

УДК 664.994

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ЦУКРОВІСТНИХ ПРОДУКТІВ

Гриненко І. Г., к.т.н., пров.н.с.,
відділ технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів,
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ
ORCID ID: 0000-0002-1513-4015

Грушецький Р. І., д.т.н., пров.н.с.,
відділ технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів,
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ
ORCID ID: 0000-0002-7832-7578

Хомічак Л. М., д.т.н., проф., член-кор. НААН,
зав. відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів,
Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ
ORCID ID: 0000-0001-9003-0315

<https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-06>

Дана стаття присвячена оцінці можливостей створення інноваційних технологій одержання цукровмісних продуктів з підвищеним вмістом біологічно-активних речовин за рахунок рослинної сировини. В якості перспективної рослинної сировини використовували ягідні та пряно-ароматичні рослини, а саме малину, обліпиху, м'яту, імбир. Було розглянуто два підходи до отримання цукровмісних продуктів: шляхом використання цукру, який окрім цукрози містив біологічно активні речовини рослинної сировини, а також біоцукру, який крім цукрових речовин, а також компонентів рослинної сировини містить ензими, привнесені за рахунок переробки цукрового сиропу у медових шлуночках бджіл. В результаті проведених досліджень було доведено можливість збагачення білого цукру-піску біологічно-активними речовинами рослинної сировини та підібрано сировину, що дозволила суттєво розширити і покращити мінеральний склад рафінованого цукру. Проведене органолептичне оцінювання одержаних цукровмісних продуктів показало високі показники смакових характеристик, запаху, кольору та зовнішнього вигляду.

Ключові слова: цукор, біоцукор, малина, обліпиха, м'ята, імбир, бджоли

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF SUGAR-BASED PRODUCTS

Grinenko I., PhD, Technics, Senior Researcher,
Institute of Food Resources NAAS, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-1513-4015

Grushetskiy R., D-r of Sciences, Technics, Senior Researcher,
Institute of Food Resources NAAS, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-7832-7578

Khomichak L., D-r of Sciences, Technics, Professor,
Institute of Food Resources NAAS, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0001-9003-0315

<https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-06>

This article focuses on assessing the possibilities of creating innovative technologies for sugarcontaining products with a high content of bioactive substances by adding plant material. As promising vegetable raw materials berry and spice-aromatic plants, namely raspberries, sea buckthorn, mint, ginger were considered. Two approaches to obtain sugarcontaining products: sugar which contains bioactive substances of vegetable raw materials or biosugar that besides sugar substances and components of the plant material contains enzymes introduced by processing of sugar syrup to bees ventricles considered were implemented. As a result of studies the possibility of enriching white sugar with biologically active substances and plant materials has been proven raw materials to dramatically expand and improve the mineral composition of refined sugar has been chosen. A study evaluating the organoleptic received sugarcontaining products showed strong performance characteristics of taste, smell, color and appearance.

Key words: sugar, bio-sugar, raspberries, sea buckthorn, mint, ginger, bees

Постановка проблеми. Якщо прийняти до уваги тенденції на світових ринку та біржі, то очевидно, що ціни на білий цукор поступово знижуються, тоді як ціни на цукор сирець або коричневий цукор поступово підвищуються [1]. Швидше за все це пов'язано з переконанням населення, що коричневий цукор є менш шкідливим для здоров'я ніж білий. Більше того, білий цукор дуже часто називають білою смертю [2].

Детальніший аналіз причин такого ставлення показав наступне. Вважається, що чисті вуглеводи, особливо цукор (сахароза) не були виявлені в природі [3]. У рослинах вони відкладаються у вигляді складних комплексів з білками, вітамінами, ліпідами, мінералами і багатьма іншими речовинами. Справедливо вважають, що ні одна харчова речовина не є такою далекою від натуральної, як цукор.

Однак існує й інша думка. Так, цукор вважають не просто одним з вуглеводів застосовуваних у харчуванні населення цивілізованих країн, а унікальною за своїми властивостями речовиною [4]. Його наводять як приклад однієї з найбільш чистих продуктів, що є в торгівлі. Він не тільки задовольняє потребу в вуглеводах, а й забезпечує швидке насичення, покращує смак багатьох продуктів і страв [5].

Порівняльний аналіз білого і коричневого цукру показав, що більшість виробників коричневого цукру до білого цукру додають до 10% патоки і таким чином збагачують цукор клітковиною, вітамінами. Також у ньому більше мінеральних речовин калію, кальцію, заліза, магнію, фосфору.

Підприємства багатьох країн на вимоги ринку збільшують виробництво коричневого цукру. Так, лише в Канаді розроблено 16 різних видів цукру, які різняться розміром та формою кристалу, кількістю мелясу тощо.

