

## ПЕДАГОГІКА

УДК 378.147:54/37.091.2

DOI 10.24195/2414-4665-2023-1-1

**Олена Анічкіна,**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії,  
Житомирський державний університет імені Івана Франка,  
вул. Велика Бердичівська, 40, м. Житомир, Україна  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4843-0707>

**Віталій Листван,**

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії,  
Житомирський державний університет імені Івана Франка,  
вул. Велика Бердичівська, 40, м. Житомир, Україна  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8366-2813>

**Володимир Віленський,**

доктор хімічних наук, старший науковий співробітник кафедри хімії,  
Житомирський державний університет імені Івана Франка,  
вул. Велика Бердичівська, 40, м. Житомир, Україна  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8130-3809>

**Сніжана Писаренко,**

асистент кафедри хімії,  
Житомирський державний університет імені Івана Франка,  
вул. Велика Бердичівська, 40, м. Житомир, Україна  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5978-487X>

**Юлія Лисецька,**

старший викладач кафедри англійської філології та перекладу,  
Житомирський державний університет імені Івана Франка,  
вул. Велика Бердичівська, 40, м. Житомир, Україна  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6747-5858>

### РЕАЛІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ З ОРГАНІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ ЯК ЧИННИК МОТИВАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ

У статті розглянуто основні проблеми зниження мотивації до вивчення хімічної науки в закладах середньої та вищої освіти в умовах дистанційного навчання та запропоновано можливі шляхи подолання кризової ситуації. Окреслено важливість формування компетентностей із хімії для здобувачів вищої освіти за професіями, пов'язаними з хімією, та професіями, які використовують хімічні компетентності як базові. Розглянуто необхідність і можливість формування культури використання хімічних речовин як у професійній, так і побутовій діяльності в ході вивчення основ хімічної науки. Вивчено можливості сучасних електронних засобів навчання хімії у формуванні експериментальних умінь, їх співвідношення з реальним хімічним експериментом для досягнення результатів навчання. Визначено основні чинники втрати популярності вивчення хімії для майбутньої професії, побуту, збереження здоров'я. Наведено результати опитування широких верств населення щодо формування ціннісного ставлення до хімії, формування її образу у свідомості пересічних українців та виокремлено основну проблему модернізації хімічної підготовки в закладах загальної та вищої освіти. Установлено значення та основні проблеми вивчення органічної хімії в ході професійної підготовки. Метою статті є аналіз можливостей використання хімічного експерименту з яскравою практичною (побутовою) спрямованістю в практикумах із хімічних дисциплін закладів вищої освіти. Проаналізовано можливості домашніх хімічних експериментів з органічними речовинами у формуванні експериментальних компетентностей здобувачів освіти різних рівнів. Розглянуто можливість формування харчової поведінки на заняттях із хімічних дисциплін шляхом переконання у необхідності використання мінімальних способів обробки харчових продуктів. Запропоновано та обґрунтовано можливості використання реакції меланоїдиноутворення (реакції Майяра) в лабораторному практикумі з хімії або домашньому експериментуванні. Наведено приклади можливого використання реакції меланоїдиноутворення та вивчення залежності такої реакції від різних чинників. Представлено поточні результати

підсилення мотивації до вивчення хімії здобувачів вищої освіти через популяризацію яскравим практикоорієнтованим змістом, використання інформації медіа.

**Ключові слова:** професійна освіта, хімічний експеримент, домашній хімічний експеримент, підготовка хіміків, реакція Майяра, меланоїдиноутворення, компетентності з хімії, мотивація до вивчення хімії, популяризація хімії, інтерес до вивчення хімії.

**Вступ та сучасний стан досліджуваної проблеми.** Сьогодні професійної підготовки здобувачів вищої освіти за професіями, пов'язаними з хімією: лаборант хімічного аналізу, хімік-технолог, біохімік, учитель хімії, фармацевт, та професіями, які використовують хімічні компетентності як базові: технологи харчового виробництва, біологи, екологи, географи, фахівці готельно-ресторанної сфери, вчителі біології, технології та ін., ускладнено тривалим дистанційним навчанням. Саме віддалення та ізоляція здобувачів від закладу освіти формують експериментальну невпевненість, несамостійність і побоювання, які виступають наслідком відсутності досвіду виконання хімічних експериментів. Хімія є експериментально-теоретичною наукою, у якій експеримент виступає провідним методом творення й вивчення її основ, і, відповідно, хімічна освіта розуміється як цілеспрямований процес передавання систематизованих знань із хімії, зокрема засобами експерименту, який реалізується у будь-яких експериментальних діях, досвіді виконання або спостереження та забезпечує всебічний розвиток особистості здобувача як складової частини розвитку суспільства та держави.

Отже, сьогодні вищої і середньої школи затьмарено відсутністю практичної експериментальної діяльності та невідкладно потребує формування раціонального ставлення й використання хімічних речовин як у професійній, так і в побутовій діяльності – культури використання хімічних речовин відповідно до Хімічної стратегії ЄС (Chemicals strategy, 2020).

