

Г.О. Сімахіна, д-р. техн. наук

О.А. Штанько

ПОБІЧНІ ПРОДУКТИ ЦУКРОБУРЯКОВОГО ВИРОБНИЦТВА ЯК ДЖЕРЕЛО ХАРЧОВИХ МІНЕРАЛЬНИХ БІОДОБАВОК

Збереження здоров'я та збільшення тривалості повноцінного життя є першорядним завданням як у масштабах країни, так і для кожної людини зокрема.

Харчування населення належить до найважливіших чинників, що визначають здоров'я нації, її потенціал та перспективи розвитку. Здорове харчування є запорукою активного довголіття, підвищення стійкості організму до несприятливих впливів довкілля, забезпечує нормальний ріст та розвиток дітей, є ключовою умовою прогресу і якості життя.

Протягом останніх років спостерігаються стійкі несприятливі зміни в структурі харчування населення України. З різних причин сталося різке зниження споживання біологічно цінних продуктів – м'яса, молока, яєць, риби, овочів, фруктів, рослинних олій при одночасному відносно стабільному високому рівні споживання хлібопродуктів, сала, картоплі. У населення України спостерігається так званий "прихований голод" внаслідок дефіциту в харчовому раціоні вітамінів, особливо антиоксидантного ряду (А, Е, С), макро- і мікроелементів (йоду, заліза, цинку, кальцію, фтору, селену). Дефіцит основних харчових речовин став масовим, постійно діючим чинником. На гіповітамінози страждають до 90 % населення України. Ця ситуація призвела до диспропорції у хімічному складі раціону (нестача одних та надлишок інших харчових речовин), що є основним чинником ризику виникнення аліментарних хвороб різних органів і систем організму внаслідок незбалансованого харчування.

Тому актуальною є проблема розроблення технологій комплексного перероблення вторинних сировинних ресурсів, багатих на різноманітні біологічно активні речовини й насамперед на мінеральні сполуки, і створення на їхній основі харчових продуктів спрямованої оздоровчої та профілактичної дії. Цій проблемі присвячено більшість наукових розробок співробітників кафедри технології функціональних харчових продуктів, і вона тісно пов'язана з найпріоритетнішим на сьогодні науковим напрямом університету – конструюванням, розробленням та виробництвом оздоровчих (функціональних) продуктів широкого спектра.

Актуальність поставленої в цій роботі проблеми визначається також потребою подальшого забезпечення населення харчовими продуктами, здатними зменшити вплив, знешкодити або вивести радіоактивні речовини з організму. Відомо, що з 1 вересня 1995 року в Україні протирадіаційні харчові добавки підлягають державній реєстрації та гігієнічній регламентації, а в 1996 році створено комісію „Гігієнічної регламентації хімічних та біологічних речовин протирадіаційного призначення” при Комітеті з питань гігієнічного регламентування МОЗ України, яка займається державною реєстрацією, контролем за якістю, розробленням стратегії пошуку, вивчення та застосування речовин радіопротекторної дії. З цією метою використовують як традиційні джерела біологічно активних харчових добавок, так і нетрадиційні. Зокрема, багато уваги приділяють властивостям біодобавок та харчових продуктів, що містять різноманітні мінеральні речовини, вітаміни та харчові волокна, і їхній дії на всі системи та функції організму.

На даний час відомо багато способів отримання харчових біодобавок із рослинної сировини та побічних продуктів її перероблення. Всі ці способи передбачають теплове оброблення сировини, що негативно впливає на біологічну цінність кінцевого продукту, оскільки при високих температурах більша частина есенціальних сполук, зокрема вітамінів, руйнується, а мінеральні речовини з органічної форми переходять у неорганічну, яка організмом людини не засвоюється. Тому щоб отримати продукт оздоровчої дії, треба використовувати

такі технології, які б забезпечували збереження основних біокомпонентів сировини на всіх етапах її перероблення.

Таким чином, отримання біологічно активних речовин (БАР) з рослинної сировини та побічних продуктів її перероблення є актуальним як з погляду максимального використання біокомпонентів рослинних матеріалів, так і з метою розширення спектра ринку оздоровчих продуктів і забезпечення ними усіх верств населення України.

