

УДК 634.717

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2025-1-7>

РОЗВИТОК ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ХІМІЇ

Горбатюк Наталія Миколаївна,

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри хімії та екології

Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

ORCID ID: 0000-0001-5834-7830

Кормош Жолт Олександрович,

кандидат хімічних наук, професор,
професор кафедри хімії та екології

Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

ORCID ID: 0000-0001-6018-8787

Бохан Юлія Володимирівна,

кандидат хімічних наук, доцент,

доцент кафедри природничих наук і методик їхнього навчання

Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0000-0002-9612-7780

Форостовська Тетяна Олександрівна,

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри природничих наук і методик їхнього навчання

Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0000-0001-9353-4017

Статтю присвячено формуванню й розвитку дослідницької компетентності майбутніх учителів хімії. Сьогодні вчитель повинен володіти широким спектром компетентностей, що характеризують його як особистість та професіонала, серед яких важливе місце посідають дослідницькі вміння та навички. В умовах сучасного інформаційного суспільства й постійного розвитку науки й технологій, формування та розвитку дослідницької компетентності в майбутніх педагогів, особливо вчителів хімії, є критично важливим для їх успіху в майбутній професійній діяльності.

Автори пропонують організувати освітній процес, спрямований на розвиток дослідницької компетентності з використанням активних методів навчання, як-от проблемне навчання, проєктна діяльність, кейс-стаді тощо; залучення студентів до реальної дослідницької діяльності, зокрема робота в наукових гуртках та лабораторіях; надання можливості самостійно вибирати тему дослідження, проводити експерименти та аналізувати результати тощо.

Ефективним освітнім інструментом, на думку авторів, формування та розвитку в майбутніх учителів хімії дослідницької компетентності є дослідна діяльність, паралельна освітньому процесу, яка здійснюється під час виконання курсових робіт, робота в наукових гуртках та проблемних групах, участь у міжнародних пошукових програмах, участь у роботі наукових конференцій різного рівня, участь студентів у конкурсах на краєву наукову студентську роботу тощо. У статті обґрунтовуються можливості використання навчально-дослідницьких та науково-дослідницьких завдань з метою формування й розвитку дослідницької компетентності майбутнього вчителя хімії. Наведено приклад науково-дослідницького проєкту на тему «Визначення фізико-хімічних показників у ягодах» з результатами досліджень.

З'ясовано, що дослідницька компетентність є важливим складником професійної майстерності сучасних учителів хімії, ключовим фактором їхнього успішного розвитку й необхідною умовою становлення їх професіоналізму.

Ключові слова: професійна підготовка, вчителі хімії, дослідницька компетентність, освітній процес, хімічні методи дослідження.

Horbatiuk Nataliia, Kormosh Zholt, Bokhan Iuliia, Forostovska Tetiana. Development of research competence in future chemistry teachers

The article is dedicated to the formation and development of research competence in future chemistry teachers. Today, a teacher must possess a wide range of competencies that characterize them as both an individual and a professional, among which research skills and abilities play an important role. In the context of modern information society and the continuous development of science and technology, the formation and enhancement of research competence in future teachers, especially chemistry teachers, are critically important for their success in their future professional careers.

The authors propose organizing the educational process in a way that promotes the development of research competence by utilizing active learning methods such as problem-based learning, project-based activities, and case studies. They also suggest engaging students in real research activities, including participation in scientific projects, conferences, competitions, work in scientific circles and laboratories, as well as providing opportunities for independent selection of research topics, conducting experiments, and analyzing results.

According to the authors, an effective educational tool for the formation and development of research competence in future chemistry teachers is research activity conducted alongside the educational process. This includes coursework, participation in scientific circles and research groups, involvement in international research programs, meetings with leading specialists, participation in scientific conferences at various levels, and engagement in competitions for the best student research work. The article substantiates the possibilities of using educational and scientific research tasks to foster research competence in future chemistry teachers. An example of a research project on the topic "Determination of Physicochemical Parameters in Berries" with study results is provided.

It has been determined that research competence is an essential component of the professional mastery of modern chemistry teachers, a key factor in their successful development, and a necessary condition for their professional growth.

