



ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Щорічної
студентської
наукової конференції

**Навчально-науковий інститут
біології, хімії та біоресурсів**

ЧЕРНІВЦІ

11 – 12 ТРАВНЯ, 2026

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

студентської наукової конференції
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут біології,
хімії та біоресурсів

11-14 травня 2026 року

Чернівці
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
2026

*Друкується за ухвалою Науково-технічної ради
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича
(Протокол №7 від 28 травня 2026 р.)*

Упорядник:

*Лариса Чебан – кандидатка біологічних наук, доцентка
кафедри біохімії та біотехнології.*

Тези доповідей студентської наукової конференції Чернівецького національного університету (11-14 травня 2025 року). Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2026. 230 с.

ISBN 978-617-8703-95-0

До збірника увійшли матеріали студентів навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів, підготовлені до щорічної студентської наукової конференції університету.

ISBN 978-617-8703-95-0

© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2026

Андрійчук Катерина
Науковий керівник – доц. Филипчук Т. В.

СТРАТЕГІЯ ПІДТРИМКИ ПОПУЛЯЦІЙ КОМАХ-ЗАПИЛЮВАЧІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ТРАВ'ЯНИСТИХ МЕДОНОСІВ У СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ САДІВНИЦТВА

Врожаї с/г культур, що на пряму залежать від запилення, мають вирішальне значення для продовольчої безпеки людства. Запилення – ключова екосистемна послуга, яка підтримує 75 % зі 115 провідних с/г культур у світі та до 35 % світового річного с/г виробництва за вагою. У садівництві запилення також покращує якість вирощених плодів, що призводить до отримання вищої цінності за ту саму врожайність і забезпечує генетичне різноманіття [1]. Низька та нестабільна врожайність залежних від запилення плодово-ягідних культур наразі компенсується збільшенням площ або штучним запиленням, яке зазвичай малоефективне та дороговартісне [2]. Керовані бджолосім'ї, головним чином *Apis mellifera* L., 1758 – часто єдине рішення для фермерів для забезпечення запилення. Медоносні бджоли – універсальні та економічно найцінніші запилювачі, без яких врожайність окремих плодових і горіхоплідних культур може знижуватися більш ніж на 90 %. Проте, для таких культур як вишня, мигдаль, чорниця, малина і ожина *A. mellifera* не найефективніший запилювач на одну квітку [1]. Дикі бджоли та інші комахи можуть запилювати багато с/г культур, але їхня цінність для запилення століттями недооцінювалася. Враховуючи тенденцію у селекції до створення самозапильних сортів рослин, що позбавляє комах-запилювачів джерела корму, важливо шукати способи принаднення запилювачів у сади. У цьому випадку посіви трав'янистих медоносів виступають дієвим механізмом.

Медоноси – рослини, які забезпечують комах-запилювачів пилом та/або нектаром. Їх класифікують за середовищем (дикі/культурні), тривалістю життя, життєвою формою (дерева/кущі/трави), характером та часом взятку (відповідно нектароноси/пилконоси/нектаропилконоси; весняні/літні/осінні) тощо. Насадження

квіткових смуг у плодово-ягідних садах, по-перше, слугують кормовою базою для запилювачів, що при правильному підборі видів та їх фенологічному узгодженні забезпечує неперервність трофічного ланцюга навіть після відцвітання основної культури. По-друге, створюють сприятливе середовище для існування та відтворення комах, і, по-третє, близькість квіткових смуг до культури полегшує доступ хижаків і комах-паразитодів до шкідників, тим самим покращуючи біологічний контроль шкідників та зменшуючи витрати на інсектициди. Доведено, що квіткові насадження більше приваблюють запилювачів, ніж трава, яку регулярно скошуюють [3]. Практика висіву смуг багаторічних трав'янистих медоносів вже активно застосовується у Франції, Бельгії, Швейцарії та поступово впроваджується в Україні.

Перспективний підхід до підтримки комах-запилювачів на рівні екосистеми – вивчення взаємодій у мережі запилення між медоносними рослинами і запилювачами. Такі мережі дозволяють оцінити фактичні взаємодії для розуміння функцій в угрупованнях, на відміну від простого їх складу.

Отже, посіви трав'янистих медоносів та вивчення взаємодій у мережі запилення – ефективні рішення в умовах глобального скорочення диких запилювачів за європейськими стандартами садівництва. Мережі запилення – найкорисніші для прикладних досліджень у галузі охорони довкілля, вивченні рідкісних та інвазійних видів, втрати та відновлення оселищ існування, реакцій угруповань на зміни клімату.

Список використаних джерел

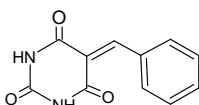
1. Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B*. 2007. 274(1608). P. 303-313.
2. Chaplin-Kramer, R., Dombeck, E., Gerber, J., Knuth, K. A., Mueller, N. D., Mueller, M., ... & Klein, A. M. (2014). Global malnutrition overlaps with pollinator-dependent micronutrient production. *Proceedings of the Royal Society B*. 2014. 281(1794).
3. Pfiffner, L., Laurent, J., Cahenzli, F., Maren, K., Weronika, S., & Lene, S. Perennial flower strips – a tool for improving pest control in fruit orchards. *Technical guide*. 2018. 1096. 16 p.

Антонюк Ганна, Рассевич Яна
Науковий керівник – проф. Лявинець О.С.

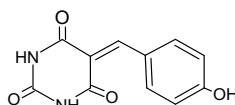
АНТИОКСИДАНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕЯКИХ ПОХІДНИХ ПІРИДИН-2,4,6-ТРІОНУ І 2-ТІОКСОПІРИДИН-4,6-ТРІОНУ

Антиоксиданти знаходять широке застосування в багатьох галузях промисловості. Вони використовуються як стабілізатори полімерних матеріалів, моторних палив, жирів та олив синтетичного та природного походження. Пошук нових інгібіторів продовжується. Перспективними у цьому плані є 5-бензиліденові похідні піридин-2,4,6-тріону і 2-тіоксопіридин-4,6-тріону, які містять в бензеновому ядрі різні замісники.

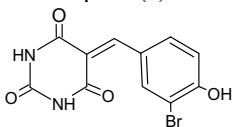
Нами досліджені антиоксидантні властивості таких речовин:



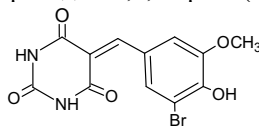
5-бензиліден-піримідин-2,4,6-тріон (I)



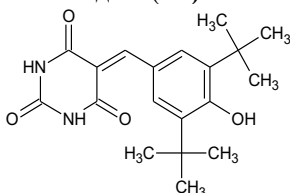
5-(4-гідроксибензиліден)-піримідин-2,4,6-тріон (II)



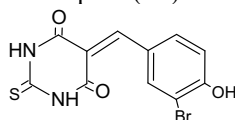
5-(3-бром-4-гідрокси-бензиліден)- піримідин-2,4,6-діон (III)



5-(3-бром-4-гідрокси-5-метокси-бензиліден)-піримідин-2,4,6-тріон (IV)



5-(3,5-дитретбутил-4-гідроксибензиліден) піримідин-2,4,6-тріон (V)



5-(3-бром-4-гідроксибензиліден)-2-тіоксопіримідин-4,6-діон (VI)

Інгібіторні властивості вказаних сполук досліджені газометричним методом. Результати наведені в таблиці.

Кінетичні параметри ініційованого окиснення кумену за наявності досліджуваних сполук ($V_{\text{кумен}} = 9$ мл, $V_{\text{ТМФ}} = 1$ мл)
 $T = 343$ К, $[AIBN] = 1 \cdot 10^{-2}$ моль/л, $[\text{сполука}] = 1,25 \cdot 10^{-3}$ моль/л

№ з/п	Речовина	Швидкість окиснення в періоді індукції $W_{\text{інд}} \cdot 10^6$, моль/л·с	Швидкість окиснення в розвинутому процесі $W(O_2)_p \cdot 10^5$, моль/л·с	Тривалість періоду індукції, хв
1	-	-	2,25	-
2	I	-	2,18	-
3	II	-	1,25	-
4	III	-	0,75	-
5	IV	1,85	1,20	44
6	V	1,75	2,20	105
7	VI	1,40	1,90	60

Як видно з таблиці, сполука **I**, в бензиліденовому фрагменті якої ніяких замісників немає, не виявляє антиоксидантних властивостей. Отже, залишок барбітурової кислоти не здатний до обривання реакційних ланцюгів.

Наявність в бензилідиновому фрагменті фенольного гідроксилу (сполука **II**) приводить до деякого уповільнення ініційованого окиснення кумену. Уведення в *орто*-положення до гідроксильної групи атома бром (сполука **III**) посилює гальмівний ефект.

За наявності потужної електронодонорної CH_3O -групи в *орто*-положенні до фенольного гідроксилу (сполука **IV**) її антиоксидантні властивості суттєво зростають. Посиленню антиоксидантної активності сприяють також об'ємні замісники в орто-положенні до фенольного гідроксилу (сполука **V**).

На відміну від похідних піридин-2,4,6-тріону, похідні 2-тіоксопіридин-4,6-тріону володіють значно потужнішими інгібіторними властивостями (сполука **VI**) за рахунок здатності фрагменту тіобарбітурової кислоти обривати ланцюги.

Батовський Богдан
Науковий керівник – доц. Нікорич В.А.

ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ СПЕКТРА КРАПЕЛЬ В УЛЬТРАМАЛООБ'ЄМНОМУ ОБПРИСКУВАННІ АГРОДРОНАМИ

Перехід від гідравлічних систем (100-300 л/га) до ультрамалооб'ємного внесення (5-30 л/га) змінює критерій ефективності: визначальним стає не об'єм робочого розчину, а його просторово-часова структура. Спектр крапель, охарактеризований об'ємним медіанним діаметром (VMD) та коефіцієнтом варіації (σ), виступає керованою змінною, що визначає щільність покриття, депозицію та інтенсивність випаровування. Оптимальний інтервал VMD залежить від мікроклімату, фізико-хімічних властивостей розчину та аеродинаміки БПЛА, тому завдання полягає в параметризації, а не фіксації розміру краплі.

Формування спектра крапель визначається реологічними і міжфазними властивостями робочого розчину та параметрами розпилення. Зменшення поверхневого натягу (25-35 мН/м) через ад'юванти зміщує спектр у бік дрібних фракцій, підвищуючи ризик дрифту. Підвищення в'язкості (1,5-2,0 мПа·с) стабілізує формування крапель, звужує розподіл (зменшує σ) і покращує передбачуваність осідання. Практично це реалізується через регулювання частоти обертання атомайзерів (RPM) і витрати робочого розчину: збільшення RPM зменшує VMD і розширює спектр, зниження – формує грубіші фракції. Стабільність параметрів забезпечується лише при синхронізації подачі та обертів, інакше зростає σ .

Для контактних препаратів ефект визначається щільністю покриття. При VMD <120 мкм краплі ($Stk < 1$) відхиляються турбулентними потоками, зменшуючи депозицію, а при >300 мкм формується дискретне покриття через зниження кількості крапель. Інтервал 140-220 мкм забезпечує 45-75 крапель/см² за норми 10 л/га при $\sigma \leq 1,4$.

Для системних гербіцидів критичним є баланс між депозицією та дрифтом. Фракція <150 мкм формує до 80% втрат за швидкості вітру 3-5 м/с. Збільшення VMD до 260-360 мкм переводить краплі в інерційний режим осідання ($Stk > 1$) зі зниженням рівномірності покриття, що компенсується транслокацією діючої речовини (20-30 крапель/см²).

При фоліарному внесенні мікродобрив ефективність визначається тривалістю існування краплі в рідкій фазі. Краплі <100 мкм випаровуються менше ніж за 0,5 с при $\Delta T > 6$ °C, що призводить до кристалізації солей; краплі >400 мкм стікають при контактному куті >90°. Інтервал 180-260 мкм за використання ад'ювантів забезпечує формування суцільної плівки товщиною 10-30 мкм, хоча ефект залежить від кутикули та концентрації розчину.

Термодинамічні втрати описуються індексом Delta T. У межах 2-6 °C зберігається $\geq 60\%$ об'єму краплі до контакту з поверхнею; при >8 °C діаметр зменшується на 30-50% ще в польоті, що підвищує дрифт. Компенсація досягається збільшенням VMD або зміною часу внесення.

Індукований потік багатороторних БПЛА (5-12 м/с) змінює траєкторії крапель залежно від їх інерційних властивостей. Для крапель 150-250 мкм реалізується режим часткового захоплення потоком із подальшим прискореним осіданням у межах смуги обробки. Висота польоту 1,5-2,0 м і горизонтальна швидкість 3-5 м/с мінімізують латеральний знос, хоча ці параметри залежать від конфігурації платформи.

Спектр крапель слід розглядати як керований параметр у задачі оптимізації, де VMD і σ_g визначають компроміс між покриттям, дрифтом і випаровуванням, а їх значення задаються властивостями розчину, мікрокліматом і аеродинамікою БПЛА.

Берник Максим
Науковий керівник – проф. Смага І. С.

ОСОБЛИВОСТІ АГРОТЕХНІКИ ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Посівні площі цінної зернової культури кукурудзи представлені, переважно, зубовидною та кременистою. Однак, в останні роки зростає увага товаровиробників до цукрової кукурудзи. В порівнянні із іншими підвидами, цукрова кукурудза характеризується більшою вимогою до умов вирощування [1].

Тому, метою дослідження було вдосконалення технологічних аспектів вирощування цукрової кукурудзи та апробація їх в умовах особистого селянського господарства Берника М.О. в Дністровському районі Чернівецької області.

Технологія вирощування цукрової кукурудзи передбачає підбір кращих попередників у сівозміні, використання високопродуктивних гібридів, диференційовану систему обробітку ґрунту залежно від ґрунтово-кліматичних умов, оптимізацію мінерального живлення, зокрема застосування азотних добрив у період вегетації за даними ґрунтової і рослинної діагностики та регуляторів росту рослин, інтегровану систему захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників.

Цукрову кукурудзу найкраще розміщувати після озимих зернових та зернобобових культур, картоплі, огірків, томатів, капусти, а також у повторних посівах. Органічні та більшу частину мінеральних добрив варто вносити під основний обробіток ґрунту. В нашому випадку це оранка з перевертанням скиби на глибину 25-27 см. Підживлення нітрофоскою доцільно проводити в фазу 7-8 листків.

Весною при настанні фізичної стиглості ґрунт боронують в 1 – 2 сліди. Через 1,5-2 тижні проводять культивуацію на 12-14 см, а перед сівбою – ще одну на глибину загортання насіння.

Насіння висівають при прогріванні 0-10 см шару ґрунту до 8-10 °С з шириною міжрядь 70 см на кінцеву густоту стояння рослин, яка становить 40-50 тис. шт. га.

Використання в наших умовах розсадного способу вирощування цукрової кукурудзи знижує витрату насіння та сприяє отриманню більш раннього урожаю й уникненню пошкоджень сходів рослин шкідниками. Розсаду вирощують у плівкових теплицях в касетах, розміщених на стелажах. Для заповнення осередків касет використовують незаражені субстрати з торфу, лісової підстилки, насичені добривами, або професійний заводський субстрат. Строки сівби насіння встановлюють з розрахунку один місяць до дати висадки рослин у відкритий ґрунт.

Після прогрівання верхнього шару ґрунту вище 12⁰С й за відсутності загрози заморозків розсаду рослин кукурудзи з 4-5 листками висаджують вручну під плівкове укриття у вигляді тунелів, або у відкритий ґрунт. Схема садіння 70x25, або 60x30 см. Після висадки здійснюють полив.

Через кілька днів здійснюють підсадку рослин на місце загиблих паростків і ще раз поливають. Наступний полив проводять не раніше, ніж через тиждень, щоб дати можливість кореневій системі рослин прижитися. Систему зрошення доцільно застосовувати краплинним методом. По мірі необхідності проводять 2-3 міжрядні культивації. На кукурудзі можуть з'являтися прикореневі відростки, які рекомендується видаляти вручну.

При настанні фази молочно-воскової стиглості зерна починають збирання цукрової кукурудзи вручну. Качани відламують, згинаючи їх в сторону, залишаючи кілька листків обгортки.

Список використаних джерел

1. Семеняка І. (2012). Харчова кукурудза / І. Семеняка // *The Ukrainian Farmer*. № 2. С. 50-52.
2. Бруквач А.М. (2012). Кукурудза: як вирощувати успішно? *Агробізнес сьогодні*. № 18. С. 14-16.

Білоусов Іван

Наукова керівниця – асист. Сема О.В.

ТЕХНОЛОГІЧНА ПРИДАТНІСТЬ РОСЛИННИХ НАПОЇВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КАВОВИХ НАПОЇВ НА ЇХ ОСНОВІ

Рослинні напої є популярною альтернативою коров'ячому молоку в кавовій індустрії. Для професійного використання ключовим є не лише смак, а й здатність утворювати стабільну піну при збиванні та зберігати структуру після контакту з еспресо. Оскільки рослинні замінники суттєво різняться за вмістом білків, жирів, вуглеводів, а також стабілізаторів і емульгаторів, оцінка їх пінної стійкості є актуальною для технологів і бариста.

Метою роботи було дослідити зміну стабільності пінки після збивання у шести зразках рослинних напоїв при нагріванні парою кавомашини до 65 °С, а також оцінити її стійкість після поєднання з еспресо.

У роботі досліджували шість рослинних напоїв торгових марок VIA MIA, Alpro, Minor Figures, Oatly та YOMMY. Аналіз поживного складу показав, що напій Alpro був лідером за вмістом білка (1,5 г/100 мл), Oatly – за вмістом жирів (3,0 г/100 мл), а рисові напої VIA MIA мали найвищий рівень вуглеводів (13 г/100 мл).

В роботі визначали висоту піни після збивання 100 г рослинного напою парою кавомашини з температурою пари 110 °С до досягнення температури 65 °С та після аналогічного збивання 100 г напою до 65 °С його вливали у 17,5 г еспресо. Висоту піни вимірювали в динаміці до 15 хвилин та після розмішування.

Для приготування еспресо використовували 100% арабіку різновидів Бурбон і Катурра походженням з Бразилії та Колумбії. Кава була обсмажена за тиждень до дослідження на ростері Giesen 15 kg, показник Agtron становив 58,3. Еспресо готували на La Marzocco Linea PB 3GR при температурі бойлера 90,8°С. Маса закладки становила 17 г, вихід одинарного еспресо – 17,5 г, час екстракції – 30 с. Показник TDS складав 8,62%, Extraction Yield – 17,75%.

У чистому вигляді найкращі результати первинного піноутворення показали Alpro (3,0 см) та Oatly (2,5 см). Стабільність піни (через 15 хв) - найвище відносне збереження у чистому вигляді зафіксовано у VIA MIA з фундуком (87,5%), проте з невеликим початковим об'ємом. Серед зразків із високою пінкою крашу стабільність продемонстрували Minor Figures (68,2%) та YOMMY (61,1%), тоді як Oatly мав найнижчий показник – 40,0%. Механічна стійкість після розмішування у чистому вигляді лідером став YOMMY (61,1%), а найнижчу стійкість виявив Alpro (33,3%), що доводить: значний початковий об'єм не гарантує міцності пінної структури. Максимальну висоту піни в кавовому середовищі сформував Oatly (2,3 см). Проте за довготривалою стабільністю та стійкістю після розмішування в еспreso найкращі результати показали YOMMY (64,7%) та Alpro (60,0% та 55,0% відповідно).

У напоях VIA MIA та YOMMY після контакту з кавою спостерігалось розшарування (від 2 до 3 шарів), що вказує на відсутність повної однорідності напою попри збереження висоти піни. Підвищений вміст білка (зокрема в Alpro) позитивно впливає на стабілізацію піни в кавових системах. Високий вміст вуглеводів (рисові напої) не забезпечує стійкості й провокує розшарування.

Отже, для професійного приготування кавових напоїв найбільш технологічно придатними є зразки з високим вмістом білка та збалансованою кількістю стабілізаторів, що дозволяє поєднати візуальний об'єм піни з її тривалою стійкістю після контакту з еспreso.

Список використаних джерел

1. Gupta A., Keast R., Liem D. G., Jadhav S. R., Mahato D. K., Gamlath S. (2025). Barista-Quality Plant-Based Milk for Coffee: A Comprehensive Review of Sensory and Physicochemical Characteristics. *Beverages*, 11(1), 24.

Боршевич Дімітріос
Науковий керівник – доц. Череватов В. Ф.

ВПЛИВ ВІДБОРУ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ ТА УМОВ МЕДОНОСНОЇ БАЗИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ

Бджільництво займає вагоме місце в аграрному секторі, оскільки сприяє запиленню сільськогосподарських культур та отриманню різноманітної продукції [1]. Бджолине обніжжя є основним джерелом білка для бджіл і має вирішальне значення для формування розплоду та підтримання нормального функціонування бджолиних сімей [2].

У сучасних умовах господарювання активно використовують пилковловлювачі для збору обніжжя. Результативність цього процесу значною мірою визначається особливостями кормової бази, яка впливає на наявність пилку та забезпеченість бджіл необхідними поживними речовинами [3].

Дослідження виконували на двох пасіках Чернівецької області з різними умовами кормової бази — у фруктовому саду та на присадибній території. Продуктивність бджолиних сімей оцінювали за вмістом перги, розвитком розплоду та рівнем медозбору (табл. 1).

Таблиця 1.
Показники розвитку бджолиних сімей

Локація	Перга (г/см ²)	Розплід(комірок)	Мед (г/см ²)
Сад	0,26 ± 0,02	4200 ± 180	0,45 ± 0,03
Присадибна ділянка	0,18 ± 0,01	3500 ± 160	0,32 ± 0,02

Аналіз показників розвитку свідчить, що бджолині сім'ї у фруктовому саду характеризуються вищими значеннями за всіма досліджуваними параметрами. Це зумовлено кращою кормовою базою та більш стабільним забезпеченням білковими ресурсами.

Результати збору бджолиного обніжжя у 2024–2026 роках показав стабільно вищі показники у бджолиних колоніях,

розміщених у фруктовому саду, порівняно з присадибною ділянкою (табл. 2).

Таблиця 2.

Збір бджолиного обніжжя протягом 2024-2026 роках

Рік	Сад(г)	Присадибна ділянка (г)
2024	138,8±2,7	40,5 ±10,5
2025	185,0±1,3	138,7±1,2
2026	162,6±1,0	133,0±1,3

Найбільша різниця відзначена у 2024 році, тоді як у 2025 році вона зменшилась за рахунок загального підвищення показників. Дані 2026 року підтверджують збереження цієї тенденції, із певною варіабельністю, зумовленою кліматичними умовами. Отже, ефективність збору обніжжя залежить як від типу медоносної бази, так і від міжрічних погодних коливань.

Список використаних джерел

1. Міщенко, О. А., Литвиненко, О. М., Афара, К. Д., & Криворучко, Д. І. (2021). Вплив відбору бджолиного обніжжя пилковловлювачем на льотну активність та поведінку бджіл-збиральниць квітового пилку. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 25.
2. Лосев, О.М., & Головецький, І.І. (2013). Методичний посібник для проведення лабораторних робіт з дисципліни «Технологія виробництва продукції бджільництва», 156.
3. Brodschneider, R., & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41(3), 278-294.

Бужак Дарина

Науковий керівник – доц. Дійчук В.В.

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ СЛИВОВИХ СОУСІВ

Сливові соуси є перспективною групою плодово-ягідної продукції, що поєднує високі органолептичні властивості, харчову цінність та технологічну доцільність виробництва. Плоди сливи характеризуються збалансованим вмістом вуглеводів, органічних кислот (яблучної, лимонної), пектинових речовин, мінеральних елементів і вітамінів, що обумовлює їх високу біологічну цінність та функціональні властивості.

Важливу роль у формуванні якості сливових соусів відіграють пектинові речовини, які забезпечують формування необхідної консистенції продукту. Органічні кислоти впливають на смак, а також підвищують мікробіологічну стійкість соусів. Вміст сухих речовин визначає густину, стабільність та здатність продукту до зберігання. Співвідношення цукрів і кислот формує гармонійний смаковий профіль, що є одним із ключових показників споживчої якості [1].

Оцінювання якості плодово-ягідних соусів ґрунтується на комплексному підході, який передбачає визначення їх сенсорної привабливості та фізико-хімічної стабільності. Сукупність цих показників дозволяє встановити відповідність продукту вимогам нормативної документації та споживчим очікуванням, а також оцінити вплив рецептурних компонентів на властивості продукту [2].

Серед фізико-хімічних показників важливе значення мають титрована кислотність і масова частка сухих речовин. Титрована кислотність характеризує вміст органічних кислот і впливає на смакові властивості та безпечність продукту. Масова частка сухих речовин визначає концентрацію розчинених компонентів і є показником, що впливає на текстуру, калорійність і стабільність соусу під час зберігання.

Метою роботи є вивчення та удосконалення рецептур сливових соусів та оцінка їх якості за органолептичними і фізико-хімічними показниками.

У роботі досліджено три види соусів: класичний сливовий соус, соус «Ткемалі» та соус «Мехікано», що відрізняються складом інгредієнтів і смаковими характеристиками.

Органолептична оцінка показала, що всі зразки відповідають вимогам якості плодово-ягідних соусів. Найвищу оцінку отримав соус «Мехікано» (4,9 бала), що характеризується насиченим смаком, вираженням ароматом і густою консистенцією.

За результатами фізико-хімічних досліджень встановлено, що титрована кислотність зразків становить 0,89-1,07 %, що відповідає нормативним значенням. Масова частка сухих речовин знаходиться в межах 63,6-76,3 %, що забезпечує належну консистенцію та стабільність продукту.

Отже, результати дослідження підтверджують, що рецептурний склад суттєво впливає на якісні показники сливових соусів. Досліджені продукти відповідають вимогам нормативної документації та характеризуються високими органолептичними властивостями, що свідчить про доцільність їх використання у виробництві.

Список використаних джерел

1. Srivastava, Prashant & Sit, Nandan (2024). A review on fruit and vegetable processing using traditional and novel methods. // *Future Postharvest and Food*, V.2, No.1., P. 4-26.
2. ДСТУ 8017:2015 Консерви. Соуси овочево-фруктові структуровані. Технічні умови.

Вайпан Анна-Крістіна
Науковий керівник – проф. Смага І. С.

ПОКАЗНИКИ ТА УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ У РІЛЬНИЦТВІ

Висока потенційна родючість ґрунтів України та сприятливі кліматичні умови дають можливість вирощувати різноманітні сільськогосподарські культури і розводити тварин, тобто забезпечити продовольчу безпеку держави. З огляду на обмеженість орнопридатних земель, особливої актуальності набувають проблеми підвищення ефективності їх використання, відтворення та підвищення продуктивного потенціалу.

Метою дослідження є оцінка сучасного рівня економічної ефективності використання орних земель в Україні.

Інтегральним показником економічної ефективності використання землі вважається вартість виробленої продукції рослинництва та тваринництва на одиницю площі сільськогосподарських угідь. Він дозволяє об'єктивно оцінювати результати діяльності суб'єктів господарювання в аграрному секторі, виявляти резерви для покращення технології виробництва та оптимізації використання ресурсів. Натуральні показники, як то кількість продукції з одиниці площі, виражають раціональність використання лише тієї частини сільськогосподарських угідь, з якої отримано продукцію, а вартісні – з усієї їх площі.

За наявними у відкритому доступі даними та розрахунками низки економічних показників ефективності використання орних земель, Україна поступається провідним країнам світу. В першу чергу це стосується рівня урожайності сільськогосподарських культур і продуктивності худоби та птиці. З іншого боку, Україна перебуває серед лідерів щодо виробництва окремих видів рослинницької продукції з розрахунку на одну особу. Це свідчить про переважне використання орних земель для потреб рослинництва. Водночас, у європейських країнах, на ґрунтах аналогічних до українських за якістю, отримують у 2-4 рази вищу урожайність основних культур за рахунок чіткого дотримання технологічних і

екологічних вимог при веденні землеробства.

Інша негативна тенденція в землеробстві – висока землемісткість вітчизняного аграрного виробництва, яка майже у 8 разів перевищує аналогічний показник у країнах Євросоюзу [1]. Крім того, в землеробстві України 79% отриманих прибутків забезпечує природна родючість ґрунтів, а лише 21% – впровадження технологій [2], що зумовлює зниження природного потенціалу та виснаження ґрунтів.

Ринкова ситуація змушує господарників вирощувати високо маржинальні культури нехтуючи правилами науково-обґрунтованого їх чергування, зокрема щодо рекомендованого терміну повернення культур на попереднє місце вирощування. Високий рівень рентабельності виробництва насіння соняшнику призвів до зростання його частки в посівній площі до 17,1% при тому що науково-рекомендована частка його в сівозміні – 12% [3]. Недостатні обсяги внесення мінеральних та, особливо органічних добрив, не забезпечують дотримання вимог землеробського закону повернення в ґрунт поживних речовин. Це стримує ріст врожаїв культур, а отже й погіршує показники економічної ефективності використання землі в аграрних підприємствах.

Отже, землеробські практики не завжди орієнтовані на оптимальне та ефективне використання землі, а тому виникає потреба вирішення проблем оптимізації структури посівних площ та здійснення заходів з відтворення родючості ґрунтів.

Список використаних джерел

1. Паляничко Н. І. (2016). Аналіз стану та ефективності використання земельних ресурсів в Україні. *Збалансоване природокористування*. № 1. С. 128–132.
2. Ресурсний потенціал аграрної сфери: проблеми та завдання ефективного використання (2013). Аналіт. доп. / О. В. Собкевич, В. М. Русан, А. Д. Юрченко, О. В. Ковальова [та ін.]. Київ : НІСД. 76 с.
3. Сільське господарство України за 2021 рік: статистичний збірник (2021). За ред. О. М. Прокопенко. Київ: Державна служба статистики України. 235 с.

Варадовська Діана
Наукова керівниця – доц. Літвіненко С.Г.

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З БІОЛОГІЇ ЗАСОБАМИ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Тестування є одним із варіантів системи контролю навчальних досягнень учнів. Ключові методичні засади поділяються на кілька критеріїв, такі як: функції контролю (оцінювання не лише результатів, а й виховує та розвиває учня). Розрізняють такі види оцінювання: формувальне, поточне, підсумкове. Формувальне оцінювання встановлює прогрес учня для підтримки навчання. Поточне оцінювання вчитель проводить на кожному уроці; воно має на меті одержання оперативної інформації, на основі якої учитель визначає свою наступну діяльність, свої подальші дії. Підсумкове оцінювання передбачає підсумковий контроль та має на меті надати об'єктивну інформацію про навчальні успіхи учня за чверть, півріччя, семестр, остаточне – за навчальний рік. Тому в підсумковому і остаточному контролі враховуються всі аспекти навчальної діяльності учнів [1]. Функції контролю, перевірки і оцінки навчальних досягнень учнів різнопланові. Учитель отримує інформацію про те, що учні знають, що вони розуміють правильно, а що неправильно, чи, можливо, матеріал взагалі не засвоєний. Зрештою, він критично оцінює і свою роботу, вносить зміни, коректує свої дії, визначає напрями подальшої, спільної з учнями діяльності. Інформацію одержує і учень, він бачить, що засвоїв добре, а над чим ще потрібно працювати.

Тестові опитування користуються значною популярністю під час онлайн-навчання, адже вони дозволяють швидко та ефективно перевірити рівень засвоєння учнями матеріалу та автоматично конструювати статистичні дані з успішності за підсумками проведених робіт. Добираючи матеріали та готуючи завдання для уроку, учитель повинен враховувати наступні рекомендації:

1) обсяг, інтенсивність та рівень складності завдань має бути вдвічі менший, ніж за звичайних уроків;

2) легше навантаження – менша тривалість заняття. Так, для молодших школярів один традиційний урок у 45 хвилин варто розбити на два окремі заняття;

3) учителю потрібно постійно отримувати від учнів фідбек, тобто зворотній зв'язок, в якому вони розповідають, чи сподобалися завдання, що було незрозуміло, з чим виникли найбільші труднощі тощо;

4) необхідно перевіряти складність завдань та за потреби замінювати їх на легші та доступніші;

5) варто структурувати навчальний матеріал, створюючи папки із завданнями на Google-диску чи інших ресурсах;

6) теорію краще викладати у презентації або підбирати відео;

7) слід використовувати різні типи завдань – тести, розгорнуті відповіді, вікторини, ігри, спільні проєкти тощо [2].

Найчастіше використовують прості платформи для створення тестів, які легкі у використанні, як учням так і вчителям: LearningApps, Classroom, Google Forms, Kahoot, Quizizz.

Отже, тестування, як вид оцінювання на даний час є досить популярним та ефективним у використанні як для вчителів. Так і для учнів. Наші дослідження пов'язані зі з'ясуванням ефективності проведення формуального, поточного та підсумкового оцінювання знань учнів шляхом використання можливостей кожної зі зазначених платформ.

Список використаних джерел

1. Малафійк, І. В. (2015). Методи контролю, перевірки і оцінки навчальних досягнень учнів. Дидактика новітньої школи (навч. посіб. для студентів ВНЗ). URL: https://pidru4niki.com/73701/pedagogika/metodi_kontrolyu_perevirki_otsinki_navchalnih_dosyaghen_uchnim
2. БУКІ. 7 сервісів для створення навчальних тестів та завдань онлайн. URL: <https://buki.com.ua/news/7-servisiv-dlya-stvorennya-navchalnykh-testiv-ta-zavdan-onlayn/>

Вікол Надія

Наукова керівниця – доц. Волощук О. М.

ІНТЕНСИВНІСТЬ УТВОРЕННЯ СУПЕРОКСИД АНІОН-РАДИКАЛУ У МІТОХОНДРІЯХ М'ЯЗІВ ТВАРИН ЗА УМОВ ТОКСИЧНОГО УРАЖЕННЯ АЦЕТАМІНОФЕНОМ НА ТЛІ АЛІМЕНТАРНОГО ДЕФІЦИТУ ПРОТЕЇНУ

В останні роки ацетамінофен широко використовують як ефективний засіб для зменшення больового синдрому при інтенсивних фізичних навантаженнях, що зумовлює необхідність детального вивчення його системного впливу на організм [1]. У науковій літературі основна увага дослідників зосереджена на механізмах гострого токсичного ураження печінки та нирок, що виникають внаслідок передозування препарату. Проте вплив ацетамінофену на метаболічні процеси у скелетних м'язах, попри їхню високу фізіологічну активність, залишається практично не вивченим. Особливої актуальності це питання набуває за умов аліментарного дефіциту протеїну, який обмежує ресурси антиоксидантного захисту та може посилювати чутливість м'язової тканини до дії ксенобіотика. Поєднання білкової недостатності та фармакологічного навантаження може створювати передумови для глибоких метаболічних зсувів у міоцитах.

Відомо, що одним з наслідків токсичного ураження ацетамінофеном є розвиток оксидативного стресу, ініційованого надмірною генерацією активних форм кисню. Зокрема, інтенсивність утворення супероксид аніон-радикала є критичним маркером ранніх порушень вільнорадикальних процесів у мітохондріях.

Мета роботи – оцінити інтенсивність утворення супероксид аніон-радикала у мітохондріях м'язів тварин за умов ацетамінофен-індукованого токсичного ураження на тлі аліментарного дефіциту протеїну.

Результати проведених досліджень показали, що група тварин, яким вводили токсичну дозу ацетамінофену та група комбінованого впливу (НПР/ТУ) продемонстрували достовірне зростання генерації супероксиду в мітохондріях м'язів, рівень якого в 1,5 ра-

зи перевищує показники контролю. У тварин, які перебували на низькопротеїновій дієті (НПР), не спостерігається підвищення генерації супероксидного аніон-радикалу в мітохондріях м'язів порівняно з контролем.

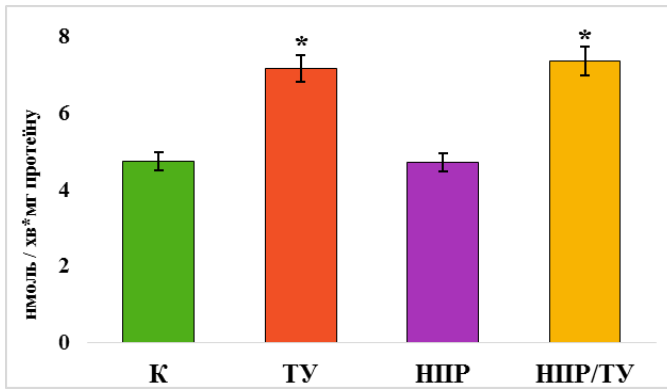


Рис. 1. Інтенсивність утворення супероксид аніон-радикалу у мітохондріях м'язів тварин за умов токсичного ураження на тлі аліментарного дефіциту протеїну

Примітка: К – тварини, які отримували повноцінний напівсинтетичний раціон (контроль); ТУ – тварини, яким моделювали токсичне ураження ацетамінофеном; НПР – тварини, які перебували на низькопротеїновій дієті; НПР/ТУ – тварини, яким на тлі низькопротеїнового раціону моделювали токсичне ураження;

** - статистично достовірна різниця порівняно з контролем, $p < 0,05$*

Отже, токсичне ураження ацетамінофеном зумовлює виражену інтенсифікацію прооксидантних процесів у м'язах і може посилювати вразливість міоцитів до оксидативного стресу, тоді як аліментарний дефіцит протеїну не індукує активацію продукування супероксиду.

Список літератури

1. Morgan P. T., Bowtell J. L., Vanhatalo A., Jones A. M., Bailey S. J. (2018). Acute acetaminophen ingestion improves performance and muscle activation during maximal intermittent knee extensor exercise. *European journal of applied physiology*. Vol. 118 (3). P. 595-605.

Гаврилиця Іван

Науковий керівник – асист. Тинкевич Ю.О.

ФІЛОГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ АБОРИГЕННИХ ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА СХІДНОЇ ЄВРОПИ ТА ІНВАЗІЙНИХ ВИДІВ РОДУ *HERACLEUM*

Борщівник (*Heracleum*) – це рід дво- й багаторічних рослин, які широко використовуються через лікарські, кормові, медоносні й ефіроносні властивості. Загалом налічується близько 90 представників роду, поширених переважно в горах помірної зони Європи й Азії. Територія України є природним ареалом борщівника європейського (*H. spondylium*) та карпатського (*H. carpaticum*). Окрім того, з 1960-их років у державних колгоспах УРСР як кормові рослини почали вирощувати кавказькі види гігантських борщівників Сосновського (*H. sosnowskyi*) і Мантегацці (*H. mantegazzianum*), що призвело до їх подальшої втечі у природні екосистеми й набуття статусу одних із найбільш небезпечних інвазійних видів. Інвазійні борщівники не мають природних ворогів, витісняють рідкісні світлолюбні рослини, а в умовах репродуктивної ізоляції утворюють спонтанні гібриди з місцевими видами роду. В цій роботі ми оцінили спорідненість найпоширеніших видів борщівників та теоретичну можливість гібридизації між ними.

Для дослідження з бази даних SRA були використані сирі геномні дані 23 зразків роду *Heracleum* та трьох представників споріднених родів *Pastinaca*, *Kalikia* і *Semenovia*, сиквеновані методами PacBio SMRT і Illumina. За допомогою кастомних Python-скриптів, які використовують інструменти HMMER, BLAST, MIRA, Bowtie2 та деякі інші, були зібрані та верифіковані основні варіанти нуклеотидних послідовностей двох ядерних ділянок - ITS1-2 35S рДНК і IGS+CDS 5S рДНК, а також, хлоропластної ділянки *rpl32-trnL*(UAG) Всі отримані набори послідовностей для кожної з трьох ділянок були вирівняні програмою MAFFT та використані для побудови maximum-likelihood філогенетичних дерев інструментом IQ-TREE.

[illegible]

Натомість аборигенний європейський вид *H. spondylium* виявився близькоспорідненим з кавказькими гігантськими борщівниками *H. sosnowskyi* та *H. mantegazzianum*. На філогенетичному дереві за хпДНК борщівник європейський і гігантські утворюють дві змішані клади, що не тільки підтверджує можливість гібридизації між ними, а й вказує на ймовірні випадки цього в їх еволюційному минулому.

Гендрусевич Уляна
Наукова керівниця – доц. Романюк О.М.

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ ФОРМ І ТЕХНОЛОГІЙ З БІОЛОГІЇ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС

Важливим засобом реалізації завдань сучасної освіти є інтегроване навчання, яке забезпечує встановлення міжпредметних зв'язків і формування цілісного уявлення про світ. Особливого значення інтеграція набуває у викладанні біології, адже ця наука тісно пов'язана з іншими природничими дисциплінами – фізикою, хімією, географією, математикою та астрономією. Такий підхід дозволяє учням краще зрозуміти складні природні явища, усвідомити їхню взаємозалежність і сформувати наукову картину світу. Крім того, інтегроване навчання сприяє розвитку мотивації до навчання, підвищує інтерес до предмета та створює умови для формування ключових компетентностей, необхідних для подальшої освіти і професійної діяльності [1].

Психолого-педагогічні дослідження свідчать, що інтеграція знань є ефективним засобом розвитку креативності та інтелектуальних здібностей учнів. Вона забезпечує не лише засвоєння навчального матеріалу, а й формування вмінь аналізувати, узагальнювати та застосовувати знання у нових ситуаціях. У процесі навчання біології інтеграція реалізується через використання різноманітних форм і методів: інтегрованих уроків, дослідницьких завдань, лабораторних робіт, проєктної діяльності, використання мультимедійних технологій та моделей.

Інтеграція біології з іншими природничо-математичними дисциплінами охоплює різні теми шкільного курсу та реалізується на всіх етапах навчання. Найбільш тісний зв'язок простежується з фізикою та хімією, оскільки біологічні процеси базуються на фізичних закономірностях і хімічних реакціях. Зокрема, вивчення процесів дихання, транспорту речовин і функціонування клітин пов'язане з поняттями дифузії, осмосу, тиску та властивостей речовин.

Важливу роль відіграє також інтеграція з географією та математикою, що дозволяє розглядати організми в контексті природних умов середовища та застосовувати кількісні характеристики. Окремі теми пов'язані з астрономією, що розширює уявлення учнів про вплив природних явищ на живі організми [2]. Такий підхід забезпечує формування цілісного наукового світогляду, сприяє розвитку логічного мислення та вміння комплексно застосовувати знання.

Інтегровані уроки біології доцільно організовувати з використанням різних форм і методів навчання, що поєднують зміст кількох дисциплін. Ефективними є уроки-дослідження, проєктні та практико-орієнтовані заняття, під час яких учні не лише засвоюють теорію, а й застосовують знання на практиці. Важливу роль відіграє використання лабораторних і демонстраційних дослідів, а також наочних засобів – моделей, презентацій, анімацій і цифрових симуляцій, що допомагають пояснювати складні процеси. Застосування творчих і дослідницьких завдань сприяє встановленню міжпредметних зв'язків, активізує пізнавальну діяльність учнів і підвищує їхню мотивацію до навчання.

Таким чином, використання інтегрованих форм і методів навчання активізує пізнавальну діяльність учнів, розвиває їхнє критичне та творче мислення, а також формує дослідницькі вміння. Це, у свою чергу, підвищує мотивацію до навчання та сприяє практичному застосуванню знань. Впровадження інтегрованого підходу у викладанні біології є важливою умовою формування компетентної, творчої та конкурентоспроможної особистості.

Список використаних джерел

1. Пушкарьова Т. О., Топузов О. М. (2019). Інтегративно-діяльнісна педагогіка: монографія. К. : Інститут педагогіки НАПН України, С. 280-284.
2. Вертиполох В. М. (2023). Інтеграція знань про природу як засіб активізації пізнавальної діяльності на уроках біології [Електронний ресурс] // На Урок. URL: <https://naurok.com.ua/stattya-integraciya-znan-pro-prirodu-yak-zasib-aktivizaci-piznavalno-diyalnosti-na-urokah-biologi-347974.html>.

Гергележіу Крістіна
Наукова керівниця – проф. Копильчук Г. П.

ВМІСТ SH- ГРУП У МІТОХОНДРІАЛЬНІЙ ФРАКЦІЇ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ЩУРІВ ЗА УМОВ ПРОТЕЇНОВОЇ НЕДОСТАТНОСТІ ТА АЦЕТАМІНОФЕН-ІНДУКОВАНОЇ ТОКСИЧНОСТІ

Окисно-відновні процеси з утворенням активних форм кисню (АФК) як побічних продуктів, слугує невід'ємною складовою нормального клітинного метаболізму. Однак, надмірне утворення АФК призводить до оксидативного стресу та незворотного пошкодження біомакромолекул [1].

Одними з ключових мішеней дії АФК є білки, у структурі яких відбуваються різні типи окислювальних модифікацій. Особливо чутливими до таких змін є тіолові (сульфгідрильні, SH-) групи цистеїнових залишків, які відіграють важливу роль у збереженні просторової структури білків, регулюванні їхньої функціональної активності, та забезпеченні редокс-сигнальних процесів у клітині.

Відомо, що ацетамінофен утворює реактивний метаболіт NAPQI, що зв'язується з тіоловими групами білків порушуючи їх функцію, а за умов протеїнової недостатності ці процеси посилюються, оскільки знижується синтез білків, що робить клітини більш вразливими до ушкодження.

З огляду на високу чутливість тіолових груп до активних форм кисню, їх вміст розглядають як важливий біомаркер окислювальної модифікації протеїнів та редокс-стану клітини [2].

Мета роботи – визначити вміст тіолових (SH-) груп як біохімічного маркера окислювальної модифікації білків у мітохондріях скелетних м'язів щурів на тлі протеїнової недостатності та за умов токсичного ураження ацетамінофеном.

Вміст SH-груп у мітохондріальних білках оцінювали у чотирьох експериментальних групах тварин: контрольна група (К), тварини які перебували на низькопротеїновому раціоні (НПР), тварини з індукованим токсичним ураженням ацетамінофеном (Ту), тварини на низькопротеїновому раціоні та індукованою токсичністю (НПР+Ту).

Встановлено, що введення ацетамінофену призводить до виснаження тілового резерву організму. Зокрема, вміст SH-груп у тварин, що отримували токсикант і перебували на повноцінному раціоні, зменшився у 1,4 рази порівняно з показниками контролю. Також, значні зміни зафіксовано у групі НПР+Ту, де вміст сульфгідрильних груп зменшився в 1,8 рази відносно контролю. Ймовірно, такі результати пов'язані з редукцією антиоксидантної системи організму, що призводить до вичерпання резервів тілових білків.

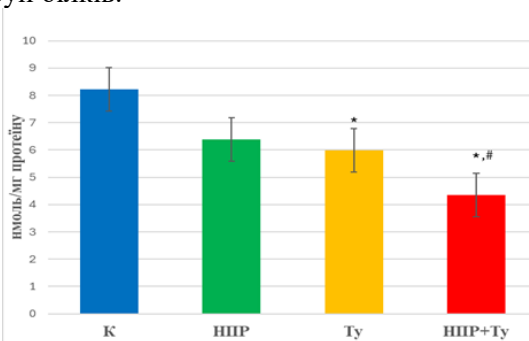


Рис. 1. Вміст SH-груп у скелетних м'язів щурів за умов протеїнової недостатності та ацетамінофен-індукованої токсичності

*Примітка: К – контрольна група тварин; НПР – низькопротеїновий раціон; Ту – токсичне ураження ацетамінофеном; НПР+Ту – низькопротеїновий раціон та токсичне ураження; * – статично достовірна різниця порівняно з контролем, $P \leq 0,05$; # – статистично достовірна різниця порівняно з групою ТУ, $P \leq 0,05$.*

Отже, отримані результати свідчать про інтенсифікацію процесів окислювальної модифікації білків за умов токсичного впливу ацетамінофену, що посилюється при недостатньому протеїновому забезпеченні організму.

Список використаних джерел

1. Lennicke, C., & Cochemé, H. M. (2021). Redox metabolism: ROS as specific molecular regulators of cell signaling and function. *Molecular cell*, 81(18), 36913707.
2. Averill-Bates, D. (2024). Reactive oxygen species and cell signaling. Review. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research*, 1871(2), 119573.

Глевко Юлія

Науковий керівник – доц. Літвіненко С.Г.

МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ МОТИВАЦІЙ ДО ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ В УЧНІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНТЕГРОВАНОВОГО КУРСУ «ЗДОРОВ'Я, БЕЗПЕКА ТА ДОБРОБУТ»

Методична система формування в учнів мотивації до здорового способу життя, що реалізується в межах інтегрованого курсу «Здоров'я, безпека та добробут», є важливим елементом сучасної освіти. Її призначення полягає не лише у передачі знань, а у формуванні в учнів відповідального ставлення до власного здоров'я та здатності приймати усвідомлені життєві рішення.

Окрему увагу слід приділити нормативно-методичному забезпеченню викладання курсу, яке визначає загальні підходи до його реалізації в освітньому процесі. На сьогодні розроблено п'ять модельних навчальних програм інтегрованого курсу «Здоров'я, безпека та добробут», які рекомендовані Міністерством освіти і науки України (наказ від 12.07.2021 р. № 795). Така варіативність програмних підходів свідчить про відсутність єдиної уніфікованої моделі викладання та водночас відкриває можливості для адаптації змісту й методів навчання відповідно до конкретних освітніх умов [1], що свідчить про варіативність підходів до викладання та необхідність вибору оптимальної методичної моделі залежно від освітніх умов.

Одним із ключових елементів методичної системи є мотиваційний компонент, який передбачає формування в учнів внутрішньої потреби дбати про власне здоров'я. Це досягається через використання інтерактивних методів навчання, таких як дискусії, рольові ігри, проектна діяльність, аналіз життєвих ситуацій, що дозволяє учням не лише отримувати знання, а й усвідомлювати їхню практичну значущість.

Змістовий компонент методичної системи включає питання фізичного здоров'я, психічного благополуччя та соціальної безпеки.

Такий підхід дозволяє формувати у школярів комплексне розуміння здорового способу життя як багатовимірною явища.

Важливу роль у формуванні мотивації відіграє діяльнісний підхід, який передбачає активне залучення учнів до практичної діяльності: участь у спортивних заходах, соціальних проєктах, тренінгах, волонтерській діяльності. Саме через власний досвід учні найкраще засвоюють цінності здорового способу життя та усвідомлюють їх значущість.

Ціннісний компонент мотивації до здорового способу життя пов'язаний із формуванням у учнів системи життєвих орієнтацій і переконань. У цьому контексті, як зазначає О. Сабадуха [2], профілактика психологічних порушень передбачає формування у особистості усвідомленого ставлення до власного здоров'я як до ресурсу життєдіяльності.

Результативність методичної системи безпосередньо пов'язана з тим, наскільки доцільно інтегровані сучасні освітні інструменти в навчальний процес. Йдеться не просто про використання технологій як таких, а про їхню функціональну роль у залученні учнів до активної пізнавальної діяльності. Інформаційно-комунікаційні засоби, зокрема цифрові платформи, відеоконтент та інтерактивні матеріали, створюють умови для кращої візуалізації навчального змісту та полегшують його сприйняття.

Отже, формування мотивації до здорового способу життя слід розглядати як цілісну систему, що включає взаємопов'язані компоненти та вимагає узгодженого впровадження. Її результативність визначається не лише змістовим наповненням, а передусім характером педагогічної взаємодії, здатністю вчителя організувати діяльність учнів і рівнем їхньої включеності в освітній процес.

Список використаних джерел

1. Півненко Ю. Інтегрований курс «Здоров'я, безпека та добробут». URL: <https://znayshov.com/FR/16179/714-180-191.pdf> (дата звернення: 21.03.2026).
2. Сабадуха О. (2020). Проблема профілактики психологічного здоров'я сучасної людини. Psychology of personality. Т. 10, № 1. С. 172–177. URL: <https://doi.org/10.15330/ps.10.1.172-177> (дата звернення: 17.03.2026).

Гнатюк Микола

Науковий керівник – асист. Череватов О. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПУЛЯЦІЙ БДЖІЛ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ISSR-МАРКЕРІВ

Протягом останніх років ISSR-маркери стали все частіше застосовуватися для досліджень популяційної генетики бджіл.

Дослідження даних маркерів відрізняється дешевизною, простотою у виконанні і при цьому за інформативністю не поступаються багатьом іншим методам. Їх було успішно застосовано для оцінки генетичного різноманіття, розрізнення окремих популяцій медоносних бджіл, встановлення гібридизацій і інтрогресії між ними, тощо.

При цьому популяції медоносної бджоли на території України залишаються одними із найменш досліджених у світі.

Тому метою даної роботи було дослідження українських медоносних бджіл, а саме бджіл із Закарпатської області за допомогою маркерів ISSR, зокрема виявлення ISSR, що є поліморфними в межах даної популяції, підбір праймерів, що якнайкраще відображатимуть генетичне різноманіття в ній, а також розрізнення окремих популяцій в межах області. Отримані результати будуть корисними в подальших дослідженнях генетичної структури даної популяції, допоможуть при плануванні заходів зі збереження біорізноманіття, у розробці ефективних стратегій у комерційному бджільництві, а також допоможуть обмежити деструктивний вплив людини на популяції медоносних бджіл в регіоні.

На сьогоднішній день ISSR-маркери були успішно застосовані в дослідженнях генетичної структури популяцій бджоли медоносної по всьому її природньому ареалі й, зокрема, на території Європи.

