

Голембовська Наталія Володимирівнакандидат технічних наук, доцент кафедри технології м'ясних,
рибних та морепродуктів,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8159-4020>

ХАРАКТЕРИСТИКА МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ ЯГІД ГОДЖІ

У статті представлено результати дослідження мінерального складу ягід годжі (*Lycium barbarum*), які розглядаються як перспективна рослинна сировина для створення функціональних і лікувально-профілактичних харчових продуктів. Актуальність теми зумовлена зростаючим інтересом до натуральних джерел біологічно активних речовин, а також необхідністю оцінювання їх харчової цінності та безпечності. Метою роботи було визначення вмісту макро- і мікроелементів у ягодах годжі різних виробників та оцінка їх відповідності встановленим нормам безпечності. Об'єктом дослідження слугували три зразки сушених ягід годжі. Визначення мінерального складу проводили методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії після попередньої мінералізації зразків, а показники безпечності оцінювали відповідно до чинних нормативних документів. У результаті дослідження встановлено, що ягоди годжі містять значну кількість макроелементів, серед яких переважають калій, магній і кальцій. Серед мікроелементів виявлено залізо, цинк, мідь і марганець, які відіграють важливу роль у метаболічних процесах організму. Водночас встановлено певні відмінності у вмісті мінеральних речовин залежно від виробника, що може бути пов'язано з умовами вирощування сировини, особливостями ґрунтів та технологіями її переробки. Результати оцінювання безпечності показали, що вміст токсичних елементів у досліджуваних зразках не перевищує гранично допустимих рівнів, а радіонукліди не виявлені. Це свідчить про безпечність ягід годжі для споживання та можливість їх використання у харчових технологіях без ризику для здоров'я людини. Порівняльний аналіз отриманих результатів із літературними даними підтвердив стабільність мінерального складу ягід годжі як цінної рослинної сировини, проте також виявив варіабельність окремих показників, що підкреслює необхідність стандартизації якості продукції різних виробників. У роботі наголошено на важливості контролю сировинної бази та впровадження сучасних методів оцінювання безпечності і якості харчових продуктів. Отже, ягоди годжі можна розглядати як цінне джерело мінеральних речовин і перспективний інгредієнт для використання у виробництві харчових продуктів оздоровчого призначення. Отримані результати можуть бути використані при розробленні нових функціональних продуктів, збагачених мікронутрієнтами, а також у подальших наукових дослідженнях, спрямованих на поглиблене вивчення біологічної цінності та технологічного потенціалу дикорослої рослинної сировини.

Ключові слова: ягоди годжі, мінеральний склад, макроелементи, мікроелементи, харчова цінність, безпечність, токсичні елементи, функціональні харчові продукти, рослинна сировина.

Постановка проблеми та її актуальність. Дикорослі ягоди широко застосовуються в різних галузях промисловості: у виробництві готових лікарських засобів; виробництві харчової, консервної, кондитерської, безалкогольної та алкогольної, м'ясомолочної, хлібо-булочної, парфюмерно-косметичної продукції лікувально-профілактичного та оздоровчого призначення.

Дикорослі харчові рослини – це джерело вітамінів, мінеральних та інших біологічно активних речовин. Розробка нових продуктів харчування з дикорослої сировини дозволить збагатити харчовий раціон населення України корисними мікронутрієнтами. Особливо важливою є розробка нової продукції для лікувально-профілактичного харчування. Продукція з додаванням дикорослих рослин допомагає вирішити багато проблем дієтичного та лікувально-профілактичного характеру. Для цих цілей можуть бути використані ягоди Годжі.

Ягоди годжі (дереза звичайна, або тибетський барбарис) належать до роду *Lycium* і входять до родини

пасльонових (*Solanaceae*). Це багаторічний вічнозелений кущ із гнучкими пониклими пагонами, який може вирости до триметрової висоти. Гілки рослини мають колочки, листки – еліптичної форми та короткочерешкові. Квіти лілового відтінку, дзвоніві, розташовані в пазухах листя. Плоди – яскраво-червоні, м'ясисті, з солодко-гіркуватим чи кислуватим присмаком, еліптичні, діаметром 1–2 см, схожий на зрілий міні-помідор. Усередині ягоди міститься від 10 до 60 дрібних жовтих насінин із зігнутим зародком. Рослина цвіте у вересні-жовтні, плоди дозрівають в листопаді [1–3].

Ягоди мають солодкий смак [4] і широко використовуються як дієтична добавка та натуральний продукт для здоров'я. Хоча ягоди годжі переважно споживаються свіжими у регіонах вирощування [5], у всьому світі їх фактично споживають сушеними [6] або перетворюються на харчові продукти, такі як соки, трав'яні чаї, йогуртові вироби, гранола, порошки та таблетки. Після висушування плоди зовні нагадують великі родзинки. Росте дереза переважно в помірних



і субтропічних регіонах Китаю, Монголії, а також у Гімалаях і на Тибеті.

Ягоди Годжі поширені в Японії, Кореї, Східному Китаї, росте на дорогах, сухих схилах передгір'їв і гір. Культивуються ягоди в Китаї, Японії, на Яві, Гавайських островах, на південному сході Європи і в Азії, а основне комерційне виробництво знаходиться в районах Китаю [7, 8].

Відомо про 80 видів даних ягід у всьому світі в посушливих або напівпосушливих умовах.

