

УДК 613.3:664.85:634.31(083.1):57.013

**ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АПЕЛЬСИНОВИЙ НАПІЙ ІЗ ВМІСТОМ
ІМУНОТРОПНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ БАКТЕРІАЛЬНОГО
ПОХОДЖЕННЯ**
**FUNCTIONAL ORANGE BEVERAGE WITH THE IMMUNOLOGICAL
INGREDIENTS BACTERIAL ORIGIN**

Капустян А.І. канд. техн. наук, доцент, Черно Н.К., д-р техн. наук, професор,
Науменко К.І., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій
A. Kapustian, N. Cherny, K. Naumenko
Odessa National Academy of Food Technologies

Copyright © 2019 by author and the journal «Scientific Works»
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

DOI <https://doi.org/10.15673/swonaf.v2183.1533>

Анотація. Функціональні напої – сегмент ринку, який широко представлено у світі, але, на жаль, його доля надзвичайно мала в Україні. Доцільним є розроблення вітчизняних функціональних напоїв із вмістом імунотропних інгредієнтів, що здатні взаємодіяти з імунокомпетентними рецепторами організму людини та підвищувати її імунний статус. У роботі розглянуто можливість використання у якості фізіологічно функціональних імунотропних інгредієнтів муропептидів, які мають здатність стимулювати імунітет і формувати захист від мікробних інфекцій. У якості об'єкту для отримання муропептидів використовували біомасу *Lactobacillus acidophilus* K 3111, для дезінтеграції клітин, з метою отримання низькомолекулярних складових пептидогліканів їхньої клітинних стінок, використовували автоліз та ферментоліз. Автоліз проводили із залученням температурної обробки на різних стадіях культивування біомаси, ферментоліз – із використанням протеаз різного походження. Встановлено, що максимальний вміст муропептидів має місце за наступних режимів: автоліз протягом 144 год при 50°C; ферментоліз папаїном при співвідношенні фермент:субстрат 1:100 та тривалості процесу 180 хв. За даних умов дезінтеграції у реакційному середовищі накопичуються амінокислоти у кількості 11,25 мг/см³, муропептиди – 1,40 мг/см³, низькомолекулярні пептиди – 4,45 мг/см³. Запропоновано схему послідовності операцій та режимів отримання функціонального харчового інгредієнту на основі продуктів дезінтеграції пептидогліканів клітинної стінки *Lactobacillus acidophilus* K 3111. Розроблено та проаналізовано рецептури апельсинових напоїв, надано органолептичну оцінку та визначено їхні фізико-хімічні показники, а саме, розчинні сухі речовини, титровану кислотність, масову частку м'якоті, цукру, рН, мінеральні домішки, оксиметилфурфурол. За результатами органолептичних, фізико-хімічними досліджень, беручи до уваги вміст функціонального інгредієнту, який повинен корелювати з його ефективною дозою, обрано найбільш прийнятну рецептуру апельсинового напою, який відповідає вимогам стандартів ДСТУ 4069:2016 та ДСТУ 7159:2010.

Abstract. Functional beverages are a segment of the market that is widely represented in the world but, unfortunately, its share is extremely small in Ukraine. It is advisable to develop national functional beverages containing immunological ingredients that can interact with the immune receptors of the human body and enhance its immune status. The paper considers the possibility of using as a physiologically functional immunological ingredients muropeptides that have the ability to stimulate immunity and to form protection against microbial infections. *Lactobacillus acidophilus* K 3111 biomass was used as the object for the production of the muropeptides, autolysis and enzymatic hydrolysis were used to obtain the low molecular weight components of the peptidoglycans of their cell walls. Autolysis was carried out with the involvement of temperature treatment at different stages of biomass cultivation, enzymatic hydrolysis was carried out using proteases of different origin. It was established that the maximal content of muropeptides occurs at the following modes: autolysis during 144 hour at 55° C; papain enzymatic hydrolysis at enzyme: substrate ratio of 1: 100 and process duration 180 min. Under these conditions of disintegration, amino acids in the reaction medium

