

УДК 663.48-049.7

**РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПИВОВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА
В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ****Ченурна О. Л.**, аспірантка<https://orcid.org/0000-0003-1498-8745>**Штонда О. А.**, к.т.н., доц.,

доцент кафедри м'ясних, рибних та морепродуктів

<https://orcid.org/0000-0002-7085-6133>

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-24>

Предмет. Обґрунтування можливості та доцільності застосування побічних продуктів пивоваріння у технології харчових продуктів. Використання відходів пивоварного виробництва в якості вторинної сировини в рецептурі харчових продуктів, зменшує обсяг утворення відходів, знижує собівартість продукції, а також вирішує питання щодо їх раціональної утилізації та вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища. Також дає можливість отримати нові продукти з високою харчовою цінністю та біологічною активністю. **Мета.** Дослідити та обґрунтувати раціональне використання відходів пивоварного виробництва в харчовій промисловості як альтернативне джерело білку. **Методи.** Дослідження проводилося шляхом ретельного порівняльного аналізу робіт українських та зарубіжних дослідників, опублікованих у виданнях, що індексуються наукометричними базами Scopus, Web of Science, Journal Citation Reports, Scimago Journal & Country Rank, Google Scholar. **Результати.** Розглянуто питання щодо використання в харчовій промисловості відходів пивоварної промисловості – пивної дробини, білкового відстою та надлишкових дріжджів, які є високобілковими продуктами. Визначено можливість використання пивної дробини в хлібопекарській промисловості при виробництві хліба, печива, в м'ясній галузі в рецептурах копчених ковбас та сосисок. Щодо білкового відстою з'ясовано, що він містить такі важливі речовини, як білки та вуглеводи; однак його застосуванню перешкоджає хмельовий гіркий смак. Для зниження гіркоти в літературі запропоновано проводити водну екстракцію при високій температурі, що в подальшому дозволяє використовувати білковий відстій в харчовій промисловості. Розглянуто питання використання надлишкових пивних дріжджів в харчовій промисловості. Дріжджі являють собою густу масу з характерним дріжджовим запахом до складу яких входять білки, вуглеводи, жири і вітаміни. Відомі технології використання надлишкових дріжджів, після ретельного відмивання в пресованому вигляді, для виготовлення кондитерських та хлібних виробів. **Сфера застосування результатів.** Отриманні результати аналітичного огляду можуть бути використані у подальших наукових дослідженнях, щодо вдосконалення технології переробки відходів пивоварного виробництва.

Ключові слова: пивна дробина, білковий відстій, пивні дріжджі, білки, амінокислоти, утилізація

**RATIONAL USE OF WASTE OF BREWERY PRODUCTION
IN THE FOOD INDUSTRY****Oksana Chepurna**, Postgraduate<https://orcid.org/0000-0003-1498-8745>**Oksana Shtonda**, PhD, Associate Professor,

Associate Professor at the Department of Meat, Fish and Seafoods,

<https://orcid.org/0000-0002-7085-6133>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Subject. The substantiation of the possibility and expediency of using brewing by-products in technology of food products. The use of brewery industry waste as a secondary raw material in the formulation of food products reduces the volume of waste generation, lowers the cost of production, and also solves the issue of their rational disposal and solving the problem of environmental pollution. It also provides an opportunity to obtain new products with high nutritional value and biological activity. The aim of the work was to investigate and substantiate the rational use of brewing waste in the food industry

as an alternative source of protein. **Methods.** The research was carried out through a thorough comparative analyzing the works of Ukrainian and foreign researchers published in the scientific and metric databases Scopus, Web of Science, Journal Citation Reports, Scimago Journal & Country Rank, and Google Scholar. **Results.** The issue of using brewing waste in the food industry - beer grains, protein sediment and excess yeast, which are high-protein products - is considered. The possibility of using brewers pellet in the bakery industry in the production of bread, cookies, in the meat industry in the recipes of smoked sausages and sausages has been determined. About the protein precipitate, it has been found that it contains such important substances as proteins and carbohydrates; however, its use is hindered by the bitter, hops taste. For order to reduce bitterness, had been suggested in the literature to carry out aqueous extraction at a high temperature, which in the future allows the use of protein precipitate in the food industry. The issue of using excess brewer's yeast in the food industry is considered. Yeast is a thick mass with a characteristic yeast smell, which includes proteins, carbohydrates, fats and vitamins. There are well-known technologies for using excess yeast, after thorough washing in a pressed form, for the production of confectionery and bakery products. **Scope of the results.** The obtained results of the analytical review can be used in further scientific research to improve the technology of brewery waste processing.