У зв'язку з дедалі більшою кількістю даних про позитивний вплив споживання натуральних продуктів на здоров'я [5], світове виробництво фруктів за останні два десятиліття суттєво зросло. Ця тенденція поширюється й на ягоди годжі, обсяги вирощування яких активно збільшуються протягом останніх років [9], зокрема в європейських країнах (Італії, Румунії, Болгарії, Португалії, Греції, Сербії), а також у Північній Америці та Австралії. Сьогодні Румунія володіє найбільшою площею насаджень *L. barbarum* серед країн Європейського Союзу [10, 11].

Отже, дикорослі ягоди є цінною сировиною для різних галузей промисловості та перспективним джерелом біологічно активних речовин, а саме для створення продуктів лікувально-профілактичного призначення. Ягоди годжі характеризуються високою харчовою та біологічною цінністю, містять вітаміни, мінеральні речовини й інші корисні компоненти, що сприяють збагаченню раціону людини. Також завдяки своїм функціональним властивостям і широкому поширенню у світі вони активно використовуються у виробництві різноманітних харчових продуктів та дієтичних добавок і мають значний потенціал для подальшого використання у харчовій промисловості та розроблення нових продуктів оздоровчого призначення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В Україні найпоширенішими представниками роду *Lucium* є *L. chinense* Mill., *L. truncatum* Y.C.Wang та *L. barbarum* L. Ці види вирощують як плодово-ягідні культури в ботанічних садах, дендропарках і на приватних ділянках. У Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ) рослини роду *Lucium* культивують із насіння та живців, привезених із Китаю, Франції, Словаччини та низки українських ботанічних садів [12].

Плоди *Lucium chinense* – невеликі, соковиті, мають яскраве оранжево-червоне забарвлення та яйцеподібну або видовжену форму. Їхня довжина становить 7–15 мм, а ширина – 5–8 мм. Усередині міститься спресоване насіння розміром 2,5–3 мм, із характерним вигнутим зародком. Насінини відносно великі, плоскі, округлі або ниркоподібно-подовжені. У кожному плоді може бути від 10–25 до 30–60 насінин, що залежить від його величини.

Ягоди годжі протягом багатьох століть застосовувалися в країнах Азії як лікувальна рослинна сировина завдяки високій харчовій цінності, оздоровчим властивостям та широкому спектру біологічної

активності [13, 14]. Численні наукові роботи описують позитивний вплив цих плодів, зокрема їхню антиоксидантну дію [6, 15], протипухлинний потенціал [10, 11, 16], антимікробні властивості [11, 17], здатність знижувати рівень глюкози в крові та ліпідів [11], а також антимуґагенні [16], імуномодульовальні [4], пребіотичні [11, 13, 17], антивікові [11], антивтомні [11] й нейропротекторні ефекти [6].

Близько 75–85% свіжих ягід годжі після збирання проходять процес зневоднення, переважно за допомогою традиційного сушіння гарячим повітрям, ліофілізації або вакуумно-пульсаційних методів, перш ніж потрапляють у продаж [18–20]. Окрім сушених плодів, на ринку активно представлені й інші види продукції з годжі – соки, вина та різноманітні первинні перероблені продукти.

Асортимент напоїв із ягід включає сік м'якоті, прозорий сік, сухі розчинні напої, молочні та кисломолочні напої, отримані шляхом ферментації молочнокислими бактеріями [21–24]. Виноробна продукція з годжі охоплює купажовані вина, що виробляються шляхом настоювання ягід та інших біоактивних або лікарських компонентів у міцних спиртних напоях, а також ферментовані вина, у яких ягоди годжі зброджують разом із фініками (*Ziziphus jujuba* Mill.), медом та іншими поживними інгредієнтами [25].

Дикорослі ягідні культури розглядаються як перспективне джерело сировини для створення харчових продуктів оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення, що обумовлено їх високою концентрацією біологічно активних компонентів і широким спектром практичного застосування в різних галузях промисловості. Серед таких рослин особливу увагу привертають ягоди годжі (*Lucium* spp.), які здавна використовуються в традиційній медицині країн Азії та дедалі активніше інтегруються у сучасні харчові технології.

Плоди рослини застосовують як загальнотонізуючий компонент у разі цукрового діабету, захворювань органів дихання, зокрема туберкульозу легень і пневмонії, а також при функціональних розладах нервової системи та порушеннях статевої функції. Кореневу частину та кору кореня використовують як засоби з жарознижувальною та спраго-втамувальною дією, зокрема при набряках нейрогенного походження. У медичній практиці країн Західної Європи сушені плоди та корені застосовують при гарячкових станах і ревматичних захворюваннях, а також як тонізуючі засоби, тоді як кору використовують з метою загального зміцнення організму, при астматичних проявах і туберкульозі. У Японії листя цієї рослини традиційно входить до складу чайних напоїв [2].

Ягоди годжі часто характеризують як «плоди довголіття», що пов'язано з їх вираженим антиоксидантним потенціалом і позитивною дією комплексу специфічних полісахаридів. Сукупність цих біологічно активних сполук сприяє уповільненню процесів передчасного старіння та підвищенню адаптаційних можливостей

організму до впливу несприятливих чинників навколишнього середовища [8].

Таким чином, ягоди годжі доцільно розглядати як перспективний функціональний інгредієнт для розробки нових видів харчових продуктів із підвищеною біологічною цінністю. Подальші наукові дослідження, спрямовані на оптимізацію технологій переробки з метою збереження біоактивних сполук та створення інноваційної продукції з дикорослої рослинної сировини, є актуальними й мають суттєве практичне значення для розвитку харчової промисловості України.

