

7. Mitchell J. et al. MDMA-assisted therapy for severe PTSD: a randomized, double-blind, placebo-controlled phase 3 study / J. M. Mitchell, et al. // Nature Medicine. – 2021. – Режим доступу: <https://www.nature.com/articles/s41591-021-01336-3>

8. Morjaria P., Massie J. mHealth for eye care: what is possible? / P. Morjaria, J. Massie // Community Eye Health Journal. – 2022. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9412098/>

9. PTSD Test // МНА. – Режим доступу: <https://screening.mhanational.org/screening-tools/ptsd/>

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-614-3-2-06>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОПОНІЧНОЇ БЮЗБАГАЧЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ПРОФІЛАКТИКИ ДЕФЦИТУ МІКРОНУТРИЄНТІВ У ЛЮДИНИ

Гавенко М. М.

*студент четвертого курсу
факультету Медицини та громадського здоров'я
Міжнародний університет
м. Одеса, Україна*

Ковальчук Л. Й.

*доктор медичних наук, доцент,
професор кафедри загальномедичних наук
Міжнародний університет
м. Одеса, Україна*

Багато захворювань живих організмів, включаючи людину, часто обумовлені дисбалансом вмісту мікроелементів в організмі – як їх нестачею, так і надлишком [1, 2]. Наприклад, недолік заліза провокує розвиток анемії [3], йододефіцит може викликати порушення функціонування ендокринних залоз [4], таких як щитовидна, та багато інших проблем зі здоров'ям. У зв'язку з цим наука та медицина останніми роками активно розвивають новий напрямок, що вивчає негативні процеси в організмі людини, включаючи незворотні, що виникають через порушення балансу життєво важливих елементів [5]. Ці процеси, відомі як мікроелементози і підлягають певній класифікації [6, 7, 3, 4, 5,].

В умовах збройних конфліктів та кризових ситуацій ці проблеми набувають особливої гостроти, що зумовлює необхідність пошуку нових підходів до їхньої профілактики. Одним із найбільш перспективних

напрямів є використання гідропонних технологій вирощування біозбагаченої продукції – мікрозелені та паростків культурних рослин – як функціональних харчових продуктів із підвищеним умістом цільових мікроелементів [3, 6]. Цей підхід поєднує переваги агрономічної біофортифікації з контрольованістю умов вирощування та можливістю локалізованого виробництва в урбанізованому середовищі [3, 6].

Проведено систематичний огляд літератури (SLR) та ретроспективний аналіз літератури. Пошук здійснювався за ключовими словами: «biofortification», «microgreens», «hydroponics», «iron deficiency», «zinc deficiency», «selenium», «sprouts», «functional food», «controlled environment». Критерії включення: наявність оригінальних експериментальних або аналітичних даних, відповідність темі, дотримання принципів академічної доброчесності. До фінального аналізу включено 5 наукових статей [8].

Мікрозелень як функціональний харчовий продукт з підвищеним вмістом МН. Мікрозелень – молоді їстівні паростки, що збираються на 7–21 добу після проростання насіння, – являє собою перспективний клас функціональних харчових продуктів із надзвичайно високою харчовою цінністю. За даними Сет та інші (Seth et al. 2025), вміст поживних речовин у мікрозелені перевищує показники зрілих рослин у 30–40 разів, а мікрозелень брокколі демонструє вищий антиоксидантний потенціал порівняно з паростками [10, 11]. Одна порція різних видів мікрозелені здатна задовольнити від 2 до 12% добової потреби в залізі, 2–13% – у цинку, 1–6% – у селені, 28–116% – у вітаміні С та 28–332% – у вітаміні Е [10, 11, 12]. Мікрозелень, крім того, містить низький рівень антинутрієнтів: нітратів, оксалатів та інгібіторів трипсину (0,005 мг TIU/мг білка), що підтверджує її безпечність для регулярного споживання [11]. Принципово важливим є і питання ресурсозбереження: мікрозелень потребує на 93–95% менше часу і добрив, а також у 158–236 разів менше води, ніж зрілі рослини, для отримання еквівалентної кількості нутрієнтів [13].