Але виникає питання: чи лише патока може слугувати джерелом збагачення цукру? Тому задачею нашого дослідження було тестування інших способів збагачення білого цукру біологічно активними речовинами і розроблення технології одержання цукру з підвищеним вмістом біологічно активних речовин.

В якості компонентів, що збагачують склад цукру та підвищують їх біологічну цінність, в даному проекті вибрана рослинна сировина, що містить функціональні інгредієнти або так звані мінорні фізіологічно активні речовини, необхідні організму в малих кількостях. Вони беруть участь у засвоєнні енергії, регуляції функцій і здійсненні процесів росту й розвитку організму. На особливу увагу заслуговують також рослинні інгредієнти, які мають не лише виражені функціональні властивості, а можуть також поліпшувати якість традиційних харчових продуктів. До цих інгредієнтів належать природні ароматизатори, барвники, стабілізатори, консерванти і т.д.

Матеріали та методи. У роботі використані стандартні та сучасні фізичні, хімічні та фізико-хімічні методи аналізу складу, функціонально-технологічних та структурно-механічних властивостей, показників якості сировини, напівфабрикатів та готових виробів.

Під час виконання даної роботи експериментальні дослідження виконувалися за такими методиками: органолептичні властивості збагачених цукрів і збагаченої солі органолептичним методом згідно з розробленими бальними шкалами; відбір і підготовка проб для визначення фізико-хімічних показників, масову частку вологи методом сушіння, масову частку золи методом озолення та вміст сухих речовин рефрактометричним методом згідно державних стандартів України.

Результати і обговорення. Для підбору рослинної сировини з високим вмістом біологічно активних речовин нами проведена оцінка ягід та пряно-ароматичних рослин, які мають потенціал для використання в кондитерських výroбах та десертних продуктах, тобто не погіршують смак цукру. До уваги брали компоненти, які мають позитивний вплив на вуглеводний та ліпідний обмін речовин в організмі людини, а саме калій, цинк, магній, селен, вітамін С, РР, фолієву кислоту. Дані такої оцінки наведені в табл.1.

Встановлено, що серед ягідно-плодової сировини найвищий потенціал для збагачення цукру мають малина, смородина чорна, ожина, шипшина. Беручи до уваги той факт, що останнім часом на ринку маємо досить високий попит саме на органічну продукцію, ягоди смородини не приймалися до уваги, так як саме ця ягода вирощується з застосуванням хімікатів, які використовуються для запобігання цілого ряду бактеріальних та грибкових захворювань цієї рослини.

Дослідження фізико-хімічних властивостей сировини, її вплив на функціонально-технологічні та органолептичні показники, формалізація вимог до складу і властивостей збагаченого цукру, а також модельні харчові композиції показали, що найбільш прийнятною ягідною сировиною для збагачення цукру є малина.

Таблиця 1

Хімічний склад потенційної рослинної сировини для збагачення цукру

Культура	Вітаміни, мг			Мікро- та макроелементи, мг						
	Карот.	С	РР	Ca	Mg	K	Fe	Zn	Cu,мкг	Se,мкг
Малина	0,012	26,2	0,6	25	22	151	0,69	0,42	90	0,2
Смородина чорна	0,1	200	0,4	36	31	350	1,3	0,13	130	-
Смородина червона	0,025	41	0,1	33	13	375	1	0,23	107	0,6
Шипшина	2,6	650	0,7	28	8	23	1,3	1,1	37000	-
Ожина	0,12	21	0,65	29	20	162	0,62	0,53	165	0,4
Суниця	0,03	60	0,4	40	18	161	1,2	0,1	125	-
Імбир		5	0,75	18	43	415	0,6	0,34	226	0,7
М'ята	212	31,8	1,7	243	80	569	5,08	1,1	329	-

Серед пряно-ароматичної сировини найкращими показниками характеризувалися листя м'яти (вміст магнію, калію, цинку і каротину) і корені імбиру (калій, магній, селен).

На рис. 1 наведена технологічна схема одержання збагачених цукрів з використанням попередньо підготовленої рослинної сировини.

