

УДК 664.8:579.67:613.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2026-1-321>**Надія БУРДА***доктор фармацевтичних наук, професор, професор кафедри фармакогнозії та нутриціології, Національний фармацевтичний університет, вул. Григорія Сковороди, 53, м. Харків, Україна, 61002 (nadegdaburda@ukr.net)***ORCID:** 0000-0002-7435-5731**SCOPUS:** 57021675000**Ірина ЖУРАВЕЛЬ***доктор фармацевтичних наук, професор, професор кафедри фармакогнозії та нутриціології, Національний фармацевтичний університет, вул. Григорія Сковороди, 53, м. Харків, Україна, 61002 (iryna.zhuravel20@gmail.com)***ORCID:** 0000-0001-8092-733X**SCOPUS:** 57192073692**Олена НОВОСЕЛ***кандидат фармацевтичних наук, доцент, доцент кафедри фармакогнозії та нутриціології, Національний фармацевтичний університет, вул. Григорія Сковороди, 53, м. Харків, Україна, 61002 (lenanovosel1@ukr.net)***ORCID:** 0000-0002-6010-339X**SCOPUS:** 14325439200**Олександр ГОНЧАРОВ***кандидат фармацевтичних наук, доцент, доцент кафедри фармакогнозії та нутриціології, Національний фармацевтичний університет, вул. Григорія Сковороди, 53, м. Харків, Україна, 61002 (sg\_2008\_sg@ukr.net)***ORCID:** 0000-0002-3046-3685**SCOPUS:** 58134878100

**Бібліографічний опис статті:** Бурда Н., Журавель І., Новосел О., Гончаров О. (2026). Ферментовані продукти харчування: роль у підтримці та збереженні здоров'я людини (огляд літератури). *Фітотерапія. Часопис*, 1, 321–330, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2026-1-321>

## ФЕРМЕНТОВАНІ ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ: РОЛЬ У ПІДТРИМЦІ ТА ЗБЕРЕЖЕННІ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

**Актуальність.** Сьогодні науковці відзначають беззаперечний позитивний вплив на здоров'я людини ферментованих продуктів харчування, які є важливим складником збалансованого раціону харчування людини. Тому актуальним є проведення огляду наукових джерел щодо вивчення, а також узагальнення наявної інформації з питань нутрицевтичної спрямованості та терапевтичного потенціалу популярних у різних країнах ферментованих продуктів харчування.

**Мета дослідження** – провести аналіз та узагальнити інформацію наукових літературних джерел щодо впливу вживання ферментованих продуктів харчування на здоров'я людини.

**Матеріал і методи.** Проаналізовано джерела наукової літератури щодо нутрицевтичної спрямованості та терапевтичного потенціалу ферментованих продуктів харчування; інформацію в електронних базах Google за ключовими словами «ферментовані продукти харчування», «квашена капуста», «кімчі», «натто», «місо», «темпе», «комбуча», «кефір» та «йогурт».

**Результати дослідження.** Узагальнено опубліковані наукові результати різних учених щодо нутрицевтичної спрямованості та можливого терапевтичного потенціалу таких ферментованих продуктів харчування, як квашена капуста, кімчі, натто, місо, темпе, комбуча, кефір та йогурт.

**Висновок.** Отже, проведений літературний огляд щодо нутрицевтичної спрямованості та терапевтичного потенціалу ферментованих продуктів харчування вказує на їхній позитивний вплив на здоров'я людини. Вони дійсно можуть використовуватися під час створення збалансованих раціонів харчування, які спрямовані на підтримку та збереження здоров'я людини.

**Ключові слова:** ферментовані продукти харчування, нутрицевтична спрямованість, терапевтичний потенціал, здоров'я людини.

## **Nadiia BURDA**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Professor at the Department of Pharmacognosy and Nutriciology, National University of Pharmacy, Hryhoriia Skovorody str., 53, Kharkiv, Ukraine, 61002 (nadegdaburda@ukr.net)

**ORCID:** 0000-0002-7435-5731

**SCOPUS:** 57021675000

## **Iryna ZHURAVEL**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Professor at the Department of Pharmacognosy and Nutriciology, National University of Pharmacy, Hryhoriia Skovorody str., 53, Kharkiv, Ukraine, 61002 (iryna.zhuravel20@gmail.com)

**ORCID:** 0000-0001-8092-733X

**SCOPUS:** 57192073692

## **Olena NOVOSEL**

Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pharmacognosy and Nutriciology, National University of Pharmacy, Hryhoriia Skovorody str., 53, Kharkiv, Ukraine, 61002 (lenanovosel1@ukr.net)

**ORCID:** 0000-0002-6010-339X

**SCOPUS:** 14325439200

## **Oleksandr HONCHAROV**

Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pharmacognosy and Nutriciology, National University of Pharmacy, Hryhoriia Skovorody str., 53, Kharkiv, Ukraine, 61002 (sg\_2008\_sg@ukr.net)

**ORCID:** 0000-0002-3046-3685

**SCOPUS:** 58134878100

**To cite this article:** Burda N., Zhuravel I., Novosel O., Honcharov O. (2026). Fermentovani produkty kharchuvannia: rol u pidtrymtsi ta zberezheni zdorovia liudyny (ohliad literatury) [Fermented foods: their role in maintaining and preserving human health (literature review)]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 1, 321–330, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2026-1-321>

## **FERMENTED FOODS: THEIR ROLE IN MAINTAINING AND PRESERVING HUMAN HEALTH (LITERATURE REVIEW)**

**Actuality.** Today, scientists note the undeniable positive effect of fermented foods on human health, which are an important component of a balanced human diet.

Therefore, it is relevant to review scientific literature on the subject and summarise the available information on the nutritional properties and therapeutic potential of fermented foods that are popular in different countries.

**The aim of the study** is to analyse and summarise information from scientific literature sources on the impact of fermented food products on human health.

**Material and methods.** Scientific literature sources on the nutraceutical orientation and therapeutic potential of fermented foods were analysed. The search for information was conducted in Google electronic databases using the keywords «fermented foods», «sauerkraut», «kimchi», «natto», «miso», «tempeh», «kombucha», «kefir» and «yoghurt».

**Research results.** The scientific findings of various researchers on the nutritional value and potential therapeutic benefits of fermented foods such as sauerkraut, kimchi, natto, miso, tempeh, kombucha, kefir and yoghurt have been summarised.

**Conclusion.** Thus, a literature review on the nutraceutical orientation and therapeutic potential of fermented foods indicates their positive impact on human health. They can indeed be used in the creation of balanced diets as functional foods aimed at supporting and maintaining human health.

**Key words:** fermented foods, nutraceutical focus, therapeutic potential, human health.

**Вступ. Актуальність.** Попит на ферментовані продукти харчування, які мають збалансований профіль поживних речовин, зростає завдяки їхній здатності запобігати хронічним захворюванням, а також функціональним, харчовим та нутрицевтичним аспектам (Saeed et al., 2022).

