

ЗБАГАЧЕННЯ ЦУКРУ ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБКИ ЦУКАТІВ ІЗ ПЛОДІВ ДІНІ

Самілик Марина Михайлівна

кандидат технічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-4826-2080

maryna.samilyk@snau.edu.ua

Ткачук Михайло Авксентійович

аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0009-0009-0550-4295

tkachuk.m@radsugar.com.ua

Утворений після виробництва цукатів із плодів дині розчин є похідним продуктом, який може повторно використовуватися, завдяки своїм фізико-хімічним, органолептичним властивостям та вмісту біологічно-активних компонентів. Цукати із дині виготовляли із застосуванням процесу осмотичної дегідратації. Процес видалення води під час осмотичної дегідратації відбувається за рахунок дифузії і капілярного потоку. Концентрований цукровий сироп спричиняє два одночасні потоки масопередачі: потік води від продукту до навколишнього розчину і впливання розчинених речовин у продукт. Для цього шматочки дині, розміром 5×5×5 мм, занурювали у цукровий розчин у співвідношенні 1:1. Для приготування осмотичного розчину використовували цукор білий кристалічний. Масова частка сухих речовин у осмотичному розчині, який використовували для зневоднення шматочків дині, становила 70%. Процес зцукрювання шматочків дині відбувається протягом 1 години в лабораторній установці для осмотичної дегідратації при постійному перемішуванні та стабільній температурі 50 °С. За рахунок переходу клітинного соку дині у розчин збільшувалася його каламутність, він набував смако-ароматичних властивостей, характерних для дині. Після відокремлення цукатів від осмотичного розчину, його пастеризували при температурі 65 °С протягом 20 хв та додавали до цукру-піску у кількості 10% до маси цукру. Досліджено фізико-хімічні показники відпрацьованих сиропів. Встановлено, що масова частка сухих речовин у продукті переробки цукатів із плодів дині (сиропі) становить 41,41%, сахарози – 34,94%. Кольоровість осмотичного розчину становила 655,9 од ICUMSA. Цукор, збагачений диневим розчином, мав світло-бежевий колір, чистий без плям і сторонніх домішок, солодкий смак та аромат дині. Розчин цукру був прозорим, без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. Масова частка сахарози в збагаченому цукрі становила 99,11%, кольоровість – 155,0 од ICUMSA. На підставі отриманих результатів запропоновано використання відпрацьованого осмотичного розчину для збагачення цукру.

Ключові слова: цукор збагачений, сироп, диня, *Sisymbrium officinalis*, цукати, продукти переробки цукатів, органолептичні показники, сахароза, фізико-хімічні показники, кольоровість.

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.3.12>

Вступ. Цукатами називають кондитерські вироби із цілих або подрібнених плодів та ягід, зварених з цукром, підсушених і осипаних цукром або глазурованих (Сливка та ін., 2019).

Існують різноманітні способи виробництва цукатів, які відрізняються тривалістю приготування, режимами обробки, які можуть негативно впливати на якість готових виробів (Непочатих, 2016). Найбільш поширеними способами у виробництві цукатів є: використання вторинної рослинної сировини (шкурки плодів, порошок); нарізання різними розмірами і формами; бланшування; уварювання плодів та овочів під тиском; різноманітність концентрації цукрових сиропів; сушіння. Майже у всіх випадках знижується харчова цінність сировини на заключному етапі виробництва.

До ефективних способів виробництва цукатів, здатних забезпечувати високу якість готової продукції, відноситься метод, що поєднує осмос та сушіння. Осмотична дегідратація відноситься до нових технологій обробки (Таррі et al., 2020) і є альтернативою традиційній термічній обробці.

Осмотична дегідратація є найефективнішою для обробки фруктів і овочів, оскільки цей процес дозволяє

не лише підвищити термін їх придатності до вживання, а й зберегти сенсорні властивості (колір, текстуру, аромат, смак) та вміст біологічно активних компонентів (Yadav & Singh, 2014).

Зазвичай для збереження природного забарвлення фруктів їх обробляють діоксидом сірки. При використанні осмотичної дегідратації даний процес можна не проводити. Крім того, цей процес покращує властивості текстури та зменшує усадку фруктів та овочів під час сушіння (Lemus-Mondaca et al., 2009).

Розчин цукру зменшує потемніння, перешкоджаючи доступу кисню всередину клітин рослинної сировини, забезпечує стійкість пігментів і допомагає запобігти випаровуванню летких сполук під час сушіння (Pattanara et al., 2010).

