

Г.О.Сімахіна, докт. техн. наук

А.О.Чагайда, канд. техн. наук

**ПРИРОДНІ КОМПЛЕКСИ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ
РЕЧОВИН ЦУКРОВІСНОЇ СИРОВИНИ**

G.Simakhina, Doct. Tech. Sci.

A.Chagaida, Cand. Tech. Sci.

**THE NATURAL COMPLEXES OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES
FRON SUGAR-CONTAINING RAW MATERIAL**

В основу цього матеріалу покладено сучасні відомості з проблеми використання в оздоровчому харчуванні комплексу природних сполук, що містяться у цукрових буряках та тростинній сировині. Поряд з аналізом літературних даних, у роботі представлено результати власних досліджень з визначення біокомпонентів цукрових буряків.

This material was based on the contemporary information concerning the problem of using the complexes of natural compounds, which are contained in sugar beet and sugar cane in health-protecting nutrition. Along with the analysis of literary data, we presented the results of our own researches, aimed to define the biologically active components of sugar beet, in this article.

В останні роки на світовому ринку нових технологій і харчових продуктів визначилася тенденція до збільшення кількості якісно нових продуктів, призначених для попередження різних захворювань, зміцнення захисних сил організму, зниження ризику впливу токсичних сполук і несприятливих екологічних впливів. Харчова промисловість – одна з найважливіших галузей економіки України. І в ринкових умовах її динамічний розвиток може здійснюватися головним чином шляхом упровадження нових інтенсивних мало- та безвідходних технологій і випуску на їхній основі харчових продуктів оздоровчого і профілактичного призначення, що забезпечує підвищення стану здоров'я населення і створює можливість конкурентоспроможного виходу на міжнародний ринок.

Тому **метою цієї роботи** є аналіз сучасних тенденцій у розвитку та використанні цукровмісних продуктів з різних видів сировини і обґрунтування вибору тростинного цукру-сирцю як джерела отримання широкого спектру жовтих цукрів та інших природних біологічно активних комплексів з функціональними властивостями.

Питання раціоналізації харчування населення є важливою соціальною, фізіологічною та гігієнічною проблемою сучасності. За матеріалами соціально-гігієнічного моніторингу фактичне харчування більшості груп населення України характеризується в останні роки зниженням споживання м'яса, м'ясних продуктів, молока, молокопродуктів, риби та рибних виробів, рослинних олій, свіжих овочів та фруктів [1]. Енергетична цінність раціону соціально незахищених груп забезпечується використанням порівняно недорогих високовуглеводних продуктів – хліба, макаронних виробів, картоплі, що призводить до недостатнього постачання організму есенціальними мікро- та макроелементами, поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами антиоксидантного ряду (А, С, Е, β-каротину). Споживання з їжею геміцелюлози, клітковини та пектину у 2...3 рази нижче рекомендованих

фізіологічних потреб в результаті значного зменшення в раціоні плодово-овочевої сировини.

Порушення збалансованості структури харчування несприятливо впливає на стан здоров'я людей, провокує загострення хвороб, збільшує тривалість тимчасової непрацездатності, підвищує потребу в медикаментозній терапії. Відбувається прогресуюче погіршення стану здоров'я всіх груп населення, постраждалих від Чорнобильської катастрофи. Окрім того, переважаюча частка в раціоні харчування легкозасвоюваних вуглеводів веде до розвитку ожиріння, маніфестних форм прихованого діабету, прискорює формування онтогенетично залежних форм патології – атеросклерозу, ішемічної та гіпертонічної хвороб, пухлин тощо [2,3]. Водночас виявляється різко виражена тенденція до зростання кількості дітей, в тому числі і раннього віку, зі зниженими показниками фізіологічного розвитку та захворюваннями, пов'язаними з нераціональним харчуванням [4].

Особливе занепокоєння викликає недостатність у раціоні харчування есенціальних мікро- та макроелементів, що стає причиною таких серйозних захворювань як залізодефіцитна анемія, йодна недостатність, остеопорози тощо [5].

