

ЗАСТОСУВАННЯ ПОХІДНИХ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ДИКОРОСЛИХ ЯГІД ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ ПРЕСОВАНОГО ЦУКРУ

Самілик М. М., Корнієнко Д. А.

ВСТУП

Цукор є надзвичайно популярним серед споживачів у всьому світі. Його споживають як готовий продукт та використовують в якості сировини при виробництві багатьох видів харчових продуктів. Під час вживання цукру швидко підвищується рівень глюкози в крові, збільшується кількість дофаміну в мозку. Низький рівень цукру викликає у людей відчуття голоду. Разом з тим, вживання цукру у великій кількості може призводити до небажаних наслідків і бути причиною багатьох хвороб.

У сучасному світі виникає необхідність виробництва безпечних продуктів вищої якості, що мають позитивний вплив на здоров'я. Підвищений інтерес споживачів до цих питань є рушійною силою змін у харчовій промисловості. Дослідницька спільнота працює над розробкою нових технологій та нових продуктів харчування¹. Не виключенням є і розширення асортименту «корисного» цукру, збагаченого різноманітними біологічно-активними добавками.

Ця ініціатива не тільки допоможе цукровому сектору диверсифікувати свої ресурси для підвищення доданої вартості, але й сприятиме забезпеченню населення корисними мікроелементами².

Враховуючи той фактор, що з ряду об'єктивних причин, купівельна спроможність українців суттєво знизилася, виникають деякі застереження щодо доцільності виробництва цукру з доданою вартістю. Проте, деякі маркетингові дослідження, проведені в інших країнах світу, показують, що споживачі готові платити більше за збагачений цукор, враховуючи його корисні властивості³.

¹ Sharma, P., Gaur, V. K., Kim, S. H., Pandey, A. Microbial strategies for bio-transforming food waste into resources. *Bioresour Technol.* 2020. № 299. P. 122580. DOI: 10.1016/j.biortech.2019.122580

² Mohan, N., Singh, P. Sugar Fortification: Possibilities and Future Prospects. Sugar and Sugar Derivatives: Changing Consumer Preferences. *Springer Singapore.* 2020. P. 133–149. DOI: 10.1007/978-981-15-6663-9_9

³ Kennedy, P., David, O., Julius J., O. Willingness-to-pay for sugar fortification in Western Kenya. *AAEA & WAEA Joint Annual Meeting.* 2015. P. 26–28. DOI: 10.22004/ag.econ.202970

Ощадливе виробництво цікавить велику кількість науковців, ми теж не змогли пройти повз такої цікавої та корисної теми. Тому збагачений цукор українського виробництва може стати не лише ексклюзивним експортним товаром, а й доєднатися до технологій, які містять ощадливе виробництво.

1. Аналіз сучасних літературних даних та формулювання проблеми

Залежно від способу вироблення цукор поділяють на кристалічний, сахарозу для шампанського, цукрову пудру і пресований. До цукру додають різноманітні добавки, для надання яскравого забарвлення та гарних смако-ароматичних властивостей. Особливий інтерес серед споживачів викликає «природний» цукор. Природний цукор – це неочищений (нерафінований) продукт коричневого кольору, який містить макроелементи (калій, кальцій, натрій), мікроелементи (цинк, мідь, залізо), вітаміни В1 і В2, амінокислоти (гліцин, лізин та інші), мінеральні солі, біологічно активні речовини. На відміну від білого, він має загальнозмцнюючий, антикарієсний і антисклеротичний вплив на організм людини. Використання терміну «природний» підвищує цінність виробу через нову тенденцію щодо споживання продуктів, що містять тільки натуральні інгредієнти⁴. Враховуючи, що останні 20 років у суспільстві ведеться антипропаганда щодо вживання цукру, питання розширення асортименту цукру, збагаченого корисними нутрієнтами є надзвичайно важливим.

Для збагачення цукру насінням ретинілпальмітату (RP, вітамін-А) було розроблено процес переривчастої кристалізації з охолодженням⁵. Дана технологія є дуже складною і довготривалою.

Розроблено експериментальний цукровмісний продукт, який містить очищену і кристалізовану сахарозу у вигляді окремих кристалів або окремих кусків. Він додатково містить натуральні добавки рослинного походження понад 60 найменувань різних овочів та фруктів⁶. Запропоновані розробниками добавки є досить дорогі-вартісними. В дослідженні відсутня інформація щодо орієнтовної

⁴ Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T., Narsaiah, K. Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2015. № 14. P. 796–812. DOI: 10.1111/1541-4337.12156

⁵ Quintana-Hernandez, P., Maldonado-Caraza, D., Cornejo-Serrano, M., & Villalobos-Oliver, E. Development of a process for sugar fortification with vitamin-A. *Revista Mexicana De Ingeniería Química*. 2019. Vol. 19, № 3. P. 1163–1174. DOI: 10.24275/rmiq/Proc841

⁶ Цукровмісний продукт: пат. 93783 Україна: МПК (2014.01) C13B 10/00. Заяв. 26.05.2014 ; опубл. 10.10.2014, Бюл. № 19. 4 с.

вартості такого цукровмісного продукту. Враховуючи ринкову вартість добавок, можна припустити, що ціна може зрости вдвічі.

Відомий склад цукру з функціональними властивостями липи серцелистої, що містить цукор та екстракт липи серцелистої (біологічно активну добавку)⁷. Недоліком такого цукру є те, що такий продукт використовується виключно з метою функціонального та профілактичного характеру.

Відомо, що споживачі віддають перевагу натуральним добавкам, а не синтетичним⁸. Використання синтетичних добавок та проблеми, пов'язані з їх негативним впливом на здоров'я, формують негативне ставлення споживачів, асимілюючи ці сполуки з потенційними канцерогенними та алергенними ефектами. Рослини, фрукти та прянощі визнані найкращою сировиною для отримання натуральних добавок завдяки наявності у їх складі сполук, корисних для здоров'я. До складу рослин входять біологічно-активні речовини (антиоксиданти), антимікробні засоби, ароматизатори, барвники та інші⁹.