Метою даного дослідження є комплексна оцінка мінерального складу ягід годжі (*Lucium barbarum*) різних виробників, визначення вмісту макро- та мікроелементів, а також аналіз показників їх безпечності за вмістом токсичних елементів і радіонуклідів з метою обґрунтування доцільності використання цієї рослинної сировини у виробництві харчових продуктів функціонального та лікувально-профілактичного призначення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктом дослідження були ягоди годжі наступних виробників: зразок 1 – ТОВ «Натуральні продукти», зразок 2 – Salubre, ТОВ «Елан Глобал» та зразок 3 – Organic Herbs, ТОВ «НВО ФітоБіоТехнології».

Відбір проб здійснювали відповідно ДСТУ 8661-16 за загальноприйнятими методичними підходами до дослідження харчової рослинної сировини [26]. Із кожної партії продукції відбирали середню пробу, що формувалася шляхом об'єднання кількох точкових проб, відібраних з різних місць упаковки для забезпечення репрезентативності дослідження.

Вміст мінеральних елементів оцінювали після мінералізації зразків методом сухого озолення відповідно до ДСТУ 7670:2014 [27]. Озолення здійснювали в муфельній печі при температурі 450–550 °С до утворення світло-сірого зольного залишку. Отриману золу розчиняли в азотній кислоті з подальшим доведенням об'єму дистильованою водою.

Кількісний аналіз макроелементів (кальцій, магній, калій) та мікроелементів (залізо, цинк, мідь, нікель, алюміній, кобальт, арсен, хром, молібден, марганець) проводили методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії відповідно до ДСТУ EN ISO 7980:2022 [28] та ДСТУ EN 14082:2019 [29].

Для оцінки безпечності сировини визначали вміст токсичних елементів за фізико-хімічними методами згідно з ДСТУ EN 14082:2019 [29] та ДСТУ EN 13806:2022 [30]. Радіаційну безпечність оцінювали шляхом визначення концентрації радіонуклідів стронцію та цезію відповідно до методик МВ 5778 та 5779, затверджених Міністерством охорони здоров'я [31–32].

Отримані результати порівнювали з гранично допустимими рівнями, визначеними нормативними документами [33, 34]. Статистичну обробку даних здійснювали методами варіаційної статистики, розраховуючи середнє арифметичне (M), стандартне відхилення (SD) та середню похибку (m). Значущість відмінностей між середніми оцінювали за критерієм Стьюдента при рівні достовірності $p < 0,05$.

Результати досліджень мінерального складу ягід годжі (*Lucium barbarum*) дозволяють комплексно оцінити їх харчову та біологічну цінність як перспективної рослинної сировини для виробництва функціональних харчових продуктів. Отримані дані свідчать про наявність у ягодах широкого спектра макро- та мікроелементів, які відіграють важливу роль у забезпеченні фізіологічних потреб організму людини.

Основні результати щодо вмісту макро- та мікроелементів у ягодах годжі наведені в таблиці 1, де показники подано у перерахунку на 100 г їстівної частини продукту.

Для наочної оцінки внеску мінеральних елементів у покриття 10 % адекватного рівня добового споживання доцільним є подання отриманих результатів у вигляді графічного матеріалу (рис. 1, 2 та 3).

Після аналізу трьох рисунків можна сказати, що досліджувані зразки по-різному забезпечують

Таблиця 1 – Мінеральний склад ягід годжі

Показник	Вміст, мг/100 г			Адекватний рівень споживання, мг; 10% добової потреби [35]	
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Жінки	Чоловіки
Макроелементи				Жінки	Чоловіки
Калій	223,3	216,2	226,5	–	–
Кальцій	56,36	43,93	88,81	110	120
Магній	74,75	88,18	135,7	50	40
Мікроелементи				Жінки	Чоловіки
Мідь	0,42	0,39	0,69	0,1	
Залізо	2,87	7,82	9,16	1,7	1,5
Цинк	0,36	0,88	1,03	1,2	1,5
Нікель	0,049	0,062	0,075	–	
Марганець	0,61	0,68	0,98	0,2	
Алюміній	3,68	5,16	5,15	–	
Хром	0,0076	0,01	0,01	0,005	
Молібден	0,013	0,010	0,019	0,07	

Джерело: розроблено автором на основі досліджень

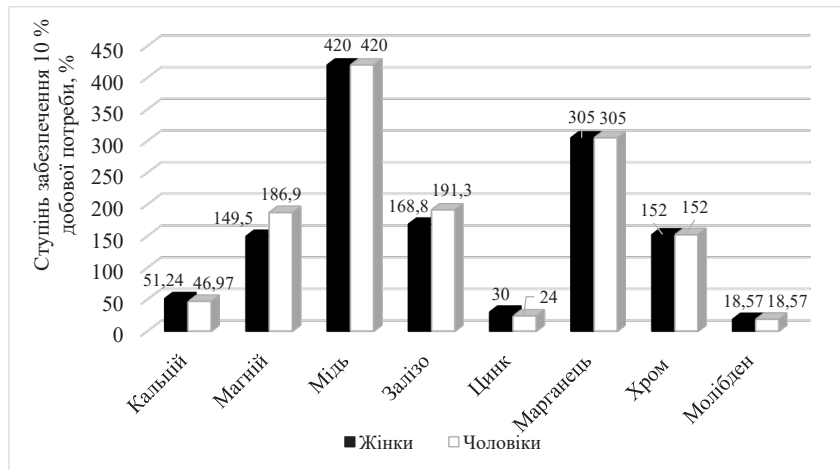


Рисунок 1 – Ступінь забезпечення 10 % добової потреби дорослого населення в мінеральних речовинах (зразок 1)