accumulate in the amount of 11.25 mg/cm^3 , muropeptides – 1.40 mg/cm^3 , low molecular weight peptides – 4.45 mg/cm^3 . The scheme of sequence of operation and modes of obtaining functional food ingredient on the basis of products of disintegration of peptidoglycans of cell wall of *Lactobacillus acidophilus* K 3111 is offered. Orange beverage recipes were developed and analyzed, organoleptic evaluation was given and their physicochemical parameters were determined, namely soluble solids, titrated acidity, pulp mass, sugars, pH, mineral impurities and oxymethylfurfural. According to the results of organoleptic, physico-chemical studies, taking into account the content of the functional ingredient, which should correlate with its effective dose, the most acceptable recipe of orange beverage, which corresponds the requirements of the State standards of Ukraine 4069: 2016 and 7159: 2010, is selected.

Ключові слова: функціональний напій, імунотропний харчовий інгредієнт, муропептиди, апельсиновий концентрат.

Keywords: functional beverage, immunological food ingredient, muropeptides, orange concentrate.

Постановка проблеми. Еволюційно усталеним є поняття залежності стану здоров'я людини та її харчового статусу [1-3]. Зважаючи на останні тенденції розвитку нутриціології та теорії оптимального харчування, значного розвитку набуває розроблення спеціалізованих і функціональних продуктів [1-3]. Напрямки створення технологій даної категорії харчових продуктів є мультивекторними та залежать від конкретних задач, які направлені на подолання різних патологій шляхом нутритивної підтримки [4-6]. Зважаючи на те, що значна частина населення світу страждає на розлади функціонування імунітету, доцільним є розроблення функціональних продуктів харчування з вмістом імунотропних харчових інгредієнтів [6-7].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Функціональні напої – найбільш зручна і доступна форма інкорпорації есенційних та біологічно активних нутрієнтів для гармонійного стану організму. Окрім того, саме напої націлені на широке коло споживачів, а їхня технологія виробництва дає можливість створення різноманітних смаків і використання різних основ [4, 5, 8].

У Європі активно зростає споживання функціональних напоїв, до яких відносять вітамінізовані соки для дітей, напої для літніх людей, вагітних жінок, вітамінні комплекси для підвищення працездатності та ін. Категорія функціональних напоїв поступово уцілює ринкові сегменти соків та нектарів. На споживчому ринку представлено досить широкий асортимент функціональних напоїв, що володіють загальнозмцнювальними властивостями, а також спеціального призначення для профілактики певних захворювань [5,8].

Аналітиками компанії Pro-Consulting проведено аналіз виробництва, імпорту та експорту на ринку функціональних напоїв в Україні за 2016–2018 року. Аналіз показав, що вітчизняне виробництво даних продуктів займає незначну частину. Основну частку ринку функціональних напоїв – імпорт, частка якого становить близько 80%. Також у ході дослідження встановлено, що українські споживачі вживають значно менше функціональних напоїв, ніж у Європі. Обсяг споживання даної продукції на одного жителя України складає близько 0,05 літра на рік. Для порівняння, в Європі і США цей показник перевищує 100 літрів на одного жителя. Це свідчить про великі перспективи зростання даного ринку в Україні [9].

Актуальним є питання розроблення функціональних напоїв з вмістом імунотропних інгредієнтів, адже згідно даних звіту Українського інституту стратегічних досліджень, лівова частина населення страждає на розлади функціонування імунної системи. До перспективних та ефективних імунотропних сполук можна віднести муропептиди – низькомолекулярні фрагменти пептидогліканів бактеріальних клітинних стінок [10]. Муропептиди здатні стимулювати вроджений імунітет і здатність формувати захист від мікробних інфекцій. Екзогенне введення муропептидів відтворює фізіологічні механізми імунної відповіді [11-15]. Для отримання муропептидів, як функціонально-фізіологічних харчових інгредієнтів, доцільним є використання у якості бактеріального субстрату пробіотичних культур, оскільки вони є абсолютно безпечними, окрім того, накопичено значний досвід їхнього культивування. Внесення муропептидних сполук у харчові системи не впливає на їхню хімічну структуру та фізіологічну активність, адже взаємодія між біологічно активною складовою та нутрієнтним складом обмежується утворенням слабких гідрофільно-гідрофобних зв'язків.