Варто зазначити, що побічні та супутні продукти переробки рослинної сировини не менш багаті біологічно активними молекулами. Їх можна використовувати в якості добавок, таких як ароматизатори, підсолоджувачі та антиоксиданти¹⁰. Проте, невирішеним є питання вибору універсальних методів вилучення біологічно цінних компонентів із сировини.

Цей фактор додає необхідності повторного використання побічних продуктів і біозалишків, отриманих з рослин, як джерел природних добавок. Потреба в інноваційних рішеннях для повторного використання відходів і побічних продуктів стає предметом багатьох досліджень серед яких відсутні технології переробки дикорослих ягід та напрями використання їх похідних продуктів¹¹. Побічні та похідні

⁷ Цукор з функціональними властивостями липи серцелистої: пат. 53425 Україна: МПК C13F3/00, 2003 Бюл. № 1.

⁸ Carcho, M., Barreiro, M. F., Morales, P., Ferreira, I. Adding Molecules to Food, Pros and Cons: A Review on Synthetic and Natural Food Additives. *Compression Review Food Sciens Food Safety*. 2014. № 13. P. 377–399. DOI: 10.1111/1541-4337.12065

⁹ Gokoglu, N. Novel natural food preservatives and applications in seafood preservation: A review. *Sciens Food Agric*. 2019. № 99. P. 2068–2077. DOI: 10.1002/jsfa.9416

¹⁰ Ueda, J. M., Pedrosa, M. C., Heleno, S. A., Carcho, M., Ferreira, I., Barros, L. Food Additives from Fruit and Vegetable By-Products and Bio-Residues: A Comprehensive Review Focused on Sustainability. *Sustainability*. 2022. № 14. P. 5212. DOI: 10.3390/su14095212

¹¹ Tlais, Ali Z. A., Giuseppina M. Fiorino, Andrea Polo, Pasquale Filannino, and Raffaella Di Cagno High-Value Compounds in Fruit, Vegetable and Cereal

продукти мають потенціал для повторного використання. Кількість залишків, які можуть бути використані після переробки, оцінюються в мільйони тонн щороку¹². Оцінено залишки, але не враховано, що крім відходів, утворюються ще й супутні продукти переробки, які також мають велике значення.

Недостатньо вивченим джерелом натуральних харчових добавок є дикорослі ягоди, такі як калина (*Viburnum opulus*), обліпиха (*Hippophae rhamnoides L.*), бузина (*Sambucus nigra*), горобина (*Sorbus aucuparia*). Зазвичай їх використовують для виробництва біологічно-активних добавок, і дуже рідко в харчовій промисловості, а особливо для збагачення цукру. Проте, відомо, що дикорослі ягоди не лише містять велику кількість корисних речовин, а й мають гарні сенсорні властивості. При їх вирощуванні не використовують хімічні засоби захисту від шкідників та стимулятори росту, що робить їх екологічно безпечною сировиною.

До складу ягід обліпихи (*Hippophae rhamnoides L.*) входять незамінні жирні кислоти, амінокислоти, фітостерини та флавоноїди, вітаміни E (160 мг/100 г), B1, B2, K, каротиноїди (314 до 2139 мг/100 г), пігменти та ліпопротеїди¹³. Обліпихове масло, отримане шляхом механічного пресування, розглянуто як джерело багатьох корисних елементів. В проаналізованих дослідженнях не розкрито питання утилізації чи переробки відходів, утворених при пресуванні.

Ягоди калини (*Viburnum opulus*) є природним джерелом аскорбінової кислоти, α -токоферолу, каротиноїдів, хлорофілів та фенольних сполук¹⁴.

Бузина (*Sambucus nigra*) є джерелом біологічно-активних сполук (флавонолів, фенольних кислот, проантоціанідів та антоціанів)¹⁵.

Byproducts: An Over view of Potential Sustainable Reuse and Exploitation. *Molecules*. 2020. № 25. P. 2987. DOI: 10.3390/molecules25132987

¹² Dilucia, F., Lacivita, V., Conte, A., Nobile, M. A.D. Sustainable Use of Fruit and Vegetable By-Products to Enhance Food Packaging Performance. *Foods*. 2020. № 9. P. 857. DOI: 10.3390/foods9070857

¹³ Zielińska, A., Nowak, I. Abundance of active ingredients in sea-buckthorn oil. *Lipids Health Dis.* 2017. № 16. P. 95. DOI: 10.1186/s12944-017-0469-7

¹⁴ Wei, E, Yang, R, Zhao, H, Wang, P, Zhao, S, Zhai, W. Microwave-assisted extraction releases the antioxidant polysaccharides from seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) berries. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019. Vol. 13, № 123. P. 280–290. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.11.074.

¹⁵ Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F., Schmitzer, V. European elderberry (*Sambucus nigra L.*) rich in sugars, organic acids, anthocyanins, and selected polyphenols. *Food Chemistry*. 2009. Vol. 114, № 2. P. 511–515. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.09.080

Але в даних дослідженнях не проводили аналіз амінокислотного складу ягід та продуктів їх переробки. Хоча відомо, що амінокислоти є надзвичайно важливими для всіх біохімічних процесів в організмі.

Хоча дика горобина (*Sorbus aucuparia*) кисла на смак, вона все ж таки містить широкий спектр корисних компонентів. Ягоди горобини містять фітохімічні речовини, такі як вітаміни, каротиноїди та фенольні кислоти, а також важливі мінерали (залізо, калій та магній). Крім того, ягоди горобини містять солодкий на смак цукровий спирт сорбіт, який повільно метаболізується в організмі людини і тому підходить як підсолоджувач для людей, які страждають на діабет¹⁶.

Попередні дослідження, щодо застосування дикорослих ягід в харчовій промисловості, мали позитивні результати. Проте, дослідження про застосування дикорослих ягід для збагачення цукру відсутні. Враховуючи, що цукор, це продукт, який має розчинитися, слід обрати таку технологію переробки ягід, котра дозволить вилучити з них корисні речовини при цьому не маючи негативного впливу на органолептичні властивості цукру.