Ферментація – це біохімічний процес, у якому мікроорганізми (бактерії, гриби, зокрема дріжджі) розщеплюють органічні сполуки, передусім цукри та крохмаль, зазвичай в анаеробних умовах, на більш прості речовини, що покращують поживні, органолептичні та технологічні власти-

вості їжі (Chilton et al., 2015; Jácome-Silva et al., 2025).

Процес ферментації може знижувати вміст анти-нутрієнтів, до яких належать лектини, оксалати, гой-трогени, фітоестрогени, фітати, таніни, у харчових продуктах (Petroski et al., 2020). Наприклад, доведено, що ферментація бобових культур призводить до значного зниження в них антинутрієнтів, зокрема фітинової кислоти (Mohamed et al., 2011; Anaemene et al., 2022). Фітинова кислота – це речовина, яка міститься у рослинних продуктах, отриманих із зернових, бобових, горіхів та насіння. Ця речовина розглядається як антинутрієнт, оскільки відомо про її здатність зв'язуватися з мінеральними сполуками (наприклад, ферум, цинк, кальцій, магній), білком, крохмалем у травному тракті та перешкоджати їх засвоєнню в організмі людини. Тому важливим є зниження антинутритивного впливу фітинової кислоти у продуктах харчування. Однак також є відомості щодо позитивних ефектів фітинової кислоти. Вона може виявляти антиоксидантну активність, знижувати ризик розвитку деяких видів раку, брати участь у підтримці здоров'я серця та лікуванні нирковокам'яної хвороби (Feizollahi et al., 2021; Nissar et al., 2011).

Міжнародна наукова асоціація з пробіотиків і пребіотиків (ISAPP) визначає ферментовані продукти як «продукти, створені шляхом контрольованого мікробного росту та ферментативного перетворення харчових компонентів» (Zonjić et al., 2025).

Численні наукові дослідження вказують на нутрицевтичну спрямованість ферментованих продуктів харчування. Вони можуть розглядатися в контексті функціональних харчових продуктів, які сприяють підвищенню якості життя людини.

Сьогодні науковці відзначають беззаперечний позитивний вплив на здоров'я людини ферментованих продуктів харчування, які є важливим складником збалансованого раціону харчування людини. Тому актуальним є проведення огляду наукових джерел щодо вивчення, а також узагальнення наявної інформації з питань нутрицевтичної спрямованості та терапевтичного потенціалу популярних у різних країнах ферментованих продуктів харчування.

**Мета дослідження** – провести аналіз та узагальнити інформацію наукових літературних джерел щодо впливу вживання ферментованих продуктів харчування на здоров'я людини.

**Матеріали та методи дослідження.** Проаналізовано наукові джерела щодо нутрицевтичної спрямованості та терапевтичного потенціалу ферментованих продуктів харчування, а також інформацію

з електронних баз Google за ключовими словами «ферментовані продукти харчування», «квашена капуста», «кімчі», «натто», «місо», «темпе», «комбуча», «кефір» та «йогурт».

**Результати дослідження та їх обговорення.** Квашені овочі, зокрема квашена капуста, є популярними продуктами харчування в багатьох країнах світу.

**Квашена капуста** – це продукт, який отримують шляхом ферментації свіжої капусти білоголової (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* (L.) Alef. var. *alba* DC). Вона може розглядатися як синбіотичний продукт харчування, що містить про-, пре- та постбіотики (Zonjić et al., 2025; Thierry et al., 2023; Palmnäs-Bédard et al., 2023).

Терапевтичний потенціал квашеної капусти полягає у тому, що вона має протипухлинні, антиоксидантні, імуностимулювальні, антимікробні та протизапальні властивості (Siddeeg et al., 2022; Gaudio et al., 2022; Zawadzki, 2023).

Були проведені дослідження щодо кількісного вмісту фенольних сполук у метанольних екстрактах, отриманих із квашеної та свіжої капусти білоголової. Установлено, що загальний вміст фенольних сполук в екстракті квашеної капусти був вищим, ніж в екстракті білоголової капусти (8,25 мг/г та 5,72 мг/г відповідно). Також загальна антиоксидантна ємність екстракту квашеної капусти була сильнішою, ніж у капусти білоголової (Ciska et al., 2005)

Ученими з Індії досліджено антимікробну активність ферментованого соку квашеної капусти проти патогенних для людини бактеріальних та грибкових штамів. Установлено, що всі тестові гриби, а саме *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus* sp. та *Candida albicans*, були високочутливими до дії соку квашеної капусти. Також чутливими до дії досліджуваного соку виявилися *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis* та *Bacillus amyloliquifaciens* (Kumar et al., 2013).

Проводяться дослідження щодо вивчення протипухлинної активності капусти, зокрема квашеної. В одному з досліджень було встановлено, що споживання квашеної капусти як у підлітковому, так і в дорослому віці було пов'язане зі значним зниженням ризику розвитку раку молочної залози у жінок (Pathak et al., 2021).

Однією з груп важливих хімічних речовин, що міститься у квашеній капусті, а також з якою пов'язують протиракові властивості, є глюкозинолати (Zawadzki, 2023; Siddeeg et al., 2022). Загалом корисний вплив квашеної капусти на здоров'я пояснюється біоактивними хімічними речовинами, зокрема отриманими під час гідролізу глюкозино-

латів (індол-3-карбінол, аскорбіген, сульфорафан та алілізотіоціанат). Протизапальні, антиоксидантні, антимікробні та імунотулювальні властивості здебільшого зумовлені високим вмістом антиоксидантів (вітаміни С, Е, фенольні сполуки, ізотіоціанати) та бактеріями, що виробляють молочну кислоту (Siddeeg et al., 2022).

Однак слід зазначити, що надмірне вживання глюкозинолатів може призвести до значного порушення секреторної функції щитоподібної залози (Zawadzki, 2023; Siddeeg et al., 2022).

Хорватськими науковцями було проведено пілотне дослідження щодо вивчення короткострокових та довгострокових наслідків уживання квашеної капусти на мікробіоту кишечника професійних спортсменів. До їхнього раціону харчування протягом 10 днів додавали 250 г квашеної капусти. Результати дослідження підтвердили, що короткострокові ефекти вживання квашеної капусти залежать від базового стану мікробіоти кишечника. Також установлено, що довгостроковий вплив уживання цього продукту харчування на склад і функцію кишкової мікробіоти залишається стійким після припинення його вживання. Окрім того, уживання квашеної капусти потребує мінімального семиденного періоду адаптації, під час якого може виникати розлад травлення. Наприклад, протягом першого тижня під час проведеного експерименту відзначалися здуття та біль у животі, але до восьмого дня у всіх учасників ці побічні ефекти зникли. Також використання квашеної капусти може викликати короткочасне зниження рівня вітаміну В<sub>12</sub> (Zonjić et al., 2025).

Щодо виникнення побічних ефектів (локальне запалення в кишечнику, діарея), то вони були відзначені і в інших дослідженнях (Raak et al., 2014).

