

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-6-94-24>

УДК 641.1:633.13.35:613.3

Янюк Т.І., Тракало Т.О., Ганзенко В.В.
Національний університет харчових технологій**ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНОБОВОВОЇ СИРОВИНИ
ДЛЯ ОТРИМАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ**

Анотація. В роботі поставлена проблема, проведено аналіз і спрогнозовано розвиток ринку харчових продуктів у найближчий час. Традиційні продукти вже не можуть виконувати функції повного забезпечення потреб сучасної людини, тому виникла необхідність в багатокомпонентних калорійних продуктах різного призначення. Поставлена задача вимагає вивчення фізико-хімічних та технологічних властивостей компонентів для створення технології, розробки рецептури та визначення технологічних параметрів обробки сировини. Розроблення нових продуктів може вирішувати цілу низку питань, найбільш актуальними серед яких є збільшення вмісту білків, особливо повноцінних, зменшення жирів та вуглеводів при необхідності.

Ключові слова: сочевиця, напій, овес, білок, суспензія, зерно, насіння.

Yaniuk Tetiana, Trakalo Tetiana, Ganzenko Valentyna
National University of Food Technology**STUDY OF PROPERTIES OF BEAN RAW MATERIALS
FOR OBTAINING FUNCTIONAL PRODUCTS**

Summary. The paper raises the problem and analyzes and forecasts the development of the food market in the near future. Traditional products can no longer perform the functions of fully meeting the needs of modern man, so there is a need for multi-component caloric products for various purposes. This task requires the study of physicochemical and technological properties of components to create technology, formulation and determination of technological parameters for processing raw materials. The aim of the work was to evaluate and study the physico-chemical and technological properties of plant components (oats and lentil seeds) in the production of grain beverages. In terms of protein content, lentils are ahead of peas and beans. The difference in the chemical composition of large-seeded and small-seeded lentil seeds is insignificant. The protein consists mainly of globulins (legulin and vicillin), as well as albumin, prolamin and glutelin. Lentils are also a source of B vitamins (thiamine, riboflavin, niacin, β -carotene). The minimum fat content is of great importance in the diet. But beans need to be combined with other grains, as studies have shown that they lack amino acids such as trypsin and methionine. Seed mass by grain size distribution is homogeneous, the bulk (up to 85%) consists of seeds with a diameter of 4.98... 5.14 mm. The phenomenon of seed heterogeneity in size is explained by the peculiarity of their formation on the plant during the growing season. The size of the seed and its color in Ukraine depends on the nature of weather conditions. Seed size on the Vogel sorter from 7.25 to 6.75 mm for large-seeded forms and from 2.75 to 5.25 mm for small-seeded forms. The development of new products can solve a number of issues, the most relevant of which is to increase the protein content, especially complete, reducing fats and carbohydrates if necessary. Lentils contain antinutrients (trypsin inhibitor, phytic acid, lipase), which reduce the absorption of some nutrients. Therefore, the analysis of these types of processing was made in the work and recommendations for development of technological modes of processing of lentils were given. When pre-soaking the lentils, the following results were obtained. Trypsin inhibitor when soaking lentils for up to 96 hours provides a gradual reduction from 1.25 mg/g to 0.45 mg/g, with a permissible content of 5.0 mg/g. Germination also gives a good result. Sprout length, ie germination time proportionally affects the trypsin content. Long-term soaking gives a reduction from 6 to 61.6%. Heat treatment of lentils for 30 minutes gives the same result as soaking for 24 hours, as can be seen from the results. After 90 minutes of boiling, the content of the trypsin inhibitor does not change.

Keywords: lentils, drink, oats, protein, suspension, grain, seeds.

Постановка проблеми. Білки тваринного походження найкраще підходять для задоволення потреб людини, однак висока собівартість змушує шукати та задовольняти власні потреби рослинною високобілковою сировиною. Бобові культури найкраще підходять для використання при виробництві багатокомпонентних функціональних продуктів. Вони містять білків до 36% [2], майже всі незамінні амінокислоти, а також незначну кількість жиру та вуглеводів за виключенням бобів сої. Собівартість отримання 1 г білка рослинного походження у 10...30 разів є меншою [2] ніж тваринного при цьому характеризується хорошою засвоюваністю.

