

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9805
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.141

Development of technology for receiving enriched sugar

M. Samilyk, D. Korniienko✉

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Article info

Received 20.06.2022
Received in revised form
21.07.2022
Accepted 22.07.2022

Sumy National Agrarian
University, Herasyrna
Kondratieva Str., 160,
Sumy, 40000, Ukraine,
Tel.: +38-095-092-61-51
E-mail: dashatelenkova@ukr.net

Samilyk, M., & Korniienko, D. (2022). Development of technology for receiving enriched sugar. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 25–29. doi: 10.32718/nvlvet-f9805

Carbohydrates play an important role in nutrition, especially sugar, it is an integral part of many products, both ready and raw. The norm of sugar consumption per day is 25 g (no more than 5 spoons per day). The issue of increasing the biological value of sugar is relevant, as it plays an important role in human nutrition. Almost no one is engaged in the production of enriched sugar in Ukraine, only a few developments of sugar with functional properties are presented. But this topic is quite relevant in the world, scientists are developing enrichment schemes with regional raw materials. The purpose of our research is to develop a technology for obtaining enriched sugar by using wild berries of regional importance, using the osmotic dehydration method. During the study, standard organoleptic and microbiological methods of functional sugar assessment were used. The article presents a technological scheme for the production of enriched sugar, determined the amount of osmotic syrup that should be used to obtain lump sugar to give it positive organoleptic indicators. Microbiological indicators were determined during long-term storage for 6 months. The presence of biologically active substances in sugar increases its chemical composition. Enriched sugar contains not only carbohydrates, but also amino acids, coloring and flavoring substances. According to organoleptic indicators, sea buckthorn sugar received the highest rating. All four types of enriched sugar have a high storage capacity, the development of harmful microflora is not observed after 6 months of storage. The results of the conducted research showed that the developed technology for the production of enriched sugar can be used at the production facilities of operating sugar factories. But on the condition of additional installation of the apparatus for carrying out osmotic dehydration. Functional sugar can be used as a sweetener for tea, coffee, water; and sweet connoisseurs can use it instead of candies.

Key words: osmotic dehydration, wild berries, organoleptic indicators, microbiological indicators.

Розроблення технології одержання збагаченого цукру

М. М. Самілик, Д. А. Корнієнко✉

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Вуглеводи відіграють важливу роль в харчуванні, особливо цукор, він є невід'ємною частиною багатьох продуктів, як готових, так і в сировині. Норма споживання цукру в день становить 25 г (не більше 5 ложок в день). Питання підвищення біологічної цінності цукру є актуальним, оскільки він відіграє важливу роль в харчуванні людини. Виготовленням збагаченого цукру в Україні не займається майже ніхто, представлено лише декілька розробок цукру з функціональними властивостями. Але в світі ця тема досить актуальна, науковці розробляють схеми збагачення з регіональною сировиною. Метою нашого дослідження є розроблення технології одержання збагаченого цукру за рахунок використання дикорослих ягід регіонального значення, використовуючи метод осмотичної дегідратації. Під час дослідження використано стандартні органолептичні та мікробіологічні методи оцінки цукру функціонального призначення. У статті представлена технологічна схема виробництва збагаченого цукру, визначена кількість осмотованого сиропу, який доцільно використовувати для отримання кускового цукру для надання йому позитивних органолептичних показників. Визначено мікробіологічні показники при тривалому зберіганні протягом 6 місяців. Наявність біологічно активних речовин в цукрі підвищує його хімічний склад. Збагачений цукор містить не лише вуглеводи, а й амінокислоти, барвні та ароматуючі речовини. За органолептичними показниками найвищу оцінку отримав обліпиховий цукор. Всі чотири види збагаченого цукру мають високу здатність до зберігання, розвиток шкідливої мікрофлори не спостерігається через 6 місяців зберігання. Ре-

зультати проведених досліджень показали, що розроблена технологія вироблення збагаченого цукру може бути використана на виробничих потужностях діючих цукрових заводів. Але за умови додаткового встановлення апарату для проведення осмотичної дегідратації. Цукор функціонального призначення можна використовувати в якості підсолоджувача до чаю, кави, води; а поціновувачам солодкого можна вживати замість цукерок.