Серед системних порушень багатьох ланок обміну речовин, які виникають при неправильному харчуванні, найбільш серйозними та небезпечними є порушення ліпідного обміну. Багато років основним чинником ризику аліментарної гіперліпідемії та атеросклерозу вважали надмірне споживання жирів та інших продуктів, багатих на холестерин. На сьогоднішній день більшість авторів вважають головним чинником цих захворювань надмірне споживання вуглеводів і, особливо, білого цукру. Наприклад, в роботі [6] наведено дані експериментальних досліджень, які свідчать, що у хворих на серцево-судинні захворювання середньодобове споживання білого цукру було вищим (113...128 г), ніж у здорових людей контрольної групи (58 г). Американський учений М. Робінсон саме із надмірним вживанням білого цукру та інших очищених

вуглеводів пов'язує кишкові порушення та хронічні закрепи, які призводять до захворювань судин нижніх кінцівок, диспепсії, виразкових уражень шлунку та дванадцятипалої кишки, захворювань печінки і жовчних шляхів, і навіть раку товстого кишечника. Значне місце у цій патології посідає карієс [7].

Та, мабуть, найпоширенішим наслідком надмірного вживання білого цукру та інших очищених вуглеводів слід вважати зниження загального рівня здоров'я.

Природно, що розвиток харчової індустрії і технології використовує досягнення науково-технічного прогресу. Це характеризується механізацією, автоматизацією виробництва, використанням комп'ютерних технологій. Водночас, цей прогрес вніс свою частку у видалення з готових продуктів найважливіших для людини харчових і регуляторних речовин. Свідоме і масштабне рафінування основних харчових продуктів (борошняних виробів, цукру, олії), що загрожує несприятливими для здоров'я населення наслідками, важко піддається поясненню. Адже зі всіх галузей виробництва лише технологія отримання харчових продуктів безпосередньо й істотно впливає на стан внутрішнього середовища організму людини. Водночас при цьому з продуктів видаляється або ж руйнується більшість цінних макро- та мікронутрієнтів. На недолік таких технологій вказував ще в 60...70-х рр. XX ст. академік А.М.Уголев. Дані, представлені в табл. 1, дають чітке уявлення про великі втрати біокомпонентів в процесі очищення харчових продуктів [8].

Таблиця 1**Вміст мікронутрієнтів в рафінованому та коричневому цукрі**

Вміст (мг на 100 г продукту)	Рафінований цукор	Жовтий цукор
Мінеральні речовини		
Кальцій	0 мг	85 мг
Фосфор	0 мг	19 мг
Залізо	1,0 мг	3,4 мг
Калій	3,0 мг	344 мг
Вітаміни		
B ₁	0 мг	0,01 мг
B ₂	0 мг	0,02 мг
PP	0 мг	0,2 мг

Результати, представлені в таблиці, свідчать про те, що при рафінуванні цукру готовий продукт втрачає велику кількість надзвичайно цінних сполук. В результаті, із зміною природного хімічного складу змінюється і фізіологічний вплив білого цукру, який є практично чистою хімічною сполукою, на організм людини.

Білий цукор отримують, переважно, з цукрових буряків або цукрової тростини. Ці види рослинної сировини містять надзвичайно широкий комплекс сполук, необхідних для нормального функціонування організму людини. Так, в Національному університеті харчових технологій методом низькотемпературного зневоднення отримано сухі порошки з буряків, аналіз хімічного складу яких свідчить про наявність цінного біокомпонентного комплексу [9].

Основною групою біологічно активних речовин порошок є вуглеводи – моноцукрів 1...2 %, дицукрів 65...70 %. Причому в процесі низькотемпературного зневоднення склад і властивості цукрів практично не змінились стосовно свіжого буряка.

Вміст пектинових речовин складає 8,5...10,2 %. Під впливом низьких температур перерозподілилось співвідношення їхніх фракцій: якщо у

свіжому буряку на протопектин припадало більше 60 % загальної маси пектинових речовин, то у висушеному продукті його масова частка складає 2,2...2,9 %. Це свідчить про високі дезінтоксикаційні властивості отриманих продуктів, можливість їх використання для профілактики і лікування променевих уражень, отруєнь важкими металами, пестицидами, нітратами та іншими ксенобіотиками.