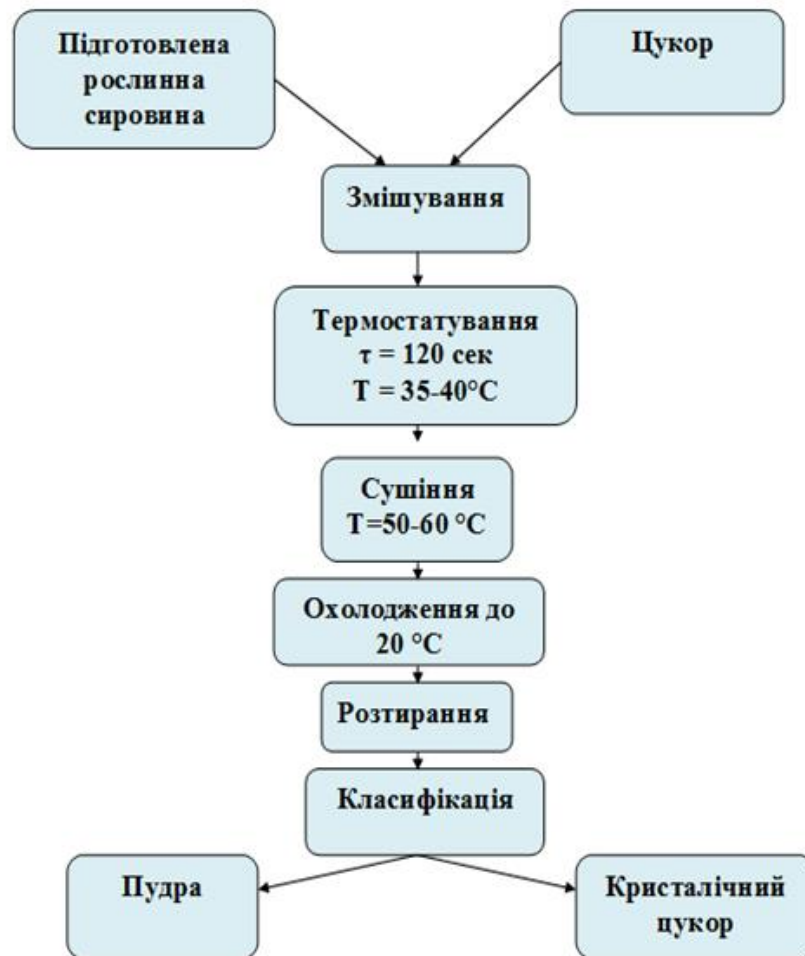


Рис. 1. Технологічна схема одержання цукру/цукрової пудри з підвищеною біологічною цінністю

Попередньо підготовлену сировину змішують із цукром до отримання однорідної маси. Отриману суміш витримують декілька хвилин при температурі $35-40^\circ\text{C}$ для закінчення процесів дифузії.

Отриману масу висушують за температури $50-60^\circ\text{C}$ для запобігання руйнуванню біологічно активних речовин рослинної сировини під впливом високої температури. Висушений продукт подрібнюють на пальцевій дробарці до однорідної порошкоподібної маси.

З метою оцінювання змін, що відбулися із цукром внаслідок його збагачування біологічно активними компонентами рослинної сировини, була проведена оцінка його поживної, енергетичної цінності, а також мінерального та вітамінного складу. Дані порівняння наведені в табл. 2-4.

Із табл. 4 очевидно, що збагачені цукри мають суттєві відмінності щодо вмісту енергетичних компонентів у порівнянні з звичайним цукром-піском. Дані табл. свідчать про те, що в збагачених цукрах вміст таких цінних для людського організму мінералів як магній, калій та цинк суттєво збільшився. Встановлено також наявність каротинів, вітамінів групи РР, фолієвої кислоти.

Таблиця 2

Органолептична оцінка збагачених цукрів

Зразки збагачених цукрів	Показники якості. балл				
	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	Загальна оцінка, бали
Коефіцієнт вагомості	0,3	0,2	0,2	0,3	-
З м'ятою	4,73±0,09	4,74±0,09	4,91±0,12	4,75±0,11	4,77±0,10
З імбиром	4,55±0,09	4,20±0,09	4,74±0,14	4,90±0,07	4,66±0,07
З малиною	4,95±0,12	5,00±0,14	4,80±0,09	4,75±0,11	4,87±0,11

Примітка. Різниця з контролем достовірна, $p < 0,05$

Таблиця 3

Поживна та енергетична цінність 100 г збагачених цукрів у порівнянні із цукром-піском

Найменування	Показники					
	Білки, г	Ліпіди, г	Дієтичні волокна, г	Вода, г	Вуглеводи, г	Ен. цінність, ККал
Цукор	0	0	0	0,1	99,9	399,0
Цукор з м'ятою	0,9	0,2			81,6	316,8
Цукор з імбиром	2,2	1,1	4	0,3	92,8	383,0
Цукор з обліпихою	0,3	1,4	3	0,6	86,3	319,8
Цукор з малиною	0,2	0,1	1	0,5	86,1	310,8

Таблиця 4

Мінеральний склад 100 г збагачених цукрів у порівнянні із цукром-піском

Найменування	Показники						
	Са, мг	Mg, мг	Fe, мг	Zn, мг	Cu, мкг	K, мг	Se, мкг
Цукор	0,045	0,002	0,004	0,001	0,001	0,005	сліди
Цукор з м'ятою	58,6	18,3	2,17	0,28	73,3	0,28	0
Цукор з імбиром	6,25	10,75	0,38	0,1	56,5	106	0,2
Цукор з малиною	16,2	7,9	0,6	0,7	61,3	82,3	0