**Кімчі** – це традиційна ферментована корейська страва, що містить кілька інгредієнтів. Зазвичай готують із пекінської капусти (*Brassica rapa* L. subsp. *pekinensis* (Lour.) Kitam.) (Kyung Kim et al., 2014; Park et al., 2024). До страви також додають інші інгредієнти, такі як часник, імбир, порошок червоного перцю тощо, які також мають позитивний вплив на здоров'я людини (Park et al., 2014). Під час ферментації кімчі беруть участь багато бактерій, але молочнокислі бактерії є домінуючими (Park et al., 2014).

Нутрицевтична спрямованість кімчі полягає у тому, що цей продукт виявляє пробіотичні, протиракові, антидіабетичні та антиоксидантні властивості, його використовують при ожирінні, закрепах, він знижує рівень холестерину, сприяє підтримці здоров'я мозку, а також зміцнює імунітет (Park et al., 2014).

Проведені дослідження щодо вивчення антиоксидантного потенціалу кімчі (Kyung Kim et al., 2014; Park et al., 2024). Установлено, що біологічно активні речовини кімчі відіграють захисну роль проти оксидативного стресу, викликаного вільними радикалами. Такі результати дали змогу зробити висновок про те, що кімчі є перспективним функціональним продуктом харчування з антиоксидантною дією. Також доведено, що ферментація кімчі призводить до підвищення антиоксидантної активності (Kyung Kim et al., 2014).

У іншому дослідженні зроблено висновок, що антиоксидантна активність кімчі, ймовірно, залежить від основних інгредієнтів, а також терміну ферментації (Park et al., 2024).

Також було проведено дослідження впливу кімчі на клітини раку товстої кишки людини HT-29. У результаті експерименту встановлено, що кімчі, приготувана з органічних інгредієнтів та заквасок молочнокислих бактерій, ефективно проявляла найкращу антиоксидантну активність та пригнічувала проліферацію ракових клітин HT-29, сприяючи апоптозу та зупинці клітинного циклу.

Популярними в багатьох країнах світу є страви з ферментованого насіння сої. Насіння сої та їхні ферментовані продукти містять різноманітні функціональні компоненти, включаючи соєві білки та ізофлавоноїди, які мають терапевтичний потенціал (Jayachandran et al., 2019).

**Натто** – традиційний східно-азіатський, зокрема японський, ферментований продукт, одержаний із насіння сої (*Glycine max* (L.) Merrill.) (Wang et al., 2023; Wua et al., 2024).

Натто багатий на різноманітні амінокислоти, вітаміни, білки та активні ферменти (Wang et al., 2023). Серед вітамінів містяться В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, Е та К. Слід зазначити, що за даними іноземних науковців, вміст вітамінів групи В та Е вищий, аніж у неферментованому насінні сої. Наприклад, вміст вітаміну В<sub>2</sub> більше ніж у шість разів перевищує вміст у нативному насінні сої (Xu et al., 2016).

Серед ферментів на особливу увагу заслуговує наттокіназа, що продукується бактерією *Bacillus subtilis* під час ферментації. Наттокіназа відома своєю потужною фібринолітичною активністю, що безпосередньо розчиняє фібринові згустки крові та посилює природний тромболізис організму (Wua et al., 2024). Також цей фермент проявляє протизапальну активність, чинить позитивний вплив на серцево-судинні захворювання шляхом зниження артеріального тиску, ефективно контролює прогресування атеросклерозу та гіперліпідемію без будь-

яких побічних ефектів (Wua et al., 2024; Chen et al., 2022). Окрім того, науковці відзначають позитивний терапевтичний ефект наттокінази при нейродегенеративних захворюваннях, зокрема хворобі Альцгеймера, а також при онкологічних захворюваннях (Wua et al., 2024). Натто також може використовуватися для профілактики остеопорозу (Wang et al., 2023). Це може пояснюватися тим, що під час ферментації бактерії виробляють вітамін  $K_2$ , тому натто містить його у великій кількості. Цей вітамін необхідний для утворення остеокальцину, який зв'язує кальцій, тим самим підвищуючи щільність кісток та запобігаючи переломам (Fujita et al., 2012; Akane et al., 2020; Wang et al., 2023). Експериментально встановлено, що ізофлавоноїди натто, зокрема геністеїн, можуть запобігати розвитку та лікувати остеопороз, спричинений нестачею естрогену (Zhu et al., 2005; Wang et al., 2023).

Відомо, що флавоноїди в насінні сої зазвичай існують у формі неактивних глікозидів, які можуть проявляти біологічну активність лише за вивільнення ізофлавонового аглікону  $\beta$ -глюкозидазою. За даними експериментів, доведено взаємозв'язок між активністю  $\beta$ -глюкозидази, експресією генів, які кодують  $\beta$ -глюкозидазу, а також умістом і структурою активних ізофлавоноїдів. Також встановлено, що кількісний уміст активних ізофлавоноїдів у натто може бути більшим у 2,2 рази порівняно з нативним сировим насінням (Li et al., 2021).

**Місо** – це традиційна японська ферментована паста з насіння сої (або суміші насіння з рисом, ячменем, пшеницею або вівсом) із сіллю. Цю пасту використовують як основу для супів, соусів та приправ, надаючи стравам насичений солоний смак умамі. Процес ферментації відбувається за допомогою *Aspergillus oryzae* (коджі) протягом кількох місяців або років, що зумовлює різноманітність кольорів (від світлого до темно-коричневого), смаків та текстур місо (Saeed et al., 2022; Watanabe, 2013).

Місо можна використовувати для приготування бульйону, супів та рагу. Традиційно вважається, що ця паста має корисні для здоров'я властивості, знімає втому, регулює функції кишечника, сприяє травленню, захищає від утворення виразки шлунка, знижує рівень холестерину та артеріальний тиск, а також запобігає розвитку раку (Watanabe, 2013).

Наукові дані вказують на терапевтичні властивості місо. Дослідження, проведене в Японії, виявило, що люди, які щодня вживають місо-суп, мають нижчий ризик раку шлунка та серцевих захворювань (Yamamoto et al., 2003; Saeed et al., 2022). Місо виявляє протидіабетичні, антиоксидантні, протиза-

пальні, протиракові та антигіпертензивні властивості (Jayachandran et al., 2019; Saeed et al., 2022).

Були проведені дослідження щодо терапевтичного потенціалу 180-денної ферментованої пасти місо. Встановлено, що вона гальмувала розвиток раку товстої кишки у щурів F344, а також була ефективною у пригніченні пухлин легень та молочної залози у щурів і пухлин печінки у мишей. Окрім того, артеріальний тиск у щурів, які вживали місо (містить 2,3% натрію хлориду), був таким самим стабільним, як і у щурів, яких годували кормом, що містить 0,3% солі (Watanabe, 2013). Також проводяться дослідження щодо підтвердження радіаційно-захисного ефекту місо (Watanabe, 2013).