Key words: professional training, chemistry teachers, research competence, educational process, chemical research methods.

Вступ. Сучасна педагогіка вищої школи, прагнучи відповідати вимогам компетентнісного підходу в освіті, зосереджена на створенні та організації освітнього процесу, який би сприяв розвитку творчого потенціалу майбутніх фахівців та їх здатності успішно діяти в умовах, що вимагають нестандартних рішень. Сьогодні вчитель повинен володіти широким спектром компетентностей, які характеризують його як особистість та професіонала, серед яких важливе місце посідають дослідницькі вміння та навички. Учитель має не просто передавати знання та виховувати дітей, а й бути дослідником, який постійно шукає нові, ефективні методи навчання та розвитку. Випускники закладів вищої педагогічної освіти повинні володіти навичками аналізу, порівняння, класифікації та узагальнення інформації, уміти швидко знаходити необхідні дані, логічно мислити, застосовувати сучасні наукові знання у професійній діяльності, а також планувати, організовувати й здійснювати дослідницьку та інноваційну роботу. Тому розвиток дослідницьких умінь є важливим компонентом професійної компетентності сучасного вчителя. Ці вміння допомагають вчителю бути успішним, ефективним та відповідати викликам сучасної освіти.

Аналіз досліджень і публікацій. В умовах сучасного інформаційного суспільства та постійного розвитку науки й технологій, формування та розвиток дослідницької компетентності в майбутніх учителів, особливо вчителів хімії, є критично важливим для їх успіху в подальшій професійній діяльності.

Проблемою формування й розвитку дослідницьких компетентностей майбутніх педагогів у різних аспектах переймалися провідні вітчизняні й зарубіжні науковці та педагоги. Зокрема, цій проблемі присвячені праці Л. Бурчак [2], Л. Довгополої [4], Т. Житомирської, О. Караман, Л. Козак [1], М. Кудлі [3] та ін.

Аналіз сучасних досліджень і публікацій доводить, що дослідницька компетентність – це інтегрована якість особистості, яка містить сукупність знань, умінь, навичок, досвіду та особистісних якостей, що дають змогу людині провадити дослідницьку діяльність. Вона передбачає здатність бачити проблеми, формулювати гіпотези, планувати та проводити дослідження,

аналізувати й інтерпретувати отримані результати, а також презентувати їх у зрозумілій та доступній формі.

Дослідницька компетентність вважається одним з ключових складників якісної вищої освіти, з урахуванням стандартів і рекомендацій щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG-2015). Вона передбачає не лише навички проведення досліджень, а й здатність здобувачів критично мислити, аналізувати інформацію, творчо розв'язувати проблеми, а також постійно самовдосконалюватися й навчатися протягом усього життя [1].

Мета статті – обґрунтувати можливості використання навчально-дослідницьких та науково-дослідницьких завдань з метою формування й розвитку дослідницької компетентності майбутнього вчителя хімії.

Матеріали та метод. Для реалізації мети в дослідженні використовували такі теоретичні методи: аналіз, порівняння й узагальнення науково-педагогічної та методичної літератури з проблеми формування та розвитку дослідницької компетентності майбутніх учителів хімії, що сприяло розробці методики формування досліджуваної якості.

Результати. Педагог, який уміє досліджувати, постійно перебуває в пошуку нових знань, удосконалює свою майстерність, що сприяє його професійному зростанню та конкурентоспроможності.

Організація освітнього процесу, спрямованого на розвиток дослідницької компетентності, передбачає використання активних методів навчання, як-от проблемне навчання, проектна діяльність, кейс-стаді тощо; залучення студентів до реальної дослідницької діяльності, зокрема участь у наукових проєктах, конференціях, конкурсах, робота в наукових гуртках та лабораторіях; надання можливості самостійно вибирати тему дослідження, розробляти програму, проводити експерименти та аналізувати результати; підтримка та заохочення дослідницької діяльності студентів з боку викладачів.

