних освітніх підходів. Його витоки пов'язані з філософськими концепціями Дж. Дьюї та В. Кілпатрика, які розглядали проєктну діяльність як ефективний засіб розвитку творчих здібностей учнів. Згодом цей метод привернув увагу провідних мислителів, серед яких К. Поппер, Г. Саймон та інші, що сприяло його подальшому становленню та вдосконаленню [19].

Для результативного застосування методу проєктів у навчальному процесі необхідно насамперед чітко визначити сутність поняття «проєкт». Його основна характеристика полягає у прагматичній орієнтації на досягнення конкретного результату. Проєкт завжди має визначену мету, реалізація якої здійснюється через виконання комплексу взаємопов'язаних завдань. Результати проєктної діяльності можуть набувати різних форм: від створення матеріального продукту (моделі, веб-ресурсу) до розробки теоретичної концепції чи проведення наукового дослідження. Важливою умовою є практична значущість та корисність отриманого результату [18].

Узагальнюючи визначення, запропоновані різними науковцями, можна дійти висновку, що проєкт є тимчасовою, цілеспрямованою діяльністю, спрямованою на досягнення конкретного результату шляхом активної взаємодії учасників. Він характеризується часовими межами, наявністю комплексу взаємопов'язаних завдань та може бути зорієнтований

як на задоволення суспільних потреб, так і на вирішення освітніх чи наукових проблем, а також на реалізацію індивідуальних інтересів.

Проектна діяльність у педагогіці постає багатогранним явищем, що охоплює широкий спектр складових навчального процесу. Вона функціонує як ефективний інструмент розвитку гнучкого мислення учнів, формування їхніх дослідницьких умінь та навичок [25]. Для повноцінного розкриття потенціалу проектної діяльності необхідно розглядати її у двох взаємопов'язаних аспектах:

Теоретичний аспект – процес розробки педагогами освітніх моделей, програм та методик реалізації, визначення цілей навчання й побудова конструктивних схем досягнення результатів. Цей рівень передбачає глибоке знання педагогічних концепцій, розуміння психологічних особливостей учнів та здатність адаптувати освітній процес до потреб сучасного суспільства.

Практичний аспект – форма реалізації методу проектів, що передбачає активну участь учнів у навчальному процесі, їхню залученість до створення продуктів, вирішення проблем та дослідницької діяльності [24].

Проектна діяльність розглядається як інноваційний підхід до навчання, що надає учням можливість не лише пасивно засвоювати інформацію, а й активно застосовувати її для розв'язання реальних проблем. Цей метод має низку характерних ознак, які визначають його значущість у сучасній педагогічній практиці.

Високий рівень мотивації – учні залучаються до вирішення проблем, що мають для них особистісну цінність.

Цільова спрямованість – кожен проект має чітко окреслену мету, орієнтовану на досягнення конкретного результату.

Практична орієнтація – результати проектної діяльності повинні бути прикладними та мати можливість використання у реальному житті.

Самостійність роботи – учні беруть активну участь на всіх етапах: від постановки проблеми до презентації результатів.

Активізація пізнавальної діяльності – проєктна робота стимулює інтерес до навчання та пошуку нових знань.

Розвиток творчих здібностей і критичного мислення – учні навчаються генерувати ідеї, аналізувати та оцінювати результати.

Формування комунікативних навичок – проєктна діяльність передбачає співпрацю, дискусії та взаємодію в групі. [23].

Інтеграція знань із різних предметних галузей – проєкти поєднують міждисциплінарні знання, сприяючи їх комплексному застосуванню. Ключовою особливістю методу проєктів є наявність значущої проблеми, яка спонукає учнів до глибокого дослідження. Учням доводиться проводити власні дослідження, аналізувати зібрану інформацію та креативно презентувати результати, перетворюючи навчальний процес на захопливе відкриття [26].

Метод проєктів застосовується як форма самостійної навчальної діяльності, у межах якої учні можуть працювати індивідуально, у парах або в групах, обираючи теми відповідно до власних інтересів. Такий підхід сприяє розвитку відповідальності, ініціативності та навичок командної взаємодії [27].

Для ефективної реалізації проєктної роботи учні мають чітко визначати етапи діяльності, формулювати конкретні завдання та розробляти план дій. Це забезпечує раціональну організацію роботи та досягнення поставлених цілей [28].

Сутність проєктної технології полягає у прагненні зробити навчання практично орієнтованим та значущим для учнів. Замість абстрактного засвоєння теоретичних положень вони працюють над реальними завданнями, що мають прикладне значення. Такий підхід дозволяє учням усвідомити можливості використання здобутих знань у повсякденному житті [30].

Існує значна кількість способів класифікації проєктів, зокрема тих, що застосовуються у закладах загальної середньої освіти, що свідчить про багатогранність та універсальність цього методу (табл. 1.1) [29].

Класифікація проєктів

Параметр	Тип проєкту	Характеристика	Форма продукту
Кількість учасників	Індивідуальний	Увесь проєкт виконується однією особою	Залежить від виду діяльності
	Груповий	Виконується групою учнів, від яких вимагається розділення обов'язків, спільне вирішення питань, уміння керувати і виконувати вказівки	
Вид діяльності учнів	Творчий	Зміст і структура залежить від креативності, інтересів авторів	Збірник творів, словник, вистава (тематичний вечір) тощо
	Рольовий	Групи учнів виконують окремі завдання з однієї теми, але спільно працюють над аналізом, узагальненням, висновками і кінцевим продуктом	Шкільні стіннівки, буклети, урок-конференція, зведена доповідь тощо
	Дослідницький	Діяльність учнів спрямована на розв'язування творчих завдань. Етапи виконання характерні для будь-якої наукової роботи	Науковий реферат (доповідь), інформаційний стенд
	Інформаційний	Структура відповідає дослідницькому проєкту, але не передбачає експериментальної роботи	Науковий реферат (доповідь), інформаційний стенд, буклет
	Практико-орієнтований	Результат діяльності, структура проєкту чітко визначені. Функції розподілені між учасниками. Підсумки роботи оформлені в суспільно-корисний продукт	Шкільна стіннівка, інформаційний стенд, сценарій тематичного вечора, виставка робіт
	Спрямований	Розв'язування запропонованої вчителем діяльнісно-ціннісної задачі засобами інформаційних джерел	Створення та редагування власних цифрових об'єктів
Час виконання	Міні-проєкт	Виконується у межах уроку	Залежить від виду діяльності
	Коротко-строковий	Виконується у позаурочний	

		час у межах вивчення теми	
	Довго-строковий (річні)	Виконується у позаурочний час упродовж року і більше	
Характер координації	Зі скритою координацією	Учитель – повноправний учасник проекту	Залежить від виду діяльності
	З відкритою координацією	Учитель організовує, координує, контролює роботу	
Метод отримання інформації та її джерело	Словесний	Опитування, бесіди для отримання інформації щодо об'єкта, що вивчається	Відповідає дослідницькому методу
	Спостереження	Візуальне вивчення змін властивостей або поведінки природного об'єкта	
	Збору і обробки статистичних даних	Тлумачення тексту, аналіз його змісту з метою отримання об'єктивних кількісних характеристик	
	Експериментальний	Виконання навчального експерименту	
Функція проекту	Навчальний	Виконується впродовж тривалого періоду	Залежить від виду діяльності
	Контролюючий	Реалізується в ході поточного та підсумкового контролю	Різнопланові завдання
Структура (кількість етапів)	Триетапні	Складаються з етапів: підготовчого, виконавчого, презентаційного	Залежить від виду діяльності
	П'ятиетапні	Має етапи: підготовчий (вироблення концепції); складання плану проекту; впроваджувальний (реалізація); контроль і корекція; заключний	
Предметно-змістовна область	Монопроекти	Реалізуються в межах одного навчального предмета	Залежить від виду діяльності
	Міжпредметні проекти	Виконуються виключно в позаурочний час під керівництвом фахівців з різних областей знань	

Дослідницька діяльність є однією з найефективніших форм саморозвитку учнів. Вона характеризується пошуком відповіді на творчу

проблему, розв'язання якої заздалегідь невідоме, та включає низку послідовних етапів: 1) вибір теми дослідження; 2) добір літератури; 3) ознайомлення з джерелами та планування дослідницької роботи; 4) відбір і оцінка фактів, їхня обробка та систематизація; 5) формулювання гіпотези; 6) визначення методології дослідження; 7) написання роботи, її рецензування та доопрацювання; 8) реєстрація та захист результатів.

Дотримання цього алгоритму є необхідною умовою ефективної дослідницької діяльності та визначає її нормативну структуру [4,5,29].

Формування наукових і дослідницьких навичок у школярів є складним і тривалим процесом, який не виникає стихійно. Завдання педагога-наукового керівника полягає у поступовому та системному розвитку дослідницьких компетентностей учнів, постійному моніторингу результатів їхньої роботи, аналізі та корекції помилок. Учитель визначає оптимальні способи організації досліджень, структурує їх на окремі компоненти та етапи, навчає поєднувати навчальну й наукову діяльність, а також демонструє можливості практичного застосування отриманих результатів [10,54].

Науково-дослідна діяльність вирізняється творчим характером та специфікою проведення власних досліджень. Під дослідженням розуміють різновид систематичної пізнавальної активності, спрямованої на розкриття певної проблеми із застосуванням спеціальних стандартизованих методів, зокрема експериментів та спостережень [45].

Одним із перших завдань учителя, який здійснює керівництво науковими дослідженнями, є вивчення науково-пізнавальних інтересів учнів. Саме вони визначають як вибір теми, так і перебіг дослідницької роботи. Відомо, що навіть цікаві теми, обрані випадково або нав'язані педагогом, не забезпечують високої результативності. Вирішальним чинником у виборі теми є стійкий когнітивний інтерес дослідника та його прагнення внести новий зміст у її розкриття. Використання дослідницької діяльності на уроках біології школи сприяє вихованню наукових компетенцій учнів, наприклад:

- засвоєння та інтеграція наукових знань та їх застосування у вирішенні нових когнітивних завдань;

- розвиток відповідальності за стан навколишнього середовища та вміння примирити власну поведінку в середовищі з морально-правовими нормами суспільства;

- здатність застосовувати наукові методи знань для вивчення об'єктів, процесів і природних явищ;

- здатність розпізнавати, розуміти, вивчати, спостерігати та вивчати функціональні та розвиваючі закономірності природних явищ, предметів та організмів;

- здатність аналізувати, синтезувати, порівнювати та узагальнювати природні явища та об'єкти;

- здатність застосовувати загальні закони природи для пояснення явищ і предметів [11,40].

У навчальному процесі дослідницька діяльність має переважно педагогічний характер і спрямована на розвиток особистості учня. Вона не веде до отримання принципово нових наукових результатів чи відкриттів, як у професійній науці, проте забезпечує формування функціональних навичок дослідження навколишнього світу.

Останнім часом спостерігаються певні труднощі, пов'язані з участю великої кількості школярів у позакласній дослідницькій діяльності: роботі наукових клубів, групових дослідженнях, участі в олімпіадах, конкурсах, семінарах. Водночас саме ця діяльність є важливою для розвитку колективного наукового мислення, яке формується у шкільному середовищі.

Окремим напрямом наукової активності учнів є участь у заходах, організованих Національною академією наук, зокрема у щорічних конкурсах-захистах наукових робіт на районному, обласному та державному рівнях. Така індивідуальна діяльність вважається однією з найефективніших форм роботи для юних дослідників.

Зміст проєкту має бути міждисциплінарним, адже інтеграція предметів природничого циклу сприяє формуванню цілісних наукових знань та усвідомленню взаємозв'язків між природним середовищем і суспільством. У процесі реалізації проєктів учні здобувають нові знання та практичні навички, поєднують освітню інформацію із суміжних дисциплін та віднаходять більш ефективні способи розв'язання поставлених завдань.