Ученими з Греції встановлено, що біофункціональний соус типу місо, збагачений каротиноїдами, може мати профілактичну роль у хронічному дисметаболізмі та оксидативному стресі (Papagianni et al., 2025).

**Темпе** – це традиційний індонезійський продукт із насіння сої, ферментованого *Rhizopus microsporus* (Varus et al., 2019).

Цей продукт містить білки, незамінні жирні кислоти, фенольні сполуки, зокрема ізофлавоноїди, вітаміни та мінерали (Ratnaningsih et al., 2025; Varus et al., 2019). Процес ферментації підвищує біодоступність його поживних речовин, що позитивно впливає на нутрицевтичну спрямованість цього продукту харчування, зокрема покращує травлення, діяльність серцево-судинної системи, а також виявляє потенційні протиракові властивості (Ratnaningsih et al., 2025).

Індонезійськими вченими виявлено, що на інтенсивність антиоксидантної активності темпе впливають штами мікроорганізмів, які беруть участь у ферментації, та тривалість ферментації (Varus et al., 2019).

Темпе також розглядається як перспективний функціональний продукт, що призначений для профілактики та лікування раку молочної залози. Таку активність пов'язують із наявністю в продукті біоактивних пептидів та ізофлавоноїдів, які проявляють потенційні протиракові властивості, діючи як антиоксиданти, індукуючи апоптоз та пригнічуючи проліферацію ракових клітин. Тому було проведено дослідження *in silico* та *in vitro* щодо вивчення антиоксидантних та протиракових властивостей ізофлавоноїдів, отриманих із темпе. Такі ізофлавоноїди, як даїдзеїн та геністеїн, продемонстрували потенційні терапевтичні можливості для лікування раку молочної залози та як антиоксидантні агенти. Попередні результати вказують на сприятливий потенціал темпе у лікуванні раку молочної залози (Nurkolis et al., 2024).

Також проводяться дослідження щодо порівняння традиційного соєвого темпе та темпе, отриманого з насіння інших рослин родини бобових, а саме *Lupinus mutabilis* Sweet та *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek. Насіння цих рослин демонструє кращі поживні характеристики порівняно із соєвим темпе (Górska et al., 2025).

Окрім того, встановлено, що ферментація послідовно досягає істотного зниження антинутриєнтних факторів, зокрема інгібіторів трипсину на 64–67% і фітатів до 65% (Górska et al., 2025).

Також серед ферментованих продуктів харчування важливе місце займають ферментовані напої.

**Комбуча** – це традиційний напій, який виготовляється шляхом ферментації підсолодженого чаю із симбіотичною культурою бактерій та дріжджів (SCOBY) (Su et al., 2023; Bayliak et al., 2023). Традиційна комбуча має позитивний вплив на здоров'я людини, зокрема підвищує імунітет (Su et al., 2023). Цей напій містить поліфеноли та інші сполуки з антиоксидантною активністю, що доповнює лікування хронічних захворювань, спричинених оксидативним стресом, а також він має антимикробні, антиканцерогенні та антидіабетичні властивості (Mihai et al., 2024).

Також проводяться дослідження щодо вивчення нових чайних субстратів для отримання комбучі, наприклад еквадорський чай орчата. Узагалі термін «орчата» використовується для опису різноманітних солодких напоїв, які мають схожі виробничі процеси та різні інгредієнти (різні комбінації зернових, мелених горіхів, спецій, лікарських рослин тощо) залежно від країни походження. У цьому дослідженні використовували орчату, що походить з міста Лоха (південь Еквадору), де її виготовляють як традиційний напій, до складу якого входить рослинна сировина різних рослин, зокрема *Aerva sanguinolenta* (L.) Blume, *Aloysia triphylla* Royle, *Aloysia citrodora* Paláu, *Ocimum basilicum* L., *Melissa officinalis* L., *Mentha × piperita* L., *Borago officinalis* L., *Malva sylvestris* L., *Matricaria chamomilla* L., *Plantago major* L., *Nasturtium officinale* W.T. Aiton, *Equisetum arvense* L., *Soliva sessilis* Ruiz & Pav., *Sanguisorba minor* Scop., *Linum usitatissimum* L., *Amaranthus already* Kunth тощо. Однак порівняно з чорним та зеленим чаєм як субстратами для комбучі орчата містить менше фенольних сполук і проявляє дещо нижчу антиоксидантну активність. Але комбуча з орчати за солодкістю та ароматом може бути популярним напоєм і користуватися попитом у багатьох країнах світу (Mihai et al., 2024).

В іншому дослідженні субстратом для комбучі була рослинна сировина *Equisetum arvense* L., *Tilia*

*cordata* Mill., *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert, *Urtica dioica* L., *Hypericum perforatum* L. та *Lemna minor* L. Установлено, що проаналізована сировина виявилася хорошим субстратом для виробництва комбучі, що містить низку як антибактеріальних, так і антиоксидантних сполук. Однак найкращу здатність поглинати вільні гідроксильні радикали, демонструючи високу антиоксидантну та антибіотичну активність, мав ферментований напій на основі ряски (Drozd-Afelt et al., 2024).

Кисломолочні продукти, зокрема кефір, є традиційними ферментованими харчовими продуктами, нутрицевтична спрямованість яких давно відома.

**Кефір** – це кисломолочний напій, отриманий шляхом ферментації молока з використанням кефірних грибків (спеціальних колоній бактерій і дріжджів) (Azizi et al., 2021). Переважаючими бактеріальними родами є *Lactobacillus* та *Lactococcus*, тоді як *Saccharomyces* та *Kluyveromyces* представляють домінуючі дріжджі (Kurniawan et al., 2025).

Цей напій має низку нутрицевтичних переваг, зокрема протизапальний, антиоксидантний, протиракровий, антимикробний, антидіабетичний, антигіпертензивний, гіпохолестеринемічний, імуномодулювальний, протиалергічний та протиартритний ефекти, а також покращує роботу шлунково-кишкового тракту (Azizi et al., 2021; Kurniawan et al., 2025). Ці властивості підкреслюють потенціал кефіру як перспективного функціонального продукту харчування з нутрицевтичним застосуванням (Kurniawan et al., 2025). Окрім того, відомо, що кефір можна адаптувати до різних субстратів. Наприклад, немолочний кефір, який є напоєм, котрий виготовлений шляхом ферментації кефірних зерен (симбіотична матриця бактерій і дріжджів) із цукровим розчином, де розчин коричневого цукру є основним альтернативним субстратом, що використовується для ферментації кефіру. Також придатними альтернативними субстратами для немолочної адаптації виробництва кефіру є фруктові та овочеві соки, зокрема яблук, ананасів, винограду, айви, ківі, груші, граната, дині, полуниці, помідорів, кокосів, імбиру, цибулі, сої, фенхелю, моркви, а також патока з цукрової тростини або мед. Ці адаптації дають змогу одержувати нові функціональні напої для використання людьми, які не вживають молочні продукти, зокрема веганами (Azizi et al., 2021).