Погоджуємося з Л. Бурчак, що дослідницька компетентність майбутнього вчителя – це якість, що проявляється в потребі особистості володіти методологією наукової творчості; умінні спостерігати й аналізувати, висувати гіпотези щодо вирішення дискусійних питань; виконувати дослідницьку роботу; умінні проводити педагогічні дослідження, організовувати учнівський експеримент; узагальнювати та передбачати наслідки дослідницької діяльності в процесі навчання в ЗВО та подальшій професійній діяльності. Ідеться не лише про відповідні знання й елементарні дослідницькі вміння майбутнього вчителя хімії, а й про мотиваційний компонент, тобто внутрішню потребу особистості в дослідницькій діяльності. Серед компонентних складників дослідницької компетентності майбутнього вчителя хімії Л. Бурчак виокремлює діяльнісний (операційний) – спрямований на забезпечення міцності, усвідомленості майбутнім учителем хімії значущості дослідницьких умінь у діяльності з психології та педагогіки, хімії, методики навчання хімії; здатності переносити їх у нові нестандартні ситуації; самоаналізу власної діяльності [2, с. 15] .

Узагальнюючи дослідження науковців, М. Кудла доводить, що науково-дослідна діяльність студентів закладів вищої освіти здійснюється за такими напрямками: 1) науково-дослідна робота як невід'ємний елемент освітнього процесу (навчально-дослідницька діяльність); 2) науково-дослідна робота, що здійснюється в позанавчальний час; 3) науково-організаційні заходи [3].

Ефективним освітнім інструментом формування та розвитку в майбутніх учителів хімії дослідницької компетентності є дослідна діяльність, паралельна освітньому процесу, яка здійснюється під час виконання курсових робіт, роботі в наукових гуртках та проблемних групах, участь у міжнародних пошукових програмах, зустрічі студентів із провідними спеціалістами, участь у роботі наукових конференцій різного рівня, участь студентів у конкурсах на найкращу наукову студентську роботу тощо.

Із метою формування означеної якості майбутніх учителів природничої освітньої галузі ми пропонуємо низку досліджень з хімії під час роботи в наукових гуртках. У цьому контексті пропонуємо приклад наукового дослідження на тему «Визначення фізико-хімічних показників ягідної продукції».

Здобувачам освіти пропонується дослідити фізико-хімічні показники ягідної продукції. Для цього студенти мали зробити огляд літературних джерел з теми дослідження, провести хімічні дослідження та виконати статистичну обробку результатів дослідження.

У цьому аспекті ми підтримуємо твердження Л. Довгополої про те, що, оскільки в природничих науках для демонстрації, систематизації й обробки результатів дослідження об'єктів, процесів і явищ природи використовують дослідницькі та математично-статистичні методи, то дослідницько-математична компетентність учителя природничих дисциплін є складником його професійної компетентності. Означений феномен варто сприймати як цілісну інтегративну динамічну якість особистості, яка ґрунтується на готовності майбутнього вчителя-природника ефективно аналізувати власну дослідницьку діяльність, яка базується на фундаментальних знаннях й умінні оперувати математично-статистичними методами задля розв'язання природничих задач, що виникають у процесі їхньої професійної діяльності [4].

Аналіз літературних джерел дав змогу студентам зробити висновок, що якісні показники ягід прийнято оцінювати за фізико-хімічними показниками (рівень рН, титрована кислотність, вміст цукрів та ін.). Характерний смак ягід здебільшого залежить від балансу цукрів, кислот та ароматичних летких речовин.

Зокрема, аромат – це вираження складної суміші ефірів, альдегідів, спиртів та сірчистих сполук. Аромат і смак фруктових нот є результатом спеціального асортименту різних метаболітів [5; 6]. Аромат ягід формується під час досягання ягід під впливом ферментів. На ароматичні сполуки помітно впливають абіотичні фактори.

Формуванню кольору ягоди завдячують наявністю антоціанів. Антоціани – це глікозиди антоціанідинів, водорозчинні пігменти, що трапляються майже повсюди і значною мірою відповідають за характерне забарвлення ягід. Відомо, що антоціановий комплекс представлений 25 антоціановими пігментами, з яких 2-антоціанідинглікозиди, пеларгонідин-3-глюкозид та ціанідин-3-глюкозид зумовлюють червоний колір ягід малини, суниці [7–9]. Загалом, наприклад, у ягодах суниці виділяють шість основних груп фенольних сполук: елагітаніни, кон'югати елагінової кислоти, гідрооксикоричні кислоти, флавоноли, антоціани і флаван-3-оли [10].