Сучасні цифрові засоби навчання дають змогу реалізувати освітній процес із використанням відеофрагментів, відеодемонстрацій, віртуальних тренажерів і сучасних електронних платформ (LABSTER, PhET) тощо. Проте виконання хімічного експерименту за допомогою маніпулятора не дає змоги сформувати відчуття хімічних речовин, набутти реального досвіду використання посуду та обладнання, розвинути тактильні відчуття та експериментальну впевненість у послідовності виконання дій та операцій для досягнення результату. Розвиток моторики рук, витривалості, здатності визначати масу та об'єми на око, впевненості в безпеці експериментальних дій є запорукою формування експериментальної майстерності.

Разом із тим хімічний експеримент виступає потужним чинником формування мотивації до опанування хімічної науки, адже можливість трансформації об'єктів дослідження, якими виступають засоби широкого вжитку, розвиток умінь безпечного використання побутових засобів та усвідомлення хімічної природи найпростіших повсякденних об'єктів збуджують інтерес до пізнання довкілля, формують дослідницьке

ставлення до життя та потребу кожного володіти елементарними хімічними компетентностями незалежно від орієнтирів майбутньої професії.

Відсутність профорієнтаційної роботи (53,26%), можливості ознайомитися з полем майбутнього працевлаштування (88,32%), формування хибного враження про професію (81,23%) за результатами опитування вступників не дають змоги сформувати чіткі мотиви, цінності та спрямування на опанування хімічно орієнтованих професій. Хімія – це диво, проте не ілюзія.

Результати опитування, проведеного серед широких верств населення з метою визначення ставлення до хімії та її вивчення, дають змогу стверджувати, що більшість дітей віком до 10 років має яскраво виражене (95 осіб, або 86,36%) позитивне ставлення до хімії, оскільки сприймає її як магію, диво, смаколики, чари, яскраві вогні тощо. З іншого боку, більшість (50 осіб, або 92%) представників дорослого населення, які не використовують хімічні компетентності у професійній діяльності, негативно ставляться до хімії, уважаючи її причиною низької якості харчових продуктів, забруднення довкілля, небезпеки та шкоди використання хімічних речовин тощо. Опитування учнів, які вивчають основи хімічної науки (віком від 10 до 18 років), проведене за методикою Colorado Learning Attitudes about Science Survey (CLASS-Chem), засвідчує категорично негативне ставлення до хімії (91,25%) (Barbera, 2008). Використання адаптованої методики вивчення ставлення учня до навчальних предметів (за Г.Н. Казанцевою) в частині вибору тверджень дає змогу встановити основні тригери: нецікаво, незрозуміло, небезпечно, непотрібно, неактуально тощо.

Отримані результати дають змогу стверджувати, що саме вивчення хімії у закладі загальної середньої освіти призводить до погіршення ставлення до неї. Це можна пояснити складним абстрактним характером хімічної науки, переходом від хімічних див до вивчення систематичного змісту, втратою хімічними експериментами дозвіллевого характеру, проте в будь-якому разі виникає проблема оновлення та осучаснення методики її опанування у закладах як загальної, так і вищої освіти. Хімія стає нецікавою та неактуальною саме через позбавлення навчання найяскравішого засобу її вивчення – хімічного експерименту. Тому осучаснення, популяризація виконання хімічного експерименту всіма учасниками освітнього процесу, розширення змісту експериментальної підготовки шляхом уведення цікавих здобувачам прикладів, практична орієнтація на побутове, медійно поширюване використання дадуть змогу повернути хімії добре ім'я у суспільстві, сформувати розуміння про хімічну науку як

основу еволюційного розвитку людства, здатну вирішувати глобальні проблеми.

Формування відповідального ставлення до хімічних речовин і вмінь поведінки з ними стає запорукою формування культури поведінки з хімічними речовинами не лише у професійній діяльності, а й у побуті. Тому цікавим хімічне експериментування має бути не лише для майбутніх фахівців – хіміків, а й для пересічних споживачів хімічних речовин. Проте виконання хімічного експерименту є актуальним не лише на елементарному рівні, воно можливе під час вивчення складних обов'язкових компонент професійної підготовки хіміків. Так, органічна, біоорганічна хімія, органічний синтез є складними, проте надзвичайно важливими освітніми компонентами для формування професійної компетентності фахівців багатьох спеціальностей.

Вивчення органічної хімії є достатньо складним, адже під час переходу від неорганічної до органічної хімії відбувається різка зміна номенклатури речовин, їх будови, хімічних властивостей, класифікації типів хімічних реакцій тощо, тому вивчення органічної хімії дуже часто викликає утруднення у здобувачів вищої освіти. Базовий рівень знань і вмінь випускників шкіл за останні три роки карантину значно впав, при цьому вимоги до рівня володіння хімічним експериментом як методом вивчення хімії у закладі вищої освіти не змінився. З іншого боку, вивчення хімії у закладах вищої освіти відбувається переважно дистанційно, тому вдосконалення експериментальних умінь унеможливується, а за їх відсутності формування не відбувається, це стає причиною відмови від оволодіння хімічною професією.