Key words: brewers pellet, protein precipitate, brewer's yeast, proteins, amino acids, utilization

Постановка проблеми. Пивоварна галузь останнім часом стрімко розвивається в Україні. З підприємств великої потужності реформуються невеликі пивоварні, як самостійні структури так і на базі ресторанів, кафе. Це дає можливість розширювати асортимент пива, розробляти крафтові рецептури.

Пиво – це слабоалкогольний напій з хмелевим ароматом і приємним гірким присмаком, який користується попитом у широких верст населення. Технологія пива доволі складна та енергозатратна і характеризується великою кількістю різноманітних процесів, які можна об'єднати в наступні стадії: підготовка сировини, приготування пивного суслу, зброджування пивного суслу, стабілізація готового пива. На кожному етапі утворюються побічні продукти, які потребують утилізації.

Нераціональне їх використання може привести до екологічного забруднення навколишнього середовища, тому останнім часом все більше науковців намагаються знайти нові способи їх застосування, які змінять традиційний підхід до відходів і зроблять їх побічними продуктами [1]. Переважну кількість вторинних продуктів, які утворюються на пивоварних підприємствах відправляють в комбікормові виробництва, де їх переробляють на корм тваринам. Але за результатами досліджень відомо, що пивна дробина, білковий відстій, залишкові дріжджі багаті цінними сполуками та поживними речовинами. Це ключові фактори для розробки різних рецептур, де вони можуть застосовуватися в якості сировини, при отриманні продуктів харчування [2].

Завдяки своїм властивостям відходи пивоваріння мають потенціал для розширення асортименту продуктів, але їх використання все ще дуже обмежене [3].

Мета роботи дослідити та визначити сучасний стан в утилізації побічних продуктів пивоваріння, способи їх переробки та можливість використання в харчовій промисловості як альтернативне джерело білку.

Методи дослідження. В статті був проведений літературний огляд наукових праць які індексуються в наукометричних базах України та світу, зокрема: Scopus, Web of Science, Journal Citation Reports, та інші.

Результати та обговорення. Основним відходом пивоварної галузі є пивна дробина, яку отримують на стадії фільтрації суслу. Більшу частину реалізують, переважно, в сирому вигляді, але враховуючи обмежений термін зберігання, останнім часом, все більше підприємств в Україні впроваджують стадію сушки. В Європейських країнах пивоварні мають цеха і обладнання для утилізації дробини, де її висушують, так як вона вважається вторинним продуктом і використовується, як сировина, в харчовій промисловості [2].

За хімічним складом пивна дробина має високу харчову та біологічну цінність, є джерелом клітковини, мінеральних речовин, вітамінів, протеїнів.

Склад пивної дробини наведений в таблиці 1 [2].

Таблиця 1

Склад пивної дробини

Дробина	Вміст, %					
	вода	білок	безазотні речовини	жир	клітковина	зола
Сира	75,0	5,0	11,0	2,0	6,0	1,0
Висушена	10,5	19,0	38,0	7,5	18,0	7,0

Завдяки вмісту білків, до складу яких входить близько 30% незамінних амінокислот пивна дробина сприятливо впливає на організм людини [1]. Наприклад лізин досить важливий, тому що він приймає участь у синтезі білків, стимулює імунну систему, а лейцин сприяє підтримки стабільного вмісту цукру в крові. Амінокислотний склад наведений в таблиці 2 (у % від маси білкових речовин) [2, 3].

Таблиця 2

Амінокислотний склад пивної дробини, %

№	Показник	Кількість
1	лізин	0,86
2	гистидин	0,66
3	аргінін	1,07
4	аспарагінова кислота	1,35
5	треонин	0,77
6	серін	0,89
7	глутамінова кислота	4,57
8	пролін	2,05
9	гліцин	0,79
10	аланін	0,94
11	цистин	0,46
12	валін	1,06
13	метіонін	0,5
14	ізолейцин	0,79
15	лейцин	0,57
16	тирозин	0,61
17	фенілаланін	1,23
18	триптофан	0,14
19	всього амінокислот	19,31
20	у тому числі незамінних амінокислот	7,65

В пивоварному ячмені білкові речовини знаходяться виключно у формі протеїдів.