Джерело: розроблено автором

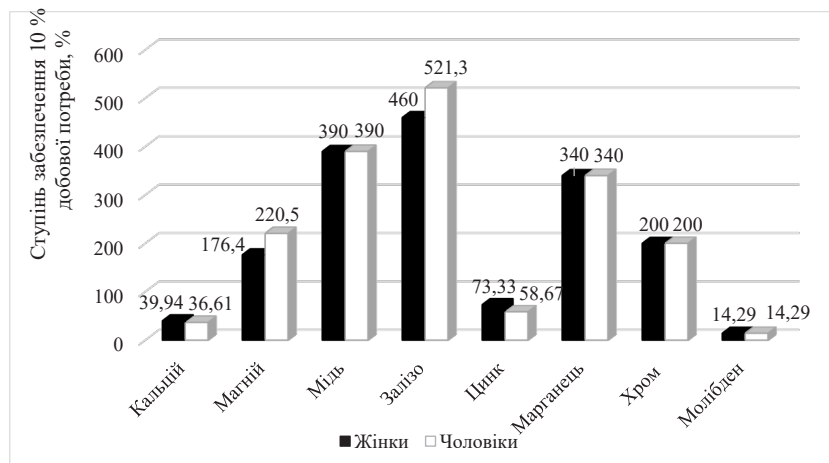


Рисунок 2 – Ступінь забезпечення 10 % добової потреби дорослого населення в мінеральних речовинах (зразок 2)

Джерело: розроблено автором

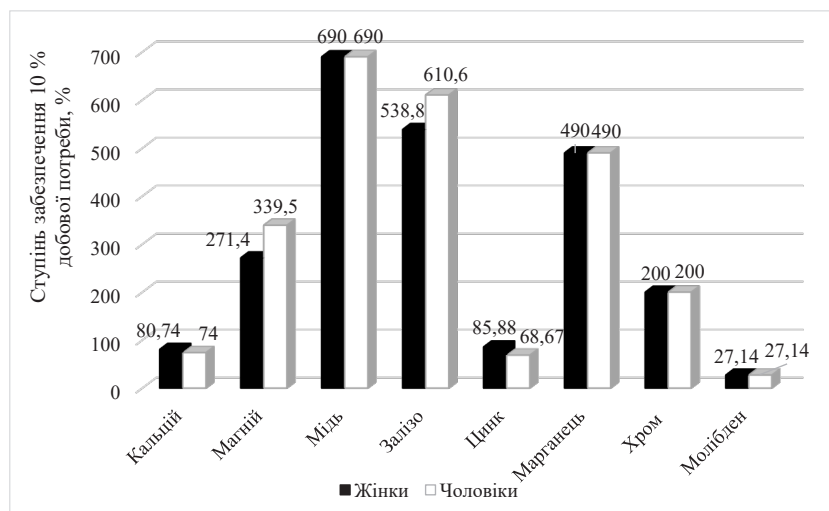


Рисунок 2 – Ступінь забезпечення 10 % добової потреби дорослого населення в мінеральних речовинах (зразок 3)

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2 – Вміст важких металів та радіонуклідів у ягодах годжі

Показник	Гранично допустимі рівні, мг/кг (для радіонуклідів Бк/кг), не більше [35]	Вміст, мг/кг		
		Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Токсичні елементи				
Свинець	1,0	0,080	0,082	0,078
Кадмій	0,2	0,055	0,016	0,029
Ртуть	0,6	–	–	–
Мідь	10	4,23	4,39	6,88
Цинк	40	3,59	8,78	10,33
Радіонукліди				
Стронцій	35	–	–	–
Цезій	150	–	–	–

Джерело: розроблено автором

10 % добової потреби дорослої людини в мінеральних речовинах.

У всіх зразках найбільше представлені такі елементи, як калій, магній і кальцій – саме вони становлять основну частину мінерального складу. Особливо це помітно у зразках 2 і 3, де показники є найвищими.

У зв'язку з цим у межах проведеного дослідження було визначено вміст токсичних елементів і радіонуклідів у ягодах годжі, а отримані результати порівняно з гранично допустимими рівнями, встановленими чинними нормативними документами. Результати оцінювання показників безпечності досліджуваної рослинної сировини наведено в таблиці 2.

Результати дослідження показали, що вміст токсичних елементів у всіх зразках ягід годжі не перевищує гранично допустимих рівнів. Зокрема, концентрації свинцю, кадмію, міді та цинку знаходяться в межах встановлених норм, що свідчить про безпечність досліджуваної сировини для споживання.

Висновки. У ході проведеного дослідження встановлено, що ягоди годжі (*Lycium barbarum*) є цінним

джерелом мінеральних речовин і можуть розглядатися як перспективна рослинна сировина для використання у харчовій промисловості. Досліджувані зразки характеризуються значним вмістом макроелементів, серед яких переважають калій, магній і кальцій, що мають важливе значення для нормального функціонування організму людини. Серед мікроелементів виявлено залізо, цинк, мідь і марганець, які беруть участь у ключових метаболічних процесах.

Було відзначено, що рівень мінеральних речовин у ягодах дещо відрізняється у різних виробників, ймовірно, через різні умови вирощування та способи обробки. При цьому перевищення допустимих норм токсичних елементів не зафіксовано, а радіонукліди у зразках не виявлені, що підтверджує безпечність ягід для споживання.

Таким чином, ягоди годжі можуть стати цінним компонентом для створення нових функціональних продуктів харчування, а отримані результати можуть слугувати основою для подальших досліджень щодо оптимізації їхнього використання у харчовій промисловості та оздоровчих продуктах.