Дослідження ISSR з використанням праймерів із трьох і чотирьохнуклеотидними повторами показало свою ефективність для розрізнення окремих популяцій, встановлення генетичних відстаней між ними і навіть встановлення філогенії [Seksteryte et al., 2012].

Загальна ДНК бджіл екстрагувалася і очищувалася за стандартною методикою. Для перевірки якості виділення ДНК проводили її електрофорез в 1%-му агарозному гелі. Для ампліфікації ділянок ISSR застосовувалися праймери Be-1 — Be-9, що до цього застосовувалися для дослідження медоносних бджіл з інших регіонів. Продукти ПЛР розділялися за допомогою електрофорезу, їх лінії співставлялися із лініями маркера для визначення довжини ДНК-фрагментів.

В результаті порівняння результатів електрофоретичного розділення продуктів ПЛР із різними праймерами було отримано наступні результати:

1) Продукти ПЛР із усіма праймерами за винятком Be-7 і Be-8 дали чіткі лінії на електрофорезі.

2) ПЛР із праймерами Be-3, Be-5, Be-6, Be-9 дають однакові набори продуктів для всіх досліджених зразків ДНК, тоді як ПЛР з праймерами Be-1, Be-2, Be-4 дає смуги, що відрізняються для різних зразків, показуючи поліморфізм.

3) Три зразки Zk-2, Zk-5 і Zk-10 завжди дають однакові набори смуг для кожного з праймерів, зразок Zk-1 відрізняється від цих трьох загалом за чотирма лініями при використанні трьох праймерів (Be-1: 1500 нп, 1000 нп; Be-2: 1200 нп, 400 нп; Be-4: 1200 нп), тоді як зразок Zk-8 — трьома лініями для двох праймерів, також одна лінія (Be-2: 400 нп) об'єднує Zk-1 і Zk-8 і протиставляє трьом іншим. Таким чином, зразки Zk-2, Zk-5 і Zk-10 відрізняються між собою значно менше ніж із двома іншими, тобто імовірно відповідають окремому типу бджіл. Це свідчить про те, що на досліджуваній території присутні як мінімум два варіанта медоносних бджіл. Також необхідні подальші дослідження для встановлення їх більш точної підвидової/популяційної належності та більш повного з'ясування генетичної структури цих популяцій.

Гончарук Станіслав
Науковий керівник – проф. Волков Р. А.

ГЕНЕТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ МЕТЕЛИКІВ РОДИНИ СИНЯВЦЕВІ (*LYCAENIDAE*) НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПОСЛІДОВНОСТІ ГЕНА ЦИТОХРОМОКСИДАЗИ I

Родина *Lycaenidae* – друга за чисельністю родина метеликів після *Nymphalidae*, налічує приблизно 6 000 видів, розподілених у сімох підродинах. Види цієї родини досить поширені по всьому світу та відзначаються великим різноманіттям у морфології та екології. Синявцеві мешкають переважно в луках і степах, лісах та узліссях, болотах та вологих луках, а деякі пристосовані до високогірних умов. Більшість видів родини (близько 75 %) пов'язані з мурахами, утворюючи взаємовигідні симбіотичні відносини (тобто мірмекофілію), і, вірогідно, ці відносини пов'язані з географічним поширенням [1]. Однак їх визначення, таксономія та філогенія досі проблематичні для сучасної науки. Для *Lycaenidae* характерні явища, які значно ускладнюють їх вивчення. Вони включають конвергентну еволюцію, мімікрію, крипсис, апосематизм та ін. Часто види в межах цієї родини неможливо відрізнити морфологічно, з чого випливає необхідність у подальшому їх аналізі з використанням молекулярних даних.

Метою нашої роботи було проаналізувати генетичне різноманіття українських представників родини *Lycaenidae* за допомогою ділянки CO1 мтДНК.

Для аналізу використовували метеликів, які зберігались в 70% розчині етилового спирту. Загальну ДНК із семи екземплярів виділяли СТАВ-методом, використовуючи в якості детергенту цетавлон. Якість отриманих препаратів ДНК перевіряли методом гель-електрофорезу в 1,5%-му агарозному гелі. Для ампліфікації застосовували специфічні праймери, що забезпечують високу ефективність ампліфікації цільової ділянки мітохондріальної ДНК. Далі очищували за допомогою хлороформ-ізоамілової суміші (24:1) для видалення праймерів, нуклеотидів та інших домі-

шок та відправляли на секвенування для отримання послідовностей нуклеотидів. Послідовності гена CO1 мтДНК були вирівняні та проаналізовані з використанням відповідного програмного забезпечення. BLAST-аналіз підтвердив належність досліджених зразків до трьох видів: *Lycaena dispar*, *Cupido argiades* та *Polyommatus icarus*. Високий рівень гомології з послідовностями GenBank (98–100%) підтверджує точність видової ідентифікації. Вирівнювання послідовностей виявило чисельні SNP. Внутрішньовидова однорідність висока, за винятком поодиноких замін: A → G у *Lycaena* та дві T → C у *Polyommatus*. Ці варіації вказують на індивідуальні мутації або потенційну криптичну мінливість, що потребує додаткового вивчення. Побудована ML-дендрограма підтвердила поділ зразків на три клади: *Lycaena*, *Cupido* та *Polyommatus*. Через виявлену неоднорідність усередині роду *Polyommatus* проведено розширений аналіз із залученням референсних послідовностей GenBank для видів, поширених у Чернівецькій області (*P. eroides*, *P. thersites*, *P. daphnis*, *P. icarus*, *P. bellargus*). Зразок Pol4 демонструє найвищу спорідненість із референсними послідовностями *P. icarus*, що підтверджує його видову належність. Зразки Pol1-3 та Pol5-6 сформуvalи окрему субкладу в межах групи *P. icarus*. Найбільш вірогідним поясненням такої відокремленості є внутрішньовидова генетична варіація або субпопуляційна структура *P. icarus*. Отже, найвищою мінливістю серед порівнюваних зразків характеризується популяція *P. icarus*, що підкреслює необхідність подальшого дослідження із залученням інших маркерних систем, детального морфологічного аналізу, значним розширенням досліджуваної вибірки та врахуванням ширшого спектру додаткових даних.

Список використаних джерел

1. Chen, W. T., Li, M., Hu, S. Y., Wang, S. H., & Yuan, M. L. (2023). Comparative mitogenomic and evolutionary analysis of Lycaenidae (Insecta: Lepidoptera): Potential association with high-altitude adaptation. *Frontiers in genetics*, 14, 1137588. <https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1137588>

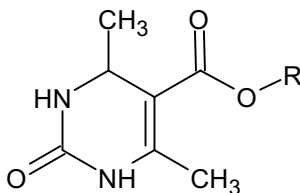
Грабовський Дмитро
Наукова керівниця – доц. Скрипська О.В.

КОМП'ЮТЕРНИЙ СКРИНІНГ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ТА СИНТЕЗ ПОХІДНИХ 3,4-ДИГІДРОПІРИМІДИН-2-ОНУ

Застосування методів комп'ютерного моделювання (*in silico*) є стратегічно важливим підходом у сучасному пошуку біологічно активних сполук. Впровадження віртуального скринінгу дозволяє суттєво інтенсифікувати процес дизайну нових лікарських засобів, мінімізувати економічні витрати та забезпечити високу точність відбору перспективних хемотипів для подальшого хімічного синтезу й фармакологічного скринінгу.

Особливий інтерес для медичної хімії становлять похідні 3,4-дигідропіримідин-2-ону. Даний клас гетероциклічних систем характеризується високим терапевтичним потенціалом, зокрема доведеною протипухлинною, антибактеріальною, противірусною, гіпотензивною та антиоксидантною активністю [1, 2]. Розробка нових селективних біомолекул на основі дигідропіримідинового ядра залишається актуальним завданням.

Як модельні сполуки для комп'ютерного скринінгу обрали похідні 3,4-дигідропіримідин-2-ону такої структури:



де R = C₂H₅, K, C₄H₉, CH₂CH₂N(CH₃)₂, CH₂CH₂N(CH₃)₃,
CH₂CH₂N(CH₃)₂C₂H₅, CH₂CH₂N(CH₃)₂C₃H₇, CH₂CH₂N(CH₃)₂C₄H₉

Синтез вихідної сполуки – етил-4,6-диметил-2-оксо-1,2,3,4-тетрагідропіримідин-5-карбоксилату – здійснювали шляхом трикомпонентної циклоконденсації етилацетоацетату, ацетальде-

гїду та сечовини за кип'ятіння в оцтовій кислоті. Одержаний продукт у подальшому піддавали переестерифікації та проводили алкілювання диметиаміноетилкарбоксилату.

Для прогнозування пероральної біодоступності та оцінки фармакокінетичного потенціалу досліджуваних похідних 3,4-дигідропіримідин-2-ону було проведено теоретичний розрахунок молекулярних дескрипторів лікоподібності з використанням веб-ресурсу <http://www.swissadme.ch/>. Досліджувані сполуки мають високу ймовірність ефективної абсорбції та мембранної проникності, оскільки їх фізико-хімічні параметри не перевищують граничних значень параметрів лікоподібності Ліпінського.

За результатами прогнозного моделювання на платформі ProTox-3 (<https://tox.charite.de/protox3>), досліджувані похідні 3,4-дигідропіримідин-2-ону класифіковано як практично нетоксичні сполуки (5 клас токсичності). Розрахункове значення середньолетальної дози LD₅₀ при пероральному введенні становить 2495 мг/кг із точністю прогнозу 67%. Аналіз специфічної токсичності вказує на низьку ймовірність кардіо- та гепатотоксичного впливу (відповідно у межах 67-76% та 67-79% ймовірності безпечності). Водночас виявлено схильність до нейротоксичної та нефротоксичної дії, середня ймовірність яких оцінюється у 51-57% та 54-65% відповідно.

За результатами прогнозування досліджені похідні 3,4-дигідропіримідин-2-ону є перспективними для проведення експериментальних біологічних досліджень.

Список використаних джерел

1. Sánchez-Sancho F, Escolano M, Gaviña D, Csáky AG, Sánchez-Roselló M, Díaz-Oltra S, Del Pozo C. (2022). Synthesis of 3,4-Dihydropyrimidin(thio)one Containing Scaffold: Biginelli-like Reactions. *Pharmaceuticals (Basel)*, 2022. 15(8):948.
2. Єфтенєва Р.І., Вовк М.В., Лявинець О.С. (2012). Синтез і антиоксидантні властивості похідних 3,4-дигідропіримідин-2-онів. *Наук. вісник ЧНУ*, 2012. Вип. 606. С. 43-48.

Грек Тетяна
Науковий керівник – проф. Волков Р. А.

АНАЛІЗ ГЕНЕТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНСЬКИХ ПОПУЛЯЦІЙ ІНВАЗІЙНОЇ РОСЛИНИ *IMPATIENS PARVIFLORA* DC ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ISSR-МАРКЕРІВ

Інвазійні чужорідні види є однією з ключових загроз біорізноманіттю в глобальному масштабі. Їхній вплив не обмежується біологічною сферою – інвазії мають відчутні економічні та соціальні наслідки, зокрема витіснення аборигенних видів і трансформація природних екосистем. Серед видів, що активно поширюються на території Європи та України, особливої уваги заслуговує *Impatiens parviflora* DC. – однорічна рослина родини бальзамінових, природний ареал якої охоплює регіони Центральної та Північно-Східної Азії.

Незважаючи на повсюдне поширення цього виду в Україні, генетичне різноманіття його українських популяцій залишалося недостатньо вивченим. Дослідження генетичного різноманіття інвазійних видів є важливим як для розуміння механізмів інвазії, так і для оцінки пов'язаних екологічних ризиків. Метою цієї роботи був аналіз генетичного поліморфізму українських популяцій *I. parviflora* з використанням ISSR-маркерів, які дозволяють оцінити мінливість на рівні цілого геному.

Матеріалом слугували 29 зразків *I. parviflora*, зібраних на території України та Польщі. ДНК виділяли з свіжих та гербаризованих листків рослин цетавлоновим методом. Ампліфікацію ISSR-маркерів виконували методом ПЛР із використанням шести стандартних праймерів із набору UBC (University of British Columbia). Генетичну структуру популяцій аналізували за допомогою програмного забезпечення STRUCTURE 2.3.4. Аналіз головних координат (PCoA) проводили за допомогою програми DARwin 6.0.21.

За результатами аналізу досліджені зразки утворюють два основні генетичні кластери (Рис.). У частині зразків обох кластерів виявлено взаємну домішку генетичного матеріалу, частка якої

варіансе в широких межах і в окремих випадках перевищує 10%, що свідчить про генетичне змішування між варіантами у геномах.

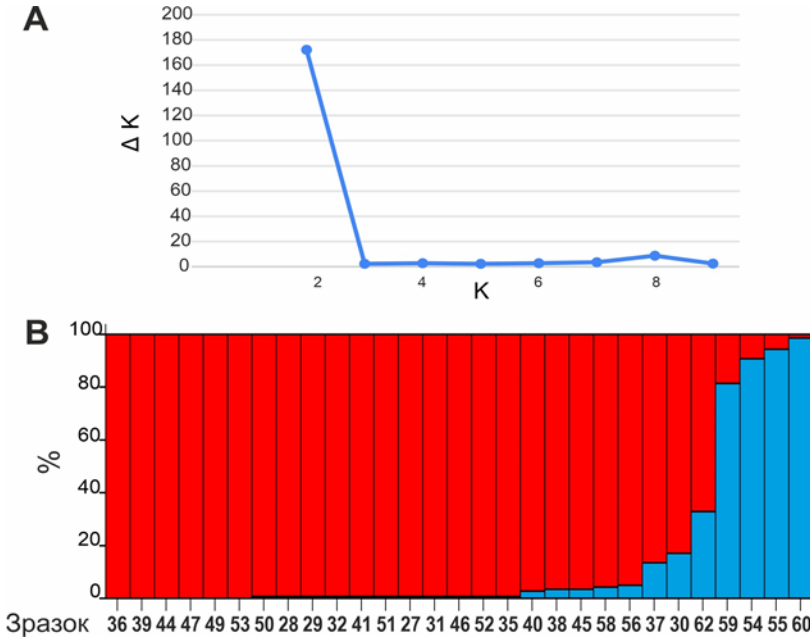


Рис.1. Аналіз генетичних кластерів за розподілом ISSR-маркерів з використанням програми STRUCTURE. (A) – Залежність між ΔK та кількістю кластерів (K). (B) – генетична конституція зразків *I. parviflora*, представлених як вертикальні стовпчики. Червоним та синім показаний вміст генетичного матеріалу двох основних кластерів.

Аналіз головних координат (PCoA), проведений для оцінки генетичної подібності між зразками, показав щільне групування першого кластера. Зразки другого кластера виявилися значно більш розосередженими – як між собою, так і відносно решти вибірки. Це дозволяє розглядати їх як окремі рідкісні генетичні варіанти, виникнення яких ймовірно пов'язане із процесами гібридизації.

Гуменюк Ліліана
Науковий керівник – доц. Худа Л.В.

ІММОБІЛІЗОВАНІ ЦІАНОБАКТЕРІЇ *NOSTOC* ЯК ІНСТРУМЕНТ БІОРЕМЕДІАЦІЇ ВОДОЙМ ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Руйнування промислових об'єктів, складів паливно-мастильних матеріалів та масова детонація боєприпасів спричиняють масштабне надходження у довкілля токсичних металів, серед яких Pb, Cu, Cd, Zn. Важкі метали характеризуються високою стійкістю у природних умовах, біоаккумуляцією та токсичністю навіть у низьких концентраціях. Традиційні фізико-хімічні технології очищення води часто є енергоємними та призводять до утворення значних обсягів вторинних відходів. Натомість біотехнологічні підходи, засновані на процесах біосорбції та біоаккумуляції важких металів мікроорганізмами, є економічно вигідною та екологічно безпечною альтернативою. Ефективність таких систем значною мірою залежить від стабільності біомаси мікроорганізмів та можливості її багаторазового використання.

Одним із перспективних рішень є іммобілізація клітин у матрицю природних полімерів, зокрема альгінатів, які самі по собі є потужними сорбентами завдяки наявності великої кількості карбоксильних груп. Серед мікроорганізмів, перспективних в біореємедіаційних технологіях, нашу увагу привернули ціанобактерії роду *Nostoc* з огляду на кілька причин. Насамперед, завдяки їхній здатності синтезувати фітохелатини, які зв'язують важкі метали у внутрішньоклітинні інертні комплекси та екзополісахариди, що у поєднанні з альгінатами підвищує сорбційну ємність гранул. Окрім того, для них притаманна можливість формування гетероцист – спеціалізованих клітин для фіксації атмосферного азоту, що забезпечує життєздатність популяції навіть у дефіцитних за нутрієнтами водоймах. Загалом, ці мікроорганізми еволюційно пристосовані до екстремальних умов та відрізняються високою стійкістю до стресорних факторів. Ймовірно, в іммобілізованому стані вони зможуть зберігати життєздатність довше у порівнянні з іншими мікроорганізмами. Для очищення водойм

можна використовувати фотобіореактори відкритого типу або засипати гранули з мікроорганізмами в сітчасті контейнери чи імпровізовані фільтри. Саме наявність гранул дозволяє з легкістю вилучати відпрацьовані ціанобактерії з адсорбованими металами з водойми для подальшої утилізації. Окрім того, альгінатний носій захищає мікроорганізми від «шокових» концентрацій забруднювачів, механічних пошкоджень чи хімічних впливів.

У дослідженні апробовано методику іммобілізації ціанобактерій *Nostoc sp.* у матриці альгінату натрію. Нативний штам культивували на поживному середовищі Фіцджеральда з подальшою стандартизацією біомаси до концентрації 1×10^6 кл/мл. Інкапсуляцію здійснювали шляхом крапельного дозування суміші у розчин хлориду кальцію [1], що дозволило отримати гомогенні альгінатні сфери діаметром близько 3 мм (рис.1).

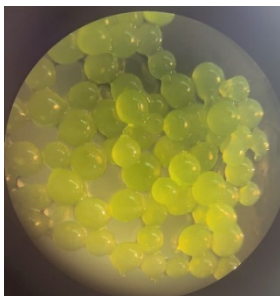


Рис. 1 Альгінатні гранули з *Nostoc sp.*

Експериментально підтверджено збереження життєздатності та метаболічної активності клітин *Nostoc sp.* всередині полімерної матриці. Отриманий гранульований біоматеріал демонструє механічну стабільність, що є ключовою вимогою для його подальшого використання у проточних системах очищення водойм.

Список використаних джерел

1. Moreno-Garrido, I. (2013). Microalgal Immobilization Methods. In: Guisan, J. (eds) Immobilization of Enzymes and Cells. *Methods in Molecular Biology*, vol 1051. Humana Press, Totowa, NJ.

Давидюк Віталій
Науковий керівник – доц. Дійчук В.В.

ПЕРЕТИНКИ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ІНГРЕДІЄНТ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Перетинки волоського горіха, як побічний продукт, привертають значну увагу як перспективне джерело біологічно активних речовин. Їх раціональне використання відповідає сучасним тенденціям створення функціональних харчових продуктів. У літературі [1, 2] показано, що перетинки містять значну кількість поліфенольних сполук, дубильних речовин, а також мікроелементів, що обумовлює їх антиоксидантні, антимікробні та протизапальні властивості.

В роботі [3] встановлено, що екстракти перетинок волоського горіха здатні пригнічувати процеси перекисного окиснення ліпідів, що робить їх перспективними як натуральні антиоксиданти у харчових системах. Зокрема, доведено ефективність використання екстрактів у жировмісних продуктах, де вони сприяють підвищенню окисної стабільності та подовженню терміну зберігання. Крім того, наявність біологічно активних компонентів дозволяє розглядати перетинки як функціональний інгредієнт для збагачення харчових продуктів.

На основі отриманих попередніх результатів дослідження вологості повітряно-сухих перетинок і їх екстрактивності у водно-спиртових системах та аналізу літературних даних обґрунтовано доцільність використання перетинок волоського горіха у харчових технологіях як у формі порошку, так і екстрактів. Порошок може застосовуватися як функціональна добавка до борошняних кондитерських виробів, зокрема імбирного печива, забезпечуючи підвищення антиоксидантної цінності продукту. Водні та водно-спиртові екстракти доцільно використовувати як природні антиоксиданти у жирових системах, а також у складі функціональних напоїв і соусів [1, 3].

Перевагами використання перетинок волоського горіха є їхнє природне походження, наявність комплексу біологічно активних речовин, можливість підвищення харчової цінності продуктів і подовження терміну їх зберігання. Водночас слід враховувати можливий вплив на органолептичні показники, зокрема появу терпкого присмаку, що потребує оптимізації дозування. Також важливим є врахування алергенного потенціалу продуктів переробки горіхів.

Отже, результати дослідження підтверджують перспективність використання перетинок волоського горіха як функціонального інгредієнта у харчовій промисловості та доцільність подальших досліджень, спрямованих на оптимізацію технологічних параметрів їх застосування у різних харчових системах.

Список використаних джерел

1. Zhan Y., Ma M., Chen Z., Ma A., Li S., Xia J., Jia Y. (2023). A Review on Extracts, Chemical Composition and Product Development of Walnut Diaphragma Juglandis Fructus. *Foods*. Vol. 12, No. 18. P. 3379.
2. Zhang Y.-G., Kan H., Chen S.-X., Thakur K., Wang S., Zhang J.-G. (2020). Comparison of phenolic compounds extracted from Diaphragma juglandis fructus using different extraction methods. *Food Chemistry*.
3. Zhang L., Li Q., Gao Y., Yu X. (2022). Utilization of Diaphragma juglandis extract as a natural antioxidant for improving the oxidative stability of soybean oil during deep frying. *Food Chemistry: X*.

Данильчик Христина
Наукова керівниця – доц. Волощук О.М.

ВМІСТ ЗАГАЛЬНОГО УБІХІНОНУ В ПЕЧІНЦІ ТВАРИН ПРИ ІНТОКСИКАЦІЇ АЦЕТАМІНОФЕНОМ ЗА УМОВ ВВЕДЕННЯ ГРИБНОГО ЕКСТРАКТУ *HERICIUM FLAGELLUM*

Ефективність клітинного енергозабезпечення залежить від функціонування мітохондріального електронтранспортного ланцюга (ЕТЛ). Важливим його компонентом є убіхінон (коензим Q) – мобільний переносник електронів, що забезпечує спряження окиснення з фосфорилуванням АДФ. Відновлена форма убіхінону захищає мітохондріальні мембрани від окисного стресу, а порушення його вмісту є маркером мітохондріальної дисфункції, зокрема при токсичних ураженнях печінки [1].

Поширеною моделлю гепатотоксичності є інтоксикація ацетамінофеном (APAP). У високих дозах він спричиняє накопичення реактивного метаболіту N-ацетил-*p*-бензохіноніміну (NAPQI), що призводить до виснаження вмісту глутатіону, пошкодження мітохондрій і порушення переносу електронів [2].

Перспективним напрямком є пошук природних гепатопротекторів. Особливий інтерес становлять гриби роду *Hericium*, багаті на біологічно активні вторинні метаболіти з антиоксидантними властивостями. Водночас вид *Hericium flagellum* (*Hericium alpestre*) залишається недостатньо дослідженим, а його вплив на систему убіхінону практично не вивчений [3].

Мета дослідження – визначення загального вмісту убіхінону за умов ацетамінофен-індукованого ушкодження печінки.

Отримані результати показали, що інтоксикація ацетамінофеном спричиняє зниження вмісту загального убіхінону, тоді як введення спиртового екстракту *Hericium flagellum* підвищує його рівень. У тварин, яким екстракт вводили після токсичного ураження, спостерігалось відновлення вмісту убіхінону до контрольних значень, що свідчить про позитивний вплив екстракту на процеси енергозабезпечення в печінці.

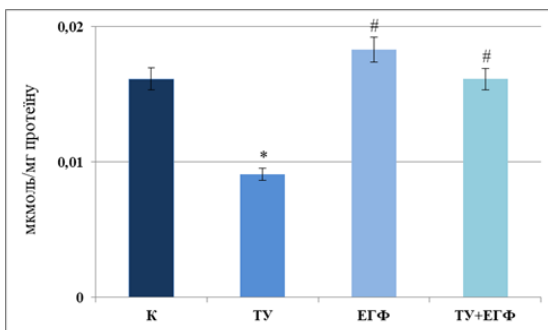


Рис. 1. Вміст загального убіхінону в мітохондріях печінки за умов введення спиртового екстракту *Hericium flagellum* та передозування ацетамінофеном

Примітка: К – контроль; ТУ – тварини, які отримували токсичну дозу ацетамінофену; ЕГФ – тварини, які отримували екстракт *Hericium flagellum* протягом 10 днів у дозі 200 мг/кг маси тіла; ТУ+ЕГФ – тварини, які перед моделюванням токсичного ураження отримували екстракт *Hericium flagellum* протягом 10 днів у дозі 200 мг/кг маси тіла.

* – статистично достовірна різниця порівняно з контролем, $P < 0,05$

– статистично достовірна різниця порівняно з групою ТУ, $P < 0,05$

Отже, застосування етанольного екстракту *Hericium flagellum* сприяє відновленню вмісту загального убіхінону при токсичному ураженні печінки, що свідчить про його потенційні відновлювальні властивості та здатність підтримувати мітохондріальне енергозабезпечення.

Список використаних джерел

1. Zhao R.Z., Jiang S., Zhang L., Yu Z.B. (2019). Mitochondrial electron transport chain, ROS generation and uncoupling (Review). *Int J Mol Med*. Vol. 44, no. 1. P. 3–15.
2. Yan M., Huo Y., Yin S., Hu H. (2018). Mechanisms of acetaminophen-induced liver injury and its implications for therapeutic interventions. *Redox Biol*. Vol. 17. P. 274–283.
3. Sum W.C., Ebada S.S., Kirchenwitz M., Kellner H., Ibrahim M.A.A., Stradal T.E.B., Matasyoh J.C., Stadler M. (2023). Hericioic Acids A–G and Hericofuranoic Acid; Neurotrophic Agents from Cultures of the European Mushroom *Hericium flagellum*. *J Agric Food Chem*. Vol. 71, no. 29. P. 11094–11103.

Данко Олександра
Науковий керівник – доц. Романюк О.М.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИЧОГО ПРОФІЛЮ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

В Україні, як і в багатьох інших країнах, постає питання вдосконалення системи освіти, особливо на етапі старшої школи, щоб забезпечити глибше врахування індивідуальних особливостей та здібностей учнів. Одним із ефективних шляхів вирішення цього завдання є впровадження профільного навчання в старших класах. Актуальним завданням сучасного педагога є необхідність сформувати в учнів цілісне уявлення про єдність живої природи в умовах сучасних екологічних викликів. Профільне навчання сприяє поглибленню цих знань і, водночас, допомагає учням у майбутньому орієнтуватись у своїх навичках та свідомо обрати професію [2].

Реформа профільної середньої освіти в Україні передбачає 12-річне навчання та створення академічних ліцеїв із можливістю вибору профілю й предметів. Вона спрямована на підвищення якості освіти, індивідуалізацію навчання та професійне самовизначення. Одним із пілотних навчальних закладів, які впроваджують профільну середню освіту, є Буковинський ліцей успішної молоді [3Error! Reference source not found.]. Природничий профіль у контексті реформи старшої школи передбачає поглиблене вивчення біології, хімії та суміжних дисциплін із включенням спеціальних курсів.

Згідно реформи, навчальне навантаження у старшій школі матиме поступову зміну структури: у 10 класі домінують обов'язкові дисципліни (840 годин), тоді як профільні (280 годин) і вибіркові (140 годин) представлені в меншому обсязі (рис. 1).

В 11 класі кількість годин обов'язкових курсів зменшується до 630, а профільні та вибіркові збільшуються до 315 годин кожен; у 12 класі всі складові навчального плану урівноважуються і становлять по 420 годин [1].



Рис.1 Кількість навчальних годин

Презентовані у Курикулумі профільної середньої освіти фрагменти навчальної програми курсу «Природничі науки» для 10–12 класів природничого профілю характеризуються поєднанням теоретичного і практичного оцінювання (50/50), впровадженням проектної діяльності (від вузької в I семестрі до міжпредметної в II), обов'язковим написанням есе та гнучкою організацією навчання відповідно до темпів опанування змісту.

Отже, профільне навчання виступає ефективним механізмом диференціації освітнього процесу, що забезпечує поділ навчального плану на базові, профільні та вибіркові компоненти і створює умови для формування індивідуальних освітніх траєкторій учнів. Встановлено, що природничий профіль вирізняється поглибленим вивченням ключових дисциплін, посиленням практичної складової, впровадженням проектної діяльності та інтеграцією міжпредметних зв'язків.

Список використаних джерел

1. Варіант «наповнення» старшої профільної школи: презентація фрагментів навчальних програм і планів на прикладі Житомирського ліцею. *Нова українська школа* | Веб-ресурс НУШ. URL: <https://surl.li/esjysh>
2. Курикулум профільної середньої освіти (2024). Посібник / О. Северенчук та ін. Житомир.
3. Про затвердження Концепції профільного навчання у старшій школі: Наказ № 1456. URL: <https://surl.li/gtcboxc>

Дем'янчук Катерина

Науковий керівник – проф. Руденко С. С.

РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ ЗАЛЕЖНОСТІ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ОБЛАСНИХ ЦЕНТРІВ УКРАЇНИ ВІД МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Метою роботи було дослідження впливу метеорологічних показників на індекс якості повітря (AQI) обласних центрів України залежно від сезонних та річних змін. Фіксація метеорологічних показників (температури – t , вологості – m , тиску – p , швидкості вітру – w) відбувалась одночасно з фіксацією основного параметру.

Для досліджень були використані дані інтерактивної карти SaveEcoBot «Якість повітря в населених пунктах України» [1].

У табл.1. подані одержані моделі множинної лінійної регресії, а в табл. 2 – їх статистичний аналіз.

Аналіз показує, що метеорологічні фактори найкраще пояснюють стан повітря у березні 2025 року, коли модель досягла найвищої точності ($r^2 = 0.7762$) та найвищої статистичної надійності ($F = 13.0057$, $p = 0.0001$). У цей період, як і в березні 2026 року, ключовим чинником впливу на AQI виявився атмосферний тиск ($p < 0.05$), тоді як у лютому 2025 року головну роль відігравала вологість ($p = 0.0109$).

Таблиця 1

Моделі множинної лінійної регресії

Дата	Рівняння множинної регресії
23 лютого 2025	$AQI = 151,3928 - 2,602 * t + 1,0764 * m - 0,244 * p + 0,0626 * w$
24 березня 2025	$AQI = 891,5825 + 3,9224 * t + 0,5444 * m - 1,2397 * p + 0,7521 * w$
13 березня 2026	$AQI = 980,7225 + 0,0996 * t - 0,1668 * m - 1,2337 * p - 1,8061 * w$

Zender-Świercz із співав. [2] також виявили позитивну кореляцію AQI з вологостю повітря в зимовий період.

Водночас модель за 13.03.2026 виявилася найменш надійною: вона має низьку загальну значущість ($p = 0.129$) та пояснює лише близько 20% реальних змін якості повітря ($\text{Adjusted } r^2 = 0.2027$). Це свідчить про те, що з часом вплив обраних погодних умов послабився, і на показники AQI почали суттєво впливати інші, не враховані в аналізі фактори.

Таблиця 2.

Статистичний аналіз отриманих моделей

Показник	23.02.2025	24.03.2025	13.03.2026
Коефіцієнт r^2	0.5226	0.7762	0.3799
Скоригований r^2_{adj}	0.3953	0.7165	0.2027
Загальна F-статистика	4.1046	13.0057	2.1442
Загальний p-value (моделі)	0.0192	0.0001	0.129
p-value: Константа	0.5583	0.005	0.0093
p-value: Температура (t)	0.1177	0.1743	0.9629
p-value: Вологість (m)	0.0109	0.0585	0.7753
p-value: Тиск (p)	0.4992	0.0028	0.0122
p-value: Вітер (w)	0.982	0.7453	0.4793

Список використаних джерел

1. Інтерактивна карта SaveEcoBot «Якість повітря в населених пунктах України». URL: <https://www.saveecobot.com/maps/cities> (дата звернення: 27.03.2026).
2. Zender-Świercz E., Galiszewska B., Telejko M., & Starzomska M. (2024). The effect of temperature and humidity of air on the concentration of particulate matter-PM_{2.5} and PM₁₀. *Atmospheric Research*. V.312, №107733.

Дідур Володимир
Науковий керівник – доц. Борук С.Д.

РЕОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРАЗКІВ ТІСТА НА ОСНОВІ ПШЕНИЧНОГО, КУКУРУДЗЯНОГО ТА РИСОВОГО БОРОШНА

Останнім часом актуальним є питання створення ряду рецептур з заміною пшеничного борошна у складі харчових продуктів на інші види. Даний процес ускладнюється змінами фізико-хімічних властивостей напівфабрикатів (тіста) внаслідок відмінності характеристик частинок пшеничного борошна та інших видів борошна. Це вимагає внесення певних змін до рецептури виробів.

Зміна рецептури призводить як до змін споживчих характеристик виробів, так і необхідністю корекції проведення технологічних процесів отримання виробів.

Це зумовило необхідність проведення досліджень метою яких є знаходження кількісного співвідношення між використовуваним пшеничним борошном та його потенційними заміниками та внесення необхідних змін до рецептури кондитерських виробів.

Об'єктом дослідження було обрано водні дисперсії одержані на основі пшеничного, рисового та кукурудзяного борошна.

Однією з важливих технологічних характеристик бісквітного тіста є в'язкість. За її значеннями можна оцінити інтенсивність перебігу в системі процесів утворення та руйнування структури. Ефективна в'язкість є підсумковою характеристикою, яка описує рівноважний стан між процесами відновлення і руйнування структури.

Нами досліджена залежність ефективної в'язкості зразків водних дисперсних систем на основі пшеничного, рисового та кукурудзяного борошна від концентрації за швидкості зсуву 27 c^{-1} . Залежності, одержані для інших швидкостей зсуву в інтервалі значень від $0,1667$ до $145,8 \text{ c}^{-1}$, повністю аналогічні за характером і відрізняються лише абсолютними значеннями в'язкості.

Встановлено, що гранична в'язкість для таких систем (3 Па) досягається за концентрації для пшеничного борошна 20% , рисового – 17% , кукурудзяного – 15% . Це зумовлює необхідність

внесення відповідних змін до рецептури виробів, а саме зменшення вмісту борошна.

Проведені розрахунку концентраційних залежностей в'язкості від концентрації дозволяє рекомендувати проводити заміну пшеничного борошна на рисове у співвідношенні 1 на 0,85 г; кукурудзяного 1 на 0,72 г.

Одержані результати були підтверджені дослідженнями по визначенню здатності зразків досліджуваного борошна поглинати воду та рідкі жири. Нами встановлено, що за ступенем набухання досліджувані зразки утворили такий ряд: кукурудзяне – рисове – пшеничне. В такому ж ряду розташувалась в'язкість досліджуваних зразків.

Отже, нами показано, що під час заміни пшеничного борошна на інші види (рисове, кукурудзяне) необхідно вносити відповідні зміни у рецептуру з метою збереження необхідних характеристик проведення технологічного процесу та споживчих характеристик продукту. Для збереження фізико-хімічних характеристик напівфабрикатів необхідно проводити заміну пшеничного борошна на рисове у співвідношенні 1 г на 0,85 г; кукурудзяного 1 г на 0,72 г.

Список використаних джерел

1. Sergiy BORUK, Igor WINKLER. (2021). Some physicochemical and organoleptic properties of the short dough with gooseberry powder. // Journal of Faculty of Food Engineering, Ștefan cel Mare University of Suceava, Romania Volume XX, pag. 5-12. <http://fia-old.usv.ro/fiajournal/index.php/FENS/article/view/764/680>
2. Sergiy BORUK, Igor WINKLER. (2021). Viscosity of aqueous solutions of the food mono- and polysaccharides.// Abstracts of 8th Edition of the International Conference «Biotechnologies, present and perspectives» 5th November. P. 59-60. <https://fiajournal.usv.ro/conference2021/> ISSN 2068 – 0819.

Діяконюк Тарас
Науковий керівник – доц. Копач О.В.

ВПЛИВ ВМІСТУ ХЛОРУ У СТОПАХ $\text{CsPbCl}_x\text{Br}_{3-x}$ ($X = 1, 2$) НА ПАРАМЕТРИ ЇХ ТОПЛЕННЯ

Неорганічні галогенідні перовскіти CsPbX_3 ($X = \text{Cl}, \text{Br}$) є дуже важливими для створення світлодіодів та фотодетекторів через можливість регулювання ширини забороненої зони.

Метою даної роботи є порівняльний аналіз параметрів топлення змішаних перовскітів за різного вмісту Хлору. Об'єктом дослідження став перовскіт складу CsPbCl_2Br . Для проведення порівняльного аналізу використано результати досліджень стопів складу CsPbClBr_2 , отримані науковим колективом кафедри хімії та експертизи харчової продукції [1]. Таке дослідження відіграє ключову роль для точного налаштування ширини забороненої зони та оптимізації температурних режимів синтезу.

Синтез перовскітів складів CsPbClBr_2 та CsPbCl_2Br здійснювався методом топлення бінарних солей у різних співвідношеннях безпосередньо у кварцових ампулах (табл. 1).

Таблиця 1.

Мольні співвідношення вихідних солей

CsPbClBr_2	Зразок 1	$n(\text{CsCl}) : n(\text{PbBr}_2) = 1:1$
	Зразок 2	$n(\text{CsBr}) : n(\text{PbCl}_2) : n(\text{PbBr}_2) = 2 : 1 : 1$
CsPbCl_2Br	Зразок 1	$n(\text{CsBr}) : n(\text{PbCl}_2) = 1 : 1$
	Зразок 2	$n(\text{CsCl}) : n(\text{PbCl}_2) : n(\text{PbBr}_2) = 2 : 1 : 1$

Дослідження проводились методом диференціального термічного аналізу (ДТА) у режимі термоцикування. Для досягнення термодинамічної рівноваги між твердою та рідкою фазами застосовано проміжні витримки протягом 30 хвилин при різних температурах. Нагрівання та охолодження зразків здійснювались зі швидкостями 2 та 5 °C/хв.

Порівняльний аналіз показав помітні зміни параметрів топлення при збільшенні вмісту Хлору у досліджуваних стопах (рис. 1.).

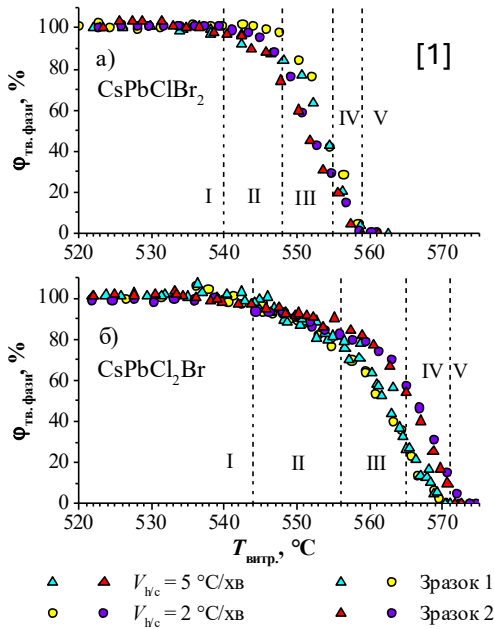


Рис. 1. Залежності частки твердої фази в стопах CsPbClBr_2 та CsPbCl_2Br від температури витримки

Зі збільшенням вмісту Хлору видно зсув усіх критичних точок у бік вищих температур та розширення інтервалу двофазного стану (табл. 2.). Така зміна візуалізує підвищення термічної стабільності матеріалу за вищих концентраціях Хлору.

Ключовою причиною підвищення температури топлення та розширення його інтервалу для CsPbCl_2Br є утворення в розтопі стійких структурних фрагментів (кластерів), збагачених Хлором.

Таблиця 2.

Параметри топлення CsPbClBr_2 та CsPbCl_2Br

Параметр/Склад стопу	CsPbClBr_2	CsPbCl_2Br
Інтервал передтоплення (II)	540-548°C	544-556 °C
Інтервал топлення (III-IV)	548-559 °C	556-571 °C
Температура зміни механізму топлення	555 °C	565 °C
Ширина інтервалу топлення	11 °C	15 °C

Список використаних джерел

1. Корач О., Корач В., Фочук Р., Тсиупа Е., Тсиупа Ye., Bolotnikov A. E., James R. B. (2055). Effects of $\text{CsPbBr}_3\text{-xCl}_x$ ($x \leq 1$) alloy composition on the melting-process parameters. Proc. of SPIE Vol. 13621, 136210R

Драчук Дарина, Бойчук Еріка
Наукові керівники – доц. Сачко А.В., Пилипко В.Г.

ОЦІНКА ЧАСОВОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ЕМУЛЬСІЙНИХ СИСТЕМ, СТАБІЛІЗОВАНИХ НАНОЧАСТИНКАМИ СІРКИ

Додавання наночастинок сірки в емульсійні системи обґрунтовано їхньою здатністю виступати пікерінг-емульгаторами, що формують міцний механічний бар'єр на міжфазній поверхні. На відміну від класичних поверхнево-активних речовин, такі частинки забезпечують високу кінетичну стабільність системи завдяки поєднанню стеричних та електростатичних перешкод для коалесценції крапель. Це дозволяє створювати стабільні дисперсні системи з використанням екологічно безпечних біоактивних матеріалів. Об'єктом дослідження слугувала емульсійна о/в система з 10% масовим вмістом наночастинок сірки (зразок Nano10) в якості емульгатора. Вміст олії в емульсії становив 30%, в якості гелеутворювачів використали пектин (0,4%) та ксантанову камедь (0,3 %), згущувачем виступала карбоксиметилцелюлоза (КМЦ, 0,3 %).

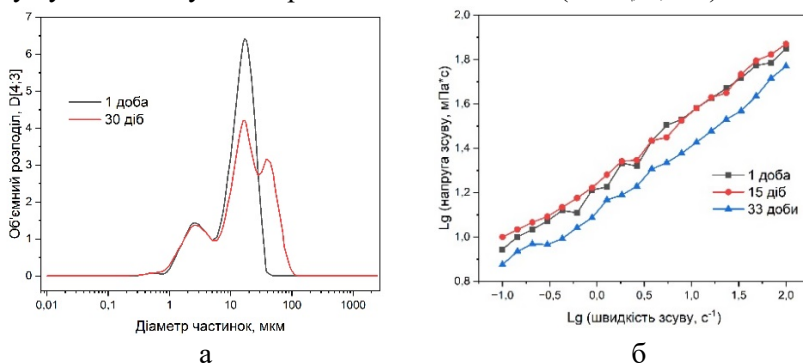


Рис. 1. Еволюція об'ємного розподілу часток емульсії Nano10 (а) та реограми її течії (б) протягом 30 днів зберігання

Аналіз кінетичної стабільності емульсії Nano10 протягом 30 діб зберігання виявив трансформацію дисперсного складу системи. Згідно з даними лазерної дифрактометрії, початковий бімодальний

об'ємний розподіл часток через місяць набуває тримодального характеру з суттєвим розширенням діапазону значень у грубодисперсну область. Поява додаткового піка в зоні більших діаметрів та зростання полідисперсності свідчать про процеси флокуляції та часткового укрупнення крапель. Отримані результати вказують на зниження гомогенності системи в часі. Реологічні дослідження зразка Nano10 підтверджують його псевдопластичний характер течії, на що вказує нелінійна залежність напруги зсуву від швидкості деформації у логарифмічних координатах. Протягом перших 15 діб спостерігається стабільність в'язкісних характеристик з незначним відхиленням, що свідчить про збереження цілісності структури. Проте подальше зберігання до 33 діб призводить до помітного зниження динамічної в'язкості системи в усьому діапазоні швидкостей зсуву.

Досліджувана система характеризується високим ступенем стабільності до агрегації з індексом флокуляції 0,3 та помірною схильністю до злиття часток з індексом коалесценції 1,5, що при розвиненій питомій поверхні фази 161 м²/кг забезпечує її високу стабільність. Незважаючи на зміну характеру розподілу та зафіксоване зменшення в'язкості при довгому зберіганні, система залишалася абсолютно стабільною і жодних ознак розшарування не спостерігалось. Відсутність динамічної межі плинності свідчить про те, що продукт поводить себе більше як в'язка рідина і тече під власною вагою, практично не виявляючи властивостей пластичного тіла.

Результати дослідження демонструють перспективність використання наноструктурованих стабілізаторів у поєднанні з білковими емульгаторами для створення харчових емульсій із покращеними експлуатаційними властивостями. Запропонований підхід є придатним для розробки біосумісних соусів, десертів та інших емульгованих продуктів із прогнозованою стабільністю і без застосування синтетичних ПАР.

Дрогобецький Ігор

Науковий керівник – доц. Москалик Г. Г.

УРБОЕКОСИСТЕМИ ЯК ОСЕРЕДКИ ІНВАЗІЙНИХ КОМАХ-ФІТОФАГІВ

Актуальність теми зумовлена зростанням інтенсивності біологічних інвазій у межах міських територій, що пов'язано з глобалізаційними процесами, активними транспортними потоками та трансформацією природних середовищ.

Урбанізовані ландшафти характеризуються підвищеною мозаїчністю, наявністю численних інтродукованих рослин та ослабленими екологічними зв'язками, що створює сприятливі умови для проникнення, акліматизації та поширення інвазійних фітофагів.

Комахи-фітофаги становлять серйозну загрозу для рослин у міських екосистемах, оскільки впливають як на окремі рослини, так і на функціонування урбоєкосистем загалом. Вони знижують декоративну цінність парків і скверів, послаблюють стійкість насаджень, порушують структуру міських зелених зон і підвищують витрати на утримання дерев. Внаслідок їх діяльності зменшується здатність урбоєкосистем виконувати ключові екологічні функції, зокрема регуляцію мікроклімату, очищення повітря та пом'якшення негативного впливу опадів і підтоплень [1, 2].

Комахи-фітофаги безпосередньо пошкоджують рослини, живлячись листям, пагонами, корою, корінням або соками. Це призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу, порушення водного балансу та послаблення росту. У декоративних насадженнях це також знижує естетичну цінність зелених зон. Фітофаги часто виступають переносниками фітопатогенів (вірусів, бактерій, грибів), що спричиняє вторинні інфекції та посилює стрес рослин. У міських умовах, де рослини вже перебувають під впливом забруднення та ущільнення ґрунтів, це може призводити до їх масового всихання [2].

Інвазійні види комах-фітофагів проявляють особливо високу шкодочинність, вони не мають ворогів, що сприяє швидкому зростанню їх чисельності та формуванню осередків масового розмноження, що характерно для урбоєкосистем.

Пошкодження рослин фітофагами знижує їхню стійкість до абіотичних факторів (посуха, температурні коливання, забруднення повітря), що в підсумку призводить до деградації зелених насаджень і втрати екосистемних послуг (очищення повітря, регуляція мікроклімату, рекреаційна функція).

Серед найбільш поширених інвазійних комах-фітофагів України виділено наступні (табл.):

Таблиця 1.

Найпоширеніші інвазійні комахи-фітофаги в урбоекосистемах України

Вид	Кормова рослина	Тип пошкодження
Каштанова мінуюча міль (<i>Cameraria ohridella</i> Deschka & Dimic, 1986)	кінський каштан (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	мінування листків
Самшитова вогнівка (<i>Cydalis perspectalis</i> Walker, 1859)	самшит (<i>Buxus spp.</i>)	об'їдання листя, кори
Американський білий метелик (<i>Hyphantria cunea</i> Dru Drury, 1773)	поліфаг (плодові, декоративні)	дефоліація, павутинні гнізда
Платанова міль-строкатка (<i>Phyllonorycter platani</i> Staudinger, 1870)	платан (<i>Platanus × acerifolia</i> (Aiton) Willd.)	мінування листків
Білоакацієва мінуюча міль (<i>Phyllonorycter robiniella</i> Clemens, 1863)	робінія (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	мінування листя
Біла цикадка (<i>Metcalfa pruinosa</i> Say, 1830)	поліфаг (300 видів рослин)	сисний тип, виділення паді

Отже, інвазійні види комах-фітофагів виступають важливим дестабілізуючим чинником урбоекосистем.

Список використаних джерел

1. Мацях І., Крамарець В. (2020). Інвазії комах-філофагів на територію України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. Вип. 20. С. 11–25.
2. Махіна В.О., Божко К.М., Карась О.Г., Мамонова М.С. (2025). Екологічна роль інвазійних видів комах і їх адаптація до умов природного заповідника «Дніпровсько-Орільський». *Збірник наукових праць ДДТУ*. Том 2 № 47. С. 208–219.

Єнуре Максим

Наукова керівниця – доц. Мирончук К. В.

МОНІТОРИНГ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ НОВОСЕЛИЦЬКОЇ ОТГ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ SENTINEL-2

Земельні ресурси Новоселицької територіальної громади Чернівецької області становлять основу її агропромислового виробництва. Водночас інтенсивне використання угідь у поєднанні з особливостями рельєфу (розташування поблизу заплави р. Прут та наявність схилів ділянок) спричиняє розвиток деградаційних процесів, зокрема водної ерозії та періодичного перезволоження. Традиційні методи ґрунтових досліджень є затратними та не забезпечують постійного контролю. Натомість застосування технологій дистанційного зондування Землі, зокрема даних європейської програми Copernicus (Sentinel-2), відкриває можливості для оперативного, безперервного та просторово деталізованого моніторингу стану земель за мінімальних фінансових витрат.

Мета дослідження – обґрунтувати та розробити методичні підходи до виявлення й просторової локалізації осередків деградації ґрунтів у межах Новоселицької територіальної громади шляхом використання аналізу часових рядів мультиспектральних супутникових знімків Sentinel-2.

У дослідженні використано мультиспектральні супутникові знімки Sentinel-2A з просторовою розрізненістю 10 м. Аналітичною основою слугували зображення у «псевдокольорах» (комбінація каналів Near-Infrared, Red, Green), що забезпечують виразне розмежування здорової рослинності, відкритих ґрунтів та водних об'єктів (рис. 1, червоний колір – густа рослинність, синій – р. Прут). Обробка даних здійснювалася із застосуванням методів спектрального аналізу та розрахунку вегетаційних індексів.

У першому етапі проаналізовано та проведено розрахунок нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI) у період максимальної активності рослинності. Як відображено на рис. 2, (темно-зелений — нормальна вегетація, жовтий/світло-коричневий —

пригнічена (зони потенційної деградації)) територія громади характеризується значною просторовою варіативністю показників NDVI.

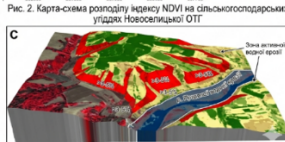
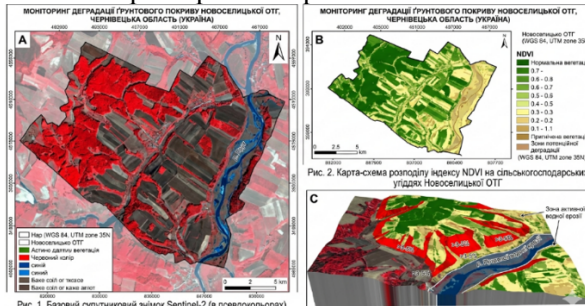


Рис. 3. 3D-модель фрагмента сільських земель Новоселицької ОТГ

Рис. 1. Базовий супутниковий знімок Sentinel-2 (в псевдокольорах) на територію Новоселицької ОТГ

Жовті та світло-коричневі тони на карті-схемі позначають поля з розрідженою або ураженою рослинністю, що виступає непрямим індикатором зниження родючості та проявів ерозійних процесів у ґрунтовому покриві.

На другому етапі здійснено верифікацію виявлених зональних аномалій NDVI шляхом зіставлення їх із цифровою моделлю рельєфу (ЦМР). Накладання карти деградації на ЦМР дало змогу сформувати тривимірну модель (рис. 3, червоним виділено схили, де рельєф (ухил 3-5%) корелює з низьким NDVI, що вказує на зону активної водної ерозії.), що підтвердило локалізацію найнижчих значень вегетаційного індексу та найвищих показників індексу оголеного ґрунту (BSI) на схилах із крутизною понад 3–5%. Це свідчить про провідну роль водної ерозії у процесах ґрунтової деградації в межах громади. Порівняння отриманих результатів із кадастровими межами показало, що понад 12% ріллі потребують консерваційних заходів або перегляду технологій обробітку.

Висновки. Проведене дослідження засвідчило високу результативність використання відкритих супутникових даних Sentinel-2 для моніторингу процесів деградації ґрунтів на рівні територіальної громади. Побудовані картографічні матеріали ерозійної небезпеки та пригнічення рослинності забезпечують Новоселицьку ОТГ можливістю: діагностувати, планувати та контролювати.

Жалоба Андрій

Наукові керівники – доц. Казімір І. І., асист. Гудзь Т. В.