Пектинові речовини входять до складу клітинних стінок, підтримуючи тургор, та сприяють тривалішому зберіганню. З хімічного боку пектинові речовини – це високомолекулярні ангідриди пентоз і гексоз [11; 12].

Солодкий смак ягід забезпечує наявність фруктози – одного з трьох харчових моносахаридів разом із глюкозою і галактозою. Фруктоза фруктів і ягід не вважається вільним цукром, оскільки надходить у комплексі з харчовими волокнами (клітковиною) та іншими важливими поживними речовинами. Цукри в ягодах суниці, малини, ожини, лохини представлені глюкозою, фруктозою та сахарозою, зокрема частка сахарози становить до 2% загальної кількості [13].

Проаналізувавши літературу, студенти доходять висновку, що в джерелах літератури мало описано вміст органічних кислот та цукрів у ягодах, які є важливим фактором у формуванні органолептичних показників ягід, що зумовлює необхідність проведення відповідних досліджень фізико-хімічних показників у ягодах.

Дослідження проводили протягом 2020–2022 років на базі Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини на кафедрі хімії, екології та методики їх навчання.

Для дослідження студенти збирали ягоди в споживчій стадії стиглості (суниці сорту Пегас, малини сорту Полка, ожини сорту Натчез, лохини сорту Чендлер) та досліджували їх фізико-хімічні показники.

Зокрема, у досліджуваних зразках визначали вміст:

- цукрів – фериціанідним методом за ДСТУ 4954 [14];
- органічних кислот – титруванням лугом за ДСТУ 4957:2008 [15];
- аскорбінової кислоти – йодометричним методом [16];
- нітратів – йонометричним методом за ДСТУ 4948 [17];
- рН – потенціометричним методом за ДСТУ 6045 [18];

Ягоди були вирощені в зоні Правобережної частини Лісостепу України з помірно континентальним кліматом. Формування фізико-хімічних властивостей відбувається в період досягання й залежить від абіотичних факторів. Тому студенти мали проаналізувати інформацію, отриману з метеостанції «Умань», щодо метеорологічних умов і побудувати діаграми змін опадів, температури, відносної вологості повітря, які дають можливість зробити висновок, що загалом погодні умови були сприятливими для вирощування ягід. Наприклад сума опадів, мм (2020–2022 рр.) представлена на рис. 1.

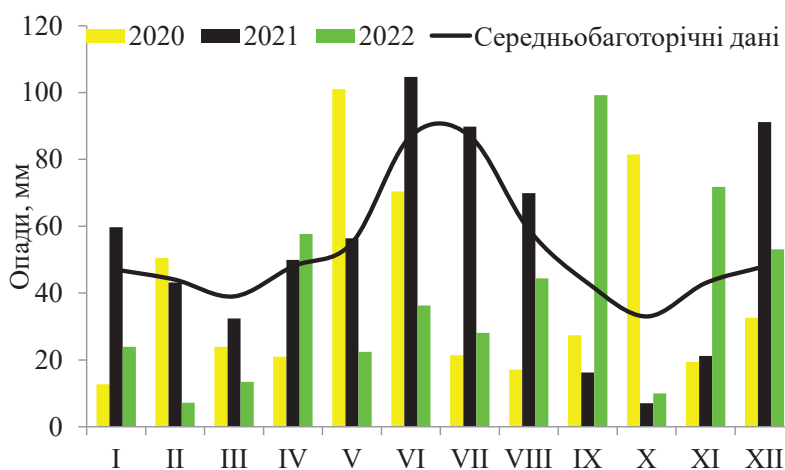


Рис. 1. Сума опадів, мм (2020–2022 рр.)