Агрономічна біофортифікація мікрозелені Brassicaceae цинком та залізом. Залізо та цинк є ключовими мікроелементами, дефіцит яких охоплює понад чверть населення Землі. Дефіцит цинку під час вагітності та в ранньому дитинстві незворотно порушує фізичний розвиток, імунітет та нейрокогнітивні функції [14]. Ді Джойа (Di Gioia et al. 2019) продемонстрували, що при внесенні сульфату цинку в поживний розчин у концентраціях 5 та 10 мг·л⁻¹ у гідропонній системі вміст цинку в паростках руколи, червоної капусти та червоної гірчиці зростав на 75–281% порівняно з контролем [14, 15, 11]. Обробка розчинами сульфату заліза у концентраціях 10–20 мг·л⁻¹ збільшувала вміст заліза в пагонах від 64% (рукола) до 278% (червона капуста) [16]. Накопичення обох мікроелементів описувалося квадратичною моделлю і залежало від генотипу рослини, що свідчить про видоспецифічність відповіді на біофортифікацію. Суттєвою перевагою гідропонного підходу є можливість стандартизації концентрацій у поживному розчині та уникнення ризиків накопичення токсичних рівнів у

грунтових водах, притаманних польовим методам [16, 6, 9]. Водночас встановлено фітотоксичний поріг для заліза: концентрація 40 мг·л⁻¹ спричиняла пригнічення проростання та затримку росту в усіх досліджуваних видів [17], що потребує обережного підходу при розробці протоколів біофортificaції.

Гідропонна біофортificaція селеном. Селен є есенціальним мікроелементом для нормального функціонування серцево-судинної, ендокринної та імунної систем. Природний дефіцит Se у ґрунтах широко поширений у різних регіонах світу, і рослинна біофортificaція визнана найперспективнішою стратегією корекції цієї проблеми [18]. Дослідження Скрипник та інші (Skrypnik et al. 2024), проведене на прикладі материнки звичайної (*Origanum vulgare* L.) у гідропонних умовах, показало, що додавання селенату натрію до поживного розчину в концентраціях 2–20 мкМ не чинило негативного впливу на ріст рослин та накопичення біомаси. Коефіцієнт транслокації Se із коренів до пагонів становив 2–3, що свідчить про ефективне засвоєння елемента в їстівну частину рослини [16]. Принципово важливим результатом є те, що біозбагачення Se не лише підвищувало вміст мінерального елемента, але й стимулювало синтез вторинних метаболітів із доведеною біологічною активністю: загального вмісту фенольних сполук, флавоноїдів, розмаринової кислоти та лутеоліну-7-глюкозиду [16, 11]. При концентраціях Se 10–20 мкМ спостерігалось зростання вмісту розчинних вуглеводів на 30% та білків – на 17% [18, 7]. Аналогічна ефективність гідропонної Se-біофортificaції підтверджена для капусти кучерявої, ягнячого салату, руколи, шпинату, базиліку та кінзи [10, 13].

Хіміопрофілактичний потенціал паростків їстівних рослин. Паростки є спорідненою з мікрозеленню категорією функціональних харчових продуктів із різноманітним нутрієнтним та фітохімічним профілем. Систематичний огляд за PRISMA Грудзінська та інші (Grudzinska et al. 2023), що охопив 108 досліджень, продемонстрував значний хіміопрофілактичний потенціал паростків різних культур [19]. Зокрема, паростки брокколі (*Brassica oleracea* var. *italica*) у дослідженнях *in vitro* пригнічували проліферацію клітин колоректального раку SW480 до 15% від контролю; паростки конюшини червоної (*Trifolium pratense* L.) демонстрували IC50 14,8 мкг/мл щодо клітин MDA-MB-231 – показник категорії високої цитотоксичності [18, 19, 20]. Серед ключових біологічно активних сполук, відповідальних за ці ефекти, виокремлюють сульфурвмісні глюкозинолати та ізотіоціанати, ізофлавоноїди, антоціани, феноло-карбонові кислоти та каротиноїди [20]. У процесі пророщування насіння одночасно активується синтез фітохімікалій та знижується вміст антинутрієнтів – інгібіторів ферментів та фітинової кислоти – що суттєво підвищує біодоступність мікроелементів [18, 20]. Автори огляду наголошують, що більшість даних отримано в системах *in vitro*, а клінічні дослідження залишаються недостатніми та потребують розширення.