**Йогурт** – це кисломолочний продукт, який отриманий шляхом ферментації молочнокислими бактеріями *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* (Nguyen et al., 2016). Йогурт є джерелом біоактивних пептидів з антиоксидантною актив-

ністю, що утворюються під час ферментації. Пробиотичні бактерії позитивно впливають на функцію кишечника, а також знижують всмоктування холестерину та артеріальний тиск (Nguyen et al., 2016).

Проведені дослідження стосовно вивчення антиоксидантної активності йогурту з додаванням соку *Aronia melanocarpa* Elliot. Установлено, що антиоксидантна активність цього йогурту була значно вищою, ніж у контрольного зразка, та збільшувалася пропорційно з концентрацією соку аронії (Nguyen et al., 2016).

Також було проведено експеримент щодо вивчення йогурту з додаванням екстракту *Origanum vulgare* L.. Додавання екстракту материнки значно посилює проліферацію *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus bulgaricus* у молоці, збільшило загальну протеолітичну активність, прискорило підкислення та утворення згустку, а також посилює антиоксидантні та антимікробні властивості йогурту. Окрім того, додавання цього інгредієнту призвело до більшого продукування молочної кислоти та відповідного зниження вмісту лактози (Danielyan et al., 2025).

**Висновки.** Отже, проведений літературний огляд щодо нутрицевтичної спрямованості та терапевтичного потенціалу ферментованих продуктів харчування вказує на їхній позитивний вплив на здоров'я людини. Вони дійсно можуть використовуватися під час створення збалансованих раціонів харчування як функціональні харчові продукти, які спрямовані на підтримку та збереження здоров'я людини. Окрім того, терапевтичний потенціал розглянутих у цій статті продуктів дає змогу розглядати їх у контексті лікувального харчування.

Однак слід зазначити, що дуже важливими також є кількість, тривалість споживання ферментованих продуктів, а також індивідуальні потреби та стан здоров'я людини.

Тому для персоналізованого розроблення раціону харчування з коректним упровадженням ферментованих продуктів харчування, за потреби, необхідно долучати фахівців, зокрема лікарів, дієтологів та нутриціологів.

## ЛІТЕРАТУРА

- Nissar J. et al. A review phytic acid: As antinutrient or nutraceutical. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017. Vol. 6(6). P. 1554–1560.
- Anaemene D., Fadupin G. Anti-nutrient reduction and nutrient retention capacity of fermentation, germination and combined germination-fermentation in legume processing. *Applied Food Research*. 2022. Vol. 2, issue 1. Art. 100059. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100059>
- Kim B. K. et al. Antioxidative effects of Kimchi under different fermentation stage on radical-induced oxidative stress. *Nutrition Research and Practice*. 2014. Vol. 8(6). P. 638–643. DOI: <https://doi.org/10.4162/nrp.2014.8.6.638>
- Fujita Y. et al. Association between vitamin K intake from fermented soybeans, natto, and bone mineral density in elderly Japanese men: The Fujiwara-kyo osteoporosis risk in men (Formen) study. *Osteoporosis International*. 2012. Vol. 23(2). P. 705–714. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00198-011-1594-1>
- Bayliak M., Abrat O., Vorochylo K. The Content of Biologically Active Substances and Total Antioxidant Activity of Black Tea Drinks and Decoctions of Medicinal Plants Fermented with Kombucha. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. Biology*. 2023. Vol. 10. P. 20–33. DOI: <https://doi.org/10.15330/jpnubio.10.20-33>
- Park H. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity in three types of Korean watery kimchi. *Applied Biological Chemistry*. 2024. Vol. 67(5). DOI: <https://doi.org/10.1186/s13765-023-00855-6>
- Pathak D. R. et al. Cabbage and Sauerkraut Consumption in Adolescence and Adulthood and Breast Cancer Risk among US-Resident Polish Migrant Women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18(20). Art. 10795. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph182010795>
- Palmnäs-Bédard M. et al. Characterization of the Bacterial Composition of 47 Fermented Foods in Sweden. *Foods*. 2023. Vol. 12. Art. 3827. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12203827>
- Chilton S. N., Burton J. P., Reid G. Inclusion of fermented foods in food guides around the world. *Nutrients*. 2015. Vol. 7. P. 390–404. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu7010390>
- Ciska E., Karamaë M., Kosińska A. Antioxidant activity of extracts of white cabbage and sauerkraut. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2005. Vol. 14/55, № 4. P. 367–373.
- Mohamed R. K. et al. Effect of legume processing treatments individually or in combination on their phytic acid content. *African Journal of Food Science and Technology*. 2011. Vol. 2(2). P. 036–046.
- Chen H. et al. Effective management of atherosclerosis progress and hyperlipidemia with nattokinase: a clinical study with 1062 participants. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2022. Vol. 9. Art. 964977. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.964977>
- Kumar P. R. et al. Fermented sauerkraut juice as antimicrobial agent: an in vitro study. *International Research Journal of Pharmacy*. 2013. Vol. 4(12). P. 46–49. DOI: <https://doi.org/10.7897/2230-8407.041210>
- Górska K., Pejcz E., Harasym J. Tempeh and Fermentation – Innovative Substrates in a Classical Microbial Process. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15(16). Art. 8888. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15168888>
- Park K.-Y. et al. Health Benefits of Kimchi (Korean Fermented Vegetables) as a Probiotic Food. *Journal of Medicinal Food*. 2014. Vol. 17(1). P. 6–20. DOI: <https://doi.org/10.1089/jmf.2013.3083>