Одним із шляхів вирішення поставленого питання є використання як нетрадиційних джерел БАР цукрового буряку та побічних продуктів його перероблення – жому й меляси, багатих на мінеральні речовини, амінокислоти, вітаміни тощо. Тому метою цієї роботи є аналіз хімічного складу жому й меляси, фізіологічна роль їхніх основних біокомпонентів та обґрунтування раціональних способів перероблення на біологічно активні добавки.

Жом у своєму складі містить майже 95 % нерозчинних речовин, які є в буряку, – целюлозу, геміцелюлозу, пектин (нерозчинна фракція), сапонін, мікро- та макроеlementи тощо [1]. Розчинні ж речовини в процесі екстрагування цукрози з буряку переходять у дифузійний сік і накопичуються в мелясі. Тобто жом і мелясу можна використати які досить дешеві й повноцінні джерела біологічно активних речовин.

Клітковина та геміцелюлоза жому належать до харчових волокон, які за сучасною теорією адекватного харчування мають бути невід’ємним компонентом раціону людини, позитивно впливаючи на моторно-евакуаційну функцію кишечника, ліпогенний потенціал жовчі, рН шлункового соку.

За даними О. Герасименка [2], меляса містить 44...50 % цукрози, 22...27 % води, 30...36 % нецукрів. До них належать безазотисті (7...8 %) й азотисті речовини (0,7...2,5 %), мінеральні сполуки (9,5...10 %), а також 3...4 % речовин, які є продуктами розкладу цукрози в процесі очищення дифузійного соку.

Основним компонентом меляси є цукроза – один з найважливіших компонентів харчування людини, який дає змогу швидко поповнити енергетичні

витрати організму. До складу меляси входять також фруктоза, глюкоза (близько 1 %), які теж швидко засвоюються організмом, рафіноза (близько 1,5 %), кестоза (0,4...0,6 %) та галактоза (0,27...0,33 %) [1, 2].

Меляса містить також органічні кислоти: одноосновні — мурашину, оцтову, пальмітинову тощо; двоосновні — щавелеву, глутарову, малонову; оксикислоти — гліколеву, молочну, яблучну, винну, лимонну, а також альдегідо-, кето- та інші карбонові кислоти, з яких найбільшу цінність становлять двоосновні та оксикислоти завдяки їхній здатності позитивно впливати на функціонування організму людини й створювати потрібну кислотно-лужну рівновагу. Вони поліпшують апетит, пригнічують розвиток чужорідних бактерій, оздоровлюють мікрофлору крові, сприяють видаленню з організму шкідливих речовин.

У мелясі міститься від 1,2 до 2,5 % (до маси меляси) загального азоту. Загальний азот меляси складається з азоту органічних основ, амінокислот, білків, амідів, солей амонію і нітратів [2, 3].

На вміст азотистих речовин у мелясі впливають ґрунтово-кліматичні умови вирощування буряку, умови зберігання й технологічний режим перероблення буряків на цукрових заводах, умови зберігання меляси. Чим вища температура повітря в період вегетації буряку і менша кількість опадів, тим більше азотовмісних речовин накопичується в буряку і відповідно в мелясі. Під час зберігання сировини вміст азотистих речовин зменшується.

За кількісним вмістом амінокислоти в мелясі посідають друге місце після органічних основ. Як амфотерні сполуки амінокислоти утворюють солі з кислотами й основами, причому кислотні властивості виражені різкіше, ніж основні. Солі амінокислот з лугами і лужноземельними металами добре розчинні у воді. Основна кількість амінокислот переходить у мелясу з буряку, а частина їх утворюється внаслідок лужного гідролізу білків дифузійного соку. У мелясі — найбільша кількість глютамінової кислоти, здатної відщеплювати воду і перетворюватися на піролідонкарбонову кислоту. Таке перетворення відбувається й у процесі виробництва цукру, тому в мелясі основна частина глютамінової

кислоти перебуває у вигляді піролідонкарбонової. Під дією сильних кислот і основ піролідонкарбонова кислота, гідролізуючись, знову перетворюється на глютамінову, яку широко застосовують у медицині, харчовій промисловості й інших галузях народного господарства.