Одним із таких способів переробки рослинної сировини є осмотична дегідратація, процес, який використовується для часткового виділення води із рослинних тканин шляхом занурення в гіпертонічний розчин. При осмотичному зневодненні у осмотичний розчин переходить частина біологічно цінних речовин, в тому числі барвних та смако- та ароматоутворюючих¹⁷. Під час аналізу попередніх досліджень було встановлено, що технологія переробки дикорослої сировини із застосуванням осмотичної дегідратації є не вивченою. Досі не розглядалась можливість застосування осмотичних розчинів для зволоження цукру перед пресуванням.

Тому відповідні дослідження, присвячені застосуванню похідних продуктів переробки дикорослих ягід для збагачення цукру, слід вважати перспективними.

¹⁶ Termentzi, A., Alexiou, P., Demopoulos, V. J., Kokkalou, E. The aldose reductase inhibitory capacity of *Sorbus domestica* fruit extracts depends on their phenolic content and may be useful for the control of diabetic complications. *Die Pharmazie – An International Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2008. Vol. 63, № 9. P. 693–696. DOI: 10.1691/ph.2008.8567

¹⁷ Samilyk, M., Helikh, A., Bolgova, N., Potapov, V., Sabadash, S. The application of osmotic dehydration in the technology of producing candied root vegetables. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3, № 11. P. 13–20. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.204664

2. Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є обґрунтування застосування похідних продуктів переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides L.*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* для збагачення пресованого цукру. Це дасть можливість підвищити біологічну цінність пресованого цукру та покращити його органолептичні властивості.

Для вирішення поставленої мети слід виконати наступні завдання:

- проаналізувати амінокислотний спектр похідних продуктів переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides L.*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*;
- провести органолептичну оцінку якості цукру, збагаченого похідними продуктами переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides L.*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*;
- дослідити масову частку вуглеводів у збагаченому цукрі.

3. Матеріали та методи

Об'єктом дослідження є осмотична дегідратація, як спосіб, який дозволяє максимально зберегти біологічну цінність рослинної сировини. Предметом дослідження є дикорослі ягоди *Hippophae rhamnoides L.*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*. Основна гіпотеза дослідження полягає в тому, що при осмотичній дегідратації в цукровий розчин переходять корисні розчинні речовини, в тому числі амінокислоти. Використовуючи осмотичні розчини для зволоження цукру перед його пресуванням, можна не лише підвищити його біологічну цінність, а й надати певних смакоароматичних характеристик.

Спосіб полягав у тому, що дикорослі ягоди спочатку заморожували, проводили їх часткове зневоднення в гіпертонічному цукровому розчині (70 %) методом осмотичної дегідратації протягом 1 години при температурі 50 °С. Для проведення осмотичної дегідратації застосовували рідинний термостат MLW-16 (Німеччина). Після дегідратації ягоди відокремлювали від осмотичного розчину і висушували. Отриманий розчин, температурою 40–45 °С використовували у кількості 10 % в якості зволожуючої основи для пресування цукру-піску. Масова частка вологи у кристалічному цукрі, в залежності від його категорії, повинна становити 0,06–0,15 %. Вологість цукру перед пресуванням має бути в межах 1,6–3,5 %, а його оптимальна температура – 45–55 °С.

Зазвичай, у промислових умовах, цукор перед пресуванням зволожують сиропом або гарячою артезіанською водою. Ретельно

перемішану суміш осмотичного розчину та цукру поміщували у силіконові форми, спресовували вручну та висушували у конвективній лабораторній сушарці при температурі 80–85 °С.

Для встановлення біологічної цінності похідних продуктів переробки дикорослих ягід було проведено аналіз їх амінокислотного спектра. Ідентифікацію амінокислотного спектра проводили методом іонообмінної колонкової хроматографії за допомогою амінокислотного аналізатора “BIOTRONIK” (Німеччина).

Для дослідження масової частки вуглеводів (сахароза, глюкоза та фруктоза) у збагаченому цукрі визначали поляриметричним та титрованим методами.

Плоди бузини, як і інші ягоди, містять різні вуглеводи. Встановлено, що під час дегідратації у осмотичний розчин переходять моносахариди глюкоза і фруктоза. Результати дослідження представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Масова частка вуглеводів у збагаченому цукрі

Показник	Одиниці вимірювання	Вміст у збагаченому цукрі <i>Sambucus nigra</i>	Вміст у збагаченому цукрі <i>Hippophae rhamnoides L.</i>	Вміст у збагаченому цукрі <i>Viburnum opulus</i>	Вміст у збагаченому цукрі <i>Sorbus aucuparia</i>
Сахароза	% до маси СР	97,67±0,02	96,64±0,02	98,36±0,02	94,76±0,02
Глюкоза		0,20±0,02	0,09±0,02	0,04±0,02	0,21±0,02
Фруктоза		0,27±0,02	0,04±0,02	0,05±0,02	0,23±0,02

Під дією ферментів слини і підшлункової залози сахароза розкладається на глюкозу і фруктозу, і лише в такому вигляді засвоюється організмом людини. Присутність у складі збагаченого цукру фруктових цукрів значно підвищує його біологічну цінність. Глюкоза є основним джерелом енергії для клітинного метаболізму в

організмі¹⁸. Вона є єдиною формою, яка циркулює у крові. При нестачі глюкози глікоген (тваринний крохмаль) перетворюється на глюкозу і потрапляє у кров. Для засвоєння глюкози клітинами організму, необхідний гормон підшлункової залози – інсулін. Фруктоза є найсолодшою із всіх цукрів¹⁹. Вона набагато повільніше всмоктується у кров, але швидше за глюкозу перетворюється на глікоген. Відомо, що 80–90 % фруктози всмоктується інтактно, а решта перетворюється на глюкозу або лактат. Фруктоза перетворюється в печінці на глікоген майже без інсуліну. Ця особливість робить її натуральним заміником цукру, який ідеально підходить для профілактичного, дієтичного і лікувального харчування людей хворих на цукровий діабет.

Органолептичну оцінку збагачених цукрів проводили за певною кількістю дескрипторів (табл.2) з використанням десятибальної шкали за усередненими даними.

