

Жанна Іванівна Білик,
кандидат біологічних наук,
науковий співробітник Національного центру
«Мала академія наук України»,
м. Київ



Катерина Григорівна Постова,
кандидат психологічних наук,
старший науковий співробітник відділу
діагностики обдарованості Інституту
обдарованої дитини НАПН України,
м. Київ

УДК 159.9.018

МЕТОДИКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО- ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З БІОЛОГІЇ В КОНТЕКСТІ STEM-ПІДХОДУ В ОСВІТІ

В статті обґрунтована необхідність впровадження спеціального освітнього підходу, направлено на вивчення предметів естественно-математического циклу. Рассмотрены приоритеты использования подхода STEM-образования с позиции всех участников образовательного процесса. Предлагается пример занятия с изучения методов выделения пластидных пигментов листьев.

Ключевые слова: STEM-технологии, научные знания, организация учебно-исследовательской деятельности.

The article is devoted to the problem the necessity of introducing a special educational technology aimed at studying the subjects of the natural-mathematical cycle. The priorities of using STEM-educational technology from the perspective of all participants of the educational process are considered. An example the lesson with study of methods for isolating plastid pigments from leaves is offered.

Key words: STEM-technologists, scientific knowledge, organization of educational and research activities.

Конкуренція та глобальні технологічні процеси призводять до трансформації світової економіки, відкривають можливості для розкриття потенціалу кожної особистості та творчості. Такі можливості з часом забезпечують залучення значної кількості членів суспільства до науково-дослідної діяльності та інноваційних процесів для розв'язання глобальних світових проблем. Інноваційна та практична діяльність у сфері наукової освіти мають стати більш чутливими до потреб, прагнень та суспільних цінностей.

Перехід нашої країни на новий рівень розвитку спричинив збільшення попиту на професії сфери послуг, що суттєво знизило попит на професії технічних напрямів. Такі процеси за два десятиліття призвели до дефіциту висококваліфікованих кадрів у галузі технічних напрямів та у сфері надання послуг.

Відповідно до статистичних даних Державної служби статистики України, найбільший попит наприкінці 2016 р. в таких видах економічної діяльності, як переробна промисловість, ремонт автотранспортних засобів, транспорт та охорона здоров'я. Якщо розглядати у відсотковій залежності до кількості зайнятих у галузі, то найбільша потреба в галузі професійної наукової та технічної діяльності, інформації та телекомунікації. У той самий період пропозиція фахівців найбільша у таких галузях економічної діяльності: сільське господарство; фінансова та страхова діяльність; державне управління та оборона; соціальне страхування. Загалом кількісна пропозиція на ринку праці приблизно в 11 раз перевищує попит. Галузі, в яких є пропозиція праці, не співпадають з галузями економіки, в яких існує попит на робочу силу. Попит



на кваліфіковану робочу силу спостерігається в галузях точних наук та в сфері охорони здоров'я, пропозиція переважає в галузях, що не потребують спеціальної освіти.

Проаналізувавши статистику середньомісячної зарплатної плати штатних працівників за видами економічної діяльності станом на березень 2017 р. найвищі зарплати у галузях ремонту автотранспортних засобів, обслуговування авіаційного транспорту, діяльності у сфері транспорту, галузях інформації та телекомунікації, фінансовій і страховій, науковій та технічній діяльності. В значній кількості визначених галузей існує попит на кваліфіковану робочу силу [2].

На основі проаналізованих відомостей наявна проблема забезпечення висококваліфікованими кадрами технічного спрямування, що має визначати пріоритетний напрям освітньої підготовки підростаючого покоління. Його засадами має стати вивчення природничих дисциплін з нахилом до технічних на високому науковому рівні.

Необхідність домінування наукового напрямку в освітньому процесі на усіх рівнях, починаючи від дошкільників, визнано на світовому рівні [там само]. Основні положення наукової освіти полягають в наданні можливості отримати якісну природничо-наукову освіту як базову, так і вищу. Для цього необхідно забезпечити умови у навчальних закладах та навчання або перекваліфікацію педагогічних кадрів з метою організації якісного навчально-виховного процесу, враховуючи індивідуальні, культурні, гендерні особливості кожної людини, забезпечивши рівноцінний доступ до освіти.

Основною метою наукової освіти є гарантування рівноправних можливостей для отримання знань, що сприятиме підвищенню інтересу представників соціуму до навчання та надасть можливість у майбутньому розв'язувати ефективно та в мінімальні терміни наукові проблеми, забезпечуючи повноцінний особистісний розвиток людини.