- Drozd-Afelt J. et al. Herbal kombucha – composition, antioxidant and antibiotic properties. *Authorea*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.22541/au.172115242.27524663/v1>
- Ratnaningsih R. et al. History, manufacture, nutritional content, bioactive compounds, and health benefits of tempeh and tofu as alternative protein in Indonesia: a review. *Australian Journal of Crop Science*. 2025. Vol. 19(07). P. 839–852. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.25.19.07.p381>
- Lee Y.-J. et al. Increased Anticancer Activity of Organic Kimchi with Starters Demonstrated in HT-29 Cancer Cells. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13(11). Art. 6654. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13116654>
- Jácome-Silva L. G. et al. Influence of the Type of Sauerkraut Fermentation with Probiotics Strains on Folate Content, Antioxidant Activity and Sensory Analysis. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15(18). Art. 9934. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15189934>
- Jayachandran M., Xu B. An insight into the health benefits of fermented soy products. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 271. P. 362–371. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.158>
- Azizi N. F. et al. Kefir and Its Biological Activities. *Foods*. 2021. Vol. 10(6). Art. 1210. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10061210>
- Kurniawan, Milanda T., Kusuma S. A. F. Kefir as a functional probiotic: microbial composition and health effects. *Frontiers in Food Science and Technology*. 2025. Vol. 5. DOI: <https://doi.org/10.3389/frfst.2025.1725280>
- Nurkolis F. et al. Mechanism of Action of Isoflavone Derived from Soy-Based Tempeh as an Antioxidant and Breast Cancer Inhibitor via Potential Upregulation of miR-7-5p: A Multimodal Analysis Integrating Pharmacoinformatics and Cellular Studies. *Antioxidants*. 2024. Vol. 13(6). Art. 632. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox13060632>
- Gaudio G. et al. Microbial and metabolic characterization of organic artisanal sauerkraut fermentation and study of gut health-promoting properties of sauerkraut brine. *Frontiers in Microbiology*. 2022. Vol. 13. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.929738>
- Thierry A. et al. Microbial communities of a variety of 75 homemade fermented vegetables. *Frontiers in Microbiology*. 2023. Vol. 14. Art. 1323424. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1323424>
- Mihai R. A., Nelson S. C.-I., Catana R. D. Biological Activity and Phenolic Content of Kombucha Beverages under the Influence of Different Tea Extract Substrates. *Fermentation*. 2024. Vol. 10(7). Art. 338. DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation10070338>
- Saeed F. et al. Miso: A traditional nutritious & health-endorsing fermented product. *Food Science & Nutrition*. 2022. Vol. 10(12). P. 4103–4111. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.3029>
- Akane K. et al. Natto intake is inversely associated with osteoporotic fracture risk in postmenopausal Japanese women. *The Journal of Nutrition*. 2020. Vol. 150(3). P. 599–605. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/nxz292>
- Wang C. et al. Natto: A medicinal and edible food with health function. *Chinese Herbal Medicines*. 2023. Vol. 15(3). P. 349–359. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2023.02.005>
- Wua H. et al. Nattokinase as a functional food ingredient: therapeutic applications and mechanisms in age-related diseases. *Food Science and Human Wellness*. 2024. Vol. 13, issue 5. P. 2401–2409. DOI: <https://doi.org/10.26599/FSHW.2022.9250198>
- Nguyen L., Hwang E.-S. Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Yogurt Supplemented with Aronia (*Aronia melanocarpa*) Juice. *Preventive Nutrition and Food Science*. 2016. Vol. 21(4). P. 330–337. DOI: <https://doi.org/10.3746/pnf.2016.21.4.330>
- Papagianni O. I., Dimou C., Koutelidakis A. E. Biofunctional Miso-Type Sauce Enhanced with Biocarotenoids: How Does Its Habitual Consumption Affect Lipidemic, Glycemic, and Oxidative Stress Markers? A Pilot Cross-Over Clinical Study. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15(11). Art. 5962. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15115962>
- Petroski W., Minich D. M. Is There Such a Thing as «Anti-Nutrients»? A Narrative Review of Perceived Problematic Plant Compounds. *Nutrients*. 2020. Vol. 12(10). Art. 2929. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12102929>
- Siddeeg A. et al. Recent updates and perspectives of fermented healthy super food sauerkraut: a review. *International Journal of Food Properties*. 2022. Vol. 25, issue 1. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2135531>
- Raak C. et al. Regular Consumption of Sauerkraut and Its Effect on Human Health: A Bibliometric Analysis. *Global Advances in Health and Medicine*. 2014. Vol. 3(6). P. 12–18. DOI: <https://doi.org/10.7453/gahmj.2014.038>
- Su J. et al. Research progress on alternative kombucha substrate transformation and the resulting active components. *Frontiers in Microbiology*. 2023. Vol. 14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1254014>
- Feizollahi E. et al. Review of the beneficial and anti-nutritional qualities of phytic acid, and procedures for removing it from food products. *Food Research International*. 2021. Vol. 143. Art. 110284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110284>
- Yamamoto S. et al. Soy, isoflavones, and breast cancer risk in Japan. *Journal of the National Cancer Institute*. 2003. Vol. 95(12). P. 906–913. DOI: <https://doi.org/10.1093/jnci/95.12.906>
- Barus T. et al. Tempeh Antioxidant Activity using DPPH Method: Effects of Fermentation, Processing, and Microorganisms. *Journal of Food Engineering and Technology*. 2019. Vol. 8(2). P. 75–80. DOI: <https://doi.org/10.32732/jfet.2019.8.2.75>
- Li C. et al. The expression of  $\beta$ -glucosidase during natto fermentation increased the active isoflavone content. *Food Bioscience*. 2021. Vol. 43. Art. 101286. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101286>
- Zonjić J. et al. The Short- and Long-Term Effects of a Short Course of Sauerkraut Supplementation on the Gut Microbiota of Active Athletes: A Pilot Follow-Up Study. *Nutrients*. 2025. Vol. 17(5). Art. 929. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu17050929>
- Danielyan L. V. et al. Transforming ordinary yogurt into functional yogurt using low doses of ethanolic extract of *Origanum vulgare* L. *Functional Food Science*. 2025. Vol. 5(8). P. 378–392. DOI: <https://doi.org/10.31989/ffs.v5i8.1725>
- Watanabe H. Beneficial Biological Effects of Miso with Reference to Radiation Injury, Cancer and Hypertension. *Journal of Toxicologic Pathology*. 2013. Vol. 26(2). P. 91–103. DOI: <https://doi.org/10.1293/tox.26.91>
- Xu L., Cai W. X., Xu B. J. A systematic assessment on vitamins (B2, B12) and GABA profiles in fermented soy products marketed in China. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2016. Vol. 41(5). Art. e13126. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13126>
- Zawadzki M. The Influence of the Production Process Management on the Health-Promoting Properties of Sauerkraut. *Scientific Journal of Gdynia Maritime University*. 2023. № 126/23. P. 74–87. DOI: <https://doi.org/10.26408/126.06>
- Zhu X. H., Wang D. L., Su J. Study on natto isoflavone and its prevention and treatment of osteoporosis. *Biotechnology*. 2005. Vol. 4. P. 93–95.