Таблиця 2

Органолептичні показники збагачених цукрів

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Забарвлення характерне кольору добавки
Запах і смак	Солодкий з незначним запахом і присмаком відповідної натуральної добавки
Чистота розчину	Розчин цукру повинен бути таким, що має слабу опалесценцію без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок.

Оскільки у державному стандарті на цукор (ДСТУ 4623-2006) та міжнародному стандарті (ICUMSA 150) відсутні характеристики, які б описували збагачений цукор, дескриптори органолептичної оцінки було сформовано самостійно. При цьому враховувалися органолептичні показники пресованого цукру. Органолептичну оцінку проводили непрофесійні дегустатори різного віку та статі (10 чоловік). Кожному суб'єкту було доручено пройти два сенсорні тести: тестування кристалічного пресованого цукру та його розчинів. Кожне випробування проводилося у два різні дні з 9:00 до 10:30 (мінімум

¹⁸ Edwards, C., Rossi, M., Corpe, P., Butterworth, P., Ellis, P. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in food science & technolog.*, 2016. № 56. P. 158–166. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.07.008.

¹⁹ Zaitoun, M., Ghanem, M., Harphoush, S. Sugars: Types and Their Functional Properties in Food and Human Health. *International Journal of Public Health Research*. 2018. Vol. 6, № 4. P. 93–99. <https://www.culinarymd.org/uploads/2/0/4/0/2040875/sugars.pdf>

через 2 години після сніданку). Крім того, респондентів проінструктували не палити і не пити каву за 60 хвилин до тесту²⁰. Усі органолептичні тести проводились у дегустаційній залі лабораторії технології харчування Сумського національного аграрного університету та завершувалися до 11 години ранку.

4. Результати дослідження доцільності застосування похідних продуктів переробки дикорослих ягід для збагачення цукру

4.1. Результати дослідження амінокислотного спектру похідних продуктів переробки дикорослих ягід

Аналіз амінокислотного спектру похідних продуктів переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides L.*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* показав наявність у їх складі амінокислот (рис. 1–4).

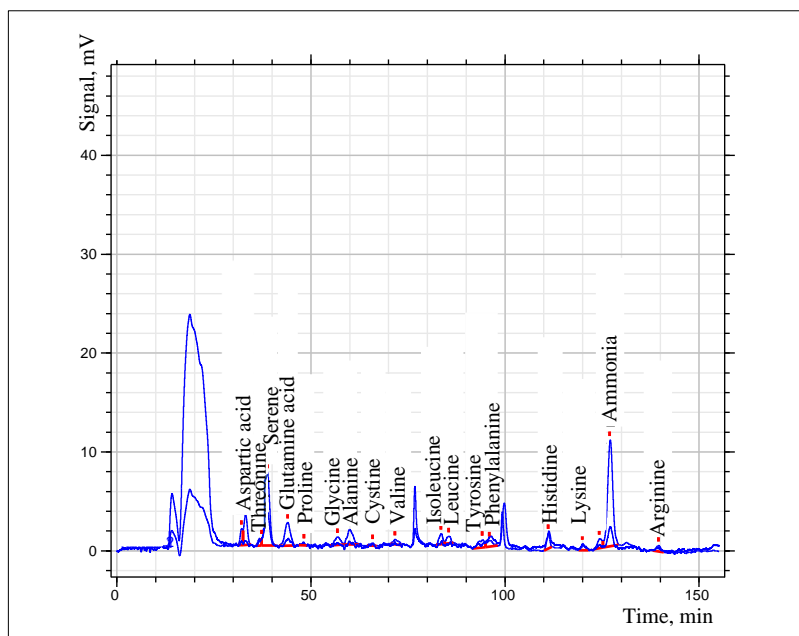


Рис. 1. Амінокислотний спектр похідного продукту переробки *Viburnum opulus*

²⁰ Yolanda,V., Antono, L., Kurniati,A. Sensory Evaluation of Sweet Taste and Daily Sugar Intake in Normoglycemic Individuals with and without Family History of Type 2 Diabetes: A Comparative Cross-sectional Study. *International Journal of Diabetes Research*. 2017. Vol. 6, № 3. P. 54–62. DOI: 10.5923/j.diabetes.20170603.02

У похідному продукті переробки ягід *Viburnum opulus* було визначено 7 незамінних амінокислот (рис. 1), мг/100 г: валін (0,08), лейцин (0,1), ізолейцин (0,14), лізин (0,09), гістидин (0,18), треонін (0,08), фенілаланін (0,13). При цьому загальна кількість амінокислот складала 3,63 мг/100 г. Найбільшу концентрацію із всієї кількості амінокислот становив серин (0,94 мг/100 г) та глютамінова кислота (0,54 мг/100 г).

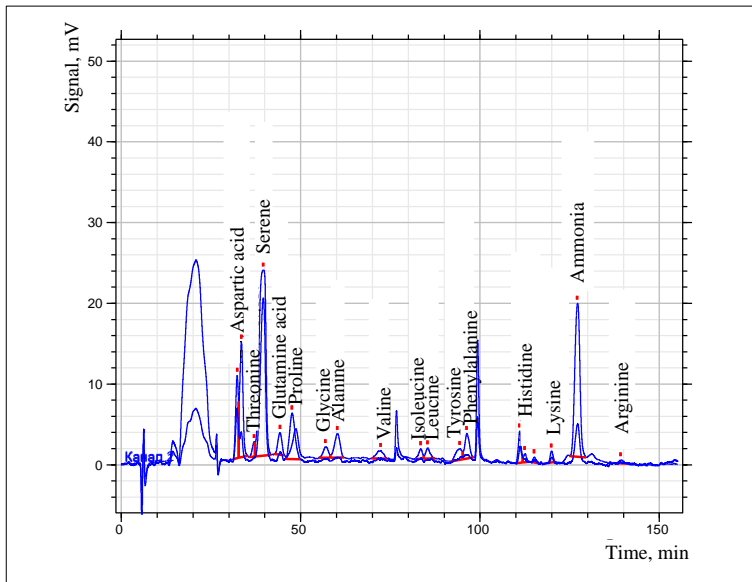


Рис. 2. Амінокислотний спектр похідного продукту переробки *Hippophae rhamnoides L.*

Глутамінова кислота має властивості консерванту, її похідні надають стабілізуючу дію продуктам при зберіганні. Також, глютамінова кислота є підсилювачем смаку.