Проте сьогодні Україна вимагає великої кількості фахівців природничих спеціальностей, зокрема хіміків різних кваліфікацій, які будуть вирішувати сучасні антропогенні (техногенні, екологічні, агрохімічні, здоров'язбережувальні, технічні) та інші проблеми України.

Таким чином, зацікавленість держави в підготовці фахівців за професіями, пов'язаними з хімією, значна, проте нереалізована. Адже необхідність складання предмету «Хімія» як ЗНО або НМТ визначена лише для хімічних і фармацевтичних спеціальностей, а отже, значно звужена порівняно з іншими предметами. Значна теоретизація навчання хімії та архаїчність об'єктів вивчення часто призводять до формування відстороненого ставлення до хімії як нецікавої, непотрібної, несучасної, небезпечної науки в більшості здобувачів освіти.

**Мета та завдання.** Метою статті є визначення можливостей використання хімічного експерименту з яскравою практичною (побутовою) спрямованістю у практикумах із хімічних дисциплін закладів вищої освіти як чинника підвищення мотивації до вивчення хімічної науки.

**Методи дослідження.** Експериментальна хімічна підготовка в закладі загальної середньої та вищої

освіти має незначну наступність. Так, у школі переважають демонстраційні експерименти вчителя, у ході яких учні спостерігають за ходом реакції, а у вищій школі – лабораторні експерименти, виконання яких потребує індивідуальної роботи або формування малих груп. Проте демонстрації та лабораторні досліди є звичними для викладання хімії і у вищій, і у середній школі. Проте в сучасному закладі загальної середньої освіти пропонується виконання домашніх експериментів із хімії як обов'язкових елементів програми, які повністю відсутні у закладі вищої освіти. Запропоновані експерименти мають хоча і виражене практичне значення, проте недостатньо яскравий зовнішній ефект, а їх кількість (лише шість за три роки навчання) не дає змоги говорити про системне використання. Разом із тим сучасний досвід реалізації освітнього процесу в закордонних закладах вищої освіти дає змогу констатувати включення домашнього хімічного експерименту в освітній процес (Andrews, 2020; Caruana, 2020; Destino, 2021; Kitchen Chemistry: At-Home Experiments Enhance Remote Learning, 2021; Santiago, 2022).

Сьогодні використання домашніх експериментів для дослідження хімічних явищ – вимушений, проте припустимий спосіб формування експериментальних умінь. Використання примітивних ужиткових органічних речовин (цукор, оцет, мило, олія, лимонна кислота) позбавляє експерименти яскравого зовнішнього ефекту, а тому формування захоплення хімічною наукою, розуміння її значення для формування сприятливих умов життя людства, переконання у необхідності володіння мінімальним запасом знань і вмінь із хімії кожною людиною сформувати таким способом не вдається.

Використання експериментів з органічними речовинами в домашніх умовах можливе не лише з ужитковими речовинами, а й із достатньо широко вживаними лікарськими засобами, харчовими добавками, які мають незначну вартість і є легкодоступними. Проте очікуваний результат має бути значним, яскравим, емоційно забарвленим, орієнтованим на практичну (побутову) діяльність кожного та бути актуальним для всіх, саме це стимулюватиме інтерес до вивчення хімії та набуття експериментального досвіду, дасть змогу активізувати мотивацію до вивчення практично кожної, навіть надзвичайно складної хімічної дисципліни.

У ході вивчення основ класичних хімічних дисциплін сприяти засвоєнню змісту буде вивчення закономірностей хімічних реакцій, які відбуваються не лише в промисловості, а й у кожній людини в тарілці, на кухні; тих, процесів про які інформують мас-медіа, які популярні в мережі Інтернет, а поєднання такого вивчення з основами споживання корисних і поживних харчових продуктів дає змогу формувати культуру використання хімічних речовин і харчових продуктів зокрема. Саме це є одним з основних завдань вивчення хімічної науки.

Прикладом використання таких експериментів може бути вивчення реакції меланоїдиноутворення,

або глікації (glycation) (Zhang, 2008). Така реакція є цікавою не лише хімікам, які розглядають її як взаємодію активних карбонільних груп відновних вуглеводів (моносахаридів, дисахаридів) із аміногрупами білків (амінокислот) без участі ферментів. У результаті такої взаємодії відбувається значна кількість послідовних і паралельних окисно-відновних реакцій, у ході яких утворюється понад 50 можливих продуктів, більшу частину з яких становлять специфічні речовини – меланоїдини, які мають запах, колір і смак. Така реакція цікава кулінарам і навіть пересічним споживачам, адже носить ім'я видатного хіміка Майяра та відбувається під час високотемпературної (140–180°C) обробки (смаження, випікання) харчових продуктів, які містять цукри та білки та є способом утворення скоринки випічки, м'яса, кави тощо та їх смаку й аромату. Інколи виділяють окрему хімічну галузь – хімію Майяра (Maillard chemistry) (Robert, 2011; Tessier, 2010).