Метою статті є визначення основних переваг STEM-технології для розвитку інноваційної конкурентоспроможної особистості, аналіз основних переваг для всіх учасників навчального процесу, ознайомлення з методом лабораторного експерименту з огляду на впровадження технологій в освітній навчальний процес позашкільного навчального закладу.

Інтеграція та міждисциплінарний підхід відіграє першочергову значущість у побудові освітньої системи. Не раціонально отримувати галузеві знання без можливості їх використання на практиці. Необхідно їх поєднувати з декількох галузей, причому знання «високого рівня» – наукові, що забезпечить розв'язання складних соціальних проблем. Тому існує необхідність залучення дітей до наукової діяльності зі середньої освіти, що дасть змогу зробити новий освітній STEM-підхід, який поєднує науку та навчальні дисципліни на всіх освітніх рівнях. Базові дисципліни є основними для розвитку наукового мислення з подальшим переходом до оволодіння науковим методом пізнання з вектором на якісну наукову освіту.

Вагомий прорив у розвитку мислення дітей відбувається у процесі оволодіння науковим методом пізнання. Ці факти перевірено в дослідженнях проведених за участі французьких педагогів у навчанні природничим наукам через залучення їх до експериментальної діяльності (наприклад, за методом Фрейне) [2]. Необхідною є практика впровадження наукового методу, що враховує аспекти у вивченні окремих предметів та їх інтеграції в єдину навчальну програму, де відслідковуються міжпредметні зв'язки. Суспільство гостро відчуває потребу в освіті, де кожен суб'єкт навчального процесу незалежний один від одного, однак перебуває в постійному зв'язку з іншими.

Практична наука – це один зі способів зацікавлення дітей природою явищ та процесів, що відбуваються навколо нас. У процесі її осягнення учні поступово оволодівають науковими компетенціями, від вірної постановки питання до чіткого формулювання проблеми та визначення методики їх розв'язання.

STEM – це напрям в освіті, який гармонійно поєднує глибокі знання з творчим пошуком через системне мислення, набуття дослідницьких та творчих навичок. Аббревіатура, що використовується визначається як Science – природа, Technology – технологія, Engineering – інженерія, Mathematics – математика. Ключові елементи STEM-освіти полягають в комплексному підході до навчання, який базується на проектних методиках у розв'язанні проблем і стратегій, акцентованих на отриманні практичних результатів. Практичне спрямування проектів, комплексне розв'язання проблем, командна робота, спілкування за творчих обставин, навчання пов'язане з розв'язанням реальних суспільних проблем – це засоби, завдяки яким учні опановують основні поняття природничих дисциплін та отримують можливість самостійно долати проблеми, що постають перед ними [4].

Заняття з використанням такого освітнього підходу передбачають інтеграцію вищезазначених дисциплін. Метою цих занять є постановка та розв'язання реальних практичних проблем та орієнтація на проектування або розв'язання проблем у майбутньому. Вони передбачають повне занурення у поставлену проблему, забезпечує повноцінну взаємодію в колективі. Під час навчання акцент зроблено на вивченні дисциплін природничого циклу, що обмежує загальний світогляд розвитку особистості, тому згодом постає питання стосовно включення інших галузей. Ключовими виявилися аргументи поєднання STEM та Arts, викладені у статті А. Фролова на основі аналізу здійсненого кризь призму поколінь взаємозв'язку науки та мистецтва. Визначено, що мистецтво та наука супроводжується творчим процесом, але освіта в галузі науки, на відміну від освіти в галузі мистецтва, розвиває інші набори компетентностей та способів мислення. Отже, постає актуальне питання якісної інтеграції науки та мистецтва та перехід до STEAM-освіти [4].

Які переваги STEM підходу в освіті для всіх учасників навчального процесу? Експеримент проведений Л. Ледерманом з «наукової просвіти» в бідних



районах Чикаго, забезпечив надання дітям молодшої школи знань з наукової освіти, що дало їм змогу самостійно пізнавати світ дослідницьким шляхом та висвітлювати отримані знання в усній та письмовій формах [1].

Для отримання базових знань учням необхідні наочні матеріали, методики виконання дослідницьких завдань, що дало б їм можливість самостійно отримувати знання та нотувати отриманні результати в спеціальні зошити (у вигляді тексту, схем, малюнків, послідовностей та інших текстових або графічних записів).