Такий підхід забезпечує комплексний і творчий розвиток особистості, сприяє формуванню дослідницьких компетентностей та підвищує результативність навчання з відповідного предмета [4, 5, 46].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Умови проведення досліджень

При виконанні магістерської роботи на тему «Методика організації дослідницької діяльності учнів з біології в позаурочний час » були визначені мета та сформульовані завдання дослідження, зокрема на прикладі експериментальних досліджень на пришкольній дослідній ділянці розкрити методичну систему формування дослідницьких компетентностей та критичного мислення при вивченні факторів життя рослин на прикладі сої посівної (*Glycine Max*).

Упродовж 2025 року учнями 10 – 11 класу Колодяжненського ліцею Ковельського району Волинської області, членами гуртка біології при виконанні науково-дослідного проекту «Біопродуктивність сортів сої посівної (*Glycine Max*) за різних технологічних прийомів в умовах Полісся Волинської області» проведено біологічне і агроекологічне оцінювання різних систем інокуляції насіння сортів сої посівної. Вивчення учнями нових моделей технологій вирощування сої є однією з головних умов підвищення ефективності виробництва і збільшення валових зборів насіння культури. Тому, вивчення продуктивності різних сортів сої при інокуляції її різними препаратами є безумовно актуальною проблемою.

Мета дослідження: здійснити апробацію середньоранніх сортів сої за різних систем інокуляції в умовах Ковельського району Волинської області.

Завдання проєкту:

оцінити ефективність обробки насіння сої препаратами ризоактив та вермистим;

порівняти урожайність та якість різних сортів залежно від системи інокуляції;

визначити сортові особливості рослин за показниками фотосинтетичної продуктивності.

Місце проведення: пришкільна дослідна ділянка Колодязненського ліцею, що належить до південного агрокліматичного району зони Полісся.

Кліматичні умови : стійкий перехід температури через +10 °С (початок активної вегетації теплолюбних культур) – з 29 квітня до 9 жовтня, тривалість 168 діб; перехід температури через +15 °С (умовний початок і кінець літа) – з 18 травня до 12 вересня, тривалість 116 діб; середня сума активних температур – 2765 °С; кількість опадів – у межах 495–645 мм.

Агротехнічні умови: відповідно до кліматичних особливостей та результатів попередніх досліджень, оптимальний термін сівби сої – третя декада квітня при температурі ґрунту близько 12 °С; ґрунт дослідної ділянки – дерново-підзолистий супіщаний. Збирання врожаю проводиться у кінці вересня – жовтні;

Схема досліду:

Фактор А – середньоранні сорти сої української селекції Васильківська і Монада

Фактор Б – варіанти інокуляції насіння сої біопрепаратами Ризоактив і Вермистим :

1. Без обробки насіння (контроль).
2. Обробка насіння ризоактивом (препарат бульбочкових бактерій).
3. Обробка насіння вермистимом (добри́во - рістрегулятор).
4. Обробка насіння ризоактивом та вермистимом.

2.2. Методи дослідження

Польові досліді закладались учнями шкільного гуртка з біології на пришкільній дослідній ділянці відповідно до загальноприйнятої методики. Площа облікової ділянки – 20 м². Повторність досліду – трьохразова. Спосіб сівби – широкорядний із міжряддями 45 см. Збирання врожаю здійснювали поділяночно вручну із наступним зважуванням зерна окремо із кожної ділянки.

Перед посівом учні провели розрахунок норми висіву на 1 ділянку. При нормі висіву 120 кг/га на площу 20 м² потрібно 0,24 кг або 240 грамів (

20 кв.м * 120 кг/га / 10000 кв.м = 0.24 кг). Оскільки посів проводили вручну, то на 1 погоний метр висівали по 18 насінин

Дослідження проводились з перспективними середньоранніми сортами сої Васильківська і Монада.

Сорт сої «Васильківська»

Характеристика сорту: Сорт Васильківська належить до середньостиглих, із вегетаційним періодом у умовах Київської області 120–125 днів. Він був отриманий методом індивідуального добору з гібриду, утвореного внаслідок схрещування сортів Київська 27 та Київська скоростигла. Походження та авторство: Сорт створено у співпраці з Селекційно-генетичним інститутом НААН та Інститутом фізіології рослин і генетики НАН України. Ботанічні особливості: належить до маньчжурського підвиду, апробаційної групи *sordida*; рослини досягають висоти 85–95 см; висота прикріплення нижніх бобів становить 12–15 см; стебло пряме, темно-коричневого кольору з рудим опушенням. Морфологічні та господарські ознаки сорту сої «Васильківська»: листки: трійчасті, широкояйцеподібні, цілокраї, із загостреним кінчиком. Суцвіття: багатоквіткова китиця. Боби: грубоволокнисті, середньо опушені; середня кількість насінин у бобі – 1,82. Насіння: овальне, жовтого кольору; маса 1000 насінин становить 180–190 г.

Хімічний склад: у насінні міститься 41,5 % протеїну та 19 % олії. Стійкість: сорт відзначається високою стійкістю до ураження найбільш поширеними хворобами, а також до знижених температур у період цвітіння та формування бобів.

Сорт сої «Монада»

Рекомендований для вирощування у зоні Лісостепу та Південного Полісся з 2008 року. Оригінатор: Інститут кормів УААН. Група стиглості: середньостиглий. Вегетаційний період: 116–125 днів. Форма куща: напівстиснута. Висота рослини: 90–110 см. Висота прикріплення нижнього

бобу: 14–20 см. Маса 1000 насінин: 142 г. Вміст сирого протеїну: 37,4–40,3 %. Вміст жиру: 17,8–19,5 %.

Стійкість: висока стійкість до поширених хвороб, вилягання та осипання. Посухостійкість: висока. Урожайність: стабільна, 2,46–3,1 т/га.

Рекомендована норма висіву: 600–750 тис. насінин/га (залежно від погодних умов, попередника та строків сівби). Морфологічні ознаки: колір квітки: білий. Опушення рослини при досягнанні: світло-коричневе. Форма насінини: овальна. Листки: трійчасті, широкояйцеподібні, цільнокрайні, із загостреним кінчиком. Колір насіння: жовтий.

Інокуляція насіння проводилась ризоактивом та вермистимом, які є біологічно-активними препаратами сільськогосподарського призначення (рис.2.1).



Рис. 2.1. Препарати для інокуляції Ризоактив та Вермистим
Препарат «Ризоактив»

Загальна характеристика: «Ризоактив» – це біопрепарат на основі високоактивних і конкурентоздатних бульбочкових бактерій, призначений для передпосівної обробки насіння сої та гороху. Його застосування забезпечує формування на коренях рослин потужного бульбочкового апарату, що посилює азотне живлення бобових культур. Препарат характеризується стійкістю до несприятливих факторів зовнішнього середовища. Ефекти застосування: стимулює ріст і розвиток рослин;

підвищує врожайність та якість насіння; забезпечує ефективну фіксацію атмосферного азоту завдяки симбіозу бактерій з рослинами.

Склад: Bradyrhizobium japonicum – для інокуляції сої; Rhizobium leguminosarum – для інокуляції гороху.

Форми випуску: В – на основі активованого вугілля; Р – рідка форма; Т – на основі торфу. Це дозволяє використовувати препарат у господарствах із різним рівнем технічного забезпечення.

Особливості застосування: обробку насіння проводять без потрапляння прямих сонячних променів; інокуляція здійснюється сухим або вологим методом; норма витрат препарату – 2 л на 1 т насіння.

Біологічні властивості: поєднання трьох штамів Bradyrhizobium japonicum забезпечує підвищену нітрогеназну активність, конкурентоздатність і вірулентність; різні швидкості росту біоагентів сприяють утворенню бульбочок протягом усього вегетаційного періоду; бактерії мають високу адаптаційну здатність до різних ґрунтово-кліматичних умов.

Біостимулятор «Вермистим»

Загальна характеристика: «Вермистим» – це добри́во та рі́стрегуля́тор, що містить усі компоненти вермикомпосту в активному та розчиненому стані.

Склад: гумати та фульвокислоти; амінокислоти та вітаміни; природні фітогормони та ростоактивуючі речовини; мікро-, макро- та мезоеlementи; спори ґрунтових організмів.

Ефекти застосування: покращує схожість насіння; стимулює ріст і розвиток рослин; підвищує імунітет до хвороб, приморозків та посухи; покращує якість зерна.

Особливості застосування: норма внесення на гектарну кількість насіння сої – 10 л; насіння після обробки ретельно перемішують і підсушують; обробку проводять у день сівби.

Сумісне використання з іншими біопрепаратами: При інокуляції насіння сої одночасно «Ризоактивом» та «Вермистимом» обидва препарати застосовують у кількості 0,5 від їхньої стандартної вагової та об'ємної норми.

Система удобрення сої рекомендована для зони Полісся - N45P60K60.

Впродовж періоду росту та розвитку рослин школярі проводили фенологічні спостереження, обліки врожайності, визначали якісні показники зерна сої. Відмічали дати: обробки насіння біопрепаратами та сівби; появи поодиноких і масових сходів; початку та масового цвітіння; збирання сої. Біометричні вимірювання – проводили у фазі росту і цвітіння рослин. Вимірювали: площу листової поверхні для обрахунку фотосинтетичної активності як однієї рослини так і перерахунку на 1 га; вивчали динаміку формування бульбочок із бульбочковими бактеріями (г/шт.). Облік урожаю насіння – методом суцільного збирання і зважування з кожної ділянки, а математичну обробку даних - методом дисперсійного аналізу [22].

Методи дослідження в учнівському проєкті

У процесі виконання учнівського проєкту було застосовано комплекс експериментальних та аналітичних методів, зокрема: експериментальні методи вирощування сої посівної; методи аналізу та синтезу даних; біоморфологічні методи вивчення формування рослин без використання інокулянтів та за різних їх комбінацій; методи статистичної обробки та визначення вірогідності експериментальних даних під час проведення фенологічних спостережень [48].

Статистичну обробку результатів здійснювали методом дисперсійного аналізу за Б.О. Доспеховим [19]. Для побудови графіків та візуалізації даних використовували програмне забезпечення Microsoft Excel.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Результати виконання учнями науково-дослідного проекту «Біопродуктивність сортів сої посівної (*Glycine Max*) в умовах Полісся Волинської області».

При проведенні аналізу та узагальнення літературних джерел для з'ясування змісту, структури, видів дослідницьких умінь школярів щодо вивчення життєдіяльності рослин у процесі вивчення біології, а також виявлення оптимальних методів та підходів для організації дослідницької діяльності в позаурочний час, що сприятимуть розвитку критичного мислення, наукової грамотності та інтересу до природничих наук у школярів серед великого розмаїття форм організації позаурочних занять ми обрали дослідницьку роботу у біологічному гуртку.

Дослідницька діяльність є вищою формою освітньої активності школярів, що може мати як індивідуальний, так і колективний характер. Вона пов'язана з пошуком відповіді на творче завдання, розв'язання якого заздалегідь невідоме, та передбачає проходження основних етапів: від вибору теми й методик дослідження до їх реалізації, написання та захисту наукової роботи. Такий алгоритм є невід'ємною умовою та нормою проведення дослідницької діяльності [17, 34, 49].

Робота здійснювалася в умовах біологічного гуртка Колодяжненського ліцею Ковельського району Волинської області. У цьому процесі ключова роль належить учителю-керівнику, завдання якого полягає у поступовому й методичному формуванні дослідницьких навичок учнів. Він забезпечує постійний контроль за виконанням науково-дослідних робіт, проводить аналіз і корекцію помилок, визначає найефективніші шляхи організації дослідження, структурує його на окремі складові та розділи. Вчитель навчає учнів поєднувати навчальну й наукову діяльність, а також допомагає визначити можливості практичного застосування отриманих результатів.