Аналіз світового ринку функціональних напоїв та наукових робіт за даним профілем показав, що досі використання муропептидів, які взаємодіють безпосередньо з імунокомпетентними рецепторами, у складі функціональних напоїв та продуктів не зафіксовано.

Тому розроблення вітчизняних функціональних напоїв з вмістом імунотропних муропептидів є досить актуальним завданням. Перспективним є розроблення напою з апельсиновим смаком, адже він є найпопулярнішим у світі [16].

Мета роботи – розроблення функціонального напою на основі натурального апельсинового концентрату з додаванням фізіологічно активного інгредієнту імунотропної дії.

Завдання досліджень:

- отримання імунотропних муропептидів пробіотичного походження;
- розроблення рецептури апельсинового напою з вмістом імунотропних муропептидів;
- характеристика сенсорних властивостей та фізико-хімічних показників досліджуваних зразків.

Матеріали та методи досліджень. Із метою отримання муропептидів як імунотропних функціональних харчових інгредієнтів проводили дезінтеграцію біомаси *Lactobacillus acidophilus* К 3111 концентрацією $7 \cdot 10^9$ КУО/см³. Для попередньої дезінтеграції бактеріальних клітин проводили їхній автоліз із залученням температурної обробки в інтервалі 37–90°C протягом 15 хв починаючи з завершення логарифмічної фази росту (8-ма година культивування) із кроком у 24 год аж до 168 год від початку культивування. Виділення дезінтегрованих клітин з культуральної рідини здійснювали шляхом центрифугування протягом 15 хв при 8000 хв⁻¹. Осад клітин відмивали дистильованою водою, ресуспендували та направляли на ферментоліз. Ензиматичну деструкцію здійснювали за допомогою протеаз: папаїну (10 Од/мг), протосубтиліну (70 Од/г), панкреатину (370 Од/г). Варіювали співвідношення фермент : субстрат від 1:50 до 1:300, тривалість ферментолізу 30–600 хв. Ферментоліз зупиняли інкубацією суміші при 100°C протягом 5 хв, далі проводили ультрацентрифугування та визначали в надосадовій рідині цільові сполуки: муропептиди, амінокислоти, низькомолекулярні пептиди (НМП) за методикам, наведеними у роботі [17].

Для виробництва соку використовували заморожене апельсиновий концентрат компанії Альта Країна (Туреччина). Функціональний напій на основі апельсинового концентрату готували відповідно до ДСТУ 7159:2010. Сенсорні показники напою оцінювали за 5-бальною шкалою згідно ДСТУ 7159:2010. Напої характеризували за такими фізико-хімічними показниками як: сухі розчинні речовини, масова частка м'якоті за ДСТУ 7001, титровані кислоти, рН, оксиметилфурфурол за ДСТУ ISO 7466.

Результати досліджень. Автоліз біомаси *Lactobacillus acidophilus* К 3111 проводили з метою первинної дезінтеграції бактеріальних клітин, яка дасть змогу підвищити ефективність ензиматичного перетворення пептидогліканів їхніх клітинних стінок до низькомолекулярних імунотропних муропептидів. Одним із найбільш простих та доступних методів детекції ступеня деструкції бактеріальних клітин є визначення вмісту вільних амінокислот. На рис. 1 зображено залежність накопичення амінокислот у середовищі автолізатів від температури та тривалості інкубування.