СУПУТНИКОВИЙ МОНІТОРИНГ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

У сучасних умовах розвитку аграрного сектору та цифровізації управління земельними ресурсами особливого значення набуває використання дистанційних методів спостереження за станом сільськогосподарських угідь. Супутниковий моніторинг є одним із найбільш ефективних інструментів отримання актуальної, об'єктивної та оперативної інформації про стан земель, посівів та агроландшафтів. Використання супутникових даних дозволяє значно підвищити ефективність управління сільськогосподарським виробництвом, забезпечити раціональне використання земельних ресурсів і своєчасно виявляти зміни, що відбуваються на територіях аграрного використання.

Супутниковий моніторинг використовується для контролю використання земельних ресурсів. Аналіз супутникових знімків дозволяє виявляти факти зміни структури посівних площ, визначати типи сільськогосподарських культур, контролювати доглядання сівозмін, а також виявляти випадки нецільового використання земель. Такі можливості є особливо важливими для державних органів управління земельними ресурсами, оскільки забезпечують прозорість і ефективність контролю за використанням земель [1].

Одним із найважливіших напрямів використання супутникового моніторингу є оцінювання стану посівів. Завдяки аналізу спектральних характеристик рослинності можна визначати рівень розвитку культур, виявляти зони пригнічення рослин, оцінювати вплив погодних умов та агротехнічних заходів на врожайність. Для цього широко застосовуються різні вегетаційні індекси, зокрема нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI), який дозволяє оцінювати інтенсивність фотосинтезу та загальний стан рослинного покриву.

Крім оцінки стану посівів, супутниковий моніторинг використовується для контролю використання земельних ресурсів. Аналіз супутникових знімків дозволяє виявляти факти зміни структури посівних площ, визначати типи сільськогосподарських культур, контролювати дотримання сівозмін, а також виявляти випадки нецільового використання земель. Такі можливості є особливо важливими для державних органів управління земельними ресурсами, оскільки забезпечують прозорість і ефективність контролю за використанням земель.

Важливим аспектом супутникового моніторингу є можливість оцінки стану ґрунтів. За допомогою дистанційних методів можна визначати рівень вологості ґрунту, виявляти процеси деградації земель, ерозії, засолення або підтоплення територій. Своєчасне виявлення таких процесів дає змогу вживати необхідних заходів для збереження родючості ґрунтів та підтримання їх екологічної стійкості.

Супутникові технології також широко застосовуються у системах точного землеробства. Поеднання супутникових даних із геоінформаційними технологіями, GPS-навігацією та даними польових досліджень дозволяє створювати детальні карти продуктивності полів, визначати зони диференційованого внесення добрив і засобів захисту рослин, оптимізувати витрати ресурсів та підвищувати врожайність культур[2].

Отже, супутниковий моніторинг сільськогосподарських угідь є важливим інструментом сучасного управління земельними ресурсами. Подальший розвиток супутникових технологій і їх інтеграція з геоінформаційними системами відкривають нові можливості для вдосконалення моніторингу та управління сільськогосподарськими територіями.

Список використаних джерел

1. Бутенко Є. В., Левченко Т. М. (2019). Дистанційне зондування Землі в аграрному виробництві. Київ: НУБіП України, 256 с.
2. Шипулін В. Д., Перович І. Л. (2017). Геоінформаційні системи і дистанційне зондування Землі у землеустрої. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 312 с.

Жикаляк Марина
Науковий керівник – доц. Нікорич В. А.

ВПЛИВ СПОСОБІВ ВЕСНЯНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ СУЛЬФАТОМ АМОНІЮ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗА УМОВ АЛЕЛОПАТИЧНОЇ ДЕПРЕСІЇ ПОПЕРЕДНИКА

Сучасне зерновиробництво часто стикається з вимушеним порушенням сівозмін, що призводить до вирощування зернових культур після несприятливих стерньових попередників. Одним із найбільш критичних сценаріїв є розміщення ячменю озимого після озимого жита. Окрім дефіциту азоту, спричиненого іммобілізацією елемента мікрофлорою при розкладанні пожнивних решток, рослини зазнають потужної алелопатичної депресії через виділення житом специфічних колінів. Поєднання азотного голодування з алелопатичним впливом жита, що пригнічує розвиток кореневої системи, вимагає пошуку ефективних методів корекції живлення. Метою нашої роботи стало порівняння результативності фоліарного та прикореневого підживлення сульфатом амонію для мінімізації цих стресових чинників.

Експеримент проводили протягом 2024–2025 рр. на біобазі «Жучка» у трикратній повторності. Площа кожного варіанту складала 25,2 м² з буферними смугами завширшки 1 м. Об'єктом дослідження був ячмінь озимий сорту Росава (використано насіння низьких репродукцій). Передпосівний комплекс включав глибоку оранку та культивування. Сівбу здійснювали сівалкою СЗ-3.6 (норма 65 нас./м.п., глибина заробки насіння 6-7 см) з обов'язковим післяпосівним коткуванням.

Схема удобрення передбачала припосівне внесення комплексного добрива Makosh NPK+S 15:15:15+15 для ефективного осіннього старту. На фоні припосівного внесення NPK+S, схема дослідів включала – контроль (без підживлення) та два варіанти з дозою сульфату амонію N₄₀ (200 кг/га): фоліарне (5% розчин) та прикореневе (сухе внесення). Продуктивність визначали через детальний морфологічний аналіз компонентів врожайності (кіль-

кість колосків на 1 м^2 , кількість зерен у колосі, маса 1000 насінин) з перерахунком на гектар.

Результати та їх обговорення. Контрольні ділянки показали врожайність $8,6 \pm 0,4$ ц/га, що підтверджує сильний пригнічувальний ефект попередника. Внесення добрив дало суттєву прибавку, проте ефективність залежала від способу внесення.

Морфометричний аналіз компонентів врожайності виявив суттєві відмінності у розвитку рослин залежно від варіанту підживлення. На контрольних ділянках спостерігалось мінімальне куціння та мала кількість зерен у колосі, що свідчить про глибоку депресію метаболізму. При фоліарному підживленні (врожайність $14,2 \pm 0,6$ ц/га) ми зафіксували збільшення маси 1000 насінин порівняно з контролем, що зумовлено швидким подоланням стресу та подовженням періоду активної вегетації. Однак саме прикореневе внесення (врожайність $15,1 \pm 0,5$ ц/га) забезпечило найвищі показники продуктивної кущистості та кількості зерен у колосі.

Це пояснюється тим, що фоліарне підживлення діє як «ін'єкція», яка швидко виводить рослину зі стану шоку, оперативно активуючи процеси фотосинтезу. Водночас прикореневе внесення забезпечує «стабільне харчування», яке дозволяє кореню активно розвиватися навіть попри алелопатичні виділення жита у ґрунті.

Прикореневий спосіб виявився результативнішим завдяки тривалій підтримці вторинної кореневої системи в зоні живлення, що критично важливо для виходу з тривалого стресу та формування повноцінних генеративних органів. Різниця між контрольним та дослідними варіантами (приріст на 65–75%) доводить, що навіть за умов використання некондиційного насіння озимого ячменю, правильний вибір способу внесення добрив дозволяє суттєво підвищити продуктивність посівів шляхом оптимізації морфологічної структури врожаю.

Дослідження виконано в межах наукової програми СНТ імені П.О. Кучинського

Житарюк Валерія
Науковий керівник – проф. Смага І. С.

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УКРАЇНІ

Незважаючи на те, що земля є продуктом природи, в умовах ринкових відносин вона приймає товарну форму та має ринкову вартість. Ціна землі відображає також її цінність як основного капіталу, який має реальну вартість, і попит на неї. Тому вивчення основних способів оцінки земель та факторів формування вартості земельної ділянки, є важливими в практиці встановлення найбільш точної і реальної ціни, а отже й поліпшення ринку землі.

Метою дослідження є аналіз та обґрунтування змін до методичних підходів експертної оцінки земель сільськогосподарського призначення в умовах ринкової економіки

Вдосконалення оцінки сільськогосподарських земель має враховувати економічну та політичну ситуації, зважаючи на складність проблеми ціноутворення. Її врегулювання забезпечить утвердження конкурентного середовища на ринку землі, отримання об'єктивних показників вартості та збільшення податкових надходжень.

При проведенні експертної грошової оцінки земельної ділянки використовується не менше трьох методичних підходів, один з яких відображає її нормативну вартість. Методика передбачає використання в процесі оцінки таких методичних підходів: капіталізація чистого операційного (рентного) доходу, яка може бути прямою та непрямою; зіставлення цін продажу подібних земельних ділянок; урахування витрат на земельні поліпшення [1]. Ринкова вартість земельних ділянок сільськогосподарського призначення встановлюється, переважно, за методами порівняльного та дохідного підходів.

Метод порівняння продажів передбачає зіставлення цін недавно проданих земельних ділянок з оцінюваним об'єктом. За умов наявності достатньої кількості ринкової інформації можливо от-

римати найбільш точну розрахункову величину ринкової вартості оцінюваної земельної ділянки, оскільки використовуються ціни продажу ділянок-аналогів.

Один з поширених методів визначення ціни землі – це капіталізація орендної плати шляхом ділення її величини на дисконтну ставку, рівень якої для економічно розвинених країн складає 3-5% [2]. Теоретичною основою методу є безпосередній зв'язок між орендною платою та ціною землі. Останніми дослідженнями встановлено, що ставка капіталізації для земель сільськогосподарського призначення в Україні складає 0,14 із терміном окупності 7 років [3]. З погляду раціонального орендодавця, величина річної орендної плати за земельну ділянку повинна відповідати процентному доходу від збереження на банківському рахунку готівки, яка дорівнює ціні землі. Перевага даного методу полягає в простоті розрахунку та наявності доступної інформації щодо величини орендної плати за земельні ділянки в межах одного природно-сільськогосподарського району. Недоліком є те, що високі ставки за зберігання депозитних коштів на банківському рахунку (15-17%) знижують ціну на землю [2].

Метод капіталізації умовного чистого прибутку (земельної ренти) з 1 га відповідних угідь теж дає змогу визначити ціну землі. Його застосування є доцільним, оскільки на земельних ділянках сільськогосподарського призначення щорічно вирощують сільськогосподарські культури та отримують дохід.

Список використаних джерел

1. Про експертну грошову оцінку земельних ділянок: Постанова Кабінету Міністрів України від 11.10.2002 № 1531. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1531-2002-%D0%BF#Text>.
2. Свиноус І.В., Сало І.А., Трофімова Г.В., Рудич О.О., Свиноус Н.І. (2021). Економічні аспекти інвестиційної діяльності в сільському господарстві. Продовольчі ресурси. Т. 9. № 17. С. 233. -243.
3. Третяк А.М., Третяк В.М., Третяк Н.М. (2025). Ефективність і культура землекористування в Україні: проблеми і можливі шляхи їх вирішення. Агросвіт. №4. С. 9-15.

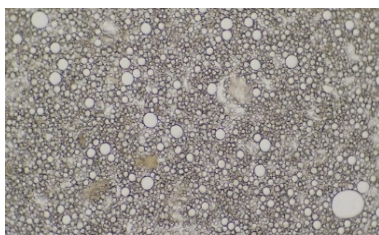
Заболотня Майя

Наукова керівниця – доц. Сачко А. В.

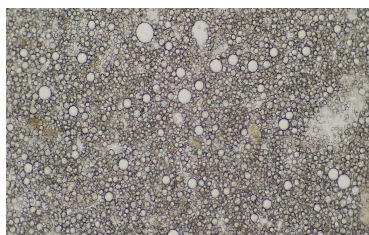
ВИКОРИСТАННЯ КАШТАНОВОГО БОРОШНА (CASTANEA SATIVA) У ТЕХНОЛОГІЇ ЕМУЛЬСІЙНИХ СОУСІВ

В контексті здорового харчування та підвищення екологічності спостерігається тенденція заміни тваринних інгредієнтів рослинними аналогами, що дозволяє підвищити харчову цінність продуктів, зменшити екологічне навантаження та сприяти гуманному ставленню до тварин. Тому метою дослідження стала оцінка впливу каштанового борошна (*Castanea sativa*) на стабільність та структурно-механічні властивості низькожирних майонезних соусів. Досліджувані зразки були виготовлені за рецептурою, описаною в роботі [1], замість аквафаби було взято каштанове борошно в кількості 3 % (зразок СН3) та 6 % (зразок СН6).

Дослідження включали в себе вивчення мікроструктури методами оптичної мікроскопії (Micromed, камера Pixelink 1K, об'єктив 10X) та лазерної дифракції (PCA 1190, Anton Paar, Austria), віскозиметрію (Visco QC 300R, Anton Paar, Austria).



СН3



СН6

Рис. 1. Мікрофотографії зразків низькокалорійних майонезних соусів на першу добу після виготовлення

З аналізу мікрофотографій досліджуваних зразків (рис. 1) видно, що склад зразка з вмістом борошна 6 % є більш гомогенним. Ознак флокуляції не спостерігалось в обидвох випадках.

Описані спостереження підтверджуються результатами визначення розподілу частинок емульсії за об'ємом (рис. 2а). При збі-

льшення вмісту каштанового борошна в зразках з 3 до 6 г, значення персентилів D10, D50 та D90 теж дещо зростають (2.45; 10.19 та 24.82 мкм, для СН3, відповідно, та 3.29; 13.59 та 27.86 мкм для СН6). Ширина розподілу зменшується зі зростанням вмісту борошна, на що вказують і значення SPAN факторів 2,2 для СН3 та 1,8 для СН6.

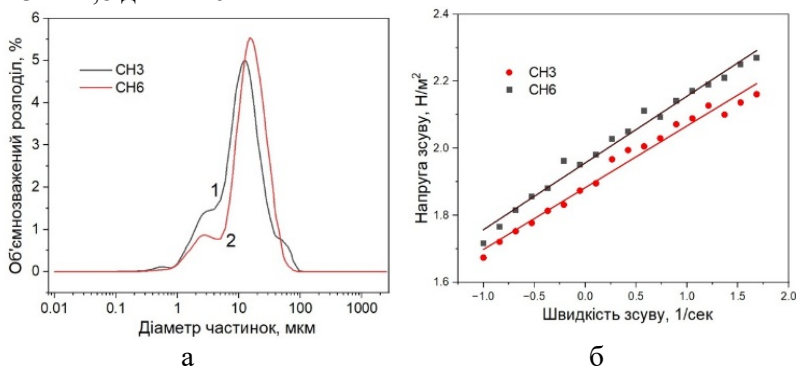


Рис. 2. Об'ємний розподіл частинок за розмірами (а) та залежність логарифмів $\tau = f(\dot{\gamma})$ (б) для досліджуваних зразків

В'язкість досліджуваних систем закономірно зростає зі збільшенням вмісту борошна (рис. 2б), лінійність залежності $\tau = f(\dot{\gamma})$ вказує на псевдопластичну поведінку зразків. Зростання вмісту борошна супроводжується зростанням напруги зсуву від 114,6 Н/м² для СН3 до 141,5 Н/м² для СН6, що вказує на зростання міцності структури. Таким чином показано, що завдяки комбінованому складу «білок+полісахарид», каштанове борошно може виступати ефективним замінником тваринних білків в технології майонезних соусів.

Список використаних джерел

1. Svishchova Ya., Sachko A., Gubsky S., Stabnikova O., Paredes-López O. (2025). Structural and rheological behaviour of mayonnaise-type emulsions containing aquafaba and functional oil blends. *Ukrainian Food Journal*. Vol. 14, Iss. 4. P. 683–697. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2025-14-4-7>.

Зазуляк Вероніка

Науковий керівник – асист. Тинкевич Ю. О.

ГЕНЕТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ ІНВАЗІЙНИХ РОСЛИН РОДУ *REYNOUTRIA* ЗА ПОВТОРЮВАНОЮ ДІЛЯНКОЮ 5S РДНК

Рід *Reynoutria* Houtt. (родина Polygonaceae) включає трав'янисті багаторічні рослини, природно поширені в Східній Азії. Найважливіші представники – *R. japonica*, *R. sachalinensis* та їх міжвидовий гібрид *R. × bohemica*. З другої половини XIX ст. ці рослини були інтродуковані до Європи та Північної Америки і стали одними з найагресивніших інвазійних видів помірного клімату. *R. japonica* формує густі клональні зарості заввишки 2–3 м із розгалуженою системою кореневищ (горизонтально до 20 м, вглиб до 3 м). У вторинному ареалі вид представлений єдиним жіночим октоплоїдним клоном ($2n = 8x = 88$), який за усталеним уявленням розмножується лише вегетативно. *R. sachalinensis* відрізняється більшими розмірами (до 4 м заввишки), тетраплоїдним хромосомним набором ($2n = 4x = 44$) та здатністю до статевого розмноження у вторинному ареалі. Проте часто спостерігається несподіваний факт - утворення насіння на рослинах *R. japonica*.

У даній роботі ми дослідили внутрішньогеномне різноманіття повторів 5S рДНК з 10 проростків насіння, зібраного з одного куща *R. japonica*. Насіння зібрали у вересні 2025 року з рослини, яка вільно зростає у міській забудові м. Чернівці, Україна, після чого проростили *in vitro*, на поживному середовищі MS. ДНК з листків материнської рослини (зразок Rey1) та проростків (зразки Rey1.1 – 1.10) виділили цетавлоновим методом. Повтори 5S рДНК ампліфікували за допомогою ПЛР і сиквенували методом Illumina на фірмі Genewiz (Німеччина). Отримані бібліотеки Illumina-рідів для індивідуальних зразків порівнювали методом підрахунку частот найбільш розповсюджених k-мерів, з подальшим аналізом методом LDA (Latent Dirichlet Allocation). Для порівняння використали бібліотеки Illumina-рідів зразків *R. japonica*, *R. sachalinensis* і *R. × bohemica*, отримані раніше.

За результатами LDA-аналізу (Рис.) вдалося розподілити генетичний матеріал всіх зразків між двома головними компонентами, що відповідають геномам *R. japonica* (Jap) та *R. sachalinensis* (Sach). Використані для порівняння зразки *R. sachalinensis* (104 і 115) демонструють наявність єдиного компоненту Sach. Зразки *R. japonica* (1 і 49) містять лише компонент Jap. Деякі не визначені точно зразки (28, 112 і 113), як і зразки *R. × bohemica* (151, 154 і 158), містять обидва компоненти. Більшість проростків з насіння *R. japonica* також містять обидва компоненти, і, очевидно, є нащадками запліднення пилком *R. sachalinensis*.

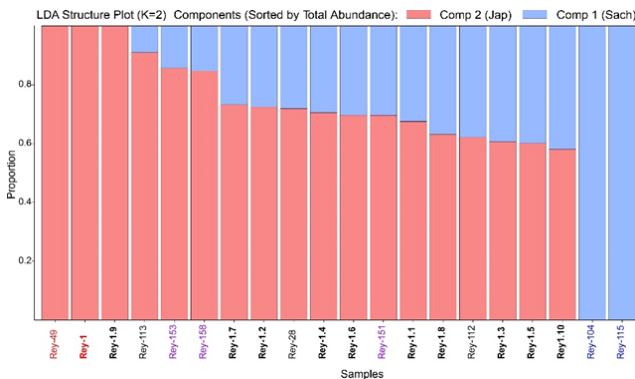


Рис.1. LDA діаграма розподілу k-мерів з 5S рДНК. Кольорами позначений вміст генетичного матеріалу *R. japonica* і *R. sachalinensis* (див. легенду). Червоним шрифтом підписані референсні зразки *R. japonica*, фіолетовим - *R. × bohemica*, синім - *R. sachalinensis*. Жирним виділено материнський зразок Rey-1 та його нащадки.

Більша частка повторів 5S рДНК у гібридних зразках походить від *R. japonica*. Таке зміщення відповідає теоретично очікуваному вищому внеску октаплоїдного геному *R. japonica* порівняно із тетраплоїдним *R. sachalinensis*. Однак, частка компоненту Jap значно варіює між гібридними геномами, від 60% до 90%, а в геномі проростку 1.9 взагалі, складає всі 100%. Очевидно, успадкування 5S рДНК не завжди проходить адитивно у гібридів і може супроводжуватися втратами/ампліфікацією повторів одного з батьків.

Заярнюк Ангеліна
Науковий керівник – доц. Казімір І. І.

СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ПАРКІВ В УКРАЇНІ

Індустріальні парки є одним із важливих інструментів розвитку промисловості та підвищення інвестиційної привабливості регіонів. Вони створюються як спеціально визначені території, забезпечені необхідною інженерною та транспортною інфраструктурою, де підприємства можуть здійснювати виробничу, інноваційну та науково-дослідну діяльність. Основною метою їх створення є стимулювання економічного розвитку, залучення інвестицій, створення нових робочих місць і розвиток сучасного виробництва [4]. Індустріальні парки також сприяють раціональному використанню земельних ресурсів та ефективній просторовій організації виробництва.

Функціонування індустріальних парків в Україні регулюється Законом України «Про індустріальні парки», який визначає правові та організаційні засади їх створення і діяльності [1]. Відповідно до законодавства індустріальні парки можуть створюватися органами державної влади, органами місцевого самоврядування або приватними інвесторами, а їх учасниками можуть бути підприємства різних галузей промисловості – машинобудування, переробної промисловості, логістики, інформаційних технологій та інших сфер виробничої діяльності.

Індустріальні парки широко використовуються у багатьох країнах світу як ефективний інструмент стимулювання економічного розвитку територій. У розвинених країнах вони сприяють концентрації виробництва, розвитку інновацій та підвищенню ефективності використання ресурсів, тоді як Україна поступово впроваджує цей досвід, адаптуючи його до власних економічних умов і потреб регіонального розвитку [2].

Останніми роками в Україні спостерігається активізація процесу створення індустріальних парків. Станом на 2025 рік у державному реєстрі налічується близько 100 індустріальних парків [3], значна частина з яких була створена протягом останніх років у межах

державної політики підтримки промислового розвитку та відновлення економіки. Зокрема, у 2024 році було зареєстровано понад 30 нових індустріальних парків [3].

Разом з тим, попри значну кількість зареєстрованих індустріальних парків, лише частина з них активно функціонує. Це пов'язано з недостатнім рівнем розвитку інфраструктури, складністю залучення інвесторів та потребою у значних фінансових ресурсах для облаштування територій. У зв'язку з цим держава запроваджує різні механізми підтримки, зокрема фінансування розвитку інженерно-транспортної інфраструктури, податкові стимули для учасників парків та створення сприятливого інвестиційного середовища [2].

Розвиток індустріальних парків сприяє створенню нових підприємств, модернізації виробничих потужностей та підвищенню конкурентоспроможності національної промисловості. Крім того, функціонування таких парків позитивно впливає на соціально-економічний розвиток регіонів, оскільки сприяє зростанню зайнятості населення та збільшенню надходжень до місцевих бюджетів [4].

Отже, індустріальні парки відіграють важливу роль у розвитку економіки України. Подальший розвиток цієї сфери потребує вдосконалення законодавчої бази, розвитку інфраструктури, ефективного просторового планування територій та активної співпраці держави, бізнесу і місцевих громад, що сприятиме економічному відновленню країни та залученню інвестицій.

Список використаних джерел

1. Про індустріальні парки: Закон України від 21.06.2012 № 5018-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5018-17> (дата звернення: 12.03.2026).
2. Розвиток індустріальних парків в Україні / Міністерство економіки України. 2024. URL: <https://www.me.gov.ua> (дата звернення: 12.03.2026).
3. Розвиток індустріальних парків в Україні. LIGA:ZAKON. 2025. URL: <https://ligazakon.net> (дата звернення: 12.03.2026).
4. Індустріальні парки як інструмент економічного розвитку України. Інтерфакс-Україна. 2024. URL: <https://interfax.com.ua> (дата звернення: 12.03.2026).

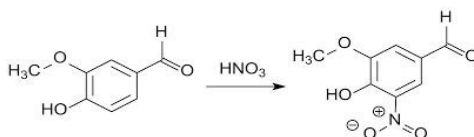
Звягінцева Уляна
Науковий керівник – проф. Лявинець О. С.

АЗОМЕТИНИ НА ОСНОВІ 5-НІТРОВАНІЛІНУ

Азометини (шифові основи) володіють широким спектром біологічної активності. Виявляють антибактеріальну, протигрибкову, протипухлинну, протизапальну дію, що робить їх перспективними в медико-біологічних дослідженнях. Крім того, азометини використовують у синтезі полімерів, барвників, комплексів металів, сенсорних матеріалів. Особливий інтерес становлять азометини на основі ароматичних альдегідів із функціональними замісниками, зокрема похідних ваніліну, а саме 5-нітрованіліну.

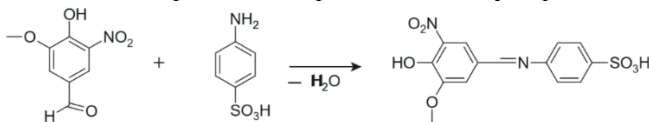
У даній роботі проведено синтез та дослідження властивостей азометинів, отриманих на основі 5-нітрованіліну, із різними ароматичними амінами.

5-Нітрованілін одержували нітруванням ваніліну 60% нітратною кислотою:



Для одержання азометинів на основі 5-нітрованіліну використані такі аміни: сульфанілова кислота, антранілова кислота, *n*-броманілін, *n*-нітроанілін.

Синтез азометинів відбувається за таким рівнянням (на прикладі 3-метокси-4-гідрокси-5-нітробензиліденсульфаніланіліну):



Синтезовані наступні сполуки: 3-метокси-4-гідрокси-5-нітробензиліденсульфаніланілін (I), 3-метокси-4-гідрокси-5-нітробензиліден-2-карбоксианілін (II), 3-метокси-4-гідрокси-5-нітробензиліден-4-броманілін (III) і 3-метокси-4-гідрокси-5-нітробензиліден-4-нітроанілін (IV).

Вихід, молекулярні маси і температури топлення синтезованих речовин наведені в таблиці.

Таблиця 1.

Вихід і фізико-хімічні властивості синтезованих продуктів

№ з/п	Синтезований продукт	Молярна маса, г/моль	Температура топлення, °С	Вихід, %
1	I	320	~220	84
2	II	300	~200	69
3	III	323	~215	96
4	IV	289	~230	87

Отримані азометини мають схожу будову, яка включає ароматичне ядро з фенольною, метоксильною та нітрогрупами, а також характерний азометиновий ($>C=N-$) зв'язок, який з'єднує 5-нітрованіліновий фрагмент із амінокомпонентом. Реакція їх синтезу відбувається за класичним механізмом нуклеофільного приєднання аміногрупи до карбонільного центру з наступною дегідратацією (відщеплення).

Перебіг реакції утворення азометинів і вихід кінцевого продукту визначаються електронними ефектами замісників і характером функціональних груп у структурі амінокомпоненти. Аміни, які містять електроноакцепторні групи (наприклад, $-NO_2$ у *p*-нітроаніліні або $-SO_3H$ у сульфаніловій кислоті), зменшують електронну густину на атомі нітрогену. Це може знижувати його нуклеофільність, проте сприяє стабілізації проміжного стану за рахунок кон'югації. Виходи перевищують 80%. Наявність кислотних груп ($-COOH$, $-SO_3H$) у молекулі впливає на розчинність сполук у реакційному середовищі. Наприклад, антранілова кислота має кращу розчинність у метанолі, ніж сульфанілова кислота, що може зумовлювати легший перебіг реакції. Температури топлення продуктів відповідають наявності водневих зв'язків та ступеню планарності молекул.

Отримані результати можуть бути використані при розробці нових антибактеріальних і протипухлинних агентів, а також як приклад синтезу функціоналізованих азометинів.

Зеленько Марія

Наукова керівниця – доц. Волощук О. М.

**ПОКАЗНИКИ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСЛЕННЯ
ЛІПІДІВ У ТВАРИН З АЦЕТАМІНОФЕН-
ІНДУКОВАНОЮ ТОКСИЧНІСТЮ
ЗА УМОВ ВВЕДЕННЯ ЕКСТРАКТУ ГРИБА
*HERICIUM FLAGELLUM***

На сьогоднішній день ацетамінофен широко використовується як жарознижувальний і знеболювальний засіб, однак передозування цим препаратом призводить до розвитку оксидативного стресу і токсичного ураження печінки. Тому актуальним залишається питання пошуку природних джерел речовин із антиоксидантними і гепатопротекторними властивостями. Як перспективне джерело біологічно-активних сполук розглядають гриби. Зокрема, багато досліджень показали, що сполуки, отримані із грибів роду *Hericium*, проявляють нейропротекторну, нейротрофну, імуномодулюючу, протипухлинну, антиоксидантну та антимікробну дію. Із рідкісного виду *Hericium flagellum* виділено велику кількість біологічно-активних сполук, таких як геріценони, ерінацини, геріцерини, геріціоєви і геріціофуранова кислоти, стероїди, алкалоїди, проте наразі його лікарські властивості залишаються недостатньо вивченими [1]. Як маркер оксидативного стресу за ураження печінки ацетамінафеном використовують пероксидне окислення ліпідів, для вимірювання його інтенсивності часто проводять визначення вмісту ТБК-активних продуктів, основним з яких є малоновий діальдегід. Зміна рівня концентрації даного показника може слугувати для оцінки ефективності гепатопротекторних і антиоксидантних властивостей *Hericium flagellum*.

Мета роботи – визначення вмісту ТБК-активних сполук у мітохондріях гепатоцитів за умов токсичного ураження печінки ацетмінофеном та введення етанольного екстракту гриба *Hericium flagellum*.

Результати проведених досліджень показали, що токсичне ураження ацетамінофеном призводить до збільшення вмісту ТБК-активних продуктів у мітохондріях печінки щурів майже у 2,5 рази порівняно з контрольною групою. Водночас за попереднього

10-денного введення тваринам екстракту *Hericium flagellum* до токсичного ураження рівень ТБК-активних сполук достовірно знижується порівняно із тваринами, які екстракту не отримували, хоча і не досягає контрольних значень. Отримані дані вказують на імовірну наявність у спиртовому екстракті *Hericium flagellum* сполук із антиоксидантними властивостями.

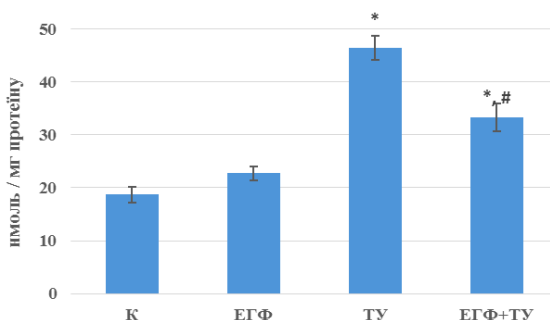


Рис. 1. Вміст ТБК-активних продуктів у мітохондріях печінки щурів за умов передозування ацетамінофеном та введення спиртового екстракту *Hericium flagellum*

Примітка: К – контроль; ЕГФ – тварини, які отримували екстракт *Hericium flagellum* протягом 10 днів у дозі 200 мг/кг маси тіла; TV – тварини, які отримували токсичну дозу ацетамінофену; ЕГФ+TV – тварини, які перед моделюванням токсичного ураження отримували екстракт *Hericium flagellum* протягом 10 днів у дозі 200 мг/кг маси тіла.

*- статистично достовірна різниця порівняно з контролем, $P < 0,05$

#- статистично достовірна різниця порівняно з групою TV, $P < 0,05$

Отже, етанольний екстракт *Hericium flagellum* здатний знижувати продукцію ТБК-активних сполук у мітохондріях гепатоцитів, що свідчить про зменшення інтенсивності процесів перекисного окислення ліпідів у печінці тварин з ацетамінофен-індукованою токсичністю.

Список використаних джерел

1. Qi J, Wu J, Kang S, Gao J, Hirokazu K, Liu H, Liu C. (2024). The chemical structures, biosynthesis, and biological activities of secondary metabolites from the culinary-medicinal mushrooms of the genus *Hericium*: a review. *Chinese Journal of Natural Medicines*. Vol. 22, no. 8. P. 676–698.

Золотарчук Денис

Науковий керівник – проф. Смага І. С.

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ РІПАКУ В ФІЛІЇ «ПЕРСПЕКТИВ» ПРАТ «ЗЕРНОПРОДУКТ МХП»

Останніми роками постійно зростає зацікавленість аграріїв озимим ріпаком, що пов'язано із використанням його як олійної культури, високим ринковим попитом та закупівельними цінами. Дана культура ефективно пригнічує бур'яни на полях і сприятливо впливає на повітряний режим. Ріпакова олія застосовується у кулінарії, косметичній і медичній галузях, а також для виробництва біодизелю [1]. Отримання високих врожаїв цієї культури значно залежить від якісного і своєчасного здійснення агротехнічних заходів та інших операцій. Сприятливі параметри фізико-хімічних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунту забезпечують оптимальні умови для реалізації потенціалу біологічної продуктивності озимого ріпака.

Мета дослідження – запропонувати заходи щодо поліпшення системи удобрення озимого ріпака в філії «Перспектив» ПРАТ «Зернопродукт МХП». Дослідження проводилися в умовах виробничих посівів господарства.

Озимий ріпак вирощується у польовій сівозміні після озимої пшениці. Ґрунт – чорнозем опідзолений глеюватий важкосуглинковий, якому притаманні наступні агрохімічні показники 0–30 см шару: вміст гумусу – 2,9 %, вміст сполук лужногідролізованого азоту за Корнфільдом – 88,2 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (P_2O_5) та рухомого калію (K_2O) за Кірсановим – відповідно 58,6 і 208,0 мг/кг ґрунту, $pH_{сол.}$ – 5,8, гідролітична кислотність за Каппеном – 2,5 м-екв/100 г ґрунту. Вирощували сорт озимого ріпака Атлант. Варіанти досліду: 1) контроль – $N_{40}P_{80}K_{100}$ +підживлення КАС32 (60 кг д.р./га); 2) контроль + підживлення аміачною селітрою (40 кг д.р./га); 3) контроль + підживлення сульфатом амонію (40 кг д.р./га); 4) контроль + гербіцид Цукрон (0,45 л/га), інсектицид Бомбардир Дуо (0,15 л/га), поверхнево активна речовина Глайдер (0,035 л/га); 5) контроль + Віта-Бор розчин (1,2л/га)

гербіцид Цукрон (0,45 л/га), інсектицид Бомбардир Дуо (0,15 л/га), поверхнево активна речовина Глайдер (0,035 л/га), Сульфат магнію (2,5 кг/га).

В процесі вирощування озимого ріпаку особливу увагу варто звертати на азотні добрива, висока ефективність яких можлива за умови внесення й фосфорних і калійних добрив. Особливо важливо забезпечити достатній рівень доступного фосфору на перших фазах розвитку культури, а з розвитком кореневої системи він краще поглинається з малодоступних форм [2].

Урожай насіння ріпаку на контрольному варіанті склав 3,8 т/га. Дослідженнями доведено, що збалансоване мінеральне добриво впливає на продуктивність ріпаку озимого та забезпечує збільшення врожайності насіння порівняно з контролем на 0,4-0,6 т/га, залежно від варіанта досліджу. Зокрема, підживлення рослин сульфатом амонію забезпечило приріст урожаю на 0,4 т/га порівняно з підживленням аміачною селітрою в аналогічній дозі. Також необхідним заходом є внесення бор-вмісних препаратів, оскільки ріпак позитивно реагує на бор. Позакореневе внесення розчину Віта-Бор (1,2л/га) разом з гербіцидом Цукрон (0,45 л/га), інсектицидом Бомбардир Дуо (0,15 л/га) та поверхнево активною речовиною Глайдер (0,035 л/га) зумовило приріст урожаю на 0,5 т/га порівняно з варіантом без внесення бору.

Отже, удосконалена технологія вирощування для ріпаку озимого в умовах філії «Перспектив» ПрАТ «Зернопродукт МХП» передбачає оптимізацію мінерального живлення зарахунок внесення сірковмісних добрив, а саме підживлення сульфатом амонію (40 кг д.р./га) в період весняного відновлення вегетації культури та позакореневого внесення розчину Віта-Бор (1,2л/га) у складі бакової суміші в фазу бутонізації.

Список використаних джерел

1. Кернасюк Ю. (2022). Глобальний і внутрішній ринки ріпаку. *Агробізнес сьогодні*. №13-14. С. 12-13.
2. Matsera O. (2020). Influence of elements of growing technology on plant development, yield and seed quality of winter rapeseed. *Danish Scientific Journal*, No. 36 (Vol. 2). P. 7-15.

Іванов Даніїл

Науковий керівник – доц. Борук С. Д.

ВПЛИВ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ ДНІСТРОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА НА ЯКІСТЬ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ

Початок 21 століття характеризується зростанням негативного впливу на довкілля. Природні води України також зазнають інтенсивного забруднення скидами промислових підприємств, побутовими й господарськими відходами, отрутохімікатами та мінеральними добривами. Найбільші обсяги забруднюючих стічних вод скидаються у р. Дніпро – 23% від загальної маси забруднюючих речовин, р. Сіверський Донець – 18%, р. Дністер – 2.4%, Чорне море – 1.9%, Азовське море – 4.6%.

Існуючи тенденції зумовлюють необхідність проведення постійного контролю рівня забруднення води в водоймах, які використовують як джерело питної води, а також ефективності проведення водо підготовки.

У результаті проведених досліджень з виявлення органолептичних властивостей можна свідчити про те, що при різних погодних умовах в різні періоди запах у зразках з водосховища був землистий, болотний і невизначений запах на відміну від питної води, яка запаху і смаку практично не мала. Кольоровість води з водосховища змінювалася від 5° до 15°, що зумовлено безпосередньо з випаданням опадів, а у зразках водопровідної води зміна кольоровості становила 5°. Зі зміною погодних умов каламутність зразків води з Дністровського водосховища знижувалась на відміну від водопровідної води, каламутність якої була більша 25 см.

На основі проведених досліджень був встановлений кореляційний взаємозв'язок між станом природних вод Дністровського водосховища і водопровідної води м. Новодністровськ. Порівнювали результати зразків води за ГДК у річках і вимогами та нормативами питної води за Національним стандартом України.

Якість питної води в останні роки стала повсюдним і важливим фактором ризику в більшості населених пунктів України. Питну воду в м. Новодністровськ очищають неорганічною сполу-

кою – гіпохлоридом натрію, що володіє антисептичними та дезінфікуючими властивостями. Ця речовина при неправильному дозуванні наносить шкоду людському організму.

За результатами дослідження органолептичних властивостей встановлено, що гіпохлорид натрію усуває запахи. При дослідженні вмісту хлоридів, встановлено правильне дозування гіпохлориду натрію. За своїми властивостями речовина здатна знешкоджувати бактерії, віруси, грибки, про наявність яких свідчить перманганатна окиснюваність. За результатами наших досліджень у водосховищі присутні як органічні речовини, так і бактерії, віруси, а у водопровідній їй немає, отже очищення води здійснюється ефективно.

При проведенні досліджень води, фіксуючи погодні умови та їх зміну, не виявлено перевищення нормативних значень органолептичних показників: запаху, кольоровості та каламутності в Дністровському водосховищі, адже річка Дністер є досить чистою і завдяки ГЕС здійснює постійних рух, тобто у цьому випадку негативних наслідків роботи ГЕС на воду немає.

Отже, ми можемо зробити висновок, що водоочисні станції м. Новодністровська працюють задовільно, забезпечуючи населення досить чистою водою. Ціна за водопостачання є завищеною, оскільки здійснюється не з підземних горизонтів, а з Дністровського водосховища.

Список використаних джерел

1. Білявський Г.О., Путченко Л.І., Навроцький В.М. (2002). Основи екології: теорія та практикум : навч. посібник. К: Лібра. 352 с.
2. Кучерявий В.П. (1999). Урбоекологія. Львів: Світ. С.135–148.
3. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. (1997). Практикум із загальної екології : навч.посібник. К.: Либідь. С.46–67.

Глашук Микола
Науковий керівник – доц. Романюк В. В.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ГРУШІ ВІД *ERWINIA AMYLOVORA*

Бактеріальний опік – це хвороба, яку спричинює грамнегативна бактерія *Erwinia amylovora*. Найбільш уражуються представники підродини *Maloideae*, зокрема рослину родини розових – груша (*Pyrus spp.*).

За теплих і вологих умов патоген проникає в рослину через нектарники квіток або через пошкодження на листках і пагонах. Після проникнення бактерія поширюється судинною системою рослини. Накопичення бактерій у ксилемі призводить до блокування транспорту води, внаслідок чого уражені органи в'януть і відмирають.

Характерною ознакою бактеріального опіку є утворення бактеріального екsudату, що складається з бактерій, полісахаридів і клітинного соку рослини, який виділяється в місцях інфекції.

Бактеріальний опік є некротичною хворобою: спочатку з'являються чорні некротичні ураження, які з часом призводять до загибелі рослини. З моменту першого виявлення у США в 1870-х роках хвороба поширилася по всьому світу.

Практично всі комерційні сорти груші є вразливими до *E. amylovora*. Для контролю захворювання застосовують антибіотики (стрептоміцин, окситетрациклін), однак це призводить до формування резистентності у патогена. У період цвітіння також використовують мідьвмісні препарати, проте вони можуть викликати фітотоксичність листків і пошкодження плодів.

У зв'язку з цим біологічний контроль розглядається як ефективна альтернатива, оскільки дозволяє зменшити ризики, пов'язані з використанням хімічних препаратів та антибіотиків [1].

Метою наших досліджень є встановлення найбільш оптимального методу боротьби з *E. amylovora* у насадженнях груші.

Для фоліарної обробки рослин використовували біопрепарат Фітохелп на основі суміші живих природних бактерій *Bacillus*

velezensis з титром не менше ніж $4,0 \times 10^9$ КУО/см³. У дозуванні 3 літри на гектар.

Bacillus velezensis проявляє антагоністичну активність проти збудника бактеріального опіку (*Erwinia amylovora*) завдяки комплексу біохімічних і фізіологічних механізмів. Одним із основних механізмів є продукція вторинних метаболітів, зокрема ліпопептидів: сурфактин, ітурин. Ці сполуки порушують цілісність клітинної мембрани патогену, викликаючи її дестабілізацію та загибель клітин. *Erwinia amylovora* здатна формувати біоплівки, які підвищують її стійкість. Метаболіти *Bacillus velezensis* пригнічують формування біоплівок і можуть руйнувати вже існуючі, що знижує вірулентність патогену [2].

Дослід проводився у с. Топорівці Чернівецької області на насадженнях груші сортів Тисенівка та Ноябрська Молдови (Хеніа), які були висаджені у 2012 році.

Обробки проводились у вечірній час, у фазах: рожевий бутон (57 BBCH), початок цвітіння (61 BBCH), повне цвітіння (65 BBCH), розмір плодів 20мм (72 BBCH).

Встановлено, що ефективність обробок досягла 92%, оскільки проявились спалахи бактеріального опіку на межі ділянок.

Список використаних джерел

1. Cheffi M. A., Gharbi Y., Triki M. A. et al. (2022). Study of *Bacillus velezensis* OEE1 potentialities in the biocontrol against *Erwinia amylovora*, causal agent of fire blight disease of rosaceous plants // *Biological Control*. Vol. 167. Article 104842. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104842>
2. Din Iu, Hu L, Jiang Y, Wei J, Afzal M, Sun L. Bacterial Lipopeptides Are Effective against Pear Fire Blight. *Microorganisms*. 2024; 12(5):896. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12050896>

Ірімеску Соріна

Наукова керівниця – доц. Літвіненко С. Г.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ: РЕЗУЛЬТАТИ ПРАКТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасна шкільна біологічна освіта потребує відходу від традиційного репродуктивного навчання на користь активного залучення учнів до пізнавального процесу. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю пошуку дієвих інструментів для візуалізації складних біологічних мікропроцесів та формування екологічної свідомості молоді. Перехід від пасивного прослуховування лекцій до активного моделювання систем (клітина, організм, біогеоценоз) стає критичним фактором успіху в опануванні природничих дисциплін [2].

Метою нашої роботи було експериментально перевірити вплив інтерактивних методів навчання на рівень навчальних досягнень та розвиток пізнавального інтересу учнів середньої школи. В основу практичного дослідження було покладено комплексне використання таких методів, як «кейс-стаді», рольові ігри, робота в малих групах та застосування віртуальних лабораторій.

Аналіз результатів практичного впровадження показав суттєве підвищення якості знань. У експериментальних групах, де системно застосовувалися інтерактивні технології, середній бал успішності зріс на 18% порівняно з контрольними класами. Найбільш помітний прогрес зафіксовано при вивченні тем, що потребують абстрактного та системного мислення, зокрема «Молекулярний рівень організації життя» та «Закономірності спадковості».

Анкетування учасників освітнього процесу підтвердило гіпотезу про зростання внутрішньої мотивації: 85% респондентів зазначили, що уроки з елементами ігрових симуляцій та віртуального експерименту викликають у них значно більший інтерес, ніж традиційні заняття [3, с. 7680]. Використання цифрових інструментів (сервіси Kahoot!, PhEt) у поєднанні з груповою роботою забезпечило сталу увагу протягом всього уроку.

Крім того, практичне впровадження ігрових методів (біологічних квестів та рольових ігор) засвідчило розвиток соціальних навичок учнів. Робота в малих групах над розв'язанням екологічних кейсів стимулювала активну комунікацію та вміння працювати в команді. Учні, які раніше демонстрували низьку залученість до предмета, у процесі інтерактивної взаємодії стали частіше виявляти ініціативу та пропонувати креативні шляхи розв'язання проблем (наприклад, при розробці заходів з охорони місцевих екосистем). Це підтверджує, що інтерактивне навчання формує не лише предметні знання, а й м'які навички (soft skills), необхідні для успішної самореалізації в сучасному суспільстві [1].

Узагальнюючи результати проведеного дослідження, можна стверджувати, що інтерактивні методи навчання є потужним інструментом модернізації уроків біології. Вони забезпечують гармонійне поєднання теоретичної підготовки з практичною діяльністю, суттєво підвищують пізнавальний інтерес до природничих наук та сприяють формуванню цілісної наукової картини світу.

Список використаних джерел

1. Мар'єнко М. В. (2023). Використання хмарних сервісів у процесі навчання біології. *Фізико-математична освіта*. Випуск 38(1). С. 45–51.
2. Сільвашко М. М., Шмиголь І. В. (2023). Впровадження інтерактивних технологій навчання під час вивчення біології і екології. *Grail of Science*. № 34. С. 273–277.
3. Скрипник С. (2025). Особливості використання цифрових технологій у вивченні біологічних дисциплін (загальна біологія, цитологія, генетика, біологія індивідуального розвитку). *Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи*. Вип. 1(13). С. 76-80.

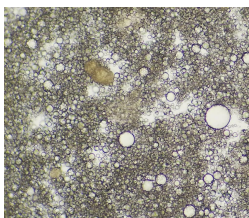
Ісаюк Анастасія

Наукова керівниця – доц. Сачко А. В.

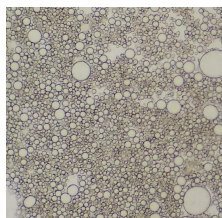
ВПЛИВ БІНАРНИХ КУПАЖІВ РОСЛИННИХ ОЛІЙ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВЕГАНСЬКИХ СОУСІВ

Зростання попиту на рослинні альтернативи традиційних емульсійних продуктів зумовлює актуальність розробки майонезних соусів без використання яєць із пониженим вмістом жиру. У даній роботі запропоновано створення емульсій на основі бобової аквафаби як природного емульгатора у поєднанні зі стабілізаторами (пектин, ксантан), що забезпечують необхідну текстурну стабільність системи при зниженому вмісті олії (30 %). Метою дослідження є наукове обґрунтування та розробка рецептур веганських соусів низької жирності (30%), де традиційна жирова фаза замінена бінарними купажами рослинних олій (авокадо-соняшник та авокадо-олива в співвідношенні 1:1).

Програма досліджень включала аналіз органолептичних показників (смак, текстура, колір), визначення активної кислотності (pH) та агрегативної стабільності емульсій. Особливу увагу приділено вивченню розподілу частинок за розмірами для оцінки ступеня дисперсності жирової фази та аналізу реологічних характеристик.



C15A15



O15A15

Рис. 1. Мікрофотографії зразків розроблених емульсій

Аналіз мікрофотографій свідчить про суттєвий вплив складу жирового купажу на дисперсність системи. У зразку C15A15 чітко проявляється явище флокуляції, і візуально вища неоднорідність розмірів частинок порівняно із O15A15. Аналіз об'ємного розпо-

ділу частинок за розмірами (рис. 2а) свідчить, що О15А15 (олива-авокадо) демонструє вищу ступінь дисперсності (табл 1): медіанний діаметр часток D50 становить 6,679 мкм проти 7,811 мкм у С15А15. Найбільш показовим є значення D90 (15,505 мкм проти 27,737 мкм) та показник Span (2,03 проти 3,22), що математично підтверджує візуально зафіксовану флокуляцію у зразку з соняшниковою олією та свідчить про вищу дисперсність оливкового купажу.

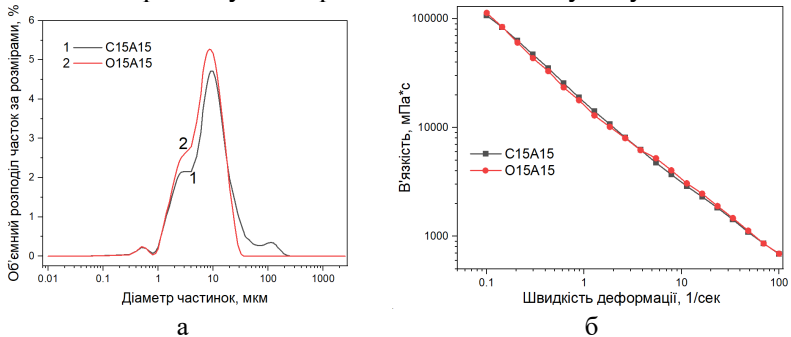


Рис. 2. а – об'ємний розподіл частинок соусів за розмірами; б – залежність в'язкості емульсійних систем від швидкості деформації

Незважаючи на подібність розгортки в'язкості за швидкістю деформації (рис. 2б), зразок О15А15 має нижчу межу плинності (135 Н/м²) порівняно з С15А15 (187 Н/м²). Можливо, флокуляція у соняшковому купажі сприяє формуванню більш жорсткого, але менш стабільного структурного каркаса.

Таблиця 1.

Фізико-хімічні та структурно-механічні показники розроблених соусів.

	Густина купажу, г/дм ³	pH соусу	Межа плин., Н/м ²	D10, мкм	D50, мкм	D90, мкм	Span
С15А15	0.947	3.80	187	1.908	7.811	27.737	3.22
О15А15	0.953	3.68	135	1.907	6.679	15.505	2.03

Отримані результати свідчать, що склад купажу олій суттєво впливає на структурно-механічні та реологічні властивості майонезних соусів. Зразок на основі оливкової та олії авокадо характеризується вищою дисперсністю, меншою полідисперсністю та нижчою межею плинності, що вказує на формування більш стабільної та однорідної емульсійної системи.

Карапка Юля

Науковий керівник – доц. Жук А. В.

РЕГУЛЮВАЛЬНІ ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ ЗАКЛАДУ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ № 41 М. ЧЕРНІВЦІ

Заклад дошкільної освіти (ясла-садок) комбінованого типу № 41 «Пізнайко» Чернівецької міської ради розташований в районі щільної спальної забудови. Загальна площа об'єкту складає 1,0555 га. З огляду на проектну потужність 244 місця і щоденне перебування 13 груп дітей на відкритому повітрі, особливого значення набуває здатність деревних насаджень регулювати якість довкілля.

Метою дослідження було кількісно та монетарно оцінити регулювальні екосистемні послуги деревних насаджень ЗДО № 41 для обґрунтування їхньої ролі у створенні екологічно безпечного мікроклімату дитячого закладу.

Інвентаризація дендрофлори виконувалася методом суцільного переліку. Розрахунок екосистемних послуг проведено за допомогою спеціалізованого інструменту i-Tree Eco. Монетарні значення наведено в доларах США для забезпечення порівнюваності результатів і мінімізації впливу коливань національної валюти.

Аналіз структурних характеристик показав, що на території закладу зростає 91 дерево, що належать до 12 видів. Попри невелику видову різноманітність, ці насадження демонструють високу функціональну ефективність (табл. 1).

Оцінка кліматорегулювальної ролі території ЗДО свідчить про значний екосистемний потенціал зелених насаджень на території закладу. Річна секвестрація вуглецю становить 380 кг, що відповідає 1393 кг у вуглецевому еквіваленті. Такий обсяг за рік нейтралізує викиди легкового автомобіля при пробігу 6000 км. Прогноз на 20 років підтверджує стратегічну цінність об'єкта. Деревина на території ЗДО сумарно акумулюють 41864 кг CO₂. Це доводить, що насадження закладу є потужним природним фільтром, який забезпечує декарбонізацію та екологічну безпеку навчального простору.

Таблиця 1.