На заняттях біологічного гуртка учні обрали сою посівну в якості об'єкту дослідження, вивчили ботанічну характеристику, визначилися із сортами (*Glycine* Max) – середньоранні сорти сої української селекції Васильківська і Монада (*Фактор А*) та варіанти інокуляції насіння сої біопрепаратами Ризоактив і Вермистим (*Фактор Б*).

Гуртківці зупинили свій вибір на сої посівній тому, що *Glycine* Max – одна з найцінніших сільськогосподарських культур світового землеробства. Її унікальний хімічний склад, в якому поєднано 38-42 % білка, 18-23 % жиру, 25-30 % вуглеводів, ферменти, вітаміни, мінеральні речовини, доповнюється також найважливішою біологічною особливістю – фіксацією атмосферного азоту. Тому соя є необхідною культурою більшості ланок сівозмін, а економічний аспект її вирощування є беззаперечним (Бабич А. О., 2000, 2001, Бахмат М. І., 2001, Джура Ю. М., 2003, Ермантраут Е. Р., 2002, Колісник С. І., 2000, Петриченко В. Ф., 1995, 2001, Шерепітко В. В., 2000). Все це сприяє зростанню площ посівів сої у переважній кількості регіонів України, що водночас викликає багато труднощів із застосуванням оптимальних складових технології її вирощування. Крім цього, інтенсивний розвиток землеробства у світі тісно пов'язаний із застосуванням зернобобових культур, серед яких соя займає провідне місце, а технологія її вирощування за екологічними принципами є недостатньо вивченою у ґрунтово-кліматичних регіонах України.

Ботанічна характеристика та народногосподарське значення сої

Соя (*Glycine*) – однорічна самозапильна трав'яниста культурна рослина родини бобових (*Fabaceae*), зовні подібна до квасолі й належить до найдавніших їстівних культур. Має гіллясте стебло, яке може досягати висоти понад 1 м. Походить із Південно-Східної Азії, поширена в Китаї, Індонезії, Японії, США, Австралії, Кореї, на Далекому Сході Росії. В Україні традиційно вирощується в Лісостепу та Степу, а протягом останнього десятиріччя, завдяки глобальному потеплінню, її ареал розширився й на зону Полісся.

Протягом понад 5 тисяч років соєві боби та продукти їх переробки використовуються як важливе джерело білка та жиру. Соя має надзвичайно широкий спектр застосування у харчовій промисловості: у хлібопекарській та кондитерській галузях; як основа сучасних заміників м'яса, що за структурою та смаком наближені до м'ясних продуктів; як добавка до м'ясних виробів, що дозволяє знизити їхню собівартість без втрати поживних і смакових якостей; як замітник молочних продуктів (соєве молоко, сир, йогурт, вершки).

Таким чином, соя є не лише важливою культурою для аграрного виробництва, а й стратегічним продуктом харчової промисловості, що забезпечує населення високоякісними білковими та жировими ресурсами.

Соєвий білок біологічно повноцінний, ідеально збалансований за амінокислотним складом. Його перетравність досягає 90 %, що відповідає білку курячого яйця. Порівняно з м'ясом він містить майже в 2 рази більше фосфорної кислоти і в 4 рази більше мінеральних речовин та не містить пуринових основ, що призводять до подагри.

Соєва олія – високоенергетичний продукт, її калорійність становить 8,37 кал. в 1 г. За поживністю та перетравністю соєва олія близька до коров'ячого масла. Вона містить 62 % поліненасичених жирних кислот (лінолеву і ліноленову) та 14,5 % пальмітинової і стеаринової кислот та такі життєво необхідні компоненти як лецитин і природній вітамін E₁. Досить широкого використання соєва олія набула в друкарській справі (для виготовлення фарби) [9].

Згідно з декларацією про вплив соєвого білка на здоров'я людини, щоденне споживання 25 г цього продукту істотно знижує ризик розвитку серцево-судинних захворювань. Завдяки високому вмісту білка соя була визнана міжнародною організацією ЮНЕСКО стратегічною харчовою культурою.

Соя є цінним джерелом вітамінів групи В (за винятком В12). У її насінні містяться кальцій, фосфор, каротин, тіамін, біотин, рибофлавін, ніацин, піридоксин, пантотенова кислота, фолієва кислота, інозитол та холін.

Культура володіє біофармацевтичними властивостями та має важливе значення для людей, які страждають на серцево-судинні недуги, цукровий діабет, остеопороз, гіпертонію, захворювання шлунково-кишкового тракту, нирок і передміхурової залози. Крім того, соя може використовуватися для профілактики патологій, спричинених радіаційним забрудненням, що є особливо актуальним для України [17]. Соя є екологічно привабливою культурою, оскільки значною мірою забезпечує себе азотом за рахунок його біологічної фіксації з повітря. Завдяки функціонуванню симбіотичної системи азотний баланс ґрунту залишається позитивним навіть без застосування мінеральних добрив.

Серед однорічних бобових культур за інтенсивністю біологічної фіксації атмосферного азоту соя поступається лише люпину. Саме тому дослідження продуктивності різних сортів сої при використанні різних інокулянтів є надзвичайно актуальним науковим завданням.

Мета і завдання науково-дослідного проєкту - провести апробацію середньоранніх сортів сої при різних системах інокуляції в умовах Ковельського району Волинської області.

У зв'язку з цим перед учнями були поставлені наступні завдання:

- провести порівняльну оцінку урожайності різних сортів сої залежно від системи інокуляції ризоактивом та вермистимом;
- оцінити фотосинтетичну продуктивність досліджуваних сортів сої;
- порівняти сортові особливості сої за формуванням бульбочкових бактерій.

Одним із ключових засобів підвищення рівня біологічної фіксації атмосферного азоту є інокуляція насіння сої високоефективними штамми бульбочкових бактерій. Попри широкі можливості застосування

агрохімікатів, останнім часом дедалі більшого значення набуває використання саме бактеріальних препаратів. Це пояснюється специфічністю живлення сої, яка здатна засвоювати азот з атмосфери лише завдяки симбіозу з азотфіксуючими бульбочковими бактеріями.

За відсутності ризобій у ґрунті процес зараження рослин не відбувається, а симбіотрофна взаємодія не формується, що унеможливлює засвоєння атмосферного азоту.

На пришкільній ділянці при закладці дослідів проводили інокуляцію насіння бактеріальним препаратом Ризоактив разом із добривом-рістрегулятором Вермистим. Для порівняння отриманих результатів було введено також варіанти лише інокуляцією, лише з рістрегулятором та контрольний варіант (рис. 3.1).



Рис. 3.1 Стан посівів при різних варіантах обробки насіння сорту Монада (10 червня 2025р.)

У ході фенологічних спостережень учні встановили, що фізіологічний стан рослин у варіантах із застосуванням інокуляції був значно кращим

порівняно з контрольними. Такі рослини характеризувалися: більш розвиненим і міцним стеблом; потужним листовим апаратом; інтенсивним зеленим забарвленням; підвищеною стійкістю до коливань вологості та температурного режиму.

Це свідчить про позитивний вплив інокуляції на адаптивні властивості та загальний розвиток рослин

Аналізуючи показники урожайності сої, гуртківцями було встановлено, що сорти Монада та Васильківська краще реагували на інокуляцію насіння (ризобіями + вермітином) порівняно з варіантом без інокуляції насіння. Прирости урожайності відповідно при цьому склали 0,32 і 0,26 т/га.

Таким чином, в умовах південного Полісся України краще висівати сорт Монада при інокуляції насіння (ризобіями + вермітином).

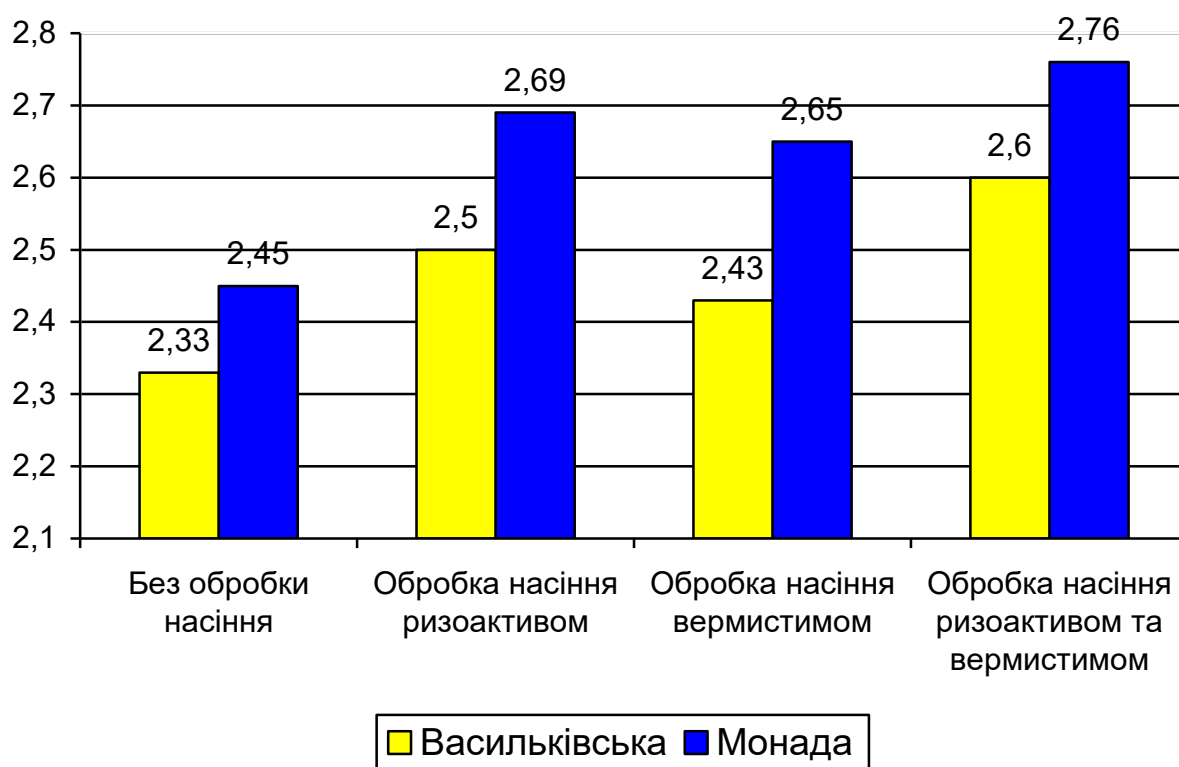


Рис. 3.2 Урожайність сої посівної сортів Васильківська та Монада залежно від систем інокуляції насіння, т/га (2025р.)

Со́я має здатність підтримувати життєдіяльність і розвиток симбіотичних мікроорганізмів у кореневій системі, що зовні проявляється утворенням здуттів та наростів (бульбочок). Завдяки цьому процесу рослина використовує атмосферний азот, забезпечує ним власні потреби та накопичує його у ґрунті. Такий механізм є найдешевшим способом отримання нітрогену для живлення бобових культур, а засвоєний азот відзначається екологічною безпечністю.

У ході учнівських досліджень було поставлено завдання визначити сортові особливості сої за динамікою формування бульбочкових бактерій. Для цього проводили вимірювання маси бульбочок на одній рослині протягом усіх стадій росту та розвитку культури.

За результатами експериментів із сортами «Васильківська» та «Монада» встановлено, що найбільша маса активних бульбочок спостерігалася у фазі формування насіння й становила 2,09–2,14 г/рослину залежно від сорту (табл. 3.1; рис. 3.2, 3.3).

Таблиця 3.1

Особливості сортів сої Васильківська та Монада за динамікою формування бульбочок із бульбочковими бактеріями (г/роsl.)