Висушений буряк містить 4,8...6,1 % геміцелюлози та 3,8...5,6 % клітковини, яка за сучасною теорією адекватного харчування повинна бути невід'ємним компонентом їжі людини, впливаючи на моторно-евакуаційну функцію кишечника, ліпогенний потенціал жовчі, величину рН шлунку. Щорічно для поповнення рослинними волокнами їжі лише для населення України необхідно більше 500 тис. тонн цих речовин. Це визначає необхідність пошуку їхніх нових джерел і отримані цукромісткі матеріали могли б стати одним із них. В порошках з буряків виявлено ряд органічних кислот (яблучну, винну, щавлеву, лимонну), які сприятливо впливають на організм людини і створюють необхідну кислотно-лужну рівновагу. У перерахунку на лимонну кислоту кількість цих БАР складає 1,4...1,9 % при загальній кислотності 7,96...10,44 мг % КОН на 1 г досліджуваного сухого продукту.

Ідентифіковані в порошках буряка органічні кислоти містяться переважно у вигляді нейтральних солей заліза та кальцію. Частина їх, сполучаючись з галактуроновою кислотою, утворює клітинні мембрани і входить до складу амілопектину.

Серед органічних кислот найбільше виявлено лимонної, хоча в багатьох овочах і навіть плодах переважає яблучна кислота. Лимонна кислота буряка і продуктів з нього сприяє всмоктуванню кальцію в організмі та поліпшує його використання. Важливе значення її і в процесах кровотворення, бо вона сприяє і ліпшому засвоєнню заліза.

Яблучна кислота, кількість якої в буряках дещо менша, знаходиться у формі яблучнокислого заліза, корисного при недовір'ї.

Всі ці кислоти позитивно впливають на весь організм. Вони розчиняють шлунковий сік, покращують апетит, пригнічують розвиток чужорідних бактерій, оздоровлюють мікрофлору крові. Вони сприяють видаленню з організму шкідливих речовин. Штучно отримані кислоти таких властивостей не мають.

Коренеплоди цукрового буряка і продукти з нього містять значну кількість мінеральних сполук. В тому числі, всі біометали – натрій, калій, магній, кальцій, марганець, залізо, кобальт, мідь, цинк, молібден.

За даними авторів [10] неочищений, жовтий або коричневий, цукор, що містить перераховані речовини, має, як і буряк, позитивні для організму властивості: справляє загальнозміцнювальну, протидіабетичну, протиатеросклеротичну, сечогінну, протизапальну дії, знижує кров'яний тиск, регулює обмін вуглеводів і жирів, знижує можливість появи карієсу зубів. Експеримент на пацюках і мишах показав, що він збільшує витривалість при навантаженнях, поліпшує репродуктивну функцію і збільшує тривалість життя. І.Брехман вважає, що включення жовтого цукру до раціону людини принесло б велику користь: дало б великий оздоровлювальний ефект, збільшило працездатність і зменшило імовірність виникнення карієсу, діабету, атеросклерозу й інших захворювань.

Солодощі, якими торгували в давнину на базарах Південно-Східної Азії — в Індії, Персії, Єгипті, а також Вірменії і Грузії, — являли собою випарений сік бананів, цукрового очерету, різних пальм тощо. Наприклад, в Індії і в даний час виробляється гар — згущений очеретяний сік без очищення. Тут релігія забороняє вживання очищеного, тобто рафінованого цукру.

Уже зазначали, що у процесі виробництва білого цукру практично всі корисні компоненти вилучаються із готового продукту. Найбільш прикорм є повна втрата мікроелементів, особливо хрому, дефіцит якого в організмі погіршує стан вуглеводного та ліпідного обміну. Наприклад, у цукрі-сирцю виявлено 1,59 мкг % хрому, в жовтому цукрі – 1,19 мкг %, а в білому його взагалі немає. На думку учених, додавання мікродоз хрому

до щоденного раціону дало б можливість посилити толерантність до цукрози у багатьох хворих на діабет. Подальші дослідження показали, що така роль хрому виявляється тільки тоді, коли він виступає у ролі аліментарного чинника. Органічна сполука хрому у складі харчового продукту майже повністю засвоюється організмом (на відміну від неорганічної форми), справляючи на нього ряд позитивних ефектів, в тому числі інсуліностимулюючий [11].

Тростинний цукор-сирець, окрім хрому, містить значні кількості марганцю, що також підкреслює його цінність при отриманні продуктів здорового харчування, оскільки існують численні статистичні дані, що дефіцит саме цих мікроелементів значною мірою визначає захворюваність на атеросклероз. У зв'язку з цим було здійснено ряд спроб збагатити білий цукор одним або декількома мікроелементами, повідомлялось також про збагачення цукру сполуками заліза у поєднанні з аскорбіновою кислотою [12].