Потенціал регулювальних екосистемних послуг

Показник	Одиниця виміру	Річне значення	Прогноз на 20 років
Поглинання вуглекислого газу			
Секвестрований вуглець	кг	379,84	11 417,55
Еквівалент CO ₂	кг	1 392,75	41 864,44
Оціночна економічна вигода	USD	\$181,19	\$5 446,23
Пом'якшення наслідків зливових вод			
Зменшення поверхневого стоку	м ³	5,94	166,75
Перехоплені опади	м ³	105,33	2 957,52
Оціночна економічна вигода	USD	\$14,02	\$393,63
Очищення повітря від забруднювачів			
Оксид вуглецю (CO)	г	204,97	5 744,18
Озон (O ₃)	кг	9,76	273,66
Діоксид азоту (NO ₂)	кг	0,81	22,70
Діоксид сірки (SO ₂)	кг	1,75	48,99
Дрібнодисперсний пил (PM _{2.5})	кг	0,51	14,29
Оціночна економічна вигода	USD	\$19,96	\$559,91
Сумарна економічна вигода	USD	\$215,17	\$6 399,77

Роль об'єкта у регулюванні середовища через управління водними стоками та очищення повітря також помітна. Завдяки затриманню опадів обсягом 105 м³/рік, суттєво знижується навантаження на інженерні мережі під час злив. Одночасно відбувається активна біофільтрація забруднювачів повітря, де найвагоміше вловлювання озону (9,76 кг/рік). Прогнозована абсорбція дрібнодисперсного пилу за 20 років – 14,29 кг.

Отже, сумарно заощаджені кошти громади на вирішенні екологічних проблем за рік становлять \$215, а за 20 років сума зросте до \$6400. Оскільки понад 84 % цієї суми (\$181 на рік) припадає на поглинання вуглецю, саме ця послуга приносить найбільшу фінансову користь. Це підтверджує, що догляд за насадженнями є вигідним для бюджету в довгостроковій перспективі.

Каспрук Марина*Науковий керівник – проф. Руденко С. С.***КОРА З ОБРІЗКІВ ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ – ДЖЕРЕЛО ПРИРОДНИХ БАРВНИКІВ ДЛЯ ТЕКСТИЛЮ**

Мета роботи – дослідити фарбувальні можливості природних барвників з кори щорічних обрізків плодових дерев.

За відсутності протравлювання (табл. 1) найбільша сума компонентів RGB характерна для лляних зразків, пофарбованих корою яблуні домашньої, а найменша – корою груші звичайної.

Таблиця 1.

RGB-профіль лляних зразків, пофарбованих корою плодових дерев без протравлювання

Вид, Код RGB	Тканина	Назва кольору RGB	R	G	B	Σ
Вишня звичайна (<i>Prunus cerasus</i> L.) #c4af90		Індійський хакі (бежево-коричневий)	196 38%	175 34%	144 28%	51 5
Груша звичайна (<i>Pyrus communis</i> L.) #a69e89		Топлений жир (жовтувато-білий)	166 36%	158 34%	137 30%	46 1
Слива домашня (<i>Prunus domestica</i> L.) #cec2aa		Чіно (класичний беж, як мішкова тканина)	206 36%	194 34%	170 30%	57 0
Яблуня домашня (<i>Malus domestica</i> Borkh.) #d7d0b3		Акароа	215 36%	208 34%	179 30%	60 2

При цьому зразки, пофарбовані корою усіх чотирьох видів, характеризуються відсотковим переважанням червоної компоненти. Найменший відсоток становить синя компонента. Чим темніше взірець, тим менші як абсолютні, так і відсоткові значення колір-

ної RGB-моделі. За відсутності протравлювачів зразки залежно від породи дерев набувають бежево-коричневого, жовтувато-білого, класичного бежевого кольору та кольору Акароа.

При фарбуванні з одночасним протравлюванням алюмокалієвим галуном (табл. 2) відбувається зміна кольорових характеристик зразків. Загальна сума RGB зменшується, що свідчить про набуття ними темнішого відтінку.

Таблиця 2.

RGB-профіль лляних зразків, пофарбованих корою плодкових дерев одночасно з протравлюванням алюмокалієвим галуном

Вид, Код RGB	Тканина	Назва кольору RGB	R	G	B	Σ
Вишня звичайна (<i>Prunus cerasus</i> L.) #aa8a75		Піщаний дрейф (світло-бежевий з рожевим)	170 40%	138 33%	117 27%	425 ↓
Груша звичайна (<i>Pyrus communis</i> L.) #956a57		Шкіра (насичений коричневий)	149 43%	106 32%	87 25%	342 ↓↓
Слива домашня (<i>Prunus domestica</i> L.) #8f7e6c		Макара (оливково-коричневий)	143 38%	126 33%	108 29%	377 ↓↓
Яблуня домашня (<i>Malus domestica</i> Borkh.) #8f8772		Оливковий серпанок (сірувато-зелений)	143 34%	165 39%	114 27%	422 ↓

Порівняно з варіантом без протравлювання, змінюється співвідношення кольорових компонентів: у зразках, пофарбованих корою вишні, груші та сливи, зростає частка червоного кольору, тоді як для кори яблуні – зеленого. У всіх випадках спостерігається зменшення синьої компоненти. Помітні зміни характерні для зразків, пофарбованих корою яблуні: їхній колір змінюється з бежевого на сірувато-зелений. В інших варіантах назва кольорів віддзеркалює збільшення червоної компоненти, або прояв більш темного відтінку.

Кирилюк Анна

Науковий керівник – доц. Чебан Л. М.

ВПЛИВ СКЛАДУ ЖИВИЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АСОЦІАЦІЇ *NOSTOC LINCKIA*

Асоціації *Nostoc linckia* – це стійкі угруповання ціанобактерії з іншими мікроорганізмами, у межах яких відбуваються взаємовигідні метаболічні взаємодії, що забезпечують підвищену життєздатність і функціональну активність системи. Такі асоціації демонструють високу адаптивність до змін умов культивування та здатність до ефективнішої трансформації поживних речовин порівняно з чистими культурами. Водночас склад живильного середовища, зокрема співвідношення джерел карбону, нітрогену, фосфору та мікроелементів, визначає інтенсивність росту, фотосинтетичну активність і синтез біологічно активних сполук культурами. У зв'язку з цим оптимізація живильного середовища є ключовим чинником підвищення продуктивності асоціації *Nostoc linckia* та розширення їх практичного застосування у екологічній та промисловій біотехнології [1].

Для вивчення впливу нітрогену та фосфору використовували мінімальне мінеральне середовище та наступні комбінації нітрогену і фосфору (табл. 1.).

Таблиця 1.

Склад комбінацій середовищ для асоціації *Nostoc linckia*

Варіант середовища	Концентрація N	Концентрація F
S1.	0,14 мг/л	0,0155 мг/л
S2.	14 мг/л	1,55 мг/л
S3.	0,14 мг/л	1,55 мг/л
S4.	14 мг/л	0,0155 мг/л

Культивування асоціації *Nostoc linckia* проводили 14 діб, за 16-годинного фотоперіоду та 22 ± 2 °C. Кожної третьої доби здійснювали вимірювання pH, щільності культури та аналізували візуальні зміни мікроскопічно (Micromed Evolution ES-4120, 10x10). Біомасу відділяли центрифугуванням при 4000 об/хв, протягом 15 хвилин (Micromed №901408). Водорозчинні компоненти екстрагували фосфатним буфером та визначали кількість загального

білка за Лоурі, ліпофільні сполуки екстрагували сумішшно хлороформу : етанолу (2:1). У ліпофільних екстрактах визначали кількість загальних ліпідів з фосфованіліновим реагентом, вміст хлорофілу а та каротиноїдів (CARY60). Максимальну кількість біомаси асоціації *Nostoc linckia* зафіксовано на варіантах середовища із масксимальним вмістом нітрогену (S2 та S4) (табл. 2.).

Таблиця 2.

Продуктивність асоціації *Nostoc linckia*

Показники	Варіанти середовища			
	S1.	S2.	S3.	S4.
Кількість біомаси, мг/мл	5,5±0,11	11,8±0,16	7,9±0,14	10,2±0,17
Вміст білку, %.	49,7%	60,1%	31,9%	58,1%
Вміст ліпідів, %.	28,9%	59,1%	52,7%	45,9%
Вміст хлорофілу а, мг/г	3,4±0,05	3,3±0,10	3,7±0,06	4,2±0,11
Вміст каротиноїдів, мг/г	4,3±0,06	3,2±0,07	4,1±0,09	4,8±0,05

Найвищий вміст білка в біомасі *Nostoc linckia* спостерігався у середовищі, багатому на N та F (S2) та у середовищі з дефіцитом F, але достатнім вмістом N (S4).

Максимальний вміст ліпідів зафіксований на варіантах середовища із 1.55 мг/л F (S2 та S3). Дефіцит N або F пригнічував біосинтез білку, спрямовуючи надлишковий C на накопичення нейтральних ліпідів. Дефіцит F (S1, S4) чи дефіцит N (S1, S3) не призводив до достовірних змін у кількості хлорофілу а чи каротиноїдів клітин *Nostoc linckia*.

Отже, отримані результати показали, що оптимальним середовищем для культивування продуктивної культури асоціації *Nostoc linckia* є середовище S2 з достатнім вмістом нітрогену та фосфору.

Список використаних джерел

1. León-Miranda, E., & Tejada-Jiménez, M. (2023). Microalgal and nitrogen-fixing bacterial consortia: From interaction to biotechnological potential. *Plants*, 12(13), 2476.

Кицюк Іванна

Науковий керівник – доц. Романюк В. В.

СУЧАСНИЙ СОРТОВИЙ СКЛАД ТА БІОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ГЕНОТИПІВ КАШТАНА ПОСІВНОГО

В умовах Лісостепу України основою промислового та аматорського садівництва є інтродуковані сорти європейської селекції (Marrone) та адаптовані генотипи місцевої селекції (НБС ім. М.М. Гришка), що пройшли первинний добір за показником зимостійкості. Морфологічна характеристика та продуктивність адаптованих форм (серія CS): Генотип CS-20: Середня маса плоду становить 15,5-18,2 г, вихід ядра – 82-84%. Характеризується високим вмістом цукрів (до 14%) та низьким відсотком перегородчастості насіння. Генотип CS-22: Відрізняється раннім терміном дозрівання (І декада вересня), що критично важливо для повного визрівання деревини до настання осінніх заморозків. Середня маса плоду – 11,5 г. «Неаполітанський» (Neapolitanus): Класичний великоплідний сорт (18–22 г). Визначається моноембріонією (одне ядро в плоді), що підвищує його технологічну цінність для переробки. Проте в умовах Лісостепу демонструє середню врожайність через підмерзання плодових бруньок у суворі зими. «Волос» (Volos): Плод масою 12–14 г. Характеризується високою щільністю плодової оболонки, що забезпечує підвищену лежкість та стійкість до механічних пошкоджень під час збору. Найвищий поріг морозостійкості (до -28...-30°C) демонструють форми київської селекції (CS-01, CS-20). Європейські сорти ('Lyon', 'Neapolitanus') є чутливими до сонячних опіків кори в лютому-березні, що потребує обов'язкового білення штампів та використання захищених від північних вітрів експозицій. Сучасні міжвидові гібриди ('Bouche de Betizac', 'Marsol') виявляють високу резистентність до найбільш небезпечного шкідника – каштанового циніпіду (*Dryocosmus kuriphilus*) та толерантність до ендотієвого раку кори (*Cryphonectria parasitica*). Форми місцевої селекції мають середню стійкість до антракнозу, що в умовах надмірного зволоження потребує 2-3-разової фунгіцидної обробки в період вегетації. Для забезпечення стабільної продуктивності рекомендовано поєднання

основного промислового сорту (наприклад, 'Неаполітанський') з 2-3 формами-запилювачами серії CS. Це підвищує відсоток зав'язування плодів на 25-30% та нівелює ризики повної втрати врожаю через несприятливі погодні умови. Формування стійкого сортового контингенту каштана посівного в умовах базується на поєднанні інтродукованих сортів європейської селекції групи Marrone та адаптованих генотипів місцевої селекції Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка, що пройшли тривалий етап акліматизації. Серед адаптованих форм особливої уваги заслуговує генотип CS-20, який визначено як еталонний за морфологічними показниками: середня маса його плодів становить 15,5-18,2 г при високому виході ядра (82–84%) та вмісті цукрів до 14%. Важливою біоекологічною перевагою генотипу CS-22 є стислий вегетаційний період із дозріванням у першій декаді вересня, що гарантує повне визрівання деревини до настання осінніх заморозків.

Комплексний аналіз генофонду *Castanea sativa* Mill. найбільш перспективним є поєднання високої продуктивності європейських сортів (зокрема 'Неаполітанського' та 'Волоса') із високою адаптивністю селекційних форм місцевої популяції (генотипи CS- 20, CS-22). У той час як інтродуковані сорти забезпечують високу товарну якість плодів масою 18-22 г, форми київської селекції гарантують стійкість насаджень до критичних зимових температур (до -30°C) та раннє визрівання пагонів. Оптимальна стратегія вирощування передбачає створення змішаних насаджень із використанням сучасних міжвидових гібридів (наприклад, 'Bouche de Betizac') для забезпечення імунітету до каштанового циніпіду та обов'язкове перехресне запилення різними генотипами, що є ключовою умовою стабільної врожайності каштана посівного в умовах континентального клімату.

Список використаних джерел

1. Колесніченко О. В., Сябрук О. П. Біологічні особливості *Castanea sativa* Mill. в умовах Київського Полісся та Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України*. Вип. 171.
2. Сябрук О. П. Інтродукція та селекція каштана їстівного (*Castanea sativa* Mill.) в Лісостепу України.

Кіронда Роман

Наукова керівниця – доц. Цвик Т. І.

ДИНАМІКА ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА НА ЗАХОДІ УКРАЇНИ

Вивчення динаміки площ цукрового буряку на заході України є актуальним через економічну значущість культури та специфічні кліматично-грунтові умови регіону, що суттєво впливають і на продуктивність посівів. Аналіз таких даних дає змогу виявити тенденції розвитку буряківництва та має практичне значення для планування сільськогосподарського виробництва. На заході України вирощування буряку відбувається в умовах специфічного клімату та різноманітних ґрунтів, а складний рельєф і підвищена вологість суттєво впливають на врожайність та вибір агротехнологій. Дослідження динаміки вирощування включає не лише аналіз змін врожайності та площ посівів, а й оцінку застосовуваних технологій, сортового складу та рентабельності виробництва, з урахуванням впливу ринку, цін на цукор та державних програм підтримки. Агротехніка є вирішальним фактором для обсягу та якості врожаю, зокрема для зовнішніх характеристик коренеплодів. Технологія обробітку ґрунту має значний вплив на продуктивність сільськогосподарських культур, оскільки вона визначає не лише початкову динаміку росту рослин на ранніх етапах, але й створює сприятливі умови для їх подальшого розвитку до моменту збирання [1]. За результатами аналізу площ земель виділених під цукровий буряк, встановлено що в Чернівецькій області кількість земель під буряком була найнижчою серед представлених результатів. Загалом, найвища кількість земель виділених під вирощування цукрового буряку притаманна для Хмельницької та Вінницької областей. Є прояв динаміки по роках. Особливо це проявляється у Вінницькій області, де значення коливаються від 50,0 до 60 тис га. Найбільше залучено під буряк було в 2025 році, тобто спостерігається позитивна динаміка та зростання на 8 тис га. Досить низькі площі цукрового буряку за останні 3 років було виявлено у Волинській області, де площа зросла у поточному році до 12 тис га. Близькі за значеннями площі цукрового буряку у

2025 році характерні для Львівської, Тернопільської та Рівненської областей.

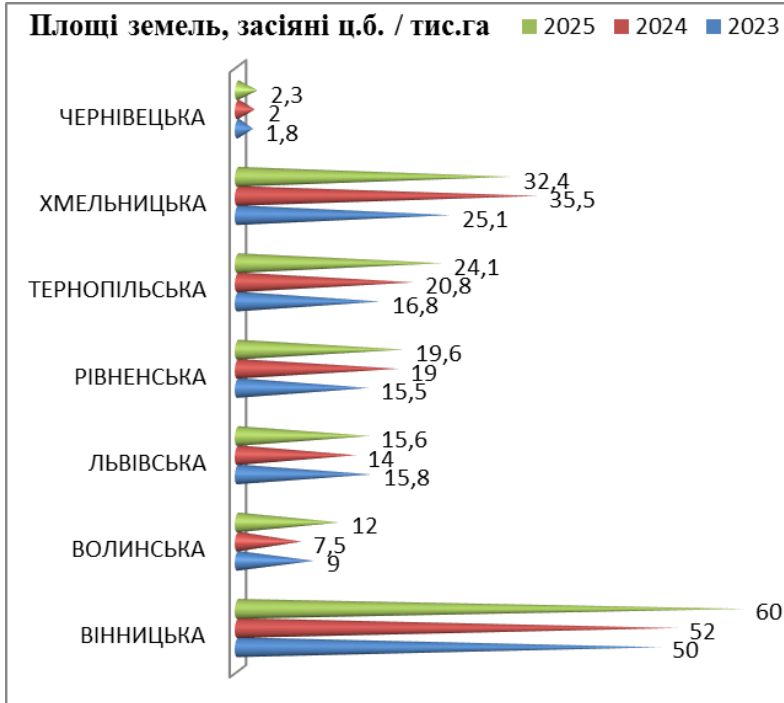


Рис.1. Площі земель під цукровим буряком

Отже, аналіз динаміки вирощування цукрового буряку на заході України свідчить про тенденцію до зростання площ посівів та підвищення врожайності культури. Зазначені тенденції свідчать про зростання потенціалу буряківництва у Західному регіоні України.

Список використаних джерел

1. Лихочвор В. В. (2016). Вплив добрив на врожайність цукрових буряків. Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. форуму. Львів. С. 6–9.

Ковальчук Кароліна
Наукова керівниця – доц. Волощук О. М.

ЦИТОХРОМОКСИДАЗНА АКТИВНІСТЬ У МІТОХОНДРІЯХ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ЩУРІВ ЗА УМОВ ТОКСИЧНОГО УРАЖЕННЯ АЦЕТАМІНОФЕНОМ І НИЗЬКОПРОТЕЇНОВОГО РАЦІОНУ

На сьогодні достовірно відомо, що передозування ацетамінофеном негативно впливає на функціональний стан печінки, проте токсичні дози препарату чинять системний вплив на організм, зокрема і на скелетні м'язи, що складають близько 40% маси тіла людини та відіграють ключову роль у загальному енергетичному гомеостазі. Функціонування скелетних м'язів критично залежить від безперебійного постачання АТФ, який виробляється переважно шляхом окисного фосфорилювання в мітохондріях. Термінальним етапом цього процесу є активність цитохром с-оксидази (комплексу IV), яка здійснює відновлення молекулярного кисню до води. Дослідження цитохромоксидазної активності за умов поєднаного впливу токсичного чинника та аліментарного дефіциту білка дозволяє глибше зрозуміти механізми метаболічної деструкції тканин, адже білкова недостатність не лише пригнічує біосинтез ентимів, але й змінює біотрансформацію ксенобіотиків, посилюючи їх токсичність.

Мета роботи – визначення активності цитохромоксидази в мітохондріях скелетних м'язів за умов токсичного ураження ацетамінофеном та низькопротеїнового раціону.

Результати дослідження активності цитохромоксидази у мітохондріях скелетних м'язів показали, що у тварин, які перебували на низькопротеїновому раціоні (НПР), активність ферменту була достовірно нижчою відносно контролю (рис. 1). У групі тварин з токсичним ураженням ацетамінофеном (ТУ) також спостерігається зниження ензиматичної активності порівняно з контролем, що свідчить про порушення термінального етапу мітохондріального дихання. Причиною такого ефекту може бути окислювальне

пошкодження білкових компонентів ферментного комплексу IV під дією активних форм кисню, утворення яких посилюється за умов ацетамінофен-індукованого ураження, або утворення аддуктів метаболіту ацетамінофену з мітохондріальними ензимами. Найбільш виражене пригнічення цитохромоксидазної активності спостерігається у групі з поєднаним впливом низькопротеїнового раціону та токсичного ураження (НПР+ТУ), де показник майже втричі нижчий у порівнянні з контрольними значеннями, що свідчить про взаємопосилюючий вплив обох чинників на функціональний стан мітохондрій скелетних м'язів.

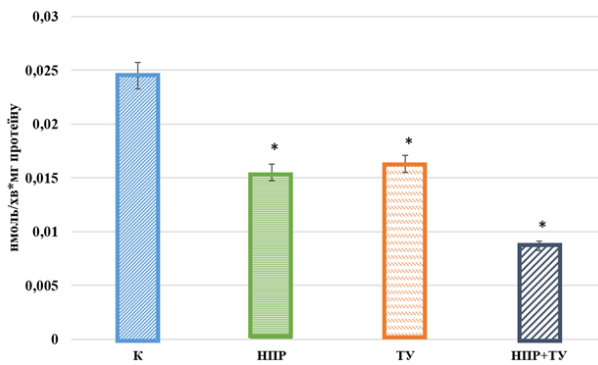


Рис. 1. Активність цитохромоксидази в мітохондріях скелетних м'язів щура за умов токсичного ураження ацетамінофеном і низькопротеїнового раціону

Примітка: К – контроль; НПР – тварини, які були на низькопротеїновій дієті; ТУ – тварини, які отримували токсичну дозу ацетамінофену; НПР+ТУ – тварини, які отримували токсичну дозу ацетамінофену після 28 денного споживання низькопротеїнового раціону.

*- статистично достовірна різниця порівняно з контролем, $P < 0,05$

Отже, отримані результати свідчать про те, що як НПР, так і ТУ окремо викликають достовірне зниження цитохромоксидазної активності у мітохондріях скелетних м'язів щурів, відображаючи пригнічення процесів мітохондріального дихання. Поєднана дія обох чинників (НПР+ТУ) сприяє найбільш вираженому інгібуванню активності ферменту, що свідчить про взаємопосилюючий негативний вплив на енергетичний метаболізм скелетних м'язів.

Ковальчук Світлана
Науковий керівник – доц. Жук А. В.

РІЗНОМАНІТТЯ ПОЛІФЛОРНОГО БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ РІЗНОГО ГЕОГРАФІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Бджолине обніжжя – це зібраний бджолами квітковий пилок, змочений нектаром та ферментами і сформований у гранули різної форми, ваги та кольору. Склад продукту залежить від місця та сезону збору [1]. Визначальною характеристикою обніжжя є його надзвичайна поліхромність. Забарвлення гранул варіює від білосніжного та яскраво-жовтого до темно-фіолетового чи майже чорного, що зумовлено специфічними пігментами пилкових зерен конкретних рослин-медоносів [2]. Ця ознака слугує надійним візуальним маркером, який дозволяє здійснювати непряму оцінку різноманіття пилконосної флори певної території.

Мета дослідження – проаналізувати групові характеристики поліфлорного бджолиного обніжжя різного географічного походження на основі колірної диференціації.

Матеріалом дослідження слугували зразки поліфлорного бджолиного обніжжя, зібраного у льотний період 2025 року в Рівненській області, м. Звенигородка Черкаської області та с. Бузовиця Чернівецької області. За зовнішніми ознаками зразки класифікували як поліфлорне обніжжя, оскільки вони склалися з візуально різнорідних гранул, що свідчить про змішане ботанічне походження продукту. З кожного зразка було відібрано наважку масою 2 г, яку зважували на аналітичних терезах з точністю до 0,001 г. Далі матеріал вручну розділяли на фракції за відтінками для подальшого аналізу.

За результатами проведеного дослідження встановлено відмінності у колірній структурі зразків залежно від місця збору. Зокрема, зразки з Рівненської та Черкаської областей були диференційовані на 6 колірних груп, а обніжжя, зібране у Чернівецької області, – на 7 груп (табл. 1). Основу колірних спектрів становлять грудочки різних відтінків жовтого від блілого до темного. У зразку з Рівненської області наявні обніжки чорного кольору, що прита-

манне маку та деяким сортам смородини [2]. У зразках з Чернівецької та Черкаської областей наявні грудочки коричневих відтінків.

Таблиця 1.

Групові характеристики поліфлорного бджолиного обніжжя

Показник	Походження зразка, обл.		
	Рівненська	Черкаська	Чернівецька
Кількість колірних груп	6	6	7
Кількість обніжок у 2 г	255	187	309
Середня маса однієї обніжки, мг	127,5	93,5	154,5
Співвідношення кількості обніжок у складі кожної з виділених груп	135 : 48 : 43 : 16 : 7 : 6	63 : 53 : 41 : 13 : 9 : 8	144 : 75 : 37 : 30 : 12 : 10 : 1

Кількість обніжок у наважці 2 г варіює від 187 у зразку з Черкаської області до 309 – у зразку з Чернівецької. Середня маса однієї обніжки у різних зразках варіювала в межах 93,5 – 154,5 мг. Зразки із Рівненської та Чернівецької областей характеризуються вираженим домінуванням грудочок одного кольору. Зразок із Черкаської області має три домінуючі групи.

Отримані результати свідчать про виражену регіональну специфіку формування поліфлорного бджолиного обніжжя, що проявляється у відмінностях колірної структури, кількісного співвідношення обніжок та їх масових характеристик. Перспективним є подальше поєднання морфологічного аналізу з палінологічними методами для більш точної ідентифікації ботанічного походження обніжжя.

Список використаних джерел

1. Броварський В. Д., Брінза Я., Отченашко В. В., Повозніков М. Г., Адамчук Л. О. (2017). Методика дослідної справи у бджільництві. Київ : Вінніченко. С. 147–148.
2. Spectroscopic discrimination of bee pollen by composition, color, and botanical origin / Bleha R., Shevtsova T. V., Živčáková M., Korbářová A. et al. *Foods*. 2021. № 10, Vol. 8, 1682.

Костенюк Артур

Наукова керівниця – асист. Гавриш К. В.

ZERO WASTE У КАВОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ: ВИКОРИСТАННЯ SILVER SKIN ЯК ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Кавове виробництво супроводжується утворенням значної кількості побічних продуктів, серед яких одним із найменш досліджених є silver skin (пергаментна оболонка зерна), що відокремлюється під час обсмаження. В умовах переходу до концепції zero waste актуальним є пошук шляхів його ефективного використання як вторинної сировини з доданою цінністю.

Метою роботи було проаналізувати фізико-хімічні властивості silver skin та визначити перспективні напрямки його використання у харчовій та суміжних галузях. Silver skin характеризується низькою вологістю (4-7%), високим вмістом харчових волокон (до 60%), наявністю антиоксидантних сполук (зокрема поліфенолів), а також залишковим вмістом кофеїну (0,5-1%). Такий склад визначає його потенціал як функціонального інгредієнта. У роботі детально розглянуто напрямки утилізації та комерційного використання silver skin.

Silver skin може використовуватись як інгредієнт з високим вмістом клітковини, що дозволяє створювати функціональні продукти. Випічка (хліб, печиво, крекери) Додавання 2-5% подрібненого silver skin підвищує вміст харчових волокон, покращує водоутримуючу здатність тіста та знижує глікемічний індекс продукту. При цьому важливо контролювати ступінь помелу для уникнення грубої текстури. Крім цього може використовуватись у снековій харчовій продукції. Використовується як наповнювач та структуроутворюючий компонент, що забезпечує тіло (текстуру) продукту без значного збільшення калорійності.

Silver skin має значний потенціал у виробництві напоїв. Водні екстракти, тобто при заварюванні формується напій із легким кавовим профілем, низьким вмістом кофеїну та високою антиоксидантною активністю. Концентрати та сиропи. Використання екст-

ракції (гарячої або ультразвукової) дозволяє отримувати концентровані рідини для RTD-напоїв.

Завдяки дрібнодисперсній структурі використовується як м'який абразив в косметичній індустрії. Антиоксидантні екстракти. Поліфеноли можуть застосовуватись у кремах та сироватках для захисту від оксидативного стресу. Антицелюлітні продукти. Наявність кофеїну робить silver skin потенційним інгредієнтом у відповідних формулах.

Побічні продукти обсмажування кави можуть використовуватись як органічні добрива – використання як компонент компосту або субстрат для вирощування грибів – завдяки високому вмісту лігноцелюлози.

Використання в енергетичній галузі можливе у випадку переробки в брикети або палети. Висока теплотворна здатність (~18-20 МДж/кг) дозволяє використовувати як біопаливо. Silver-skin може застосовуватись у процесах анаеробного зброджування.

Окремо відзначено, що silver skin має низьку насипну густину та високий об'єм, що створює складності у транспортуванні та зберіганні. Це вирішується шляхом грануляції, брикетування або екструзії, що значно підвищує ефективність логістики.

Отже, впровадження принципів zero waste у кавовому виробництві через використання silver skin дозволяє не лише зменшити обсяг відходів, але й створити нові продукти з високою доданою вартістю. Найбільш перспективними напрямками є харчові інгредієнти, функціональні напої та біоматеріали, що поєднують екологічність і економічну доцільність.

Костеняк Олександр

Наукові керівники – доц. Казімір І. І., асист. Штефанюк М. В.

ПОРЯДОК ТА ОСОБЛИВОСТІ ВІДВЕДЕННЯ ЗЕМЕЛЬ ПІД САДІВНИЦТВО

Право громадян на безоплатну приватизацію земельних ділянок для ведення індивідуального садівництва є одним із найактуальніших питань у сфері земельних відносин в Україні [5]. Згідно зі ст. 121 Земельного кодексу України, кожен громадянин має право на отримання такої ділянки площею до 0,12 га [1]. Ключовим документом у цьому процесі є проект землеустрою щодо відведення земельної ділянки, склад та зміст якого визначає Закон України «Про землеустрій» [2]. Основна мета роботи – це аналіз процедури розробки, погодження та затвердження цього проекту, а також виявлення типових проблем, з якими стикаються громадяни.

Об'єктом дослідження даної роботи є нормативно-правова база України, яка регулює порядок відведення земель під садівництво, а також практичний досвід розробки проектів землеустрою цього роду. Методикою дослідження став аналіз етапів проходження землевпорядної документації.

При аналізі процесу відведення земельної ділянки для садівництва, як правило, виділяють наступні етапи створення проекту землеустрою такого типу:

Етап 1. Отримання дозволу. Клопотання до органу місцевого самоврядування (або Держгеокадастру) про надання дозволу на розробку проекту. Важливо перевірити наявність вільної землі за допомогою Публічної кадастрової карти.

Етап 2. Розробка проекту. Укладання договору із сертифікованим інженером-землевпорядником. Цей етап включає геодезичну зйомку межі, формування межових знаків та створення електронного документу (XML-файлу [3]).

Етап 3. Погодження проекту. Найскладніший етап. Згідно з ч. 8 ст. 186 Земельного кодексу України, проект підлягає обов'язковому погодженню в територіальному органі Держгеокадастру [1].

Етап 4. Державна реєстрація. Внесення відомостей про земельну ділянку до ДЗК та присвоєння їй кадастрового номера [3].

Етап 5. Затвердження та реєстрація права. Прийняття рішення сесією місцевої ради про затвердження проєкту та подальша реєстрація права власності у Реєстрі речових прав.

Аналіз виявляє наступні проблеми:

1. Відмови у наданні дозволу (через відсутність детального плану території або невідповідність цільового призначення).

2. Накладання меж (коли межі ділянки, яку відводять, накладаються на вже зареєстровану. Це потребує розробки технічної документації щодо виправлення помилок, за процедурою, визначеною Порядком ведення ДЗК [4]).

3. Охоронні зони (обмеження, які накладаються на ділянку через наявність комунікацій або водоохоронних зон).

Проект землеустрою є фундаментальним документом для отримання права власності на землю під садівництво. Успіх його реалізації залежить від чіткої взаємодії між громадянином, землевпорядником та органами влади [6]. Незважаючи на цифровізацію послуг (Е-сервіси Держгеокадастру), процес залишається бюрократично складним і часто вимагає фахової юридичної підтримки на кожному етапі.

Список використаних джерел

1. Земельний кодекс України : Закон України від 25.10.2001 № 2768-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (дата звернення: 6.03.2026).
2. Про землеустрій : Закон України від 22.05.2003 № 858-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15> (дата звернення: 06.03.2026).
3. Про Державний земельний кадастр : Закон України від 07.07.2011 № 3613-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17> (дата звернення: 10.03.2026).
4. Порядок ведення Державного земельного кадастру : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.10.2012 № 1051. URL: zakon.rada.gov.ua (дата звернення: 10.03.2026).
5. Третяк А. М. (2021). Землевпорядне проектування: теоретичні основи та практичні аспекти : навч. посіб. Київ : Аграрна наука. 240 с.
6. Мартин А. Г. (2020). Регулювання ринку земель в Україні : монографія. Київ: Аграр Медіа Груп. 154 с.

Круліковський Антон
Науковий керівник – доц. Ситнікова І. О.

СТРУКТУРА ВИДІВ ТРАВ'ЯНОГО ПОКРИВУ ЯБЛУНЕВОГО САДУ С. ЧЕРВОНА ДІБРОВА ЗА СПОСОБАМИ ЗАПИЛЕННЯ

Фіторізноманіття трав'яного покриву агроценозів – важлива складова екологічної стійкості сільськогосподарських угідь, а видовий склад рослин безпосередньо визначає умови існування для інших організмів, зокрема комах-запилювачів [1]. Запилення важливий біологічний процес у житті рослинних угруповань, а співвідношення ентомофільних та анемофільних видів у фітоценозі відображає як його структурні особливості, так і потенціал для підтримки різних функціональних груп комах [2]. Ентомофільні рослини, утворюючи нектар і пилок, забезпечують кормову базу для запилювачів; тому різноманіття таких видів і безперервність їх цвітіння протягом усього вегетаційного періоду – одна з умов підтримання популяцій комах у садових агроценозах [3].

Нами проведено флористичний аналіз трав'яного покриву яблуневого саду с. Червона Діброва Чернівецької області протягом літньо-осіннього періоду 2024 року (червень, липень, вересень). Виявлено 57 видів рослин, які належали до відділу Magnoliophyta, 2 класів, 16 порядків, 20 родин та 51 роду. Проаналізовано способи запилення виявлених видів.

Виявлено, що в структурі трав'яного покриву яблуневого саду домінують ентомофільні види, частка яких становить 57,9 % (33 види) (рис.). Це вказує на сприятливі умови для функціонування комах-запилювачів. Значна представленість ентомофільних рослин формує стабільну кормову базу для запилювачів, забезпечуючи їх нектаром і пилом упродовж вегетаційного періоду. Частка анемофільних видів нижча – 22,8 % (13 видів), що типово для садових агроценозів, де умови менш сприятливі для вітрозапилення порівняно з відкритими просторами. 19,3 % (11 видів) всіх видів мають змішаний спосіб запилення (самозапилення та ентомофілія).

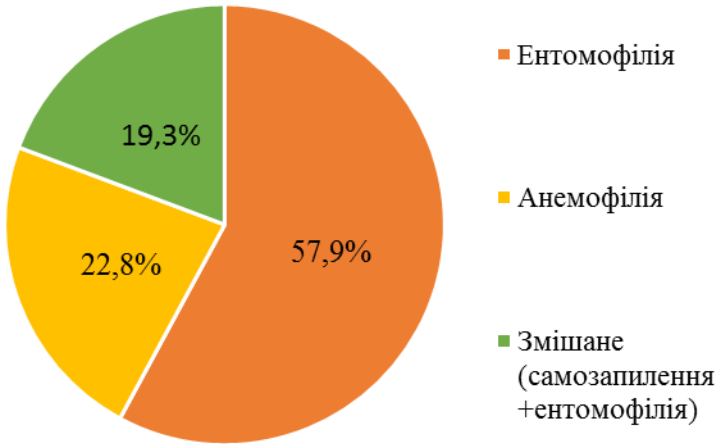


Рис.1. Спектр видів рослин трав'яного покриття саду с. Червона Діброва за способами запилення

Отже, переважання ентомофільних видів підкреслює важливість збереження різноманіття квітух рослин і підтримання безперервності їх цвітіння як ключової умови стабільності популяцій запилювачів і функціонування садових агроєкосистем загалом.

Список використаних джерел

1. Безлатня Л.О., Матківський М.П., Лозінська Т.П. (2024). Біорізноманіття як основа екосистемних послуг: оцінка, збереження та відновлення. *Таврійський науковий вісник*. № 135, Ч. 1. С. 12–18. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.2>
2. Erickson E., Patch H.M., Grozinger C.M. (2021). Herbaceous perennial ornamental plants can support complex pollinator communities. *Scientific Reports*. 11(1). 17352. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95892-w>
3. Milberg P., Palm A. (2024). Pollinator activity and flowering in agricultural weeds in Sweden. *Ecology and Evolution*. 14(7), e11725. <https://doi.org/10.1002/ece3.11725>

Мага Вадим

Науковий керівник – асист. Зароченцева О. Д.

СУЧАСНІ ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ У БДЖІЛЬНИЦТВІ

Бджільництво є важливою галуззю сільського господарства, яка забезпечує запилення багатьох культур і впливає на врожайність та якість продукції. У сучасних умовах його значення зростає через поширення хвороб бджіл, використання пестицидів і зміну клімату. Одним із підходів, які дозволяють контролювати стан бджолиних сімей і швидко реагувати на небезпечні зміни є використання цифрових технологій і «точного бджільництва».

У сучасному бджільництві все більше використовуються нові технології, які дозволяють контролювати стан бджолиних сімей без особистих оглядів вуликів, що займають багато часу і можуть негативно впливати на бджіл через порушення мікроклімату. Тому активно поширюється «точне бджільництво», яке передбачає використання електронних пристроїв та сенсорів для контролю параметрів колонії та вулику в цілому, і прийняття рішень на основі вимірювань.

Виділяють три групи показників, за якими ведуться спостереження: параметри пасіки (метеорологічні параметри та відеоспостереження); параметри колонії (температура, вологість, вміст газу, звук, вібрація вулика та вага); параметри, пов'язані з окремими бджолами (льотна активність бджіл). Дані обробляються програмними системами, які фіксують зміни показників і повідомляють про відхилення від норми. Це допомагає своєчасно реагувати на проблеми та зменшувати ризик загибелі бджіл, хоча такі технології потребують додаткових знань і фінансових затрат [1].

Однією з найактуальніших проблем сучасного аграрного сектору є відсутність належної комунікації між пасічниками та сільськогосподарськими виробниками щодо строків і місць проведення хімічної обробки посівів. Фермери не завжди інформують про використання засобів захисту рослин, що створює серйозну загрозу для бджіл, які відвідуючи оброблені ділянки зазнають токсичного впливу пестицидів.

В Україні наразі функціонують декілька цифрових платформ, що направлені на покращення взаємодії між пасічниками та агровиробниками. **BeesAgro** – онлайн-платформа для надання послуг регульованого бджолозапилення. Бджоларі вказують кількість сімей, регіони кочівлі та очікувану вартість запилення, а агровиробники – місцезнаходження полів. **«Карта бджоляра»** – цифрова платформа, створена агрохолдингом «Контінентал Фармерз Груп» – охоплює територію 5-ти західних областей, де працює компанія, дозволяє пасічникам отримувати інформацію про медоносні культури, строки цвітіння, обробку полів, а також сповіщення про проведення обробок. **GrandExpert** – платформа спрямована на оповіщення бджоларів про обробку рослин хімічними препаратами. **«Є-Бджільництво»** – державний електронний сервіс, що діє в складі офіційного порталу ДАР (Державний аграрний реєстр) і повністю інтегрується іншими системами такими, як Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, Реєстр паспортів пасік. Фермери можуть вести електронний журнал обробки полів, із зазначенням часу, препарату, ділянки, де запланована обробка, пасічники можуть безпечно розміщувати пасіки і здійснювати пошук полів для запилення культур.

Таким чином, використання цифрових інструментів є важливим напрямом розвитку сучасного бджільництва. Важливу роль відіграє «точне бджільництво», яке забезпечує контроль стану бджолиних сімей за допомогою сенсорів і аналізу даних та цифрові платформи й електронні карти, які забезпечують взаємодію між пасічниками й агровиробниками, дозволяють обмінюватися інформацією про розміщення пасік, обробку полів і можливі загрози. Використання даних інструментів допомагає краще організувати роботу в галузі, зменшити ризик втрат бджіл та підвищити ефективність ведення бджільництва.

Список використаних джерел

1. Hadjura H., Ammar D., Lefèvre L. (2021). Towards an intelligent and efficient beehive: A survey of precision beekeeping systems and services. *Computers and Electronics in Agriculture*. P. 193, P. 106664.

Марценюк Дарія

Науковий керівник – проф. Чорней І. І.

ЖИВІ УРОКИ ЯК ФОРМА ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ У СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ

У сучасній педагогічній практиці дедалі більшої актуальності набувають так звані «живі уроки» – форма організації навчання, що передбачає безпосередній контакт учнів із об'єктами живої природи або моделювання реальних природних процесів у навчальному середовищі. На відміну від традиційного пояснювально-ілюстративного підходу, який часто обмежується передачею теоретичних знань, «живі уроки» орієнтовані на досвід, спостереження та активну взаємодію учнів із довкіллям.

Особливе значення «живі уроки» мають у навчанні учнів 6 класу, оскільки саме в цьому віці переважає наочно-образне мислення та підвищена потреба в емоційному й практичному досвіді. Безпосередній контакт із природою сприяє кращому засвоєнню матеріалу, розвитку спостережливості, критичного мислення та формуванню ціннісного ставлення до довкілля. Водночас такий формат навчання створює умови для інтеграції знань із різних предметів – біології, географії, екології – що відповідає сучасним міждисциплінарним підходам в освіті.

У сучасних умовах глобальних екологічних проблем роль екологічної освіти значно зростає. Особливо важливо починати формування екологічної свідомості ще в шкільному віці. Інтеграція екологічного потенціалу в освітній процес є ключовим аспектом сучасної освіти [3, с. 113], оскільки вона дозволяє поєднувати теоретичні знання з практичним досвідом та формувати у дітей відповідальне ставлення до довкілля.

Позакласна діяльність, на відміну від традиційних уроків, дає можливість використовувати інтерактивні методи навчання: екскурсії, спостереження за природою, екологічні проекти, дослідницьку діяльність. Саме через безпосередній контакт із живою природою учні починають краще розуміти її цінність і необхідність збереження.

Екологічне виховання повинне допомагати виробити екологічний стиль мислення, екологічну культуру підростаючого покоління [1]. Це означає, що учні повинні не лише знати про природу, а й розуміти наслідки своєї діяльності, вміти приймати відповідальні рішення та діяти на користь довкілля.

Шляхи формування екологічної свідомості учнів початкових класів, які можна адаптувати і для учнів 6 класу, включають систематичне залучення дітей до практичної діяльності, розвиток пізнавального інтересу до природи, використання міжпредметних зв'язків та формування екологічних цінностей через особистий досвід [2, с. 23].

Крім того, важливим є приклад учителя, який виступає носієм екологічної культури. Саме від його ставлення до природи, методів викладання та організації навчального процесу залежить ефективність формування екологічної самосвідомості учнів.

Таким чином, жива природа є не лише об'єктом вивчення, а й потужним засобом формування екологічної самосвідомості учнів. Через інтеграцію екологічних знань у навчальний процес, активне використання позакласної діяльності та формування ціннісного ставлення до природи можна досягти високого рівня екологічної культури підростаючого покоління.

Список використаних джерел

1. Виховання екологічної культури учнів на уроках. Освітній проект «На Урок» для вчителів. URL: <https://naurok.com.ua/vihovannya-ekologichno-kulturi-uchniv-na-urokah-105531.html> (дата звернення: 21.03.2026).
2. Максимова Г. (2023). Шляхи формування екологічної свідомості учнів початкових класів. Інновації в початковій освіті: досвід, виклики сьогодення, перспективи : матеріали III наук.-практ. інтернет-конф. здобувачів другого (магістер.) рівня вищ. освіти ф-ту початк. навчання, Харків, 5 груд. 2023 р. / Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди; [за заг. ред. О. А. Мкртчян]. Харків. С. 23.
3. Мацилюк О. Ю., Войтович А. Ю. (2024). Формування екологічної компетентності в здобувачів початкової освіти засобами проектної діяльності. *Молодий вчений*, № 7 (131). С. 111-115.

Марчук Діана

Науковий керівник – асист. Токарюк А. І.

ПРОСВІТНИЦЬКА РОБОТА З ВИВЧЕННЯ ВИДІВ АДВЕНТИВНИХ РОСЛИН ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ ШКОЛЯРІВ

Стрімке поширення видів адвентивних рослин є одним із найгостріших викликів для збереження цілісності природних екосистем. Відповідно до концепції Нової української школи (НУШ), освітній процес має бути спрямований на розв'язання реальних екологічних проблем. Саме тому проблема адвентизації рослинного покриву знайшла відображення в оновлених програмах і підручниках з біології [1]. Вивчення чужорідних видів є необхідною умовою формування екологічної грамотності та відповідального ставлення учнів до природи.

З метою поширення знань про види адвентивних рослин було розроблено та проведено виховний захід «Як прибульці впливають на біорізноманіття?» для учнів 8 класу Селищанського ліцею та 9 класу Чернівецького ліцею №15 «Освітні ресурси та технологічний тренінг». Такий вибір аудиторії дозволив порівняти рівень екологічних знань учнів сільської та міської школи. Оцінка результатів проводилася за допомогою порівняльного аналізу вхідного та підсумкового анкетування.

Результати вхідного анкетування продемонстрували критично низький рівень знань про проблему адвентизації:

- учні як міської, так і сільської школи мають низький рівень обізнаності про види чужорідних рослин. Більшість опитаних (69,8 %) уперше почули про адвентивні види саме безпосередньо перед початком заходу. Показово, що жоден учень не вказав уроки біології як попереднє джерело інформації з цієї теми. Отже, простежується загальна тенденція – в сучасній школі проблема адвентизації не озвучується;

- 90,9 % учнів не мали уявлення про можливий вплив інвазійних видів на довкілля;

- 54,5 % учнів зазначили, що не можуть ідентифікувати чужорідні види в своєму регіоні, а 45,5 % помилково вважали, що не зустрічали такі рослини на території проживання.

Попри низьку обізнаність, 81,8 % учнів виявили зацікавлення і очікували дізнатися більше про види адвентивних рослин.

Аналіз результатів після проведення просвітницької роботи зафіксував суттєву позитивну динаміку:

- рівень правильних відповідей щодо визначення адвентивних рослин зріс до 100 %. Майже всі респонденти (96,9 %) підтвердили, що дізналися про нові види та навчилися їх розрізняти;

- учні почали виділяти конкретні загрози, зокрема втрату біорізноманіття та вимирання видів місцевих рослин (63,6 %), а також негативний вплив на здоров'я людини (90,9 %);

- школярі змогли самостійно визначити механізми протидії інвазіям, такі як запровадження карантинних заходів (90,9 %) і застосування засобів контролю популяцій (гербіциди – 42,4 %, механічна боротьба – 12,1 %);

- більшість учасників (96,9 %) змінила своє ставлення до проблеми, визнавши її важливою для подальшого вивчення та обговорення.

Впровадження тематики адвентизації в освітній процес НУШ є необхідним кроком для формування екологічного світогляду сучасної молоді. Такий підхід дозволяє вийти за межі теоретичного вивчення підручника. Завдяки залученню школярів до обговорення реальних екологічних загроз формується усвідомлення їхньої ролі у збереженні біорізноманіття. Це сприятиме вихованню покоління, яке здатне не лише розпізнавати екологічні виклики, а й стати активними захисниками природи, готовими до практичних дій.

Список використаних джерел

1. Біологія: підруч. для 7 кл. закл. загал. серед. освіти (2024). О. В. Тагіна, А. М. Самойлов, О. М. Утевська, Л. В. Довгаль. Харків: Вид-во «Ранок», 240 с.

Матвеев Валентин

Наукова керівниця – доц. Воробець М. М.

АПРОБАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ ЗІ ШКІРКИ МОРКВИ

Наукове обґрунтування використання нетрадиційної рослинної сировини у технології харчових продуктів базується на необхідності усунення дефіциту вітамінів, мінералів і харчових волокон у традиційних рецептурах. Найперспективніший метод обробки такої сировини – її подрібнення до порошкової фракції, що дозволяє стабілізувати біологічно активні сполуки, збільшити біодоступність нутрієнтів і надати харчовим волокнам властивостей ентеросорбентів. Овочеві та фруктові порошки мають низький вміст води (~ 8 %), що забезпечує їх тривале зберігання і дозволяє ефективно регулювати хімічний склад та органолептичні характеристики готового продукту [1].

Існує проблема нераціонального поводження з ресурсами агропродовольчого сектору. Відомо, що під час переробки фруктів та овочів обсяг залишків у вигляді м'якоті, насіння та шкірок може сягати 50%. Особливо критичною є ситуація з переробкою моркви, яка щорічно призводить до 175 000 тон побічних продуктів і відходів у вигляді бракованої шкірки, черешків, вичавок тощо. Морквяна шкірка – потенційне джерело природних антиоксидантів. Порошок морквяної шкірки зберігає високий рівень загальних каротиноїдів, бета-каротину, лютеїну та лікопіну, які можна використовувати як натуральні барвники для поліпшення органолептичних властивостей борошнаних кондитерських виробів. Однак, незважаючи на високий рівень біоактивних сполук, біодоступність морквяної шкірки все ще обмежена. Для використання морквяну шкірку необхідно обробляти за допомогою різних фізико-хімічних методів [2]. На жаль, нині мало інформації про порошок морквяної шкірки, жодне дослідження не розглядало використання порошку морквяної шкірки, незважаючи на його вражаючу користь для здоров'я.

Мета роботи – апробувати технологію виготовлення харчової добавки у вигляді порошку зі шкірок моркви з подальшим використанням його у технології вівсяного печива.

Технологічний процес виготовлення харчової добавки розпочинається з вхідного контролю сировини та її підготовки. Першочерговий етап – ретельне миття моркви під проточною водою з використанням абразивної частини губки для інтенсивного механічного очищення поверхні. Отримана свіжа шкірка проходить інспектування на відсутність ознак мікробіологічного псування. Її попередньо замочують у холодній воді з додаванням харчових кислот (1%-ий розчин лимонної кислоти) на 20 хв. Наступний крок – бланшування гарячою водою (90 °C) протягом 5 хв. Використання попереднього замочування у холодній воді з харчовими кислотами та бланшування критично важливі для ефективної нейтралізації/вимивання нітрогенвмісних сполук, інактивації ферментів і запобігання мікробіологічному псуванню.

Сушіння підготовленої шкірки проводять за температури 50-55 °C до досягнення кінцевої вологості 6-8 %. Використання низької температури забезпечує максимальне збереження каротиноїдів і запобігає значній денатурації білків. Такий підхід гарантує найліпше збереження природного кольору продукту порівняно з більш інтенсивними режимами сушіння.

Отриману сировину піддають подрібненню та просіюванню крізь сито з розміром отворів 300 мкм для отримання однорідного дрібнодисперсного порошку. Готову добавку, яка має характерний морквяний аромат і колір від яскраво- до темно-помаранчевого, необхідно зберігати у герметичній тарі за температури 2–4 °C.

Список використаних джерел

1. Вогнівенко Л.П., Качур Г.М. (2025). Використання нетрадиційної рослинної сировини у виробництві кондитерських виробів. *Таврійський науковий вісник* №5, частина 2. Харчові технології. С. 73-80.
2. Effect of drying temperature on the physico-chemical properties of carrot peel powder (2024). N. T. Giang, L. T. T. Hang, P. P. Loan, L. T. T. Loan. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. Vol. 37, No. 3. P. 232–240.

Мельник Христина
Наукова керівниця – асист. Сема О. В.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННОГО НАПОЮ НА ОСНОВІ ВІВСЯНИХ ПЛАСТІВЦІВ ТА ПЛОДІВ АВОКАДО

Ринок рослинних напоїв є сегментом, що стрімко зростає, оскільки споживачі дедалі більше орієнтуються на етичне споживання, екологічну стійкість та здоров'я. Виробництво таких напоїв потребує менше ресурсів та генерує менше викидів порівняно з молочною промисловістю. Поєднання вівсяної сировини та авокадо дозволяє створити продукт з високою нутритивною цінністю, що імітує органолептичні властивості коров'ячого молока.

Такий напій є рослинною альтернативою, що не містить лактози, холестерину та білків тваринного походження. Овес є джерелом β -глюканів, які сприяють зниженню рівня холестерину та цукру в крові. Авокадо збагачує напій мононенасиченими жирними кислотами (зокрема олеїновою кислотою, частка якої складає 67–71% від загального вмісту ліпідів), жиророзчинними вітамінами (А, D, Е, К) та фітостеролами.

Метою даної роботи була розробка технології виробництва рослинного напою на основі вівсяних пластівців та плодів авокадо. Для досліджень використовували вівсяні пластівці ТМ «Хатинка» та авокадо середньої стиглості сорту Хасс.

Процес виготовлення рослинного напою включав наступні етапи:

- підготовка вівсяної основи: замочування вівсяних пластівців у воді (співвідношення 1:10) протягом 1-2 годин для гідратації білків;
- підготовка авокадо: використання стиглої м'якоті плодів, подрібненої до стану однорідного пюре;
- екстракція та змішування: мокре подрібнення вівсяної суміші, фільтрація для видалення грубих часток та з'єднання з пюре авокадо;
- гомогенізація: обробка суміші занурювальним блендером (потужністю 1000 Вт, протягом 15 хв) та струшуванням в ультра-

- звуковій ванні (15 хв переривчастої обробки) для подрібнення жирових кульок та створення стабільної емульсії «олія у воді»;
- термічна обробка та пакування: пастеризація ($t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$) для забезпечення мікробіологічної безпеки та фасування без доступу повітря.