Фази розвитку	Кількість бульбочок, г/роsl.	
	Васильківська	Монада
Фаза галуження	0,54	0,6
Початок цвітіння	1,35	1,45
Повне цвітіння	1,83	1,91
Формування насіння	2,07	2,14
Початкова стиглість	1,81	1,86
Повна стиглість	1,35	1,39



Рис. 3.2. Бульбочки на коренях сої сорту Васильківська

За результатами проведених досліджень, які наведені таблиці 3.1, виявлено, що для сорту Васильківська найбільша маса активних бульбочок спостерігалась у фазі формування насіння та становила 2,07 г/роsl. (рис. 3.2)

Максимальну масу активних бульбочок, як видно з таблиці 3.4 для сорту Монада було виявлено також, як і у сорту Васильківська, у фазі формування насіння – 2,14 г/роsl. (рис.3.3)



Рис. 3.3 Бульбочки на коренях сої сорту Монада

Отже, незважаючи що на формування бобово–ризобіальних симбіозів впливають різноманітні зовнішні чинники, юні дослідники встановили, що утворення активних бульбочок контролюється також і генетично, тобто визначається сортом.

За результатами досліджень сортів Васильківська та Монада було встановлено, що найбільша маса активних бульбочок виявлена у сорту Монада, у фазі формування насіння.

Учні при підготовці та проведенні досліджень розуміли, що важливу роль для формування великого врожаю зернобобових культур має значення фотосинтетична активність. У процесі фотосинтетичної активності посівів ключову роль відіграє показник площі листової поверхні. Її величина та тривалість функціонування залежать від сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування та елементів застосованої технології.

Недостатній розвиток листової поверхні на ранніх фазах росту й розвитку рослин зумовлює зниження ефективності використання фотосинтетично активної радіації. Водночас надмірна площа асиміляційної поверхні спричиняє взаємне затінення листків, що призводить до нераціонального перерозподілу продуктів асиміляції та, як наслідок, негативно позначається на продуктивності сільськогосподарських культур.

Тому програмою досліджень учнівського проєкту було передбачено визначення фотосинтетичної продуктивності посівів сої, а саме: площі листової поверхні та синтезу органічної речовини, за показниками яких можна розрахувати фотосинтетичний потенціал (ФП):

фотосинтетичний потенціал (ФП) розраховували:

$$\Phi П = \frac{[(L_1 + L_2) \times T_1 + (L_2 + L_3) \times T_2 \dots]}{2}, \text{ де}$$

$L_1 + L_2$ – сума площі листків по періодах в тис. м²/га; $T_1, T_2 \dots$ – тривалість роботи листків, дн.

За результатами проведених досліджень встановлено, що для сорту Васильківська площа листової поверхні була 42,8 тис. м²/га., тоді як

для сорту Монада площа листкової поверхні становила 43,2 тис.м²/га., що позначилося на вищій продуктивності даного сорту (рис. 3.4)

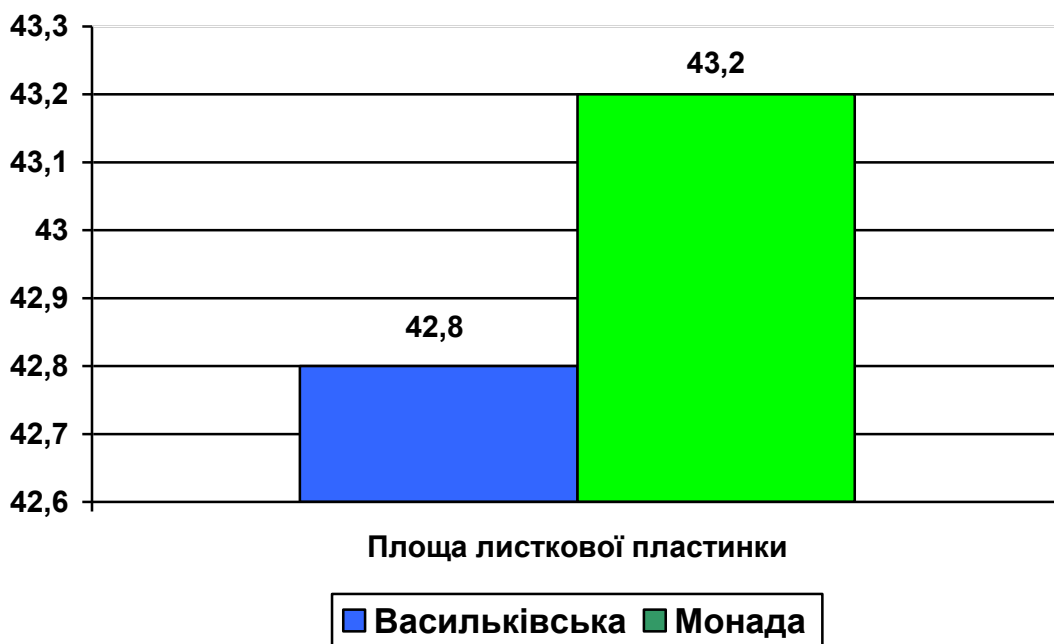


Рис. 3.4. Площа листкової поверхні сортів сої Васильківська та Монада, тис. м²/га (2025р.)

Таким чином, при виконанні проєкту на пришкільній дослідній ділянці учні дійшли висновку, що за усіма досліджуваними параметрами при культивуванні сої в ґрунтово-кліматичних умовах Ковельського району Волинської області кращим є сорт Монада, який доцільно висівати для підвищення продуктивності цієї важливої культури.

3.2. Методичні аспекти використання результатів досліджень проєкту в якості ефективного методу активізації навчального процесу та розвитку ключових компетентностей учнів (Біологія та екологія, 11 клас: рівень стандарту) .

Ефективний освітній процес у сучасних умовах неможливий без цілеспрямованого розвитку дослідницьких навичок. Дослідницька компетентність визначається як індивідуальна готовність учня до активної участі у науково-дослідній діяльності, що виявляється у здатності самостійно

здійснювати пошук, опрацювання та практичне використання наукової інформації для досягнення навчальних цілей.

Інтеграція дослідницької діяльності школярів із вивченням біоіндикаційних показників рослин у загальноосвітніх закладах сприяє формуванню низки ключових компетентностей, зокрема: уміння аналізувати та синтезувати інформацію; здатності до експериментування; розвитку екологічної свідомості.

Таким чином, дослідницька діяльність виступає не лише засобом підвищення якості навчання, а й важливим чинником формування наукового світогляду та екологічної культури учнів. Метою цього проекту є вивчення процесу вирощування сої посівної в умовах пришкольної ділянки, дослідження впливу різних факторів на розвиток рослин та формування урожаю, а також залучення учнів до практичних досліджень у галузі сільського господарства.

На основі отриманих даних ми розробили серію уроків, спрямованих на формування у старшокласників дослідницьких компетенцій та глибокого розуміння взаємозв'язку між людиною та природою, зокрема використання результатів досліджень проекту «Біопродуктивність сортів сої посівної (*Glycine Max*) в умовах Полісся Волинської області» в якості ефективного методу активізації навчального процесу та розвитку ключових компетентностей учнів (Біологія та екологія, 11 клас: рівень стандарт) згідно календарно – тематичного планування.

При розгляді теми 5 Адаптації (18 год), урок 10 Симбіоз та його форми розробили план заняття на тему Азотфіксуюча здатність сої.

КОНСПЕКТ УРОКУ

Тема: Азотфіксуюча здатність сої

Клас: 11

Тип уроку: Комбінований (вивчення нового матеріалу + практичні елементи)

Тривалість: 45 хв

Мета уроку

Навчальна

- розкрити механізм азотфіксації у сої та роль бульбочкових бактерій;
- пояснити значення симбіозу *Glycine max* з бактеріями роду *Rhizobium*;
- охарактеризувати вплив азотфіксації на родючість ґрунтів та врожайність.

Розвивальна

- формувати вміння аналізувати біологічні процеси;
- розвивати навички роботи з науковою інформацією;
- стимулювати екологічне мислення та розуміння сталого землеробства.

Виховна

- виховувати бережливе ставлення до природних ресурсів;
- формувати відповідальність за раціональне використання ґрунтів.

Обладнання

- мультимедійна презентація (за бажанням);
- зразки сої або фото бульбочок;
- схема «Азотний цикл»;
- відеофрагмент про симбіоз сої та *Rhizobium* (за наявності).

Хід уроку

1. Організаційний момент (1–2 хв)

Привітання, перевірка готовності учнів до уроку.

2. Актуалізація опорних знань (3–4 хв)

Бесіда:

- Яку роль відіграє азот у житті рослин
- Чому рослини не можуть засвоювати атмосферний азот
- Які організми здатні фіксувати азот

3. Мотивація навчальної діяльності (2 хв)

Учитель: *«Соя — одна з найважливіших культур сучасного землеробства. Її унікальна здатність фіксувати атмосферний азот дозволяє зменшити використання мінеральних добрив і відновлювати родючість ґрунтів. Сьогодні ми з'ясуємо, як саме це відбувається.»*

4. Вивчення нового матеріалу (20–22 хв)

4.1. Біологічні особливості сої

- родина: Бобові;
- коренева система стрижнева;
- утворює бульбочки на коренях.

4.2. Симбіоз сої з бульбочковими бактеріями

- бактерії роду *Rhizobium japonicum* проникають у корінь;
- утворюється бульбочка — місце азотфіксації;
- бактерії перетворюють атмосферний азот N_2 у доступні для рослини форми (аміак, нітрати).

4.3. Механізм азотфіксації

- фермент **нітрогеназа** каталізує реакцію;
- процес потребує енергії (АТФ);
- у бульбочках створюються анаеробні умови завдяки пігменту леггемоглобіну.

4.4. Значення азотфіксації

- забезпечує рослину азотом на 50–70 %;

- зменшує потребу в азотних добривах;
- покращує структуру та родючість ґрунту;
- залишає після себе до 80–120 кг азоту на гектар.

4.5. Умови ефективної азотфіксації

- оптимальна кислотність ґрунту (pH 6–7);
- достатня вологість;
- інокуляція насіння *Rhizobium* перед сівбою;
- відсутність надлишку мінерального азоту.

5. Закріплення знань (8–10 хв)

Варіант 1: Міні-тест

1. Які бактерії утворюють бульбочки на коренях сої
2. Який фермент відповідає за фіксацію азоту
3. Чому надлишок азотних добрив знижує азотфіксацію
4. Яку роль відіграє леггемоглобін

Варіант 2: Робота в групах

Учні отримують завдання:

- намалювати схему «Симбіоз сої та *Rhizobium*»;
- пояснити, як соя впливає на родючість ґрунту.

6. Підсумок уроку (2–3 хв)

Учитель підкреслює ключові ідеї:

- соя — важлива азотфіксуюча культура;
- симбіоз із бактеріями забезпечує рослину азотом;
- азотфіксація — основа екологічного землеробства.

7. Домашнє завдання (на вибір)

1. Підготувати коротке повідомлення: «Роль сої у сівозміні».
2. Створити міні-презентацію про бульбочкові бактерії,

використавши матеріали та фото спостережень при виконанні власного проєкту.

Загалом, виконання учнями проєкту при вивченні теми **Симбіоз та його форми, урок 10. Азотфіксуюча здатність сої** дозволило отримати наступні очікувані результати: знаннявий компонент, коли учень формулює: принцип єдності організмів та середовища їхнього мешкання; називає основні форми симбіозу організмів; наводить приклади: адаптацій організмів до різних середовищ мешкання; на прикладі сортів сої пояснює генетичну основу формування адаптацій; діяльнісний компонент: складає схеми комплексів адаптацій на прикладі використання біопрепаратів, використаних для інокуляції насіння сої; ціннісний компонент: робить висновок про значення азотфіксації вільного азоту для зростання біопродуктивності бобових рослин.