Технології контролюваного середовища як основа виробництва біозбагаченої продукції. Системи контролюваного середовища (Controlled Environment Ecosystem, CEE) – технологічна основа масштабного виробництва біозбагаченої мікрозелені та функціональних рослинних продуктів. Шарма та інші (Sharma et al. 2024) підкреслюють, що CEE забезпечують: економію до 80% земельних угідь та 90% водних ресурсів порівняно з традиційним землеробством; стабільне дозоване надходження мікроелементів до кореневої зони рослин; можливість виробництва в умовах урбанізованого середовища, контамінованих ґрунтів або обмежених водних ресурсів [1, 8, 11]. Контрольоване середовище уможлиблює реалізацію «пришвидщеної селекції» (speed breeding): новий генотип можна отримати за 2–3 роки замість 10–15 років у традиційних умовах, що є критично важливим для розробки нових біофортифікованих сортів [18]. Технологічний арсенал CEE охоплює гідропоніку (NFT, DFT), аеропоніку, аквапоніку та геопоніку. Застосування штучного інтелекту та алгоритмів машинного навчання для фенотипування рослин та оптимізації поживного розчину відкриває перспективи подальшої інтенсифікації виробництва нутрієнтно-цільних продуктів [18,20].

Аналіз сучасних наукових даних свідчить про значний нереалізований потенціал гідропонно вирощуваної біозбагаченої продукції у контексті профілактики МН-дефіцитів. По-перше, агрономічна гідропонна біофортифікація залізом, цинком і селеном дозволяє суттєво підвищити вміст цих МН в їстівних частинах рослин при мінімальному ризику токсичності. По-друге, мікрозелень та паростки характеризуються унікально високою харчовою цінністю, низьким вмістом антинутриєнтів та доведеними антиоксидантними і хіміопрофілактичними властивостями. По-третє, технології CEE забезпечують стандартизацію виробничих процесів та незалежність від традиційних агросередовищ, що є особливо важливим в умовах воєнних та кризових ситуацій. Водночас необхідними є подальші клінічні дослідження, присвячені оцінці біодоступності МН з біозбагаченої мікрозелені та довгостроковій безпечності її регулярного споживання.

Література:

1. Мікробіом і старіння: досягнення та перспективи дослідження / О. Ю. Кошова [та ін.] // Мікробіологічні та імунологічні дослідження в сучасній медицині : матеріали III наук.-практ. міжнар. дистанційної конф., м. Харків, 21 берез. 2025 р. – Харків : НФаУ, 2025. – С. 116–118.
2. Широбоков В.П., Янковський Д.С., Димент Г.С. Мікробіом та старіння людини (огляд літератури). Журнал Національної академії медичних наук України. 2019;25(4):
3. Мандзій З. П., Бойчук О. Г., Мигович В. В. Корекція залізодефіцитних станів у клініці внутрішніх захворювань // Медицина невідкладних станів. – 2021. – №. 17, № 3. – С. 64–70.

4. Кравченко В. І. Медичні проблеми йододefіциту та протидія йодозалежним захворюванням //Ендокринологія. – 2014. – №. 19, № 4. – С. 312.

5. Петрушина Г. О. Неорганічна хімія: «Біогенні елементи». Довідник / Г. О. Петрушина. – Дніпро: «Пороги», 2023. – 136 с. – Режим доступу : URI (Уніфікований ідентифікатор ресурсу): <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7722>

6. Кошлякова Т. О. Роль водного чинника у формуванні здоров'я споживачів підземних вод та оцінка ризиків виникнення мікроелементозів //Геологічна будова та корисні копалини України: Збірник матеріалів. – 2023. – С. 61.