За результатами досліджень виявлено, що найчастіше трапляються в складі різних плодів і ягід лимонна та яблучна кислоти. З інших кислот часто трапляється хінна, янтарна й щавлева. Пропонуємо студентам здійснити статистичну обробку емпіричних даних і з метою наочної візуалізації закономірності варіювання досліджуваного вмісту кислот створити діаграми.

Обробка та аналіз експериментальних даних за допомогою статистичних методів є необхідною умовою для успішного навчання та виконання курсових і кваліфікаційних робіт. Використання методів математичної статистики в підготовці майбутніх учителів хімії можна розглядати як один із засобів формування дослідницько-математичної компетентності.

Наприклад, масову частку органічних кислот у свіжих ягодах (2020–2022) представлено на рис. 2.

Аналогічно визначалися масова частка цукрів, вміст аскорбінової кислоти, рівень рН та вміст нітратів у свіжих ягодах (див. рис. 3).

Нітрати від природи є в усіх овочах, ягодах та фруктах. В організмі людини частина нітратів згодом легко виводиться, інша частина утворює нешкідливі, а іноді навіть корисні сполуки. Але за певних умов нітрати можуть відновлюватися в солі нітритної кислоти, створюючи нітрити, які, своєю чергою, перетворюють гемоглобін у метгемоглобін, що не здатний переносити кисень, доставляючи їх до клітин і тканин. У результаті може розвинути кисневе голодування тканин й організму загалом. Водночас у крові збільшується вміст молочної кислоти,

холестерину й лейкоцитів, знижується кількість білків. Безпечною добовою дозою нітратів, що надходять в організм дорослої людини разом з їжею, є 5 мг на 1 кг ваги тіла, що становить близько 350 г.

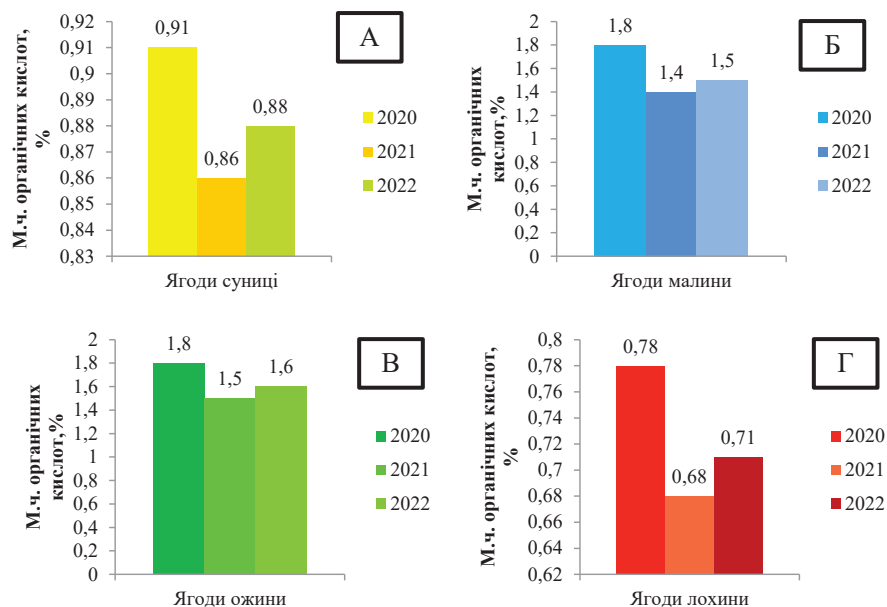


Рис. 2. Маса частка органічних кислот у свіжих ягодах (2020–2022): А – у ягодах суниці; Б – у ягодах малини; В – у ягодах ожини; Г – у ягодах лохини.