При вивченні теми 7. Екологія (12 год) ми розробили урок :

Тема: Агроценози сої, їхня структура та особливості функціонування

Клас: 11

Тип уроку: Комбінований (вивчення нового матеріалу + практична робота + аналіз моделей)

Тривалість: 45 хв

☐ Мета уроку

Навчальна

- сформувати уявлення про агроценоз сої як штучно створену екосистему;
- охарактеризувати структуру агроценозу сої (видову, просторову, трофічну);
- розкрити особливості функціонування агроценозів сої та їх відмінності від природних екосистем.

Розвивальна

- розвивати вміння аналізувати екологічні процеси в агросистемах;
- формувати навички роботи з науковою інформацією та схемами;

- удосконалювати екологічне мислення та розуміння сталого землеробства.

Виховна

- виховувати відповідальне ставлення до природних ресурсів;
- формувати екологічну культуру та розуміння значення агроєкосистем.

☐ Обладнання

- мультимедійна презентація ;
- схема «Структура агроценозу»;
- фото або зразки рослин сої;
- відеофрагмент про вирощування сої (за наявності);
- картки для групової роботи.

☐ Хід уроку

1. Організаційний момент (1–2 хв)

Привітання, налаштування учнів на роботу.

2. Актуалізація опорних знань (3–4 хв)

Бесіда:

- Що таке екосистема
- Чим природні екосистеми відрізняються від штучних
- Які культури належать до бобових і чому вони важливі

3. Мотивація навчальної діяльності (2 хв)

Учитель: *«Соя — одна з найцінніших культур сучасного землеробства. Але соя — це не лише рослина, а ціла система взаємодій між ґрунтом, мікроорганізмами, шкідниками, людиною. Сьогодні ми розглянемо агроценоз сої як складну, керовану екосистему.»*

☐ 4. Вивчення нового матеріалу (20–22 хв)

4.1. Поняття агроценозу

- штучно створена людиною екосистема;
- характеризується низьким біорізноманіттям;
- потребує постійного втручання людини;

- має високу продуктивність, але низьку стійкість.

4.2. Агроценоз сої: загальна характеристика

- домінант — *Glycine max* (соя культурна);
- ґрунт — важливий компонент (структура, рН, вологість);
- мікробіота — бульбочкові бактерії *Rhizobium*;
- антропогенний фактор — технологія вирощування.

4.3. Структура агроценозу сої

□ 1. Видова структура

- культурний вид — соя;
- супутні види: бур'яни (щириця, лобода, мишій), шкідники (совки, кліщі), хвороби (фузаріоз, пероноспороз);
- корисні організми: бульбочкові бактерії, хижі комахи.

□ 2. Просторова структура

- рядкове розміщення рослин;
- густота стояння;
- шарова організація: корені → стебло → листки → генеративні органи.

□ 3. Трофічна структура

- **продуценти:** соя;
- **консументи:** комахи-шкідники;
- **редуценти:** ґрунтові бактерії, гриби;
- **симбіонти:** *Rhizobium japonicum*.

4.4. Особливості функціонування агроценозу сої

□ 1. Азотфіксація

- симбіоз із *Rhizobium*;
- збагачення ґрунту азотом;
- зменшення потреби в добривах.

□ 2. Вплив людини

- обробіток ґрунту;
- інокуляція насіння;

- захист рослин;
- зрошення;
- добрива.

☐ 3. Низька стійкість

- агроценоз легко порушується шкідниками, бур'янами, погодою;
- потребує постійного контролю.

☐ 4. Висока продуктивність

- за правильного догляду дає високий урожай;
- ефективно використовує ресурси.

5. Закріплення знань (8–10 хв)

☐ Варіант 1: Міні-тест

1. Що є домінантом агроценозу сої
2. Які організми забезпечують азотфіксацію
3. Чому агроценози менш стійкі, ніж природні екосистеми

☐ Варіант 2: Робота в групах

Групи отримують завдання:

- намалювати схему агроценозу сої;
- визначити, які фактори впливають на його продуктивність;
- запропонувати заходи підвищення стійкості агроценозу.

6. Підсумок уроку (2–3 хв)

Учитель підкреслює ключові ідеї:

- агроценоз сої — це керована людиною екосистема;
- має специфічну структуру та залежить від технології

вирощування;

- азотфіксація — ключовий процес, що визначає його

ефективність.

7. Домашнє завдання

На вибір:

1. Підготувати повідомлення «Соя як елемент сівозміни».
2. Створити схему «Структура агроценозу сої».

3. Написати есе: «Чи може агроценоз бути стійким?».

Участь школярів у біологічному проєкті «**Біопродуктивність сортів сої посівної (Glycine Max) в умовах Полісся Волинської області**» допоможе в отриманні покращених очікуваних результатів при вивченні складної, на нашу думку, інтегративної теми Біогеохімічні цикли як необхідна умова існування біосфери, урок 43. Ми розробили конспект авторського уроку на тему: **Кругообіг азоту та його планетарне значення для забезпечення потреб людини у білку.**

Тема: Кругообіг азоту та його планетарне значення для забезпечення потреб людини у білку

Клас: 11

Тип уроку: Комбінований (вивчення нового матеріалу + елементи дослідження)

Тривалість: 45 хв

☐ Мета уроку

Навчальна

- розкрити етапи кругообігу азоту в біосфері;
- пояснити роль мікроорганізмів у трансформації азотних сполук;
- охарактеризувати значення азотфіксації для формування білків у живих організмах;
- показати взаємозв'язок кругообігу азоту з потребами людства у білкових ресурсах.

Розвивальна

- формувати вміння аналізувати глобальні біогеохімічні процеси;
- розвивати екологічне мислення та системне бачення природних циклів;
- удосконалювати навички роботи з науковими схемами та моделями.

Виховна

- виховувати відповідальне ставлення до природних ресурсів;

- формувати розуміння важливості сталого землеробства та екологічної рівноваги.

☐ **Обладнання**

- мультимедійна презентація;
- схема «Кругообіг азоту»;
- відеофрагмент про азотфіксацію (за наявності);
- картки для групової роботи;
- таблиця «Форми азоту в природі».

☐ **Хід уроку**

1. Організаційний момент (1–2 хв)

Привітання, перевірка готовності учнів.

2. Актуалізація опорних знань (3–4 хв)

Бесіда:

- Які хімічні елементи входять до складу білків
- Чому азот є життєво необхідним для організмів
- Чи можуть рослини засвоювати атмосферний азот

3. Мотивація навчальної діяльності (2 хв)

Учитель: *«Білок — основа життя. Але для його синтезу потрібен азот, який більшість організмів не може отримати безпосередньо з атмосфери. Як же азот потрапляє в рослини, тварин і людину? Відповідь — у глобальному кругообігу азоту.»*

☐ **4. Вивчення нового матеріалу (20–22 хв)**

4.1. Значення азоту для живих організмів

- входить до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот;
- визначає ріст, розвиток, розмноження;
- дефіцит азоту → зниження врожайності, білкового синтезу.

4.2. Основні етапи кругообігу азоту

☐ **1. Азотфіксація**

- атмосферний азот N_2 → амоній NH_4^+ ;
- здійснюють:

- бульбочкові бактерії (*Rhizobium*),
- вільноживучі бактерії (*Azotobacter*),
- ціанобактерії;
- значення: забезпечення рослин доступними формами азоту.

□ 2. Амоніфікація

- розклад органічних решток → амоній;
- виконують сапротрофні бактерії та гриби.

□ 3. Нітрифікація

- амоній → нітрити → нітрати;
- здійснюють *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*;
- нітрати — основна форма азоту, яку засвоюють рослини.

□ 4. Денітрифікація

- нітрати → атмосферний азот;
- повернення азоту в атмосферу;
- здійснюють *Pseudomonas*, *Clostridium*.

4.3. Планетарне значення кругообігу азоту

□ 1. Забезпечення людства білком

- рослини засвоюють азот → формують білки;
- тварини отримують білок через рослинну їжу;
- людина отримує білок через рослинні та тваринні продукти.

□ 2. Роль агроценозів

- бобові культури (соя, люцерна, горох) — природні азотфіксатори;
- зменшують потребу в мінеральних добривах;
- підвищують родючість ґрунтів.

□ 3. Проблеми антропогенного впливу

- надмірне внесення азотних добрив → забруднення вод;
- порушення природного балансу азоту;
- глобальні екологічні наслідки.

5. Закріплення знань (8–10 хв)

□ Варіант 1: Міні-тест

1. Які бактерії здійснюють азотфіксацію
2. Яка форма азоту найкраще засвоюється рослинами
3. Що таке денітрифікація

□ Варіант 2: Робота в групах

Групи отримують завдання:

- скласти схему кругообігу азоту;
- пояснити, як кругообіг азоту пов'язаний із харчовими потребами людини;
- запропонувати способи зменшення антропогенного порушення азотного циклу.

6. Підсумок уроку (2–3 хв)

Учитель підкреслює ключові ідеї:

- кругообіг азоту — основа білкового обміну на планеті;
- мікроорганізми — ключові учасники трансформації азоту;
- людство залежить від природних механізмів азотфіксації;
- сталий розвиток агросистем — шлях до збереження азотного балансу.

7. Домашнє завдання

На вибір:

1. Підготувати повідомлення «Бобові культури як природні азотфіксатори».
2. Створити схему «Кругообіг азоту в біосфері».
3. Написати есе: «Чи може людство забезпечити себе білком без порушення азотного циклу?».

Після вивчення двох тем: 1) Симбіоз та його форми, урок 10. Азотфіксуюча здатність сої та 2) «Кругообіг азоту та його планетарне значення для забезпечення потреб людини у білку» провели тестування учнів (тести розміщені у додатку А, Б) для визначення зміни рівня сформованості

пізнавальної діяльності учнів після використання біологічного експерименту на уроках біології в позаурочний час (рис. 3.5). Загальна кількість досліджуваних - 23 учні. В експериментальну групу були задіяні 10 учнів 11 класу, які брали участь у виконанні навчально – дослідного проєкту та 13 учнів, які не працювали у біологічному гуртку в позаурочний час (контрольна група). Критеріями, які визначали якість виконання завдання, були правильність відповідей.