Наука не стоїть на місці і на сьогодні існує багато напрацювань щодо того, як саме той чи інший продукт впливає на організм людини.

Саме знання про особливості дії нутрієнтів на клітинному і молекулярному рівнях в організмі людини дало поштовх до активного вивчення та впровадження в життя основ функціонального харчування [16].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із найважливіших та перспективних напрямків розвитку харчової промисловості є створення безпечних та, разом з тим, повноцінних за складом і споживчими властивостями функціональних продуктів харчування, здатних підтримувати стан здоров'я споживачів на належному рівні, а також знижувати ризики виникнення цілої низки захворювань [11; 15]. Незбалансованість сучасного харчування, неспроможність забезпечити організм людини необхідною кількістю незамінних поживних та біологічно активних

речовин є глобальною проблемою як у розвинутих країнах, так і в країнах, що розвиваються.

Організація збалансованого харчування є основним чинником формування здоров'я нації, забезпечення високого ступеня реалізації її розумового, трудового, творчого та репродуктивного потенціалу, що визначає економічний розвиток країни та забезпечує високий рівень соціального, культурного, економічного життя людей, їх фізичного та духовного добробуту [12; 15].

Результати спостережень вітчизняних вчених свідчать, що понад 50% населення України харчується неякісно. Неповноцінне за кількісним та якісним складом, а також незбалансоване за енергетичною та поживною цінністю харчування сприяє розвитку аліментарних та аліментарно-залежних захворювань [13–15].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Головна особливість сучасних харчових технологій, і тим більше харчових технологій майбутнього, полягає в тому, що, на відміну від технологій початку ХХ ст. вони в переважній більшості спираються на досягнення фундаментальної науки. Сьогодні розвиток виробництва харчових продуктів немислимий без фундаментальних наукових досліджень і високотехнологічних промислових систем. Справді, харчові технології майбутнього – це нова сировина і нові властивості традиційної сировини, нові способи перетворення вихідної сільськогосподарської сировини, рослинного та тваринного походження в харчові продукти, нові рецептури продуктів харчування, нові пакувальні матеріали, які забруднюють навколишнє середовище, гнучкі технології, що забезпечують широкий асортимент харчових продуктів і їхню високу якість. Таким чином, сьогодні життєво необхідно в Україні розробляти концептуальні основи харчових технологій майбутнього, створювати наукову базу майбутніх винаходів і шляхів їхньої інженерної реалізації [10].

Для отримання висококалорійних напоїв різної концентрації за масовою часткою сухих речовин такі рослинні компоненти як сочевиця і овес голозерний відповідають встановленим вимогам за хімічним складом і є традиційним джерелом харчування у більшій частині Світу, однак до цього часу виробництво напоїв не набуло широкого застосування.

Мета статті. Оцінити та вивчити фізико-хімічні та технологічні властивості рослинних компонентів (зерна вівса та насіння сочевиці) для виробництва функціональних напоїв та продуктів.

Виклад основного матеріалу. Аналіз структури харчування населення України на сучасному етапі показує, що раціон українця характеризується дефіцитом білка у кількості 10...20% від потреби. Тому у готовому продукті основним носієм білкових речовин повинні бути зернові і бобові культури. За якістю харчового білка і його засвоювання перше місце серед бобових культур посідають боби сої і сочевиці. У 2016 році вирощування бобових культур приблизно складало 50 млн. тонн, а саме 20 млн. тонн гороху і квасолі, а далі сочевиці і нуту. Площі відведені під посів під сочевиці в 2015 році склали 8 тис. га, що дало змогу отримати по 12 ц/га, а в 2017 році врожайність склала 22 ц/га. Розширення посівних площ під зернобобові культури дозволить вирішити економічні і екологічні проблеми. Найбільше вирощують на експорт сочевицю в Канаді, але її частка від всіх сільськогосподарських культур складає 2%. Сочевиця не накопичує нітратів, токсичних елементів, радіонуклідів і вважається екологічно чистим продуктом.