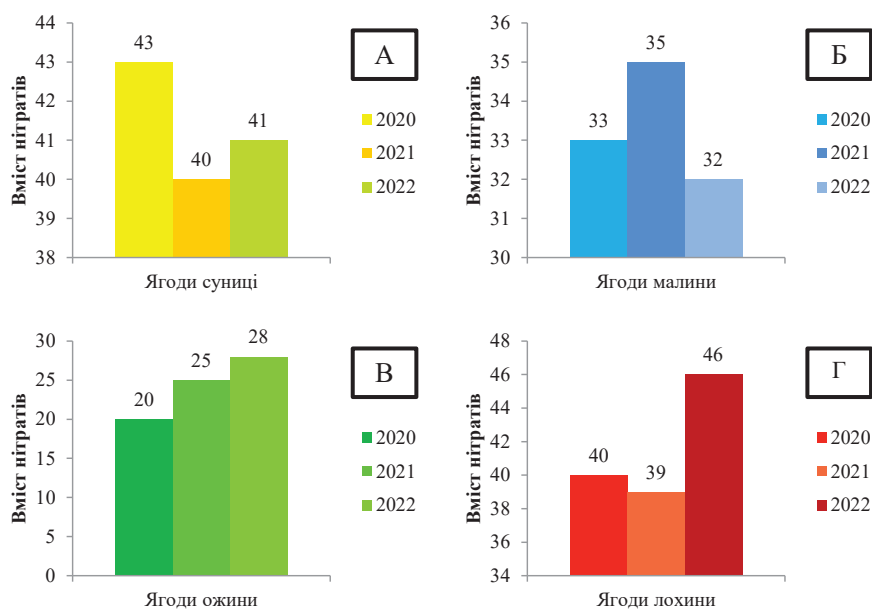


Рис. 3. Вміст нітратів у свіжих ягодах (2020–2022): А – у ягодах суниці; Б – у ягодах малини; В – у ягодах ожини; Г – у ягодах лохини

В Україні затверджені наказом МОЗ № 368 від 13.05.2013 року державні гігієнічні правила й норми «Регламент максимальних рівнів окремих забруднювальних речовин у харчових продуктах». Загалом для плодово-ягідної сировини норми визначені на рівні не більш ніж 60 мг/кг.

Важливим етапом проведення дослідження є формування висновків. Під час дослідження студентами встановлено, що погодні умови під час розвитку та досягання ягід впливають на їх фізико-хімічні показники, зокрема масова частка органічних кислот і вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці, малини, ожини та лохини були найвищими у 2020 році, коли сума опадів у вегетаційний період (травень) становила 101 мм. Масова частка цукрів переважала в ягодах 2022 року врожаю, коли середня температура повітря в травні становила 14,5 °С. Уміст нітратів у ягодах був у межах норми в усі роки досліджень.

У результаті виконання науково-дослідної роботи студенти розвинули такі вміння та навички: самостійно оцінювати та аналізувати варіанти вирішення проблеми, знаходити кращі; визначати, осмислювати лінію своєї діяльності, її конкретні цілі, завдання на кожному етапі роботи; прогнозувати й аналізувати результати; організовувати роботу щодо відбору, обробки інформації; працювати з науковою документацією; проводити аналіз дослідно-експериментальної роботи, виступати привселюдно з науковим повідомленням; проводити статистичну обробку результатів дослідження та робити висновки.

Висновки. Отже, дослідницька компетентність є важливим складником професійної майстерності сучасного вчителя хімії. Адже дослідницька діяльність стимулює вчителя постійно навчатися та самовдосконалюватися. Він завжди перебуває в пошуку нових знань, цікавиться сучасним розвитком науки та освіти й прагне стати кращим у своїй професії. Дослідницька робота розвиває в учителя критичне мислення та аналітичні здібності, що допомагає йому ефективно виконувати педагогічні завдання та ухвалювати обґрунтовані рішення. Учитель, який володіє дослідницькими навичками, відчуває себе більш компетентним та успішним. Він може реалізувати свій творчий потенціал, зробити внесок у розвиток освіти та отримати визнання колег. Формування та розвиток дослідницької компетентності майбутніх учителів хімії є ключовим фактором для їх успішного розвитку та необхідною умовою становлення їх професіоналізму.

Перспективний напрям подальших досліджень убачаємо в пошуку шляхів удосконалення організації дослідницької роботи майбутніх педагогів з метою розвитку їхнього дослідницького потенціалу та компетентності.