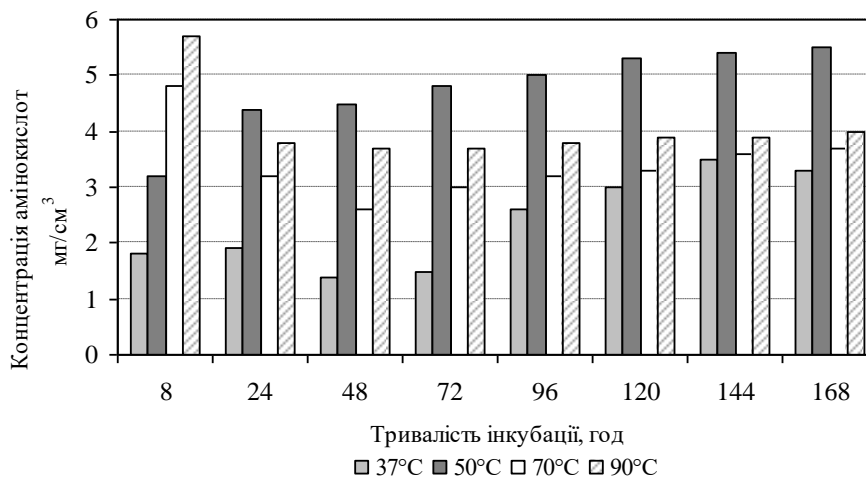


Рис. 1. Залежність накопичення амінокислот в автолізатах біомаси *Lactobacillus acidophilus* К 3111 на різних стадіях культивування та при різних температурах експозиції

Результати досліджень, наведені на рис. 1, демонструють, що найбільше накопичення амінокислот має місце у зразка, який отримували наприкінці логарифмічної фази росту бактеріальної маси, при експозиції за температури 90°C. Така тенденція, очевидно, пов'язана з тим, що у цій фазі росту бактеріальні клітини є лабільними до агресивних факторів, у тому числі й до високотемпературної обробки. У даному випадку має місце пошкодження клітин, що обумовлює перфорацію їхніх стінок та можливе вивільнення вмісту бактеріальних клітин у зовнішнє середовище.

Відомо, що для отримання низькомолекулярних муропептидів, необхідною умовою деструкції пептидогліканів є використання комбінованої ензиматичної обробки із залученням протеаз, здатних гідролізувати пептидні зв'язки у їхньому складі, та мурамідаз, які відповідають за гідроліз β 1→4 зв'язків між N-ацетилмурамовою кислотою та N-ацетилглюкозаміном. Оскільки мурамідази є досить дефіцитними ферментами, доцільним є використання власного потенціалу пробіотичних бактерій, а саме, їхніх мета-

болітів – автолізінів, які володіють мурамідазною активністю. Відомо, що автолізини активізуються за температури 50–55°C. Як видно з рис. 1, за даної температури найбільших змін біомаса зазнає при експозиції протягом 144 год, про що свідчить максимальне накопичення амінокислот. Зважаючи на вищенаведене, для подальшого ензиматичного перетворення використовували саме ці параметри автолізу.

Ферментоліз здійснювали з використанням протеаз тваринного, рослинного та мікробіального походження. У табл. 1 представлено результати найбільш ефективних ензиматичних перетворень автолізату біомаси *Lactobacillus acidophilus* K 3111.

Таблиця 2 – Вміст продуктів ферментолізу автолізату *Lactobacillus acidophilus* K 3111, (n=3, P≥0,95)

Умови ферментативного гідролізу	Амінокислоти, мг/см ³	НМП, мг/см ³	Муропептиди, мг/см ³
Панкреатин, E:S 1:100, τ = 240 хв	10,14	3,77	0,31
Папаїн, E:S 1:100, τ = 180 хв	11,25	4,45	1,40
Протосубтилін, E:S 1:200, τ = 300 хв	8,21	2,11	0,17