Таблиця 1

Хімічний склад та вміст макро- і мікроелементів сочевиці

Показники	% на суху речовину
Масова частка білку	24-35
Масова частка жиру	0,6-2,1
Вуглеводи	48-53
Масова частка клітковини	2,4-4,9
Масова частка золи	2,3-4,4
Макроелементи, г/кг	
P	0,522
K	0,862
Ca	0,862
Mg	0,047
Мікроелементи, мг/кг	
Fe	96,0
Zn	32,0
Mn	14,0
Cu	9,0

Джерело: [4]

За вмістом білка сочевиця випереджає горох і квасолу. Різниця в хімічному складі насіння сочевиці крупнонасінневої і дрібнонасінневої незначна. Білок складається головним чином з глобулінів (легулін і віцілін), а також альбуміну проламіну

Таблиця 2

Фізичні та технологічні властивості сочевиці

Показники	Дрібнонасіннева	Крупнонасіннева
Масова частка вологи, %	12,4	11,0
Маса 1000 зерен, г	36,0	36,0
Натура, г/л	82,5	80,2
Дійсний об'єм 1000 зерен, см ³	28,0	44,0
Густина, г/см ³	1,25	1,25
Шпаруватість, %	36,0	35,0
Щільність укладки, %	64,0	65,0
Кут природного уклону, град.	30	30
Коефіцієнт зовнішнього тертя руху	0,416	0,418

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 3

Визначення розмірів дрібнонасіневої сочевиці

Сочевиця	Діаметр, мм		Товщина, мм	
	мінімальний	максимальний	мінімальна	максимальна
	4,33	5,16	2,12	2,66

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 4

Зниження інгібітору трипсину в залежності від часу замочування

Час замочування	0 год	24 год	48 год	72 год	96 год
Кількість інгібіторів, мг/г	1,25	1,18	1,0	0,7	0,45

Джерело: розроблено авторами

і глютеліну. Також сочевиця є джерелом вітамінів групи В (тіаміну, рибофлавіну, ніацину, β-каротину). Мінімальний вміст жирів має велике значення при дієтичному харчуванні. Але боби треба поєднувати з іншими зерновими, так як в них відсутні деякі амінокислоти – трипсин і метіонін [1].

Насіннева маса за гранулометричним складом однорідна, основну масу (до 85%) складають насіння діаметром 4,98...5,14 мм. Явище неоднорідності насіння по крупності пояснюється особливістю їх формування на рослині у період вегетації рослини (табл. 3).

Розмір насіння та його забарвлення в умовах України залежить від характеру погодних умов. Крупність насіння на сортувальниці Фогеля від 7,25 до 6,75 мм для крупнонасіневих форм і від 2,75 до 5,25 мм для дрібнонасіневих форм.

Поліфеноли сочевиці, такі як проціанідини і флавоноли, як відомо мають сильну антиоксидантну, протизапальну і нейропротекторну дію з пригнічення ракових клітин. Але сочевиця містить антинутрієнти (інгібітор трипсину, фітинову кислоту, ліпазу), які зменшують всмоктування деяких поживних речовин. Здатність до перетравлення і засвоювання білків рослинного походження в нативних бобах становить 34...76%. Так у сукупному вмісті білків сочевиці вміст інгібітору трипсину становить 1,25 мг/г, що найменше серед усіх бобових.

Традиційні методи обробки такі як: замочування, проростання, ферментація і теплова обробка суттєво зменшує їх [3–4].

Тому в роботі було зроблено аналіз цих видів обробки і надані рекомендації для розробки технологічних режимів обробки сочевиці. При попередньому замочуванні сочевиці були отримані такі результати (табл. 4).

Як видно з наданих результатів, інгібітор трипсину при замочуванні сочевиці до 96 годин забезпечує поступове зменшення від 1,25 мг/г до 0,45 мг/г, при допустимому вмісті його 5,0 мг/г. Також добрий результат дає пророщування насіння. Довжина ростка, тобто час пророщування пропорційно впливає на вміст трипсину. Довготривале замочування насіння сочевиці дає зменшення від 6 до 61,6%. Термічна обробка сочевиці 30 хвилин показує аналогічний результат як і замочування на 24 години, що видно з результатів.

Після 90 хвилин відварювання вміст інгібітору трипсину практично не змінюється.

Відомо, що при термічній обробці, а саме варінні, у воду переходить до 50% водорозчинних речовин, тому співвідношення води і сочевиці перед варінням повинно становити 2:1. Виходячи з наведених результатів дослідження можна зазначити, що достатньо замочувати боби 2...3 години і проварювати 35...40 хвилин.