Однак, ці спроби не знайшли поширення у зв'язку із низькою ефективністю мікроелементних добавок у неорганічній формі. Тому зараз у світовій промисловості спостерігається тенденція часткового переходу на виробництво цукровмісних продуктів, які, окрім цукрози, містять широкий спектр рослинних біологічно активних речовин, необхідних для регулювання всіх процесів в організмі людини. Так, на сьогоднішній день у розвинених країнах світу понад 10% загального виробництва солодких харчових речовин припадає на кукурудзяний глюкозо-фруктозний сироп, а близько 30% – на різні види рідкого цукру. В харчовій промисловості багатьох країн зростає попит на рідкий цукор, частково або повністю інвертовані сиропи. Зазвичай рідкий цукор з вмістом сухих речовин 65-67% отримують з білого цукру-піску, але більш доцільним для збалансованого харчування є використання очищеного розчину тростинного цукру-сирцю, що вміщує корисні для людини речовини: глюкозу, фруктозу, безазотисті органічні кислоти, мінеральні речовини, амінокислоти.

З технологічної точки зору використання тростинного цукру-сирцю для приготування рідкого цукру без додаткового попереднього очищення ускладнюється великою забарвленістю і недостатньою прозорістю його розчинів, що значною мірою впливає на якісні показники напоїв. Забарвленість розчинів зумовлена наявністю в них меланоїдинів, продуктів розкладу моноцукридів і продуктів карамелізації, а найбільший вплив на утворення каламутності мають як органічні (крохмаль, декстран, білки тощо) так і неорганічні сполуки (кальцієві солі кислот, оксид кремнію). При зміні рН розчину каламутність з'являється і в, здавалось би, прозорих розчинах.

В останні роки на світовому ринку відбулись значні зміни щодо покращення якісних показників тростинного цукру-сирцю і в загальному об'ємі світової торгівлі частина нерафінованого білого цукру з цукрової тростини зросла з 25 до 50%. Тому згідно з рекомендаціями Всесвітньої торгівельної організації тростинним сирцем вважається цукор з поляризацією менше 99,5%.

На цукрових заводах України відбувається перероблення тростинного цукру-сирцю різних країн світу з поляризацією від 98,91% до 99,25%. Використання класичної схеми очищення, яка передбачає обов'язковий максимальний розклад редукувальних речовин та видалення нецукрів, що протидіють кристалізації, втрачає доцільність при використанні рідкого цукру з тростинного цукру-сирцю для виробництва харчових продуктів. Відомі способи очищення клеровки тростинного цукру-сирцю із сухими речовинами 45% за допомогою сульфатів металів або оксиду магнію та отримання рідкого цукру шляхом розчинення в очищеній клеровці цукру-піску до досягнення вмісту сухих речовин 65-67%. Використання додаткових хімічних реагентів не дає можливості уникнути складних умов отримання та фільтрування осаду, а застосування цукру-піску є необхідною складовою підвищення вмісту сухих речовин.

Для вирішення проблеми отримання рідкого цукру запропоновано спосіб, який передбачає обов'язкове проведення афінації тростинного цукру-сирцю насиченим розчином цукрози, що дозволяє видалити частину нецукрів, в першу чергу барвних речовин, при незначній тривалості самого процесу [13,14]. Відділений афінаційний відток проходить окреме очищення і повертається на афінацію, а афінований тростинний цукор-сирець розчиняють до вмісту сухих речовин 50-52%. Подальше зростання вмісту сухих речовин унеможлиблює фільтрування розчину, а зменшення – негативно вплине на якісні показники рідкого цукру, оскільки для збільшення вмісту сухих речовин необхідно розчиняти значну кількість афінованого тростинного цукру-сирцю. Очищення отриманої клеровки проводиться дефекосатураційним осадом і після перемішування клеровку одночасно обробляють вапняним молоком та вуглекислим газом. Застосування дефекосатураційного осаду для очищення дозволяє видалити значну частину нецукрів шляхом адсорбції і при цьому уникнути використання додаткових хімічних реагентів.

Отриманий рідкий цукор з тростинного цукру-сирцю може використовуватись при виробництві різних виробів з борошна, а наявність в ньому різних поживних речовин дозволяє застосовувати його при створенні продуктів оздоровчого харчування.

Висновки.