Дослідження продуктів такої взаємодії складне, оскільки продуктами – меланоїдинами можуть бути: альдегіди, імідазоли, карбонові кислоти, кетони, піразини, піридини, піроли, оксезоли, фурантіоли, редуцтони з незамкненим ланцюгом, альдегіди Штрекера, алкілпіразини тощо. При цьому речовини можуть мати й полімерну нерегулярну будову, включати гетероциклічні, хіноїдні структури та мати молекулярну масу в десятки тисяч одиниць, а кількість супутніх процесів і утворених проміжних продуктів надзвичайно велика. Така складність процесу цілком компенсується ефектом виконання, адже меланоїдини виступають речовинами із сильним ароматом: фурфураль, оксиметилфурфураль, ацетальдегід, метаналь, ізовалеріановий альдегід, митилглюксаль, діацетил тощо. Наприклад, 2-фуранілметантіол має аромат свіжообсмаженої кави; 2-ацетил-2-тіазолін – аромат запеченого м'яса; взаємодія розчину глюкози з валіном і лейцином утворює складну суміш піразинів, діоксоланів, альдегідів (зокрема, 2-ізопропіл-4-метил-1,3-діоксолан, 2-ізопропіл-5-метил-2-гексеналь тощо) (Murata, 2021; Samsudin, 1996), що має запах скоринки житнього хліба; суміш продуктів реакції з гліцином містить похідні піролопіролу, імідазолу, піразину (Murata, 2021; Wong, 2008) і за своїм запахом нагадує карамель.

Додатковим чинником включення до змісту дисциплін вивчення такої реакції може слугувати формування культури харчової поведінки та хімічної безпеки. Адже сукупність процесів реакції може призводити (за надто високої температури або тривалого часу випікання) до утворення не лише корисних, а й шкідливих і навіть канцерогенних речовин (акриламід, акролеїн). Як приклад можна розглянути реакцію між глюкозою та аспарагіном. При цьому альдегідна група лінійної форми вуглеводу реагує з аміногрупою амінокислоти з утворенням нестійкого азометина (основи Шіффа), далі відбувається перетворення Амадорі (перегрупування з утворенням N-глікозиду), декарбоксилування тощо, аж до утворення кінцевого продукту – акри-

ламиду. Оскільки на початковій стадії в реакції бере участь альдегідна група, описана схема перетворень характерна для моносахаридів – альдоз, а також для відновних дисахаридів.

У ході вивчення органічної, біоорганічної хімії здобувачам вищої освіти можна запропонувати виконати в лабораторних умовах хімічний експеримент із теми «Вуглеводи». У пробірки налити розчини вуглеводів: глюкози, фруктози, мальтози, лактози і сахарози додати розчин яєчного білка (1:1), суміш нагріти на киплячій водній бані протягом 20 хв. У пробірці з фруктозою та глюкозою розчин помітно темнішає. У пробірках із відновними дисахаридами потемніння виражене менше через менший уміст альдегідних груп. У пробірці з невідновним дисахаридом (сахароза) потемніння не відбувається через відсутність активних альдегідних груп. У пробірці з фруктозою потемніння відбувається швидше, а для ще більш яскравого порівняння можна використати рибозу – пентозу (утворюється під час гідролізу нуклеозидів), адже вона практично у п'ять разів активніша за фруктозу.

Подібні експерименти достатньо легко провести в домашніх умовах, адже глюкоза є лікарським засобом і продається в аптеках у вигляді розчинів із концентрацією 5%, 10% або 20%. Також як джерело глюкози можна використати глюкозний сироп, який використовують у виготовленні кондитерських виробів як у домашніх, так і промислових умовах. Фруктоза також достатньо поширена речовина та продається як в аптеках, так і в продовольчих магазинах як цукрозамінник. Порошкоподібну мальтозу використовують у пивоварінні, а у вигляді сиропу – у кондитерському виробництві, пекарській справі. Лактоза широко використовується у виготовленні дитячого харчування та різноманітних молочних сумішей. Сахароза відома кожному у вигляді звичайного цукру. Рибоза входить до складу лікарських засобів або спортивного харчування.

Таким чином, використання хімічного експерименту в домашніх умовах дає змогу визначити відмінність властивостей вуглеводів відновних і невідновних (як змісту дисципліни) та паралельно сформулювати уявлення про утворення меланоїдинів у ході термічної обробки харчових продуктів. Класичним прикладом реакції Майяра, яка відбувається з відомими людині білками, є процес топлення молока. Така реакція відбувається за достатньо низької температури, проте відмінність смаку та зовнішнього вигляду свіжого та топленого молока є візуально та органолептично помітною.