Другим компонентом нами вибрано голозерний овес через наявність в зерні значного сирового протеїну (14-17,5%) [8] і слизових речовин, які обумовлюють його унікальні дієтичні властивості. Продукти з вівса мають найбільшу калорійність по відношенню до інших круп'яних продуктів, а також високий вміст жиру та вуглеводів (табл. 5) [6].

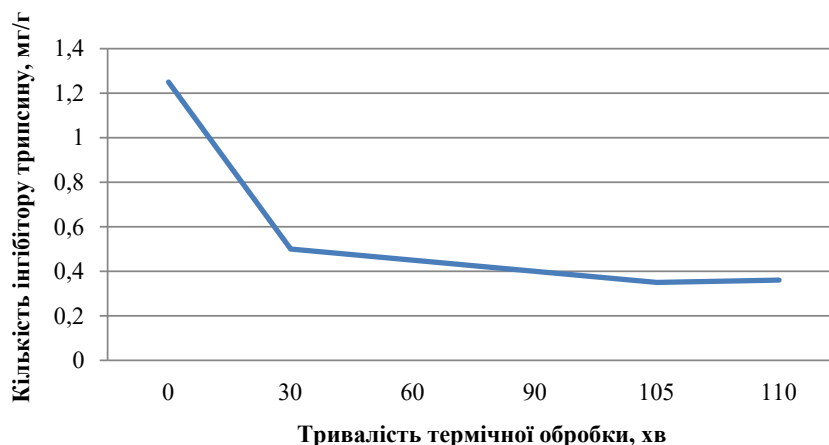


Рис. 1. Залежність кількості інгібітору трипсину від температури

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 5

Фізико-хімічний склад вівса

Найменування культури	Масова частка вологи, %	Сирий жир, %	Сира клітковина, %	Сирий протеїн, %
Овес півчастий	12,8	2,28	11,7	9,7
Овес голозерний	12,8	5,14	2,85	12,93

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 6

Вуглеводний склад вівса

Найменування культури	Загальна кількість вуглеводів, %	Масова частка крохмалю, %		Моно- і дисахариди, %	Сира клітковина, %	Харчові волокна, %
Овес півчастий	59,7	37,5		1,1	11,7	12,0
		амілаза	амілопектин			
		29,3	46,01			
Овес голозерний	61,5	45,7		2,3	2,85	12,9
		35,0	55,1			

Джерело: розроблено авторами

На особливу увагу заслуговує вивчення вуглеводного складу вівса (табл. 6).

Як видно, загальна кількість вуглеводів голозерного вівса більша, а ніж вівса півчастого, що веде до пропорційного збільшення загальної кількості крохмалю до 45,7%, а також його складових амілази і амілопектину, відповідно до 35,0% і 55,1%. Суттєве збільшення амілопектину крохмалю до 55,1% і при цьому зменшення клітковини з 11,7% до 2,85% покращує якісні і споживчі властивості вівса голозерного.

Незасвоювані вуглеводи (клітковина) в основному не перетравлюються в шлунку людини і не є джерелом енергії. У голозерному зерні

кількість клітковини приблизно в 5 разів менша ніж у півчастому. У голозерному вівсі міститься клітковини 2,85% і геміцелюлоз (в основному амілопектину та інших) до 4%, що складають основу харчових волокон. Тому споживання вівса бажано, з точки зору корисного харчування. Сирий протеїн голозерного вівса на відміну від інших злакових, складається головним чином з соле- і лугорозчинних білків (глобуліну і глютеліну) – 70...72% фракції є біологічно повноцінними. З наведених даних видно, що голозерний овес має найбільше білка в порівнянні з усіма зерновими культурами [7]. Зерна півчастого і голозерного вівса нерівномірні за розмірами

Таблиця 7

Порівняльні розміри зерна вівса

Культура	Розміри, мм		
	довжина	ширина	товщина
Овес півчастий	0,6...15,5	2,5...3,5	2,0...3,0
Овес голозерний	6,7...8,0	2,4...3,7	1,5...3,0

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 8

Гранулометрична характеристика вівса голозерного

Культура	Набір сит прохід/схід, мм				
	2,2×20	2,1×20	2,0×20	1,8×10	1,8×20
Овес голозерний	6,2	56,3	21,0	12,2	4,3