## REFERENCES

- Akane, K., Satoyo, I., Kuniyasu, K., Etsuko, K., Yuho, S., Katsuyasu, K., Junko, T., Sadanobu, K., Masayuki, I. (2020). Natto intake is inversely associated with osteoporotic fracture risk in postmenopausal Japanese women. *The Journal of Nutrition*, 150(3), 599–605. DOI: 10.1093/jn/nxz292
- Anaemene, D., Fadupin, G. (2022). Anti-nutrient reduction and nutrient retention capacity of fermentation, germination and combined germination-fermentation in legume processing. *Applied Food Research*, 2, 1, 100059. DOI: 10.1016/j.afres.2022.100059
- Azizi, N. F., Kumar, M. R., Yeap, S. K., Abdullah, J. O., Khalid, M., Omar, A. R., Osman, M. A., Mortadza, S. A. S., Alitheen, N. B. (2021). Kefir and Its Biological Activities. *Foods*, 10(6), 1210. DOI: 10.3390/foods10061210
- Barus, T., Titorsole, N. N., Mulyono, N., Prasasty, V. D. (2019). Tempeh Antioxidant Activity using DPPH Method: Effects of Fermentation, Processing, and Microorganisms. *Journal of Food Engineering and Technology*, 8(2), 75–80. DOI: 10.32732/jfet.2019.8.2.75
- Bayliak, M., Abrat, O., Vorochoylo, K. (2023). The Content of Biologically Active Substances and Total Antioxidant Activity of Black Tea Drinks and Decoctions of Medicinal Plants Fermented with Kombucha. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. Biology*, 10, 20–33. DOI: 10.15330/jpubio.10.20-33
- Chen, H., Chen, J., Zhang, F., Li, Y., Wang, R., Zheng, Q., Zhang, X., Zeng, J., Xu, F., Lin, Y. (2022). Effective management of atherosclerosis progress and hyperlipidemia with nattokinase: a clinical study with 1062 participants. *Front. Cardiovasc. Med.*, 9, 964977. DOI: 10.3389/fcvm.2022.964977
- Chilton, S. N., Burton, J. P.; Reid, G. (2015). Inclusion of fermented foods in food guides around the world. *Nutrients*, 7, 390–404. DOI: 10.3390/nu7010390
- Ciska, E., Karamaa, M., Kosińska, A. (2005). Antioxidant activity of extracts of white cabbage and sauerkraut. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 14/55, 4, 367–373.
- Danielyan, L. V., Barseghyan, A. H., Melkumyan, I. E., Mnatsakanyan, N. G., Khachanyan, M. G., Harutyunyan, M. H., Hovhannisyan, H. G. (2025). Transforming ordinary yogurt into functional yogurt using low doses of ethanolic extract of *Origanum vulgare* L. *Functional Food Science*, 5(8), 378–392. DOI: 10.31989/ffs.v5i8.1725
- Drozd-Afelt, J., Koim-Puchowska, B., Malecka-Adamowicz, M., Mikulski, D. (2024). Herbal kombucha – composition, antioxidant and antibiotic properties. *Authorea*. 2024. DOI: 10.22541/au.172115242.27524663/v1
- Feizollahi, E., Mirmahdi, R. S., Zoghi, A., Zijlstra, R. T., Roopesh, M. S., Vasanthan, T. (2021). Review of the beneficial and anti-nutritional qualities of phytic acid, and procedures for removing it from food products. *Food Research International*, 143, 110284. DOI: 10.1016/j.foodres.2021.110284
- Fujita, Y., Iki, M., Tamaki, J., Kouda, K., Yura, A., Kadowaki, E., Sato, Y., Moon, J.-S., Tomioka, K., Okamoto, N., Kurumatani, N. (2012). Association between vitamin K intake from fermented soybeans, natto, and bone mineral density in elderly Japanese men: The Fujiwara-kyo osteoporosis risk in men (Formen) study. *Osteoporosis International*, 23(2), 705–714. DOI: 10.1007/s00198-011-1594-1
- Gaudio, G., Weil, T., Marzorati, G., Solovyev, P., Bontempo, L., Franciosi, E., Bertoldi, L., Pedrolli, C., Tuohy, K. M., Fava, F. (2022). Microbial and metabolic characterization of organic artisanal sauerkraut fermentation and study of gut health-promoting properties of sauerkraut brine. *Front. Microbiol., Sec. Food Microbiology*, 13. DOI: 10.3389/fmicb.2022.929738
- Górska, K., Pejcz, E., Harasym, J. (2025). Tempeh and Fermentation – Innovative Substrates in a Classical Microbial Process. *Appl. Sci.*, 15(16), 8888. DOI: 10.3390/app15168888
- Jácome-Silva, L. G., Marín-Iniesta, F., Tortosa-Díaz, L., Planes-Muñoz, D., López-Nicolas, R. (2025). Influence of the Type of Sauerkraut Fermentation with Probiotics Strains on Folate Content, Antioxidant Activity and Sensory Analysis. *Appl. Sci.*, 15(18), 9934. DOI: 10.3390/app15189934
- Jayachandran, M., Xu, B. (2019). An insight into the health benefits of fermented soy products. *Food Chemistry*, 271, 362–371. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.07.158
- Kim, B. K., Choi, J. M., Kang, S. A., Park, K. Y., Cho, E. J. (2014). Antioxidative effects of Kimchi under different fermentation stage on radical-induced oxidative stress. *Nutr Res Pract.*, 8(6), 638–643. DOI: 10.4162/nrp.2014.8.6.638
- Kumar, P. R., Amandeep, K., Neha, K., Pranay, J. (2013). Fermented sauerkraut juice as antimicrobial agent: an *in vitro* study. *Int. Res. J. Pharm.*, 4 (12), 46–49. DOI: 10.7897/2230-8407.041210
- Kurniawan, Milanda, T., Kusuma, S. A. F. Kefir as a functional probiotic: microbial composition and health effects. *Front. Food Sci. Technol, Sec. Food Biotechnology*, 5. DOI: 10.3389/frfst.2025.1725280
- Lee, Y.-J., Pan, Y., Kwack, K.-B., Chung, J.H., Park, K.-Y. (2023). Increased Anticancer Activity of Organic Kimchi with Starters Demonstrated in HT-29 Cancer Cells. *Appl. Sci.*, 13(11), 6654. DOI: 10.3390/app13116654
- Li, C., Xu, T., Liu, X. W., Wang, X., Xia, T. (2021). The expression of  $\beta$ -glucosidase during natto fermentation increased the active isoflavone content. *Food Bioscience*, 43, 101286. DOI: 10.1016/j.fbio.2021.101286
- Mihai, R. A., Cubi-Insuaste, N. S., Catana, R. D. (2024). Biological Activity and Phenolic Content of Kombucha Beverages under the Influence of Different Tea Extract Substrates. *Fermentation*, 10(7), 338. DOI: 10.3390/fermentation10070338
- Mohamed, K. R., Abou- Arab, E. A., Gibriel, A. Y., Rasmy, N. M. H., Abu-Salem, F. M. (2011). Effect of legume processing treatments individually or in combination on their phytic acid content. *African Journal of Food Science and Technology*, 2(2), 036–046.
- Nguyen, L., Hwang, E.-S. (2016). Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Yogurt Supplemented with Aronia (*Aronia melanocarpa*) Juice. *Prev Nutr Food Sci.*, 21(4), 330–337. DOI: 10.3746/pnf.2016.21.4.330
- Nissar, J., Ahad, T., Naik, H. R., Hussain, S. Z. (2017). A review phytic acid: As antinutrient or nutraceutical. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), 1554–1560.
- Nurkolis, F., Taslim, N. A., Lee, D., Park, M. N., Moon, S., Hardinsyah, H., Tjandrawinata, R. R., Mayulu, N., Astawan, M., Tal- lei, T. E., Kim, B. (2024). Mechanism of Action of Isoflavone Derived from Soy-Based Tempeh as an Antioxidant and Breast Cancer Inhibitor via Potential Upregulation of miR-7-5p: A Multimodal Analysis Integrating Pharmacoinformatics and Cellular Studies. *Antioxidants (Basel)*, 13(6), 632. DOI: 10.3390/antiox13060632