Поряд із великою кількістю переваг застосування цього процесу, невирішеним залишається питання переробки або повторного використання відпрацьованих осмотичних розчинів. Під час осмотичної дегідратації у осмотичний розчин переходить частина клітинного соку із рослинної сировини, внаслідок чого концентрація розчинених речовин в ньому знижується і повторно, без

регенерації, його використовувати недоцільно. Щоб зробити процес більш економічно привабливим, осмотичний розчин повинен повторно використовуватися. Для цього його слід концентрувати шляхом випаровування або за рахунок додавання свіжого осмотичного реагенту (Rastogi et al., 2002; Tortoe, 2010). Проте, концентрування є енерговитратним процесом. Для цього використовується випарювання під тиском або розрідженням.

Розчинені речовини можна додавати постійно, але результатом є небажане накопичення розчину. Альтернативою є концентрування розведеного розчину за допомогою мембранної обробки або випаровування. Однак ці операції можуть бути дуже дорогими (Fargoq & Landers, 2004). Крім того, виникає необхідність встановлення додаткового дороговартісного обладнання.

Доцільність застосування відпрацьованого розчину залежить від властивостей обробленої ним сировини, технології переконцентрування, параметрів пастеризації, організації процесу та індивідуальної адаптації до заданого процесу (Dalla Rosa & Giroux, 2001).

Розглянута технічна можливість повторного використання сиропу сахарози під час осмотичної дегідратації персиків в поєднанні з сушінням гарячим повітрям (Marconi et al., 2016).

Запропоновано застосування осмотичних розчинів для приготування інших харчових продуктів, таких як варення, сироп для консервування фруктів, змішування з фруктовими соками, фруктовими безалкогольними напоями (Shete et al., 2018).

Таким чином, не викликає сумнівів доцільність повторного застосування осмотичних розчинів у виробництві харчових продуктів.

Використання осмотичних розчинів в харчових технологіях дозволить вирішити одразу дві проблеми: зменшити кількість виробничих відходів та підвищити біологічну цінність готових виробів.

Враховуючи невеликий асортимент цукру в Україні, розглянуто можливість застосування продуктів переробки цукатів із дині для збагачення цукру.

Диня є гарною сировиною для виробництва цукатів. Вона містить ряд корисних речовин серед яких вітаміни, азотні та мінеральні речовини, пектинові речовини, органічні речовини та багато інших.

Метою дослідження є обґрунтування доцільності застосування продуктів переробки цукатів із плодів дині для збагачення цукру.

Для вирішення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити фізико-хімічні показники якості сиропу, утвореного в результаті виробництва цукатів із дині;
- розробити спосіб збагачення цукру сиропами, утвореними в результаті виробництва цукатів із дині;
- дослідити органолептичні та фізико-хімічні показники цукру збагаченого сиропами, утвореними в результаті виробництва цукатів із дині.

Об'єктом дослідження є технологія виробництва цукатів та спосіб збагачення цукру.

Матеріали і методи досліджень. Плід дині (*Cucumis melo*) сорту Дана подрібнювали на частинки у формі

кубиків розміром 5×5×5 мм. Шматочки дині занурювали у цукровий розчин з масовою часткою сухих речовин 70%. Співвідношення цукрового розчину та сировини становило 1:1. Зцукрювання частинок дині здійснювали при температурі 50±2 °C протягом 1 години. Після відокремлення цукатів від осмотичного розчину, його пастеризували при температурі 65 °C протягом 20 хв та додавали до цукру-піску у кількості 10% до маси цукру. Після ретельного перемішування цукру із диневим сиропом, цукрову кашку пресували за допомогою лабораторного пресу. Пресований цукор висушували у конвективній лабораторній сушарці при температурі 65 °C.

Масову частку сухих речовин в осмотичних розчинах визначали за допомогою лабораторного рефрактометра. Перед вимірюванням розчин охолоджували до 20 °C.

Для визначення масової частки сахарози в осмотичному розчині наважку розчину (26 г) температурою 20 °C зважували на технічних вагах і переводили дистильованою водою в колбу 100 см³. Додавали 2–4 см³ свинцевого оцту для освітлення та доводили до мітки дистильованою водою. Вміст колби добре перемішували та фільтрували через паперовий фільтр. Вміст сахарози визначали за допомогою поляриметра в кюветі довжиною 200 мм.

Масова частка сахарози у збагаченому цукрі визначали аналогічно. Масову частку вологи у цукрі визначали методом висушування до сталої маси.

Кольоровість осмотичних розчинів та цукру визначали методом ICUMSA. Для цього 50 г цукру перенесли в конічну колбу місткістю 250 см³ і додавали 50 см³ буферного розчину TEA/HCL. Розчин фільтрували під вакуумом через мембранний фільтр та протягом 1 години деаерували у вакуумному асиксаторі. Кольоровість визначали за допомогою колориметру КФК при довжині хвилі 420 мм. Перед вимірюванням кювету 3 рази ополіскували буферним розчином.