Можна виконати реакцію Майяра і в ході вивчення теми «Білки». Для цього у шість пробірок налити 2–3 мл розчину глюкози та додати 0,1–0,2 г амінокислот (або їх розчинів): цистеїну, метіоніну, проліну, гліцину. Пробірки з розчинами нагріти протягом 5–7 хвилин, після чого обережно визначити запах утворених меланоїдинів. Залежно від використаної амінокислоти реакційна суміш буде мати запах смаженого м'яса,

картоплі, свіжого хліба, карамелі відповідно. Подібну реакцію також легко провести в домашніх умовах, адже цистеїн і пролін є харчовими добавками, а метіонін і гліцин використовуються як лікарські засоби. Можна використати амінокислоти лізин, гістидин, триптофан, які є достатньо розповсюдженими. При цьому продукти реакції мають відповідно карамелеподібний, приємний фруктовий запахи або не утворюють жодного (Wong, 2008). У ході реакції достатньо легко помітити різну реакційну здатність амінокислот у ході нагрівання. Найлегше в реакцію мелоїдиноутворення вступає лізин, достатню активність виявляють метіонін і цистеїн. Таким чином, формується уявлення про термічну стійкість та втрати білку в процесі термічної обробки харчових продуктів.

Існує також можливість використання реакції мелоїдиноутворення для вивчення чинників, які впливають на швидкість її проходження: зниження вологості (для сухих продуктів); зниження концентрації вуглеводів (розведення водою); зниження рН -середовища (для рідких систем); зниження температури (для рідких систем); використання ферментів тощо.

Результати такого використання дають змогу сформувати у здобувачів вищої освіти розуміння приготування якісної, смачної та безпечної їжі. Так, витримка м'яса перед його смаженням на грилі призводить до утворення значного вмісту рибози, яка забезпечує у реакції із цукрами утворення скоринки на м'ясі та унікального аромату і смаку. Вивчення впливу рН на реакцію Майяра дає змогу констатувати уповільнення реакції у кислому середовищі, тому використання кислот для виготовлення маринаду для м'яса призводить до гальмування утворення скоринки та аромату стейка. Під час осушення реакційного простору відбувається уповільнення реакції, проте за сильного розведення реакція також не відбувається, тому важливим етапом підготовки харчових продуктів до запікання є відстоювання для зменшення вологи на поверхні, що дасть змогу відбутися реакції за нижчої температури.

Цікавим може стати дослідження залежності реакцій у харчових продуктах у ході нагрівання. Визначення оптимальних умов реакції Майяра дає змогу паралельно визначити переважання реакцій карамелізації за температури понад 165°C, проходження мелоїдиноутворення – при 150–165°C, повільне мелоїдиноутворення – від 100 до 150°C та потребу додаткового збагачення розчинами з високим вмістом цукрів і амінокислот (в умовах лужного середовища) для проходження довготривалої (декілька діб) реакції за температури 55–100°C. Нижче 55°C відбувається ферментативне потемніння, а реакція Майяра може відбуватися декілька років.

Вивчення додавання до харчових продуктів стимуляторів реакції Майяра – джерела катіонів Феруму та Купруму дасть змогу сформуванню уявлення про технологічні фальсифікації харчових продуктів у ході виготовлення. Харчові продукти з високим природним вмістом таких іонів легко вступають у реакцію мела-

ноїдиноутворення. Так, печінка, червоне м'ясо, шпинат і буряк значно легше утворюють яскраву скоринку під час запікання. У разі низького вмісту білку використовують додавання сполук Феруму та Купруму як одного зі способів приховування нестачі. Також часто використовують штучне додавання глюкози та лізину для утворення скоринки, а метіоніну та галактози – для формування м'ясного смаку. Цікавим буде дослідження впливу наявності натрій хлориду на швидкість реакції мелоїдиноутворення, а саме те, що жодного впливу на утворення скоринки кухонна сіль не має.

**Результати.** Проведене діагностувальне опитування здобувачів вищої освіти спеціальності 102 «Хімія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти дає змогу констатувати виникнення надзвичайної цікавості та інтересу до вивчення змісту хімічних дисциплін шляхом виконання у лабораторному практикумі практикоорієнтованих експериментів. Так, серед здобувачів вищої освіти 87 осіб (86,14%) виявили інтерес і в умовах дистанційного навчання виконали хімічний експеримент у домашніх умовах; 9 осіб (8,91%) виявили інтерес, проте не виконали експеримент (не мали доступу до реагентів); 5 осіб (4,95%) не виявили бажання до експериментування в домашніх умовах.

Серед здобувачів вищої освіти, які виконували експеримент, 77 (88,51%) отримали задоволення від виконання та переконалися у значенні хімії для побуту кожної людини; 7 осіб (8,05%) отримали задоволення, проте неоднозначний результат щодо значення хімії; 3 особи (3,45%) не отримали задоволення та не усвідомили значення хімічної науки для пересічної людини.