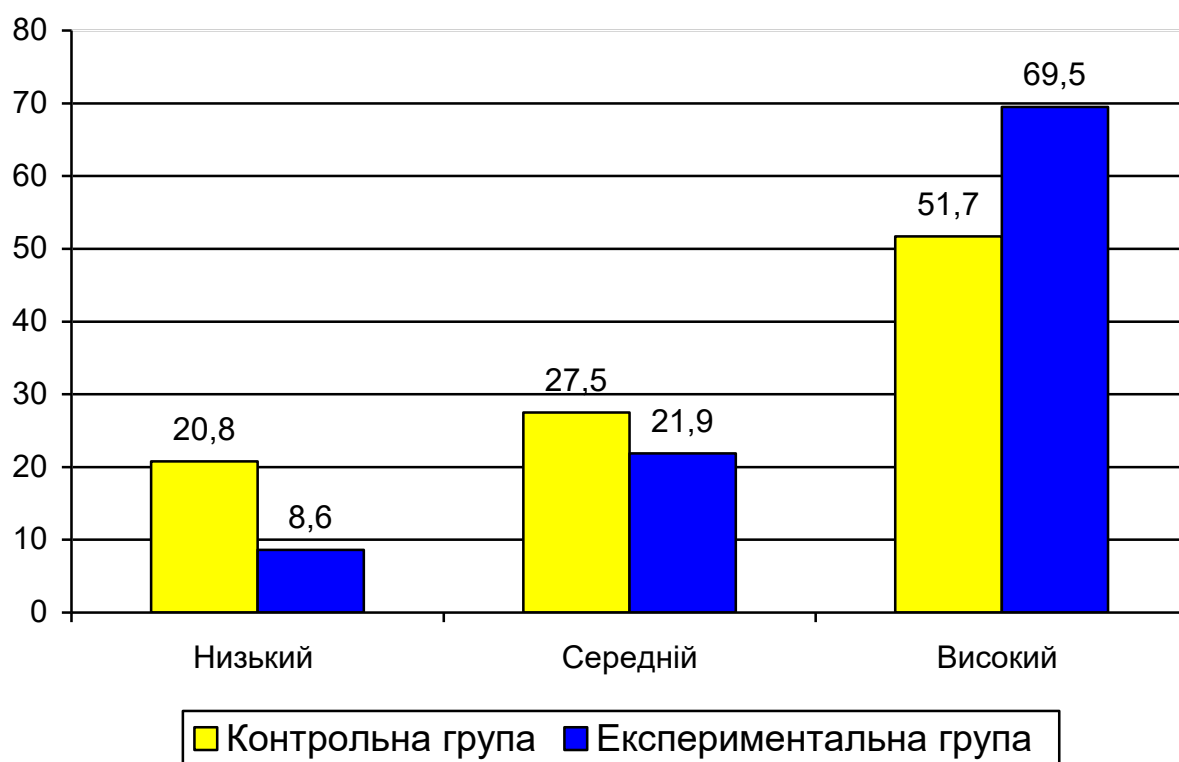


Рис. 3.5. Значимість участі школярів у біологічному проєкті у формуванні предметної компетентності з біології

Якісні результати виконання завдання показують, що рівень розвитку пізнавальної діяльності в експериментальній групі істотно змінився. Ці показники значно перевищують показники контрольної групи. Загалом результати експериментальної групи значно вищі, ніж у учнів контрольної групи.

Порівнюючи відповіді учнів експериментальної та контрольної груп на тестові завдання, можна побачити, що існує значна різниця у рівні

формування предметної компетентності учнів з біології, показник із високим рівнем в експериментальній групі зріс до 69,5%. Відрадім є те, що лише один учень цієї групи виявив низький рівень пізнавальної активності, тоді як 20,8 % учнів контрольної групи показали низький рівень.

Отже, навчально-дослідницька діяльність учнів у позаурочний час при виконанні проєкту дозволила суттєво підвищити рівень сформованості пізнавальної діяльності учнів у формуванні предметної компетентності з біології.

3.3. Оцінка формування дослідницьких компетентностей, критичного мислення в процесі проєктної діяльності з біології в позаурочний час

Дослідницька компетентність є ваговою складовою освітнього процесу, спрямованою на формування здатності учнів самостійно здобувати, аналізувати та практично застосовувати знання. Вона забезпечує розвиток критичного мислення, творчих здібностей, ініціативності й відповідальності, а також сприяє становленню активної громадянської позиції школярів.

Метод проєктів виступає ефективним засобом організації навчальної діяльності, що дозволяє учням використовувати набуті знання та навички для розв'язання реальних проблем. Він сприяє розвитку самостійності, формуванню вміння працювати в команді, планувати власну діяльність та презентувати результати досліджень.

Як сучасний педагогічний підхід, метод проєктів забезпечує формування ключових компетентностей, необхідних для успішної адаптації та самореалізації в умовах сучасного суспільства. Проєктна діяльність є цілеспрямованим процесом, що інтегрує знання з різних навчальних дисциплін і стимулює учнів до активної самостійної роботи над практичними завданнями. Таким чином, метод проєктів впливає на розвиток ключових компетентностей і формує освітній результат:

Метод проєктів → активна навчальна діяльність.

Ключові компетентності → самостійність, командна робота, планування, презентація результатів.

Освітній результат → адаптація, самореалізація, формування громадянської позиції.

Таким чином, схема відображає причинно-наслідковий зв'язок між педагогічним підходом і розвитком учнів у сучасному освітньому середовищі.

Проектна діяльність як вид навчальної діяльності складається з низки послідовних етапів, що відображають динаміку взаємодії суб'єктів освітнього процесу - вчителя і учнів (табл. 3.2.) [35].

Таблиця 3.2

Послідовність етапів реалізації проєкту між суб'єктами освітнього процесу - вчителя і учнів та їх характеристика

Етап	Характеристика	Діяльність вчителя	Діяльність учня
Ціннісно-орієнтаційний	Формування мети, мотивації та розуміння важливості проєкту	Мотивує учнів, допомагає сформулювати проблему та визначити мету проєкту. Організовує колективне обговорення та вибір напрямку роботи.	Обирають тему проєкту, формують мету та завдання. Визначають, чому цей проєкт важливий і що вони хочуть досягти.
Конструктивний	Планування, організація роботи, пошук інформації та	Розробляє індивідуальні або групові завдання, надає необхідні	Об'єднуються в групи, розподіляють завдання та

	підготовка до презентації.	матеріали та координує роботу учнів. Підтримує інтерес учнів до проєкту та допомагає у подоланні труднощів.	шукають потрібну інформацію. Планують свою роботу, обирають найкращий спосіб виконання проєкту та готуються презентувати результати.
Оцінювал бно- рефлексивний	Аналіз результатів проєкту, самооцінка, обговорення труднощів та успіхів.	Оцінюють свою роботу над проєктом, аналізують досягнення і труднощі, діляться своїми враженнями.	Допомага є учням оцінити свою роботу, організовує обговорення результатів, стимулює рефлексію.
Презента ційний	Представ лення результатів проєкту аудиторії.	Готують презентацію, розповідають про свій проєкт, демонструють результати, відповідають на запитання.	Організо вує захист проєктів, запрошує експертів, створює атмосферу підтримки.
Контроль	Підведен	Участь в	Організо

ний	ня підсумків проєкту, формулювання висновків.	обговоренні результатів проєкту, формулювання висновків, оцінка власного внеску в проєкт.	вує обговорення результатів проєкту, допомагає учням зробити висновки, оцінює результати проєкту.
-----	--	---	---

Проєкт дозволив не лише отримати конкретні дані про технологічні прийоми підвищення біопродуктивності сої посівної в умовах Полісся Волинської області, а й створити сприятливе середовище для формування в учнів цілого комплексу дослідницьких умінь: від постановки проблеми та формулювання гіпотез до збору даних, їх аналізу та презентації результатів.

На уроках біології ефективним методом є проєктна діяльність, що стимулює інтерес до природи і дозволяє учням здобувати навички планування і виконання досліджень. Такі теми, як дослідження способів стимулювання рослин, впливу середовища на їхній ріст і розвиток, добре інтегруються в навчальну програму, пов'язуючи теорію з практикою. Позаурочна діяльність. Участь у наукових гуртках, конкурсах Малої академії наук, семінарах та олімпіадах розвиває інтерес до природничих наук і формує навички дослідницької роботи.

Результати навчально-дослідницької роботи учнів при виконанні біологічного проєкту, описані в третьому розділі, є ефективним інструментом для стимулювання їхньої пізнавальної активності. Залучення школярів до практичного вирощування сортів сої посівної із використанням інокуляції біопрепаратами дозволяє не лише отримати знання з біології, а й розвивати критичне мислення, дослідницькі навички та екологічну свідомість.

Аналіз пізнавальної активності учнів у цьому контексті базується на декількох ключових аспектах. Насамперед, це мотивація до самостійного навчання. Виконуючи проєкт із вирощування високобілкової культури, яка здатна до унікального у природі процесу – біологічної фіксації вільного азоту із атмосферного повітря, учні проявляють ініціативу, самостійно виконуючи підготовчі етапи — від обробки насіння сої різними інокулянтами до збору врожаю. Важливо відзначити, що спостереження за рослинами, аналіз їх росту та розвитку азотфіксуючого апарату із бульбочковими бактеріями формують у школярів розуміння зв'язків між факторами навколишнього середовища та біологічними процесами. Використання наукового підходу паралельно із виконання технічних завдань складають практичну основу науково-дослідного проєкту. Пізнавальна активність проявляється в умінні встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, аналізувати фактори, які впливають на врожайність, та пропонувати способи її покращення.

На оцінювально-рефлексивному етапі виконання проєкту важливим є аналіз отриманих результатів. Учні порівнюють показники врожайності сортів сої посівної за різних систем інокуляції, обґрунтовують отримані дані та роблять висновки. Розвиток пізнавальної активності на цьому етапі проявляється у здатності учнів узагальнювати інформацію, презентувати результати своїх досліджень у вигляді постерів, доповідей чи презентацій.

Дослідницька діяльність дозволила учням ознайомитися з основами наукового експерименту, включаючи: 1) формулювання гіпотези: вплив різних технологічних прийомів в умовах Полісся Волинської області на біопродуктивність сортів сої посівної (Glycine Max); 2) планування експерименту: вибір методик дослідження; умов вирощування, фіксації результатів; 3) аналіз отриманих даних: побудова таблиць, діаграм, порівняння результатів.

Для оцінки розвитку дослідницької компетентності в процесі проєктної діяльності з біології в позаурочний час було проведено дворазове

опитування учнів 11 класу Колодяжненського ліцею у вигляді анкетування - на початку та після завершення проєкту, яке продемонструвало, що до експерименту 37% учнів розуміли, як сформулювати гіпотезу біологічного проєкту і 43% могли пояснити послідовність проведення експерименту. Після завершення науково-дослідного проєкту 79% успішно формулювали гіпотези до нових досліджень, 86% старшокласників зазначили, що їх уміння щодо методів аналізу і синтезу одержаних даних значно покращилися (рис.3.6).

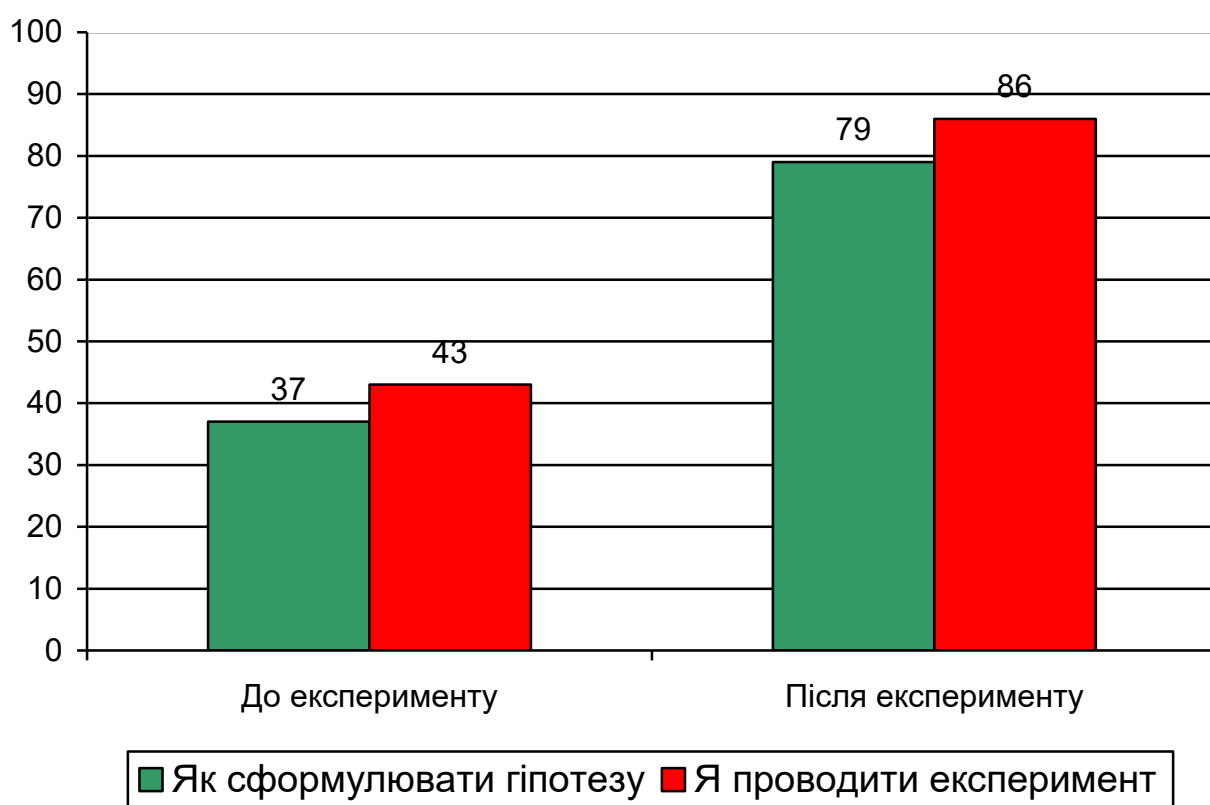


Рис. 3.6. Вплив проєктної діяльності з біології в позаурочний час на формування дослідницьких компетентностей та критичного мислення учнів 11 класу Колодяжненського ліцею.