Оцінка сенсорних характеристик підтверджує високу якість отриманої емульсії: колір світло-кремовий з легким зеленуватим відтінком; консистенція – однорідна, в'язка, без відчутних часток; смак та запах – з чистим злаковим профілем, який доповнюється специфічним горіховим присмаком, притаманним авокадо. Відсутність лактози та тваринних білків робить смак легким та придатним для дієтичного харчування.

Вміст сухих речовин складає 10%, що забезпечує необхідну густину та поживність продукту. Показник рН становить 6,6, що наближає напій до параметрів коров'ячого молока та свідчить про його нейтральний характер.

Протягом перших 24 годин після виготовлення напій демонструє високу візуальну стабільність: розшарування або потемніння (ферментативне окиснення) не спостерігається. Починаючи з другої доби, відбувається часткове розшарування емульсії та незначне змінення кольору через окиснення ліпідів авокадо. Для покращення споживчих властивостей та подовження терміну придатності пропонується введення стабілізаторів-гідроколоїдів (наприклад, камеді ріжкового дерева), які запобігають седиментації часток та допомагають утримувати стабільну структуру «олія у воді».

Розроблений напій на основі вівса та авокадо є перспективним функціональним продуктом, який задовольняє потреби веганів у якісних нутрієнтах та має високі споживчі характеристики, не поступаючись традиційному молоку.

Список використаних джерел

1. Xie A., Dong Y., Liu Z., Li Z., Shao J., Li M., Yue X. (2023). A Review of Plant-Based Drinks Addressing Nutrients, Flavor, and Processing Technologies. *Foods*, 12 (21), 3952.
<https://doi.org/10.3390/foods12213952>.

Валерія Молостова

Науковий керівник – асист. Тинкевич Ю.О.

ПОЛІМОРФІЗМ ХЛОРОПЛАСТНОЇ ДНК У ІНВАЗІЙНИХ ВИДІВ РОДУ *REYNOUTRIA* HOUTT

Рід *Reynoutria* Houtt. (родина Polygonaceae) об'єднує кілька видів багаторічних трав'янистих рослин. Найбільш відомими представниками цього роду є *R. japonica*, *R. sachalinensis* та їх гібрид *R. × bohemica*. У природному ареалі ці види поширені в Східній Азії, однак в Європі та Північній Америці вони стали одними з найнебезпечніших інвазійних рослин. Одним із ключових факторів успішності інвазій вважається високий рівень генетичного поліморфізму інвазійних організмів в межах вторинного ареалу. Для визначення рівня поліморфізму, шляхів походження і поширення інвазійних рослин широко застосовуються молекулярні маркери, зокрема маркери на основі хлоропластної ДНК (хпДНК). Хлоропластний геном відзначається відносною консервативністю та, як правило, успадковується по материнській лінії, що робить його зручним і ефективним інструментом для філогеографічних досліджень. Хоча хлоропластний геном загалом вважається консервативним, він містить специфічні мінливі послідовності, що слугують ефективними маркерами для аналізу генетичного поліморфізму. Раніше, з використанням ділянки *matK* було показано, що у вторинному ареалі *R. japonica* представлена єдиним розповсюдженим гаплотипом хпДНК J1.1 та деякими унікальними гаплотипами з точковими мутаціями.

В цій роботі ми проаналізували ділянку *matK* для шести додаткових зразків *R. japonica* і трьох зразків *R. × bohemica* з Київської, Івано-Франківської, Львівської і Закарпатської областей України. Загальну ДНК виділяли з гербаризованих листків цетавлоновим методом, після чого ампліфікували ділянку *matK* методом ПЛР з подальшим сиквенуванням за Сенгером.

П'ять з шести досліджених зразків *R. japonica* та один з трьох зразків *R. × bohemica* містили гаплотип J1.1. Послідовності *matK* двох інших зразків, *R. japonica* – Rey-29 і *R. × bohemica* – Rey-154, характеризуються наявністю специфічної трансверсії (G-T) у

середній частині досліджуваного локусу, і отже, представляють раніше не описаний гаплотип, похідний від J1.1. Оскільки обидва зразки походять із Закарпатської області, можна припустити, що цей варіант сформувався вже у межах вторинного ареалу, внаслідок локальних еволюційних процесів та просторової ізоляції популяцій. Це свідчить про потенційну регіональну специфічність виявленого гаплотипу та підкреслює наявність мікроеволюційних змін досліджуваного таксону на території інвазії.

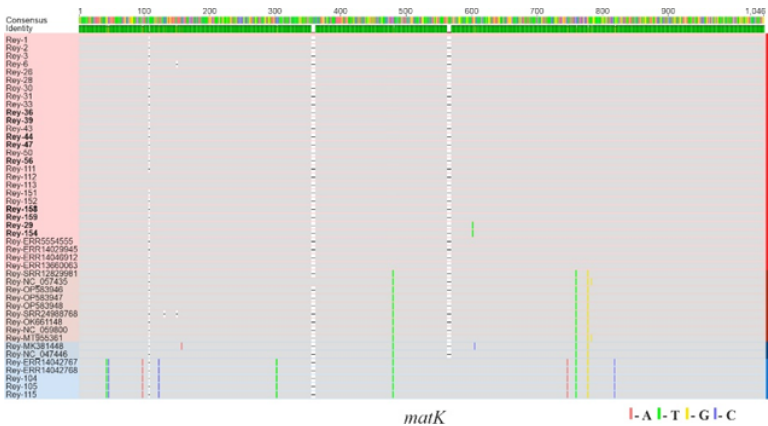


Рис.1. Схема вирівнювання нуклеотидних послідовностей ділянки хпДНК *matK*. Жирним шрифтом виділені назви проаналізованих в цій роботі зразків. Колір підкладки відповідає основним групам гаплотипів. Кольорові риски позначають позиції і тип нуклеотидних замін (див. легенду).

Всі проаналізовані нами в цій роботі та раніше зразки, ідентифіковані на основі морфологічного аналізу як гібридні, містять гаплотипи хпДНК, які відповідають гаплотипам знайденим у *R. japonica*. Це підтверджує єдиний напрямок гібридизації між *R. japonica*, *R. sachalinensis*, при якому материнською формою виступає *R. japonica*, внаслідок чоловічої стерильності вегетативних клонів цієї рослини у європейській частині вторинного ареалу.

Москалюк Тетяна

Науковий керівник – доц. Нікорич В. А.

АДАПТИВНА СТРАТЕГІЯ ЖИВЛЕННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ПІСЛЯДІЇ СОНЯШНИКУ

Вирощування пшениці озимої після соняшнику створює складний агротехнічний фон. Соняшник інтенсивно виснажує вологу та елементи живлення, а відсутність гербіцидного захисту попередника провокує накопичення фітотоксичних кореневих виділень та посилює конкуренцію з бур'янами. У таких умовах традиційні схеми підживлення малоефективні, оскільки доступність поживних речовин стає лімітуючим фактором. Пошук оптимального способу підживлення, що мінімізує стресове навантаження, є критичним для стабілізації врожайності, а дані дослідження – актуальними.

Польовий експеримент проведений протягом 2024-2025 рр. у трикратній повторності на біобазі «Жучка». Об'єкт дослідження – урожайність озимої пшениці сорту «Реформ». Під час посіву було застосовано комплексне добриво Makosh NPK+S 15:15:15+15 з розрахунку 100 кг/га фізичної маси, що забезпечило початковий рівень живлення. Експериментальна частина складалася з порівняння трьох видів добрив (комплексне NPK+S, карбамід, сульфат амонію) при двох способах внесення: прикореневому (локально в ґрунт) та фоліарному (5% розчини). Оцінка базувалася на комплексному морфометричному аналізі: підрахунку продуктивних колосків, озерненості колоса та маси 1000 насінин з подальшим перерахунком біологічної врожайності на гектар.

Результати та їх обговорення. Контрольний варіант засвідчив врожайність $4,1 \pm 0,2$ т/га, що вказує на відносне виснаження ґрунтового родючості після соняшнику. Результати врожайності за варіантами наведені в таблиці 1.

Результати виявили неочікувану перевагу фоліарного внесення сульфату амонію (7,7 т/га). Ми пояснюємо це миттєвим проникненням сульфат- та амоній-іонів крізь листову поверхню, що дозволяє уникнути процесів ґрунтової іммобілізації азоту в

умовах весни 2025 року та, в цілому, характерних для післядії соняшнику.

Таблиця 1.

Врожайність озимої пшениці за варіантами експерименту, т/га

Добриво	Спосіб внесення	
	прикоренево	фоліарне
Makosh NPK+S	4,7 ± 0,3	5,1 ± 0,2
Карбамід	7,2 ± 0,4	6,5 ± 0,3
Сульфат амонію	7,1 ± 0,3	7,7 ± 0,4

На противагу, неефективність комплексного добрива при фоліарному внесенні пояснюється високою молекулярною масою компонентів та їх низькою фізіологічною адаптованістю до транслистового транспорту, що теоретично робить такий прийом недоцільним.

Окремо відзначимо потенційну фітотоксичність карбаміду (відмічене падіння врожайності: 6,5 т/га при фоліарному внесенні проти 7,2 т/га прикоренево). У 5% концентрації, ймовірно, карбамід діяв як «слабкий» гербіцид, пригнічуючи фотосинтетичну активність в умовах дефіциту вологи.

З економічної точки зору, отримані результати засвідчили, що застосування сульфату амонію є найбільш вигідним через мінімальну вартість діючої речовини при найвищій віддачі врожаю, забезпечуючи максимальну рентабельність вирощування. Це дозволяє констатувати, що висока ефективність фоліарного внесення сульфату амонію в умовах післядії соняшнику є елементом адаптивної стратегії живлення і дозволяє нівелювати негативний ґрунтовий фон, забезпечуючи стабільний розвиток посівів.

Робота виконана в межах наукової програми СНТ імені П.О. Кучинського.

Мунтян Владлена

Наукова керівниця – асист. Николайчук І. М.

ВМІСТ ЗАЛІЗА В СИРОВАТЦІ КРОВІ ЩУРІВ ЗА УМОВ ЧАСТКОВОЇ ГЕПАТЕКТОМІЇ ПІСЛЯ ТОКСИЧНОГО УРАЖЕННЯ АЦЕТАМІНОФЕНОМ

Часткова гепатектомія (ЧГ) традиційно використовується як експериментальна модель для дослідження механізмів регенерації печінки. Водночас важливим сучасним напрямом є вивчення регенерації за умов медикаментозно-індукованого ушкодження органа. Серед таких моделей особливе місце посідає ацетамінофен, який спричиняє токсичне ураження печінки та пригнічує її регенеративний потенціал. За таких умов особливого значення набувають порушення метаболічних процесів, зокрема обміну заліза, оскільки печінка відіграє ключову роль у його гомеостазі.

Мета роботи – дослідження вмісту заліза в сироватці крові щурів за умов токсичного ураження ацетамінофеном після часткової гепатектомії.

Токсичне ураження індукували шляхом введення ацетамінофену в дозі 1250 мг/кг щоденно впродовж двох діб. Моделювання ЧГ здійснювали методом хірургічної резекції 70% печінки (видалення лівої латеральної та медіальної часток).

Результати досліджень показали, що в сироватці крові щурів групи К/ЧГ впродовж 48 год після хірургічного втручання вміст заліза статистично вірогідно зростає порівняно зі значеннями доопераційних показників (К, 0 год) (рис. 1.). Підвищення рівня заліза на ранніх етапах регенерації печінки (24-48 год) може бути зумовлене його вивільненням із ушкоджених гепатоцитів, що спричиняє транзиторне накопичення в сироватці крові. Водночас операційний стрес і порушення мікроциркуляції можуть частково посилювати гемоліз еритроцитів та активувати макрофаги ретикулоендотеліальної системи, що призводить до додаткового надходження заліза в плазму.

Водночас у тварин групи ТУ/ЧГ встановлено зниження вмісту заліза в сироватці крові через 24 год після втручання з подальшим різким підвищенням, починаючи з 48 год відновлення паренхіми.

Попередні дослідження показали, що за даних експериментальних умов у щурів розвивається гіпохромна мікроцитарна анемія.

Тому початкове зниження рівня заліза в крові (24 год) може бути зумовлене його посиленою утилізацією для забезпечення репаративних процесів, зокрема синтезу гемопротеїнів, а також перерозподілом у тканини на тлі запальної відповіді. У подальшому (48–168 год) підвищення рівня заліза, ймовірно, пов'язане з прогресуючим ушкодженням гепатоцитів під дією токсиканта, вивільненням депонованого заліза, порушенням його депонування та регуляції.

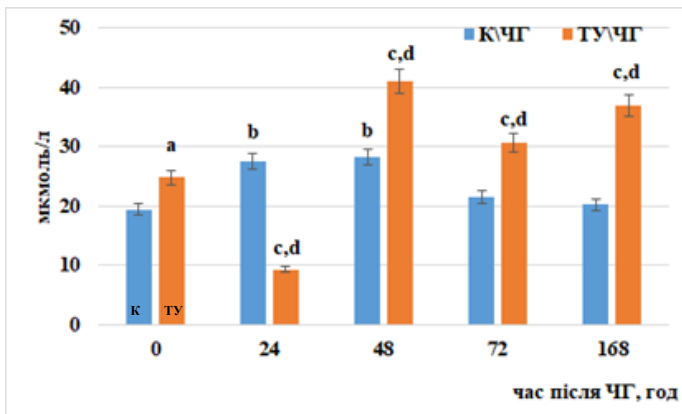


Рис.1. Вміст заліза у сироватці крові щурів за умов часткової гепатектомії після токсичного ураження ацетамінофеном

Примітка: а – статистично значуща різниця між групами ТУ та К (0 год); б – відмінності К/ЧГ від К (0 год) у відповідних часових точках; с – відмінності ТУ/ЧГ від ТУ (0 год) у відповідних часових точках; д – відмінності між ТУ/ЧГ та К/ЧГ у відповідних часових точках, $p \leq 0,05$.

Отже, у тварин групи К/ЧГ підвищення рівня заліза в сироватці крові відбувається лише на ранніх етапах регенерації (24-48 год), тоді як у групі ТУ/ЧГ відмічається початкове зниження цього показника на 24 год із подальшим різким зростанням, що свідчить про порушення гомеостазу заліза за умов токсичного ураження печінки.

Никільчик Анна

Науковий керівник – доц. Жук А. В.

МОРФОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛІФЛОРНОГО БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ, ЗІБРАНОГО В М. МУКАЧЕВО

Бджолине обніжжя – це унікальний продукт рослинного і тваринного походження, основу якого складає чоловічий гаметофіт (пилок) насінних рослин, який у надлишку виробляється під час цвітіння для забезпечення репродуктивного процесу флори. Оскільки бджолине обніжжя як продукт бджільництва за своєю природою є сукупністю дискретних елементів, аналіз його різноманіття доцільно проводити через систему групових кількісно-якісних параметрів. Стабільність морфологічних параметрів монофлорного бджолиного обніжжя підтверджена низкою робіт [1, 2]. Це дозволяє використовувати колірні та морфометричні показники окремих обніжок як надійні класифікаційні критерії для ідентифікації їхнього ботанічного походження.

Мета дослідження полягала у порівнянні візуальних і морфологічних групових характеристик бджолиних обніжок різного ботанічного походження у складі поліфлорного обніжжя, зібраного у м. Мукачево протягом вегетаційного сезону 2025 року.

Матеріалом дослідження слугували зразки поліфлорного бджолиного обніжжя, зібраного бджолами у 2025 р. у м. Мукачево. Кожен зразок являв собою середньозмішану пробу з усіх вуликів пасіки. Для аналізу різноманіття грудочок у межах кожної групи відбирали по 10 обніжок, для яких знімали морфометричні показники: ширину і площу поверхні із застосуванням програмного пакету ImageJ. Застосування методів цифрової морфометрії дало змогу значно зменшити суб'єктивну похибку під час визначення геометричних параметрів обніжжя складної форми.

За ознакою забарвлення виділено 6 груп обніжок, які варіюють від темно-жовтого до темно-коричневого. На рис. 1 колір групи відображено відповідно до забарвлення обніжок. Встановлено значну міжгрупову варіабельність морфометричних показників бджолиного обніжжя. Найбільші лінійні розміри діаметру

обніжки зафіксовано у групах № 3 та № 4 (медіанні значення 5,5-5,8 мм), тоді як група № 2 характеризується мінімальним діаметром (~3,0 мм) та високою однорідністю вибірки.

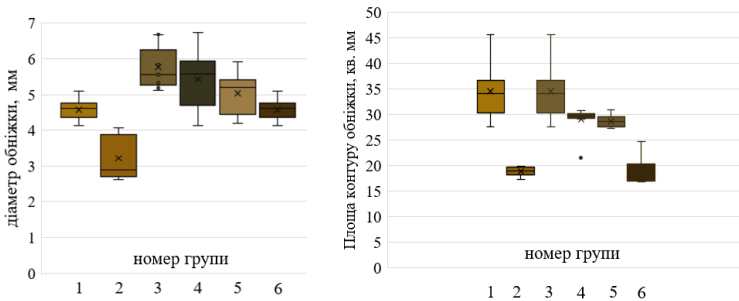


Рис.1. Морфометричні характеристики обніжок, згрупованих за ознакою забарвлення

Аналіз площі контуру обніжок підтвердив виявлені тенденції та дозволив уточнити морфологічні особливості груп. Максимальні значення площі (медіана ~35 мм²) притаманні групам № 1 та № 3, що в поєднанні з показниками діаметра вказує на формування великих, масивних грудочок. Висока стабільність ознак з мінімальним міжквартильним розмахом спостерігалася у групах № 4 та № 5.

Проведені дослідження підтверджують ефективність застосування методів цифрової морфометрії для диференціації поліфлорного бджолиного обніжжя. Встановлена значна міжгрупова варіабельність за лінійними та площинними показниками свідчить про різноманітні ботанічні умови.

Список використаних джерел

1. Адамчук Л. О. (2022). Класифікаційні ознаки бджолиного обніжжя. *Тваринництво України*. 2013. Вип. 5. С. 16–21. *Рослинництво України. Статистичний збірник*. Київ: Державна служба статистики України. 183 с.
2. Адамчук Л. О., Акулюнок О. І. (2016). Морфологічні особливості бджолиного обніжжя з *Salix L.* *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. Вип. 250. С. 105–113.

Облучинська Тетяна

Науковий керівник – асист. Токарюк А. І.

ФЛОРИСТИЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ГАЗОНІВ ДАВИДІВСЬКОЇ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ І-ІІІ СТУПЕНІВ

Давидівська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів Сторожинецької міської ради Чернівецького району Чернівецької області була заснована у 1904 році як початкова школа. У 1940 році школа стала семирічною, а з 1960 року була реорганізована у восьмирічну. Важливим етапом у її розвитку стало 15 серпня 1974 року, коли школу було перетворено на середню. У 1984 році було збудовано нове приміщення школи, яке відповідає всім вимогам сьогодення (<https://bukportret.info/storozhinetskiy-rayon/davidivka/>).

На території Давидівської школи досліджені газони представляють два класи рослинності: *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937 і *Polygono-Poetea annuae* Rivas-Mart. 1975.

У флористичному аспекті цікавими є газони лучного типу, які віднесено до союзу *Cynosurion cristati* Tx. 1947 порядку *Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 1931 класу *Molinio-Arrhenatheretea*. Загальне проективне покриття травостою 80–95 %. Основу ценозів утворюють діагностичні види союзу *Cynosurion cristati* (*Leontodon autumnalis* L. (до 3 %), *Lolium perenne* L. (1–20 %), *Prunella vulgaris* L. (1–5 %)) та класу *Molinio-Arrhenatheretea* (*Centaurea jacea* L. (1–2 %), *Cynosurus cristatus* L. (1–2 %), *Festuca pratensis* Huds. (1–2 %), *Plantago lanceolata* L. (1–5 %), *Poa pratensis* L. (1–2 %), *Trifolium pratense* L. (2–30 %), *T. repens* L. (5–7 %), *Trisetum flavescens* (L.) P.Beauv. (1–15 %), *Veronica chamaedrys* L. (1–2 %), *Vicia cracca* L. (5–7 %) та ін.). У складі газонів знайдено 7 видів чужорідного походження, з яких 4 належать до групи високоактивних видів інвазійних рослин України (*) [1], зокрема **Capsella pastoris* (L.) Medik., *Geranium pusillum* L., **Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., *Prunus divaricata* Ledeb. (j), *Pyrus communis* L. (j), **Setaria glauca* (L.) P.Beauv. і **Xanthoxalis dillenii* (Jacq.) Holub.

На території Давидівської школи велику площу займають низькорослі ви́топтувані газонні угруповання, які належать до

союзу *Polygono-Coronopodion* Sissingh 1969 класу *Polygono-Poetea annuae* Rivas-Mart. 1975. Загальне проєктивне покриття травостою – 80-90 %. У флористичному складі домінує діагностичний вид союзу *Polygono-Coronopodion*: *Polygonum aviculare* L (проєктивне покриття 50–60%), до якого домішуються *Lolium perenne* (1–25 %), *Plantago major* L. (до 2 %), *Taraxacum officinale* Wigg. aggr., *Trifolium repens* Складовою описаних газонів є 9 видів чужорідного походження: **Cichorium intybus* L., **Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Geranium pusillum*, *Lamium purpureum* L., **Phalacrolooma annuum*, **Portulaca oleracea* L., **Setaria glauca*, *Veronica opaca* Fr., серед яких 5 – це високоактивні види інвазійних рослин України [1].

На газонах школи, крім вказаних адвентивних видів, знайдено низку чужорідних рослин, які трапляються поодинокими особинами, зокрема такі ксенофіти як **Amaranthus retroflexus* L., **Bidens frondosa* L., *Crepis capillaris* (L.) Wallr., *Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv., **Galinsoga parviflora* Cav., **G. urticifolia* (Kunth) Benth., *Juncus tenuis* Willd., *Lactuca serriola* L., *Lamium album* L., *Lepidium campestre* (L.) R.Br., *Senecio vulgaris* L., *Sisymbrium officinale* (L.) Scop., *Sonchus arvensis* L., *Sonchus oleraceus* L., *Veronica persica* Poir. та ергазіофіти *Armoracia rusticana* P.Gaertn., B.Mey. & Scherb., *Cosmos bipinnatus* Cav., *Saponaria officinalis* L., *Sedum pallidum* M.Bieb. Загалом на газонах Давидівської школи виявлено 32 види чужорідних рослин, з яких 11 є високоактивними видами інвазійних рослин України [1]. Отже, територія освітніх закладів є доступним, зручним і безпечним середовищем для вивчення флористичного різноманіття, вона дає можливість ознайомитись з морфологічними особливостями рослин, сприяє розвитку дослідницьких умінь і навичок, підвищує ефективність навчання та формує екологічну культуру.

Список використаних джерел

1. Протопопова В. В., Шевера М. В. (2019). Інвазійні види у флорі України. І. Група високо активних видів. GEO & BIO. Т. 17. С. 116-135. doi.org/10.15407/gb.2019.17.116
2. <https://bukportret.info/storozhinetskiy-rayon/davidivka/>

Остапович Іванна
Науковий керівник – доц. Борук С. Д.

ЕКСТРАКЦІЯ ВОСКУ З БУРОГО ВУГІЛЛЯ

Буровугільний віск – тверда горюча речовина темно-бурого кольору, яку отримують з бурого вугілля екстракцією розчинником. Основною сировиною в Україні є бітумінозний буре вугілля Олександрійського родовища.

Аналізуючи застосування буровугільного воску, можна виділити більше 400 складів сумішей, в яких його використовують в якості компонента, і 19 галузей промисловості, в яких застосовують ці суміші. Практична цінність воску, одержуваного з бурого вугілля, зумовлена низкою його фізико-хімічних властивостей. Головними з них є висока вологостійкість, механічна міцність і здатність давати тверді блискучі покриття. Такі покриття мають високу хімічну стійкість по відношенню до кислот, різних окислювачів, інших активних реагентів. Практично важливою є здатність давати стійкі композиції з парафіном, стеарином, озокеритом, бджолиним воском і підвищувати температуру плавлення цих сумішей. Низька електропровідність, розчинність в органічних розчинниках дозволяє використовувати такі покриття як ізоляційні. Важливою є хімічна подібність буровугільного воску з бджолиним, карнаубскім і канеделільським восками. Це дозволяє використовувати відносно недорогі продукти екстракції вугілля замість дорогих і дефіцитних восків. Використання буровугільного воску замість озокериту в різних композиціях позитивно впливає на їх властивості.

Отримані результати підтвердили наявність у вугіллі восків, і показали можливість їх вимивання органічними речовинами. Однак, проведені візуальні спостереження показали, що на межі розділу тверда фаза – органічний розчинник утворюється «плівка», ймовірно обумовлена високим вмістом води в бурому вугіллі. Її наявність ускладнює контакт вугілля з екстрагентом, і знижує вихід речовин.

Отримані результати показали, що кип'ятіння дозволяє істотно (до 30%) збільшити вихід воскових речовин з вугілля. Од-

нак, після зберігання отриманих систем на кордоні розділу фаз знову утворюється водяна плівка. Таким чином, можна стверджувати, що в основному екстракція проходить під час кип'ятіння. Температура кипіння всіх використовуваних екстрагентів не достатня для виділення і випаровування зв'язаної води, яка міститься в бурому вугіллі.

Найбільш доцільною, з технологічної точки зору, є проведення екстракції на апараті Сокслета.

Отже, проведені дослідження показали, що ступінь вилучення вугільного воску більше, чим в стаціонарному режимі, але менше, ніж при кип'ятінні зі зворотним холодильником. Ймовірно, що визначає для процесу екстракції, є час впливу на систему максимально досяжної температури (для наших умов температура кипіння органічного екстрагента).

З розглянутих технологічних схем екстракції найбільш ефективною є проведення кип'ятіння зі зворотним холодильником, що дозволяє стверджувати, що визначальним для ефективності процесу екстракції, є час впливу на систему максимально досяжної за даних умов температури. Вода, що міститься в бурому вугіллі, при проведенні екстракції створює бар'єр, що заважають контакту фаз. Температури кипіння досліджуваних екстрагентів недостатньо для її видалення. Для підвищення ефективності екстракції необхідно провести попередню сушку вихідної сировини.

Список використаних джерел

1. Тамко В.А., Саранчук В.И., Швець И.И. (2001). Использование углистых глин Днепропетровского бурогоугольного бассейна. // *Углехимический журнал*. № 3-4. С. 6-11.
2. Саранчук В.І., Ільяшов М.О., Ошовський В. В., Білецький В. С. (2008). *Хімія і фізика горючих копалин*. Донецьк: Східний видавничий дім. 600 с.

П'ясецька Анастасія
Науковий керівник – доц. Халавка Ю.Б.

ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ ТА ТЕРМІЧНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ПЛАСТИКОВИХ ОПТИЧНИХ ВОЛОКОН

Волоконно-оптичний зв'язок (ВОЗ) широко застосовується для високошвидкісної передачі даних на великі відстані з мінімальними втратами та високою стійкістю до електромагнітних хвиль [1]. Застосування ВОЗ у спеціалізованих та військових технологіях призвело до використання даного типу систем у безпілотних системах нового покоління. Зокрема, у контексті збройного конфлікту, зумовлений повномасштабним вторгненням на територію України, FPV – дрони стали одним із ключових технічних засобів, які для керування та передачі відеосигналу використовують світловий сигнал, який передається через оптоволокно [2].

Зараз у таких системах найчастіше використовують пластичне оптичне волокно, яке складається із серцевини з високим показником заломлення, полімерної оболонки із нижчим показником заломлення та захисного покриття [3]. Однією з потенційних екологічних проблем є утворення мікро- та нанопластику внаслідок деградації оптоволокна у місцях застосування таких систем.

Обрано три зразки пластикового оптичного волокна різних виробників та вивчено їх параметри, використовуючи метод оптичної мікроскопії (табл. 1).

Таблиця 1.

Геометричні параметри зразків оптоволокна

	Розмір волокна, мкм	Розмір оболонки, мкм	Розмір серцевини, мкм
Зразок №1	240	125	115
Зразок №2	230	190	140
Зразок №3	300	180	120

Для аналізу складу пластикового оптичного волокна аналітичний метод інфрачервоної спектроскопії з перетворенням Фур'є (FTIR), який дозволяє аналізувати функціональні групи за харак-

терними смугами поглинання. FTIR-спектри зразків №1 та №3 мають інтенсивну смугу в області $1200-1000\text{ см}^{-1}$, що відповідає коливанням зв'язків C-O та C-O-C, та широку смугу -ОН у діапазоні $3600 - 3200\text{ см}^{-1}$, характерні для похідних целюлози, як-от етил- та гідроксипропілцелюлоза. Зразок №2 має інтенсивну смугу коливань карбонільних груп близько 1730 см^{-1} , притаманну полімерам метакрилатної природи, як поліметилметакрилату та споріднених акрилатних матеріалів, що узгоджується з літературними даними [3].

Наступним було дослідження термічної поведінки зразків у інтервалі $30-250^{\circ}\text{C}$. Встановлено, що зразок №2 демонструє часткове розм'якшення та локальне топлення оболонки в інтервалі $200-250^{\circ}\text{C}$. Зразки №1 та №3 у даному температурному діапазоні не топляться, а зазнають деградації з подальшим обугленням.

Після термічного впливу зміни геометричних параметрів волокон оцінено методом оптичної мікроскопії. Для зразків №1 та №3 спостерігається зменшення оболонки на $10-15\text{ мкм}$, а у місцях механічних пошкоджень можливо виміряти розмір серцевини, який є відносно стабільний. Водночас для зразка №2 нерівномірне топлення оболонки ускладнює однозначну оцінку змін параметрів волокна після впливу підвищених температур.

Отримані результати використані для подальших досліджень процесів деградації пластикових оптичних волокон та оцінки їх потенційного внеску у формування мікро- та нанопластикового забруднення.

Список використаних джерел

1. Koike, Y., & Asai, M. (2009). The future of plastic optical fiber. *NPG Asia Materials*, 1(1), 22–28.
2. ConEnvObs. (2025, May 22). Plastic pollution from fibre optic drones may threaten wildlife for years. *CEOBS*.
3. Zaremba, D., & Evert, R. (2016). Materials, chemical properties and analysis // *Polymer Optical Fibres: Fibre Types, Materials, Fabrication, Characterisation and Applications*. Bunge C.-A., Beckers M., Gries T. Woodhead Publishing, 153-186.

Пелепчук Ольга

Науковий керівник – доц. Филипчук Т. В.

ЛІХЕНОІНДИКАЦІЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПАРКОВОЇ ЗОНИ М. БРНО

Брно – друге за величиною місто Чехії, урбанізований центр із розвиненою інфраструктурою, який вдало поєднує щільні забудови, транспортні магістралі та зелені зони. Основним забруднювачем атмосферного повітря міста є автомобільний транспорт, а пікові значення концентрацій шкідливих газів (зокрема, NO_x) та твердих частинок (PM_{10}) спостерігаються переважно в ранковій годині, коли транспортний потік найінтенсивніший [1]. Міські парки – важливий інструмент очищення атмосфери рослинністю та регулювання клімату, а кількісна оцінка стримування аерополітантів рослинами – важливий крок для здоров'я людини. Ліхеноіндикація – метод визначення забруднення атмосферного повітря за допомогою лишайників, який базується на їх здатності накопичувати значну кількість політантів. Їхнє застосування в екологічному моніторингу зумовлене надзвичайно високою чутливістю до будь-яких змін стану атмосферного повітря.

Мета роботи – визначення ступеня забруднення атмосферного повітря паркової зони міста Брно.

Парк Лужанки – головний міський парк з найбільшою площею серед усіх наявних – 20 га. Розташований поблизу центра міста та оточений дорогами з інтенсивним рухом і щільною забудовою. Парк часто відвідується та використовується для занять спортом та дозвіллям, включаючи пікніки. Тут переважають *Alnus incana* (L.) Moench., *Fraxinus excelsior* L. та *Acer platanoides* L. [2].

Стан атмосферного повітря визначали за оцінкою проективного покриття епіфітних лишайників. Парк розділили на квадрати (рис.), в кожному з яких обрали по 5 дерев *A. platanoides* віком більше 35 років та окружністю стовбура більше 50 см. Відсоток проективного покриття оцінили за 5-бальною шкалою [3]. Ступінь забруднення атмосфери (DG) розраховували на основі показників життєвості та його максимального з вибірки значення для кожної морфологічної форми за формулою: $\text{DG} = (1 - (G_i / G_{\text{max}})) * 100\%$.



Рис. Моніторингові точки парку Лужанки м. Брно

Виявлено неоднорідність екологічного стану паркової зони. Найвищий рівень забруднення був притаманний ділянці 1, яка знаходиться безпосередньо біля вулиць з інтенсивним трафіком та щільною забудовою міських будівель. Точка 4, яка теж обмежена головною дорогою з інтенсивним транспортом характеризується критичним рівнем забруднення. Натомість, у точках 2 і 3 виявлено задовільний стан атмосферного повітря. Центральна точка паркової зони (5) характеризується напруженим рівнем атмосфери (рис.). Отримані результати узгоджуються з даними науковців [4], які при дослідженні сезонної динаміки рози вітрів міста показали, що в літній період переважають північно-західні повітряні маси, а взимку – південно-західні, що сприяє проникненню токсикантів всередину парку та створює зони екологічного ризику.

Список використаних джерел

1. Huzlík J., Hegrová J., Effenberger K., Ličbínský R., & Brtnický M. (2020). Air quality in Brno City parks. *Atmosphere*. 11(5), 510.
2. Černý M., & Šebela M. (2018). Změny ve složení ptačího společenstva parku Lužánky v Brně mezi lety 1978 a 2016. *Sylvia*. №54.
3. Филипчук Т.В. (2015). Ліхеноіндикація у практичній екології. Екологічна освіта та просвіта учнів загальноосвітніх шкіл: м-ли наук. конф. за програмою навч. семінару-тренінгу, 20–22 березня 2015 р. Чернівці. С. 155–159.
4. Chawla S., Nguyen V. X., Torres C. P. G., Pavelka M., Trusina J., & Marek M. V. (2018). Wind characterization of a Czech Carbon Observation System (CzeCOS) Site–Rajec. *European Journal of Environmental Sciences*. №8(2). P.117-123.

Петрашук Олександра
Наукова керівниця – доц. Волощук О. М.

АКТИВНІСТЬ СУКЦИНАТДЕГІДРОГЕНАЗИ У М'ЯЗАХ ТВАРИН ПРИ АЦЕТАМІНОФЕН- ІНДУКОВАНІЙ ТОКСИЧНОСТІ НА ТЛІ ДЕФІЦИТУ ХАРЧОВОГО БІЛКА

Хоча вплив ацетамінофену на печінку та нирки детально досліджений, його дія на інші тканини, зокрема скелетні м'язи, залишається недостатньо вивченою. Незважаючи на те, що основна фармакологічна дія ацетамінофену полягає у знеболюванні та зниженні температури, дослідження свідчать про його потенційний негативний вплив на функціонування опорно-рухового апарату. У зв'язку з цим актуальним є дослідження ефектів ацетамінофену на м'язову тканину, оскільки механізми його дії на скелетні м'язи залишаються недостатньо з'ясованими [1]. Одним із можливих механізмів таких порушень може бути дисфункція енергетичних процесів у м'язових клітинах. Важливим ферментом, що бере участь в енергозабезпеченні, є сукцинатдегідрогеназа (КФ 1.3.5.1).

Мета роботи – визначення активності сукцинатдегідрогенази у м'язах тварин при ацетамінофен-індукованій токсичності на тлі дефіциту харчового білка.

Метод визначення сукцинатдегідрогенази базується на здатності каталізувати окислення сукцинату до фумарату з передачею електронів на акцептор – ферриціанід калію $K_3[Fe(CN)]_6$.

Результати проведених досліджень показали, що утримання тварин на низькопротеїновій дієті супроводжується підвищенням активності сукцинатдегідрогенази у мітохондріях м'язів у порівнянні з контрольною групою, що може свідчити про адаптацію енергетичного обміну за умов нутрієнтного дисбалансу. Імовірно, за умов дефіциту білка у раціоні посилюється робота мітохондрій і ферментів циклу Кребса, що забезпечує активацію процесів енергозабезпечення клітин. У тварин з інтоксикацією ацетамінофеном спостерігається достовірне зниження ензиматичної активності сукцинатдегідрогенази, що може бути зумовлено ушкодженням ензиму за дії активних форм кисню або утворенням аддуктів

з метаболітом ацетамінофену (N-ацетил-*p*-бензохінонімом). Поєднання низькопротеїнової дієти з подальшим введенням ацетамінофену призводить до ще більшого пригнічення активності комплексу II. Такі порушення можуть бути зумовлені виснаженням запасів глутатіону, що спричиняє виражений окиснювальний стрес, інактивацію залізо-сірчаних центрів ферменту та значні порушення мітохондріального дихання.

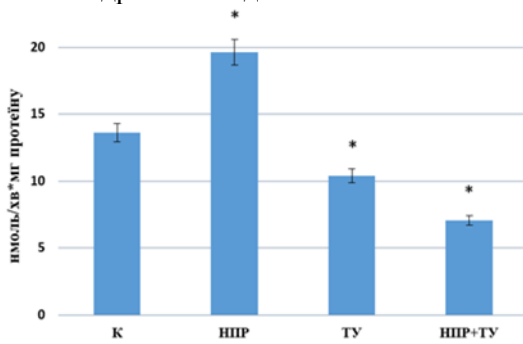


Рис. 1. Активність сукцинатдегідрогенази у м'язах тварин при ацетамінофен-індукованій токсичності на тлі дефіциту харчового білка.

Примітка: К – контроль; НПР – тварини, які протягом чотирьох тижнів отримували дієту з низьким вмістом білка; ТУ – тварини, які отримували токсичну дозу ацетамінофену; НПР+ТУ – протеїн-дефіцитні тварини з токсичним ураженням, спричиненим АРАР.

* - статистично достовірна різниця порівняно з контролем, $P < 0,05$

Отримані результати свідчать, що токсичне ураження ацетамінофеном на тлі білкової недостатності значно порушує сукцинатдегідрогеназну активність у мітохондріях скелетних м'язів, що може призводити до енергетичного дисбалансу у м'язовій тканині.

Список використаних джерел

1. Roberts B. M., Geddis, A. V., Ciuciu A. et al. (2024). Acetaminophen influences musculoskeletal signaling but not adaptations to endurance exercise training. *FASEB journal: official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*. Vol. 38(7). P. e23586.

Петрович Тетяна
Науковий керівник – доц. Решетюк О.В.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ТИПІВ ТЕМПЕРАМЕНТУ ТА НАВЧАЛЬНОЇ УСПІШНОСТІ УЧНІВ 9 КЛАСУ (НА ПРИКЛАДІ БАНИЛОВО- ПІДГІРНІВСЬКОЇ ГІМНАЗІЇ)

У сучасних умовах реформування освіти особливої уваги набуває проблема підвищення ефективності навчального процесу з урахуванням індивідуальних особливостей учнів [1,2]. Однією з таких особливостей є тип темпераменту, який визначає динаміку психічної діяльності, рівень активності, емоційність та поведінкові реакції школярів [1, 2]. У підлітковому віці ці характеристики істотно впливають на навчальну мотивацію та успішність [2, 3], що зумовлює необхідність їх урахування в освітньому процесі. *Метою нашої роботи* було визначити взаємозв'язок між типом темпераменту та навчальною успішністю учнів 9 класу та обґрунтувати доцільність урахування цих особливостей у навчанні. Серед завдань роботи – визначення типів темпераменту учнів, дослідження рівня їх навчальної успішності та встановлення взаємозв'язку між типом темпераменту та навчальними досягненнями. Дослідження проводили на базі Банилово-Підгірнівської гімназії Чернівецької області. У ньому взяли участь 29 учнів 9-х класів. Для визначення типу темпераменту було використано методіку Г. Айзенка [3], а для оцінювання рівня навчальної успішності – тестування.

За результатами діагностики типів темпераменту встановлено, що серед учнів експериментальної групи (15 осіб) переважають сангвінічний (40,0%) та холеричний (26,7%) типи. Учні з різними типами темпераменту демонструють відмінності у рівні навчальної успішності, темпі виконання завдань та особливостях пізнавальної діяльності. Зокрема, на початковому етапі середній рівень навчальної успішності в експериментальній групі становив 9,7 бала, тоді як у контрольній – 8,6 бала. Найвищі показники продемонстрували учні з холеричним (10,1) та сангвінічним (9,7) типами темпераменту, дещо нижчі – флегматики (9,5) та меланхо-

ліки (8,8). Після впровадження елементів кооперативного навчання з урахуванням типів темпераменту середній бал експериментальної групи зріс до 10,2, тоді як у контрольній групі – до 8,8. Це свідчить про приріст успішності на 0,5 бала в експериментальній групі проти 0,2 бала у контрольній.

Найбільший прогрес продемонстрували учні з меланхолічним типом темпераменту (зростання на 1,1 бала). У сангвініків підвищення становило 0,5 бала, що пов'язано з їхньою високою навчальною активністю та стабільністю результатів, у холериків – 0,3 бала (високий рівень енергійності, але можливі прояви імпульсивності), у флегматиків – 0,1 бала (стабільність результатів за де-що повільнішого темпу діяльності). Це свідчить про ефективність адаптованих педагогічних підходів, особливо для учнів із більш чутливим типом нервової системи. Підтверджено, що учні з екстравертованими типами темпераменту (сангвінічний, холеричний) загалом демонструють вищі результати навчальної діяльності, що пов'язано з їхньою активністю, комунікабельністю та швидкістю включення в роботу, тоді як інтровертовані типи (флегматичний, меланхолічний) потребують більш індивідуалізованого підходу.

Розроблено рекомендації щодо врахування типів темпераменту в освітньому процесі, зокрема через використання елементів кооперативного навчання, диференціацію завдань та індивідуалізацію підходів до учнів. Обґрунтовано, що врахування індивідуально-психологічних особливостей учнів, зокрема типу темпераменту, сприяє підвищенню ефективності навчального процесу, покращенню мотивації та створенню сприятливого психологічного клімату в класі.

Отже, результати дослідження підтверджують наявність взаємозв'язку між типом темпераменту та навчальною успішністю учнів, а також доводять ефективність впровадження диференційованих педагогічних підходів.

Список використаних джерел

1. Максименко С.Д. (2017). Психологія особистості. К.: Центр учбової літератури.
2. Коляда Н.М. (2020). Вікова та педагогічна психологія. К.: Каравела.
3. Hattie J. (2018). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London: Routledge.

Пожидаєва Валерія
Науковий керівний – асист. Череватов О. В.

ISSR-ПРОФІЛЮВАННЯ БДЖІЛ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Медоносна бджола (*Apis mellifera*) є одним із ключових видів запилювачів, що відіграє важливу роль у функціонуванні природних екосистем і забезпеченні продуктивності сільського господарства [Cane, 2008]. Завдяки своїй соціальній організації ці комахи ефективно здійснюють запилення рослин і виробляють цінні продукти бджільництва, зокрема мед, прополіс і пилок [Kilani, 1999; Yüzer et al., 2023].

На території України поширені популяції *A. mellifera*, які належать переважно до еволюційної лінії С, характерної для Східної Європи. Серед них важливе місце займає карпатська бджола (*A. m. carnica*), що добре пристосована до місцевих кліматичних умов і відзначається стабільною продуктивністю.

У південних регіонах України спостерігається змішування різних генетичних ліній бджіл, що може впливати на генетичну структуру популяцій. У зв'язку з цим актуальним є дослідження процесів гібридизації бджіл.

Для оцінки генетичної мінливості використано метод ISSR-маркерів, який дозволяє виявляти поліморфізм ДНК без попереднього знання її нуклеотидної послідовності [Yüzer et al., 2023]. Це дає змогу визначати генетичні відмінності між особинами та ідентифікувати гібридні форми.

ДНК виділяли зі зразків бджіл за стандартними лабораторними методиками. Якість отриманого матеріалу перевіряли методом електрофорезу в агарозному гелі. Ампліфікацію проводили з використанням праймерів до міжмікросателітних ділянок геному, а результати аналізували після електрофоретичного розділення з подальшою обробкою даних у додатку DarWin.

На початковому етапі ми екстрагували ДНК із тіл бджіл. Отриману ДНК перевіряли на нативність за допомогою електрофорезу в агарозному гелі. Після екстракції зразки ДНК ампліфіку-

вали методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) із застосуванням ISSR-праймерів Be 1, Be 2, Be 4, Be 5, Be 6, Be 7, Be 9, комплементарних до міжмікросателітних ділянок геному.

Аналіз електрофоретичних профілів показав, що для зразків Mk1, Mk6, Mk7, Mk38 характерні ампліфікати на основі Be-1 довжиною 800 п.н., які раніше описані (Seksteryte et al., 2012) виключно для підвиду *A.m. caucasica*. Серед використаних праймерів найбільш інформативним виявився праймер Be-1 та Be-4, а найменш – Be-9. Для встановлення філогенетичних зв'язків бджіл на основі досліджених ISSR-профілів була побудована дендрограма (рис. 1).

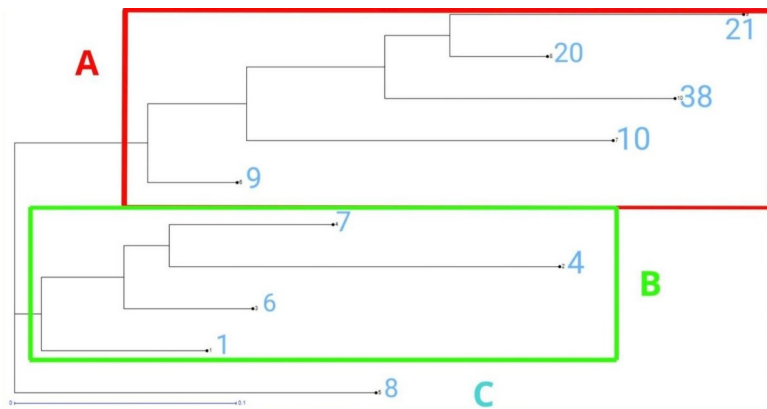


Рис.1. Філогенетичне дерево дослідних зразків *Apis mellifera* на основі ISSR-профілів

Аналіз результатів показав, що зразки на філогенетичному дереві розподілилися на три групи. Таким чином, клада А об'єднує половину проаналізованих зразків і сформована на основі матеріалу, отриманого з Баштанського та Вознесенського районів. До клади В увійшли зразки, отримані виключно з Баштанського району Миколаївської області. Слід також зазначити, що зразок МК8 не увійшов до жодної з вищезгаданих клад і формує окрему гілку.

Отже, за ISSR-профілями досліджувані бджоли поділяються на дві групи: частина з них належить до підвиду *A. m. caucasica* і формує кладу В.

Порошина Жанна

Науковий керівник – доц. Борук С.Д.

ДОСЛІДЖЕННЯ АДСОРБЦІЙНО-ДЕСОРБЦІЙНОЇ РІВНОВАГИ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЬОГО НА МЕТАЛООРГАНІЧНИХ КАРКАСАХ (METAL ORGANIC FRAMEWORKS) MOF-5

Металоорганічні каркасні структури MOF-5 (Metal-Organic Framework-5) є потенційними носіями для контрольованої доставки лікарських засобів. MOF-5 має високу пористість та розвинену поверхню. Синтез проводили осаджуючим методом з використанням органічного розчинника.

Кристалічність отриманого продукту була підтверджена візуально під час аналізу мікрофотографій, отриманих за допомогою електронного мікроскопа. Специфічна кубічна форма частинок, що є характерною для MOF-5, відповідає літературним описам синтезованих MOF-матеріалів. Це вказує на правильність обраного методу синтезу та сприятливі умови кристалізації. Хоча візуальне та мікроскопічне підтвердження морфології є важливим, для остаточного підтвердження кристалічної структури та фазової чистоти MOF-5 зазвичай застосовуються такі методи, як рентгенофазовий аналіз (PXRD) та інфрачервона спектроскопія з перетворенням Фур'є (FTIR). Ці методи дозволяють отримати кількісні дані про кристалічність та наявність функціональних груп, що є важливим для всебічної характеристики матеріалу.

Встановлено, що одержаний матеріал характеризується високою структурною впорядкованістю, що підтверджено мікроскопічними методами аналізу. Морфологічна характеристика синтезованих кристалів демонструє відповідність літературно описаній топології кубічної просторової решітки, утвореної на основі кластерів $[\text{Zn}_4\text{O}]^{6+}$ та 1,4-бензолдикарбоксилатних лігандів.

Наявність залишків розчинника, зокрема ДМФ, у порах синтезованого MOF-5 є важливим фактором, що впливає на його властивості. Хоча було проведено промивання етанолом та сушіння при 60°C, літературні дані вказують на те, що скоордино-

вані молекули ДМФ можуть залишатися в структурі MOF-5, впливаючи на його фактичну пористість та площу поверхні. Динамічна природа координаційного середовища цинку в MOF-5 дозволяє молекулам розчинника взаємодіяти з металевими центрами, утворюючи як тетраедричні, так і октаедричні оточення. Це може призвести до того, що фактична адсорбційна ємність MOF-5 буде нижчою за теоретично можливу, якщо пори не повністю звільнені від гостей молекул.

Кінетичні дослідження взаємодії MOF-5 з модельною речовиною (метиленовий синій) показали високу сорбційну здатність матеріалу. Встановлено, що процес адсорбції описується моделлю Ленгмюра, що свідчить про формування моношарового покриття на внутрішній поверхні каркасу. У дослідженні також продемонстровано ефективну, але контрольовану повільну десорбцію барвника у водному середовищі, що вказує на перспективність використання MOF-5 як носія для контрольованого вивільнення фармакологічно активних речовин.

Загалом, отримані результати підтверджують високу прикладну цінність MOF-5 як функціонального наноматеріалу для систем дозованої доставки лікарських засобів.

Список використаних джерел

1. Organic Frame Material / Alfa Chemistry: [CAS 255367-66-9 MOF 5 - Organic Frame Material / Alfa Chemistry](#)
2. Study on the structure activity relationship of the crystal MOF-5 synthesis, thermal stability and N₂ adsorption property [doi : 10.1515/htmp-2020-0034](#)
3. Design and synthesis of an exceptionally stable and highly porous metal-organic framework [doi : 10.1038/46248](#)
4. Systematic Design of Pore Size and Functionality in Isorecticular MOFs and Their Application in Methane Storage [doi : 10.1126/science.1067208](#)

Пуліковська Марина
Науковий керівник – доц. Легета У. В.

ЕКОЛОГІЧНА КРИЗА КОМАХОЗАПИЛЕННЯ: АНАЛІЗ ПРИЧИН ТА ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ

Однією з основних функцій комах вважається запилення рослин, тобто результат складних взаємозв'язків між рослинами та комахами. Насправді, скорочення чисельності запилювачів загрожує виживанню рослин, які залежать від комах. Основні причини скорочення чисельності комах – це руйнування природних середовищ, поширення паразитів та захворювань, а також антропогенний вплив на довкілля [1].

Поточні глобальні тенденції щодо керованих медоносних бджіл та диких запилювачів залишаються суперечливими. Попит на сільськогосподарське запилення зростає, тоді як кількість запилювачів зменшується, що посилює кризу запилення та загрожує глобальній продовольчій безпеці. Бджільницька індустрія може виконувати подвійні функції: забезпечувати продукти бджільництва та надавати послуги сільськогосподарського запилення. Основне питання полягає в тому, чи зможуть колонії медоносних бджіл задовольнити зростаючий попит і частково компенсувати зниження чисельності диких запилювачів [2].

Часткова компенсація дефіциту природних ентомофагів досягається шляхом *керованого запилення*, зокрема через залучення кочових пасік або застосування методів штучного запилення. Проте нестача запилювачів у майбутньому може призвести до глобальних наслідків. По-перше, площі культур, що залежать від запилювачів, зростають швидше, ніж площі незалежних. Це означає, що попит на послуги запилення зростає одночасно зі зменшенням кількості та різноманіття комах. Фактично, якщо дефіцит запилювачів обмежує врожай, розширення площ даних культур допомагає підтримувати виробництво. По-друге, темпи зростання врожайності ентомофільних культур зазвичай нижчі, ніж у рослин із низькою чи відсутньою залежністю. Усі ці спостереження можна розглядати як ранній сигнал дефіциту чисельності запилювачів [3].

Отже, запилювачі відіграють ключову роль у забезпеченні як природного, так і сільськогосподарського біорізноманіття, проте їх чисельність поступово знижується через руйнування природних середовищ, хвороби, паразитів та антропогенний вплив. Попит на запилення культур зростає швидше, ніж здатність екосистеми та бджільницької індустрії його забезпечувати, що створює ризики для глобальної продовольчої безпеки та стабільності виробництва. Управління запиленням через ручне запилення, оренду вуликів або впровадження рослин, що приваблюють запилювачів може частково компенсувати дефіцит комах, проте сучасні тенденції вказують на необхідність комплексних заходів для збереження чисельності і різноманіття запилювачів.