Список використаних джерел:

1. Грушецький Р., Грінченко І., & Хомічак Л. Перспективна рослинна сировина для нових ферментованих напоїв. Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації. 2023. № 6 (1), С. 50–66. DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.6.1.2023.278471>
2. Ovsienko S. M., Bernyk I. M., & Novgorodska N. V. Yoghurt quality when using probiotic starter cultures and vegetable filler. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. 2023. № 25 (100), С. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10009>
3. Dharmananda S. Lycium Fruit: Food and Medicine [Online resource]. Portland (Oregon): Institute for Traditional Medicine. URL: <http://itmonline.org/arts/lycium.htm> (дата звернення: 26.03.2026).
4. Tang W.M., Chan E., Kwok C.Y., Lee Y.K., Wu J.H., Wan C.W., Chan R.Y., Yu P.H., Chan S.W. A review of the anticancer and immunomodulatory effects of *Lycium barbarum* fruit. *Inflammopharmacology*. 2012. № 20, С. 307–314
5. Protti M., Gualandi I., Mandrioli R., Zappoli S., Tonelli D., Mercolini L. Analytical profiling of selected antioxidants and total antioxidant capacity of goji (*Lycium* spp.) berries. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2017. № 143, С. 252–260. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.05.048>
6. Magalhães V., Silva A.R., Silva B., Zhang X., Dias A.C.P. Comparative studies on the anti-neuroinflammatory and antioxidant activities of black and red goji berries. *J. Funct. Foods*. 2022. № 92, С. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105038>
7. Oğuz I., Oğuz H. I., Vural A. A., & Kafkas N. E. Goji Berry (*Lycium* spp.) Cultivation in Turkey. In *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. 2022. Vol. 76, No. 4, PP. 409–416. DOI: <https://doi.org/10.2478/prolas-2022-0064>

8. Овсієнко С. М., Берник І. М., & Новгородська Н. В. Якість йогурту при використанні пробіотичних заквасок та рослинного наповнювача. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія «Харчові технології»*. 2023. Т. 25. № 100. С. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-fl0009>.
9. Kafkaleto M., Christopoulos M.V., Tsaniklidis G., Papadakis I., Ioannou D., Tzoutzoukou C., Tsantili E. Nutritional value and consumer-perceived quality of fresh goji berries (*Lycium barbarum* L. and *L. chinense* L.) from plants cultivated in Southern Europe. *Fruits*. 2018. 73, PP. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.17660/th2018/73.1.1>
10. Mocan A., Moldovan C., Zengin G., Bender O., Locatelli M., Simirgiotis M., Atalay A., Vodnar D.C., Rohn S., Crisan G. UHPLC-QTOF-MS analysis of bioactive constituents from two Romanian Goji (*Lycium barbarum* L.) berries cultivars and their antioxidant, enzyme inhibitory, and real-time cytotoxicological evaluation. *Food Chem. Toxicol.* 2018. № 115, PP. 414–424 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.01.054>
11. Vidovic B.B., Milincic D.D., Marcetic M.D., Djuris J.D., Plic T.D., Kostic A.Z., Pesic M.B. Health Benefits and Applications of Goji Berries in Functional Food Products Development: A Review. *Antioxidants*. 2022. № 11, P. 248. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11020248>
12. Пшеновська В. В., Кустовська А. В., & Журба М. Ю. Морфологічна мінливість видів роду *Lycium* L. (Solanaceae) у колекційних насадженнях НБС імені ММ Гришка НАН України. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми підготовки фахівців природничих наук», 15–16 квітня 2025 року. Київ: Український державний університет імені Михайла Драгоманова, 2025. 290 с.*
13. Bora P., Ragaee S., Abdel-Aal E.-S.M. Effect of incorporation of goji berry by-product on biochemical, physical and sensory properties of selected bakery products. *LWT*. 2019. PP. 112–125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.123>
14. Zhao W.-H., Shi Y.-P. Comprehensive analysis of phenolic compounds in four varieties of goji berries at different ripening stages by UPLC-MS/MS. *J. Food Compost. Anal.* 2022, PP. 104-122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104279>