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 9

Характеристика і півчастого та голозерного вівса

Показники	Півчастий овес	Голозерний овес
Колір, запах, смак	властиві	властиві
Зернова домішка, %	3,0	2,4
Смітєва домішка, %	2,5	1,7
Вміст дрібного зерна, %	5,0	4,3
Натура, г/л, не менше	550,0	695,0
Маса 1000 зерен, г	25,0	26,0
Зольність, %	3,25	2,4

Джерело: розроблено авторами

і мають різну величину в залежності від місця знаходження в колосі. Такі показники як натура і маса 1000 зерен мають важливе значення, тому що характеризують виповненість, здатність до проростання і життєздатність насінин, харчову і кормову цінність (табл. 7-9).

Як видно технологічні показники голозерного зерна вівса відповідають вимогам встановленим для плівчастого зерна. Переваги або невідповідність значень деяких технологічних показників обумовлена відсутністю на поверхні зернівки кліткових пльвок:

- голозерні сорти мають кращі технологічні властивості в порівнянні з плівчастими;
- зменшення харчових волокон не встановлено при суттєвому зменшенні клітковини з 11,7%

до 2,85%, що можна пояснити збільшенням загальної кількості крохмалю з 37,5% до 45,7% і головною його складовою – амілопектином з 46,01% до 55,1%.

Крім того овес має хорошу здатність зв'язувати воду з утворенням слизу, що впливає на отримання заданої консистенції готового продукту.

Висновки та пропозиції. Досліджено фізико-хімічні та технологічні показники якості насіння сочевиці (дрібнонасінневої та крупнонасінневої) та голозерного та плівчастого вівса.

За результатами теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтована доцільність використання даних зернобобових культур при виробництві функціональних напоїв та продуктів.

Список літератури:

1. Новиков М.М. Фізіолого-біохімічні основи формування якості врожаю сільськогосподарських культур. Москва : МСХА, 1994. 189 с.
2. Казаков Е.Д., Кириленко Г.П. Биохимия зерна и хлебопродуктов. СПб. : ГИОРД, 2005. 512 с.
3. Тележенко Л.М. Сочевиця як важливий національний ресурс рослинного білка. *Корми і кормовиробництво*. 2010. № 66. С. 158–163.
4. Тележенко Л.М., Атанасова В.В. Застосування пореподібних страв на основі сочевиці у профілактичному харчуванні. *Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів, та студентів «ОНАХТ»*. Одеса, 2009. С. 279–280.
5. Подобед Л.И. Беспленочный овес – перспектива сделать эту культуру конкурентноспособной на зерновом рынке. *Хранение и переработка зерна*. 2006. № 11. С. 24–26.
6. Баталова Г.А. К вопросу о качестве зерна овса. *Аграрный вестник Юго-Востока*. 2009. № 3. С. 23–25.
7. Соц С.М., Шутенко Є.І., Кустов І.О. Голозерний овес – перспективна сировина для круп'яної промисловості. *Зернові продукти і комбікорми*. 2011. № 7. С. 7–8.
8. Марухняк А.Я., Марухняк Г.І., Лісова Ю.А., Дацько А.О. Хімічний склад зерна голозерних зразків вівса. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. № 60. С. 110–118.
9. Франкс Ф. Свойства водных растворов при температурах ниже 0°C // *Вода и водные растворы при температурах ниже 0°C*. Киев : Наукова думка, 1985. 387 с.
10. Капрельянц Л. Функціональні продукти і нутрицевтики – сучасні підходи харчової науки. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2016. Вип. 73. С. 441. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_biol_2016_73_122 (дата звернення: 20.05.2021).
11. Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). Москва : Авалон, 2002. 710 с.
12. Сгоров Б.В., Мардар Б.В. Наукові основи формування споживних властивостей нових зернових продуктів. Одеса : ТЕС, 2013. 388 с.
13. Цимбаліста Н.В., Давиденко Н.В. Стан фактичного харчування населення та аліментарно обумовлена захворюваність. *Проблеми харчування*. 2008. № 1–2. С. 32–35.
14. Банковська Н.В. Гігієнічна оцінка стану фактичного харчування дорослого населення України та наукове обґрунтування шляхів його оптимізації : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.02. Київ, 2008. 26 с.
15. Мадар М.Р. Формування споживчих переваг до функціональних продуктів харчування на основі маркетингових досліджень. *Економіка харчової промисловості*. 2015. № 1(25). С. 19–25.
16. Бородай А.Б., Никоненко Б.С. Удосконалення технології функціональних продуктів за рахунок використання рослинної сировини. *Збірник наукових статей магістрів. Факультет товарознавства, торгівлі та маркетингу. Факультет харчових технологій, готельно-ресторанного та туристичного бізнесу*. Полтава, 2019. С. 73–77.