Там, де відбуваються складні процеси, білки розщеплюються ферментами утворюючи низькомолекулярні сполуки, які в процесі пророщування частково витрачаються на утворення нових тканин, листового і кореневого ростка.

Сушіння солоду супроводжується загибеллю зародку зерна, але ферменти при цьому зберігаються і продовжують свою активну дію на білок під час затирання.

Гідроліз білків під час затирання має дуже важливе значення, приблизно 15% загальної кількості білків переходить до розчину під дією пептидаз при затиранні. 85% білків при кип'ятінні коагулює. Це нативні, розчинні у воді білки й високомолекулярні фракції, що утворюються внаслідок ферментативного гідролізу [13].

Вони дуже чутливі до всіх фізико-хімічних впливів, за яких змінюються їх колоїдна рівновага і властивості. Відомо дві стадії коагуляції:

- перша стадія – денатурація білків, молекули переходять із ліофільного стану у ліофобний, мають вигляд дрібної суспензії;

- друга стадія – відбувається укрупнення дегідратованих міцел, тобто, коагуляція.

Отже, всі білки і їх фракції, що переходять із солоду у розчин, при затиранні складають «розчинні білки», частина з яких становить «коагулюючі білки», а інша частина, білки які не коагулюють: поліпептиди, пептиди й амінокислоти. Кількість їх, що утворюється при солододороженні і затиранні майже однакова. Частина білкових речовин, яка не піддається перетворенням ні при солододороженні, ні при приготуванні затору, переходить у пивну дробину. Кількість їх складає 75% від початкової кількості білка в зерні [13].

Завдяки своїм властивостям та вмісту важливих азотовмісних поживних речовин пивна дробина використовується в якості біологічно активної добавки в харчових

продуктах [4]. Ряд досліджень показало, що вона може успішно додаватися до борошна, при виробництві хліба, вафель, печива, сухих сніданків, макаронів, млинців або коржиків.

Отриманні результати показали, що додавання дробини до хліба з пшеничного борошна збільшує кількість клітковини, змінює жирність продукту, збільшує водоутримуючу здатність і консистенцію продуктів, надає продукту більш солодкий смак [5, 6].

В Румунії досить розвинута м'ясопереробна галузь, особливою популярністю користуються копчені ковбаси, тому актуальним питанням є розширення асортименту копчених ковбас шляхом використання рослинної сировини, багатой на білок. З цієї метою проводили дослідження, щодо розроблення технології ковбас копчених з пивною дробиною. Отримали дещо покращену структуру фаршу за фізико-хімічними показниками, оскільки білки підвищують водозв'язуючу здатність за рахунок утримання води. За органолептичними показниками суттєвих змін не спостерігалось [1].

Також відомі дослідження, щодо можливості використання пивної дробини в комплексі з грибами *Agaricus bisporus* як заміників м'яса в копчених ковбасах. Отримані зразки мали доволі високий вміст білка [1].

В роботі Saraiva [7] розглянуто використання пивної дробини у технології сосисок.

Для досліду готували борошно з різним ступенем подрібнення: дрібне – 212 мкм, середнє – 212–425 мкм, та грубе – 425–850 мкм, яке додавали у різних співвідношеннях до фаршу. Отримані данні свідчать, що у сосисках значно збільшився загальний вміст харчових волокон, покращилась структура фаршу.

Основний показник якості м'ясних продуктів – це здатність утримувати вологу.

Відомо, що цей показник залежить від білків – міозину, актину й актоміозину, волога зв'язується за допомогою заряджених ($-\text{NH}_3$, $-\text{COO}^-$) і незаряджених ($-\text{SH}$, $-\text{NH}$, $-\text{OH}$, $-\text{O}-\text{NH}$) груп [11]. Всі форми зв'язку води з білками поділяють на три великі групи: гідратаційна, іммобілізована і вільна вода. Гідратаційна волога, на відміну від іммобілізованої і вільної, міцно утримується молекулярним силовим полем тому не впливає на зміцнення волого утримуючої здатності [11]. Також на зменшення вологоутримуючої здатності білків впливає підвищення температури всередині продукту і тривалості теплової дії [12].

Одним із перспективних напрямків збільшення вологоутримуючої здатності у м'ясних виробках є додавання пивної дробини в якості білкововмісної сировини.