Ключові слова: осмотична дегідратація, дикорослі ягоди, органолептичні показники, мікробіологічні показники.

Вступ

Цукор, як і решта вуглеводів, є невід'ємною частиною здорового раціону. Він є основним джерелом енергії, необхідної для роботи мозку, м'язів та кожної клітини організму. Водночас надмірне споживання вуглеводів призводить до надлишку глюкози в крові, що провокує низку порушень в організмі. Норма споживання цукру на день – 25 г. Білий кристалічний цукор та цукор пресований використовуються лише як підсолоджувачі для посилення солодкого смаку деяких продуктів (напоїв). Також цукор використовується як консервант та основна сировина у виробництві цукрових кондитерських виробів. При цьому цукор позбавлений корисних харчових інгредієнтів, таких як вітаміни, мінеральні речовини, амінокислоти тощо. Внесення природних біологічно-активних речовин до складу цукру дозволить не лише розширити асортимент цукрів, а й підвищити їхню біологічну цінність.

Питанням підвищення біологічної цінності цукру займається багато науковців у всьому світі. Було розроблено технологію одержання цукру з біологічно активними речовинами з афінаційного жовтого цукру та сиропу з додаванням плодів шипшини. Експериментально встановлено, що для кращого формування кубиків цукру, необхідно використовувати сироп концентрацією 70–75 %, та 1–5 % подрібнених плодів шипшини (Kylneva et al., 2018).

Розроблено технологію отримання фінікового цукру світло-коричневого кольору із фінікового сиропу (Mirza et al., 2022).

Обґрунтовано доцільність переробки плодів манго для виробництва цукру (Nurkolis et al., 2020). Доведено, що манго є перспективною сировиною для виробництва цукру. В плодах манго міститься велика кількість харчових волокон, кверцетину, кемпферолу, вітаміну Е, β-каротину і вітаміну С, які можуть нормалізувати рівень ліпідів та впливати на зниження рівня глюкози в крові.

Запропоновано технологію цукру (Greene et al., 2017), збагаченого вітаміном А. Так, як вітамін А краще засвоюється саме з сахарозою.

Малазійськими вченими досліджено виробництво цукру з волокон мезокарпа (олійної пальми). Біомаса мезокарпа олійної пальми багата на целюлозу та геміцелюлозу, тому може бути відповідним субстратом для виробництва біоцукру (Deba et al., 2017).

Проведене дослідження щодо виробництва цукру з водоростей *Gracilaria verticosa* (Kwon et al., 2016).

Запропоновано виготовлення лігноцелюлозно-гоцукру (Throupa et al., 2022) з деревини або листової біомаси. Сільськогосподарські відходи (цукрової тростини, кукурудзяна солома, пшенична, рисова солома, світчграс) пропонується переробляти на цукор.

Досліджено спосіб добування цукру з грибів Целюлосоми (Lee et al., 2021).

Науковцями Інституту продовольчих ресурсів НААН України, розроблено технологію збагачення білого цукру натуральними добавками з рослинної сировини, а саме підібрані різні сорти м'яти, ягоди малини, чорноплідної горобини, калини, обліпихи та коріння імбиру.

Аналіз показав, що використання альтернативних видів сировини у виробництві цукру є питанням актуальним. Як сировину для збагачення цукру нами запропоновано використовувати сировину регіонального значення – дикорослі ягоди.

Відомі дослідження щодо використання бузини, калини, горобини у виробництві оздоровчих продуктів. Розроблено технологію кисломолочних десертів з використанням порошків дикорослих ягід (Dienaitė et al., 2021).

Литовськими науковцями представлено дослідження екстракції ягід обліпихи із вилученням з них біологічно активних речовин Отриманий екстракт запропоновано використовувати як добавку до майонезу, здатну поліпшувати його окислювальну стабільність.

Враховуючи хімічний склад дикорослих ягід та їхні органолептичні властивості, вони стануть гарною сировиною для збагачення цукру.

Мета дослідження

Метою дослідження є розробка технології пресованого цукру, збагаченого біологічно активними речовинами.

Для досягнення поставленої мети поставлено такі завдання дослідження:

- розробити технологію вироблення збагаченого цукру;
- дослідити органолептичні показники збагаченого цукру;
- дослідити мікробіологічну стабільність збагаченого цукру при зберіганні.