References:

1. Novykov M.M. (1994) Fiziolo-ho-biokhimichni osnovy formuvannia yakosti vrozhaiv silskohospodarskykh kultur. Moscow: MSKhA.
2. Kazakov E.D., Kirilenko G.P. (2005) Biokhimiya zerna i khleboproduktov. SPb.: GIORД.
3. Telezhenko L.M. (2010) Sochevytsia yak vazhlyvyi natsionalnyi resurs roslinnoho bilka. *Kormy i kormovyrobnnytstvo*, 66, 158–163.
4. Telezhenko L.M., Atanasova V.V. (2009) Zastosuvannia piurepodibnykh strav na osnovi sochevytsi u profilaktychnomu kharchuvanni. *Zbirnyk naukovykh prats molodykh uchenykh, aspirantiv, ta studentiv «ONAKhT»*. Odesa.
5. Podobed L.I. (2006) Besplenochnyy oves – perspektiva sdelat' etu kul'turu konkurentnosposobnoy na zernovom rynke. *Khvanenie i pererabotka zerna*, 11, 24–26.
6. Batalova G.A. (2009) On the question of the quality of oat grain. *Agrarian Bulletin of the South-East*, 3, 23–25.
7. Sots S.M., Shutenko Ye.I., Kustov I.O. (2011) Holozernnyi oves – perspektivna syrovyna dlia krupianoiv promyslovosti. *Zerнови продукти і комбікорми*, 7, 7–8.
8. Marukhniak A.Ya., Marukhniak H.I., Lisova Yu.A., Datsko A.O. (2016) Khimichni sklad zerna holozernnykh zrazkiv vivsa. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnyctvo*, 60, 110–118.
9. Franks F. (1985) Svoystva vodnykh rastvorov pri temperaturakh nizhe 0°C. *Voda i vodne rastvory pri temperaturakh nizhe 0°C*. Kiev: Naukova dumka.
10. Kapreliants L. (2016) Funktsionalni produkty i nutrytsevtyky – suchasni pidkhody kharchovoi nauky. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya biolohichna*, 73, 441. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_biol_2016_73_122 (accessed 20 May 2021).

11. Pilat T.L., Ivanov A.A. (2002) *Biologicheski aktivnye dobavki k pishche (teoriya, proizvodstvo, primeneniye)*. Moscow: Avalon.
12. Yehorov B.V., Mardar B.V. (2013) *Naukovi osnovy formuvannia spozhyvnykh vlastyvostei novykh zernovykh produktiv*. Odesa: TES.
13. Tsymbalysta N.V., Davydenko N.V. (2008) Stan faktychnoho kharchuvannia naselennia ta alimentarno obumovlena zakhvoriuvanist. *Problemy kharchuvannia*, 1–2, 32–35.
14. Bankovska N.V. (2008) *Hihiiienichna otsinka stanu faktychnoho kharchuvannia dorosloho naselennia Ukrainy ta naukove obgruntuvannia shliakhiv yoho optymizatsii: avtoref. dys. ... kand. med. nauk: 14.02*. Kyiv.
15. Madar M.R. (2015) *Formuvannia spozhyvchykh perevah do funktsionalnykh produktiv kharchuvannia na osnovi marketynhovykh doslidzhen. Ekonomika kharchovoi promyslovosti*, 1(25), 19–25.
16. Borodai A.B., Nykonenko B.S. (2019) *Udoskonalennia tekhnologii funktsionalnykh produktiv za rakhunok vykorystannia roslynnoi syrovyny. Zbirnyk naukovykh statei mahistriv. Fakultet tovaroznavstva, torhivli ta marketynhu. Fakultet kharchovykh tekhnologii, hotelnorestorannoho ta turystychnoho biznesu*. Poltava.