На основі проведених досліджень було визначено, що додавання пивної дробини не має негативного впливу на органолептичні характеристики та фізико-хімічні показники якості м'ясних продуктів; більше того, він посилює корисні для здоров'я властивості харчових продуктів [1,8].

Наступним відходом пивоваріння є білковий відстій, який отримують при охолодженні і освітленні пивного суслу, він переважно має білково-дубильний комплекс, який утворився під час кип'ятіння суслу з хмелем. На пивоварному виробництві з 100 кг засипку солоду отримують 2–3 кг білкового осаду вологістю 80%. Склад сухих речовин білкового відстою наступний: водорозчинні екстрактивні речовини – 38%, білкові речовини – 35%, клітковина – 6%, мінеральних речовин – 4%. За хімічним складом відстій міг би використовуватися, як добавка до харчових продуктів, але завдяки гіркому смаку, який обумовлений наявністю хмелевих гірких кислот, смол, дубильних речовин, які частково перейшли в осад, використання його доволі обмежене [2]. Відомий спосіб використання білкового відстою безпосередньо на пивоварних заводах, для приготування пивного суслу [13]. Його повертають в заторний апарат перед кип'ятінням відварки для збільшення набору готового суслу за рахунок екстрактивних речовин, які містяться у відстої.

Враховуючи, що білковий відстій має досить сильну хмелеву гіркоту, виникає необхідність розробити та застосувати нові процеси, які її зменшать. Робота Saraiva [7]

була спрямована на зменшення вмісту гірких речовин у відстою, зберігаючи або покращуючи його поживні та функціональні властивості, для подальшого використання його в їжі.

Гіркі речовини відділяли від білка екстрагуванням. Воду додавали до відстою, перемішували і нагрівали до 100 °С. Процес екстракції гірких речовин з білкового відстою змінив його склад, структуру та функціональність. Вміст білка був сконцентрований, а гіркота була зменшена [7]. В результаті білковий відстій зі зміненим складом і функціональністю можуть використовувати в харчовій промисловості для збагачення продуктів рослинним білком [7].

І останній, не менш важливий, побічний продукт пивоваріння – це залишкові пивні дріжджі. Вони представляють собою високоякісний харчовий продукт. До складу дріжджів входять білки, жири, вітаміни групи В, Н, Е і D [2]. Завдяки високому вмісту вітамінів залишкові дріжджі використовують в лікувальних цілях для покращення обміну речовин та як радикальний засіб для лікування фурункульозу.

Важливі і такі компоненти дріжджів, як лецитин, холін і глутатіон.

Лецитин і холін необхідні для нормального функціонування нервової системи, глутатіон є каталізатором окисно-відновних процесів в організмі.

Недоліком пивних дріжджів є те що вони мають досить сильну хмелеву гіркоту, що суттєво впливає на органолептику. Для видалення гіркоти пивні дріжджі промивають і висушують. Таким чином з 1,2 кг отримують 0,15 кг сухої речовини.

До складу сухих пивних дріжджів входить понад 50% білків. 1 кг сухих дріжджів містить в 2,5 рази більше білка ніж яловичина.

Дріжджі мають в своєму складі речовини, які в середньому на 85% засвоюються живим організмом, а саме білки – на 90%, жири – на 70%, вуглеводи – майже повністю. Амінокислотний склад пивних дріжджів представлений у таблиці 3 (у% від маси білкових речовин клітини) [3,9,10,13].

Таблиця 3

Амінокислотний склад дріжджів, %

№	Показник	Кількість
1	лізин	7,3
2	гістидин	2,6
3	аргінін	4,7
4	аспарагінова кислота	7,9
5	треонін	5,5
6	серин	5,0
7	глутамінова кислота	10,8
8	пролін	4,2
9	гліцин	4,1
10	аланін	6,1
11	цистин	1,2
12	валін	5,7
13	метіонін	1,5
14	ізолейцин	4,8
15	лейцин	6,8
16	тирозин	4,4
17	фенілаланін	3,5
18	триптофан	1,4
19	всього амінокислот	87,5
20	у тому числі незамінних амінокислот	43,8

Таким чином, надлишкові дріжджі за амінокислотним складом мають високу харчову цінність і їх реалізують в комбікормові виробництва [2]. Одним з напрямків використання дріжджів є можливість їх додавати до веганських тортів, що призводить до більш високого вмісту білка, ліпідів і вуглеводів [9]. Згідно з іншими дослідженнями, були проведені експерименти, в яких відпрацьовані сухі дріжджі додавалися як інгредієнт у домашній хліб. Це призвело до збільшення споживання β-глюкану [10]. Відомо, що β-глюкан – це сильний антиоксидант, який нейтралізує вільні радикали. Виконує роль імунного модулятора, тим самим, підвищує опір організму по відношенні до вірусів, патогенних бактерій та різних канцерогенів.