Із ягід *Hippophae rhamnoides* осмотичний розчин переходить 16 амінокислот (рис. 2) у кількості 16,14 мг/100 г із яких найбільша концентрація серину (7,43 мг/100 г), проліну (2,51 мг/100 г) та аспарагінової кислоти (2,2 мг/100 г). Серед незамінних амінокислот у продукті переробки обліпихи міститься найбільше фенілаланіну (0,57 мг/100 г), який є попередником тирозину, сигнального монамінудопаміну, адреналіну та норадреналіну, а також пігменту шкіри меланіну.

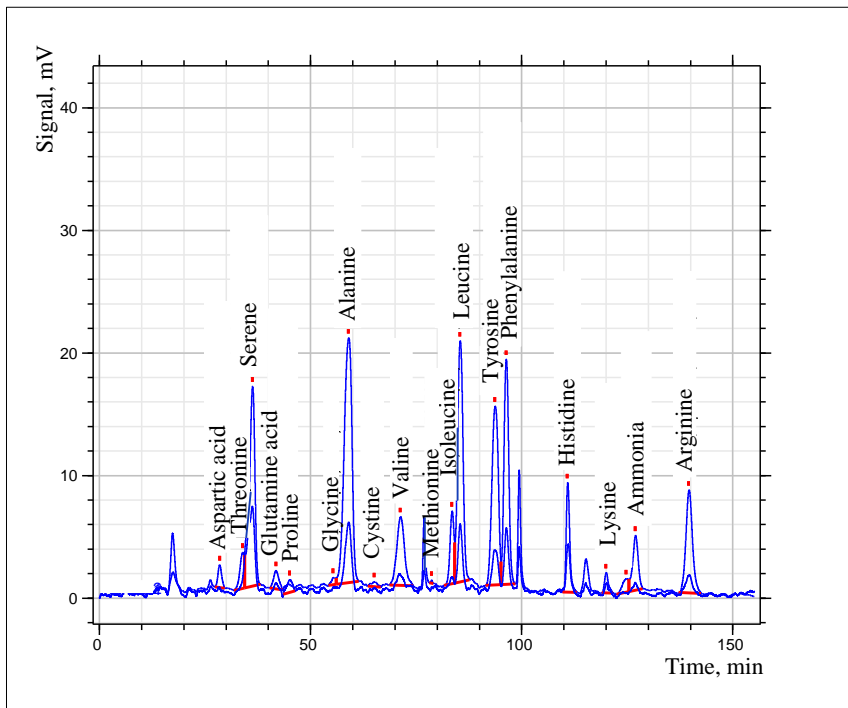


Рис. 3. Амінокислотний спектр похідного продукту переробки *Sambucus nigra*

Амінокислотний спектр (рис. 3) продукту переробки ягід *Sambucus nigra* показав наявність 17 амінокислот (55,47 мг/100 г). У складі цього продукту виявлено всі незамінні амінокислоти. В тому числі, мг/100 г: валіну (2,86), лейцину (7,49), ізолейцину (1,81), лізину (0,53), гістидину (2,79), треоніну (0,97), фенілаланіну (7,52), метіоніну (0,03). Виявлено найбільшу концентрацію напівзамінної амінокислоти тирозину (9,3 мг/100г). Із бузини у осмотичний розчин переходить досить велика кількість аргініну (5,83 мг/100г), який бере участь в очищенні печінки і регулюванні зростання м'язової маси.

У цукровий розчин після осмотичної дегідратації ягід *Sorbus aucuparia* (рис. 1, г) переходить також 17 амінокислот (32,97 мг/100 г), 8 із яких є незамінними. Найбільшу кількість становлять наступні амінокислоти, мг/100 г: серин (9,96), аргінін (5,23), аспарагінова кислота (3,3), треонін (2,52) та валін (1,9), лейцин (0,97).

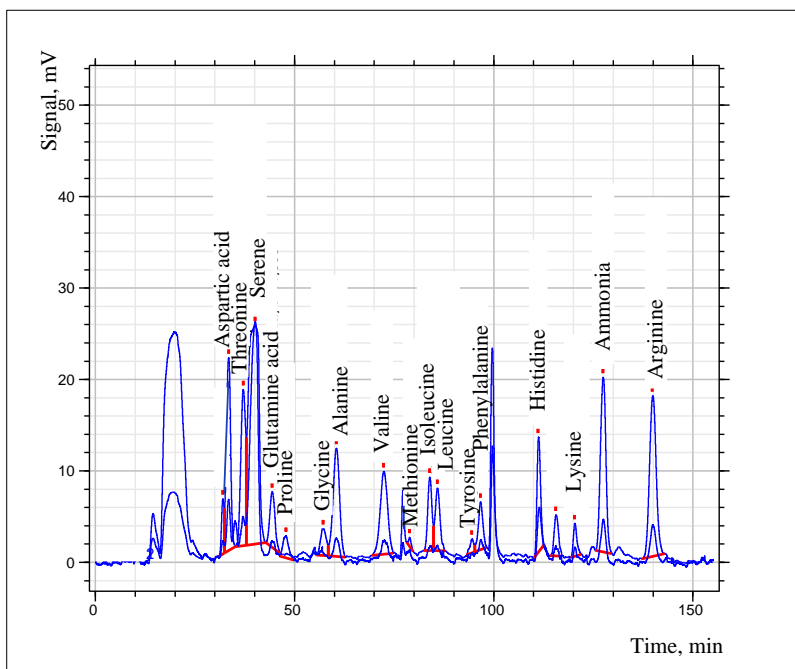


Рис. 4. Амінокислотний спектр похідного продукту переробки *Sorbus aucuparia*

Аналіз показав, що в похідні продукти переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides L.*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* при осмотичній дегідратації переходить певна кількість амінокислот. Застосування цих розчинів для збагачення цукру дозволить підвищити його біологічну цінність.

4.2. Результати дослідження органолептичних показників збагачених цукрів

Цукри, збагачені похідними продуктами переробки дикорослих ягід *Viburnum opulus*, *Hippophae rhamnoides L.*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* представлені на рис. 5.