Пошук та реалізація нових наукових та технічних рішень у технології виробництва цукру з різних видів рослинної сировини дає можливість забезпечити збільшення виходу продукції високої якості та сприяє зростанню ефективності цукрового виробництва; визначає перспективи використання цукровмісної сировини як джерела есенціальних біологічно активних речовин і дозволяє значно розширити спектр готових продуктів. Застосування цукровмісної сировини та напівфабрикатів із неї на якісно новому рівні дасть можливість внести

докорінні зміни у структуру виробництва та споживання легкозасвоюваних вуглеводів на користь використання природних біологічно активних комплексів, що є істотною складовою здорового харчування.

Сьогодні можна визначити дві світові тенденції в отриманні цукровмісних продуктів підвищеної біологічної цінності: перша полягає у збагаченні білого цукру комплексом біологічно активних речовин, друга – у збереженні цього комплексу в процесі отримання цукру з цукрових буряків або цукрової тростини. Тростинний цукор-сирець, як свідчить світовий досвід, з економічної точки зору є найбільш придатною сировиною для отримання різних цукровмісних продуктів: глюкозно-фруктозних сиропів, рідкого цукру, цукрових сиропів з додаванням ароматичних речовин тощо. Перспективним напрямом є отримання спеціальних сортів цукру (переважно жовтих цукрів), які окрім цукрози, містять широкий спектр біологічно активних речовин, необхідних для регулювання всіх процесів в організмі людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гулий І.С., Сімахіна Г.О., Українець А.І. Здорове харчування як найважливіший чинник збереження генофонду нації // Наукові праці НУХТ. – 2002. – №13. – С.19-22.

2. Волков В.А., Вихерт А.М., Жданов В.С. Состояние питания и атеросклероз коронарных артерий // Кардиология. – 1995. – №5. – С.43-46.

3. Покровский А.А. Пища как носитель и предшественник биологически активных веществ // Журн. Всесоюз. хим. об-ва им. Д.И.Менделеева. – 1978. – Т.23. – №4. – С.363-371.

4. Истомин А.В., Хамидулин Р.С. Актуальные проблемы гигиены питания населения // Гигиена и санитария. – 1997. – №6. – С.71-73.

5. *Суханов Б.П., Кудашева В.А.* Гигиенические аспекты алиментарной профилактики болезней цивилизации // Обз. инф. «Медицина и здравоохранение». ВНИИМИ. – 1990. – №2. – 150 с.
6. *Yudkin, J.* Pure White and Deadly: The Problem of Sugar. London, 1984. 164 p.
7. *Robinson, M.H.* On Sugar and White Flour the Dangerous Twins // A physician's handbook on orthomolecular medicine. 1987. #3. P.24-30.
8. *Adams, R., Murray, F.* Minerals: Kill or Cure? New York: Longmans, 1987. 275 p.
9. *Сімахіна Г.О.* Розроблення та вдосконалення технологій цукристих речовин та цукромістких харчових добавок: Дис. ... д-ра техн. наук (05.18.05 – технологія цукристих речовин). – К., 1999. – 465 с.
10. *Брехман И.И.* Желтый сахар и здоровье // Наука в СССР. – 1982. – №2. – С.93-102.
11. *Worcester, N.A., Brucdorfer, K.B., Yudkin, J.* The Effects of Dietary Sucrose and Different Dietary Fats on Hyperlipidemia and Atherosclerosis on White Leghorn cockerels (*Gallus Domesticus*) // Proc. Nutr. Soc. 1975. Vol.34, #2. P.82-83.
12. *Disler, P.B., Lynch, S.R.* Studies on the Fortification of Cane Sugar with Iron and Ascorbic Acid // Brit. J. Nutr. 1988. #34. P.141-152.
13. Деклар пат. 70608 А Україна, МКІ С 13 D 3/06. Спосіб очищення клеровки тростинного цукру-сирцю / Чагайда А.О., Сімахіна Г.О., Ліпец А.А. (Україна). – №20031211719; Заявлено 16.12.03; Опубл. 15.10.04, Бюл. №10.
14. Деклар пат. 68151 А Україна, МКІ С 13 D 3/06. Спосіб отримання рідкого цукру / Сімахіна Г.О., Чагайда А.О., Черевко О.Л (Україна). – №2003109533; Заявлено 23.10.03; Опубл. 15.07.04, Бюл. №7.

Надійшла до редколегії 6.04.2005