- Palmnäs-Bédard, M., de Santa Izabel, A., Dicksved, J., Landberg, R. (2023). Characterization of the Bacterial Composition of 47 Fermented Foods in Sweden. *Foods*, 12, 3827. DOI: 10.3390/foods12203827
- Papagianni, O. I., Dimou, C., Koutelidakis, A. E. (2025). Biofunctional Miso-Type Sauce Enhanced with Biocarotenoids: How Does Its Habitual Consumption Affect Lipidemic, Glycemic, and Oxidative Stress Markers? A Pilot Cross-Over Clinical Study. *Appl. Sci.*, 15(11), 5962. DOI: 10.3390/app15115962
- Park, H., Kim, S., Kim, J., Lee, K. J., Moon, B. K. (2024). Bioactive compounds and antioxidant activity in three types of Korean watery kimchi. *Appl Biol Chem*, 67, 5. DOI: 10.1186/s13765-023-00855-6
- Park, K.-Y., Jeong, J.-K., Lee, Y.-E., Daily III, J. W. (2014). Health Benefits of Kimchi (Korean Fermented Vegetables) as a Probiotic Food. *J Med Food*, 17 (1), 6–20. DOI: 10.1089/jmf.2013.3083
- Pathak, D. R., Stein, A. D., He, J.-P., Noel, M. M., Hembroff, L., Nelson, D. A., Vigneau, F., Shen, T., Scott, L. J., Charzewska, J., Wajszczyk, B., Clark, K., Rybaczyk, L. A., Pathak, B. A., Błaszczak, D., Bankowski, A., Willett, W. C. (2021). Cabbage and Sauerkraut Consumption in Adolescence and Adulthood and Breast Cancer Risk among US-Resident Polish Migrant Women. *Int J Environ Res Public Health*, 18(20), 10795. DOI: 10.3390/ijerph182010795
- Petroski, W., Minich, D.M. (2020). Is There Such a Thing as «Anti-Nutrients»? A Narrative Review of Perceived Problematic Plant Compounds. *Nutrients*, 12(10), 2929. DOI: 10.3390/nu12102929
- Raak, C., Ostermann, T., Boehm, K., Molsberger, F. (2014). Regular Consumption of Sauerkraut and Its Effect on Human Health: A Bibliometric Analysis. *Glob Adv Health Med*, 3(6), 12–18. DOI: 10.7453/gahmj.2014.038
- Ratnaningsih, R., Kusumawaty, N., Iwansyaha, A. C., Herawati, E. R. N., Kristanti, D., Ariani, D., Miftakhusolikah, M., Adriansyah, R. C. E., Bawa, M. (2025). History, manufacture, nutritional content, bioactive compounds, and health benefits of tempeh and tofu as alternative protein in Indonesia: a review. *Aust J Crop Sci.*, 19(07), 839–852. DOI: 10.21475/ajcs.25.19.07.p381
- Saeed, F., Afzaal, M., Shah, Y. A., Khan, M. H., Hussain, M., Ikram, A., Ateeq, H., Noman, M., Saewan, S. A., Khashroum, A. O. (2022). Miso: A traditional nutritious & health-endorsing fermented product. *Food Sci Nutr*, 10(12), 4103–4111. DOI: 10.1002/fsn3.3029
- Siddeeg, A., Afzaal, M., Saeed, F., Ali, R., Shah, Y. A., Shehzadi, U., Ateeq, H., Waris, N., Hussain, M., Raza, M. A., Al-Farga, A. (2022). Recent updates and perspectives of fermented healthy super food sauerkraut: a review. *International Journal of Food Properties*, 25, 1. DOI: 10.1080/10942912.2022.2135531
- Su, J., Tan, Q., Tong, Z., Yang, M. (2023). Research progress on alternative kombucha substrate transformation and the resulting active components. *Frontiers in Microbiology*, 14. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1254014
- Thierry, A., Madec, M.-N., Chuat, V., Bage, A.-S., Picard, O., Grondin, C., Rué, O., Mariadassou, M., Marché, L., Valence, F. (2023). Microbial communities of a variety of 75 homemade fermented vegetables. *Front. Microbiol.*, 14, 1323424. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1323424
- Wang, C., Chen, J., Tian, W., Han, Y., Xu, X., Ren, T., Tian, C., Chen, C. (2023). Natto: A medicinal and edible food with health function. *Chin Herb Med.*, 15(3), 349–359. DOI: 10.1016/j.chmed.2023.02.005
- Watanabe, H. (2013). Beneficial Biological Effects of Miso with Reference to Radiation Injury, Cancer and Hypertension. *J Toxicol Pathol.*, 26(2), 91–103. DOI: 10.1293/tox.26.91
- Wua, H., Zhanga, Q., Suob, H., Xuc, F., Huang, W., Wang, D. O. (2024). Nattokinase as a functional food ingredient: therapeutic applications and mechanisms in age-related diseases. *Food Science and Human Wellness*, 13, 5, 2401–2409. DOI: 10.26599/FSHW.2022.9250198
- Xu, L., Cai, W. X., Xu, B. J. (2016). A systematic assessment on vitamins (B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>) and GABA profiles in fermented soy products marketed in China. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13126. DOI:10.1111/jfpp.13126
- Yamamoto, S., Sobue, T., Kobayashi, M., Sasaki, S., Tsugane, S. (2003). Soy, isoflavones, and breast cancer risk in Japan. *Journal of the National Cancer Institute*, 95(12), 906–913. DOI: 10.1093/jnci/95.12.906
- Zawadzki, M. (2023). The Influence of the Production Process Management on the Health-Promoting Properties of Sauerkraut. *Scientific Journal of Gdynia Maritime University*, 126/23, 74–87. DOI: 10.26408/126.06
- Zhu, X. H., Wang, D. L., Su, J. (2005). Study on natto isoflavone and its prevention and treatment of osteoporosis. *Biotechnology*, 4, 93–95.
- Zonjić, J., Karačić, A., Brodić, I., Starčević, A., Renko, I., Krznarić, Ž., Ivančić, M., Liberati Pršo, A.-M., Štalić, Z. (2025). The Short- and Long-Term Effects of a Short Course of Sauerkraut Supplementation on the Gut Microbiota of Active Athletes: A Pilot Follow-Up Study. *Nutrients*, 17(5), 929. DOI: 10.3390/nu17050929

Дата першого надходження статті до видання: 30.09.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.04.2026

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Внесок авторів:**

**Бурда Н.С.** – ідея, збір та аналіз літератури, анотації, висновки, написання чернетки статті;

**Журавель І.О.** – збір та аналіз літератури, коректування статті;

**Новосел О.М.** – збір та аналіз літератури;

**Гончаров О.В.** – збір та аналіз літератури.

Електронна адреса для листування з авторами: [nadegdaburda@ukr.net](mailto:nadegdaburda@ukr.net)