Методом хроматографії й електрофорезу на папері в мелясі ідентифіковано 16 амінокислот (аспарагінова, серин, глютамінова, пролін, аланін, гліцин, валін, ізолейцин, лейцин, тирозин тощо) [3, 4]. Загальний вміст амінокислот у негідролізованій мелясі становить 3,5...13,0 %.

У мелясі міститься також бетаїн, який за своїм хімічним складом близький до лецитину – регулятора обміну речовин. Бетаїн до того ж сприяє засвоєнню білків і поліпшує роботу печінки.

При обміні речовин в організмі людини амінокислоти виступають сполучною ланкою між процесами обміну білків, ліпідів та вуглеводів, а також сприяють утворенню найважливіших для організму сполук – гормонів, що виробляються ендокринними залозами (щитовидною, наднирниками, гіпофізом тощо).

Важливу роль в організмі людини відіграють також сапоніни, які внаслідок гідролізу розкладаються на вуглеводи й неуглеводні компоненти, так звані аглікони, які, власне, й визначають їхні цілющі властивості. Рослинні сапоніни, що утворюють з водою густу піну, мають гомеопатичну дію. Завдяки їхній поверхневій активності полегшується робота дихальних шляхів, а внаслідок легкої подразнювальної дії на слизову оболонку шлунка відбувається рефлекторне посилення секреції всіх залоз, що сприятливо впливає також на бронхи. Сапоніни мають сечогінну дію й використовуються при проведенні кровоочисних заходів. Сапоніни лікують шкірні й ревматичні захворювання, знімають набряки й справляють протизапальну дію. І, нарешті, вони сприяють всмоктуванню організмом інших цінних компонентів, що містяться в мелясі.

Відомо, що мінеральні речовини потрібні для підтримання нормальної життєдіяльності організму людини. Вміст мінеральних речовин у мелясі залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування буряків, а також від їхнього сорту.

На склад мінеральних речовин меляси впливає технологічний режим роботи цукрових заводів, ступінь чистоти використовуваної води й якість вапнякового каменю. Так, у разі додавання соди й фосфату натрію з метою підвищення натуральної лужності соку у мелясі збільшується вміст Na_2O . У результаті сульфатації, яку застосовують щоб зменшити барвність продуктів, у мелясу потрапляє деяка кількість SO_3^{2-} . Низький вміст у мелясі фосфорної кислоти свідчить про осадження частини цього нецукру у вигляді фосфату кальцію в процесі очищення дифузійного соку. Вміст кальцію в мелясі залежить від якості роботи другої сатурації та інших станцій цукрового заводу [1, 2].

Одним із найцінніших макроелементів меляси є калій – головний хімічний подразник організму, який визначає активність м'язів, нервів, серця, знижує вміст аміаку в клітинах, регулює водний обмін. Крім того, калій як компонент рослинного матеріалу краще засвоюється організмом людини.

У мелясі містяться також мікроелементи барій, свинець, бор, залізо, кобальт, мідь, срібло, силіцій, стронцій, талій, цинк, манган, молібден. Відомо, що кобальт, залізо, мідь і манган потрібні для нормального протікання фізіологічних процесів у живих організмах. Особливу роль відіграє кобальт, нестача якого негативно позначається на обміні речовин. У мелясу переходить майже вся кількість кобальту, що міститься в буряках; це пояснюють здатністю іонів кобальту до утворення комплексних солей з органічними сполуками сировини. Нестача бору в ґрунті призводить до появи сухої гнилизни та псування серцевини буряків. Меляса, отримана зі здорового буряку, завжди містить невеликі кількості бору. Вживання препаратів цинку прискорює одужання хворих, нормалізує ріст дітей, зупиняє розвиток ревматизму, сприяє заживленню ран та виразок тощо.

Вивчення вмісту мікроелементів у мелясі важливо як для встановлення її складу, так і для визначення можливостей використання в різних галузях промисловості.