Вивчаючи гендерні аспекти інтересів до хімічних основ кулінарії, можна констатувати, що більшість осіб жіночої статі цікавляться хімічними основами виготовлення кондитерської продукції (випіканням тіста) – 54 (72,00%), тоді як представників чоловічої статі більше цікавить приготування м'яса – 16 (61,54%). Відповіді на запитання щодо формування мотивів подальшого вивчення хімічної науки через розширення знань про значення хімії для кулінарії дали змогу визначити, що 94 (93,07%) здобувачів вищої освіти мають бажання у подальшому вивчати хімічні основи кулінарії.

Серед пропонованого змісту хімічних основ кулінарії найбільший інтерес викликали: хімія кондитерських виробів 68 (67,33%), хімія м'яса 57 (56,44%), хімія сироваріння 52 (51,49%), хімія пивоваріння 41 (40,59%), хімія виноробства 49 (48,51%), хімія ферментативних процесів 36 (36,64%).

Проведене діагностувальне опитування майбутніх хіміків дає змогу визначити перспективи дослідження та необхідність глибокого вивчення проблеми ставлення до хімії як серед майбутніх фахівців, які планують пов'язати професійну діяльність із нею, так і серед широких верств населення з метою формування культури поведінки з хімічними речовинами у професійній і побутовій діяльності та безпечної харчової поведінки.

**Обговорення.** Сучасна система вищої освіти за кордоном орієнтована на практику використання знань, тому до освітніх програм визнаних університетів включено інноваційні курси, такі як кулінарна хімія. Вивчення кулінарної хімії користується значним попитом серед кухарів, лаборантів і технологів харчових виробництв, хіміків, медиків, фармацевтів та навіть фахівців сільськогосподарського спрямування. Таку дисципліну пропонують широкому загалу здобувачі вищої освіти, адже вона дає змогу формувати не так професійні уміння (hard skills), як набувати важливих для кожного, незалежно від фаху, соціальних умінь (soft skills): self-менеджменту, позитивного емоційного ставлення до науки та практичної діяльності, бажання творити з користю для власного здоров'я (Science & Cooking: From Haute Cuisine to Soft Matter Science (chemistry); Culinary Chemistry // The Culinary Institute of America; Culinary Chemistry // Siena Heights University is a Catholic university; Chemistry of Cooking // American University, Washington, D.C.).

Вивчення реакції меланоїдиноутворення у закладі вищої освіти можливе ще й із огляду на те, що перше знайомство з нею відбувається на уроках хімії 10-го класу в закладі загальної середньої освіти. Так, у підручнику з хімії (Лашевська, 2018) пропонується зазначити реагенти реакції Майяра в ході вивчення теми білки, щоправда, сама реакція в тексті не розглядається та жодних згадок про неї в підручнику немає.

**Висновки.** Таким чином, включення до змісту хімічних дисциплін експериментів з яскравим практичним (побутовим) значенням, вивчення основ приготування їжі як фізико-хімічних процесів, опанування умінь якісно та корисно готувати харчові продукти, з огляду на їхній склад та можливі перетворення, вибір нутрієнтів і способів їх споживання з орієнтацією на збереження власного здоров'я виступають потужними чинниками мотивації до опанування центральної природничої науки – хімії. Можливість пропагування хімічних знань серед широких мас населення, здобуття елементарних умінь визначення якості харчових продуктів, усвідомлення способів фальсифікації стають провідними методами формування безпечної харчової поведінки кожного. Навіть в умовах карантину можливо виконувати цікавий ефектний хімічний експеримент у домашніх умовах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Experimenting with At-Home General Chemistry Laboratories During the COVID-19 Pandemic / J.L. Andrews, J.P. de Los Rios, M. Rayaluru, S. Lee, L. Mai, A. Schusser, C.H. Mak. *Journal of Chemical Education*. 2020. № 97(7). P. 1887–1894. URL: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00483>.
2. Modifying and Validating the Colorado Learning Attitudes about Science Survey for Use in Chemistry / J. Barbera, K.K. Perkins, W.K. Adams, C.E. Wieman. *Journal of Chemical Education*. 2008. № 85. P. 1435–1439.
3. Practical science at home in a pandemic world / D.J. Caruana, C.G. Salzman, A. Sella. *Nat. Chem*.

2020. № 12. P. 780–783. URL: <https://doi.org/10.1038/s41557-020-0543-z>.

4. Chemicals strategy. *European Commission*. URL: [https://environment.ec.europa.eu/strategy/chemicals-strategy\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/chemicals-strategy_en).

5. Chemistry of Cooking. *American University, Washington, D.C.* URL: [https://catalog.american.edu/preview\\_course\\_nopop.php?catoid=17&coid=71445](https://catalog.american.edu/preview_course_nopop.php?catoid=17&coid=71445).

6. Culinary Chemistry. *Siena Heights University is a Catholic university*. URL: [https://catalog.sienaheights.edu/preview\\_course\\_nopop.php?catoid=7&coid=9579](https://catalog.sienaheights.edu/preview_course_nopop.php?catoid=7&coid=9579).