7. Шумигай І.В., Єрмішев О.В. ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ МІГРАЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ТРОФІЧНОМУ ЛАНЦЮЗІ “ВОДА–ЛЮДИНА”. “Vin Smart Eco”. За науковою редакцією Мудрака О.В. Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції (15-17 травня 2025, м. Вінниця, Україна). Вінниця: ТОВ “ТВОРИ”. 2025. С. 246–248

8. Овчарик С. В. Огляд сучасних технологій вирощування салату методом гідропоніки //The 11th International scientific and practical conference “Scientific research: modern challenges and future prospects”(June 9-11, 2025). – 2025. – С. 23.

9. Історія гідропоніки. URL: <https://iua.archive.cx.ua/articles/istorija-gidroponiki-gidroponika-etc.php>

10. Sharma N. Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview / N. Sharma, S. Acharya, K. Kaushal, N. Singh, O. P. Chaurasia // Journal of Soil and Water Conservation. – 2019. – 17(4). – P. 364–371. DOI: 10.5958 / 2455-7145.2018.00056.5.

11. Seth T., Mishra G. P., Chattopadhyay A. et al. Microgreens: Functional Food for Nutrition and Dietary Diversification. *Plants*. 2025. Vol. 14, No. 4. P. 526. DOI: 10.3390/plants14040526.

12. Skrypnik L., Feduraev P., Golubkina N. et al. Selenium Improves the Nutritional and Antioxidant Properties of Oregano (*Origanum vulgare* L.) Grown in Hydroponics. *Horticulturae*. 2024. Vol. 10, No. 12. P. 1320. DOI: 10.3390/horticulturae10121320.

13. Sharma A., Hazarika M., Heisnam P. et al. Controlled Environment Ecosystem: A Cutting-Edge Technology in Speed Breeding. *ACS Omega*. 2024. DOI: 10.1021/acsomega.3c09060.

14. Pyndus T. et al. Вплив цинку на метаболічні процеси в нормі та при патології //Actual Problems of Medicine and Pharmacy. – 2021. – Т. 2. – №. 2. – С. 1–16.

15. Акімов О.Є., Кузнєцова Т.Ю., Соловійова Н.В., Міщенко А.В., Заколюдна О.Е., Соловійов В.В. Роль цинку в організмі людини та шляхи подолання його дефіциту. Актуальні проблеми сучасної медицини. Вісник Української медичної стоматологічної академії. 2023. Т. 23. № 3. С. 246–249. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.23.3.246>.

16. Di Gioia F., Petropoulos S. A., Ozores-Hampton M., Morgan K., Roskopf E. N. Zinc and Iron Agronomic Biofortification of Brassicaceae Microgreens. *Agronomy*. 2019. Vol. 9, No. 11. P. 677. DOI: 10.3390/agronomy9110677.

17. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace Elements in Soils and Plants. – 4th ed. – Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. – 548 p.

18. Пивоваров О. А. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О.М. А. Пивоваров, О. С. Ковальова, В. С. Кошулько. – Дніпро : ФОП Обдимко О.С., 2022. – 407 с. – Режим доступу : <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7380>.

19. Fahey JW, Zhang Y, Talalay P. Broccoli sprouts: An exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1997;94:10367–72. doi: 10.1073/pnas.94.19.10367

20. Нутрігеноміка : навчальний посібник / Н. В. Божко. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 337 с. ISBN 978-966-657-982-2

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-614-3-2-07>

РЕАБІЛІТАЦІЯ РЕПРОДУКТИВНОЇ ФУНКЦІЇ ЖІНОК ПІСЛЯ ОПЕРАЦІЇ КЕСАРЕВА РОЗТИНУ: ВИКЛИКИ ВІЙНИ ТА СТРАТЕГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ

Галич С. Р.

*докторка медичних наук, професорка,
завідувачка кафедри акушерства, гінекології та педіатрії
Міжнародний університет
м. Одеса, Україна*

Головатюк К. П.

*докторка медичних наук, професорка кафедри акушерства,
гінекології та педіатрії
Міжнародний університет
м. Одеса, Україна*

Кесарів розтин давно перестав бути лише методом розродження – на сучасному етапі розвитку медицини це подія, що формує подальшу репродуктивну траєкторію жінки [1]. В умовах війни цей вплив посилюється, трансформуючись із суто медичної проблеми у багатовимірний виклик, де поєднуються хірургічні, ендокринні, психоемоційні та соціальні чинники [2, 3].