*E:S – співвідношення фермент:субстрат

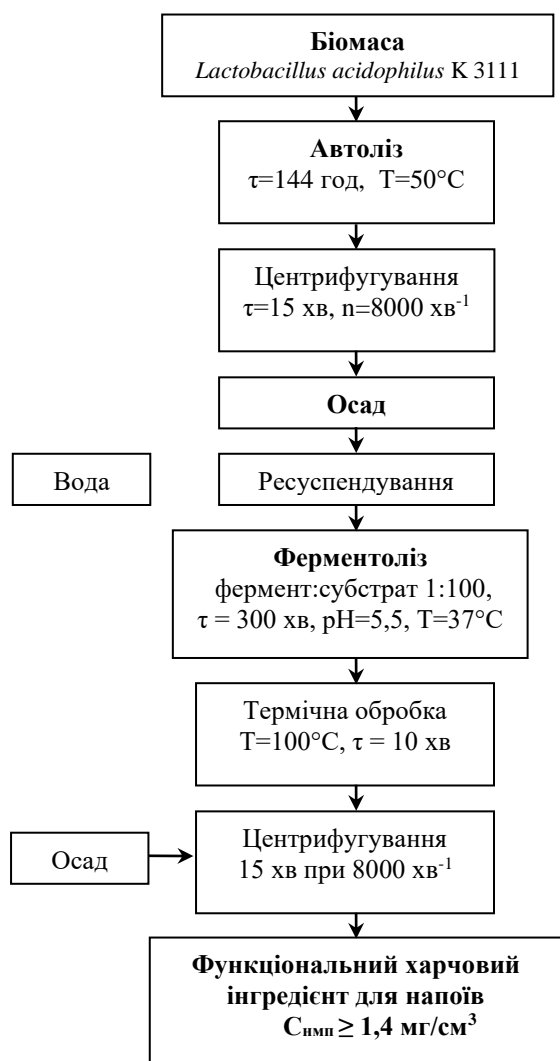


Рис. 2. – Схема отримання функціонального інгредієнту на основі муропептидів біомаси *Lactobacillus acidophilus* K 3111

Як видно з табл. 1, найбільш ефективною є деградація пептидоглікану *Lactobacillus acidophilus* K 3111 за обробки папаїном, при цьому накопичується максимальна кількість продуктів деградації: амінокислот, НМП, муропептидів. Суттєву різницю ефективності гідролізу протеазами різного походження можна пояснити їхньою субстратною специфічністю. Ареал субстратної специфічності папаїну є найбільш прийнятним відносно деградуючої дії до пептидних зв'язків пептидоглікану.

Отже, на основі проведених досліджень можна навести схему отримання функціонально-фізіологічного інгредієнту з вмістом муропептидів для його використання у складі функціональних напоїв, призначених для нутритивної підтримки населення з розладами імунітету (рис. 2).

На наступному етапі досліджень розробляли рецептури функціонального напою на основі апельсинового пюре та інгредієнту з вмістом імунотропних муропептидів. В основу розробки рецептур покладено принципи функціональної спрямованості сировини, смакової сумісності рецептурних компонентів, збереження функціональних інгредієнтів протягом зберігання готового виробу та враховано ефективну дозу муропептидів [18].

У ході роботи розроблено та апробовано 10 рецептур напоїв, але оскільки однією з основних вимог, що пред'являються до продуктів є їхня органолептична характеристика та вміст функціонального інгредієнту, відібрано 3 прийнятних рецептури, які представлено у табл. 2. У ході проведення відкритої дегустації надано органолептичну оцінку відібраних напоїв, яку представлено в табл. 3.

Середню балову оцінку учасників дегустації представлено на рис. 2.

Таблиця 2 – Рецептури функціонального напою

Сировина	Частка компонентів за рецептурою, %		
	№ 1	№ 2	№ 3
Апельсиновий концентрат	39,2	39,2	39,2
Вода	47,6	39,6	47,8
Цукор	12,1	19,8	11,9
Лимонна кислота	0,8	0,8	0,8
Добавка МДП	0,3	0,6	0,3
Всього	100	100	100

Таблиця 3 – Органолептичні характеристики зразків

Найменування показника	Характеристика зразків		
	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Зовнішній вигляд	Природно-мутна рідина	Спостерігається розшарування	Природно-мутна рідина (прозорість необов'язкова)
Колір	Більш характерний, приближений колір до натурального	Мутний білий колір	Однорідний за усією масою, від світло-жовтого до жовтого
Консистенція	Наявність частинок м'якоті (за винятком цедри і альбедро)	Водяниста	Однорідна з тонко подрібненою м'якоттю плодів
Аромат	Добре виражений, без стороннього аромату	Відчутний слабкий аромат	Добре виражений, притаманний даному виду соку
Смак	Добре виражений, без стороннього смаку	Відчутні сторонні присмаки	Добре виражений, притаманний даному виду соку