Список використаних джерел

1. Кушинська, М. (2012). Функціональне значення комах-запилювачів п'яти видів роду *Gentiana* L. у масиві Чорногора (Українські Карпати). *Вісник Львівського університету*. Серія біологічна. Випуск 59. С. 167–172.
2. Mashilingi, S. K., Zhang, H., Garibaldi, L. A., & An, J. (2022). Honeybees are far too insufficient to supply optimum pollination services in agricultural systems worldwide. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 335, 108003. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108003>
3. Garibaldi, L. A., Aizen, M. A., Cunningham, S. A., & Klein, A. M. (2009). Pollinator shortage and global crop yield: Looking at the whole spectrum of pollinator dependency. *Communicative & Integrative Biology*, 2(1), 37–39. <https://doi.org/10.4161/cib.2.1.7425>

Реколца Ігор
Наукова керівниця – доц. Воробець М. М.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КРЕМ-МЕДУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДОБАВКИ «КЛІТКОВИНА ГРЕЧАНА»

Крем-мед як продукт переробки натурального меду користується значною популярністю серед споживачів різних вікових груп завдяки своїм органолептичним властивостям, приємній ніжній консистенції, дрібнокристалічній структурі, що забезпечує однорідність і тривалий термін зберігання без розшарування, зручності використання.

Актуальний напрям сучасних досліджень у галузі харчових технологій – удосконалення технології продуктів із використанням функціональних інгредієнтів. Особливу увагу приділяють харчовим волокнам, які відіграють важливу роль у забезпеченні нормального функціонування організму людини. Одним із перспективних джерел харчових волокон є гречана лузга – побічний продукт переробки зерна гречки. Вона містить значну кількість клітковини, а також мінеральні речовини (залізо, магній, кальцій, калій), вітаміни групи В, антиоксиданти та інші біологічно активні сполуки. На кафедрі отримано добавку «Клітковина гречана» з гречаної лузги, яка відповідає вимогам нормативної документації до харчових добавок рослинного походження.

Мета роботи – удосконалення технології крем-меду шляхом внесення добавки «Клітковина гречана», дослідження її впливу на властивості продукту.

Зразки крем-меду виготовляли на основі натурального квіткового меду відповідно до традиційної технології. Добавку «Клітковина гречана» вносили на стадії інтенсивного перемішування. Температурний режим підтримували на рівні 35-40°C з метою збереження біологічно активних речовин меду.

Особливість дослідження – використання добавки у вигляді дрібнодисперсного порошку, що забезпечує рівномірний розподіл частинок у продукті та запобігає утворенню небажаної зернистості.

Оцінювання запропонованих зразків крем-меду проводили за такими органолептичними показниками: зовнішній вигляд, консистенція, аромат, смак і загальне враження. Дегустаційну оцінку здійснювали 26 експертів за п'ятибальною шкалою. Встановлено, що внесення добавки поліпшує зовнішній вигляд продукту, надаючи йому приємного шоколадного забарвлення, що спричинено наявністю у луззі природного пігменту меланіну.

Консистенція крем-меду з добавкою характеризується як ніжна, пластична та рівномірна.

Смак залишається гармонійним і збалансованим, із домінуванням природної солодкості меду. Добавка не спричиняє появи стороннього присмаку, а лише незначно модифікує смаковий профіль продукту.

Найбільш суттєвий вплив добавка «Клітковина гречана» чинить на консистенцію та загальне враження крем-меду. За результатами дегустаційної оцінки саме ці показники отримали найвищі бали, що свідчить про високу споживчу привабливість розробленого продукту.

Окрім оцінювання органолептичних показників, проведено розрахунок енергетичної цінності запропонованого крем-меду. Встановлено, що вона рівна близько 315 ккал/100 г, що менше порівняно з традиційним медом. Це пояснюється частковою заміною меду добавкою «Клітковина гречана», яка не засвоюється організмом, але виконує важливі фізіологічні функції.

Висновки:

- запропоновано використання добавки «Клітковина гречана» у вигляді дрібнодисперсного порошку у технології крем-меду;
- встановлено її позитивний вплив на органолептичні показники продукту, зокрема консистенцію, однорідність і загальне враження; обґрунтовано доцільність використання добавки у кількості 3 мас. %;
- розроблений продукт характеризується поліпшеними споживчими властивостями і може бути рекомендований до впровадження у виробництво як функціональний харчовий продукт.

Роженюк Олена

Науковий керівник – асист. Токарюк А. І.

ГАЗОНИ ВИШНОПІЛЬСЬКОЇ ГІМНАЗІЇ ЯК СЕРЕДОВИЩЕ ВИВЧЕННЯ ФЛОРИСТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ

Вишнопільську гімназію Староостропільської сільської ради Хмельницького району Хмельницької області було створено в 2000 році після закриття Вишнопільської загальноосвітньої школи I-III ступенів, яка діяла з 1910 року і була закрита через непридатність будівлі для навчання. Мета досліджень – проаналізувати видовий склад газонів Вишнопільської гімназії.

Основу газонних угруповань території гімназії (загальне проективне покриття – 70–90 %) формують *Lolium perenne* (проективне покриття від 1–2 % до 50–55 %), *Polygonum aviculare* (1–20 %), *Taraxacum officinale* (5–20 %), *Poa annua* (40 %), *Plantago major* (1–5 %), *Achillea millefolium* (20–35 %), до яких домішуються *Glechoma hederacea* (до 10 %), *Medicago lupulina* (1–10 %), *Trifolium pratense* (1–25 %), *Urtica dioica* (2–10 %). У складі газонів виявлено 15 видів чужорідного походження, зокрема *Acer negundo* (j) (+), *Amaranthus retroflexus* (+), *Ambrosia artemisiifolia* (1–3 %), *Armoracia rusticana* (1–2 %), *Artemisia absinthium* (5–7 %), *Artemisia annua* (+), *Ballota ruderalis* (+), *Elisanthe noctiflora* (1–2 %), *Geranium pusillum* (2–15 %), *G. sibiricum* (1–3 %), *Lamium album* (1–2 %), *Mentha piperita* (+), *Phytolacca acinosa* (2 %), *Phalacrolooma annuum* (1–2 %), *Veronica persica* (+) (табл. 1).

Таблиця 1.

Фітоценотична характеристика газонів Вишнопільської гімназії

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8
Проективне покриття, %	90	70	70	90	95	90	90	80
Кількість видів	11	9	18	14	13	10	9	12
D.s. Al. Polygono-Coronopodium = D.s. Cl. Polygono-Poetea annuae								
<i>Lolium perenne</i>	2	2	2	5	4	.	3	1
<i>Taraxacum officinale</i>	3	2	2	2	1	2	.	2
<i>Plantago major</i>	.	1	1	1	+	1	.	.
<i>Polygonum aviculare</i>	.	.	.	+	+	2	3	+

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Poa annua</i>	.	.	.	.	.	4	.	.
D.s. Cl. Epilobietea angustifolii								
<i>Glechoma hederacea</i>	2	2	+	1	3	1	.	1
<i>Urtica dioica</i>	.	2	1	2	1	.	.	1
<i>Galium aparine</i>	.	.	1	.	+	.	.	.
<i>Lamium album</i>	.	.	+	.	.	.	.	1
<i>Geum urbanum</i>	1	.	+	.	.	.	.	.
<i>Geranium sibiricum</i>	.	.	.	+	1	.	.	.
D.s. Cl. Artemisietea vulgaris								
<i>Phalacrolooma annuum</i>	+	.	.	1	.	.	.	.
<i>Armoracia rusticana</i>	1	.	.	.	1	.	.	.
D.s. Cl. Stellarietea mediae								
<i>Medicago lupulina</i>	1	2	2	.	.	.	.	.
<i>Chenopodium album</i>	.	.	.	.	.	.	2	1
D.s. Cl. Molinio-Arrhenatheretea								
<i>Trifolium pratense</i>	.	1	+	.	1	+	.	+
<i>Cerastium holosteoides</i>	.	.	.	1	+	.	.	+
<i>Leontodon autumnalis</i>	.	+	.	.	+	.	.	.
Інші види:								
<i>Achillea millefolium</i>	4	3	3	3	2	.	.	3
<i>Potentilla anserina</i>	+	.	.	.	.	.	.	4
<i>Geranium pusillum</i>	1	.	.	+	.	.	.	2
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	+	.	+	.	.

Види, що трапляються в одному описі: опис № 1 – *Veronica chamaedrys* (+); опис № 3 – *Ballota ruderalis* (+), *Lysimachia vulgaris* (+), *Mentha piperita* (+), *Phytolacca acinosa* (+), *Ranunculus repens* (+), *Sambucus nigra* (+); опис № 4 – *Veronica persica* (+); опис № 6 – *Amaranthus retroflexus* (+), *Artemisia annua* (+), *Atriplex patula* (+); опис № 7 – *Acer negundo* (+), *Ambrosia artemisiifolia* (1), *Artemisia absinthium* (2), *Chelidonium majus* (1), *Elisanthe noctiflora* (1), *Poa compressa* (+).

Описи виконано: 1–8 Вишнопільська гімназія 04.10.2025 О. Роженюк.

Вивчення флористичного різноманіття газонів гімназії дозволило узагальнити відомості про місцеві і чужорідні види, що сприятиме контролю поширення адвентивних рослин і розробленню ефективних заходів боротьби з ними.

Рубан Анастасія

Наукова керівниця – доц. Сачко А. В.

ВИКОРИСТАННЯ ЇСТІВНИХ КАШТАНІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ЕМУЛЬСІЙНИХ ДЕСЕРТІВ

Реалії сьогодення вимагають швидкої адаптації до викликів і створення продуктів харчування, які мали б подовжений термін зберігання, не вимагали особливих умов, однак зберігали свої споживчі властивості. Хорошим виходом може бути розробка продукції швидкого приготування, яка може зберігатися у вигляді вакуумно запакованих порошків і готуватися шляхом розведення їх у воді та легкого перемішування.

Метою роботи стала розробка емульсійних десертів пониженої жирності, із додаванням каштанового борошна. Каштанове борошно містить рослинні білки, жири, полісахариди, має приємний смак і мікробіологічно безпечним. На першому етапі було розроблено базову емульсію, яка може стати основою для створення емульсійних десертів.

Борошно отримали шляхом перемелювання висушених ядер каштанів *Castanea Sativa* врожаю 2024 року до стану борошна лабораторним млинком. До складу емульсії, в перерахунку на 100 г входили наступні компоненти: олія соняшникова – 5,0 г, борошно каштанове – 4,0 г, карагенан – 1,5 г, пектин – 4,0 г, цукор білий кристалічний – 5,0 г.

Технологія приготування дослідного зразка полягала у поєднанні сухої суміші з теплою водою з наступним безперервним перемішуванням протягом 5 хвилин до досягнення кремоподібного стану. Готовий продукт має однорідну, ніжну консистенцію із включеннями фракцій каштанового борошна (рис. 1а). Колір напівфабрикату рівномірний, коричнево-жовтуватий, що надає виробу привабливого товарного вигляду. Смакові властивості характеризуються як приємні та збалансовані, з легкою кислинкою, при цьому відсутність різкого домінуючого аромату та вираженого смаку дозволяє класифікувати даний зразок як універсальну технологічну матрицю.

Для оцінки структурно-механічних властивостей отриманої системи було проведено мікроскопічні дослідження та вимірювання активної кислотності. рН готового десерту становить 4,67, що створює сприятливі умови для гелеутворення використаних полісахаридів (пектину та карагенану) і забезпечує мікробіологічну стабільність продукту. Аналіз мікрофотографії (рис. 1б) підтверджує формування розвиненої матриці, в якій рівномірно розподілені ліпідні краплі та набухлі частинки каштанового борошна. Завдяки наявності крохмалю та білків у складі борошна, воно виконує роль додаткового структуроутворюючого агента, що сприяє стабілізації емульсії.

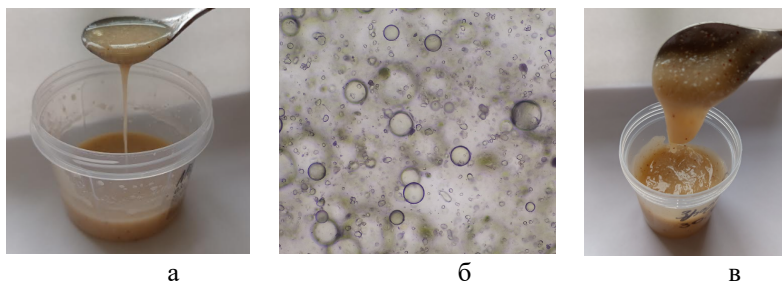


Рис.1. Зовнішній вигляд емульсійного десерту через 5 хв (а) та через 3 години (в) після приготування. Мікрофотографія свіжовиготовленого зразка (б).

Продукт демонструє виражені тиксотропні властивості: протягом перших годин після приготування він зберігає оптимальну десертну в'язкість, проте внаслідок подальшої ретроградації або структурування системи поступово переходить у стан щільного гелю. З огляду на це, для забезпечення найкращих споживчих характеристик та ніжної текстури, десерт рекомендується до реалізації та вживання у свіжовиготовленому вигляді протягом обмеженого терміну (1-2 години).

Таким чином, застосування їстівних каштанів (*Castanea Sativa*) у технології десертів швидкого приготування є перспективним напрямом. Це дозволяє не лише розширити асортимент продукції з підвищеною харчовою цінністю, а й створювати функціональні продукти з високим ступенем адаптації до сучасних умов споживання.

Ручківська Софія

Науковий керівник – доц. Чебан Л. М.

БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА *NOSTOC LINCKIA* ЗА РІЗНИХ УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ

Умови культивування є визначальним чинником, що впливає на хімічний склад клітин водоростей і спрямованість їхніх метаболічних процесів. Зокрема, доступність біогенних елементів, передусім нітрогену, відіграє ключову роль у регуляції росту та біосинтетичної активності ціанобактерій. Відомо, що за наявності зв'язаних форм нітрогену у живильному середовищі відбувається інтенсивний ріст культури, активний поділ клітин і посилений синтез азотомісних сполук, насамперед білків. Водночас дефіцит нітрогену спричиняє суттєві метаболічні перебудови: пригнічується біосинтез білків і нуклеїнових кислот, але активуються процеси фіксації атмосферного азоту, що здійснюються спеціалізованими клітинами – гетероцистами, характерними для представників роду *Nostoc*. Також, ймовірно, посилюється накопичення запасних речовин, зокрема ліпідів і вуглеводів. Крім того, зміни умов культивування супроводжуються варіаціями вмісту біологічно активних сполук, включаючи фотосинтетичні пігменти та інші спеціалізовані вторинні метаболіти. З огляду на це, дослідження біомаси ціанобактерій за відмінного складу живильного середовища дозволяє комплексно оцінити вплив умов вирощування на біохімічні характеристики клітин, а також визначити потенціал практичного використання ціанобактерій в біотехнології.

Метою роботи було оцінити біохімічний склад біомаси *Nostoc linckia* за різних умов культивування.

Культивування *Nostoc linckia* здійснювали потягом 14 діб, у кліматичній камері за температури 22 ± 2 °C та за 16-годинного світлового фотоперіоду. Використовували стандартне середовище BG-11 та BG-11₀, що не містить нітрогену. По завершенню культивування у клітинах аналізували вміст білків, ліпідів, кількість поліфенольних сполук, каротиноїдів та хлорофілу а.

За культивування на повноцінному середовищі BG-11 відзначається вищий вміст білка та поліфенольних сполук порівняно з умовами дефіциту нітрогену (табл.1.).

Таблиця 1.

Біохімічна характеристика *Nostoc linckia*

Тип середовища	Показники		
	Вміст білку, %	Вміст ліпідів, %	Вміст поліфенольних сполук, мг/г
BG-11	41,9±1,49	18,25±0,32	5,65±0,21
BG-11 ₀	29,5±0,88	36,5±0,45	3,90±0,18
Тип середовища	Вміст каротиноїдів, мг/г	Вміст хлорофілу а, мг/г	Вміст фікобілінпротейнових пігментів, мг/г
BG-11	6,32±0,23	4,42±0,24	12,7±0,38
BG-11 ₀	9,71±0,47	6,12±0,31	23,1±0,86

Водночас за умов дефіциту нітрогену відзначено достовірне підвищення вмісту ліпідів. Така закономірність є типовою для мікрowodоростей і ціанобактерій та зумовлена перенаправленням вуглецевого потоку від білкового синтезу до утворення запасних енергетичних сполук, зокрема триацилгліцеролів. Накопичення ліпідів у цьому випадку виконує адаптивну функцію, забезпечуючи клітини енергетичними резервами в стресових умовах. Крім того, на середовищі BG-110 зафіксовано підвищення вмісту фотосинтетичних пігментів: каротиноїдів (9,71 мг/г проти 6,32 мг/г у BG-11), хлорофілу а (6,12 мг/г проти 4,42 мг/г) та фікобілінпротейнів (23,1 мг/г проти 12,7 мг/г). Підвищення вмісту хлорофілу а та фікобілінпротейнів, імовірно, пов'язане з компенсаторними механізмами, спрямованими на підтримання ефективності фотосинтезу за обмеженого росту клітин.

Отже, дефіцит нітрогену спричиняє глибоку перебудову метаболізму *Nostoc linckia*, яка проявляється у зниженні синтезу азотомісних сполук і одночасному посиленні накопичення ліпідів та пігментів, що забезпечує адаптацію клітин до стресових умов існування.

Савчук Марія

Науковий керівник – асист. Токарюк А. І.

ІНВАЗІЙНА ФЛОРА ТЕРИТОРІЇ ЧЕРНІВЕЦЬКОГО ЛІЦЕЮ №7

Чернівецький ліцей №7 починає свою історію з 1 вересня 1974 року як загальноосвітня школа № 15, що спеціалізується з англійської мови та фізичного виховання. У 2007 році школа стала гімназією №7, а з 2021 року – Чернівецьким ліцеєм №7. У 2025 році на території ліцею виявлено 19 високоактивних видів інвазійних рослин України [2]. Мета – проаналізувати видовий склад інвазійних рослин на території Чернівецького ліцею №7.

Таблиця 1.

Інвазійні рослини на території Чернівецького ліцею №7

№	Назва виду	Хроно-елемент	Походження	Ступінь натуралізації	Ж. форма	Тип біотопу
1.	<i>Acer negundo</i> L.	кенофіт	північноамериканське	агіро-епокофіт	Ph	C2.2.1
2.	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	кенофіт	східноазійське	агіро-епокофіт	Ph	C2.2.1
3.	<i>Amaranthus albus</i> L.	кенофіт	північноамериканське	епокофіт	Th	C2.2.2 C2.2.3
4.	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	кенофіт	північноамериканське	епокофіт	Th	C2.2.2 C2.2.3
5.	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	кенофіт	північноамериканське	епокофіт	Th	C2.2.2
6.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	археофіт	західносередземноморське	епокофіт	Th	C2.2.2 C2.2.3
7.	<i>Cichorium intybus</i> L.	археофіт	середземноморсько-ірано-туранське	агіро-епокофіт	НК	C2.2.3
8.	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	кенофіт	північноамериканське	агіро-епокофіт	Th	C2.2.2 C2.2.3
9.	<i>Galinsoga urticifolia</i> (Kunth) Benth.	кенофіт	південноамериканське	епокофіт	Th	C2.2.3
10.	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	кенофіт	південноамериканське	епокофіт	Th	C2.2.3
11.	<i>Lepidotheca suaveolens</i> (Pursh) Nutt.	кенофіт	північноамериканське	епокофіт	Th	C2.2.2

12.	<i>Phalacrolooma annuum</i> (L.)Dumort.	кенофіт	північноамериканське	епекофіт	Th	C2.2.2 C2.2.3
13.	<i>Portulaca oleracea</i> L.	археофіт	ірано-туранське	епекофіт	Th	C2.2.3
14.	<i>Quercus rubra</i> L.	кенофіт	північноамериканське	агіо-епекофіт	Ph	C2.2.1
15.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	кенофіт	північноамериканське	агіо-епекофіт	Ph	C2.2.1
16.	<i>Setaria glauca</i> (L.) P.Beauv.	археофіт	середземноморське	епекофіт	Th	C2.2.2 C2.2.3
17.	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	археофіт	середземноморсько-ірано-туранське	епекофіт	Th	C2.2.2 C2.2.3
18.	<i>Solidago canadensis</i> L.	кенофіт	північноамериканське	агіо-епекофіт	НК	C2.2.2 C2.2.3
19.	<i>Xanthoxalis dillenii</i> (Jacq.) Holub	кенофіт	північноамериканське	епекофіт	Th	C2.2.2 C2.2.3

Серед інвазійних рослин домінують види американського походження (13 видів або 68,4 %), за часом занесення переважають кенофіти (14 або 73,7 %), за ступенем натуралізації – епекофіти (12 або 63,2 %), за способом занесення – ксенофіти (13 або 68,4 %). За життєвими формами більшість видів є терофітами (Th) (13 або 68,4 %), дещо менше фанерофітів (Ph) (4 або 21,1 %) та гемікриптофітів (НК) (2 або 10,5 %) (таблиця).

Згідно з Національним каталогом біотопів України [1] ці види приурочені до трьох типів синантропних біотопів 4-го рівня: C2.2.1 Парки та сквери; C2.2.2 Газони; C2.2.3 Квітники (клумби, плантації квітів, садові центри). Залучення учнів до спостережень видів адвентивних рослин сприяє розвитку дослідницьких навичок і закладає фундамент для моніторингу.

Список використаних джерел

1. Національний каталог біотопів України (2018). Ред. А. А. Куземко, Я. П. Дідух, В. А. Онищенко, Я. Шеффер. К.: ФОП Клименко Ю. Я. 442 с.
2. Протопопова В. В., Шевера М. В. (2019). Інвазійні види у флорі України. І. Група високо активних видів. GEO & BIO. Т. 17. С. 116-135. doi.org/10.15407/gb.2019.17.116

Свинарчук Юрій

Наукова керівниця – доц. Васіна Л. М.

ВИКОРИСТАННЯ ГЛІЦЕРОЛУ ЯК ДЖЕРЕЛА КАРБОНУ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ *RHODOTORULA RUBRA*

Гліцерол, що утворюється як побічний продукт виробництва біодизелю, накопичується у значних об'ємах і потребує ефективних способів утилізації. Одним із перспективних напрямів є його використання як джерела карбону для культивування мікроорганізмів, зокрема представників роду *Rhodotorula*. Вважаючи на високу швидкість утворення біомаси, незначну вибагливість до умов вирощування, значний синтетичний потенціал родоторули дедалі частіше розглядаються як ефективні продуценти широкого кола біологічно активних сполук [1], серед яких ліпіди, загальні та специфічні каротиноїди, ферменти.

Метою роботи було дослідження впливу різних джерел карбону на нагромадження біомаси, вміст загальних ліпідів та фракцій каротиноїдів у клітинах *Rhodotorula rubra*.

Дослідження проводили на чистих культурах мікроорганізмів. Для отримання інокуляту дріжджі культивували 48 год, а основна ферментація тривала 72 год за температури 28 °С. При цьому використовували модифіковане середовище Сабуро, що містило як джерело карбону глюкозу, гліцерол чи їх комбінацію.

Результати дослідження показали, що інтенсивність росту культури й вміст досліджуваних сполук залежали від компонентного складу поживного середовища. Найбільше накопичення біомаси спостерігалось при використанні комбінованого джерела карбону (глюкоза + гліцерол), що, ймовірно, пов'язано з поєднанням швидкодоступного та метаболічно більш стабільного субстратів.

Аналіз вмісту загальних ліпідів у клітинах *Rhodotorula rubra* засвідчив найнижчий їх рівень при культивуванні на глюкозі, а використання гліцеролу забезпечувало максимальне їх накопичення. Схожу тенденцію відмітили при визначенні вмісту пігментів. Загалом, найвищу їх концентрацію зафіксовано при наявності у сере-

довищі культивування гліцеролу. Проте дещо відмінними були особливості нагромадження каротиногенними дріжджами загальних і родоспецифічних пігментів: рівень β -каротину достовірно збільшувався як при використанні суміші джерел карбону, так і при утилізації мікроорганізмами лише гліцеролу; вміст торуліну мало відрізнявся для усіх трьох досліджуваних варіантів; рівень торулародину недостовірно був вищим при культивуванні дріжджів у середовищі з гліцеролом, комбінації джерел карбону, порівняно з глюкозовмісним субстратом.

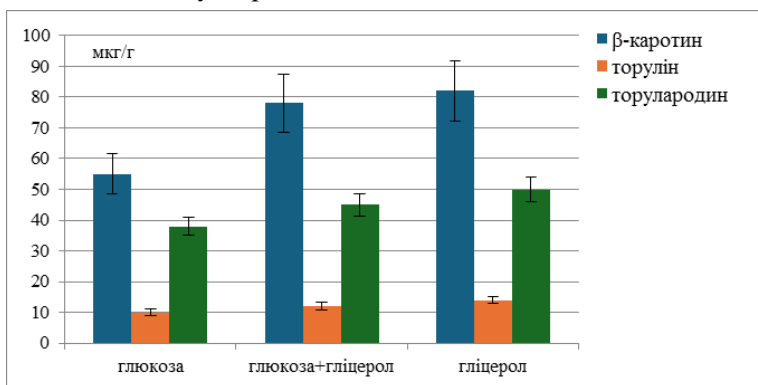


Рис. Вміст каротиноїдів у клітинах *Rhodotorula rubra* за наявності різних джерел карбону

Отже, використання гліцеролу як джерела Карбону при культивуванні *Rhodotorula rubra* сприяє інтенсифікації синтезу ліпідів і каротиноїдів, тоді як комбіноване середовище забезпечує більш інтенсивне накопичення біомаси. Отримані результати підтверджують перспективність застосування гліцеролу для біотехнологічного отримання цінних продуктів мікробного походження.

Список використаних джерел

1. Viñals N.O., Estrada D.A., Pérez E.F. et al. (2023). *Rhodotorula toruloides* as a biofactory of carotenoids, lipids, and enzymes. In *Microbial Fermentations in Nature and as Designed Processes*, C.J. Hurst (Ed.). <https://doi.org/10.1002/9781119850007.ch2>

Синицина Ніна

Науковий керівник – доц. Легета У. В.

ПЕРСПЕКТИВИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ЗМІНЕНИХ ЛАНДШАФТІВ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Сталий розвиток територій є важливим напрямом сучасної екологічної науки, що передбачає збалансоване поєднання економічного розвитку, соціального добробуту та збереження довкілля. Особливо актуальним це для регіонів із поєднанням природних і урбанізованих територій. Чернівецька область характеризується різноманіттям природних екосистем (ліси, річкові долини, передгір'я Карпат) та значним антропогенним впливом. Шевченківський район м. Чернівці є прикладом урбанізованої території з розвиненою рекреаційною функцією. Його потенціал визначається вигідним розташуванням, транспортною доступністю, наявністю історико-культурних об'єктів та зелених зон.

Серед основних переваг району варто виділити культурну спадщину, активне студентське середовище та можливості для різних видів рекреації. Водночас існують проблеми: недостатня кількість якісних зелених зон, недосконала інфраструктура, обмежена інклюзивність, екологічні ризики та ін..

Важливим аспектом сталого розвитку є використання міжнародного досвіду. Аналіз підходів до охорони природи (зокрема категорій IUCN) показує, що ефективність природоохоронних територій залежить не лише від їх площі, а й від якості управління, фінансування та інтеграції в суспільство.

Для покращення ситуації доцільно впроваджувати комплекс заходів: розвиток зеленої інфраструктури, покращення стану довкілля, розширення рекреаційних можливостей, впровадження екологічної освіти та цифрових інструментів, а також залучення громади до управління територіями.

Отже, сталий розвиток Чернівецької області можливий за умов комплексного підходу, ефективного управління ресурсами та поєднання екологічних, соціальних і економічних факторів.

Синькова Аліна

Наукова керівниця – доц. Сачко А.В.

ГЕОХІМІЧНІ МАРКЕРИ ВІЙСЬКОВОГО ВПЛИВУ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ І МІННИХ ВИРВ

Порівняльний аналіз деградації ґрунтів внаслідок урбанізації та збройних конфліктів свідчить, що військовий вплив спричиняє фундаментальну трансформацію, масштаби якої значно перевищують руйнівні наслідки розростання міст. Воєнні дії спричиняють незворотне руйнування ґрунтових горизонтів внаслідок бомботурбації, системної токсичності продуктів детонації та важких металів, а також тривалого виведення земель з обігу через мінування. Як наслідок, ефекти воєнної деградації земель роблять ці території непридатними для безпечного землекористування протягом століть, що становить критичну загрозу для глобальної харчової безпеки та екологічної стабільності.

Метою даного дослідження було кількісне визначення вмісту макро- та мікроелементів (Li, Na, K, Ca, Mg, Ba, Sr, Al, Ag, Fe, Mn, Ni, Zn, Cu, Cr, Pb, Cd) методом індуктивно зв'язаної плазми у зразках ґрунтів, відібраних у Балаклійському районі – регіоні, що зазнав значного впливу внаслідок військових дій. Проби відбирали безпосередньо з вирв артилерійських снарядів ($n = 4$) та з їхньої периферії ($n = 1$). Крім того, було відібрано зразки з вирв від протитанкових/протипіхотних мін ($n = 2$) та з прилеглих територій на їхній периферії ($n = 1$). Проби з периферійних ділянок відбиралися на визначеній відстані від краю вирви для оцінки просторового розподілу потенційно мобілізованих елементів та прямого порівняння безпосередньо уражених ґрунтів із суміжними фоновими зонами.

Для оцінки впливу вибухових деформацій на педосферу було розраховано коефіцієнт R , що визначається як відношення концентрації елемента в центрі вирви до його вмісту на периферії (умовно фонові зона). При значеннях $R < 1$ говорять про зменшення концентрації елемента: вилугування, вимивання, випаровування тощо. При $R > 1$ має місце накопичення елемента в

грунті порівняно з фоном. Встановлено, що артилерійські вирви характеризуються передусім стабільністю основної групи мікроелементів, яка охоплює більше половини досліджуваних показників, зокрема барій, стронцій, залізо, марганець, срібло, нікель, хром, свинець та кадмій, що демонструють значення коефіцієнта $R \sim 1$. Водночас детонація артилерійських снарядів спричиняє критичний дефіцит найбільш рухливих лужних металів – літію, натрію та калію, чії концентрації знижуються в кілька разів через термічну волатильність та подальше вилугування.

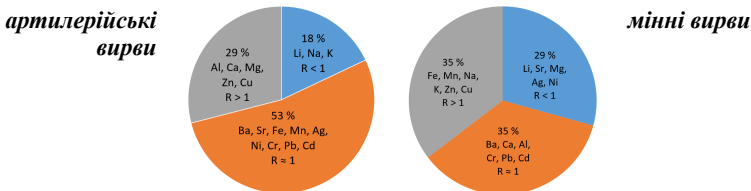


Рис. 1. Порівняльна характеристика трансформації мікроелементного складу ґрунтів за коефіцієнтом перерозподілу R

Процес бомботурбації в артилерійських вирвах чітко підтверджується накопиченням структурних елементів, таких як кальцій, алюміній та магній, що свідчить про механічне винесення мінералізованої породи з нижніх шарів чорнозему на поверхню. Натомість мінні вирви демонструють значно вищу динамічність системи, де стабільними залишаються лише тридцять п'ять відсотків елементів, тоді як основна частина зазнає суттєвих змін. Особливістю мінного впливу є інтенсивна техногенна акумуляція важких металів, де найвищий показник зростання фіксується для цинку, заліза та марганцю, що є прямим наслідком руйнування корпусів та детонаторів боєприпасів. Попри різну глибину та характер вибуху, спільним геохімічним маркером для обох типів впливу є накопичення міді, рівень якої стабільно перевищує фонові значення периферії. Таким чином, якщо артилерійські обстріли здебільшого деформують фізичну структуру ґрунтового профілю, то мінні вибухи виступають джерелом інтенсивної хімічної інтоксикації, що створює довготривалі екологічні ризики для аграрного потенціалу Балаклійського регіону.

Скорейко Кароліна

Наукові керівники – доц. Казімір І. І., асист. Демид І. Е.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ КВАДРАТНОЇ СІТКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ В ДЕРНОВО-БОРОВИХ ҐРУНТАХ

Ґрунт – це динамічна біологічна система, яка постійно піддається змінам під тиском природних та антропогенних чинників. Інтенсивне землеробство призводить до змін агрохімічних та агрофізичних властивостей ґрунту. Вони зазнають безперервних трансформацій, які неможливо відстежити візуально, але мають безпосередній впливають на економічну ефективність господарства. Тому, для контролю за цими змінами необхідно вміти правильно відібрати ґрунтові зразки для проведення аналізів в лабораторних умовах.

Об'єкт дослідження – дерново-борові ґрунти першої надзапавної тераси р. Прут (біобазу «Жучка»).

Мета досліджень – оцінити просторові зміни у гранулометричному складі дерново-борових ґрунтах для уточнення нижчих таксономічних одиниць з подальшим нанесенням їх на картосхему.

Досліджувані дерново-борові ґрунти утворюються на борових терасах річок на базі давньоалювіальних пісків. Характеризуються легким гранулометричним складом (піщаний або супіщаний). Вміст фізичного піску у них коливається в межах 80-85%, відповідно вміст фізичної глини – 10-15%. Отже, вони володіють високою водопроникливістю, але низькою вбирною здатністю, що часто призводить до дефіциту вологи для рослин. Ґрунт має пухку будову, погано утримує поживні речовини й легко піддається вітровій ерозії [1].

Відбір ґрунтових зразків проводиться восени після збору врожаю, або весною перед посівом та внесенням добрив. Глибина відбору зразків залежить від цільового використання сільськогосподарських угідь: для ріллі – 0-30 см; пасовища 0-20 см; для

садів – 0-20, 20-40, 40-60 см. Кожний зразок етикують та помічають у окремі пакети.

Нами, восени, одразу після збору сої, було відібрано 61 ґрунтових зразків глибиною 0-30 см. Відбір відбувався методом «квадратної сітки» (поле ділилося на квадрати розмірами 100*100 м, відбір зразку відбувався у центрі квадрата), для кожного зразку робилася GPS-прив'язка та маркування й запаковувався окремо.

Метод «квадратної сітки» є найбільш обґрунтованим коли йдеться про детальний аналіз агрофізичних властивостей ґрунту. Даний метод, у порівнянні з традиційними методами, таких як «конверт» або «зигзаг», базується на принципах геостатистики та просторової визначеності. Отже, основна перевага методу «квадратної сітки» – це адресованість даних. Кожна точка відбору має чіткі GPS-координати. Це дозволить чітко встановити просторовий розподіл за показниками гранулометричного складу, а головне локалізувати зони змін.

При методі «конверта» поле умовно ділять на конверт й проби відбирають в п'яти точках: по кутах та в центрі ділянки й формують змішану пробу. Метод «зигзага» використовують на ділянках з неоднорідним рельєфом, схема руху відбувається по умовній ламаній лінії, що нагадує зигзаг. Уздовж лінії, через рівні проміжки точково відбирають ґрунтові проби, як правило 15-20 проб й потім з них формують середню пробу. Як бачимо, ці методи дають усереднений показник, який маскує реальну строкатість поля. У випадку агрофізики це критично.

Ще однією перевагою методу «квадратної сітки» є можливість створення цифрових карт та використання даних для системами VRA (Variable Rate Application), адже агрофізичні показники безпосередньо впливають на технологію обробітку.

Список використаних джерел

1. Нікорич В.А., Цвик Т.І., Гуцул Т.В., Демид І.Е. (2025). Дерново-борові ґрунти першої надзапальної тераси річки Прут (на прикладі біобазису «Жучка»): морфологія, властивості та таксономія // *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*. Т. 17(1). Чернівці: Чернівецький національний університет, С.189-198. <https://doi.org/10.31861/biosystems2025.01.189>

Собко Анжеліка

Науковий керівник – доц. Москалик Г. Г.

ІНВАЗІЙНІ КОМАХИ-ФІЛОФАГИ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ПОШИРЕННЯ

Актуальність дослідження зумовлена тим, що інвазійні види, потрапляючи у нові природні умови, здатні активно конкурувати з аборигенними видами, порушуючи сформовані трофічні зв'язки та екологічну рівновагу. Особливу небезпеку вони становлять за сприятливих кліматичних і антропогенних умов, коли можуть викликати масові спалахи чисельності (епіфітотії), що призводить до деградації деревостанів. Лісові екосистеми особливо чутливі до інвазій через зниження біорізноманіття, яке сприяє закріпленню нових видів.

На сьогодні визначено 88 інвазійних чужорідних видів, які підлягають суворій регуляції в межах ЄС, з них 47 видів тварин і 41 вид рослин [2]. Біологічні інвазії призводять до втрати екосистемних послуг [4]. Економічні збитки від інвазійних видів для ЄС (1960-2020) складають 12 мільярдів євро щороку [2].

Відмічено необхідність міжнародної координації досліджень, впровадження систем моніторингу та ранньої діагностики інвазійних видів. Ефективне управління їх поширенням – це ключова умова збереження біорізноманіття, стабільності лісових екосистем і запобігання економічним збиткам [3].

Філофаги – це комахи, що живляться асиміляційними органами рослин, спричиняючи порушення фізіологічних процесів, зниження фотосинтетичної активності та ослаблення деревостанів. Інвазійні філофаги представлені різними екологічними групами: листогризухами, мінерами, галоутворювачами та сисними комахами [1]. Особливу небезпеку для лісових екосистем України становлять види описані у табл.

Отже, моніторинг інвазійних комах-філофагів необхідний для своєчасного виявлення та оцінки їх впливу на лісові екосистеми, що дозволить підвищити ефективність управлінських рішень та мінімізувати негативні наслідки.

Таблиця 1.

Інвазійні філофаги лісових екосистем України

Назва виду	Походження	Кормові рослини	Тип пошкодження	Вперше описаний в Україні
Американський білий метелик (<i>Hyphantria cunea</i> Dru Drury, 1773)	Північна Америка	листяні породи	дефоліація	1952 р. Закарпатська обл.
Липова міль-строкатка (<i>Phyllonorycter issikii</i> Kumata, 1963)	Азійське (Японські острови)	липа	мінування	?
Насінний клоп-крайовик (<i>Leptoglossus occidentalis</i> Heidemann 1910)	Північна Америка	сосна	пошкодження насіння, шишок	2010 р. м. Сімферополь та в Запорізькій обл.
Ясенева смарагдова златка (<i>Agrilus planipennis</i> Fairmaire, 1888)	Пн-Сх.Азія, Китай, Кореїський п-ів, Японію, Монголію	ясен	пошкодження камбію, загибель дерев	2019 р. Луганська обл.
Азійський вусач (<i>Anoplophora glabripennis</i> Motschulsky, 1853)	Сх. Азія, Китай (осн. ареал), Кореїський п-ів та деякі регіони Японії	клен, в'яз, тополя, верба, каштан кінський, шовковиця	пошкодження деревини	?
Дубовий клоп-мереживниця (<i>Corythucha arcuata</i> Say, 1832)	Північна Америка	дуб	висмоктує сік з листя	2017 Херсонська обл.

Список використаних джерел

1. Мацях І. П., Крамарець В. О. (2020). Інвазії комах-філофагів на територію України. Наукові праці Лісівничої академії наук України. <https://doi.org/10.15421/412001>
2. Invasive alien species. European Commission. <https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/invasive-alien-species>
3. Meshkova V. L. (2021). Prediction of Forest Pest Outbreaks. Kharkiv: Planeta-Print.
4. Zamoroka A.M. (2022) The longhorn beetles (Coleoptera, Cerambycidae) of Ukraine: Results of two centuries of research. Biosystem diversity, 30 (1): 46-74.

Сохацька Христина
Науковий керівник – доц. Чебан Л.М.

АДАПТАЦІЙНІ РЕАКЦІЇ *NOSTOC* НА ТРИВАЛИЙ ВПЛИВ БІСФЕНОЛУ А

Бісфенол А (БФА) – синтетична сполука, що широко використовується у виробництві пластмас і потрапляє у водні екосистеми, де проявляє токсичний вплив на організми різних трофічних рівнів [1]. Водночас мікроорганізми здатні частково адаптуватися до його дії. Ціанобактерії роду *Nostoc*, як важлива складова водних екосистем, чутливо реагують на забруднювачі, а також можуть використовувати бісфенол А як додаткове джерело карбону [2].

Метою роботи було оцінити ростову активність, біохімічний склад та активність ферментів антиоксидантного захисту *Nostoc linckia* і *Nostoc commune* за впливу бісфенолу А.

Культири вирощували на середовищі Фітцджеральда за стандартних кліматичних умов. Бісфенол А вносили у концентраціях 1 мг/л, 2 мг/л, 5 мг/л, 10 мг/л, 20 мг/л, 50 мг/л та 100 мг/л. Інкубація тривала 45 діб із контролем росту кожних 3 доби та визначенням ферментативної активності (каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза) кожної 15 доби. Наприкінці досліджу визначали вміст білків, ліпідів і фотосинтетичних пігментів.

Встановлено, що на початкових етапах (до 21 доби) бісфенол А пригнічує ріст обох видів. Надалі спостерігається часткове відновлення ростової активності: у *N. linckia* – за низьких концентрацій (1–10 мг/л), у *N. commune* – за вищих (20–50 мг/л), що свідчить про адаптацію.

Біохімічний аналіз показав підвищення вмісту хлорофілу а за низьких концентрацій бісфенолу А. За високих концентрацій у *N. linckia* відмічено його зниження, тоді як у *N. commune* зміни незначні. Вміст каротиноїдів зростав із підвищенням концентрації політанту, що вказує на активацію захисних механізмів. Кількість білків зростала при концентраціях політанту 1–5 мг/л, але зменшувалася при подальшому підвищенні концентрації. Вміст ліпідів поступово зростав і досягав близько 30 % біомаси за 100 мг/л.

Отже, присутність бісфенолу А призводить до пригнічення ростової активності та змін біохімічного складу біомаси. Проте, незначне збільшення ліпідів та каротиноїдів, а також достатньо висока ростова активність обох видів за деяких концентрацій напштовхують на думку про можливість адаптації цих ціанобактерій до тривалого впливу бісфенолу.

З метою протидії впливу поллютанту у ціанобактерій сформувалася антиоксидантна система, що включає ферментативні та неферментативні компоненти. Відмічено збільшення активності ферментативної ланки антиоксидантної системи ціанобактерій на присутність бісфенолу А. У *N. linckia* максимальна активність пероксидази, каталази та супероксиддисмутази спостерігалась на 15 добу, тоді як у *N. commune* пероксидазна і каталазна активність – на 30 добу, а супероксиддисмутазна – на 15 добу. За високих концентрацій бісфенолу А активність ферментів була вищою, що свідчить про залежність відповіді від рівня стресу. На 45 добу спостерігалось зниження ферментативної активності.

Отримані результати свідчать, що бісфенол А викликає пригнічення росту та зміни біохімічного складу ціанобактерій, однак обидва види здатні адаптуватися до його тривалої дії. Це може сприяти їх виживанню у забруднених водоймах і потенційно посилювати процеси «цвітіння» води.

Список використаних джерел

1. Azizullah, A., Khan, S., Gao, G., & Gao, K. (2022). The interplay between bisphenol A and algae – a review. *Journal of King Saud University – Science*, 102050.
2. Liang, J., Li, C., Dang, Y., Feng, X., Ji, X., Liu, X., Zhao, X., Zhang, Q., Ren, Z., Wang, Y., Li, Y., Qu, G., & Liu, R. (2024). Occurrence of bisphenol A analogues in the aquatic environment and their behaviors and toxicity effects in plants. *Environment International*, 193, 109105.

Степанченко Микита
Науковий керівник – проф. Чорней І. І.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІСТУ ТЕМИ «ЗАКОНОМІРНОСТІ УСПАДКУВАННЯ ОЗНАК» У ПІДРУЧНИКАХ «БІОЛОГІЯ» ДЛЯ 9 КЛАСУ

Тема «Закономірності успадкування ознак» є центральною в курсі біології 9 класу, оскільки формує у здобувачів середньої освіти базові уявлення про механізми спадковості, мінливість та закономірності передачі ознак від покоління до покоління. Вивчення цієї теми забезпечує формування генетичного мислення, уміння працювати з моделями схрещувань та аналізувати причинно-наслідкові зв'язки, що відповідає компетентнісному підходу Нової української школи (НУШ).

Мета роботи – здійснити порівняльний аналіз змісту теми «Закономірності успадкування ознак» у підручниках «Біологія» для 9 класу різних авторів та визначити особливості їх теоретичного й практичного наповнення.

У нашому дослідженні проаналізовано чотири підручники різних авторів:

- «Біологія» Андерсон О. А., Вихренко М. А., Чернінський А.О. (2022 р.) [1];
- «Біологія» Остапченко Л. І., Балан П. Г., Поліщук В. П. (2022 р.) [2];
- «Біологія» Соболев В. І. (2021 р.) [3];
- «Біологія» Задорожний К. М. (2022 р.) [4].

Усі видання відповідають чинній навчальній програмі (НУШ, 2017) та охоплюють основні змістові блоки. Порівняльний аналіз засвідчив відмінності в обсязі та структурі подачі матеріалу (табл. 1).

Найбільший обсяг досліджувана тема займає у підручнику В.І. Соболя – 40 сторінок [3], тоді як найменший – у підручнику О. Андерсон зі співавторами (30 стор.) [1], у якому об'єм компенсується інтерактивністю та наявністю лабораторних робіт відповідної тематики.

Таблиця 1.

Обсяг і структурні особливості теми
«Закономірності успадкування ознак»

Автор(и) підручників	Кількість стор.	§	Лаб.	Проект	Практ.
О. Андерсон та ін. (2022 р.)	30	8	+	+	+
Л. Остапченко та ін. (2022 р.)	36	9	+	+	+
В. Соболев (2021 р.)	40	10	–	–	+
К. Задорожний (2022 р.)	34	9	–	+	+

У всіх підручниках центральне місце у висвітленні цієї теми займають закони Менделя (5-8 стор.), тоді як блок «Взаємозв'язок генотипу і фенотипу» наводиться досить стисло (1-2 стор.), що свідчить про певну диспропорцію у висвітленні механізмів реалізації спадкової інформації. Підручник Л. Остапченко зі співавторами [2] вирізняється найбільш ґрунтовним теоретичним наповненням, а К. Задорожного [4] – міжпредметною та прикладною спрямованістю, тоді як В. Соболев [3] і О. Андерсон зі співавторами [1] акцентують увагу, відповідно, на структурованості й інтерактивності. Попри спільний програмний каркас, авторські підходи відрізняються за глибиною теоретичного викладу та рівнем практичної реалізації, що доцільно враховувати під час вибору підручників для вивчення біології у середній школі.

Список використаних джерел

1. Андерсон О. А., Вихренко М. А., Чернінський А. О. (2022). Біологія: підручник для 9 класу закладів загальної середньої освіти. Київ: Генеза. 256 с.
2. Остапченко Л.І., Балан П.Г., Поліщук В.П. (2022). Біологія: підручник для 9 класу закладів загальної середньої освіти. Київ: Грамота. 272 с.
3. Соболев В.І. (2021). Біологія: підручник для 9 класу закладів загальної середньої освіти. Кам'янець-Подільський: Абетка. 240 с.
4. Задорожний К.М. (2022). Біологія: підручник для 9 класу закладів загальної середньої освіти. Харків: Ранок. 248 с.

Терлецька Христина
Науковий керівник – асист. Токарюк А. І.

КСЕНОФІТИ НА ТЕРИТОРІЇ БОТАНІЧНОЇ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ «СКВЕР З РІЗНОВИДНОСТЯМИ РІДКІСНИХ ДЕРЕВ» (М. ЧЕРНІВЦІ, ВУЛ. ЛЕСІ УКРАЇНКИ)

Ботанічна пам'ятка природи місцевого значення «Сквер з різновидностями рідкісних дерев» (м. Чернівці, вул. Лесі Українки) площею 0,4 га розташована поряд з першим, другим та третім корпусами Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Створено цей заповідний об'єкт за рішенням виконавчого комітету Чернівецької обласної ради народних депутатів від 17 березня 1992 року № 72. На його території встановлено пам'ятник Юрію Федьковичу. У складі насаджень представлені як екзоти, так і місцеві види дерев з перевагою останніх. Сквер має естетичне та рекреаційне значення як місце відпочинку студентів і жителів міста.

У 2025 році в рослинному покриві скверу було знайдено 22 види рослин чужорідного походження, з яких 5 ергазіофітів, 17 ксенофітів. У цьому повідомленні ми зосередилися на чужорідних рослинах-ксенофітах, випадково занесених на територію ботанічної пам'ятки природи.

У систематичному спектрі в групі ксенофітів провідні позиції посідають дві родини *Asteraceae* та *Poaceae* (по 5 видів або 29,4 %), решта 7 родин (*Amaranthaceae*, *Brassicaceae*, *Geraniaceae*, *Lamiaceae*, *Malvaceae*, *Oxalidaceae* та *Scrophulariaceae*) представлені одним видом. За походженням переважають види, пов'язані з Давнім Середземномор'ям (10, або 58,8 %), зокрема середземноморських – 6 (35,2 %), середземноморсько-ірано-туранських – 2 (11,8 %), по одному виду (5,9 %) ірано-туранського та західносередземноморського походження. Видів північноамериканського походження 4 (23,5 %), по одному виду південноамериканського та південнозахідноазійського походження. За часом заносу домінують археофіти (9 або 53,0 %), за ступенем натуралізації – епекофіти (15 або 88,2 %). У спектрі життєвих форм панують терофіти (Th) – 8 видів

(47,0 %), терофітів/гемікриптофітів (Th/НК) – 6 (35,3 %), гемікриптофітів (НК) – 3 (17,7 %).

Таблиця 1.

Ксенофіти на території ботанічної пам'ятки місцевого значення «Сквер з різновидностями рідкісних дерев»

№	Назва виду	Хроно-елемент	Походження	Ж. форма
1	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	кенофіт	північноамериканське	Th
2	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	археофіт	західносередземно-морське	Th
3	<i>Digitaria ischaemum</i> (Schreb.) Muehl.	археофіт	середземноморське	Th
4	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	археофіт	середземноморське	Th
5	<i>Eragrostis minor</i> Host.	кенофіт	середземноморське	Th/НК
6	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	кенофіт	північноамериканське	Th
7	<i>Galinsoga urticifolia</i> (Kunth) Benth.	кенофіт	південноамериканське	Th
8	<i>Geranium sibiricum</i> L.	кенофіт	азійське	НК
9	<i>Lactuca serriola</i> Torner.	археофіт	середземноморсько-ірано-туранське	Th/НК
10	<i>Lamium album</i> L.	археофіт	ірано-туранське	НК
11	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	археофіт	середземноморське	Th/НК
12	<i>Setaria glauca</i> (L.) P.Beauv.	археофіт	середземноморське	Th/НК
13	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	археофіт	середземноморсько-ірано-туранське	Th/НК
14	<i>Sonchus arvensis</i> L.	археофіт	середземноморське	НК
15	<i>Phalacrolooma annuum</i> (L.) Dumort.	кенофіт	північноамериканське	Th
16	<i>Veronica persica</i> Poir.	кенофіт	південнозахідноазійське	Th
17	<i>Xanthoxalis dillenii</i> (Jacq.) Holub.	кенофіт	північноамериканське	Th/НК

Вивчення і моніторинг чужорідних рослин, особливо ксенофітів, на заповідних територіях необхідно для своєчасного виявлення їхнього поширення, запобігання витісненню аборигенних видів і збереження природного фіторізноманіття.

Токар Аліна

Науковий керівник – доц. Жук А. В.

ФУНКЦІОНАЛЬНА РОЛЬ СКВЕРІВ У СИСТЕМІ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА

У сучасній урбаністиці сквери розглядаються як невід’ємні елементи зеленої інфраструктури міста, що виконують не лише рекреаційну, а й екологічні та інженерні функції у складі цілісної просторової мережі [1]. В урболандшафті вони функціонують як сполучні елементи, які інтегрують екосистемні послуги безпосередньо в щільну забудову, зменшуючи ефекти фрагментації міського середовища. Ефективність скверів визначається їхньою просторовою включеністю в мережу зелених зон, що забезпечує функціональну та структурну зв’язність біоти, а також формування локальних мікрокліматичних градієнтів [2]. Відтак сквери підвищують екологічну стійкість та адаптивну спроможність міст.

Мета дослідження – на основі аналізу фахової літератури та сучасних урбаністичних підходів узагальнити функціональну роль скверів як елементів зеленої інфраструктури міста й обґрунтувати їхню поліфункціональність через систематизацію екосистемних, інженерних і соціальних ефектів.

Узагальнення теоретичних підходів дозволило виокремити чотири функціональні ролі скверів у структурі зеленої інфраструктури, що відображають зміну наукових уявлень про їх значення від суто декоративних – до багатофункціональних інфраструктурних компонентів (табл.).

Перші дві ролі розкривають просторовий масштаб екологічного впливу скверу. Як вузол мережі він діє локально, стабілізуючи мікроклімат і очищуючи повітря безпосередньо у зоні щільної забудови. Екокоридорна функція має мережевий характер. Її ефективність реалізується через підтримку біологічної зв’язності між віддаленими зеленими масивами міста. Дві інші ролі демонструють потенціал скверу як альтернативи або доповнення до традиційної «сірої» інфраструктури. Як інженерно-ландшафтний елемент він бере на себе частину функцій зливової каналізації,

забезпечуючи децентралізоване керування стоками через природну інфільтрацію. Як біофільний простір – діє на антропоцентричному рівні, формуючи середовище для психофізіологічного відновлення мешканців та стимулюючи соціальну взаємодію громад.