7. Culinary Chemistry. *The Culinary Institute of America*. URL: <https://catalog.ciachef.edu/culinary-science/cusc310>.

8. Hands-on experiences for remotely taught analytical chemistry laboratories / J.F. Destino, E.M. Gross, E.D. Niemeyer, S.C. Petrovic. *Anal Bioanal Chem*. 2021. № 413. P. URL: <https://doi.org/10.1007/s00216-020-03142-1>.

9. Kitchen Chemistry: At-Home Experiments Enhance Remote Learning. *Columbian College of Arts & Sciences*. URL: <https://columbian.gwu.edu/kitchen-chemistry-home-experiments-enhance-remote-learning>.

10. Murata M. Browning and pigmentation in food through the Maillard reaction. *Glycoconjugate Journal*. 2021. № 38. P. 283–292.

11. The Maillard reaction-Illcite (bio) chemistry in tissues and food / L. Robert, A.M. Robert, J. Labat-Robert. *Pathol. Biol*. 2011. № 59(6). P. 321–328.

12. Volatile Compounds Produced by the Reaction of Leucine and Valine with Glucose in Propylene Glycol / M.W. Samsudin, S. Rongtao, I.M. Said. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1996. № 44. P. 247–250.

13. Lab at home in distance learning: a case study / D.E. Santiago, E.P. Melian, J.V. Reboso. *Education for Chemical Engineers*. 2022. № 40. P. 37–44. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.05.001>.

14. Science & Cooking: From Haute Cuisine to Soft Matter Science (chemistry). *Harvard university*. URL: <https://pll.harvard.edu/course/science-and-cooking?delta=4>.

15. Tessier F. The Maillard reaction in the human body. The main discoveries and factors that affect glycation. *Pathol. Biol*. 2010. № 58(3). P. 214–219.

16. Sensory aroma from Maillard reaction of individual and combinations of amino acids with glucose in acidic conditions / K.H. Wong, S.A. Aziz, S. Mohamed. *International Journal of Food Science & Technology*. 2008. № 43(9). P. 1512–1519.

17. A Perspective on the Maillard Reaction and the Analysis of Protein Glycation by Mass Spectrometry: Probing the Pathogenesis of Chronic Disease / Q. Zhang, J.M. Ames, R.D. Smith, J.W. Baynes, T.O. Metz. *J. Proteome Res*. 2008. № 8. P. 754–769. URL: <https://doi.org/10.1021/pr800858h>.

18. Лашевська Г.А., Лашевська А.А., Ющенко С.Р. Хімія (рівень стандарту): підручник. Київ : Генеза, 2018. 192 с.

#### REFERENCES

1. Andrews, J.L., J.P. de Los Rios, M. Rayaluru, S. Lee, Mai, L., Schusser, A., Mak, C.H. (2020). Experimenting with At-Home General Chemistry Laboratories During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97 (7), 1887-1894.
2. Barbera, J., Perkins, K.K., Adams, W.K., Wieman, C.E. (2008). Modifying and Validating the Colorado Learning

Attitudes about Science Survey for Use in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 85, 1435-1439.

3. Caruana, D.J., Salzmann, C.G., Sella, A. (2020). Practical science at home in a pandemic world. *Nat. Chem.*, 12, 780-783.

4. Chemicals strategy // European Commission [Electronic resource]. – Mode of access: Internet. – [https://environment.ec.europa.eu/strategy/chemicals-strategy\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/chemicals-strategy_en)

5. Chemistry of Cooking // American University, Washington, D.C. [Electronic resource]. – Mode of access: Internet. – [https://catalog.american.edu/preview\\_course\\_nopop.php?catoid=17&coid=71445](https://catalog.american.edu/preview_course_nopop.php?catoid=17&coid=71445)

6. Culinary Chemistry // Siena Heights University is a Catholic university [Electronic resource]. – Mode of access: Internet. – [https://catalog.sienaheights.edu/preview\\_course\\_nopop.php?catoid=7&coid=9579](https://catalog.sienaheights.edu/preview_course_nopop.php?catoid=7&coid=9579)

7. Culinary Chemistry // The Culinary Institute of America [Electronic resource]. – Mode of access: Internet. – <https://catalog.ciachef.edu/culinary-science/cusc310>

8. Destino, J.F., Gross, E.M., Niemeyer, E.D., Petrovic, S.C. (2021). Hands-on experiences for remotely taught analytical chemistry laboratories. *Anal Bioanal Chem.*, 413, 1237–1244.

9. Kitchen Chemistry: At-Home Experiments Enhance Remote Learning // Columbian College of Arts & Sciences [Electronic resource] – Electronic data. – 13 May 2021. – Mode of access: Internet. – <https://columbian.gwu.edu/kitchen-chemistry-home-experiments-enhance-remote-learning>

10. Lashevskaya, H.A. (2018). *Khimiia (riven standartu): pidruch. dlia 10-ho kl. zakl. zah. sered. osvity*. Kyiv : Heneza.

11. Murata, M. (2021). Browning and pigmentation in food through the Maillard reaction. *Glycoconjugate Journal*, 38, 283–292.