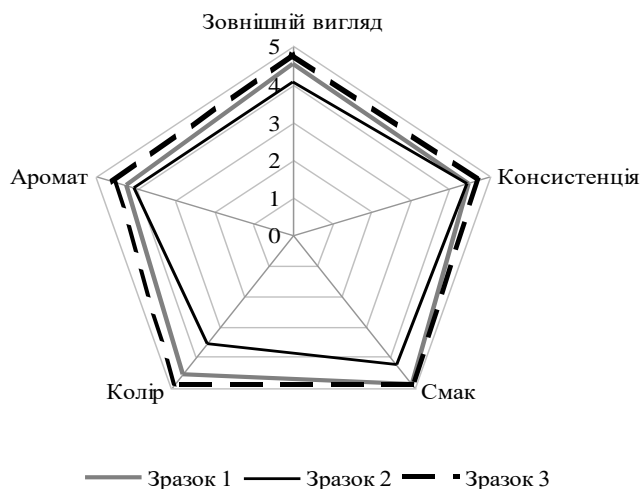


Рис. 2 – Профілограма сенсорної оцінки зразків функціональних апельсинових напоїв

За підсумками органолептичної оцінки, зразки № 1 і № 3 отримали однаково високу оцінку за смаком і якістю – 4,84 балів, проте зразок № 3 визнано найкращим, отримавши вищу оцінку за зовнішній вигляд, колір і аромат – 4,77; 4,87 і 4,52 балів відповідно, а також найвищий середній бал – 4,75.

У табл. 4 надано характеристику кращих зразків напоїв за фізико-хімічними показниками.

Аналізуючи дані таблиці 4, можна зробити висновок, що вимогам ДСТУ 7159:2010 повністю відповідає Зразок 3. Незначний вміст м'якоті у складі всіх дослідних зразків пояснюється дрібною дисперсністю вихідного апельсинового пюре, на основі якого їх готували.

Результати фізико-хімічних досліджень корелюють з сенсорною оцінкою зразків і дозволяють виокремити найкращий зразок апельсинового функціонального напою для подальшої його актуалізації шляхом розроблення нормативної документації та впровадження у виробництво.

Висновки. Таким чином, у результаті проведених досліджень розроблено схему отримання функціонального харчового інгредієнту на основі муропептидів для його використання у складі напоїв. Розроблено рецептуру і створено дослідний зразок напою на основі апельсинового пюре з включенням муропептидів. Отриманий функціональний напій повністю відповідає за органолептичними та фізико-хімічними показниками нормативно-технічної документації (ДСТУ 4069:2016 та ДСТУ 7159:2010). Розроблений напій, згідно з рекомендаціями FAO/ВООЗ та МОН України, можна віднести до продуктів спецпризначення, зокрема продуктів, призначених для імунопрофілактики населення України за рахунок внесення інгредієнту з імуноотропною дією.

Таблиця 4 – Фізико-хімічні характеристики розроблених напоїв

Показник	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	За ДСТУ 7159:2010
Розчинні сухі речовини, %	8,5	11,8	11,4	Не менше 11,2
Титровані кислот в перерахунку на лимонну кислоту, %	0,24	0,38	0,34	Не менше 0,3
Масова частка м'якоті, %	1,0	6,0	5,0	Н більше 25
pH	4,2	3,9	4,1	Не нормується
Мінеральні домішки	не виявлено	не виявлено	не виявлено	Не більше 10
Оксиметилфурфурол, мг/дм ³	не виявлено	не виявлено	не виявлено	Не дозволено