Таблиця 1.

Поліфункціональна роль скверів у структурі зеленої інфраструктури

Роль скверу	Екологічні процеси та механізми	Внесок у кліматичну стійкість міста
Вузол мережі	Випаровування рослин знижує температуру повітря на 1–3°C; поглинання CO ₂ та зв'язування твердих частинок листовою поверхнею	Пом'якшення ефекту теплового острова, покращення якості повітря у щільній забудові
Екокоридор	Забезпечення міграції дрібної фауни та комах-запилювачів; подолання бар'єрного ефекту вулично-дорожньої мережі	Підтримка біотичної зв'язності, збереження міського біорізноманіття
Інженерно-ландшафтний елемент	Інфільтрація, затримання та фіто-фільтрація зливових вод; зменшення піку поверхневого стоку	Адаптація до екстремальних опадів, зниження навантаження на каналізаційну мережу
Біофільний простір	Сенсорна взаємодія з природними елементами; зниження рівня кортизолу та психофізіологічного стресу мешканців	Підвищення якості міського середовища, соціальна згуртованість громади

Список використаних джерел

1. Benedict M. A., McMahon E. T. (2006). Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Washington, DC: Island Press. 320 p.
2. Hansen R., Pauleit S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*. Vol. 43(4). P. 516–529.

Тустановський Андрій
Науковий керівник – доц. Казімір І.І.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ТА ЇХ РОЛЬ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Рациональне управління природними ресурсами територіальних громад є ключовим для сталого розвитку, підвищення якості життя населення та збереження довкілля. Ефективне використання земель, води, лісів та надр сприяє економічному розвитку, екологічній стабільності та соціальному благополуччю, тоді як нерациональне використання призводить до деградації ґрунтів, забруднення води та втрати біорізноманіття [3]. Тому впровадження принципів сталого розвитку та стратегічне планування ресурсів є необхідним для збалансованого розвитку кожної громади.

Сучасне управління ресурсами базується на принципах сталого розвитку, що поєднують економічне зростання, соціальний розвиток і збереження природи [1], та передбачає стратегічне планування й врахування екологічних обмежень [2].

До природних ресурсів громади належать земельні, водні, лісові ресурси та надра, які мають економічне, соціальне та екологічне значення. Землі громади включають родючі землі, житлові й промислові території, зокрема індустріальні парки. Родючі землі забезпечують розвиток сільського господарства та продовольчу безпеку, проте надмірне застосування добрив і нерациональне використання призводять до деградації ґрунтів.

Розвиток житлової забудови сприяє зростанню населення та економіки, але потребує розширення інфраструктури й соціальних послуг. Індустріальні парки створюють робочі місця та збільшують податкові надходження, проте можуть негативно впливати на довкілля.

Водні ресурси громади – річки, водосховища та джерела питної води – забезпечують господарські потреби, рекреацію та гідроенергію, але можуть спричинити повені, ерозію та забруднення.

Лісові ресурси забезпечують деревиною, доходами, рекреаційний потенціал і збереження біорізноманіття, однак неконтрольована вирубка й господарська діяльність у заповідниках можуть шкодити екосистемам.

До ресурсів надр належать мінеральні води, бурштин та нафтові родовища. Мінеральні води мають лікувальні властивості та сприяють розвитку рекреаційної діяльності. Видобуток бурштину та нафти може забезпечувати економічні надходження та створювати робочі місця. Водночас інтенсивний видобуток корисних копалин може спричиняти забруднення довкілля, порушення природних екосистем і соціальні конфлікти.

Отже, кожна територіальна громада має унікальний комплекс природних ресурсів, який формує її економічний, соціальний та екологічний потенціал. Раціональне використання земельних, водних, лісових ресурсів та надр сприяє розвитку господарської діяльності, підвищенню якості життя населення та збереженню природного середовища.

Нераціональне використання ресурсів може призводити до деградації довкілля та соціально-економічних проблем. Тому управління природними ресурсами повинно базуватися на принципах сталого розвитку, що передбачають баланс між економічним зростанням, соціальними потребами населення та охороною природного середовища [1, 2].

Зважаючи на природні та соціально-економічні особливості різних територій, універсального підходу до управління природними ресурсами не існує. Ефективні рішення повинні прийматися з урахуванням потенціалу та специфіки кожної громади.

Список використаних джерел

1. United Nations. Sustainable Development Goals Report 2023. New York: United Nations, 2023. 68 p.
2. Бондар О. І., Бардась А. В. (2020). Сталий розвиток територіальних громад в Україні: екологічний аспект. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. № 7. С. 15-22.
3. Сохнич А. Я., Сохнич О. А. (2019). Раціональне використання земельних ресурсів як основа сталого розвитку територій. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. № 2. С. 12–18.

Федоров Олександр
Наукова керівниця – асист. Гавриш К.В.

ПРОЄКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕКОФЕЇНІЗОВАНОЇ КАВИ

Декофеїнізована кава є важливим сегментом сучасної кавової індустрії, що активно розвивається у зв'язку зі зростанням попиту на продукцію зі зниженим вмістом кофеїну. Для професійного використання важливим є не лише зниження концентрації кофеїну, а й збереження органолептичних характеристик кави, що безпосередньо залежить від технології обробки зерна [2].

Процес декофеїнізації суттєво впливає на хімічний склад зеленої кави, зокрема на вміст ароматичних сполук, кислот та цукрів. Саме тому вибір технології є ключовим етапом при проєктуванні виробництва. Основними методами декафеїнізації є водний метод (Swiss Water Process), розчинниковий метод (з використанням етил ацетату або дихлорметану) та метод із застосуванням надкритичного діоксиду вуглецю (CO_2) [1, 2].

Метою роботи є обґрунтування технологічних рішень при проєктуванні виробництва декофеїнізованої кави та аналіз впливу різних методів декафеїнізації на якість кінцевого продукту.

У роботі розглянуто технологічні схеми виробництва, що включають підготовку сировини (очищення, сортування), зволоження зерна, процес екстракції кофеїну, сушіння до початкової вологості, стабілізацію та подальше обсмажування. Особлива увага приділяється контролю параметрів процесу, зокрема температури, тиску та тривалості обробки, які визначають ефективність видалення кофеїну та ступінь збереження смакових характеристик [1].

Найбільш технологічно досконалим є метод із використанням надкритичного CO_2 , який дозволяє селективно видаляти кофеїн без значного впливу на інші компоненти зерна. Процес здійснюється при тиску близько 250–300 бар і температурі 50–70 °C, що забезпечує високу ефективність екстракції та екологічну безпечність виробництва [4].

Важливим аспектом є якість сировини, оскільки початкові характеристики зеленої кави визначають потенціал кінцевого продукту. Використання зерна без дефектів, із оптимальною вологістю та щільністю сприяє рівномірному проходженню процесу декафеїнізації та стабільності результатів [3].

У процесі проектування виробництва необхідно враховувати енергоефективність обладнання, можливість регенерації екстрагентів (зокрема CO₂), автоматизацію процесів та відповідність стандартам безпеки харчових продуктів. Також важливим є мінімізація втрат маси та збереження економічної доцільності виробництва [3].

Отже, проектування виробництва декофеїнізованої кави є комплексним процесом, що вимагає поєднання технологічної ефективності, екологічної безпечності та високої якості кінцевого продукту. Використання сучасних методів, зокрема надкритичного CO₂, дозволяє досягти оптимального балансу між видаленням кофеїну та збереженням смакового профілю кави [2, 4].

Список використаних джерел

1. Clarke R.J., Macrae R. (1985). *Coffee: Chemistry*. Elsevier Applied Science,
<https://www.sciencedirect.com/book/9781851660673/coffee-chemistry>
2. Illy A., Viani R. (2005). *Espresso Coffee: The Science of Quality*. Academic Press.
<https://www.sciencedirect.com/book/9780123703711/espresso-coffee>
3. Mussatto S.I. et al. (2011). Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. *Food Bioprocess Technology*.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-011-0565-z>
4. CR3-Kaffeeveredelung GmbH. Natural Liquid CO₂ Decaffeination Process <https://www.cr3-kaffee.de/en/decaffeination-co2-process>

Федорюк Катерина-Софія
Науковий керівник – доц. Копач О.В.

ОСОБЛИВОСТІ ФАЗОВИХ РІВНОВАГ У СТОПІ CsPbBrI₂

Пошук ефективних та стабільних матеріалів для сонячної енергетики є одним із ключових завдань сучасного матеріалознавства. Особливу увагу дослідників привертають галогенні перовскіти, зокрема неорганічні сполуки типу CsPbX₃ (де X-галоген), які демонструють високі оптоелектронні характеристики, термічну стабільність та потенціал для комерційного застосування [1].

Синтез перовскіту складу CsPbBrI₂ здійснювався безпосередньо в ампулі для диференціального термічного аналізу (ДТА), стоплюючи солі CsBr та PbI₂ в еквімолярній кількості. Дослідження параметрів топлення та кристалізації стопу здійснювалось за допомогою ДТА у режимі термоциклювання за двома програмами: із проміжною витримкою в ході нагрівання (рис. 1, а, б) та із витримкою за максимальної температури (рис. 1, в, г). У кожному наступному циклі температура витримки змінювалась від 420 до 470 °С для першої програми та від 450 до 560 °С – для другої. Термообробка зразка за першою програмою дозволяє дослідити температурні інтервали процесу топлення стопу, в той час як термообробка зразка за другою програмою – особливості кристалізації розтопу як без переохолодження (рис. 1, г), так і з переохолодженням (рис. 1, в). Для вивчення впливу кінетики нагрівання та охолодження ДТА проводився з використанням двох швидкостей 2 та 5 °С/хв.

Узагальнені дані для різних режимів термообробки приведено на рис. 2. Так, із залежності частки твердої фази в стопі CsPbBrI₂ від температури витримки можна виокремити декілька температурних інтервалів відповідно до зміни нахилів залежності. До температури витримки 443 °С стоп існує у вигляді лише твердої фази, оскільки частка твердої фази складає 100%. В інтервалі витримок 443-457 °С частка твердої фази дещо спадає, проте, як видно із залежності частки рідкої фази від температури витримки (рис. 2, б), рідка фаза при цьому ще не утворюється. У

цьому інтервалі температур відбувається передтоплення зразка, яке пов'язане із утворенням дефектів у кристалічній ґратці, проте ще не приводить до утворення розтопу. Власне ж топлення зразка відбувається в інтервалі температур витримок 457-467 °С, про що вказує зменшення частки твердої фази до 0% (рис. 2, а) та збільшення частки рідкої фази до 100% (рис. 2, б).

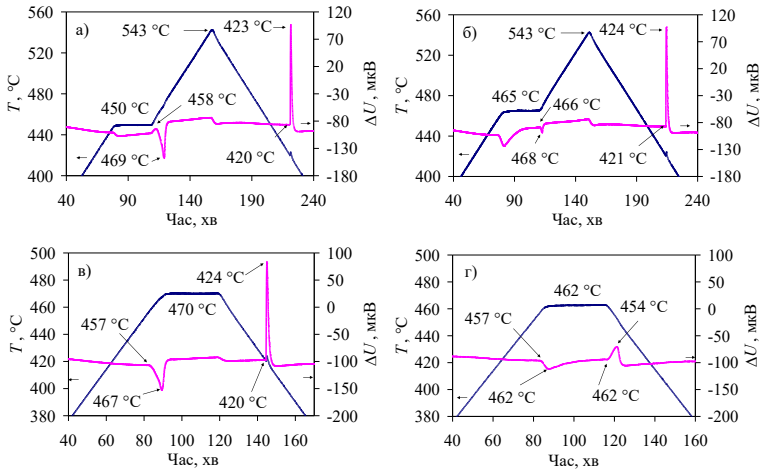


Рис.1. Типові термограми топлення та кристалізації CsPbBr₂ за різних умов термообробки ($V_{H/O} = 2^\circ\text{C}/\text{хв}$)

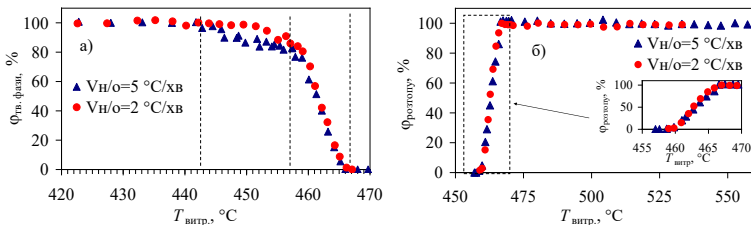


Рис. 2. Залежності частки твердої (а) та рідкої (б) фаз у стопі CsPbBr₂ від температури витримки.

Список використаних джерел

1. Zhang, Y., Khan, S. A., Luo, D., Li, G. (2024). Flexible perovskite lightemitting diodes for display applications and beyond. Journal of Semiconductors, 45(5), Article ID: 051601. Режим доступу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1674-4926/45/5/051601>.

Флоряк Вікторія

Наукова керівниця – проф. Федоряк М. М.

**ВИДОВИЙ СКЛАД ЛУСКОКРИЛИХ
(INSECTA, LEPIDOPTERA) АГРОЕКОСИСТЕМ,
ДОСЛІДЖЕНИХ В РАМКАХ ПРОЄКТУ
RESTPOLL У 2025 РОЦІ**

За останнє десятиліття у світі фіксується тенденція до зменшення загальної чисельності комах, зокрема тих груп, які мають важливе значення як запилювачі. Антофільні комахи є ключовими групами для збереження біорізноманіття дикорослих рослин, та підтримання врожайності сільськогосподарських культур [1]. Вважається, що найбільш ефективними запилювачами є представники родини бджолиних, та ця думка залишає без уваги інших представників групи запилювачів, у тому числі лускокрилих, які теж відіграють важливу роль у запиленні багатьох покритонасінних рослин як у природних біотопах, так і в антропогенно змінених екосистемах, зокрема у парках та сільськогосподарських угіддях [2].

Мета роботи: аналіз фауни лускокрилих агроєкосистем, досліджених в рамках міжнародного наукового проєкту RestPoll під час другого року моніторингу.

Дослідження проводилось у період з квітня по вересень 2025 року відповідно до методичних рекомендацій протоколу RestPoll. Збір матеріалу здійснювався у різних агроєкосистемах, розташованих у чотирьох локалітетах в межах Чернівецької області: Придністровська станція садівництва (фруктові сади), с. Рідківці (яблуневі сади), с. Топорівці (фруктові сади), с. Чорнівка (сливовий сад).

Облік метеликів проводився стандартним ентомологічним методом: косіння і фотографування в натурі.

У результаті опрацювання зібраних матеріалів в польових умовах у зазначених агроєкосистемах було зафіксовано 20 видів лускокрилих, які належать до 4 родин та 7 підродин (табл.).

Таблиця 1.

Лускокрилі досліджених у 2025 р. агроєкосистем

№	Родина	Вид
1	PAPILIONIDAE	1. <i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)
2	PIERIDAE	1. <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758) 2. <i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758) 3. <i>Colias erate</i> (Esper, 1805) 4. <i>Pontia edusa</i> (Fabricius, 1777) 5. <i>Colias croceus</i> (Geoffroy, 1785) 6. <i>Colias hyale</i> (Linnaeus, 1758)
3	LYCAENIDAE	1. <i>Cupido argiades</i> (Pallas, 1771) 2. <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775) 3. <i>Lycaena dispar</i> (Haworth, 1802) 4. <i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)
4	NYMPHALIDAE	1. <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758) 2. <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758) 3. <i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758) 4. <i>Melitaea phoebe</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) 5. <i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758) 6. <i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758) 7. <i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758) 8. <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758) 9. <i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)

Найвище видове багатство притаманне Сонцевикам (Nymphalidae) – 9 видів, з яких 4 були вперше відмічені у 2025 році. Друге місце – Біланові (Pieridae) – 6 видів які спостерігались у 2025 році. Найменш представленими є Синявцеві (Lycaenidae) – 4 види.

Список використаних джерел

1. Khalifa, S. A., Elshafiey, E. H., Shetaia, A. A., El-Wahed, A. A., Algethami, A. F., Musharraf, S. G., ... & El-Seedi, H. R. (2021). Overview of bee pollination and its economic value for crop production. *Insects*, 12(8), 688. <https://doi.org/10.3390/insects12080688>.
2. Noubissié, J.-B. T., Fohouo, F. N. T. & Tchako, S. L. T. (2012). Role of Lepidoptera as Pollinators on the Breeding Systems of *Striga hermonthica* (Del.) Benth under the Guinea Savannah Zone Conditions. *Annals of Biological Research*. 3 (6). 2821-2828. <http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>.

Фуштей Іван

Науковий керівник – проф. Беспалько Р. І.

РОЛЬ ЗЕЛЕНИХ ЗОН ТА РЕКРЕАЦІЙНИХ ТЕРИТОРІЙ У ПІДТРИМАННІ ЕКОЛОГІЧНОГО БАЛАНСУ МІСЬКИХ ГРОМАД: ЗЕМЛЕВПОРЯДНИЙ АСПЕКТ

Урбанізація призводить до зростання щільності забудови, скорочення площ зелених зон і підвищення антропогенного навантаження на природне середовище [1]. В умовах сучасного розвитку міст ефективне планування та управління земельними ресурсами є ключовим для підтримання екологічного балансу [2]. Зелені зони та рекреаційні території є важливим компонентом міського простору, забезпечуючи екологічні, соціальні та рекреаційні функції та виконуючи роль природних буферів у системі містобудування [3].

Землевпорядні функції зелених зон. Регулювання використання земель у міських територіях. Зелені зони формують структуру земель міста, впливають на категорії та цільове призначення земельних ділянок. Планування таких територій передбачає визначення меж рекреаційних об'єктів, зон охорони природи та громадського користування, що забезпечує збалансоване розміщення забудови та природних об'єктів [2].

Кадастровий облік і контроль землекористування. Управління зеленими зонами передбачає внесення їх до Державного земельного кадастру, присвоєння відповідного цільового призначення та контроль за законністю забудови чи використання. Це дозволяє запобігати самовільному захопленню земель і втраті зелених територій під забудову [2, 3].

Оцінка земельної ефективності та екосистемних послуг. Землевпорядники аналізують ефективність використання територій із зеленими насадженнями, включаючи їхні рекреаційні та екологічні функції. Оцінка включає площу, щільність деревостанів, доступність для населення та екологічну цінність, що використовується під час розробки генеральних планів і детальних планів територій [1, 3].

Просторове планування та інтеграція зелених зон. Сучасне містобудівне планування передбачає інтеграцію зелених і рекреа-

ційних територій у систему містобудівного каркасу. До основних заходів землеустрою належать [2]: формування зелених коридорів між житловими кварталами; розміщення парків і скверів з урахуванням щільності населення та доступності; визначення зон охорони та спеціального режиму використання земель; врахування гідрологічних та ґрунтових умов при розробці планів озеленення. Такий підхід дозволяє створювати збалансовану структуру міського простору, у якій зелені зони виконують екологічні та рекреаційні функції [1,3].

Управління земельними ресурсами у контексті екологічного балансу. Рациональне землекористування включає [2]: визначення цільового призначення земель (парки, сквери, зелені коридори); встановлення режиму використання територій та обмежень забудови; кадастровий контроль і моніторинг стану земель; розробку проєктів благоустрою та озеленення.

Завдяки цим заходам зелені зони стають важливим інструментом екологічного управління міськими територіями та підтримання стабільності природних процесів [1-3].

Отже, землевпорядні заходи щодо зелених зон та рекреаційних територій дозволяють ефективно планувати території з урахуванням екологічних і соціальних функцій, забезпечувати контроль за використанням земель та інтегрувати природні компоненти у структуру міста [2, 3]. Рациональне землевпорядне планування зелених зон є важливим інструментом сталого розвитку міських громад і підвищення якості життя населення в умовах урбанізації [1-3].

Список використаних джерел

1. Dhumketu R., Baghel Y., Dixit A., Krishan N., Khare P. (2025). A review on urban green space ecological and socioeconomic benefits: a comprehensive analysis // *International Journal of Environment and Climate Change*. Vol. 15, № 9. P. 211–220. DOI: 10.9734/ijecc/2025/v15i95007.
2. Шищенко П. Г., Гавриленко О. П., Циганок Є. Ю., Білоус Л. Ф. (2024). Вартість житла як плата за екосистемні послуги міських зелених зон (на прикладі Києва) // *Український географічний журнал*. № 2. С. 33–45. DOI: 10.15407/UGZ2024.02.033.
3. Кузык І. (2025). Теоретико-методологічні засади дослідження комплексної зеленої зони міста // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*. № 1. С. 12–28.

Худий Олександр
Науковий керівник – доц. Чебан Л. М.

БІОРЕМЕДІАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ *DREISSENA POLYMORPHA* ЩОДО МІЛІТАРНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

Сучасні військові дії на території України зумовлюють зростання антропогенного навантаження на прісноводні екосистеми. Руйнування інфраструктури, детонація боєприпасів і витоки нафтопродуктів спричиняють надходження у водойми вибухових сполук (TNT, RDX, HMX), важких металів і вуглеводнів [2]. Ці контамінанти відзначаються високою стійкістю, біоаккумуляцією та токсичністю, що призводить до деградації екосистем і загибелі гідробіонтів, обумовлюючи потребу в ефективних біологічних методах очищення води.

Перспективним агентом біоре mediaції є *Dreissena polymorpha* – прісноводний двостулковий молюск, який поєднує властивості біофільтра та біоіндикатора. Завдяки високій фільтраційній активності цей вид здатний пропускати значні об'єми води (5-400 мл/год), затримуючи завислі частки від 0,7 мкм до 1200 мкм, а формування щільних колоній ($\approx 32\,000$ особин/м²) суттєво підвищує ефективність очищення води [1].

Крім того, *Dreissena polymorpha* характеризується високою здатністю до біоаккумуляції широкого спектра токсикантів, включаючи важкі метали, органічні забруднювачі та вибухові речовини. Коефіцієнти накопичення окремих елементів можуть досягати значних величин, зокрема понад 35 000 од. для урану та близько 800 для цинку, що свідчить про ефективне вилучення контамінантів із водного середовища [1].

Надходження металів відбувається переважно через зябра з подальшим їх накопиченням у гепатопанкреасі та м'язових тканинах. Важливим механізмом детоксикації є депонування металів у черепашці, що знижує їх токсичний вплив на м'які тканини. Процеси акумуляції супроводжуються активацією захисних біохімічних систем, зокрема індукцією синтезу металотіонеїнів і розвитком оксидативного стресу.

Практичний потенціал використання цього виду підтверджено експериментально. Так, у Мілані реалізовано проєкт очищення стічних вод із застосуванням колонії *Dreissena polymorpha* чисельністю близько 40 000 особин. В результаті було досягнуто повного видалення сполук хрому, а також суттєвого зниження концентрацій фармацевтичних препаратів. Отримані результати засвідчили можливість використання дрейсени як ефективного природного біофільтра у контрольованих системах очищення води [1].

Окрім традиційних забруднювачів, експериментальні дані підтверджують здатність дрейсени акумулювати вибухові речовини, зокрема 2,4,6-тринітротолуол (TNT). Незважаючи на те, що накопичення TNT супроводжується розвитком оксидативного стресу, зниженням біомаси та морфофункціональними змінами зябер, цей вид демонструє високу ефективність у вилученні зазначених контамінантів із водного середовища [2].

Однак, використання дрейсени обмежується ризиком вторинного забруднення, оскільки накопичені токсиканти можуть повторно надходити у водне середовище внаслідок загибелі моллюсків або передаватися трофічними ланцюгами.

Таким чином, *Dreissena polymorpha* може розглядатися як ефективний інструмент відновлення водних екосистем у воєнний та післявоєнний періоди, проте її застосування має здійснюватися виключно в межах комплексного управління, що передбачає контрольоване культивування, регульовану ротацію колоній та обов'язкову безпечну утилізацію контамінованої біомаси.

Список використаних джерел

1. Magni, S., Parolini, M., Soave, C., Marazzi, F., Mezzanotte, V., & Binelli, A. (2015). Removal of metallic elements from real wastewater using zebra mussel bio-filtration process. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(2), 793–798. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2015.01.017>
2. Yesipova, N. B., Khromykh, N. O., Sharamok, T. S., Marenkov, O. M., Drehval, I. V., Didur, O. O., & Savitsky, A. Y. (2025). Responses of the freshwater bivalve *Dreissena polymorpha* to 2,4,6-trinitrotoluene exposure: A biochemical and histopathological study. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 16(3), Article e25110. <https://doi.org/10.15421/0225110>

Цехмайстренко Юлія
Наукова керівниця –доцент Сачко А.В.

ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ТАРИ НА ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Питна вода є одним із ключових компонентів у харчових технологіях, зокрема у кавовій індустрії, де її склад безпосередньо впливає на процес екстракції та органолептичні властивості напою. Під час зберігання якість води може змінюватися внаслідок взаємодії з матеріалом тари, що супроводжується міграцією хімічних сполук, зміною газового складу та розвитком мікрофлори [1]. У зв'язку з широким використанням різних типів тари (полімерної, скляної, металевої) оцінка їх впливу на стабільність якості води є актуальною для технологів.

Метою роботи було дослідити зміну фізико-хімічних показників питної води залежно від матеріалу тари під час зберігання.

У роботі досліджували зразки води, що зберігалися в тарі з поліетилентерефталату (PET), скла та алюмінію. Зберігання здійснювали при температурі $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ без доступу прямого світла протягом 14 діб.

Визначали рН (рН-метр), загальну мінералізацію (TDS, мг/л), електропровідність ($\mu\text{S}/\text{cm}$) та органолептичні показники (запах, смак) відповідно до вимог контролю якості питної води [4] на 1, 7 та 14 добу зберігання.

Початкові показники води на 1 добу становили: рН – 7,42; TDS – 128 мг/л; електропровідність – 256 $\mu\text{S}/\text{cm}$, що відповідає загальним рекомендаціям щодо якості питної води.

У процесі дослідження встановлено такі зміни: зразок №1 (PET) на 7 добу TDS зріс до 134 мг/л (+4,7%), на 14 добу до 142 мг/л (+10,9% від початкового значення); електропровідність зросла до 284 $\mu\text{S}/\text{cm}$; рН знизився до 7,31. На 14 добу зафіксовано слабкий сторонній присмак (пластиковий відтінок). Зміни узгоджуються з даними щодо можливого вилугування сполук із PET-матеріалів [1]. Зразок №2 (скло) показники залишались найбільш стабільними: TDS 130 мг/л (+1,6%), електропровідність

260 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH 7,40. Органолептичні зміни відсутні, що пояснюється інертністю скла як матеріалу тари. Зразок №3 (алюміній) продемонстрував TDS на рівні 132 мг/л (+3,1%), електропровідність 265 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH 7,36. Відзначено незначну зміну запаху (металевий відтінок) без суттєвого впливу на смак.

У процесі дослідження встановлено, що у зразках, які зберігалися в PET-тарі, спостерігалось незначне підвищення показника TDS та зміна органолептичних характеристик (поява слабкого стороннього присмаку) на 14 добу. У воді, що зберігалася в алюмінієвій тарі, показники залишалися стабільними, проте зафіксовано незначні зміни запаху при тривалому зберіганні. Найменші зміни фізико-хімічних і органолептичних показників спостерігалися у зразках, що зберігалися у скляній тарі.

Найбільші зміни зафіксовано у зразку PET, що свідчить про можливу міграцію низькомолекулярних сполук у воду під час зберігання [1]. Скляна тара продемонструвала найвищу інертність та стабільність показників. Алюмінієва тара забезпечила відносно стабільні фізико-хімічні показники, проте можливі незначні органолептичні зміни.

Отже, для збереження стабільних показників якості питної води доцільно використовувати тару з матеріалів із низькою міграційною здатністю, зокрема скло, що є важливим для забезпечення стабільності технологічних процесів у харчовій та кавовій індустрії.

Список використаних джерел

1. Bach C., et al. (2012). *Chemical compounds in drinking water stored in PET bottles*. Water Research. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135411007573?via%3Dihub>

Черватюк Таїсія

Наукова керівниця – проф. Копильчук Г.П.

ВМІСТ ГЛУТАТІОНУ В КЛІТИНАХ ПЕЧІНКИ ЩУРІВ ЗА УМОВ ТОКСИЧНОГО УРАЖЕННЯ АЦЕТАМІНОФЕНОМ НА ТЛІ ПОПЕРЕДНЬОГО ВВЕДЕННЯ СПИРТОВОГО ЕКСТРАКТУ ГРИБА *HERICIUM FLAGELLUM*

Неконтрольований прийом ацетамінофену (АРАР) виступає одним з ключових чинників порушення метаболічної функції печінки. Передозування АРАР – одна з найпоширеніших причин печінкової недостатності у світі [1]. Тому пошук ефективних природних гепатопротекторів нині є одним із пріоритетних завдань науковців. У цьому плані серед інших природних об'єктів на особливу увагу заслуговують гриби, зокрема вид *H. flagellum* [2].

Мета роботи – дослідити вміст відновленого глутатіону в цитозолі клітин печінки щурів за умов профілактичного перорального введення спиртового екстракту гриба *Hericium flagellum* та токсичного ураження ацетамінофеном.

Оскільки у цитозолі відновлений глутатіон нейтралізує токсичні метаболіти ацетамінофену, то зміни його вмісту відображають інтенсивність процесів детоксикації АРАР та стан антиоксидантної системи клітини [3].

Результати дослідження показали, що ацетамінофен-індуковане токсичне ураження печінки супроводжується достовірним зниженням вмісту глутатіону порівняно з контролем. Встановлено, що десятиденне введення етанольного екстракту *Hericium flagellum* у дозі 200 мг/кг маси тіла перед моделюванням токсичного ураження сприяє відновленню пулу відновленого глутатіону порівняно зі значеннями групи ТУ; проте отримані значення не наближаються до рівня групи контролю. Це можна пов'язати з його інтенсивною участю у детоксикації та нейтралізації реактивних продуктів метаболізму АРАР та нейтралізації активних форм кисню. Водночас профілактичне введення екстракту гриба без токсичного навантаження не спричинило значних змін кількості відновленого глутатіону у цитозолі.

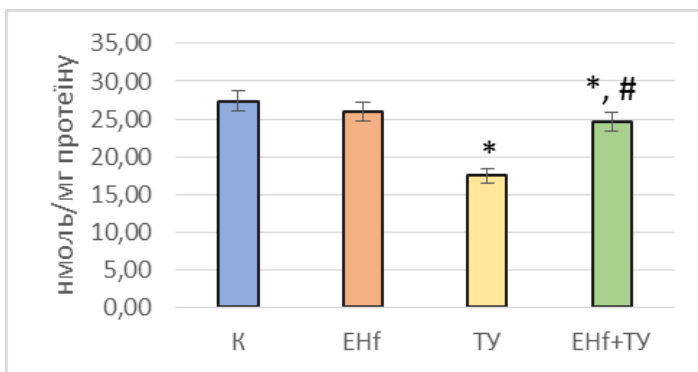


Рис. 1. Вміст відновленого глутатіону у цитозольній фракції печінки щурів з ацетамінофен-індукованою токсичністю за умов введення етанольного екстракту *Hericium flagellum*

Примітка: K – контроль; EHf – тварини, які отримували екстракт *Hericium flagellum* протягом 10 діб; TY – тварини, які отримували токсичну дозу ацетамінофену; EHf+TY – тварини, які перед моделюванням токсичного ураження отримували екстракт *Hericium flagellum* протягом 10 діб;

* – статистично достовірна різниця порівняно з контролем, $p < 0,05$; # – статистично достовірна різниця порівняно з групою TY, $p < 0,05$.

Отже, десятиденне пероральне введення щурам етанольного екстракту *Hericium flagellum* з подальшим токсичним ураженням ацетамінофеном спрямовує динаміку вмісту клітинного глутатіону в печінці у бік зростання концентрації відновленої форми.

Список використаних джерел

1. Yan M., Huo Y., Yin S. (2018). Mechanisms of acetaminophen-induced liver injury and its implications for therapeutic interventions. *Redox Biology*. Vol. 17. P. 274–283.
2. Kostanda E., Musa S., Pereman I. (2024). Unveiling the Chemical Composition and Biofunctionality of *Hericium* spp. Fungi: A Comprehensive Overview. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 25, № 11. P. 5949.
3. Vairetti M., Di Pasqua L.G., CagnaM. (2021). Changes in Glutathione Content in Liver Diseases: An Update. *Antioxidants*. 2021. Vol. 10, №3. P. 364.

Черський Даниїл
Наукова керівниця – доц. Воробець М. М.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛІБА НА ОСНОВІ РИСОВОГО ТА ГРЕЧАНОГО БОРОШНА З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАКВАСКИ

В останні роки значно зріс попит на «здорові» та функціональні продукти, що зумовлено медичними показаннями (хвороба целиакія) та свідомим вибором споживачів. Особливу увагу привертає безглютеновий хліб. Проте, традиційні аналоги на ринку часто мають значні недоліки: крихку текстуру, швидке черствіння, високий глікемічний індекс і низьку харчову цінність [1].

Основна технологічна складність полягає у відсутності клейковини у безглютеновому борошні, яка формує пружний каркас та утримує вуглекислий газ під час бродіння тіста. Для вирішення цієї проблеми розроблено рецептуру на основі комбінації рисового та гречаного борошна [2]. Рисове борошно виступає нейтральною гіпоалергенною базою, гречане – збагачує продукт цінними амінокислотами, мінералами й суттєво уповільнює процес черствіння (ретроградації крохмалю) завдяки високій водоутримувальній здатності.

Окремої уваги заслуговують фізико-хімічні процеси, які відбуваються під час випікання хліба. Якщо у пшеничному хлібі закріплення форми відбувається завдяки коагуляції білків, то у безглютеновому тісті структуру формує клейстеризація крохмалю. Оскільки рисовий крохмаль має високу температуру клейстеризації, тісто потребує достатньої кількості вільної води для повного набухання зерен і формування м'якушки. Водночас рисовий крохмаль схильний до надзвичайно швидкої ретроградації, що є головною причиною швидкого черствіння хліба. Використання гідроколоїдів і гречаного борошна дозволяє значно сповільнити цей процес та стабілізувати структуру виробів [3].

Нині інноваційним елементом технології виготовлення хліба є відмова від промислових хлібопекарських дріжджів на користь безглютенової закваски спонтанного бродіння.

Процес молочнокислого бродіння сприяє ліпшому набряканню крохмалів, формує складний ароматичний профіль, що маскує специфічні присмаки сировини та підвищує біодоступність мінералів за рахунок руйнування фітинової кислоти.

Для створення високобілкового продукту (high-protein) та компенсації відсутності глютенowego каркасу до рецептури введено рослинні протеїни (ізоляти соєвого та горохового білків) [1]. Глобулярні рослинні білки виконують роль додаткових структуроутворювачів: вони стабілізують пінну структуру тіста, забезпечують більший об'єм мікро-буханців та інтенсифікують реакцію Майяра для утворення золотистої скоринки.

Мета роботи – дослідити вплив рослинних ізолятів, зокрема горохового та соєвого і їх вмісту на якість безглютенових хлібобулочних виробів.

Для дослідження впливу запропонованих ізолятів обрано їх вміст у кількості 6 і 12 (мас.) % борошняної компоненти. Експеримент проводитиметься у мікро-форматі з використанням структуроутворювача – ксантанової камеді. Оцінка ефективності розроблених рецептур здійснюватиметься шляхом визначення органолептичного профілювання зразків і фізико-хімічних показників: вологості, кислотності, питомого об'єму, пористості м'якушки.

Список використаних джерел

1. Development and Characterisation of Functional Bakery Products (2024). R.P.F. Guiné, S.G. Florença // *Physchem*. Vol. 4, №3, p.234-257.
2. Герасимчук О. (2023). Технологія хлібобулочних виробів на основі гречаного борошна // IV Міжнародна науково-практична конференція «The world of modern technologies and inventions», м. Відень (10–13 жовтня 2023 року), Відень. С.265–267.
4. Зайцева Г. Т., Горпинко Т. М. (2002). Технологія виготовлення борошняних кондитерських виробів : підруч. для проф.-техн. навч. закладів. Київ : Вікторія. С. 29–33.

Шаповалова Вікторія
Науковий керівник – доц. Чебан Л.М.

КОРОТКОЧАСНА ДІЯ Pb^{2+} НА КУЛЬТУРУ *NOSTOC COMMUNE*

В умовах воєнних дій надходження свинцю до навколишнього середовища істотно зростає внаслідок застосування боєприпасів, руйнування військової техніки та вибухових процесів. Під час детонації свинець розсіюється у вигляді дрібнодисперсних частинок, осідає в ґрунті та акумулюється переважно у його верхніх горизонтах, формуючи осередки техногенного забруднення [1]. Надалі такий ґрунт виступає джерелом вторинного забруднення водних об'єктів. Під впливом атмосферних опадів і поверхневого стоку сполуки свинцю мігрують у ґрунтові та поверхневі води, поширюючись за межі первинних зон контамінації та створюючи довготривалу загрозу для екосистем і процесів їх природного відновлення.

Ціанобактерії як первинні продуценти забезпечують синтез органічної речовини в процесі фотосинтезу та формують основу трофічних мереж водних екосистем. Вони підтримують газовий баланс водойм через інтенсивне виділення кисню та відіграють суттєву роль у біогеохімічних циклах, зокрема кругообігу азоту, завдяки здатності окремих видів ціанобактерій до його фіксації. Використання ціанобактерій як тест-об'єктів у токсикологічних дослідженнях зумовлене їх високою чутливістю до ксенобіотиків, швидким ростом на доступних середовищах, простотою культивування та можливістю оцінки первинних токсичних ефектів на базовому трофічному рівні водних екосистем.

Метою роботи було дослідити короточасний вплив нітрату свинцю $Pb(NO_3)_2$ на ростову активність ціанобактерії *Nostoc commune*.

Культуру *Nostoc commune* вирощувалася на середовищі Фітцджеральда за стандартних умов. Для моделювання гострого забруднення води свинцем до живильного середовища додавали $Pb(NO_3)_2$ у кількостях, що відповідали 1, 10, 20, 50 та 100 ГДК у перерахунку на Pb^{2+} . ГДК Pb^{2+} для рибогосподарських водойм

становить 0,006 мг/л. Інкубація за таких умов тривала 10 діб, кожної 3 доби здійснювали вимірювання щільності культури, контролювали рН та температуру середовища. Мікроскопічний аналіз клітин *Nostoc commune* з використанням мікроскопа XS-2610 LED MICROmed, за збільшення 200× (окуляр 10× і об'єктив 20×).

На мікрофотографіях при 1 ГДК Pb^{2+} клітини *Nostoc commune* представлені поодинокі або невеликими скупченнями, більшість має округлу або овальну форму. Із підвищенням концентрації Pb^{2+} до 20 та 50 ГДК кількість клітин зменшується, вони частіше утворюють скупчення, а деякі клітини змінюють форму. У препаратах також спостерігаються наявність пошкоджених клітин.

Дослідження щільності клітин *Nostoc commune* при 1 ГДК Pb^{2+} дозволило встановити поступове зростання цього показника протягом короткочасної дії ксенобіотика (до 7 діб). Збільшення кількості свинцю до 10 ГДК призводить до незначних змін щільності культури впродовж перших 7 діб впливу, проте для цього процесу не встановлено ніякої закономірності. Високі концентрації Pb^{2+} (20 та 50 ГДК) призводять до зменшення показників щільності культури на 7 добу, що вказує на пригнічення росту, хоча до 10 доби спостерігається часткове відновлення ростової активності. Концентрація Pb^{2+} , що відповідає 100 ГДК, чітко пригнічувала ріст клітин, і навіть на 10 день показники оптичної густини залишалися нижчими, ніж при помірних концентраціях.

Отже, *Nostoc commune* чутливий до високих концентрацій Pb^{2+} (50 та 100 ГДК), що проявляється у зменшенні ростової активності та морфологічних змінах клітин, проте при низьких і середніх концентраціях Pb^{2+} (10 та 20 ГДК) ціанобактерії зберігають здатність до росту.

Список використаних джерел

1. Yashchenko, L., Androshchuk, O., Vasylenko, L., Chornoivan, Y.: Environmental risks of heavy metal pollution in war-affected soils in UkraineEuropean Journal of Environmental Sciences, Vol. 15, No. 1, pp. 18–27.

Швага Руслан

Наукова керівниця – доц. Цвик Т. І.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ЖИВЛЕННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ҐРУНТОВИХ УМОВ ПЕРШОЇ НАДЗАПЛАВНОЇ ТЕРАСИ Р. ПРУТ

Соя – провідна зернобобова культура, що характеризується оптимальним балансом білків та амінокислот. Окрім високої енергетичної цінності, соя забезпечує організм людини важливими мікроелементами та широким спектром вітамінів. Саме поєднання високої поживної цінності та здатності формувати значну кількість поживних речовин за короткий вегетаційний період визначає важливе значення сої у харчовій промисловості багатьох країн світу [1].

Культура характеризується досить високими вимогами до родючості ґрунту. Найкращими для сої є ґрунти з нейтральною реакцією середовища (рН 6.5-7.0) та високим вмістом органічної речовини. Водночас важкі за гранулометричним складом, кислі та заболочені ґрунти є несприятливими для вирощування культури, а при рН < 5,5 пригнічується розвиток бульбочок і засвоєння фосфору [1].

Особливої уваги потребують технології вирощування сої на дерново-борових ґрунтах та шляхи оптимізації режиму живлення рослин з урахуванням агрохімічних показників цього ґрунту. Врахування рівня кислотності, вмісту гумусу та забезпеченості доступними формами елементів живлення дозволить правильно визначити норми і співвідношення добрив, що сприяє покращенню умов росту і розвитку даної культури. Раціональне регулювання системи удобрення на таких ґрунтах забезпечує підвищення ефективності використання поживних речовин, активізацію процесів симбіотичної фіксації азоту та формування більш високої і стабільної врожайності. Особливою специфікою даних ґрунтів є низький вміст доступних форм нітрогену та його висока мобільність, невисокий вміст гумусу, фосфору, калію, низька ємність поглинання, близька до нейтральної реакція середовища та переважно легкий гранулометричний склад [3]. За таких умов оптимізація режиму живлення набуває особливої науково-практичної

значущості, оскільки сукупність зазначених властивостей істотно впливає на його ефективність.

Фосфор є критичним для сої у перші тижні життя та під час цвітіння і формування бобів. Дерново-борові ґрунти характеризуються незначним вмістом цього елемента, крім того, його доступність для рослин може бути обмеженою. У таких умовах важливо застосовувати локальне внесення фосфорних добрив під час посіву.

Калій важливий для регуляції водного балансу і синтезу білків. Соя споживає калій у значних кількостях, проте на даних ґрунтах його режим часто нестабільний. Зокрема, з легких фракцій елемент швидко втрачається, а в мулистих – міцно утримується ґрунтовим поглинальним комплексом і його доступність рослині знижується [2].

Отже, оптимізація режиму живлення сої повинна базуватися на результатах агрохімічного аналізу ґрунту та врахуванні специфіки ґрунтових типів. Комплексний підхід до управління живленням рослин дозволяє підвищити ефективність використання поживних речовин і забезпечити формування стабільно високих врожаїв даної сільськогосподарської культури.

Список використаних джерел

1. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. (2006). Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології». 730 с.
2. Формування та функціонування симбіотичної системи соя – *Bradyrhizobium Jarrowicum* за умов бактеріальної і вірусної інфекцій в умовах Лісостепу правобережного (2023). Монографія / Алексєєв О.О., Мазур О.В. Вінниця: ВНАУ. Видавництво ТОВ «Друк». 256 с.
3. Нікорич В. А., Цвик Т.І., Гуцул Т.В., Демид І.Е. (2025). Дерново-борові ґрунти першої надзаплавної тераси річки Прут (на прикладі біобазису «Жучка»): морфологія, властивості та таксономія. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 17.1: 189-198.

Швець Анна

Науковий керівник – доц. Літвіненко С.Г.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖПРЕДМЕТНОГО НАВЧАННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ З БІОЛОГІЇ (7 КЛАС)

У сучасних умовах розвитку освіти особливої актуальності набуває проблема підвищення ефективності навчального процесу через інтеграцію знань. Одним із перспективних напрямів удосконалення викладання біології є використання міжпредметних зв'язків, які забезпечують цілісність сприйняття навчального матеріалу та сприяють формуванню ключових компетентностей учнів. У зв'язку з цим виникає потреба в експериментальній перевірці ефективності міжпредметного навчання у шкільному курсі біології.

Апробація уроків з біології з використанням міжпредметних зв'язків ґрунтувалась на положеннях компетентісно-орієнтованого навчання та принципі міжпредметності. Урок розглядався як цілісна педагогічна система, у межах якої поєднувалися зміст, методи й форми навчальної діяльності, з особливою увагою до інтеграції знань з різних навчальних предметів [1].

Уроки проводилися відповідно до календарно-тематичного планування курсу біології 7 класу. На підготовчому етапі визначалися освітні результати, добирались навчальні матеріали та інтегровані завдання спрямовані на активізацію навчальної діяльності учнів.

У процесі апробації використовувалися індивідуальна, парна та групова форми роботи, а також цифрові ресурси та візуальні матеріали. Педагогічне спостереження засвідчило зростання пізнавальної активності учнів, їхньої самостійності та зацікавленості навчальним матеріалом.

Аналіз навчальних досягнень учнів проводився в умовах педагогічного експерименту за участю учнів 7-А (20 осіб) та 7-Б класів (20 осіб), на базі Полянського опорного закладу освіти Клішківцевої сільської ради Дністровського району Чернівецької області. Обидва класи навчалися за однаковою програмою,

однак відрізнялися способом організації навчання: з використанням міжпредметних зв'язків і без них. Для підвищення об'єктивності результатів було застосовано по чергову зміну контрольних і експериментальних умов.

Оцінювання навчальних досягнень здійснювалося за допомогою завдань різного рівня складності, що передбачали як відтворення знань, так і їх застосування.

Результати дослідження засвідчили позитивний вплив міжпредметних зв'язків на рівень навчальних досягнень учнів. Зокрема, у 7-А класі частка учнів із високим рівнем зросла з 12% до 24%, а у 7-Б — з 8% до 20%. Водночас спостерігалось зменшення кількості учнів із початковим рівнем (з 20% до 4% та з 24% до 8% відповідно). Учні, які навчалися в умовах міжпредметної інтеграції, демонстрували кращу здатність до аналізу, узагальнення та аргументації відповідей.

Діагностика ставлення учнів до використання міжпредметних зв'язків проводилася шляхом анкетування після завершення циклу уроків (40 учнів). Результати анкетування показали, що 64% учнів відзначили покращення розуміння навчального матеріалу завдяки використанню міжпредметних зв'язків, 26% — зазначили, що ефект залежить від теми, 8% не помітили суттєвих змін, і лише 2% вагалися з відповіддю. Отримані дані свідчать про загалом позитивне сприйняття інтегрованого навчання.

Якісний аналіз відповідей підтвердив, що міжпредметні зв'язки сприяють підвищенню навчальної мотивації, полегшують розуміння складних біологічних процесів і допомагають учням встановлювати зв'язки між різними галузями знань.

Таким чином, результати дослідження підтверджують ефективність використання міжпредметних зв'язків у процесі навчання біології в 7 класі.

Список використаних джерел

1. Третьякова Т. М. (2012). Методика реалізації міжпредметних зв'язків на уроках біології в основній школі : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 теорія та методика навчання (біологія). Київ. 20 с.

Шелгачов Рувім
Наукова керівниця – проф. Федоряк М. М.

**ФАУНА ПОВИСЮХОВИХ МУХ
(DIPTERA: SYRPHIDAE) ПЛОДОВИХ САДІВ
ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ
ДРУГОГО МОНІТОРИНГОВОГО РОКУ В РАМКАХ
ПРОЄКТУ HORIZON EUROPE RESTPOLL**

В останні десятиліття однією з глобальних екологічних проблем є стрімке скорочення чисельності комах-запилювачів, що негативно позначається на стані популяцій дикорослих рослин, продуктивності сільськогосподарських культур і, як наслідок, на якості харчування людини. До комплексу антофільних комах, окрім бджолиних (Hymenoptera: Apoidea), належать також повисюхові мухи (Diptera: Syrphidae) та значна частина лускокрилих (Lepidoptera). Водночас більшість досліджень запилювачів зосереджена саме на бджолиних, унаслідок чого існує певний дефіцит інформації щодо ролі інших груп у процесах запилення. Незважаючи на те, що повисюхові мухи переносять меншу кількість пилку порівняно з бджолами, вони характеризуються вищою толерантністю до несприятливих погодних умов, що дозволяє розглядати їх як важливих резервних запилювачів [1]. Водночас видовий склад сирфід у Чернівецькій області, зокрема в агро-екосистемах, досліджений недостатньо.

Мета роботи: оцінити видове різноманіття сирфід (Diptera: Syrphidae) у плодівих садах Чернівецької області у 2025 році в межах міжнародного наукового проєкту RestPoll.

Польові дослідження проводили протягом квітня-вересня 2025 року (три обліки за сезон). Моніторингові ділянки були розташовані в різних населених пунктах околиць м. Чернівці. Збір матеріалу здійснювали методом ентомологічного косіння, а також шляхом фотодокументації комах, що відвідували квітучі рослини. У кожному пункті закладали одну трансекту довжиною 150 м, яку поділяли на три субтрансекти. Камеральну обробку матеріалу проводили в лабораторії кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Фе-

дьковича. У результаті досліджень ідентифіковано 14 видів сирфід, що належать до 12 родів і 2 підродин. Найвище видове різноманіття зафіксовано в околицях с. Топорівці, у яблуневому саду (OCS4), де виявлено 7 видів. Натомість у грушевому (LLS5) та яблуневому (OCS7) садах того ж населеного пункту відмічено лише по одному виду. Найбільш чисельним видом виявився *Sphaerophoria scripta*, який траплявся майже на всіх досліджених локаціях (від 1 до 9 особин).

Таблиця 1.

Видовий склад та чисельність сирфід у досліджених локалітетах (ос.)

Види сирфід	Локалітети *	к-ть
<i>Chrysotoxum cautum</i>	OCS8	1
<i>Episyrphus balteatus</i>	LLS4, LLS6, OCS4, OCS5, OCS8	13
<i>Epistrophe eligans</i>	LLS1	1
<i>Eristalinus aeneus</i>	OCS8	1
<i>Eristalis arbustorum</i>	OCS5, OCS8	2
<i>Eristalis tenax</i>	LLS3, LLS4, OCS4, OCS5	8
<i>Eupeodes corollae</i>	LLS4, OCS4, OCS6	12
<i>Helophilus trivittatus</i>	LLS1	1
<i>Melanostoma mellinum</i>	LLS1, LLS5, LLS6, OCS4, OCS5, OCS6, OCS8	17
<i>Paragus haemorrhous</i>	LLS4	1
<i>Paragus tibialis</i>	OCS4	1
<i>Sphaerophoria scripta</i>	LLS1, LLS3, LLS4, LLS6, OCS4, OCS5, OCS6, OCS7, OCS8	46
<i>Syrphus vitripennis</i>	LLS6, OCS4	2
<i>Xanthogramma dives</i>	LLS1	1

* Примітка: LLS1, OCS5 – Придністровська станція садівництва; LLS3, LLS4 – с. Підківці; LLS5, LLS6, OCS4, OCS6, OCS7 – с. Топорівці; OCS8 – с. Чорнівка

Список використаних джерел

1. Toby Doyle, Will L. S. Hawkes, Richard Massy, Gary D. Powney, Myles H. M. Menz and Karl R. Wotton. (2020). Pollination by hoverflies in the Anthropocene. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences Proc. R. Soc. B* 287: 20200508. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.0508>

Шелегон Юлія

Науковий керівник – асист. Токарюк А. І.

ДОПОВНЕННЯ ДО АДВЕНТИВНОЇ ФЛОРИ ПАРКУ-ПАМ'ЯТКИ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ «ПАРК-СКВЕР» (М. ЧЕРНІВЦІ, ВУЛ. КИРИЛА СТЕЦЕНКА, 3)

Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк-сквер» (м. Чернівці, вул. Кирила Стеценка, 3), площею 0,5 га, створено на подвір'ї колишньої приватної садиби. Рішенням виконавчого комітету Чернівецької обласної ради народних депутатів від 30 травня 1979 року № 198 паркові надано статус парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк-сквер» [1]. Мета роботи – висвітлити результати моніторингу за поширенням чужорідних рослин на території парку. Станом на 2023 рік адвентивна фракція флори «Парку-скверу» налічувала 33 види з 28 родів і 16 родин [1]. За результатами моніторингу встановлено, що за три роки склад чужорідної флори парк поповнився 16 видами з 15 родів і 14 родин (таблиця).

Таблиця 1.