Дослідницька діяльність під час виконання учнями біологічного проєкту інтегрувала знання та навички з інших предметів:

- **Математика:** Учні проводили розрахунки для визначення норм висіву сої посівної для певної площі дослідної ділянки, дози біопрепаратів

Вермістин та Ризоактив; за відповідними формулами розраховували площу листкової поверхні та її фотосинтетичний потенціал, врожайність, складали графіки та діаграми.

- **Географія**: Аналізували ґрунтові та кліматичні умови зони Полісся, які впливають на ріст і розвиток рослин рослин.
- **Хімія**: Розглядали важливість азоту та його кругообіг в природі, різна доступність форм азоту для живлення рослин.
- **Трудове навчання**: Практично опановували методи догляду за рослинами.
- **Фінансова грамотність**. Соя володіє можливістю забезпечувати життя і розвиток симбіотичних мікроорганізмів у своїй кореневій системі, і за цим елементом рослину, накопичувати його в ґрунті. Це є самий дешевий спосіб одержання нітрогену для живлення бобових сільськогосподарських культур, а отриманий азот є екологічно безпечним.

З-поміж інших видів педагогічної роботи дослідницька діяльність вирізняється творчим характером. Вчитель на перших етапах знайомить учнів із поняттям дослідження як виду пізнавальної діяльності, що спрямована на отримання нових знань та розв'язання визначених проблем через спостереження та експерименти. Такі завдання сприяють не лише розвитку навичок, а й формуванню у школярів ціннісного ставлення до природи.

Важливою особливістю дослідницької роботи є її виховний вплив. У процесі виконання завдань учні навчаються формулювати запитання, розробляти план дослідження, працювати з науковою літературою та обговорювати результати у групах. Це сприяє їхньому інтелектуальному розвитку, формуванню відповідальності та навичок командної взаємодії.

Дослідження, проведені на навчально-дослідній ділянці, дозволяють школярам поглиблювати знання, здобуті на уроках, та інтегрувати їх із практичною діяльністю. Учні опановують методику фенологічних

спостережень, враховують вплив зовнішніх чинників на ріст і розвиток рослин, а також аналізують комплекс агротехнічних заходів.

Запровадження таких методик у навчальний процес відповідає завданням Нової української школи, зокрема: формуванню компетентностей, необхідних для життя; розвитку творчої особистості; набуттю практичних навичок для самореалізації.

Наприклад, результати експериментальних досліджень можуть бути інтегровані у курс «Біологія та екологія» (11 клас), що забезпечує міжпредметні зв'язки та практичну спрямованість навчання.

ВИСНОВКИ

1. Актуальним завданням модернізації сучасної системи освіти України є підвищення рівня якості знань здобувачів загальної середньої освіти, а дослідницька робота та організація науково-дослідної діяльності

природничого напрямку виступає важливим компонентом такого розвитку, яка сприяє розвитку творчої особистості.

2. Застосування дослідницького методу навчання дозволяє більш ефективно формувати в здобувачів загальної середньої освіти не тільки предметні, а й ключові компетентності, надавати міжпредметні знання, сприяти розвитку навичок.

3. В результаті виконання учнями Колодяжненського ліцею науково-дослідного проєкту «Біопродуктивність сортів сої посівної (*Glycine Max*) за різних технологічних прийомів в умовах Полісся Волинської області» проведено біологічне оцінювання середньоранніх сортів сої при різних системах інокуляції з метою одержання найвищої продуктивності цінної бобової культури.

4. Науково-дослідний проєкт сприяв не лише збагаченню теоретичних знань учнів з біології, але й розвитку практичних навичок, критичного мислення та вміння працювати в команді. Анкетування показало, що 80% учнів стали більш зацікавлені у вивченні біології. Навчально-дослідницька діяльність учнів у позаурочний час при виконанні проєкту дозволила суттєво підвищити рівень сформованості пізнавальної діяльності учнів у формуванні предметної компетентності з біології.

Позаурочна дослідна діяльність здобувачів загальної середньої освіти Колодяжненського ліцею у вигляді наукової роботи була подана для участі в конкурсах еколого-натуралістичного спрямування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко О. Методологічні засади дослідження історії розвитку педагогічної науки. Рідна школа. 2013. № 1-2. С. 8-14.
2. Антонова О.Є., Єремєєва В.М., Мирончук Н.М. Методика

організації науково-педагогічних досліджень: метод. посібник / укл. О.Є. Антонова. Житомир, 2018. 76 с.

3. Артемчик Г., Курил В., Кочерга М. Методика організації науково-дослідницької роботи: навчальний посібник / Г. Артемчик, В. Курил, М.Кочерга. К.: Форум, 2000. 271 с.

4. Атлас моніторингу комплексної оцінки родючості ґрунтів ріллі Полісся, Закарпатської низовини, передгірних і гірських районів Карпат України // Т.О. Грінченко, І.І. Лепеніна та ін. Х., Вид. "КП Друкарня №13", 2008. 1068 с.

5. Бабич А. О., Побережна А.М. Соя – стратегічна культура світового землеробства. *Аграрний тиждень. Україна*. 2006. №6. С. 44–46.

6. Бабич А. О. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в сівозмінах. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52–56.

7. Бахмат О. М. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої в умовах західного регіону України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. № 66. С. 103–108.

8. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEMосвіти. *Фізикоматематична освіта: науковий журнал*. 2017. Вип. 2 (12). С. 26-30.

9. Біологія і екологія : Нові навчальні програми для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень) : Методичні коментарі провідних науковців Інституту педагогіки НАПН України / упоряд. О. М. Топузов, Т. М. Засекіна, Н. Ю. Матяш. Київ: УОВЦ «Оріон», 2018. 112с. Волкова Н.П. Педагогіка: Навч. посіб. Вид. 2-ге, переробл., доп. Київ: Академвидав, 2007. 616 с.

10. Блажко О. А. Організація науководослідної діяльності студентів на кафедрі хімії та методики навчання хімії. *Вища освіта України: Теоретичний та науковометодичний часопис*. Київ. 2015. № 3. Додаток 1: Інтеграція вищої освіти і науки. С. 20-26.

11. Василяшко І. П., Горбенко С. Л., Лозова О. В., Патрикеева О. О. Методичні рекомендації щодо впровадження STEMосвіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017-2018 навчальний рік. Методист. 2017. №8. С. 38-43.
12. Василяшко І.П., Гущина Н.І., Коршунова О.В., Патрикеева О.О. Збірник матеріалів «STEM – світ інноваційних можливостей // Реалізація програми інноваційного освітнього проєкту «Я – дослідник» – К.: Видавничий дім «Освіта», 2020. 426 с.
13. Ващук О.В. Науково-дослідницька компетенція як складова готовності учителя до розвитку академічної обдарованості / О.В. Ващук // Дослідницький компонент у діяльності загальноосвітніх навчальних закладів та позашкільних закладів освіти: ретроспектива і перспектива : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 21 лист. 2013 р., м. Київ. К.: 2013. С.180–187.
14. Грицай Н. Б. Методика навчання біології : навчальний посібник : Рівне: ТзОВ «Дока центр», 2016. 272 с.
15. Грицай Н.Б. Методика навчання біології : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, Львів: «Новий Світ-2000», 2020. 272 с.
16. Головань, М.С., Яценко, В.В. (2012). Сутність та зміст поняття «дослідницька компетентність». Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: Збірник наукових праць. НМетАУ, VII, 55-62
17. Горшкова, Л.М., Коваль, Л.В. (2013). Формування дослідницької компетентності з ботаніки і фізіології рослин у майбутніх учителів біології: монографія. Глухів: РВВ ГНПУ ім. О. Довженка.
18. Гузь В. В. Дидактичні технології формування екологічної компетентності старшокласників у навчанні природничо-науковим дисциплінам. - С. 52- 56. Режим доступу. - [Електронний ресурс]: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/znpkp_ped/2008_14/2_02_Huss.pdf

19. Дзюба, Н. (2007). Організація проведення пошукової та науководослідної роботи. Організація навчально-виховного процесу у ВНЗ III рівня акредитації. Вип. X. Немішаєве: НМЦ. 57-68.

20. Державний стандарт базової середньої освіти. [Чинний від 30 вересня 2020 р. згідно з постановою Кабінету Міністрів України № 898]. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-za-galnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>.

21. Державний стандарт профільної середньої освіти. [Чинний, поточна редакція від 01 вересня 2020 р., підстава – 143-2020-п]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text>.

22. Дерев'янський В. П. Удосконалена енергоощадна ґрунтозберігаюча технологія вирощування сої. *Агроном*. 2012. № 2. С. 97–105.

23. Задорожний К. М. Дослідницька та проектна діяльність під час вивчення біології / К.М. Задорожний. - Харків: Видавнича група «Основа», 2008. 143 с.

24. Ковалевська Т. М. Ефективність спільної інокуляції сої бульбочковими та фосформобілізуєчими бактеріями. Київ: 2002. С.76 – 77.

25. Коваль О. В., Погасій І. О. Екологічна компетентність учителя Нової української школи. Навчально–методичний посібник в таблицях і схемах. Чернігів : НУЧК імені Т.Г. Шевченка, 2019. 40 с.

26. Коваль К. С. Формування дослідницьких умінь учнів на уроках біології та географії для розвитку компетентної та творчої особистості. Особливості організації дослідницької діяльності учнів у сучасному закладі освіти : матеріали обласної науково-практичної Інтернетконференції / КНЗ «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради». Черкаси, 2018. С.47-53.

27. Логвінова Я. О. Формування екологічної компетентності майбутнього викладача біології в процесі вивчення природничих дисциплін: автореф. дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.04 "Теорія і методика професійної

освіти": Кіровоград. 2014. 20 с.

28. Лук'янова Л. Б., Гуренкова О. В. Екологічна компетентність майбутніх фахівців : навч.-метод. посіб. Київ-Ніжин : ПП Лисенко, 2008. 243с.

29. Маленко, Я. В., Кобрюшко, О. О., Поздній, Є. В. Екологічна компетентність—невід'ємна складова компетентнісного «капіталу» особистості. *Moderní aspekty vědy: XXVIII. Díl mezinárodní kolektivní monografie. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut sro*, 2023. (29), 267-290.

30. Марченко Л. І. Екологічна компетентність як показник якості екологічної освіти та складова життєвої компетентності. Проблеми освіти : наук. зб. Київ, 2010. № 64. С. 92-95.

31. Матяш Н. Ю. Фундаменталізація шкільної біологічної освіти — основа формування предметної компетентності учня. *Український педагогічний журнал*. 2018. № 1. С. 54–60.

32. Міронєць Л.П. Формування екологічної компетентності старшокласників з використанням сучасних мобільних застосунків. *Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді*. 2023. № 27 С. 60-71.

33. Нагорний В. І. Вплив строків і способів сівби на урожайність сортів сої. *Корми і кормовиробництво*. 2016. № 66. С. 96–102.