Література

- Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Харчування як основний чинник збереження стану здоров'я населення // Проблеми старення и долголетия. 2016. Вип. 25, № 2. С. 204-214
- Шемета О.О., Дожук К.М. Функціональне харчування – новий підхід до здорового способу життя // Біль під контролем. 2015. №1 (186). С. 24-27
- Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Харчування як основна складова системи оздоровлення: точки зору Аюрведи і вітчизняної нутриціології // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2016. Т. 22, № 6. С. 117-125.
- Современные тенденции в области разработки функциональных продуктов питания / Белкин В.Г. // Тихоокеанский медицинский журнал. 2009. № 1. С. 26-29
- Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення: монографія. Частина 1 / За ред. О. І. Черевка, М.І. Пересічного – 4-те вид., переробл. та допов. Х.: Харківський. держ. унів. харч. і торгівлі. 2017. 940 с.
- Aguilar-Toalá J.E. et al. Postbiotics: An evolving term within the functional foods field // Trends in Food Science & Technology. May 2018. Vol. 75. P. 105-114 <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.009>
- Капустян А.И., Черно Н.К. Перспективы использования биологически активных бактериальных гидролизатов для нутритивной поддержки населения с расстройствами иммунной // Пищевая наука и технология. 2015. № 2(31). С. 18-25. <http://dx.doi.org/10.15673/2073-8684.31/2015.44263>
- Осипова Л.А., Капрельянц Л.В., Бурдо О.Г. Функциональные напитки. Одесса: Издательство «Друк», 2007. 288 с.
- Pro-consulting. Дослідження ринків: веб-сайт. URL: <https://pro-consulting.ua/> (дата звернення 14.10.2019).
- Cherno N., Kapustyan A. Immunological properties of the bacterial origin compounds // Food science and technology. 2016. 10(3). P. 19-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v10i3.175>
- Wolf A.J., Underhill D.M. Peptidoglycan recognition by the innate immune system // Nat Rev Immunol. 2018 Apr. Vol. 18(4). P. 243-254. <http://dx.doi.org/10.1038/nri.2017.136>. Epub 2018 Jan 2.
- Irazoki O., Hernandez S.B. and Cava F. Peptidoglycan Muropeptides: Release, Perception, and Functions as Signaling Molecules // Front. Microbiol. 2019. Vol. 10. P. 500. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2019.00500>
- Traub S., Von S. Aulock, Hartung T., Hermann C. MDP and other muropeptides – direct and synergistic effects on the immune system // J Endotoxin Res. 2006. № 12. P. 69-85. <http://dx.doi.org/10.1179/096805106X89044>
- MDP Up-Regulates the Gene Expression of Type I Interferons in Human Aortic Endothelial Cells / Qingshan Lv. et al. // Molecules. 2012. 17. P. 3599-3608. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules17043599>
- Matsui K., Ikeda R. Peptidoglycan in combination with muramyl dipeptide synergistically induces an interleukin-10-dependent T helper 2-dominant immune response // Microbiol Immunol. 2014. V. 58. P.260-265. <http://dx.doi.org/10.1111/1348-0421.12139>
- Most Consumed Beverages in the World: web-cite. URL: <https://www.toptenslist.com/worlds-most-consumed-beverages.html> (viewed on: 20.10.2019)

17. Kapustian A., Chernon, N. Obtaining and characteristic of the autolysate of lactic acid bacteria // EUREKA: Life Sciences. 2018. V.1. P. 24-31. <http://dx.doi.org/10.21303/2504-5695.2018.00558>
18. Kapustian A. Chernon N. Kovalenko A., Naumenko K., Kushnir I. Products of Metabolism and Processing of Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria as Functional Ingredients // Food Science and Applied Biotechnology. 2018. 1(1). P. 54-62 <https://doi.org/10.30721/fsab2018.v1.i1>
novleni. Zahal`ni tekhnichni umovi. Kiyiv, 2011. 23 undefined.