Доповнення до адвентивної фракції флори «Парку-сквера»

№	Назва виду	Хроно-елемент	Походження	Ступінь натуралізації	Ж. Ф.
1.	<i>Aethusa cynapium</i> L.	археофіт	середньоевропейське	епекофіт	Th/ НК
2.	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	кенофіт	східноазійське	ергазіофітофіт	Ph
3.	<i>Amaranthus blitum</i> L.	кенофіт	південноамериканське	колонофіт	Th
4.	<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	археофіт	невідоме	епекофіт	Th
5.	<i>Digitaria ischaemum</i> (Schreb.) Muehl.	археофіт	середземноморське	епекофіт	Th
6.	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P.Beauv.	археофіт	південно-східноазійське	епекофіт	Th
7.	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A.Löve	археофіт	азійське	епекофіт	Th
8.	<i>Fumaria officinalis</i> L.	археофіт	середземноморське	епекофіт	Th
9.	<i>Juglans regia</i> L.	кенофіт	балкано-центральноазійське	ергазіофітофіт	Ph

№	Назва виду	Хроно-елемент	Походження	Ступінь натуралізації	Ж. Ф.
10.	<i>Medicago sativa</i> L.	кенофіт	східносередземноморське	епокофіт	НК
11.	<i>Morus alba</i> L.	кенофіт	східноазійське	ергазіофітофіт	Ph
12.	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	кенофіт	азійське	ергазіофітофіт	Ph
13.	<i>Sedum sarmentosum</i> Bunge	кенофіт	східноазійське	ергазіофітофіт	НК
14.	<i>Sedum pallidum</i> M. Bieb.	кенофіт	субевксинський	ергазіофітофіт	НК
15.	<i>Stachys byzantina</i> K.Koch	кенофіт	балкано-малоазійське	ергазіофітофіт	НК
16.	<i>Veronica hederifolia</i> L.	археофіт	середземноморське	ефемерофіт	Th

Серед виявлених видів за часом заносу переважають кенофіти (9 видів або 53%), за ступенем натуралізації – ергазіофітофіти (15 або 88,2%), за життєвою формою (ж.ф.) – терофіти (Th) (15 або 88,2%). У парку занотовано поява сіяньців деревних інтродуцентів, які на території парку вже не ростуть, зокрема *Ailanthus altissima*, *Morus alba*, *Prunus divaricata* та ін. Отже, на сьогодні адвентивна фракція флори «Парк-скверу» представлена 49 видами з 40 родів і 23 родин. Збільшення кількості видів пов'язано з посиленням антропогенного навантаження і порушенням рослинного покриву під час реконструкційних заходів, спрямованих на покращення інфраструктурного стану об'єкта. Довготривалі моніторингові дослідження рослинного покриву заповідних територій є важливою основою для розробки ефективних заходів охорони місцевої флори та контролю за поширенням видів чужорідних рослин.

Список використаних джерел

1. Заповідні перлини Буковини: атлас-довідник (2017). Ред. І. І. Чорней, В. П. Коржик, І. В. Скільський, М. В. Білоконь, М. М. Аврам. Чернівці: Друк Арт. 256 с.
2. Токарюк А. І., Романюк О. М. (2023). Фіторізноманіття парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк-сквер» (м. Чернівці, вул. Кирила Стеценка). *Наук. вісник Чернівецького ун-ту. Біологія (Біологічні системи)*. Т. 15, вип. 1. С. 79–85.

Шкраба Мар'ян

Наукова керівниця – доц. Цвик Т.І.

ВПЛИВ ВІЙНИ НА ПЛОЩІ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ УКРАЇНИ

Сільськогосподарські землі відіграють ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки світу. За даними U.S. Geological Survey, їхня сукупна площа сягає 1,87 млрд. га, або 12,6% поверхні суші, з найбільшими концентраціями в Європі та Південній Азії [1].

Україна входить в ТОП-10, займаючи 6 місце у світі, володіючи 43,37 млн га, тобто 2.31% світових площ орних. За наявними даними, від початку ескалації 24 лютого 2022 року Україна втратила від 19,3% до 20,5% своїх загальних посівних площ. Ця втрата еквівалентна виведенню з економічного обігу понад 5000 тис. га орних земель. Для розуміння масштабу цієї цифри варто зазначити, що площа втрачених українських сільськогосподарських угідь перевищує загальну площу орних земель багатьох європейських країн. Ці території нині є або окупованими, або знаходяться у безпосередній близькості до зони активних бойових дій, або законсервовані через високий ступінь мінної загрози [2]. Найбільш масштабною екологічною та економічною катастрофою для агросектору півдня України став підриг в ході війни дамби Каховської гідроелектростанції. Цей терористичний акт призвів до миттєвого зникнення джерела води для розгалуженої системи зрошувальних каналів, яка була критичною умовою для ведення сільського господарства в умовах посушливого клімату регіону. Історично південні області України, зокрема Херсонська, Запорізька та південь Дніпропетровської є зоною ризикованого екстенсивного землеробства через малу кількість опадів [3].

Одним із найбільш складних бар'єрів на шляху до відновлення орних земель залишається катастрофічне мінне забруднення. На сьогодні близько 2 млн га українських полів залишаються потенційно замінованими, з найвищою концентрацією небезпеки у Херсонській (понад 208 тис. га), Харківській (майже 160 тис. га) та Миколаївській (понад 85 тис. га) областях. Зважаючи на астрономічну вартість робіт з розмінування – 1,5 млрд. доларів США

лише для пріоритетних ділянок та вкрай обмежені темпи їх виконання, очевидно, що значна частина земельного фонду буде виключена з економічного процесу на десятиліття.



Рис.1. Динаміка площ орних земель в Україні (2019-2025рр)

Отже, війна призвела до втрати понад 19% посівних площ (більше 5 млн га), зокрема через окупацію, бойові дії, мінну загрозу та руйнування зрошувальної інфраструктури на півдні. Відновлення сільського господарства ускладнюють масштабне мінне забруднення та високі витрати на розмінування, що робить частину земель непридатною для економічного використання на десятиліття.

Список використаних джерел

1. <https://superagronom.com/news/8942-ukrayina-vhodit-v-top-10-krayin-svitu-za-ploschami-ornih-zemel>.
2. <https://landlord.ua/news/ukrayina-vtratyla-ponad-20-silgospzemel-cherez-vijnu-naslidky-dlya-agrarnogo-sektoru>.
3. <https://kurkul.com/spetsproekty/1460-scho-chekaye-pivden-ukrayini-pislya-ruynuvannya-kahovskogo-vodoshovischa>.

Шутак Микола

Наукова керівниця – доц. Решетюк О. В.

ГЕНЕРАТИВНІ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: СУТНІСТЬ, ВИДИ ТА ДИДАКТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЛЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ БІОЛОГІЇ

Стрімкий розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) зумовлює необхідність їх осмислення та системної інтеграції в освітній процес. Особливого значення це набуває в контексті шкільної біологічної освіти, де важливу роль відіграє розвиток дослідницького мислення. Водночас недостатня обізнаність щодо можливостей і обмежень сучасних ШІ-систем ускладнює їх ефективне педагогічне застосування.

Аналіз наукових досліджень свідчить, що проблема використання ШІ в освіті почала активно розвиватися на початку XXI століття у межах напрямку *Artificial Intelligence in Education (AIED)*. Ранні дослідження були пов'язані з розробкою інтелектуальних навчальних систем і адаптивних платформ. Новий етап розпочався після 2022 року у зв'язку з появою генеративних моделей, які здатні створювати навчальний контент. У сучасних працях акцент зміщується з аналізу ризиків (академічна недоборочесність, зниження самостійності учнів) до пошуку шляхів ефективної дидактичної інтеграції цих технологій.

Метою роботи є визначення сутності генеративних програм штучного інтелекту, їх класифікація та обґрунтування дидактичного потенціалу у навчанні біології. Для досягнення мети поставлено такі завдання: з'ясувати функціональні можливості сучасних ШІ-програм; визначити їх класифікаційні ознаки; проаналізувати потенціал використання у шкільному курсі біології та окреслити основні проблеми їх застосування.

З'ясовано, що генеративні моделі штучного інтелекту – це системи, здатні створювати новий контент на основі аналізу великих масивів даних. До основних напрямів таких систем належать: великі мовні моделі, що забезпечують генерацію та аналіз текстів (ChatGPT, Claude, Gemini); мультимодальні системи, орієнтовані

на створення зображень і візуалізацій (DALL-E, Midjourney, Stable); інструменти для моделювання та обробки даних (Wolfram Alpha, Julius AI, Alpha Fold).

У навчанні біології ці технології ефективні для пояснення складних процесів, створення наочності та проблемних завдань. Проте можливі неточності чи спрощення у згенерованому контенті вимагають критичного підходу до його використання.

Результати аналізу свідчать, що ефективність впровадження генеративних ШІ-програм залежить від педагогічно доцільного поєднання технологічних можливостей із розвитком критичного мислення учнів. Такі програми сприяють оптимізації діяльності вчителя (підготовка навчальних матеріалів, адаптація складного змісту, створення завдань), проте з іншого – їх некритичне використання може знижувати рівень пізнавальної активності учнів і створювати ризики порушення академічної доброчесності.

Вважаємо, що перспективним є використання цих систем не лише як джерела інформації, а як інструменту її аналізу та оцінювання. Це передбачає організацію навчальної діяльності, за якої учні здійснюють перевірку, інтерпретацію та критичне осмислення згенерованого контенту, що сприяє розвитку наукового мислення та формуванню дослідницьких компетентностей.

Отже, генеративні програми штучного інтелекту мають значний дидактичний потенціал для підвищення ефективності навчання біології, однак їх ефективне впровадження потребує системного методичного супроводу та подальших досліджень.

Список використаних джерел

1. Watkins M., Monroe S. (2025). Introduction: Pedagogical Crossroads: Higher Education in the Age of Generative AI. Thresholds. 48(1),1-7. URL: <https://academyforeducationalstudies.org/wp-content/uploads/2025/04/watkins-monroe-final.pdf>
2. Wang Y., Jiang X. (2025). AI for education: Trends and Insights. The Innovation. Vol. 6(5). URL: <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2025.100872>

Ягелович Глєб

Науковий керівник – доц. Жук А. В.

СТРУКТУРА МЕРЕЖІ КОМАХ-ВІДВІДУВАЧІВ *MALUS DOMESTICA*

Садівництво посідає вагоме місце в аграрному секторі України, де понад 70 % площ багаторічних насаджень займають яблуневі сади. За даними Держстату, у 2021 р. площа яблуні (*Malus domestica* Borkh.) в країні становила 84,4 тис. га, зокрема 15,4 тис. га – у Чернівецькій області. Валовий збір у області склав 265,4 тис. т при врожайності 17,2 т/га, що перевищує загальнодержавний рівень (15,1 т/га) [1]. Станом на 2023 р. область вийшла на перше місце в загальноукраїнському рейтингу за обсягами виробництва плодово-ягідної продукції. Продуктивність садів зросла майже вдвічі – з 92 до 169 ц/га [2].

Продуктивність яблуневих садів значною мірою визначається ефективністю запилення антофільними комахами. У промислово-му садівництві основна роль традиційно відводиться бджолі медоносній, однак її ефективність варіює залежно від сорту та може становити від 25 до 60 % [3]. Орієнтація винятково на керованого запилювача не враховує внесок інших комах. Запилення в садах реалізується через мережу взаємодій між рослинами та комплексом запилювачів, серед яких важливу, але часто недооцінену роль відіграють дикі антофільні види.

Мета дослідження – проаналізувати мережу антофільних комах, які відвідують *M. domestica*, та оцінити роль диких запилювачів за даними європейської бази даних EuPPollNet.

Встановлено, що основу мережі комах-відвідувачів *M. Domestic* становлять перетинчастокрилі (рис.). Найчисленіші представники роду *Bombus*, які характеризуються активністю за низьких температур, мають здатність до терморегуляції та переносять значну кількість пилку. Поряд із *Apis mellifera*, головним керованим запилювачем у садівництві, широко представлені поодинокі ґрунтові бджоли роду *Andrena* з ранньовесняною активністю, синхронізованою з цвітінням плодових культур, також поодинокі бджоли *Osmia*, які відзначаються високою інтенсивністю відвіду-

вання квіток. Лускокрилі вважаються другорядними запилювачами, але регулярно відвідують квітучі сади й представлені 8 видами (рис. 1). Також зафіксовано 2 види сирфід, які виконують подвійну екологічну функцію: запилення і захист від шкідників.

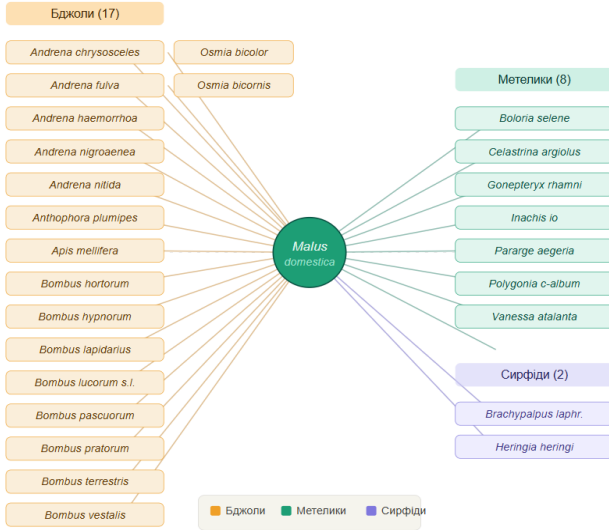


Рис.1. Мережа комах-відвідувачів *M. domestica*

Отже, загальний перелік комах, що відвідують квітки *M. Domestica*, охоплює 27 видів, серед яких домінують представники перетинчастокрилих. Цей каркас мережі потенційних запилювачів у Європі може бути розширеним і доповненим локальними видами регіону.

Список використаних джерел

1. Рослинництво України. (2022). Статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України. 183 с.
2. Заячук М., Заячук О. (2025). Садівництво Північної Бессарабії: інтеграції, традиції та інновації / Регіональні дослідження України: інтеграція традицій і інновацій (на відзначення 30-ї річниці заснування кафедри географії України): мат-ли Всеукр. наук. конф. (м. Київ, 30 травня 2025 року). С. 90–94.
3. Адамчук Л. О. (2020). Ефективне використання бджіл для запилення садів та ягідників : методичні рекомендації. Київ: СТ-Друк. 130 с.

Bigosińska Alicja

*Scientific supervisor – Ph.D. Eng. Agnieszka Kącka-Zych,
prof. PK, PhD Eng. Przemysław Woliński*

[2+3] CYCLOADDITION REACTIONS OF 1-BROMO-1-NITROETHENE WITH AZIDES

Azides constitute a group of organic compounds containing the characteristic functional group $-N_3$. The electronic structure of this group can be described using four mesomeric forms (**Ia–Id**), indicating significant charge delocalization within the system.

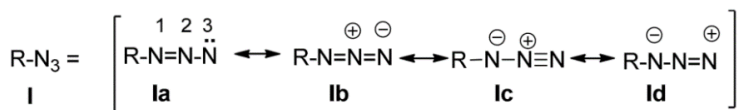


Fig. 1. Mesomeric structures of azides.

Due to the polar nature of the molecule, the bonds within the azide group vary in length. The terminal nitrogen atom exhibits weak nucleophilic properties, making it a potential reactive center in many important organic chemical reactions. Furthermore, organic azides are highly reactive, making them widely used as substrates in the synthesis of heterocycles [1].

Taking these properties into account, an attempt was made to carry out a [2+3] cycloaddition reaction of azides with 1-bromo-1-nitroethene to obtain heterocyclic compounds. Reactions of this type involve the addition of two unsaturated systems, leading to the formation of a five-membered ring.

1-Bromo-1-nitroethene was selected as the dipolarophile in the studied reaction. The presence of both a nitro group and a bromine atom confers a distinctly electrophilic character on this molecule, which favors its participation in cycloaddition reactions [2]. Moreover, based on the analysis of reactivity indices, this compound will act as a strong electrophile. The study also analyzed the influence of substituents present in the azide structure on the course of the reaction, with particular emphasis on the electronic and steric effects

determining the reactivity of the reacting systems. In turn, azide will act as a strong nucleophile in the analysed reactions.

The presented research was supported by the PL-Grid Infrastructure. We would like to thank PL-Grid Infrastructure and ACK CYFRONET for providing computer equipment and support under the computing grant number PLG/2025/018764.

References

1. A. Nayl, A. A. Aly, W. A. A. Arafa, I. M. Ahmed, A. I. Abd-Elhamid, E. M. El-Fakharany, M. A. Abdelgawad, H. N. Tawfeek, and S. Bräse, (2022). *Molecules*, 27, 3716.
2. L. Maiuolo, V. Algieri, F. Olivito, and A. De Nino (2020). *Catalysts*, 10, 65.

Gondek Dominika

*Scientific supervisor – Ph.D. Eng. Agnieszka Kącka-Zych,
prof. PK, PhD Eng. Przemysław Woliński*

1-CHLORO-1-NITROETHENE IN [2+3] CYCLOADDITION REACTIONS WITH NITRILE N-OXIDES

Nitrile N-oxides are versatile 1,3-dipoles widely employed in the synthesis of five-membered heterocycles. Due to their transient nature, they are typically generated in situ via base-induced dehydrohalogenation of arylhydroxamoyl chlorides [1].

The main objective of the presented research is to investigate the [2+3] cycloaddition reaction of these dipoles with 1-chloro-1-nitroethene to obtain new heterocyclic compounds. First, the role of the substrates in the given reactions was analyzed based on reactivity indices. Thus, 1-chloro-1-nitroethene will act as a moderate electrophile, while the nitrile N-oxides will be strong nucleophiles.

The experimental part of the study involves the synthesis of a series of para-substituted aryl nitrile N-oxides bearing electron-donating groups. The synthetic route follows a multi-stage process involving the chlorination of aromatic oximes using N-chlorosuccinimide (NCS) in the presence of HCl gas. This is followed by the in situ generation of reactive dipoles through dehydrohalogenation with triethylamine. The cycloaddition reactions proceed to heterocyclic products. These results provide a robust framework for the design of new, biologically active isoxazoline derivatives, which are of great importance in modern organic and medicinal chemistry [2].

The presented research was supported by the PL-Grid Infrastructure. We would like to thank PL-Grid Infrastructure and ACK CYFRONET for providing computer equipment and support under the computing grant number PLG/2025/018764.

References

1. J. Dou, M.X. Bojun, T. Hongchang, M. Xianming, L. B. Wang, N. Liu (2023). *Macromolecules*, 56, 12, 4715–4726.
2. R. Ronchetti, G. Moroni, A. Carotti, A. Gioiello, E. Camaioni (2021). *RSC Med. Chem.*, 12, 1046-1064.

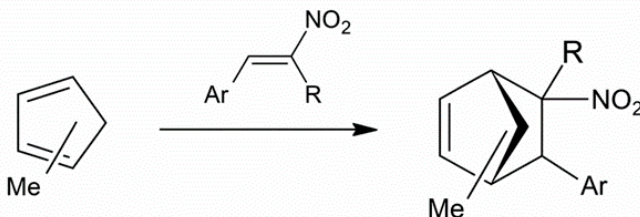
Grzybowski Stanislaw
Scientific Supervisor – PhD Eng Agnieszka Łapczuk

HALOGANATED NITROSTYRENE ANALOGUES POTENCY IN DIELS-ALDER CYCLOADDITION

The Diels–Alder cycloaddition reactions are widely known for their ability to enable the synthesis of bicyclic organic compounds such as norbornenes, which often exhibit potential significance in the biomedical field [1].

The aim of this study was to design a synthetic route based on the [4+2] cycloaddition reaction between a nitroalkene and methylcyclopentadiene, taking into account both electronic property analysis and laboratory synthesis.

Quantum chemical calculations were performed to determine the electronic properties of eight different nitrostyrene analogues, focusing mainly on their HOMO and LUMO energy levels, as these served as the basis for further analysis. The computations confirmed the electrophilic nature of bromonitrostyrene, which theoretically enables its reaction with a nucleophilic diene [2].



Sch. 1. Theoretical course of Diels-Alder cycloaddition reaction between methylcyclopentadiene and brominated nitrostyrene.

As a result of the experimental synthesis, a potential reaction adduct between the nitroalkene and methylcyclopentadiene was obtained. This was confirmed by HPLC analysis, in which a peak with a retention time distinct from those of the starting materials was observed.

Further work will involve separation of the reaction mixture to isolate the product and structural confirmation using NMR spectroscopy. Additionally, the scope of the study is planned to be extended to include syntheses using other nitrostyrene analogues.

We gratefully acknowledge Polish high-performance computing infrastructure PLGrid (HPC Center: ACK Cyfronet AGH) for providing computer facilities and support within computational grant no. PLG/2025/018731

References

1. S. M. Hickey, T. D. Ashton, J. M. White, J. Li, R. L. Nation, H. Y. Yu, A. G. Elliott, M. S. Butler, J. X. Huang, M. A. Cooper and F. M. Pfeffer, RSC Adv., 2015, 5, 28582–28596, DOI: 10.1039/C5RA03321G
2. Fałowska, A.; Grzybowski, S.; Kapuściński, D.; Sambora, K.; Łapczuk, A. Modeling of the General Trends of Reactivity and Regioselectivity in Cyclopentadiene–Nitroalkene Diels–Alder Reactions. Molecules 2025, 30, 2467. <https://doi.org/10.3390/molecules30112467>

Mateusz Kania

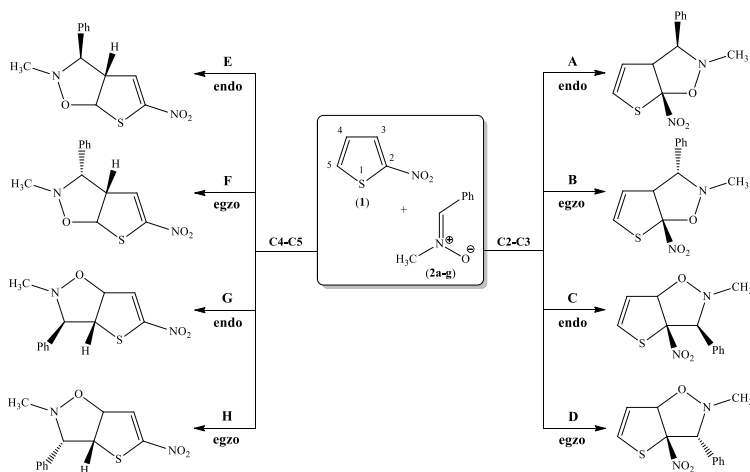
Scientific Supervisor – PhD Eng Karolina Kula

Assistant Supervisor – MSc Eng Mikołaj Sadowski

SYNTHESIS AND CHARACTERISTIC OF (Z)-C-phenyl-N-methylnitrone AS THREE ATOMS COMPONENT FOR (3+2) CYCLOADDITIONS

Nitrones are organic compounds classified as 1,3-dipoles with an allylic structure, featuring a characteristic iminoxyl group. Their primary application is spin-trapping – a technique used to detect and identify short-lived free radicals by capturing them within cells and tissues. Consequently, nitrones are utilized in medicine to treat various conditions caused by reactive oxygen species (ROS), including brain injuries, renal damage, vision loss, and neuronal damage [1].

Beyond these biological properties, nitrones serve as valuable building blocks in organic synthesis. They are most commonly used to synthesize heterocyclic systems through cycloaddition reactions, typically yielding analogues of isoxazolidines and isoxazolines [2].



Sch. 1. Theoretically possible reaction pathways of 2-nitrothiophene (1) with (Z)-C-phenyl-N-methylnitrone.

As part of my research, I decided to carry out the reaction of 2-nitrothiophene with (Z)-C-phenyl-N-methylnitrone. Due to the unique structure of the nitro compound, this reaction can occur at a single double bond or at both double bonds simultaneously.

References

1. Shun-IchiMurahashi, Yasushi Imada, Chem. Rev. 2019, 119, 7, 4684–4716
2. Karolina Kula, Paulina Bierzczak, Klaudia Miernik, Beata Synkiewicz-Musialska, Gajendra Kumar Gaurav, Current Chemistry Letters 14, 2025 149–158.

Kukulski Olaf

*Scientific supervisor – Ph.D. Eng. Agnieszka Kącka-Zych,
prof. PK, PhD Eng. Przemysław Woliński*

APPLICATION OF 1-halo-1-nitroethenes IN PROCESSES WITH FULL ATOMIC ECONOMY

Triazoles are valuable organic compounds containing three nitrogen atoms in their rings. Those compounds are widely utilized, mainly as fungicides in agriculture [1] (preservation against fungal diseases, growth regulation) as well as antifungal drugs in medicine [2].

This work presents the application of 1-halo-1-nitroethenes in the form of highly reactive substrats in processes with full atomic economy to 1,2,3-triazoles. The experimental part involved the synthesis of 1-bromine-1-nitroethene and azides containing a benzene ring in its structure. The role of substrats in the examined reaction had been determined based on the analysis of reactivity indexes. And so, the halonitroethene will serve as a strong electrophile, with azide serving as a strong nucleophile. Furthermore, an attempt to carry out a cycloaddition reaction has been made. At the moment only a single attempt of the cycloaddition has been made. All gathered data had been characterized physiochemically.

The presented research was supported by the PL-Grid Infrastructure. We would like to thank PL-Grid Infrastructure and ACK CYFRONET for providing computer equipment and support under the computing grant number PLG/2025/018764.

References

1. S. Shoham, A. H. Groll, V. Petraitis, T.J. Walsh, *Indian J. Pediatr.*, 2001, 68, 655-668.
2. K.C. Wade, H. M. Monk, *Clin. Perinatol*, 2014, 42, 177-194.

Łačka Weronika

Scientific Supervisor – PhD Eng Karolina Kula

Assistant Supervisor – MSc Eng Mikołaj Sadowski

ALKYL ANALOGUES OF (1E,3E)-1,4-Dinitro-1,3-butadiene AS EFFICIENT BUILDING BLOCKS IN CYCLOADDITION REACTIONS

Conjugated nitrodienes are a group of organic compounds containing a system of alternating double bonds in their structure. Compared with structurally related nitroalkenes, conjugated nitrodienes offer a broader range of synthetic applications [1]. Among the most common transformations involving these compounds are cycloaddition reactions, especially 6π -electron processes. In Diels–Alder reactions, they usually act as dienes, although they may also serve as dienophiles [2].

Furthermore, the use of conjugated nitrodienes in (3+2) cycloaddition reactions enables the synthesis of bi-heterocyclic systems. Owing to their electronic properties, these compounds are considered promising materials for optoelectronic applications [3].

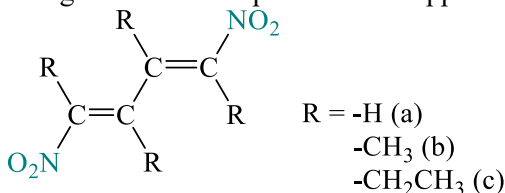


Fig. 1. Structures of linear n-alkyl-substituted analogues of (1E,3E)-1,4-dinitro-1,3-butadiene

As part of this research, a series of linear nitrodienes was prepared. The synthesis of each compound involved a three-step reaction sequence. In the first step, the appropriate nitroalkane was condensed with glyoxal. Next, esterification with glacial acetic acid afforded the corresponding nitroester. In the final step, the nitroester was converted into the desired product by thermal dehydroacetylation in chloroform.

Additionally, calculations of electronic properties were carried out to determine the reactive centers of these compounds. The obtained results provide an important basis for the rational selection of reaction partners in cycloaddition reactions and for predicting the preferred reaction pathway.

We gratefully acknowledge Polish high-performance computing infrastructure PLGrid (HPC Center: ACK Cyfronet AGH) for providing computer facilities and support within computational grant no. PLG/2025/019000.

References

1. M. Sadowski i K. Kula (2024). *Molecules*, 29(21), 5066.
2. R. V. Kabardin, V. I. Potkin, i V. A. Zapol'skii, Russ. (1997). *Chem. Rev.*, 66(10), 827–842.
3. R. Iftikhar, F. Z. Khan, i N. Naeem, *Mol. Divers.*, 2024, 28(1), 271–307.

Saitan Olesea*Scientific advisors – Prof. Aliona Ghendov-Mosanu,**Prof. Georgiana Gabriela Codină*

INFLUENCE OF BREWER'S SPENT GRAINS ADDITION ON THE BIOLOGICAL VALUE OF TRITICALE PASTA CULTIVATED IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Brewer's spent grains (BSG) generated during the initial stages of beer production account for approximately 85% of the total by-products produced throughout all technological stages of this beverage's manufacture [1]. BSG are rich in dietary fiber, proteins and phenolic compounds with antioxidant properties. The aim of this study was to analyze the influence of adding BSG to triticale flour – an artificial hybrid obtained from tetraploid wheat (*Triticum aestivum*) and rye (*Secale cereale*) – on the biological value of pasta produced from five triticale varieties (Ingen 33, 35, 40, 54, and 93), as well as the Fanica and Costel varieties, cultivated in the Republic of Moldova. For this purpose, triticale flour was substituted with three levels of BSG (0, 10, and 17.5%), in order to evaluate its impact on the biological value of the resulting pasta. The phenolic acid profile of the seven triticale varieties and BSG was determined using a Shimadzu high-performance liquid chromatograph (Kyoto, Japan) equipped with a diode array detector [2]. The extraction of phenolic acids was carried out at three different temperatures: 20, 40, and 60 °C. In addition, the total polyphenol content (TPC) was determined spectrophotometrically for the above-mentioned samples as well as for the pasta obtained.

It was demonstrated that, in triticale samples, the TPC ranged from 227.0 to 727.7 mg GAE/kg at 20 °C, with the highest value observed for the Costel variety; from 306.6 to 748.9 mg GAE/kg at 40 °C, with the lowest value recorded for the Ingen 33 variety; and from 361.1 to 877.1 mg GAE/kg at 60 °C, with the highest value found for the Ingen 54 variety. Regarding the profile of individual polyphenols, the following compounds were identified: 4-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, *p*-coumaric acid, and rosmarinic acid.

In the case of BSG, the highest TPC was obtained in extracts prepared at 60 °C, being 2.2 times higher than the values recorded at 20 °C. Analysis of the qualitative and quantitative profile of phenolic compounds showed that protocatechuic acid and 4-hydroxybenzoic acid were present in the highest amounts, whereas quercetin and kaempferol were found in the lowest concentrations.

It was also observed that triticale pasta containing higher concentrations of BSG (17.5%) exhibited the highest TPC compared with pasta produced exclusively from triticale flour. Furthermore, the biological value of the pasta was influenced by both the qualitative and quantitative profiles of phenolic compounds in triticale and BSC, as well as by the level of substitution.

Consequently, triticale pasta enriched with BSG, characterized by a high biological value, represents a healthy and sustainable food option, meeting contemporary consumer demands for nutritious, palatable, and diversified products.

Acknowledgments: This work was supported by a grant from the Ministry of Research, Innovation and Digitization, CNCS-UEFISCDI, project number PN-IV-P8-8.3-ROMD-2023-0078, within PNCDI IV.

References

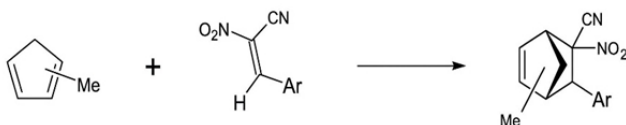
1. Erşova, S., Saitan, O., Tarna, R., Rumeus, I., Codină, G.G., Ghendov-Mosanu, A. (2024). Integration of spent grain into food products. *J. Eng. Sci.*, 31, 130–155.
2. Codină, G.G., Ursachi, F., Dabija, A., Paiu, S., Rumeus, I., Leatamborg, S., Lupascu, G., Stroe, S.-G., Ghendov-Mosanu, A. (2025). Physicochemical Properties, Polyphenol and Mineral Composition of Different Triticale Varieties Cultivated in the Republic of Moldova. *Molecules*, 30, 1233.

Sambora Karol

Scientific Supervisor – PhD Eng Agnieszka Łapczuk

SUBSTITUTED CYANONITROSTYRENES AS POTENTIAL ELECTROPHILES IN [4+2] CYCLOADDITION: SYNTHESIS AND CDFT ANALYSIS

Substituted cyanonitrostyrenes exhibit similar properties to nitrostyrene, which makes them potential dienophiles in [4+2] Diels-Alder cycloaddition reactions [1]. Their characteristic functional groups, such as the vinyl, nitro, and cyano groups, provide the molecule with properties for potentially wide applications. Given that (E)-2-aryl-1-nitroethenes possess dienophilic properties, they can be used for the synthesis of norbornene derivatives in reactions with cyclopentadiene or its analogs [2].



Sch. 1. Potential cycloaddition products [4+2]

The research focused on attempts to synthesize substituted (E)-2-aryl-1-nitroethene and its subsequent use in the synthesis of norbornenes, yielding products with varying stereoselectivity. The aim of further research is to evaluate the regio- and stereoselectivity, as well as to optimize the synthesis process. To analyze the reaction pathway, the Gaussian 16W software package is also utilized at the wB97XD/6-311(d) level of theory, allowing for the determination of potential transition states.

We gratefully acknowledge Polish high-performance computing infrastructure PLGrid (HPC Center: ACK Cyfronet AGH) for providing computer facilities and support within computational grant no. PLG/2025/018731

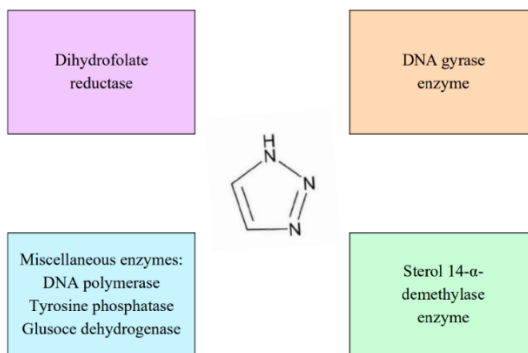
References

1. Jasiński, R. On the Question of Stepwise [4+2] Cycloaddition Reactions and Their Stereochemical Aspects. *Symmetry* 2021, 13(10), 1911
2. Fałowska, A.; Grzybowski, S.; Kapuściński, D.; Sambora, K.; Łapczuk, A. (2025). Modeling of the General Trends of Reactivity and Regioselectivity in Cyclopentadiene–Nitroalkene Diels–Alder Reactions. *Molecules*, 30, 2467.

Samborek Nikola*Scientific supervisor – Ph.D. Eng. Agnieszka Kącka-Zych,
prof. PK, PhD Eng. Przemysław Woliński*

PREPARATION OF HETEROCYCLIC ANALOGUES OF CYCLOPENTANE BY [2+3] CYCLOADDITION REACTIONS

1,2,3-Triazole is a five-membered heterocyclic compound containing three nitrogen atoms within the ring. It is an important pharmacophore in modern medicinal chemistry. It has attracted the attention of medicinal chemists because its derivatives exhibit a wide range of biological activities, including anticancer, antiviral, antitubercular, and anti-inflammatory properties. Previous studies have also shown that 1,2,3-triazole derivatives demonstrate excellent antibacterial properties. Their advantages also include low cytotoxicity, high internal absorption, and good stability. Furthermore, the introduction of substituents into the core structure may improve their activity and enable modification of their applications [1].



Sch. 1. Targets of antimicrobial activity of 1,2,3-triazole-based drugs.

The [2+3] cycloaddition reaction is a process in which two unsaturated molecules react with each other, leading to the formation of a five-membered ring. It is widely used in the synthesis of 1,2,3-

triazoles. Additionally, it is possible to obtain an aromatic 1,2,3-triazole moiety via a [2+3] cycloaddition reaction involving azides and alkenes, which is characterized by high regioselectivity [2].

From the perspective of reactivity indices, the substrates used exhibit diverse characteristics. Azides and alkenes may display pronounced electrophilicity as well as moderate nucleophilicity, which influences the course of the reaction and its selectivity. In this work, an attempt was made to carry out a [2+3] cycloaddition reaction between the mentioned substrates.

The presented research was supported by the PLGrid Infrastructure. We would like to thank PL-Grid Infrastructure and ACK CYFRONET for providing computer equipment and support under the computing grant number PLG/2025/018764.

References

1. G. Tian, Q. Song, Z. Liu, J. Guo, S. Cao, S. Long, *Eur. J. Med. Chem.*, 2023, 259, 115603.
2. Kras J., Sadowski M., Zawadzińska K., Nagatcky R., Woliński P., Kula K., Łapczuk A., *Sci. Rad.* 2023, 2, 247-267

Ząbkowska Martyna
Scientific Supervisor – PhD Eng Karolina Kula

MECHANISTIC AND SELECTIVITY STUDY OF THE (3+2) CYCLOADDITION OF (Z)-C-Phenyl-N-alkyl(phenyl)nitrones with (E)-3-(Methylsulfonyl)propenoic Acid Analogues

Density Functional Theory (DFT) and its aspects related to chemical reactivity, known as Conceptual Density Functional Theory (CDFT), are widely used theoretical tools for the analysis of cycloaddition reactions. These methods enable the classification of reagents according to their chemical properties and the identification of preferred reaction pathways [1,2].

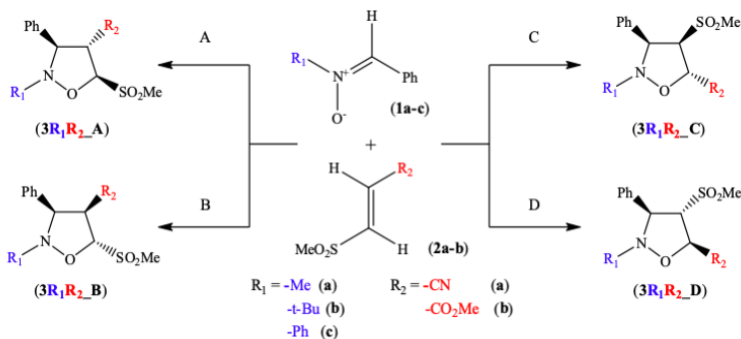


Fig. 1. Theoretically possible reaction pathways of the (3+2) cycloaddition of alkyl and aryl (Z)-C-phenyl-N-nitrones (1a-c) with methylenesulfonyl alkenes (2a-b).

The aim of my study was to determine the preferred course of the (3+2) cycloaddition reaction between selected (Z)-C-phenyl-nitrones and methylenesulfonyl alkenes. These reactions can lead to the formation of four different isomers. The work was carried out from a theoretical perspective using the computational methods mentioned above, which allowed for the evaluation of both the global and local reactivity of the studied substrates, as well as the analysis of possible reaction pathways. This, in turn, enabled the identification and characterization

of key structures formed during the reaction process and determination of reaction mechanism. As a result, the quantum chemical calculations made it possible to determine the most favorable reaction pathway [3].

We gratefully acknowledge Polish high-performance computing infrastructure PLGrid (HPC Center: ACK Cyfronet AGH) for providing computer facilities and support within computational grant no. PLG/2025/019000.

References

1. L. R. Domingo, M. Ríos-Gutiérrez, P. Pérez (2016). *Molecules*, 21, 748.
2. L. R. Domingo (2016). *Molecules*, 21, 1319.
3. M. Ząbkowska, K. Kula, V. Diychuk, R. Jasiński (2025). *Molecules*, 30, 4738.

ЗМІСТ

Андрійчук Катерина

Стратегія підтримки популяцій комах-запилювачів за допомогою трав'янистих медоносів у сучасних технологіях садівництва 3

Антонюк Ганна, Рассевич Яна

Антиоксидантні властивості деяких похідних піридин-2,4,6-тріону і 2-тіоксопіридин-4,6-тріону 5

Батовський Богдан

Параметризація спектра крапель в ультрамалооб'ємному обприскуванні агродронами 7

Берник Максим

Особливості агротехніки цукрової кукурудзи в умовах Західного Лісостепу 9

Білоусов Іван

Технологічна придатність рослинних напоїв для приготування кавових напоїв на їх основі 11

Боршевич Дімітріос

Вплив відбору бджолоиноного обніжжя та умов медоносної бази на продуктивність бджололиних сімей 13

Бужак Дарина

Удосконалення рецептури сливових соусів 15

Вайнан Анна-Крістіна

Показники та умови ефективного використання земельних угідь у рільництві 17

Варадовська Діана

Методичні засади організації системи контролю навчальних досягнень учнів з біології засобами цифрових технологій 19

Вікол Надія

Інтенсивність утворення супероксиданіон-радикалу у мітохондріях м'язів тварин за умов токсичного ураження ацетамінофеном на тлі аліментарного дефіциту протеїну 21

Гаврилиця Іван

Філогенетичний аналіз аборигенних для Центральної і Східної Європи та інвазійних видів роду *Heracleum* 23

Гендрусевич Уляна

Впровадження інтегрованих форм і технологій з біології в навчальний процес 25

Гергележіу Крістіна	
Вміст SH-груп у мітохондріях скелетних м'язів щурів за умов протейнової недостатності та ацетамінофен-індукованої токсичності	27
Глевко Юлія	
Методична система формування мотивацій до здорового способу життя в учнів закладів загальної середньої освіти при вивченні інтегрованого курсу «Здоров'я, безпека та добробут»	29
Гнатюк Микола	
Дослідження популяцій бджіл Закарпатської області за допомогою ISSR-маркерів	31
Гончарук Станіслав	
Генетичний поліморфізм метеликів родини Синявцеві (Lycenidae) на основі аналізу послідовності гена цитохромоксидази I	33
Грабовський Дмитро	
Комп'ютерний скринінг біологічної активності та синтез похідних 3,4-дигідропіримідин-2-ону	35
Грек Тетяна	
Аналіз генетичного різноманіття українських популяцій інвазійної рослини <i>Impatiens parviflora</i> DC із використанням ISSR-маркерів	37
Гуменюк Ліліана	
Імобілізовані ціанобактерії <i>Nostoc</i> як інструмент біоремедіації водойм від важких металів	39
Давидюк Віталій	
Перетинки волоського горіха як функціональний інгредієнт харчових продуктів	41
Данильчик Христина	
Вміст загального убіхінону в печінці тварин при інтоксикації ацетамінофеном за умов введення грибного екстракту <i>Hericium flagellum</i>	43
Данко Олександра	
Особливості формування природничого профілю у старшій школі	45
Дем'янчук Катерина	
Регресійні моделі залежності якості повітря обласних центрів України від метеорологічних показників	47
Дідур Володимир	
Реологічні характеристики зразків тіста на основі пшеничного, кукурудзяного та рисового борошна	49

Діаконюк Тарас Вплив вмісту Хлору у стопах $\text{CsPbCl}_x\text{Br}_{3-x}$ ($x = 1, 2$) на параметри їх топлення	51
Драчук Дарина, Бойчук Еріка Оцінка часової стабільності емульсійних систем, стабілізованих наночастинками сірки	53
Дрогобецький Ігор Урбоекосистеми як осередки інвазійних комах-фітофагів	55
Єнуре Максим Моніторинг деградації ґрунтового покриву Новоселицької ОТГ Чернівецької області з використанням супутникових даних SENTINEL-2	57
Жалоба Андрій Супутниковий моніторинг сільськогосподарських угідь	59
Жикаляк Марина Вплив способів весняного підживлення сульфатом амонію на продуктивність ячменю озимого за умов алелопатичної депресії попередника	61
Житарюк Валерія Шляхи вдосконалення методичних підходів до експертного оцінювання земель сільськогосподарського призначення в Україні	63
Заболотня Майя Використання каштанового борошна (<i>Castanea sativa</i>) у технології емульсійних соусів	65
Зазуляк Вероніка Генетичний поліморфізм інвазійних рослин роду <i>Reynoutria</i> за повторюваною ділянкою 5S рДНК	67
Заярнюк Ангеліна Сучасний стан і перспективи розвитку індустріальних парків в Україні	69
Звягінцева Уляна АзOMETини на основі 5-нітрованіліну	71
Зеленько Марія Вміст ТБК-активних продуктів у печінці тварин з ацетамінофен-індукованою токсичністю за умов введення екстракту гриба <i>Hericium flagellum</i>	73
Золотарчук Денис Оптимізація системи удобрення ріпаку в філії «Перспектив» ПРАТ «Зернопродукт МХП»	75

Іванов Данійл Вплив рівня забруднення води дністровського водосховища на якість водопровідної води	77
Глащук Микола Аналіз ефективності біологічного захисту груші від <i>Erwinia amylovora</i>	79
Ірімеску Соріна Ефективність використання інтерактивних методів на уроках біології: результати практичного дослідження	81
Ісаюк Анастасія Вплив бінарних купажів рослинних олій на структурно-механічні властивості веганських соусів	83
Карапка Юля Регулювальні екосистемні послуги зелених насаджень закладу дошкільної освіти № 41 м. Чернівці	85
Каспрук Марина Кора з обрізків плодів дерев – джерело природних барвників для текстилю	87
Кирилюк Анна Вплив складу живильного середовища на продуктивність асоціації <i>Nostoc linekia</i>	89
Кицюк Іванна Сучасний сортовий склад та біоекологічна оцінка генотипів каштана посівного	91
Кіронта Роман Динаміка вирощування цукрового буряка на заході України	93
Ковальчук Кароліна Цитохромоксидазна активність у мітохондріях скелетних м'язів щурів за умов токсичного ураження ацетаминофеном та низькопротеїнового раціону	95
Ковальчук Світлана Різноманіття поліфлорного бджолоного обніжжя різного географічного походження	97
Костенюк Артур Zero waste у кавовому виробництві: використання silver skin як вторинної сировини	99
Костеняк Олександр Порядок та особливості відведення земель під садівництво	101

Круліковський Антон Структура видів трав'яного покриття яблуневого саду с. Червона Діброва за способами запилення	103
Мага Вадим Сучасні цифрові інструменти в бджільництві	105
Марценюк Дарія Живі уроки як форма організації навчання у середній школі	107
Марчук Діана Просвітницька робота з вивчення видів адвентивних рослин як інструмент формування екологічної свідомості школярів	109
Матвеев Валентин Апробація технології отримання харчової добавки зі шкірки моркви	111
Мельник Христина Технологія виробництва рослинного напою на основі вівсяних пластівців та плодів авокадо	113
Молостова Валерія Поліморфізм хлоропластної ДНК у інвазійних видів роду <i>Reynoutria</i> Houtt	115
Москалюк Тетяна Адаптивна стратегія живлення озимої пшениці в умовах післядії соняшнику	117
Мунтян Владлена Вміст заліза в сироватці крові щурів за умов часткової гепатектомії після токсичного ураження ацетамінофеном	119
Никільчик Анна Морфологічні характеристики поліфлорного бджолиного обніжжя, зібраного в м. Мукачєво	121
Облущинська Тетяна Флористичне різноманіття газонів Давидівської загальноосвітньої школи I-III ступенів	123
Остапович Іванна Екстракція воску з бурого вугілля	125
П'ясецька Анастасія Порівняльне дослідження складу та термічної деградації пластикових оптичних волокон	127
Пеленчук Ольга Ліхеноіндикація атмосферного повітря паркової зони м. Брно	129

<i>Петращук Олександра</i>	
Активність сукцинатдегідрогенази у м'язах тварин при ацетамінофен-індукованій токсичності на тлі дефіциту харчового білка	131
<i>Петрович Тетяна</i>	
Взаємозв'язок типів темпераменту та навчальної успішності учнів 9 класу (на прикладі Банилово-Підгірнівської гімназії)	133
<i>Пожидасєва Валерія</i>	
ISSR-профілювання бджіл Миколаївської області	135
<i>Порошина Жанна</i>	
Дослідження адсорбційно-десорбційної рівноваги метиленового синього на металоорганічних каркасах (metal organic frameworks) MOF-5	137
<i>Пуліковська Марина</i>	
Екологічна криза комахозапилення: аналіз причин та шляхи подолання	139
<i>Рекоцца Ігор</i>	
Удосконалення технології крем-меду з використанням добавки «Клітковина гречана»	141
<i>Роженюк Олена</i>	
Газони Вишнопільської гімназії як середовище вивчення флористичного різноманіття	143
<i>Рубан Анастасія</i>	
Використання істівних каштанів у технології емульсійних десертів	145
<i>Ручківська Софія</i>	
Біохімічна характеристика <i>Nostoc linckia</i> за різних умов культивування	147
<i>Савчук Марія</i>	
Інвазійна флора території Чернівецького ліцею № 7	149
<i>Свинарчук Юрій</i>	
Використання гліцеролу як джерела карбону для культивування <i>Rhodotorula rubra</i>	151
<i>Синицина Ніна</i>	
Перспективи сталого розвитку та ревіталізації змінених ландшафтів Чернівецької області	153
<i>Синькова Аліна</i>	
Геохімічні маркери військового впливу: порівняльний аналіз артилерійських і мінних вирв	154

Скорейко Кароліна Обґрунтування ефективності методу квадратної сітки для оцінки просторового розподілу гранулометричного складу в дерново-борових ґрунтах	156
Собко Анжеліка Інвазійні комахи-філофаги лісових екосистем України: сучасний стан та екологічні наслідки поширення	158
Сохацька Христина Адапційні реакції Nostoc на тривалий вплив бісфенолу А	160
Степанченко Микита Порівняльна характеристика змісту теми «Закономірності успадкування ознак» у підручниках «Біологія» для 9 класу	162
Терлецька Христина Ксенофіти на території ботанічної пам'ятки природи місцевого значення «Сквер з різновидностями рідкісних дерев» (м. Чернівці, вул. Лесі Українки)	164
Токар Аліна Функціональна роль скверів у системі зеленої інфраструктури міста	166
Тустановський Андрій Особливості використання природних ресурсів територіальної громади та їх роль у забезпеченні сталого розвитку	168
Федоров Олександр Проектування виробництва декофеїнізованої кави	170
Федорюк Катерина-Софія Особливості фазових рівноваг у стопі CsPbBrI ₂	172
Флоряк Вікторія Видовий склад лускокрилих (Insecta, Lepidoptera) агроєкосистем, досліджених в рамках проекту RestPoll у 2025 році	174
Фуштей Іван Роль зелених зон та рекреаційних територій у підтриманні екологічного балансу міських громад: землевпорядний аспект	176
Худий Олександр Біоремедіаційний потенціал Dreissena polymorpha щодо мілітарних забруднень	178
Цехмайстренко Юлія Вплив матеріалу тари на якість питної води під час зберігання	180

Черватюк Таїсія	
Стан глутатіонової системи у гепатоцитах щурів зв умов токсичного ураження ацетамінофеном на тлі попереднього введення спиртового екстракту гриба <i>Hericium flagellum</i>	182
Черський Даниїл	
Розробка технології безглютенового хліба на основі рисового та гречаного борошна з використанням закваски	184
Шапалова Вікторія	
Короткочасна дія Pb ²⁺ на культуру <i>Noctoc commune</i>	186
Швага Руслан	
Оптимізація режиму живлення сої залежно від ґрунтових умов першої надзапальної тераси р. Прут	188
Швець Анна	
Експериментальна перевірка ефективності міжпредметного навчання в освітньому процесі з біології (7 клас)	190
Шелгачов Рувім	
Фауна повисюхових мух (Diptera: Syrphidae) плодів садів Чернівецької області за результатами другого моніторингового року в рамках проєкту HORIZON Europe RestPoll	192
Шелегон Юлія	
Доповнення до адвентивної флори парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк-сквер» (м. Чернівці, вул. Кирила Стеценка, 3)	194
Шкраба Мар'ян	
Вплив війни на площі орних земель України	196
Шутак Микола	
Генеративні системи штучного інтелекту: сутність, види та дидактичний потенціал для шкільного курсу біології	198
Ягелович Глеб	
Структура мережі комах-відвідувачів <i>Malus domestica</i>	200
Bigosińska Alicja	
[2+3] Cycloaddition reactions of 1-bromo-1-nitroethene with azides	202
Gondek Dominika	
1-Chloro-1-nitroethene in [2+3] cycloaddition reactions with nitrile N-oxides	204
Grzybowski Stanisław	
Halogenated nitrostyrene analogues potency in Diels-Alder cycloaddition	206

<i>Kania Mateusz</i> Synthesis and Characteristic of (Z)-C-phenyl-N-methylnitrone as Three Atoms Component for (3+2) Cycloadditions	208
<i>Kukulski Olaf</i> Application of 1-halo-1-nitroethenes in processes with full atomic economy	210
<i>Łęcka Weronika</i> Alkyl Analogues of (1E,3E)-1,4-Dinitro-1,3-butadiene as Efficient Building Blocks in Cycloaddition Reactions	211
<i>Saitan Olesea</i> Influence of Brewer's Spent Grains Addition on the Biological Value of Triticale Pasta Cultivated in the Republic of Moldova	213
<i>Sambora Karol</i> Substituted Cyanonitrostyrenes as Potential Electrophiles in [4+2] Cycloaddition: Synthesis and CDFT Analysis	215
<i>Samborek Nikola</i> Preparation of heterocyclic analogues of cyclopentane by [2+3] cycloaddition reactions	216
<i>Ząbkowska Martyna</i> Mechanistic and Selectivity Study of the (3+2) Cycloaddition of (Z)-C-Phenyl-N-alkyl(phenyl)nitrones with (E)-3-(Methylsulfonyl)propenoic Acid Analogues	219

Наукове видання

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

студентської наукової конференції
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут біології,
хімії та біоресурсів

11-14 травня 2026 року

Підписано до друку 12.06.2026. Формат 60х84/16.

Електронне видання.

Умов.-друк. арк. 12,6. Обл.-вид. арк. 13,5. Зам. 3-008.

Видавництво Чернівецького національного
університету імені Юрія Федьковича.

58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2.

e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 891 від 08.04.200