Дітям потрібно дати шанс досліджувати світ самостійно, використовуючи примітивні засоби та матеріали, а також спостерігати та, за необхідності, підводити до висновків, що для нас є істинними. У процесі практичних занять учні навчаються правильно формулювати питання для того, щоб отримати очікувану відповідь. Під час проведення практичного заняття, паралельно з очікуваними явищами, діти можуть спостерігати побічні, що їх зацікавлять та мотивують до подальшого вивчення. Також під час досліджень можуть виникати гіпотези та теорії, які учні пропонуватимуть самі, на спростування або підтвердження яких у майбутньому може бути спрямована їх діяльність.

Ефективність діяльності дітей різних вікових груп підвищується, якщо вони з початку мають інструкції для виконання певної діяльності, дотримуючись яких мають змогу отримати певний результат. Послідовність та результати такої діяльності мають бути занотовані у зручній для кожного формі з метою подальшого ознайомлення. Типовим є можливість використовувати відомі для всіх інструкції з можливістю записати результати власних досліджень.

З часом діти можуть пропонувати власні досліди, проводити їх та дискутувати щодо отриманих результатів. Можливість безпосереднього контакту з природою та технікою формує повноцінне уявлення про предмети та явища, породжуючи вірні судження та формулюючи змістовні питання, що дає змогу отримати об'єктивні знання про світ загалом. Поступово, з отриманням практичного досвіду, учні навчаються довіряти фактам та об'єктивним рішенням, а не авторитету окремих осіб.

Учителі повинні мати поглиблені знання та бути наділеними педагогічним талантом, уміннями працювати з дітьми. Значну частину програмного матеріалу вони мають пояснювати через залучення до експериментальної або самостійної дослідницької діяльності, формулюючи чіткі завдання перед учнями.

Існує необхідність спеціальної підготовки вчителів до компетентного та захоплюючого викладання дисциплін по новому, через експеримент та практично спрямовану діяльність. Залучення провідних фахівців, науковців різних напрямів, студентів для підвищення рівня наукової компетентності вчителів та учнів має бути забезпечено на державному рівні.

Завданням вчителя є здатність спрямувати процес діяльності, перешкодити хаотичності та забезпечити цілеспрямованість, не перешкоджаючи процесу пізнання дитиною на доступному рівні, використовуючи

відомі їй засоби. Таким чином, дитина матиме можливість самостійно досягнути такі складні процеси: класифікація, систематизація, спостереження тощо невідомі для неї методи наукового пізнання.

Актуальними будуть заняття зі залученням експертів (зокрема, підприємців з окремих галузей), яких запрошують вчителі для розв'язання суперечностей або отримання відповідей на запитання, що виникли та не можуть бути розв'язані з певних об'єктивних причин. Необхідним є забезпечення постійного контакту з батьками, організація спільної діяльності з близьким дітею, адже тоді дитина відчуває об'єктивну підтримку дорослих та навчає менших членів родини.

Компетентність та досвід вчителя має бути настільки гармонійним, щоб забезпечити можливість якісного вибору методик, прогнозування ситуації та експериментів для досягнення дітьми, поставлених вчителем цілей, формулювання завдань на відомій інформації, надання можливості пошуку цікавого для поглиблення інтересу та пізнання нового. Будь-яка експериментальна діяльність та практичне втілення викликають захоплення та сприяють запам'ятовуванню отриманих знань, але не призводять до систематизації отриманих фактів для формування стійких фундаментальних понять. Завдання вчителя полягає у виокремленні та концентруванні уваги на базових поняттях науки та на закріпленні їх у різних формах [2]. Для розв'язання проблеми систематизації знань успішно можна використати досягнення сучасних комп'ютеризованих онтологічних систем, що застосовуються на етапі отримання учнями знань (наприклад, використання електронних визначників рослин, грибів чи тварин) та формування остаточних висновків (використання словників, понять та термінів).

Отже, провадження STEM-підходу в освіті варто розглянути на прикладі практичного заняття, що можливо застосовувати на навчальних заняттях або у позаурочний час для учнів 10 класу. Представлене заняття інтегрує знання з декількох дисциплін (фізика, хімія та біологія) і дає змогу учням самостійно вивчити природні процеси в лабораторних умовах.

Лабораторна робота № 1

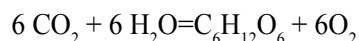
Методи виділення пластидних пігментів з листків

Завдання роботи: ознайомитись з теоретичною частиною роботи; виділити хлорофіл різними способами.

Обладнання: листки кімнатних або дикорослих рослин, етиловий спирт, чистий кварцовий пісок, фарфорові ступки, ножиці, лійки, фільтрувальний папір, штатив з пробірками, вазелін (рис. 1).