15. Islam T., Yu X., Badwal T.S., Xu B. Comparative studies on phenolic profiles, antioxidant capacities and carotenoid contents of red goji berry (*Lycium barbarum*) and black goji berry (*Lycium ruthenicum*). *Chem. Cent. J.* 2017. PP. 11–59. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13065-017-0287-z>
16. Gong G., Liu Q., Deng Y., Dang T., Dai W., Liu T., Liu Y., Sun J., Wang L., Liu Y. et al. Arabinogalactan derived from *Lycium barbarum* fruit inhibits cancer cell growth via cell cycle arrest and apoptosis. *Int. J. Biol. Macromol.* 2020. № 149, PP. 639–650. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.251>
17. Shah T., Bule M., Niaz K. Goji berry (*Lycium barbarum*) – A Superfood. In *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*; Nabavi, S.M., Silva, A.S., Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2019. PP. 257–264. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812491-8.00037-0>
18. Batu H. S., & Kadakal Ç. Drying characteristics and degradation kinetics in some parameters of goji berry (*Lycium Barbarum* L.) fruit during hot air drying. *Italian Journal of Food Science*. 2021. № 33 (1), PP. 16–28.
19. Ni J., Ding C., Zhang Y., & Song Z. Impact of different pretreatment methods on drying characteristics and microstructure of goji berry under electrohydrodynamic (EHD) drying process. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2020. № 61, PP. 102–123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102318>
20. Yu F., Li Y., Wu Z., Wang X., Wan N., & Yang M. Dehydration of wolfberry fruit using pulsed vacuum drying combined with carboxymethyl cellulose coating pretreatment. *LWT*. 2020. № 134, PP. 110–139. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110159>
21. Braga A., Bernardo M. A., Brito J., Moncada M., Silva M. L., & Mesquita M. F. Characterization of the antioxidant activity of a commercial juice (apple, carrot, ginger and goji berries) and comparison with its manufactured equivalent. *Annals of Medicine*. 2019. № 51 (sup1). P. 162. DOI: <https://doi.org/10.1080/07853890.2018.1562008>
22. Liu J., Meng J., Du J., Liu X., Pu Q., Di D., & Chen C. Preparative separation of flavonoids from goji berries by mixed-mode macroporous adsorption resins and effect on A β -expressing and anti-aging genes. *Molecules*. 2020. № 25 (15), PP. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25153511>
23. Liu Y., Cheng H., Ye X., Liu H., & Fang H. Changes of bioactive compounds and volatile compounds contents in goji juice fermented by different probiotics. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*. 2020. № 32 (3), PP. 499–509 DOI: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-1524.2020.03.16>
24. Wang M., Ouyang X., Liu Y., Liu Y., Cheng L., Wang C., & Zhang B. Comparison of nutrients and microbial density in goji berry juice during lactic acid fermentation using four lactic acid bacterial strains. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2021. № 45 (1), PP. 150–169. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15059>
25. Geng J., Zhao L., & Zhang H.. Formation mechanism of isoprenoid compounds degraded from carotenoids during fermentation of goji wine. *Food Quality and Safety*. 2021. № 5, PP. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyaa033>
26. ДСТУ 8661:2016 Фрукти сушені. Правила приймання та методи випробувань. Київ, 2016. 16 с.
27. ДСТУ 7670:2014 Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів. Київ, 2014. 14 с.
28. ДСТУ EN ISO 7980:2022 Якість води. Визначення кальцію та магнію. Атомно-абсорбційний спектрометричний метод. Київ, 2022. 14 с.
29. ДСТУ EN 14082:2019 Продукти харчові. Визначення вмісту свинцю, кадмію, цинку, міді, заліза та хрому методом атомно-абсорбційної спектрометрії (AAS) після сухого озолення. Київ, 2019. 16 с.
30. ДСТУ EN 13806:2022 Харчові продукти. Визначення мікроелементів. Визначення ртуті атомно-абсорбційною спектрометрією з холодною парою (CVAAS) після збродження під тиском. Київ, 2022. 22 с.