Відома технологія використання залишкових пивних дріжджів як добавку в процесі виробництва хліба для збереження свіжості хліба.

Пивні дріжджі також використовують в якості приправ в м'ясній промисловості.

Проаналізувавши якісний склад відходів пивоварної галузі визначили доцільність використання їх в харчовій промисловості. Це надасть можливість не тільки вирішити екологічну проблему, щодо утилізації відходів, але і збагатити продукти джерелом білків, мінералів, жирних кислот, клітковини та біоактивних речовин, які можуть запобігти розлади, пов'язані з харчуванням, і покращують фізичний і психічний стан споживачів.

Висновки. Враховуючи те, що основним джерелом рослинного білка в харчовій промисловості є високоякісні продукти з високою собівартістю виробництва, запропоновано використання відходів пивоваріння, що забезпечить збереження навколишнього середовища та зниження собівартості продукції.

Рослинний білок є багатообіцяючою альтернативою тваринним білкам у щоденному раціоні, завдяки своїй унікальній придатності, широкій доступності та біодоступності.

Бібліографія

1. Nagy M, Semeniuc CA, Socaci SA, Pop CA, Rotar AM, Salagean CD, Tofana M. Utilization of brewer's spent grain and mushrooms in fortification of smoked sausages. *Food Science and Technology*. 2017;37:315–320. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.23816>.
2. Сухенко Ю. Г., Серьогін О. О., Сухенко В. Ю., Рябоконт Н. В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. проф. О.О.Серьогіна. К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 338 с.
3. Fařcas A., Socaci S., Mudura E., Dulf F., Vodnar D., Tofana M., Salanta L. C. Exploitation of brewing industry wastes to produce functional ingredients. In: *Brewing technology*. Budapest: Makoto Kanauchi, IntechOpen. 2017. <https://www.intechopen.com/chapters/55749>.
4. Rachwał, K.; Wařko, A.; Gustaw, K.; Polak-Berecka, M. Utilization of Brewery Wastes in Food Industry. *PeerJ*. 2020, 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.9427>.
5. Cappa, C. Brewer's Spent Grain Valorization in Fiber-Enriched Fresh Egg Pasta Production: Modelling and Optimization Study. *Food Sci. Technol*. 2017, 82, 464–470. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.068>.
6. Combest, S.; Warren, C. Perceptions of College Students in Consuming Whole Grain Foods Made with Brewers' Spent Grain. *Food Sci. Nutr*. 2019, 7, 225–237.
7. Saraiva BR, Anjo FA, Vital ACP et al (2019) Waste from brewing (trub) as a source of protein for the food industry. *Int J Food Sci Technol* 54:1247–1255. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14101>.
8. Choi, M.S.; Choi, Y.S.; Kim, H.W.; Hwang, K.E.; Song, D.H.; Lee, S.Y.; Kim, C.J. Effects of Replacing Pork Back Fat with Brewer's Spent Grain Dietary Fiber on Quality Characteristics of Reduced-Fat Chicken Sausages. *Food Sci. Anim. Resour*. 2014, 34, 158–165.
9. Coldea, T.E.; Mudura, E.; Rotar, A.M.; Cuibus, L.; Pop, C.R.; Darab, C. Brewer's Spent Yeast Exploitation in Food Industry. *Hop Med. Plants* 2017, 25, 94–99.
10. Martins, Z.E.; Erben, M.; Gallardo, A.E.; Silva, R.; Barbosa, I.; Pinho, O.; Effect of Spent Yeast Fortification on Physical Parameters, Volatiles and Sensorial Characteristics of Home-Made Bread. *Int. J. Food. Sci. Technol*. 2015, 50, 1855–1863. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3107-0>.
11. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення: монографія у 2 ч. Ч. 2 / О. І. Черевко, М. І. Пересічний, С. М. Пересічна [та ін.]; за ред.. О. І. Черевка, М. І. Пересічного. 4-те вид., переробл. та допов. Х.: ХДУХТ, 2017. 591 с.
12. Дідух Н. А., Чагаровський О. П., Лисогор Т. А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса: Поліграф, 2008. 236 с.
13. Колотуша П. В. Технологія виробництва пива. Навч. посібник. К.: ІСДО, 1996. 228 с.