За вмістом у мелясі мікроелементи було поділено на дві групи [2 – 4]. До першої віднесено мікроелементи, кількість яких не перевищує 10 мг на 1 кг меляси. Це – Ni (1,6...7,6 мг), Co (1,0...7,6), Zn (2,1...7,0), Mo (1,0...1,2), Pb (2,1...6,1), а також Sn (1,0...4,1 мг). До другої групи зараховано мікроелементи, кількість яких досягає чи перевищує 100 мг на 1 кг меляси. Це – Al (93,0...690,9 мг), Mg (568,2...864,0), Fe (82,6...265,8), Mn (13,9...75,8), Cu (10,5...69,1) і Si (66,0...547,4). Такі розбіжності в складі мікроелементів можна пояснити надходженням деяких з них у мелясу не тільки з буряків, а й з устаткування (наприклад, Fe, Pb тощо), а також з допоміжних матеріалів, води тощо. Особлива роль у цьому належить вапнякові, тому що, крім Al, Fe, Mn, Mg, він містить також Ca і Si.

Отже, меляса містить майже 90 % потрібних людині біологічно активних елементів, до того ж мікро- та макроелементи меляси перебувають в органічному стані, тобто поєднані з органічними речовинами в оптимальному для засвоєння організмом людини співвідношенні.

Аналіз літературних джерел дає змогу стверджувати, що отримання з меляси та жому цукробурякового виробництва харчових біодобавок з високим вмістом мінеральних елементів, амінокислот та розчинних вуглеводів є перспективним напрямом у розвитку харчової технології та створенні харчових продуктів нового покоління.

Уже зазначали про необхідність пошуку нових технологічних прийомів і засобів для максимального збереження цінних речовин сировини. Єдиним на сьогодні шляхом вирішення цієї проблеми є використання низькотемпературних (кріогенних) технологій, які дають змогу отримати харчові продукти оздоровчої та профілактичної дії з високим вмістом природних біологічно активних речовин.

Значного поширення за кордоном набуває такий вид кріотехнології, як сублімаційне сушіння, принцип застосування якого заснований на використанні

холодоагентів у поєднанні з вакуумним зневодненням. Це зводить до мінімуму втрати біокомпонентів порівняно з традиційним тепловим сушінням; майже не змінює структуру сировини та підвищує тривалість зберігання сублімованих продуктів [5 – 7]. Маса продуктів сублімаційного сушіння становить від 1/4 до 1/10 початкової; упаковані належним чином, вони можуть тривалий час зберігатися у звичайних складських умовах. Кількість мікроорганізмів у сировині після висушування зменшується. Наприклад, кількість *Saccharomyces cerevisiae* становить близько 10 % від початкової кількості й не змінюється в процесі зберігання продукту протягом 10 років; грампозитивні бактерії (*Brevibacterium flavum*, *B. lactofermentum*, *Corynebacterium acetoacidophilum* та *Streptococcus mutans*) після висушування становлять близько 80% порівняно з початковою кількістю; після зберігання продукту протягом 10 років кількість *Brevibacterium* та *Corynebacterium* майже не змінюється, а кількість *Streptococcus mutans* зменшується до 20 %. Кількість грамнегативних бактерій (*Escherichia coli*, *Pseudomonas putida*, *Serratia marcescens* та *Alcaligenes faecalis*) після висушування становила близько 50 % від початкової, а після зберігання впродовж п'яти років зменшувалась до 10 % [8].

Сублімаційне сушіння широко застосовують як у лабораторних, так і в промислових масштабах у медицині та біології (консервування складових крові й кровозамінників, біологічних препаратів, сироваток, мікробних культур, виробництво антибіотиків, гормональних препаратів тощо), у хімічній промисловості (виробництво мінеральних добрив, ряду полімерів та інших термолабільних матеріалів), у харчовій промисловості (м'ясна, консервна, рибна галузі тощо) [6].

За допомогою сублімаційного сушіння виробляють консерви, що перевершують за якістю продукти, консервовані іншими методами. Промислове виробництво харчових продуктів сублімаційного сушіння нині інтенсивно розвивається. Освоєно випуск значного асортименту сухих м'ясопродуктів,

рибопродуктів, фруктів, овочів, соків, готових кулінарних виробів і страв, кави тощо [7].