34. Нагорний В. І. Врожайність і агроекологічна адаптивність сортів сої в умовах північно–східного Лісостепу України. Зб. наук. праць Уман. держ. аграр. ун-ту. 2012. Вип. 72. С. 153–159.

35. Недодатко Н. Технологія формування навчальнодослідницьких умінь школярів / Н. Недодатко // Рідна школа. - 2002. - № 6. - С. 2123.

36. Олійник В. І. Камінський В.Ф. Вплив бактеріальних препаратів на азотфіксацію і насінневу продуктивність посівів сої Київ: Нора-Прінт, 2009. № 1. С. 60 – 61.

37. Олійник В. І. Камінський В.Ф. Вплив бактеріальних препаратів на азотфіксацію і насінневу продуктивність посівів сої Київ: Нора-Прінт, 2009. № 1. С. 60 – 61.

38. Особливості організації дослідницької діяльності учнів у сучасному закладі освіти : матеріали обласної науковопрактичної Інтернетконференції / КНЗ «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради». Черкаси, 2018. 103 с.

39. Павлова, Т.С. (2020). Розвиток дослідницької поведінки молодших школярів у навчальному процесі. Модернізація освітнього середовища: проблеми та перспективи: Матеріали Шостої Міжнар. наук.практ. конф. (Умань, 08-09 жовтня 2020 року). Умань: Візаві, 126-129.

40. Падун Н. О. Навчальнодослідна діяльність як засіб формування дослідницьких умінь учнів. Наукові записки Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Серія «Психологопедагогічні науки». № 1. 2012. С. 90-93.

41. Панасюк О.Я. Продуктивність сої залежно від системи удобрення та особливостей захисту рослин у соєво-кукурудзяних сівозмінах Лісостепу України. Київ : Нора-Прінт, 2009. С. 60 – 61.

42. Патица В. П. Тихонович Г. А., Філіп'єв Г. Д. Мікроорганізми і альтернативне землеробство Київ. Урожай, 2002. 176 с.

43. Пташенчук, О., Чайченко, Н. (2018). Дидактична система формування дослідницької компетентності майбутніх учителів біології. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 4 (78), 2011. С.207-215.

44. Пруцакова О. Л. Сутність та види екологічної компетентності особистості. *Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді*. Зб. наук. праць. Київ, 2005. Вип.8. (2), С. 16-19.

45. Пустовіт Н.А. Формування екологічної компетентності школярів : наук.-метод. посібник. Київ: Педагогічна думка, 2008. 64 с.

46. Пухкал О., Кликов А. Методика використання гнучких методик та підходів при роботі над шкільними проектами. *Scientific Goals and Purposes in XXI Century : Наук. зб. «InterConf+»*, м. Сієтл, 19–20 берез. 2024 р. Сієтл, 2024. С. 110–127. URL: <https://archive.interconf.center/index.php/2709-4685/article/view/5655/5691>
47. Рудишин, С. Нова українська школа: проблеми і перспективи підготовки вчителів предметників. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2018. №1, р. С. 38-39.
48. Січкач В. І. Соя: підвищений вміст білка й жиру в насінні. *Насінництво*. 2012. № 10. С. 18–21.
49. Тадеуш О. М. Метод проєктів як форма продуктивного навчання студентів. 2017 р. с. 142-146. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/19155/Tadeush.pdf?sequence=1>
50. Титаренко Л. М. Формування екологічної компетентності студентів біологічних спеціальностей університету : дис. канд. пед. наук: 13.00.07. Київ, 2007. 210 с.
51. Толкачов М. З. Використання симбіотрофного азоту при вирощуванні сої. Вінниця, 2014. С. 56 – 57.
52. Чурута Л. В. Значення інтеграції біології з іншими науками. Інтеграція знань з предметів природничо-математичного циклу: проблеми та шляхи їх вирішення : зб. матеріалів інтернетсемінару. Черкаси, 2012. С.5-6.
53. Шевніков М. Я. Ефективність застосування біопрепаратів та мінеральних добрив при вирощуванні сої в умовах нестійкого зволоження Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. №2. С. 14–18.
54. Шмалей С. В. Система екологічної освіти в загальноосвітній школі в процесі вивчення предметів природничо-наукового циклу : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня докт. пед. наук : 13.00.01 Загальна педагогіка та історія педагогіки; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. К., 2005. 44 с.

55. Ягенська Г. В., Степанюк А .В. Формування дослідницьких умінь школярів у галузі природничих наук (друга половина XX – початок XXI століття): монографія. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2021. 282

ДОДАТКИ

Тестові завдання до теми

Азотфіксуюча здатність сої

1. Завдання з однією правильною відповіддю

1. Які бактерії забезпечують азотфіксацію у сої? А. *Azotobacter* В. *Rhizobium japonicum* С. *Nitrosomonas* D. *Clostridium* **Правильна відповідь: В**

2. Який фермент відповідає за фіксацію атмосферного азоту в бульбочках сої? А. Рубіско В. АТФ-синтаза С. Нітрогеназа D. Пероксидаза **Правильна відповідь: С**

3. Яка речовина забезпечує анаеробні умови в бульбочках сої? А. Хлорофіл В. Леггемоглобін С. Гемоглобін D. Міозин **Правильна відповідь: В**

4. Чому надлишок азотних добрив знижує азотфіксацію у сої? А. Бактерії гинуть від високої концентрації нітратів В. Рослина не потребує симбіозу при достатку азоту С. Азотні добрива руйнують бульбочки D. Добрива блокують фотосинтез **Правильна відповідь: В**

5. Який тип взаємодії між соєю та бульбочковими бактеріями? А. Паразитизм В. Коменсалізм С. Симбіоз (взаємовигідний) D. Хижацтво **Правильна відповідь: С**

☐ 2. Завдання на встановлення відповідності

6. Установіть відповідність між структурою бульбочки та її функцією.

1. Леггемоглобін
2. Бактероїди
3. Кора бульбочки
4. Провідні тканини

А. Забезпечують транспорт поживних речовин В. Місце азотфіксації
С. Захищає бульбочку від зовнішніх впливів D. Підтримує низький рівень кисню

Правильна відповідь: 1–D, 2–В, 3–С, 4–А

7. Установіть відповідність між процесом і його характеристикою.

1. Азотфіксація
2. Нітрифікація
3. Денітрифікація
4. Амоніфікація

А. Перетворення органічного азоту на амоній В. Перетворення амонію на нітрати С. Перетворення атмосферного азоту на амоній D. Вивільнення азоту в атмосферу

Правильна відповідь: 1–С, 2–В, 3–D, 4–А

☐ **3. Завдання з кількома правильними відповідями**

8. Які фактори підвищують ефективність азотфіксації у сої?

Виберіть **три** правильні відповіді.

А. Інокуляція насіння *Rhizobium* В. Надлишок азотних добрив С. Оптимальний рН ґрунту (6–7) D. Достатня вологість Е. Висока концентрація кисню в ґрунті

Правильні відповіді: А, С, D

9. Які переваги має соя як азотфіксуюча культура?

Виберіть **дві** правильні відповіді.

А. Збагачує ґрунт азотом В. Потребує великих доз азотних добрив С. Підвищує родючість ґрунту D. Не утворює бульбочок

Правильні відповіді: А, С

10. Які ознаки свідчать про активну роботу бульбочок?

Виберіть **дві** правильні відповіді.

А. Рожеве забарвлення всередині В. Коричнєве або чорне забарвлення С. Наявність леггемоглобіну D. Відсутність бактероїдів

Правильні відповіді: А, С

Тестові завдання до теми

Кругообіг азоту та його планетарне значення для забезпечення потреб людини у білку

I. Завдання з однією правильною відповіддю

1. Який процес забезпечує перетворення атмосферного азоту на сполуки, доступні для рослин?

А. Денітрифікація В. Нітрифікація С. Азотфіксація D. Амоніфікація ☐

Правильна відповідь: С

2. Які організми є основними виконавцями біологічної азотфіксації?

А. Гриби В. Бульбочкові бактерії С. Водорості D. Паразитичні бактерії ☐ **Правильна відповідь: В**

3. Яка форма азоту найкраще засвоюється більшістю рослин?

А. Молекулярний азот В. Нітрати С. Аміак D. Азот(II) оксид ☐

Правильна відповідь: В

4. Який процес повертає азот із ґрунту в атмосферу?

А. Нітрифікація В. Денітрифікація С. Амоніфікація D. Фотоліз ☐

Правильна відповідь: В

5. Чому кругообіг азоту має планетарне значення для забезпечення людства білком?

А. Азот входить до складу вуглеводів В. Азот забезпечує синтез амінокислот і білків С. Азот потрібен лише тваринам D. Азот використовується для фотосинтезу ☐ **Правильна відповідь: В**

II. Завдання на встановлення відповідності

6. Установіть відповідність між процесом кругообігу азоту та його характеристикою.

1. Амоніфікація
2. Нітрифікація
3. Денітрифікація
4. Азотфіксація

А. Перетворення амонію на нітрати В. Перетворення атмосферного азоту на амоній С. Розклад органічних решток до амонію D. Повернення азоту в атмосферу

☐ **Правильна відповідь: 1–С, 2–А, 3–D, 4–В**

7. Установіть відповідність між організмами та їх роллю в кругообігу азоту.

1. *Rhizobium*
2. *Nitrosomonas*
3. *Pseudomonas*
4. Сапротрофні гриби

А. Денітрифікація В. Амоніфікація С. Азотфіксація D. Нітрифікація

☐ **Правильна відповідь: 1–С, 2–D, 3–А, 4–В**

III. Завдання з кількома правильними відповідями

8. Які фактори порушують природний кругообіг азоту?

Виберіть **три** правильні відповіді.

А. Надмірне внесення азотних добрив В. Масове вирощування бобових культур С. Забруднення водойм нітратами D. Спалювання викопного палива Е. Збільшення площі лісів

☐ **Правильні відповіді: А, С, D**

9. Які твердження пояснюють роль азоту в забезпеченні людства білком?

Виберіть **дві** правильні відповіді.

А. Азот входить до складу амінокислот В. Азот забезпечує синтез жирних кислот С. Рослини засвоюють азот і формують білки D. Людина отримує азот лише з повітря

☐ **Правильні відповіді: А, С**

10. Які процеси забезпечують повернення азоту в ґрунт?

Виберіть **дві** правильні відповіді.

А. Амоніфікація В. Денітрифікація С. Азотфіксація D. Нітрифікація

☐ **Правильні відповіді: А, С**

**Анкета для визначення рівня сформованості дослідницької
компетенції учнів старшої школи**

Мотиваційний компонент

1. Я часто проявляю ініціативу в пошуку нової інформації та вирішенні проблем.
2. Мене цікавить процес дослідження більше, ніж кінцевий результат.
3. Я завжди прагну ставити додаткові запитання та поглиблювати свої знання.
4. Я отримую задоволення від роботи над складними завданнями, які вимагають творчого підходу.
5. Я готовий/а витратити додатковий час на дослідження, навіть якщо це не є обов'язковим.

Змістовий компонент

1. Я маю достатні знання та навички для проведення досліджень.
2. Я вмію правильно формулювати дослідницькі питання та гіпотези.
3. Я можу критично оцінювати різні джерела інформації.
4. Я вмію аналізувати отримані дані та робити висновки.
5. Я можу застосовувати різні методи дослідження в залежності від поставленого завдання.

Підсумковий компонент

1. Я вмію чітко і ясно презентувати результати своєї дослідницької роботи.
2. Мої дослідження мають практичну значущість.
3. Я отримую позитивні відгуки на свої дослідницькі роботи.
4. Я впевнений/а в якості своїх досліджень.
5. Я можу ефективно працювати в команді над дослідницькими проектами.