References

1. Nagy, M, Semeniuc, CA, Socaci, SA, Pop, CA, Rotar, AM, Salagean, CD, Tofana M. (2017). Utilization of brewer's spent grain and mushrooms in fortification of smoked sausages. *Food Science and Technology*. 7;37:315–320. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.23816>.
2. Sukhenko, Yu. H., Serohin, O. O., Sukhenko, V. Yu., Riabokon, N. V. (2016). *Resursozberihaiuchi tekhnolohii v kharchovykh i pererobnykh vyrobnytstvakh* (Resource-Saving Technologies in Food and Food Processing Industries): [Manual] / Ed. by prof. O.O.Serohina. Kyiv : TsP «KOMPRYNТ». 338 p. [in Ukrainian].

3. Fařcas, A., Socaci, S., Mudura E., Dulf, F., Vodnar, D., Tofana, M., Salanta, L. C. (2017). Exploitation of brewing industry wastes to produce functional ingredients. In: *Brewing technology*. Budapest: Makoto Kanauchi, IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/55749>.
4. Rachwał, K.; Wařko, A.; Gustaw, K.; Polak-Berecka, M. (2020). Utilization of Brewery Wastes in Food Industry. *PeerJ*, 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.9427>.
5. Cappa, C. (2017). Brewer's Spent Grain Valorization in Fiber-Enriched Fresh Egg Pasta Production: Modelling and Optimization Study. *Food Sci. Technol.* 82, 464–470. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.068>.
6. Combest, S.; Warren, C. (2019). Perceptions of College Students in Consuming Whole Grain Foods Made with Brewers' Spent Grain. *Food Sci. Nutr.* 7, 225–237.
7. Saraiva, BR, Anjo, FA, Vital, ACP et al (2019). Waste from brewing (trub) as a source of protein for the food industry. *Int J Food Sci Technol* 54:1247–1255. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14101>.
8. Choi, M. S.; Choi, Y. S.; Kim, H. W.; Hwang, K. E.; Song, D. H.; Lee, S. Y.; Kim, C. J. (2014). Effects of Replacing Pork Back Fat with Brewer's Spent Grain Dietary Fiber on Quality Characteristics of Reduced-Fat Chicken Sausages. *Food Sci. Anim. Resour.* 34, 158–165.
9. Coldea, T. E.; Mudura, E.; Rotar, A. M.; Cuibus, L.; Pop, C. R.; Darab, C. (2017). Brewer's Spent Yeast Exploitation in Food Industry. *Hop Med. Plants*, 25, 94–99.
10. Martins, Z.E.; Erben, M.; Gallardo, A.E.; Silva, R.; Barbosa, I.; Pinho, O. (2015). Effect of Spent Yeast Fortification on Physical Parameters, Volatiles and Sensorial Characteristics of Home-Made Bread. *Int. J. Food. Sci. Technol.*, 50, 1855–1863. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3107-0>.
11. Innovatsiini tekhnolohii kharchovoi produktsii funktsionalnoho pryznachennia (Innovative Technologies for Functional Food Products): Monograph in 2 volumes. Vol. 2 / O. I. Cherevko, M. I. Peresichnyi, S. M. Peresichna [et al.]; Ed. by O. I. Cherevko, M. I. Peresichnyi. – 4th edition., supplemented and corrected. Kharkiv : KhDUKht, 2017. 591 p. [in Ukrainian].
12. Didukh, N. A., Chaharovskiy O. P., Lysohor T. A. (2008). *Zakvashuvalni kompozytsii dlia vyrobnytstva molochnykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia* (Leavening Compositions to Produce Functional Dairy Products). Odesa : Polihraph, 236 p. [in Ukrainian].
13. *Tekhnolohiia vyrobnytstva pyva* (Beer Production Technology): Tutorial. P. V. Kolotusha. Kyiv : ISDO, 1996. 228 p. [in Ukrainian].