31. Міністерство охорони здоров'я України. Методичні вказівки № 5778-91. Визначення вмісту стронцію-90 у харчових продуктах. Київ: МОЗ України, 1991. 12 с.
32. Міністерство охорони здоров'я України. Методичні вказівки № 5779-91. Визначення вмісту цезію-137 у харчових продуктах. Київ: МОЗ України, 1991. 12 с.
33. ДСТУ 2284:2010 Жива риба. Загальні технічні вимоги. Київ, 2010. 20 с.
34. Міністерство охорони здоров'я України. Державні гігієнічні норми. Допустимі рівні радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у харчових продуктах та питній воді (ДН 6.6.1.1-130-2006). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06#Text>
35. Міністерство охорони здоров'я України. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України у основних поживних речовинах та енергії (Наказ № 1073 від 3 вересня 2017 року). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text>

References:

1. Hrushetskyi R., Hrinenko I., & Khomichak L. (2023) Perspektyvna roslynna syrovynna dlia novykh fermentovanykh napoiv. [Promising plant-based ingredients for new fermented beverages]. *Restoranni i hotelnyi konsal'tynh. Innovatsii*. No. 6 (1), S. 50–66. DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.6.1.2023.278471>
2. Ovsienko S. M., Bernyk I. M., & Novgorodska N. V. (2023) Yoghurt quality when using probiotic starter cultures and vegetable filler. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. No. 25 (100), S. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.32718/nlvet-f10009>
3. Dharmananda S. (2026) Lycium Fruit: Food and Medicine [Online resource]. Portland (Oregon): *Institute for Traditional Medicine*. Available at: <http://itmonline.org/arts/lycium.htm>
4. Tang W.M., Chan E., Kwok C.Y., Lee Y.K., Wu J.H., Wan C.W., Chan R.Y., Yu P.H., Chan S.W. (2012) A review of the anticancer and immunomodulatory effects of *Lycium barbarum* fruit. *Inflammopharmacology*. No. 20, S 307–314
5. Protti M., Gualandi I., Mandrioli R., Zappoli S., Tonelli D., Mercolini L. (2017) Analytical profiling of selected antioxidants and total antioxidant capacity of goji (*Lycium* spp.) berries. *J. Pharm. Biomed. Anal.* No. 143, S. 252–260. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.05.048>
6. Magalhães V., Silva A.R., Silva B., Zhang X., Dias A.C.P. (2022) Comparative studies on the anti-neuroinflammatory and antioxidant activities of black and red goji berries. *J. Funct. Foods*. No. 92, S. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105038>
7. Oğuz I., Oğuz H. I., Vural A. A., & Kafkas N. E. (2022) Goji Berry (*Lycium* spp.) Cultivation in Turkey. In *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. Vol. 76, No. 4, PP. 409–416. DOI: <https://doi.org/10.2478/prolas-2022-0064>
8. Ovsienko S. M., Bernyk I. M., & Novhorodska N. V. (2023) Yakist yohurtu pry vykorystanni probiotychnykh zakvasok ta roslynnoho napovniuvacha. [The Quality of Yogurt When Using Probiotic Cultures and Plant-Based Thickeners] Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni SZ Hzhyskoho. Seriya “Kharchovi tekhnolohii”. T. 25. No. 100. S. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.32718/nlvet-f10009>
9. Kafkaletou M., Christopoulos M.V., Tsaniklidis G., Papadakis I., Ioannou D., Tzoutzoukou C., Tsantili E. (2018) Nutritional value and consumer-perceived quality of fresh goji berries (*Lycium barbarum* L. and *L. chinense* L.) from plants cultivated in Southern Europe. *Fruits*. No. 73, PP. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.17660/th2018/73.1.1>
10. Mocan A., Moldovan C., Zengin G., Bender O., Locatelli M., Simirgiotis M., Atalay A., Vodnar D.C., Rohn S., Crisan G. (2018) UHPLC-QTOF-MS analysis of bioactive constituents from two Romanian Goji (*Lycium barbarum* L.) berries cultivars and their antioxidant, enzyme inhibitory, and real-time cytotoxicological evaluation. *Food Chem. Toxicol.* No. 115, PP. 414–424 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.01.054>
11. Vidovic B.B., Milincic D.D., Marcetic M.D., Djuris J.D., Ilic T.D., Kostic A.Z., Pesic M.B. (2022) Health Benefits and Applications of Goji Berries in Functional Food Products Development: A Review. *Antioxidants*. No. 11, P. 248. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11020248>
12. Pshenovska V. V., Kustovska A. V., & Zhurba M. Yu. (2025) Morfolohichna minlyvist vydiv rodu *Lycium* L. (Solanaceae) u kolektsiinykh nasadzheniakh NBS imeni MM Hryshka NAN Ukrainy. [Morphological variability of species of the genus *Lycium* L. (Solanaceae) in the collection plantings of the M.M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine]. *Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Aktualni problemy pidhotovky fakhivtsiv pryrodnychkykh nauk”*, 15–16 kvitnia 2025 roku. Kyiv: Ukrainskyi derzhavnyi universytet imeni Mykhaila Drahomanova. 290 s.
13. Bora P., Ragae S., Abdel-Aal E.-S.M. (2019) Effect of incorporation of goji berry by-product on biochemical, physical and sensory properties of selected bakery products. *LWT*. PP. 112–125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.123>
14. Zhao W.-H., Shi Y.-P. (2022) Comprehensive analysis of phenolic compounds in four varieties of goji berries at different ripening stages by UPLC-MS/MS. *J. Food Compos. Anal.* PP. 104–122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104279>
15. Islam T., Yu X., Badwal T.S., Xu B. (2017) Comparative studies on phenolic profiles, antioxidant capacities and carotenoid contents of red goji berry (*Lycium barbarum*) and black goji berry (*Lycium ruthenicum*). *Chem. Cent. J.* PP. 11–59. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13065-017-0287-z>
16. Gong G., Liu Q., Deng Y., Dang T., Dai W., Liu T., Liu Y., Sun J., Wang L., Liu Y. et al. (2020) Arabinogalactan derived from *Lycium barbarum* fruit inhibits cancer cell growth via cell cycle arrest and apoptosis. *Int. J. Biol. Macromol.* No. 149, PP. 639–650. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.251>
17. Shah T., Bule M., Niaz K. (2019) Goji berry (*Lycium barbarum*) – A Superfood. In *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*; Nabavi, S.M., Silva, A.S., Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA. PP. 257–264. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812491-8.00037-0>