12. Robert, L., Robert, A.M., Labat-Robert, J. (2011). The Maillard reaction-Illicite (bio) chemistry in tissues and food. *Pathol. Biol. (Paris)*, 59 (6), 321–328.

13. Samsudin, M.W. Rongtao, S., Said, I.M. (1996). Volatile Compounds Produced by the Reaction of Leucine and Valine with Glucose in Propylene Glycol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 247 – 250.

14. Santiago, D.E., Melian E.P., Reboso J.V. (2022). Lab at home in distance learning: a case study. *Education for Chemical Engineers*, 40, 37-44.

15. Science & Cooking: From Haute Cuisine to Soft Matter Science (chemistry) // Harvard university [Electronic resource]. – Mode of access: Internet. – <https://pll.harvard.edu/course/science-and-cooking?delta=4>

16. Tessier, F. (2010). The Maillard reaction in the human body. The main discoveries and factors that affect glycation. *Pathol. Biol. (Paris)*, 58 (3), 214–219.

17. Wong, K.H. Aziz, S.A., Mohamed, S. (2008). Sensory aroma from Maillard reaction of individual and combinations of amino acids with glucose in acidic conditions. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(9), 1512–1519.

18. Zhang, Q.A, Ames, J.M., Smith, R.D., Baynes, J.W., Metz, T.O. (2008). Perspective on the Maillard Reaction and the Analysis of Protein Glycation by Mass Spectrometry: Probing the Pathogenesis of Chronic Disease. *J. Proteome Res.*, 8, 754-769.

**Olena Anichkina,**

PhD (Candidate of Pedagogical Sciences),  
Associate Professor of the Chemistry Department,  
Zhytomyr Ivan Franko State University,  
40, Velyka Berdychivska Str., Zhytomyr, Ukraine  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4843-0707>

**Vitalii Lystvan,**

PhD (Candidate of Chemical Sciences),  
Associate Professor of the Chemistry Department,  
Zhytomyr Ivan Franko State University,  
40, Velyka Berdychivska Str., Zhytomyr, Ukraine  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8366-2813>

**Volodymyr Vilenskyi,**

Doctor of Sciences (Chemistry), Senior Research Associate of the Department of Chemistry,  
Zhytomyr Ivan Franko State University,  
40, Velyka Berdychivska Str., Zhytomyr, Ukraine  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8130-3809>

**Snizhana Pysarenko,**

Assistant of the Department of Chemistry,  
Zhytomyr Ivan Franko State University,  
40, Velyka Berdychivska Str., Zhytomyr, Ukraine  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5978-487X>

**Yuliia Lysetska,**

Senior Lecturer of the Department of English Philology and Translation,  
Zhytomyr Ivan Franko State University,  
40, Velyka Berdychivska Str., Zhytomyr, Ukraine  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6747-5858>

## AN IMPLEMENTATION OF THE EXPERIMENT WITH ORGANIC SUBSTANCES AS A MOTIVATIONAL FACTOR TO STUDY CHEMISTRY

*The article deals with the main problems of the decrease in motivation to study chemistry in secondary and higher education establishments under distance learning conditions and presents possible ways to overcome the crisis situation. The importance of forming competences in chemistry for higher education students in professions related to chemistry and professions that use chemical competences as basic ones is outlined. The need and possibility of forming a culture of using chemicals, both in professional and everyday lives, during the study of the basics of chemistry is analyzed. The capabilities of modern electronic means of teaching chemistry in the formation of experimental skills and their correlation with a real chemical experiment to achieve educational outcomes are studied. The main factors of popularity loss of chemistry studying for the future profession, life and health preservation are determined. The survey results of a wide range of the population regarding the formation of a valuable attitude to chemistry and the formation of its image in the minds of average Ukrainians are given. The main problem of the modernization of chemical training in general and higher education establishments is highlighted. The importance and main problems of organic chemistry studying in the course of professional training have been stated. The purpose of the article is to analyze the possibilities of using a chemical experiment with a vivid practical focus on the workshops in chemistry of higher education establishments. The capabilities of home chemical experiments with organic substances in the formation of students' experimental competences of various levels are analyzed. The possibility of forming eating behavior at Chemistry classes was specified, persuading to use minimal methods of food products processing. The possibility of using the reaction of melanoidins formation (the Maillard reaction) at a laboratory workshop in chemistry or home experimentation is stated and proposed. Possible usage examples of the melanoidins formation reaction and the study of the dependence of this reaction on various factors are given. The current results of strengthening the motivation to study chemistry through the popularization of the subject with a clearly practically oriented content and the use of media information in higher education establishments are presented. The experience of using such reactions in higher education establishments abroad is analyzed.*

**Key words:** professional training, chemical experiment, home chemical experiment, chemists' training, Maillard reaction, melanoidins formation, chemical competence, motivation to study chemistry, popularization of chemistry, interest in chemistry studying.

*Подано до редакції 30.03.2023*