Теоретична частина

Фотосинтез – це процес утворення органічних речовин із карбон (IV) оксиду і води з використанням енергії світла, що відбувається в хлоропластах (пігментах) зелених рослин.



Пігменти – це сполуки, що вибірково поглинають світло у видимій (400–700 нм) частині спектра.



Рис. 1. Обладнання, необхідне для виділення пігментів

Непоглинені ділянки сонячного спектра відбиваються, що і зумовлює забарвлення пігменту. Наприклад, зелений пігмент хлорофіл поглинає червоні та сині промені, а зелені – відбиваються. Пігменти пластид належать до трьох класів: хлорофіли, каротиноїди і фікобіліни. Найважливішу роль у процесі фотосинтезу відіграють хлорофіли. Сьогодні відомо близько 10 хлорофілів, що відрізняються хімічним складом і забарвленням, поширенням в організмах. У вищих рослин зустрічається хлорофіл а ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) та хлорофіл b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$). Хлорофіли поглинають сонячні промені певної довжини, причому атом Магнію віддає електрони зовнішнього електронного рівня, що запускає процес фотосинтезу.

Каротиноїди – це жовті, оранжеві, пігменти, до них належить β -каротин $C_{40}H_{56}$, лютеїн ($C_{40}H_{56}O_2$), віолаксантин ($C_{40}H_{56}O_4$), вони забезпечують поглинання додаткових сонячних квантів, тобто виконують функцію світлозбирачів. Також вони переносять активний кисень. Фікобіліни, зустрічаються переважно у водоростей: фікоеритрин ($C_{34}H_{47}N_4O_8$) має червоне забарвлення, фікоціан ($C_{34}H_{42}N_4O_9$) має синє забарвлення, вони, як і каротиноїди, виконують роль збирання додаткового сонячного світла.

Щоб детально вивчити хімічні та фізичні властивості пігментів, їх вилучають із зелених тканин рослин та відокремлюють один від одного. Пігменти зелених листків не розчинні у воді, але добре розчиняються в ліпоїдних (жироподібних) розчинниках. Їх можна екстрагувати зі свіжого та фіксованого матеріалу. Вибираючи розчинники, необхідно враховувати розчинність самих пігментів. Залежно від хімічного складу, розрізняють полярні (спирти, ацетон) та неполярні (бензин, петролейний ефір, гексан та ін.) розчинники.

Зелені та жовті пігменти є ліпофільними сполуками, а тому добре розчиняються в усіх розчинниках (спирті, ацетоні, бензині, ефірі, петролейному ефірі тощо). Найкраще зелені пігменти екстрагуються з листків полярними розчинниками або сумішшю полярних і неполярних розчинників. У навчальних лабораторіях частіше пігменти з листків вилучають спиртом або ацетоном. Пігменти доцільно вилучати з

листіків різних екологічних груп рослин, різних ярусів рослини тощо.

Хід роботи

Свіже листя нарежте ножицями (без середньої жилки та черешка), покладіть у ступку. До подрібненої маси додайте трохи чистого кварцового піску та 5 мл 95-відсоткового етилового спирту. Суміш старанно розтирайте до утворення однорідної маси, поступово доливаючи етиловий спирт (5 мл). Розтирайте, доки етиловий спирт не забарвиться в інтенсивний зелений колір. Носик ступки із зовнішнього боку змастіть вазеліном і відфільтруйте розтерту масу через складчастий фільтр (рис. 2) у суху чисту пробірку.



Рис. 2. Складчастий фільтр

Для екстракції хлорофілу з матеріалу візьміть сухі листки, розітріть їх у фарфоровій ступці в порошок, видаливши всі жилки. До порошку долийте етилового спирту, знову розітріть. Розтерту масу відфільтруйте через складчастий фільтр у суху чисту пробірку.

Свіжозрізане листя без жилок обдайте кип'ятком у пробірці, додайте етилового спирту. Пробірку поставте на водяну баню (рис. 3) і тримайте на нагрітій водяній бані доки спирт не забарвиться в зелений колір, а шматочки листка не знебарвляться. Екстракт перелийте у сухий чистий посуд.



Рис. 3. Водяна баня

Свіжонарізане листя покладіть у банку зі спиртом, щільно закрийте пробкою і дайте настоятися (12–24 години), отриманий екстракт профільтруйте в чисту посудину і закрийте.

Аналіз даних

Враховуючи інтенсивність забарвлення витяжок пігментів отриманих різними способами встановіть, яким способом екстракція відбувається ефективніше.