Література:

1. Житомирська Т. М., Смирнова І. М., Височан Л. М. Роль цифровізації у формуванні дослідницької компетентності здобувачів закладів вищої освіти. *Інноваційна педагогіка*. 2024. Вип. 70. Т. 2. С. 173–176.
2. Бурчак Л. В. Формування дослідницької компетентності майбутнього вчителя хімії в системі вищої освіти : автореф. дис. ... канд. пед. наук: спец. 13.00.04 «Теорія та методика професійної освіти». Полтава, 2011. 20 с.
3. Кудла М. В. Формування дослідницької компетентності майбутніх учителів у контексті вимог сучасності. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. Вип. 4 / МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини ; [голов. ред. О. І. Безлюдний]. Умань : Візаві, 2020. С. 84–90.
4. Довгопола Л. І. Формування дослідницько-математичної компетентності у процесі професійної підготовки майбутніх учителів біології. *Актуальні питання гуманітарних наук: Міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. 2022. Вип. 55. Т. 3. С. 260–271.
5. Goulas V., Manganaris G. A. The effect of postharvest ripening on strawberry bioactive composition and antioxidant potential. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2011. Vol. 91(10). P. 1907–1914.
6. Giampieri F., Tulipani S., Alvarez-Suarez J. M. et al. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*. 2012 № 28 (1). P. 9–19.
7. Cordenunsi B. R., Genovese M. I., do Nascimento J. R. O. et al. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. *Food chemistry*. 2005. № 91(1). P. 113–121.
8. Aboonabi A., Meyer R. R., Gaiz A. Anthocyanins in berries exhibited anti-atherogenicity and antiplatelet activities in a metabolic syndrome population. *Nutrition Research*. 2020. №76. P. 82–93.

9. Cerezo A. B., Cătunescu G. M., González M. M. P., Hornedo-Ortega R. Anthocyanins in blueberries grown in hot climate exert strong antioxidant activity and may be effective against urinary tract bacteria. *Antioxidants*. 2020. 9(6). P. 478.
10. Shikov V., Kammerer D. R., Mihalev K. et.al. Heat stability of strawberry anthocyanins in model solutions containing natural copigments extracted from rose (*Rosa damascena* Mill.) petals. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008. № 56 (18). P. 8521–8526.
11. Chea S., Yu D. J., Park J., Oh, H. D., Chung S. W. Fruit softening correlates with enzymatic and compositional changes in fruit cell wall during ripening in 'Bluecrop' highbush blueberries. *Scientia Horticulturae*. 2019. № 245. P. 163–170.
12. Posé S., Kirby A. R., Mercado J. A. et. al. Structural characterization of cell wall pectin fractions in ripe strawberry fruits using AFM. *Carbohydrate Polymers*. 2012. № 88 (3). P. 882–890.
13. Blahopoluchna A., Liakhovska N. Effect of chitosan pretreatment on the quality of strawberries during cold storage. *Food science and technology*. 2021. Vol. 15, Issue 3. P. 30–39
14. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. Київ, 2010. 22 с.
15. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. Київ, 2008. 12 с.
16. ДСТУ 7803:2015 Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання вітаміну С. Київ, 2015. 12 с.
17. ДСТУ 4948:2008. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення Методи визначення вмісту нітратів. Київ, 2009. 15 с.
18. ДСТУ 6045:2008. Фрукти, овочі та продукти перероблення, консерви м'ясні та м'ясорослинні. Метод визначання рН. Київ, 2009. 12 с.

References:

1. Zhytomyrska, T. M., Smyrnova, I. M., & Vysochan, L. M. (2024). Rol tsyfrovizatsii u formuvanni doslidnytskoi kompetentnosti zdobuvachiv zakladiv vyshchoi osvity [The role o digitalisation in shaping the research competence of higher education students]. *Innovatsiina pedahohika*, 70 (2), 173–176 [in Ukrainian].
2. Burchak, L. V. (2011). Formuvannia doslidnytskoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia khimii v systemi vyshchoi osvity. [Formation of research competence of the future chemistry teacher in the system of higher education]. [in Ukrainian].
3. Kudla, M.V. (2020). Formuvannia doslidnytskoi kompetentnosti maibutnykh uchyteliv u konteksti vymoh suchasnosti [Formation of research competence of future teachers in the context of modern requirements]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu – Collection of scientific works of the Uman State Pedagogical University*. Uman: Vizavi, 4, 84–90 [in Ukrainian].
4. Dovhopola, L.I. (2022). Formuvannia doslidnytsko-matematychnoi kompetentnosti u protsesi profesii-noi pidhotovky maibutnykh uchyteliv biolohii [Formation of research-mathematical competence in the process of professional training of future biology teachers]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk: Mizhvuzivskyi zbirnyk naukovykh prats molodykh vchenykh Drohobyt'skoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Ivana Franka*, 55(3), 260–271 [in Ukrainian].
5. Goulas, V., & Manganaris, G. A. (2011). The effect of postharvest ripening on strawberry bioactive composition and antioxidant potential. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(10), 1907–1914 [in English].
6. Giampieri, F., Tulipani, S., & Alvarez-Suarez, J. M. et. al. (2012). The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28 (1), 9–19 [in English].
7. Cordenunsi, B. R., Genovese, M. I., & do Nascimento, J. R. O. et al. (2005). Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. *Food chemistry*, 91(1), 113–121 [in English].
8. Aboonabi, A., Meyer, R. R., & Gaiz, A. (2020). Anthocyanins in berries exhibited anti-atherogenicity and antiplatelet activities in a metabolic syndrome population. *Nutrition Research*, 76, 82–93 [in English].
9. Cerezo, A. B., Cătunescu, G. M., González, M. M. P., & Hornedo-Ortega, R. (2020). Anthocyanins in blueberries grown in hot climate exert strong antioxidant activity and may be effective against urinary tract bacteria. *Antioxidants*, 9(6), 478 p. [in English].
10. Shikov, V., Kammerer, D. R., & Mihalev, K. et.al. (2008). Heat stability of strawberry anthocyanins in model solutions containing natural copigments extracted from rose (*Rosa damascena* Mill.) petals. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56 (18), 8521–8526 [in English].

11. Chea, S., Yu, D. J., Park, J., Oh, H. D., & Chung, S. W. (2019). Fruit softening correlates with enzymatic and compositional changes in fruit cell wall during ripening in 'Bluecrop' highbush blueberries. *Scientia Horticulturae*, 245. 163–170 [in English].
12. Posé, S., Kirby, A. R., & Mercado, J. A. et. al. (2012). Structural characterization of cell wall pectin fractions in ripe strawberry fruits using AFM. *Carbohydrate Polymers*. 88 (3), 882–890 [in English].
13. Blahopoluchna, A., & Liakhovska, N. (2021). Effect of chitosan pretreatment on the quality of strawberries during cold storage. *Food science and technology*. Vol. 15, Issue 3. 30–39 [in English].
14. DSTU 4954:2008. (2010). Produkty pereroblennia fruktiv ta ovochiv. Metody vyznachannia tsukriv [DSTU 4954:2008. Fruit and vegetable processing products. Methods for determining sugars]. Kyiv [in Ukrainian].
15. DSTU 4957:2008. (2008). Produkty pereroblennia fruktiv ta ovochiv. Metody vyznachennia tytrovanoj kyslotnosti [DSTU 4957:2008. Fruit and vegetable processing products. Methods for determining titrated acidity]. Kyiv [in Ukrainian].
16. DSTU 7803:2015 (2016). Produkty pereroblennia fruktiv ta ovochiv. Metody vyznachannia vitaminu C [DSTU 7803:2015 Fruit and vegetable processing products. Methods for determining vitamin C]. Kyiv [in Ukrainian].
17. DSTU 4948:2008. (2009). Fruky, ovochi ta produkty yikh pereroblennia Metody vyznachennia vmistu nitrative [DSTU 4948:2008. Fruits, vegetables and their processing products. Methods for determining nitrate content]. Kyiv [in Ukrainian].
18. DSTU 6045:2008. (2009). Fruky, ovochi ta produkty pereroblennia, konservy miasni ta miasoroslynni. Metod vyznachannia pH [DSTU 6045:2008. Fruits, vegetables and processed products, canned meat and meat products. Method for determining pH]. Kyiv [in Ukrainian].