Матеріал і методи досліджень

В основі нової технології вироблення збагаченого цукру пропонується використовувати процес осмотичної дегідратації.

Осмотична дегідратація є багатокомпонентним процесом дифузії (Gribova & Eliseeva, 2017) з трьома типами масоперенесення: відтік води з тканини сировини; перенесення розчиненої речовини з осмотованого розчину в продукт; вилучення з розчинних речовин тканини сировини вітамінів, органічних кислот, мінеральних речовин.

За запропонованою технологією (рис. 1), відмиті кондиційні ягоди калина (*Viburnum opulus*), обліпиха

(*Hippophae rhamnoides L.*), бузина (*Sambucus nigra*), горобина (*Sorbus aucuparia*) поміщають в апарат для осмотичної дегідратації, в якому попередньо приготований 70 % цукровий розчин (температура 60–65 °С). При змішуванні з ягодами, температура цукрового розчину знижується до температури осмотичної дегідратації – 50 °С. Протягом 1 години при постійному перемішуванні відбувається часткове зневоднення ягід. Разом із клітинним соком у цукровий розчин переходять деякі біологічно активні речовини.

Після цього ягоди відокремлюються від цукрового

розчину і відправляються на виробництво харчових добавок. А цукровий розчин використовується для виробництва пресованого цукру. 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.

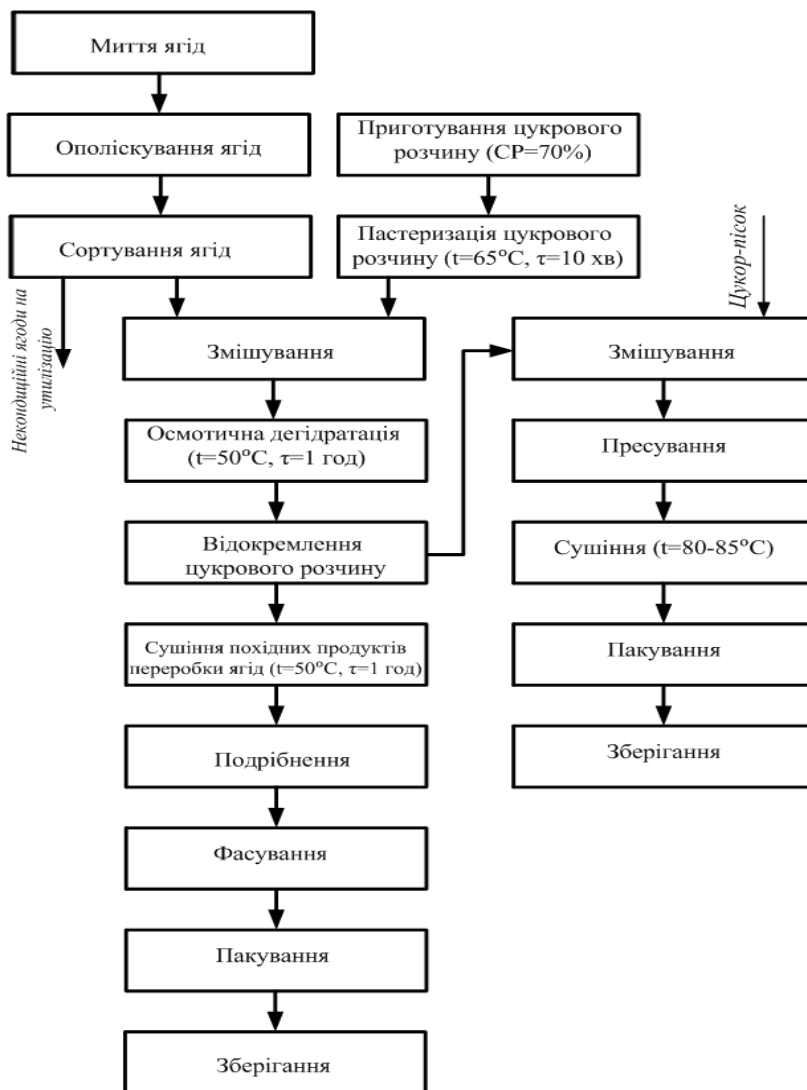


Рис. 1. Технологічна схема вироблення збагаченого цукру

Результати та їх обговорення

Органолептичну оцінку збагачених цукрів проводили за певною кількістю дескрипторів (табл. 1) з використанням десятибальної шкали за усередненими даними.