Ще один продукт, який виступає конкурентом цукру на ринку підсолоджувачів, є мед. При всіх позитивних якостях цього солодкого продукту, існує ряд факторів, які не дозволяють його вживати всім людям. По-перше, разом із нектаром бджола приносить до вулика пилок, який є алергеном, тому частина населення не може вживати мед. По-друге, внаслідок застосування гербіцидів, пестицидів, забруднених водойм і т.д. не існує гарантій, що мед не містить шкідливих речовин, і тому люди його бояться купувати. І по-третє, особливо в посушливі або неврожайні на квіти роки, ціни на мед є досить високі і тому цей продукт стає недоступним для певного сегменту населення.

Тому ще однією задачею нашого дослідження було одержання біоцукру. Це продукт, отриманий із сиропу білого цукру з додаванням екстрактів пряно-ароматичних і лікарських рослин, переробленого бджолами. Цей процес дозволяє збагатити цукор вітамінами і мінеральними речовинами за рахунок лікарських та пряно-ароматичних речовин, а також цілою групою ферментів за рахунок проходження сиропу через медовий шлуночок бджоли. Одержаний продукт є дешевшим за мед, оскільки бджоли не повинні

літати на велику відстань і швидше заповнюють воскові комірки, екологічним, тому що бджола отримує натуральні чисті сиропи, оскільки містить не чисту цукрозу, а продукти її інверсії: глюкозу та фруктозу, інші біологічно-активні компоненти за рахунок рослинної сировини.

Спільно з ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича» НААН України був проведений наступний експеримент по одержанню біоцукру. Готували сиропи двох видів: з пряно-ароматичних (м'ята, меліса, вербена лимонна) та лікарських рослин (момордика, гіностемма, топінамбур). Перший сироп активно брали бджоли, тоді як другий сироп споживали неохоче. Однак, з пряно-ароматичних рослин був отриманий хороший кінцевий продукт – біоцукор. Одержаний продукт містить 78,7% сухих речовин, загальна кількість цукристих речовин становить 74,2% в т.ч. 37,5% глюкози і 26,5% фруктози. Вміст мінеральних солей складає 1,72%.

Висновки

В результаті проведених досліджень було доведено можливість збагачення білого цукру-піску біологічно-активними речовинами рослинної сировини та підібрано сировину, що дозволила суттєво розширити і покращити його мінеральний склад. Дослідження фізико-хімічних властивостей сировини, вплив на функціонально-технологічні та органолептичні показники, формалізація вимог до складу і властивостей збагаченого цукру, а також модельні харчові композиції показали, що найбільш підходящою ягідною сировиною для збагачення цукру є малина.

Серед пряно-ароматичної сировини найкращі показники були виявлені за використання листя м'яти (вміст магнію, калію, цинку і каротину) і кореня імбиру (калій, магній, селен). Проведене органолептичне оцінювання одержаних цукромістких продуктів показало високі показники смакових характеристик, запаху, кольору та зовнішнього вигляду.

Розроблено спосіб одержання аналога меду – біоцукру, який є дешевшим, безпечнішим для людського організму та містить широкий комплекс біологічно-активних компонентів.

Бібліографія

1. Національна асоціація виробників цукру України (2019). Ціни на світових біржах. <http://www.ukrsugar.com/uk>.
2. Wolraich M., Wilson D., White J. The effect of sugar on behavior or cognition in children. A meta-analysis. JAMA. 1995.274 (20). P. 1617–1621.
3. Bowman S. Diets of Individuals Based on Energy Intakes From Added Sugars Family. Economics and Nutrition Review. 12(2). P. 31–38.
4. Gyan J. Exploring the Sticky Side of Sugar. The Advocate. 1999. Sept. 5.
5. Galloway J. Sugar, KF Kiple KC Ornelas eds. The Cambridge World History of Food I: Cambridge University Press New York, NY. 2000. P. 437–449.

References

1. Natsionalna asotsiatsiia vyrobnykiv tsukru Ukrainy [National Association of Sugar Producers of Ukraine]. Tsiny na svitovykh birzhakh [Prices on world exchanges]. (2019). <http://www.ukrsugar.com/uk>.
2. Wolraich M., Wilson D., White J. (1995). The effect of sugar on behavior or cognition in children. A meta-analysis. JAMA, 274 (20). P. 1617–1621.
3. Bowman S. Diets of Individuals Based on Energy Intakes From Added Sugars Family. Economics and Nutrition Review. 12(2). P. 31–38.
4. Gyan J. (1999). Exploring the Sticky Side of Sugar. The Advocate. Sept. 5.
5. Galloway J. (2000). Sugar, KF Kiple KC Ornelas eds. The Cambridge World History of Food I: Cambridge University Press New York, NY. P. 437–449.