Викладення основного матеріалу дослідження.

За органолептичними показниками осмотичний розчин, утворений після осмотичної дегідратації плодів дині, мав ознаки характерні для даного виду сировини. У розчині відчувався яскраво виражений аромат та присмак дині. Колір бежевий (рис. 1, а) з незначною каламутністю.

Цукор, збагачений диневим розчином, мав світло-бежевий колір, чистий без плям і сторонніх домішок, солодкий смак та аромат дині (рис. 1, б). Розчин цукру був прозорим, без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок.

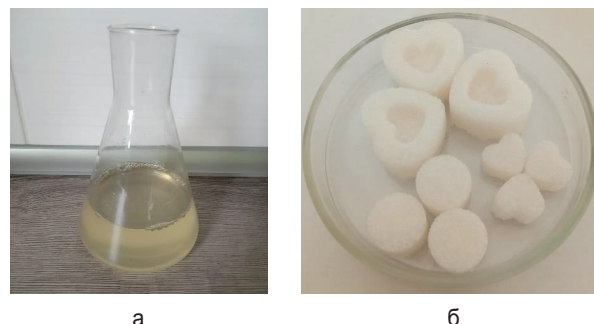


Рис. 1. Продукти переробки дині:
а – осмотичний розчин; б – збагачений цукор

Досліджено деякі фізико-хімічні показники сиропу із дині (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники сиропу

Найменування показників	Значення
Масова частка сахарози, %	34,94
Масова частка сухих речовин, %	41,41
Кольоровість, од ICUMSA	655,9

Результати дослідження показали, що масова частка сухих речовин в осмотичному розчині знижується на 28,59% за рахунок розбавлення клітинним соком плодів дині. Масова частка сахарози знижується на 35,06%. Це може свідчити про те, що крім сахарози, в результаті осмосу, у розчин дифундують інші вуглеводи, які містяться в плодах дині (фруктоза, глюкоза).

Також, досліджено фізико-хімічні показники цукру. Результати представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники збагаченого цукру

Найменування показників	Нормативне значення	Фактичне значення
Масова частка сахарози, %	99,7	99,11
Масова частка вологи, %, не більше	0,25	0,20
Кольоровість, од ICUMSA, не більше	60,0	155,0

Масова частка сахарози у збагаченому цукрі знижується на 0,59% за рахунок введення у склад інших нутрієнтів (фруктових цукрів, пектинових речовин та ін.) із клітинного соку плодів дині. Присутність у складі збагаченого цукру фруктових цукрів значно підвищить його біологічну цінність. Підвищується кольоровість цукру на 95 од ICUMSA, проте, розчин цукру є прозорим, без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок.

Висновки. Утворений після виробництва цукатів із плодів дині розчин є похідним продуктом, який може повторно використовуватися, завдяки своїм фізико-хімічним, органолептичним властивостям та вмісту біологічно-активних компонентів.

За масовою часткою сухих речовин сироп із дині є підходящим розчином для виготовлення пресованого цукру.

За фізико-хімічними показниками збагачений цукор не відповідає вимогам стандарту ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови. Для промислового виробництва збагаченого цукру доцільно розробити технічні умови з вказівками технічних вимог, методів контролю, вимог безпеки та охорони довкілля, маркування та пакування.

Продукт переробки цукатів можна використовувати для збагачення цукру та надання йому нових смако-ароматичних властивостей. Запропонований спосіб виробництва пресованого цукру дозволить розширити асортимент цукру в Україні та підвищити його біологічну цінність.

Бібліографічні посилання:

1. Dalla Rosa M., Giroux F. Osmotic treatments (OT) and problems related to the solution management. *Journal of food engineering*. 2001. Vol. 49. P. 223–236. doi: 10.1016/S0260-8774(00)00216-8 [in English]
2. Farooq M., Landers A.J. Dilution and aging of a sugar solution after its multiple uses in an osmotic dehydration process of lowbush blueberries. *American society of agricultural and biological engineers*. 2004. P. 041001. doi: 10.13031/2013.16120 [in English]
3. Lemus-Mondaca R., Miranda M., Andres Grau A., Briones V., Villalobos R., Vega-Gálvez A. Effect of osmotic pretreatment on hot air drying kinetics and quality of Chilean papaya (*Carica pubescens*). *Drying Technology*. 2009. Vol. 27(10). P. 1105–1115. doi: 10.1080/07373930903221291 [in English]
4. Marconi G.S., Morgano M.A., Silva M.G., Silveira N.F., Souza E.C. Effect of reconditioning and reuse of sucrose syrup in quality properties and retention of nutrients in osmotic dehydration of guava. *Drying technology*. 2016. Vol. 34(8). P. 997–1008. doi: 10.1080/07373937.2015.1090446 [in English]
5. Nepochatykh T.A. Deiaki teoretychni ta praktychni pidkhody do vyrobnytstva tsukatyv na osnovi roslynnoi syrovyny – [Some theoretical and practical approaches to the production of candied fruits based on plant raw materials]. *Traektoriâ nauki*. 2016. Vol. 6(11). P. 2.1-2.8. [in Ukrainian]
6. Pattanapa K., Therdthai N., Chantrapornchai W., Zhou W. Effect of sucrose and glycerol mixtures in the osmotic solution on characteristics of osmotically dehydrated mandarin cv. (Sai- Namphaung). *International journal of food science and technology*. 2010. Vol. 45. P. 1918–1924. doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02353.x [in English]
7. Rastogi N.K., Raghavarao K.S.M.S., Niranjana K., Knorr D. Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. *Trends in food science and technology*. 2002. Vol. 13. P. 48–59. doi: 10.1016/S0924-2244(02)00032-8
8. Shete Y.V., Chavan S.M., Champawat P.S., Jain S.K. Reviews on osmotic dehydration of fruits and vegetables. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*. 2018. Vol. 7(2). P. 1964–1969. doi: 10.1111/jfpe.12440 [in English]
9. Slyvka N., Bilyk O., Mikhailytska O., Nagovska V. Udoskonalennia tekhnolohii syrkovykh vyrobiv z tsukatamy z harbuza – [Improvement of technology of curd products with succade from pumpkin]. *NV LNU veterinarynoi medytsyny ta biotekhnolohii. Seriia "Kharchovi tekhnolohii"*. 2019. Vol. 21(92). P. 47–52. doi: 10.32718/nlvet-f9209 [in Ukrainian]
10. Tappi S., Tylewicz U., Dalla Rosa M. Chapter 8 – Effect of nonthermal technologies on functional food compounds. *Sustainability of the food system sovereignty, waste, and nutrients bioavailability*. Elsevier Inc., 2020. P. 147–165. doi: 10.1016/B978-0-12-818293-2.00008-2 [in English]
11. Tortoe Ch. A review of osmodehydration for food industry. *African journal of food science*. 2010. Vol. 4(6). P. 303–324. [in English]
12. Yadav A.K., Singh S.V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of food science and technology*. 2014. Vol. 51(9). P. 1654–1673. doi: 10.1007/s13197-012-0659-2 [in English]

Samilyk M.M., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
Tkachuk M.M., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Enrichment of sugar with processing products of candied melons

The solution formed after the production of candied melon fruits is a derivative product that can be reused due to its physicochemical, organoleptic properties and the content of biologically active components. Candied melon was produced using an osmotic dehydration process. The process of water removal during osmotic dehydration occurs due to diffusion and capillary flow. Concentrated sugar syrup causes two simultaneous mass transfer flows: the flow of water from the product to the surrounding solution and the infusion of dissolved substances into the product. To do this, melon pieces measuring 5x5x5 mm were immersed in a sugar solution in a 1:1 ratio. To prepare the osmotic solution, crystalline white sugar was used. The mass fraction of dry substances in the osmotic solution used to dehydrate the melon pieces was 70%. The process of saccharification of melon pieces took place for 1 hour in a laboratory installation for osmotic dehydration with constant stirring and a stable temperature of 50 °C. Due to the transition of melon cell juice into solution, its turbidity increased, and it acquired flavor and aromatic properties characteristic of melon. After separating the candied fruits from the osmotic solution, it was pasteurized at a temperature of 65 °C for 20 minutes and added to granulated sugar in an amount of 10% by weight of sugar. The physicochemical parameters of spent osmotic solutions were studied. It has been established that the mass fraction of dry substances in the product of processing candied melon (syrup) is 41.41%, sucrose – 34.94%. The color of the osmotic solution was 655.9 ICUMSA units. Sugar enriched with melon solution had a light beige color, pure without stains or foreign impurities, a sweet taste and aroma of melon. The sugar solution was transparent, without insoluble sediment, mechanical and other impurities. The mass fraction of sucrose in the fortified sugar was 99.11%, color – 155.0 ICUMSA units. Based on the results obtained, it was proposed to use the spent osmotic solution for sugar enrichment.

Key words: enriched sugar, syrup, melon, *Cucumis melo*, candied fruits, processed products of candied fruits, organoleptic characteristics, sucrose, physicochemical indicators, color.