а



б



в



г

Рис. 5. Пресований цукор збагачений похідними продуктами переробки дикорослих ягід:
а – *Viburnum opulus*; б – *Hippophae rhamnoides L.*; в – *Sambucus nigra*;
г – *Sorbus aucuparia*

Органолептична оцінка показала, що всі збагачені цукри мають гарні сенсорні властивості. Результати представлено в табл. 3.

Таблиця 3

Результати органолептичної оцінки збагачених цукрів

Супутні продукти переробки	Зовнішній вигляд	Запах і смак	Чистота розчину
<i>Viburnum opulus</i>	10	9	10
<i>Hippophae rhamnoides L.</i>	10	10	10
<i>Sambucus nigra</i>	10	10	9
<i>Sorbus aucuparia</i>	9	10	10

Найвищу оцінку за всіма органолептичними показниками отримав цукор, збагачений обліпихою (*Hippophae rhamnoides L.*). За зовнішній вигляд всі зразки отримали високу оцінку, проте, дегустаторами було відзначено, що розмір і форма шматочків цукру *a*, *b*, *c* є більш прийнятними, ніж зразка *г*. Цукрові розчини не мали механічних домішок.

5. Обговорення результатів дослідження впливу похідних продуктів переробки дикорослих ягід на якість цукру

Серин, найбільшу кількість якого виявлено у похідному продукті переробки ягід *Viburnum opulu*, бере участь в утворенні молекул ДНК та РНК. Він відіграє важливу роль в обмінних реакціях організму, забезпечуючи синтез гліцину та сірковмісних амінокислот. Ця амінокислота надзвичайно важлива для роботи головного мозку. Пролін у великій кількості міститься у *Hippophae rhamnoides*. Ця амінокислота необхідна для утворення колагену в організмі, який формує всі з'єднувальні тканини. Аспарагінова кислота стимулює синтез білка, знижує рівень аміаку в крові, нормалізує роботу печінки. Тирозин використовується для синтезу білків, утворення катехоламінів, тиреоїдних гормонів, меланіну. Дефіцит тирозину призводить до відставання у фізичному розвитку дітей. Тому, цукор збагачений *Sambucus nigra* буде особливо корисним для дітей. Валін та лейцин, знайдені у всіх зразках, в тому числі у похідних переробки *Sorbus aucuparia*, пов'язані гідروفобними взаємодіями та є важливими для складання структури та тривимірної конформації білків. Валін бере участь у основних шляхах синтезу сполук, відповідальних за характерний запах плодів.

Дослідження показало, що додавання 10% осмотичного розчину супутного продукту переробки дикорослих ягід *Viburnum opulus*, *Hippophae rhamnoides L.*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* до цукру дозволило отримати цукор із гарними органолептичними (табл. 2). Подібні результати було отримано і іншими науковцями, які збагачували цукор порошковими рослинними добавками (імбиром, м'ятою, малиною). Найбільш підходящою ягідною сировиною для збагачення цукру, відповідно до їх результатів, є малина²¹. Варто зазначити, що при застосуванні даної технології до цукру додаються нерозчинні речовини, що є негативним фактором при приготуванні напоїв.

²¹ Hrushetsky, R., Hrynenko, I., van Klink, H. Innovative technologies of flavor food additives. *Restaurant and hotel consulting. Innovations*. 2019. Vol. 2, № 1. P. 36–44. DOI: 10.31866/2616-7468.2.1.2019.170409

Особливістю запропонованої технології є унікальний спосіб обробки дикорослих ягід, який дозволяє вилучити із плодів частину біологічно цінних нутрієнтів таких, як амінокислоти, барвні речовини, смако- та ароматоутворюючі речовини.

Попереднє заморожування ягід дозволяє зменшити їх гіркість, а осмотичний розчин на основі концентрованого цукрового розчину, утворений після дегідратації, є гарною добавкою для пресованого цукру. Сенсорні характеристики осмотичних розчинів позитивно впливають на органолептичні показники готових цукрів. Всі зразки мали ледь помітний аромат ягід. Зразок *a* мав специфічний, не яскраво виражений, запах калини (*Viburnum opulus*). Найбільш вираженим був смак цукру, збагаченого бузиною (*Sambucus nigra*). Чистота його розчину була нижчою в порівнянні з іншими зразками. У зразку із додаванням похідного продукту переробки горобини (*Sorbus aucuparia*) відчувалася приємна гірчинка. Вочевидь, спричинена наявністю в осмотичному розчині сорбінової кислоти.

Внаслідок осмосу у розчин переходять і зберігаються після сушіння цукру прості вуглеводи (табл. 1), які набагато легше засвоюються організмом. Присутність їх у складі цукру надає йому певних функціональних властивостей²². Фруктоза засвоюється повільніше ніж глюкоза, але не підвищує рівень цукру в крові, стимулює активну мозкову діяльність, блокує виникнення карієсу та має позитивний вплив на стан здоров'я ендокринної системи²³. Наявність глюкози та фруктози у складі збагаченого цукру може також свідчити про часткову інверсію сахарози за рахунок дії кислот, які при осмотичній дегідратації дифундують у розчин.

Запропоновані рішення щодо використання похідні продуктів переробки дикорослих ягід можливо застосовувати не лише для виробництва пресованого цукру, а й цукру-піску.

Оскільки виробництво цукру є сезонним, переробку дикорослих ягід і виробництво збагаченого цукру доцільно організувати у весняно-літній період. Сезон дозрівання дикорослих ягід – осінь. Але за запропонованою технологією передбачається їх попереднє заморожування. У замороженому стані ягоди можна зберігати декілька

²² Edwards, C., Rossi, M., Corpe, P., Butterworth, P., Ellis, P. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in food science & technology*. 2016. № 56. P. 158–166. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.07.008.