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. Орга-

нолептичну оцінку проводили непрофесійні дегустатори різного віку та статі (10 осіб). 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 через 2 години після сніданку). Крім того, піддослідних проінструктували не палити і не пити каву за 60 хвилин до тесту. Усі органолептичні тести проводились у дегустаційній залі лабораторії технологій харчування Сумського національного аграрного університету та завершувалися до 11 години ранку. Результати дослідження показано на рис. 2.

Таблиця 1
Органолептичні показники збагачених цукрів

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

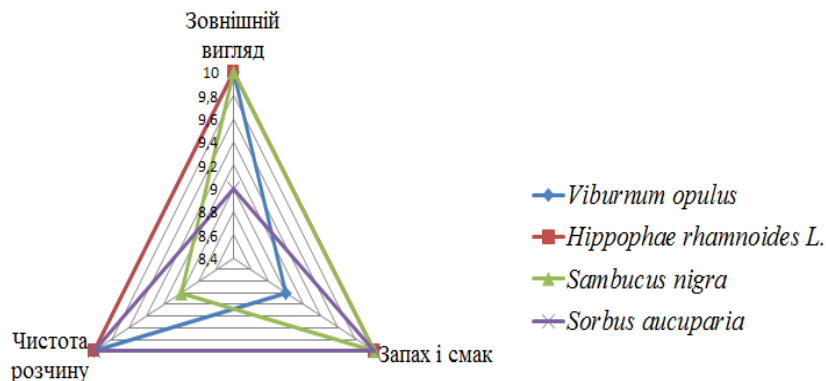


Рис. 2. Результати органолептичної оцінки

Аналіз показав, що за всіма органолептичними показниками найвищу оцінку отримав цукор, збагачений обліпихою (*Hippophae rhamnoides L.*). Цукор, збагачений калиною (*Viburnum opulus*), мав виражений запах та смак ягоди. А цукор із бузиною (*Sambucus nigra*) відрізнявся дещо нижчою чистотою розчину. У зразку із додаванням горобини (*Sorbus aucuparia*) відчувалася приємна гірчинка, притаманна ягоді, яка спричинена наявністю в осмотичному розчині сорбінової кислоти. Всі цукрові розчини без механічних домішок.

Цукор зберігали протягом 6 місяців, після цього визначили мікробіологічні показники, а саме: бактерії групи кишкових паличок (коліформи), кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, плісневі гриби та дріжджі. Дослідження проводили за ДСТУ 4623:2006. На рисунку 3 показано результати мезофільних аеробних і анаеробних мікроорганізмів. Зразок 1 – бузиновий цукор, зразок 2 –

калиновий, 3 – горобиний, ріст відсутній, а в зразку 4 – ріст МАФАМ, але відповідають нормі $3 \cdot 10^1$.

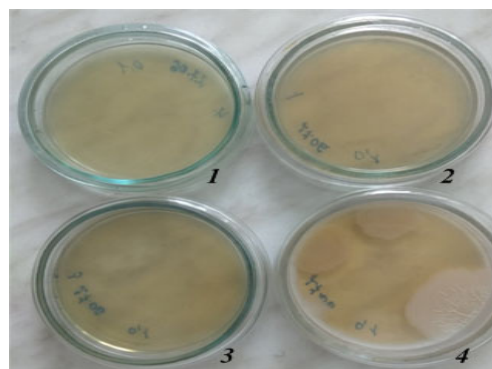


Рис. 3. Результати МАФАМ

Результати дослідження мікробіологічної стійкості наведено в таблиці 2.

Таблиця 2
Результати дослідження мікробіологічних показників

Найменування показника	Нормативний показник	Цукор збагачений			
		<i>Viburnum opulus</i>	<i>Hippophae rhamnoides L.</i>	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>
МАФАМ	$1 \cdot 10^3$	ріст відсутній	$3 \cdot 10^1$	ріст відсутній	ріст відсутній
Плісневі гриби	$1 \cdot 10$	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній
Дріжджі	$1 \cdot 10$	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній
БГКП	не допускаються	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній

Таким чином, при зберіганні збагаченого цукру не спостерігається розвитку шкідливої мікрофлори. Здатність цукру до зберігання є подібною до звичайного білого кристалічного цукру-піску або пресованого цукру.