18. Batu H. S., & Kadakal Ç. (2021) Drying characteristics and degradation kinetics in some parameters of goji berry (*Lycium Barbarum* L.) fruit during hot air drying. *Italian Journal of Food Science*. No. 33 (1), PP. 16–28.
19. Ni J., Ding C., Zhang Y., & Song Z. (2020) Impact of different pretreatment methods on drying characteristics and microstructure of goji berry under electrohydrodynamic (EHD) drying process. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. No. 61, PP. 102–123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102318>
20. Yu F., Li Y., Wu Z., Wang X., Wan N., & Yang M. (2020) Dehydration of wolfberry fruit using pulsed vacuum drying combined with carboxymethyl cellulose coating pretreatment. *LWT*. No. 134, PP. 110–139. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110159>
21. Braga A., Bernardo M. A., Brito J., Moncada M., Silva M. L., & Mesquita M. F. (2019) Characterization of the antioxidant activity of a commercial juice (apple, carrot, ginger and goji berries) and comparison with its manufactured equivalent. *Annals of Medicine*. No. 51 (sup1). P. 162. DOI: <https://doi.org/10.1080/07853890.2018.1562008>
22. Liu J., Meng J., Du J., Liu X., Pu Q., Di D., & Chen C. (2020) Preparative separation of flavonoids from goji berries by mixed-mode macroporous adsorption resins and effect on A β -expressing and anti-aging genes. *Molecules*. No. 25 (15), PP. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25153511>
23. Liu Y., Cheng H., Ye X., Liu H., & Fang H. (2020) Changes of bioactive compounds and volatile compounds contents in goji juice fermented by different probiotics. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*. No. 32 (3), PP. 499–509. DOI: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-1524.2020.03.16>
24. Wang M., Ouyang X., Liu Y., Liu Y., Cheng L., Wang C., & Zhang B. (2021) Comparison of nutrients and microbial density in goji berry juice during lactic acid fermentation using four lactic acid bacterial strains. *Journal of Food Processing and Preservation*. No. 45 (1), PP. 150–169. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15059>
25. Geng J., Zhao L., & Zhang H. (2021) Formation mechanism of isoprene compounds degraded from carotenoids during fermentation of goji wine. *Food Quality and Safety*. No. 5, PP. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1093/fqsaf/fyaa033>
26. DSTU 8661:2016 (2016). Фрукты сusheni. Правыла pryimannia ta metody vyprobuvan. [Dried fruits. Acceptance criteria and test methods]. Kyiv. 16 s.
27. DSTU 7670:2014 (2014). Сыровына i produkty kharchovi. Hotuvannia prob. Mineralizatsiia dlia vyznachannia vmistu toksychnykh elementiv. [Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization for the determination of toxic elements]. Kyiv. 14 s.
28. DSTU EN ISO 7980:2022 (2022). Yakist vody. Vyznachennia kaltsiiu ta mahniuu. Atomno-absorbtsiinyi spektrometrychnyi metod. [Water Quality. Determination of Calcium and Magnesium. Atomic Absorption Spectrometry Method]. Kyiv. 14 s.
29. DSTU EN 14082:2019 (2019). Produkty kharchovi. Vyznachennia vmistu svyntsiu, kadmiuu, tsynku, midi, zaliza ta khromu metodom atomno-absorbtsiinoi spektrometrii (AAS) pislia sukhooho ozolennia. [Food products. Determination of lead, cadmium, zinc, copper, iron, and chromium content by atomic absorption spectrometry (AAS) following dry ashing]. Kyiv. 16 s.
30. DSTU EN 13806:2022 (2022). Kharchovi produkty. Vyznachennia mikroelementiv. Vyznachennia rtuti atomno-absorbtsiinoi spektrometriieiu z kholodnoiu paroiu (CVAAS) pislia zbrodzhuvannia pid tyskom. [Food products. Determination of trace elements. Determination of mercury by cold-vapor atomic absorption spectrometry (CVAAS) following pressure fermentation]. Kyiv. 22 s.
31. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. Metodychni vkazivky № 5778-91. Vyznachennia vmistu strontsiuu-90 u kharchovykh produktakh. [Ministry of Health of Ukraine. Methodological Guidelines No. 5778-91. Determination of strontium-90 content in food products] (1991). Kyiv: MOZ Ukrainy. 12 s.
32. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. Metodychni vkazivky № 5779-91. Vyznachennia vmistu tseziuu-137 u kharchovykh produktakh [Ministry of Health of Ukraine. Methodological Guidelines No. 5779-91. Determination of Cesium-137 Content in Food Products] (1991). Kyiv: MOZ Ukrainy. 12 s.
33. DSTU 2284:2010 (2010). Zhyva ryba. Zahalni tekhnichni vymohy. [DSTU 2284:2010 Live Fish. General Technical Requirements]. Kyiv. 20 s.
34. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. (2006). Derzhavni hiiienichni normy. Dopustymi rivni radionuklidiv ¹³⁷Cs ta ⁹⁰Sr u kharchovykh produktakh ta pytnii vodi (DN 6.6.1.1-130-2006). [State Sanitary Standards. Permissible levels of radionuclides ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in food products and drinking water (SS 6.6.1.1-130-2006)]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06#Text>
35. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. (2017). Pro zatverdzhennia Norm fiziolohichnykh potreb naselennia Ukrainy u osnovnykh pozhyvnykh rehovynakh ta enerhii [On the Approval of the Recommended Dietary Allowances for the Ukrainian Population for Essential Nutrients and Energy]. (Nakaz № 1073 vid 3 veresnia 2017 roku). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text>

Nataliia Holembovska

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

CHARACTERISTICS OF THE MINERAL COMPOSITION OF GOJI BERRIES

*The article presents the results of a study of the mineral composition of goji berries (*Lycium barbarum*), which are considered a promising plant raw material for the creation of functional, therapeutic, and prophylactic food products. The topic is relevant due to the growing interest in natural sources of biologically active substances, as well as the need to assess their nutritional value and safety. The work aimed to determine the content of macro- and microelements in goji berries from different manufacturers and assess their compliance with established safety standards. The study focused on three samples of dried goji berries. The mineral composition was determined by atomic absorption spectrophotometry after preliminary mineralization of the samples, and the safety indicators were assessed in accordance with current regulatory requirements. As a result of the study, it was found that goji berries contain significant amounts of macroelements, among which potassium, magnesium, and calcium predominate. Among the microelements, iron, zinc, copper, and manganese were identified, which play important roles in the body's metabolic processes. At the same time, differences in mineral content were observed across manufacturers, which may be associated with the growing conditions of the raw material, soil characteristics, and processing technologies. The results of the safety assessment showed that the content of toxic elements in the studied samples does not exceed the maximum permissible levels, and radionuclides were not detected. This indicates the safety of goji berries for consumption and the possibility of their use in food technologies without risk to human health. A comparative analysis of the obtained results with the literature data confirmed the stability of the mineral composition of goji berries as a valuable plant raw material, but also revealed variability in individual indicators, underscoring the need to standardize product quality across manufacturers. The work emphasizes the importance of controlling the raw material base and implementing modern methods for assessing the safety and quality of food products. Therefore, goji berries can be considered a valuable source of minerals and a promising ingredient for use in the production of health-promoting food products. The results obtained can be used in the development of new functional products enriched with micronutrients, as well as in further scientific research aimed at an in-depth study of the biological value and technological potential of wild plant raw materials.*

Keywords: goji berries, mineral composition, macronutrients, micronutrients, nutritional value, safety, toxic elements, functional foods, plant-based raw materials.

Дата надходження статті: 30.03.2026

Дата прийняття статті: 20.04.2026

Дата публікації статті: 25.06.2026