²³ Zaitoun, M., Ghanem, M., Harphoush, S. Sugars: Types and Their Functional Properties in Food and Human Health. *International Journal of Public Health Research*. 2018. Vol. 6, № 4. P. 93–99. <https://www.culinarymd.org/uploads/2/0/4/0/2040875/sugars.pdf>

місяців, до закінчення переробки цукрових буряків. Впровадження даної технології у виробництво дозволить забезпечити роботу деякого числа працівників протягом всього року. Апарат для проведення осмотичної дегідратації займає невелику виробничу площу, його можна встановити у кристалізаційному відділенні. Змішування цукру із осмотичним розчином можна проводити у існуючих клерувальних мішалках. Якщо виробляти збагачений цукор-пісок, висушування можна здійснювати у існуючих на виробництві конвективних сушарках. В разі його пресування виникає необхідність встановлення додаткового обладнання – карусельних пресів та тунельних сушарок.

Рекомендується використовувати 10 % осмотичного розчину до маси кристалічного цукру. Для визначення потреби у ягідній сировині необхідно знати бажану кількість збагаченого цукру. При цьому створювати запас ягід (5 % до цієї кількості), оскільки при дегідратації рекомендується співвідношення цукрового сиропу і ягід – 1:1.

Неможливим забезпечення практичних очікувань від використання отриманих результатів, може стати переробка ягідної сировини поза межами цукрового заводу. Важливо мінімізувати час від проведення осмотичної дегідратації до пресування цукру. Зберігання цукрових розчинів може супроводжуватися погіршенням їх органолептичних властивостей та псуванням, спричиненим дією мікроорганізмів.

Запропонований безвідходний спосіб переробки плодів дикорослих рослин дозволяє отримати одразу дві натуральні харчові добавки (порошок та розчин), які можуть стати гарним джерелом для збагачення багатьох харчових продуктів^{24, 25}.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз амінокислотного спектру супутніх продуктів переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides L.*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* показав, що в результаті осмотичної дегідратації у розчин із ягід переходить 17 амінокислот, в тому числі й незамінних. Найменша концентрація амінокислот виявлена в супутньому продукті переробки ягід *Viburnum opulus* (3,63 мг/100 г), а найбільша в *Sambucus nigra* (55,47 мг/100 г).

²⁴ Samilyk, M., Demidova, E., Bolgova, N., Kapitonenko, A., Cherniavska, T. Influence of adding wild berry powders on the quality of pasta products. "EUREKA: Life Sciences". 2022. № 2. P. 28–35. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002410.

²⁵ Samilyk, M., Demydova, E. Use of non-traditional raw materials in yogurt production technology. Restaurant and hotel consulting. Innovations. 2022. Vol. 5, № 2. P. 281–291. DOI: 10.31866/2616-7468.5.2.2022.270113

2. Встановлено, що у збагаченому цукрі, крім сахарози, містяться глюкоза та фруктоза, які виконують ряд функціональних властивостей в організмі людини.

3. Всі зразки цукрі збагачених супутніми продуктами переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides L.*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* отримали високу органолептичну оцінку. За всіма показниками (зовнішнім виглядом, смаком та запахом, чистотою розчину) найвищий бал отримав цукор збагачений *Hippophae rhamnoides L.*

4. Дана технологія передбачає безвідходну переробку дикорослої сировини. Осмотовані ягоди пропонується вигідно використати для збагачення інших харчових продуктів.

АНОТАЦІЯ

Дослідження присвячене питанню збагачення пресованого цукру з метою підвищення його біологічної цінності, технологія якого передбачає ощадливе виробництво. В якості добавок до цукру передбачене використання похідних продуктів переробки дикорослих ягід *Hippophaerhamnoides L.*, *Viburnumopulus*, *Sambucusnigra*, *Sorbusaucuparia*. Технологія переробки дикорослих ягід включає їх попереднє заморожування, часткове зневоднення методом осмотичної дегідратації та подальше висушування. Утворений осмотичний розчин запропоновано використовувати для зволоження цукру перед його пресуванням та висушуванням. Важливим практичним аспектом даної розробки є можливість відійти від сезонності на цукрових заводах та впровадити безвідходне виробництво. Оскільки доцільно переробляти дикорослі ягоди по завершенню бурякопереробного сезону. Для забезпечення запропонованої технології можна використовувати деяке існуюче технологічне обладнання. Хроматографічним методом проведено аналіз амінокислотного спектру похідних продуктів переробки дикорослих ягід, визначено у їх складі 17 амінокислот, в тому числі й незамінних. Найбільша концентрація амінокислот (55,47 мг/100 г) виявлена у похідному продукті переробки *Sambucus nigra*. Найменше амінокислот переходить в продукт переробки *Viburnum opulus* (3,63 мг/100 г). Експеримент показав, що додавання до цукру 10% похідних продуктів переробки дикорослих ягід *Hippophaer hamnoides L.*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* позитивно впливає на органолептичні показники готового продукту. Найвищу оцінку за всіма органолептичними показниками (зовнішній вигляд, смак і запах, чистота розчину) отримав цукор, збагачений похідним продуктом переробки *Hippophaer hamnoides*.

У ньому було виявлено лише 16 амінокислот у кількості 16,14 мг/100 г. Із знайдених амінокислот найбільшою була концентрація серину (7,43 мг/100 г). В цукрі із додаванням розчину після часткового зневоднення *Viburnum opulus* спостерігався незначний характерний запах добавки. В цукрі із додаванням похідного продукту переробки *Sorbus aucuparia* відчувалася приємна гірчинка, що свідчить про перехід в осмотичний розчин сорбінової кислоти із плодів.