Висновки

Результати проведених досліджень показали, що розроблена технологія вироблення збагаченого цукру може бути використана на виробничих потужностях діючих цукрових заводів. Але за умови додаткового встановлення апарату для проведення осмотичної дегідратації. При осмотичній дегідратації у цукровий

розчин переходять не лише біологічно активні речовини, а й смако-ароматичні. Вони надають цукру приємних органолептичних властивостей. Збагачений цукор має високу здатність до зберігання, розвитку шкідливої мікрофлори не спостерігається протягом 6 місяців зберігання.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Deba, A. A., Zain, N. A. M., & Salleh, M. (2017). Bio-sugar production from oil palm mesocarp fiber using viscozyme. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, Pakistan, 21, 6225–6237. URL: http://eprints.utm.my/id/eprint/75371/1/MadiyahSalleh_BiosugarProductionfromOilPalmMesocarp.pdf.
- Dienaitė, L., Baranauskienė, R., & Rimantas-Venskutonis, P. (2021). Lipophilic extracts isolated from European cranberry bush (*Viburnum opulus*) and sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berry pomace by supercritical CO₂ – Promising bioactive ingredients for foods and nutraceuticals. *Food Chemistry*, 348, 68–75. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129047.
- Greene, M. D., Kabaghe, G., Musonda, M., & Palmer, A. C. (2017). Retail Sugar From One Zambian Community Does Not Meet Statutory Requirements for Vitamin A Fortification. *Food and Nutrition Bulletin*, 38(4), 594–598. DOI: 10.1177/0379572117733841.
- Gribova, N.A., & Eliseeva, L.G. (2017). Osmoticheskaja degidratacija plodovo-jagodnogo syr'ja v pishhevoj promyshlennosti. *Proceedings of VSUET*, 2, 134–142. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osmoticheskaya-dehidratatsiya-plodovo-yagodnogo-syr'ya-v-pischevoy-promyshlennosti> (in Russian).
- Kwon, O. M., Kim, D. H., Kim, S. K., & Jeong, G. T. (2016). Production of sugars from macro-algae *Gracilaria verrucosa* using combined process of citric acid-catalyzed pretreatment and enzymatic hydrolysis. *Algal Research*, 13, 293–297. DOI: 10.1016/j.algal.2015.12.011.
- Kylneva, N. G., Gybin, A. S., & Biraro, G. E. (2018). Razrabotka i obosnovanie sposoba polychenia sahara sbiologichno aktivnumu dobavkamu. *Sahar*, 5, 36–39 (in Russian).
- Lee, M. E., Shina, S. K., Ohd, J. J., Hwanga, D. H., Koa, Y. J., Hyeonabc, J. E., & Han, S. O. (2021). Enzymatic production of sugar from fungi and fungi-infected lignocellulosic biomass by a new cellulosomal enzyme harboring N-acetyl-β-d-glucosaminidase activity. *Bioresource Technology*, 319, 34–48. DOI: 10.1016/j.biortech.2020.124242.
- Mirza, D. F., Alindra, D. A., & Yuniior, K. (2022). Increasing The Productivity Of Palm Sugar Through High Degree Of Crystalline Sugar Production. *International Journal of Science, Technology & Management*, 3(1), 1–5. DOI: 10.46729/ijstm.v3i1.433.
- Nurkolis, F., Surbakti, F. H., Sabrina, N., Azni, I. N., & Hardinsyah, H. (2020). Mango Sugar Rich in Vitamin C: A Potency for Developing Functional Sugar Rich in Antioxidants. *Food Science and Nutrition*, 4(2), 764–765. DOI: 10.1093/cdn/nzaa052_034.
- Throupa, J., Martíneza, J. B. G., Balsb, B., Catesac, J., Pearced, J. M., & Denkenbergerac, D. C. (2022). Rapid repurposing of pulp and paper mills, biorefineries, and breweries for lignocellulosic sugar production in global food catastrophes. *Food and Bioproducts Processing*, 131, 22–39. DOI: 10.1016/j.fbp.2021.10.012.