References

1. Simakhina, H.O., Naumenko, N.V. (2016). Kharchuvannia yak osnovnyi chynnyk zberezhennia stanu zdorovia naselennia. Problemi starenia y dolholetyia, 25, 2, 204-214
2. Shemeta, O.O., Dozhuk, K.M. (2015). Funktsionalne kharchuvannia – novyi pidkhid do zdorovoho sposobu zhyttia. Bil pid kontrolem, 1(186), 24-27
3. Simakhina, H.O., Naumenko, N.V. (2016). Kharchuvannia yak osnovna skladova systemy ozdorovlennia: tochky zoru Aiurvedy i vitchyznianoï nutrytsiologii. Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnologii, 22, 6, 117-125.
4. Belkin, V.G. (2009). Sovremenny'e tendencii v oblasti razrabotki funktsional'ny`kh produktov pitaniya. Tikhookeanskij medicynskij zhurnal, 1. 26-29
5. Innovatsiini tekhnologii kharchovoi produktsii funktsionalnoho pryznachennia: monohrafiia. Chastyna 1 (2017). Za red. O. I. Cherevka, M.I. Peresichnoho – 4-te vyd., pererobl. ta dopov. Kh.: Kharkivskiy. derzh. univ. kharchuv. i torhivli. 940 s.
6. Aguilar-Toalá, J.E. et al. (2018). Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. Trends in Food Science & Technology, 75, 105-114 <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.009>
7. Kapustian, A.Y., Chernon, N.K. (2015). Perspektyvi yspolzovannia byolohychesky aktyvnykh bakteryalnykh hydrolyzatov dlia nutrytyvnoi podderzhky naselenia s rastroistvamy ymmunnoi. Pyshevaia nauka y tekhnolohyia, 2(31), 18-25. <http://dx.doi.org/10.15673/2073-8684.31/2015.44263>
8. Osypova, L.A., Kapreliants, L.V., Burdo, O.H. (2007). Funktsyonalnie napytky. Odessa: Yzdatelstvo "Druk", 288 s.
9. Pro-consulting. Doslidzhennia rynkiv: veb-sait. URL: <https://pro-consulting.ua/> (data zvernennia 14.10.2019).
10. Chernon, N., Kapustyan, A. (2016). Immunological properties of the bacterial origin compounds. Food science and technology, 10(3), 19-28. <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v10i3.175>
11. Wolf, A.J., Underhill, D.M. (2018). Peptidoglycan recognition by the innate immune system. Nat Rev Immunol. 18(4), 243-254. <http://dx.doi.org/10.1038/nri.2017.136>. Epub 2018 Jan 2.
12. Irazoki, O., Hernandez, S.B. and Cava, F. (2019). Peptidoglycan Muropeptides: Release, Perception, and Functions as Signaling Molecules. Front. Microbiol. 10, 500. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2019.00500>
13. Traub, S., Von, S. Aulock, Hartung, T., Hermann, C. (2006). MDP and other muropeptides – direct and synergistic effects on the immune system. J Endotoxin Res. 12, 69-85. <http://dx.doi.org/10.1179/096805106X89044>
14. Qingshan, Lv. et al. (2012). MDP Up-Regulates the Gene Expression of Type I Interferons in Human Aortic Endothelial Cells. Molecules. 17, 3599-3608. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules17043599>
15. Matsui, K., Ikeda, R. (2014). Peptidoglycan in combination with muramyl dipeptide synergistically induces an interleukin-10-dependent T helper 2-dominant immune response. Microbiol Immunol. 58, 260-265. <http://dx.doi.org/10.1111/1348-0421.12139>
16. Most Consumed Beverages in the World: web-cite. URL: <https://www.toptenslist.com/worlds-most-consumed-beverages.html> (viewed on: 20.10.2019)
17. Kapustian, A., Chernon, N. (2018). Obtaining and characteristic of the autolysate of lactic acid bacteria. EUREKA: Life Sciences. 1. 24-31. <http://dx.doi.org/10.21303/2504-5695.2018.00558>
18. Kapustian, A. Chernon, N. Kovalenko, A., Naumenko, K., Kushnir, I. (2018). Products of Metabolism and Processing of Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria as Functional Ingredients. Food Science and Applied Biotechnology. 1(1), 54-62 <https://doi.org/10.30721/fsab2018.v1.i1>.

Cite as

Капустян А.І., Черно Н.К., Науменко К.І. Функціональний апельсиновий напій із вмістом імунотропних інгредієнтів бактеріального походження // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2019. Т. 83, вип. 2. С. 19 – 25.

Отримано в редакцію 23.09.2019

Received 23.09.2019

Прийнято до друку 17.10.2019

Approved 17.10.2019