Література

1. Sharma, P., Gaur, V. K., Kim, S. H., Pandey, A. Microbial strategies for bio-transforming food waste into resources. *Bioresour Technol.* 2020. № 299. P. 122580. DOI: 10.1016/j.biortech.2019.122580
2. Mohan, N., Singh, P. Sugar Fortification: Possibilities and Future Prospects. *Sugar and Sugar Derivatives: Changing Consumer Preferences. Springer Singapore.* 2020. № 1. P. 133–149. DOI: 10.1007/978-981-15-6663-9_9
3. Kennedy, P., David, O., Julius J., O. Willingness-to-pay for sugar fortification in Western Kenya. *AAEA & WAEA Joint Annual Meeting.* 2015. P. 26–28. DOI: 10.22004/ag.econ.202970
4. Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T., Narsaiah, K. Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 2015. № 14. P. 796–812. DOI: 10.1111/1541-4337.12156
5. Quintana-Hernandez, P., Maldonado-Caraza, D., Cornejo-Serrano, M., & Villalobos-Oliver, E. Development of a process for sugar fortification with vitamin-A. *Revista Mexicana De Ingeniería Química.* 2019. Vol. 19, № 3. P. 1163–1174. DOI: 10.24275/rmiq/Proc841
6. Цукровмісний продукт: пат. 93783 Україна: МПК (2014.01) C13B 10/00. Заяв. 26.05.2014 ; опубл. 10.10.2014, Бюл. № 19. 4 с.
7. Цукор з функціональними властивостями липи серцелистної: пат. 53425 Україна: МПК C13F3/00, 2003 Бюл. № 1.
8. Carochi, M., Barreiro, M. F., Morales, P., Ferreira, I. C. F. R. Adding Molecules to Food, Pros and Cons: A Review on Synthetic and Natural Food Additives. *Compreesion Review Food Sciens Food Safetty.* 2014. № 13. P. 377–399. DOI: 10.1111/1541-4337.12065
9. Gokoglu, N. Novel natural food preservatives and applications in seafood preservation: A review. *Sciens Food Agric.* 2019. № 99. P. 2068–2077. DOI: 10.1002/jsfa.9416
10. Ueda, J. M., Pedrosa, M. C., Heleno, S. A., Carochi, M., Ferreira, I. C. F. R., Barros, L. Food Additives from Fruit and Vegetable By-Products and Bio-Residues: A Comprehensive Review Focused on

Sustainability. *Sustainability*. 2022. № 14. P. 5212. DOI: 10.3390/su14095212

11. Tlais, Ali Z. A., Giuseppina M. Fiorino, Andrea Polo, Pasquale Filannino, and Raffaella Di Cagno. High-Value Compounds in Fruit, Vegetable and Cereal Byproducts: An Overview of Potential Sustainable Reuse and Exploitation. *Molecules*. 2020. Vol. 25, № 13. P. 2987. DOI: 10.3390/molecules25132987

12. Dilucia, F., Lacivita, V., Conte, A., Nobile, M. A.D. Sustainable Use of Fruit and Vegetable By-Products to Enhance Food Packaging Performance. *Foods*. 2020. № 9. P. 857. DOI: 10.3390/foods9070857

13. Zielińska, A., Nowak, I. Abundance of active ingredients in seabuckthorn oil. *Lipids Health Dis*. 2017. № 16. P. 95. DOI: 10.1186/s12944-017-0469-7

14. Wei, E, Yang, R, Zhao, H, Wang, P, Zhao, S, Zhai, W. Microwave-assisted extraction releases the antioxidant polysaccharides from seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017. Vol. 13, № 123. P. 280–290. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.11.074.

15. Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F., Schmitzer, V. European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins, and selected polyphenols. *Food Chemistry*. 2009. Vol. 114, № 2. P. 511–515. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.09.080

16. Termentzi, A., Alexiou, P., Demopoulos, V. J., Kokkalou, E. The aldose reductase inhibitory capacity of *Sorbus domestica* fruit extracts depends on their phenolic content and may be useful for the control of diabetic complications. *Die Pharmazie – An International Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2008. Vol. 63, № 9. P. 693–696. DOI: 10.1691/ph.2008.8567

17. Samilyk, M., Helikh, A., Bolgova, N., Potapov, V., Sabadash, S. The application of osmotic dehydration in the technology of producing candied root vegetables. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3 № 105. P. 13–20. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.204664

18. Edwards, C., Rossi, M., Corpe, P., Butterworth, P., Ellis, P. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in food science & technology*. 2016. № 56. P. 158–166. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.07.008.

19. Zaitoun, M., Ghanem, M., Harphoush, S. Sugars: Types and Their Functional Properties in Food and Human Health. *International Journal of Public Health Research*. 2018. Vol. 6, № 4. P. 93–99. <https://www.culinarymd.org/uploads/2/0/4/0/2040875/sugars.pdf>

20. Yolanda, V., Antono, L., Kurniati, A. Sensory Evaluation of Sweet Taste and Daily Sugar Intake in Normoglycemic Individuals with and without Family History of Type 2 Diabetes: A Comparative Cross-sectional Study. *International Journal of Diabetes Research*. 2017. Vol. 6, № 3. P. 54–62. DOI: 10.5923/j.diabetes.20170603.02

21. Hrushetsky, R., Hrynenko, I., van Klink, H. Інноваційні технології смакових харчових добавок. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*. 2019. Vol. 2, № 1. P. 36–44. DOI: 10.31866/2616-7468.2.1.2019.170409

22. Edwards, C., Rossi, M., Corpe, P., Butterworth, P., Ellis, P. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in food science & technology*. 2016. № 56. P. 158–166. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.07.008.

23. Zaitoun, M., Ghanem, M., Harphoush, S. Sugars: Types and Their Functional Properties in Food and Human Health. *International Journal of Public Health Research*. 2018. Vol. 6, № 4. P. 93–99. <https://www.culinarymd.org/uploads/2/0/4/0/2040875/sugars.pdf>

24. Samilyk, M., Demidova, E., Bolgova, N., Kapitonenko, A., Cherniavska, T. Influence of adding wild berry powders on the quality of pasta products. *“EUREKA: Life Sciences”*. 2022. № 2. P. 28–35. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002410.

25. Самілик, М., Демидова, Є. Використання нетрадиційної сировини у технології виробництва йогурту. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*. 2022. Vol. 5, № 2. P. 281–291. DOI: 10.31866/2616-7468.5.2.2022.270113

Information about the authors:

Samilyk Maryna Mykhailivna,

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor at the Department

of Technology and Food Safety

Sumy National Agrarian University

160, Herasyma Kondratieva str., Sumy, 40021, Ukraine

Korniienko Daria Andriivna,

Postgraduate Student

at the Department of Technology and Food Safety

Sumy National Agrarian University

160, Herasyma Kondratieva str., Sumy, 40021, Ukraine