В Україні теоретичні та експериментальні дослідження з сублімаційного сушіння було зосереджено, в основному, в Харкові та Одесі, а з 1989 р. інтенсивно проводяться й у Національному університеті харчових технологій [9].

Одним із останніх досягнень у галузі виробництва заморожених і сублімованих продуктів є використання холодоагентів з низькою температурою кипіння – рідкого азоту, фреону тощо. Найбільше поширення дістав рідкий азот, використання якого зумовлюється двома чинниками: відносною інертністю й низькою температурою кипіння ($-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$), що різко скорочує тривалість заморожування і збільшує потужність устаткування на одиницю виробничої площі. Крім того, низькотемпературне оброблення запобігає небажаним змінам сировини під дією власних ферментів, мікроорганізмів та окиснювальних реакцій при контакті з киснем повітря.

Різде скорочення тривалості процесу заморожування значно підвищило якість продуктів, а це дало змогу заморожувати харчову сировину нових видів. За допомогою рідкого азоту за кордоном консервують фрукти та овочі усіх сортів, продукти м'ясної, рибної, хлібопекарської, кондитерської промисловостей [10, 11].

Основним недоліком рідкого азоту як холодоагента, що знижував ефективність його застосування, довгий час вважали високу вартість та великі витрати. Однак зараз в усьому світі спостерігається тенденція до зниження вартості рідкого азоту завдяки тому, що у газовій промисловості при виробництві штучних матеріалів і кисню рідкий азот фігурує як побічний продукт. Його виробництво можна налагодити з невеликими капіталовкладеннями.

У міру вдосконалення техніки і технології виробництва харчових продуктів із рослинної сировини вартість низькотемпературного перероблення зменшуватиметься, а іноді буде нижчою, ніж при традиційних теплових способах [12].

Економічний і соціальний ефекти від впровадження низькотемпературних технологій досить високі, враховуючи їхні переваги: невелика маса готових продуктів; практично повне збереження первинних властивостей сировини; можливість зберігання сублімованих продуктів у звичайних умовах; різке скорочення витрат під час транспортування на великі відстані.

Висновки. Найефективнішим, фізіологічно обґрунтованим та економічно доступним способом кардинального поліпшення забезпечення населення України біологічно активними речовинами є регулярне введення до раціону харчових продуктів, збагачених цими речовинами. Одним із шляхів розширення вітчизняного виробництва збагачених мікронутрієнтами харчових продуктів є використання вторинних сировинних ресурсів харчової промисловості та, передусім, побічних продуктів цукробурякового виробництва – жому й меляси.

Найдоцільнішим способом перероблення жому й меляси на біодобавки є використання кріогенної технології, переваги якої перед традиційними тепловими способами сушіння полягають у максимальному збереженні всіх біокомпонентів сировини, що дає змогу отримати доброякісні продукти з високим вмістом біологічно активних речовин, добре засвоюваних організмом. Біодобавки з жому та меляси можна розглядати як вітчизняні субстанції нового покоління, готові для використання у консервній, кондитерській, безалкогольній, м'ясо-молочній, хлібопекарській галузях промисловості при виробництві харчової продукції профілактичного та оздоровчого призначення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сапронов А.Р. Технология сахара. – М.: Колос, 1998. – 418 с.
2. Герасименко А.А., Олянская С.П., Гривцева Э.А. Меласса и мелассообразование в свеклосахарном производстве. – К.: Вища шк., 1984. – 318 с.
3. Белова Л.Д., Рябчук В.А. Аминокислотный состав свекловичной мелассы // Хлебопекарная и кондитерская пром-сть. – 1992. – №7. – С. 37.

4. Гулюк Н.Г. Хроматографическое и спектрофотометрическое исследование состава мелассы // Сах. пром-сть. – 1991. – №10. – С. 23–25.
5. Сімахіна Г.О. Розроблення і вдосконалення технологій цукристих речовин та цукромістких харчових добавок: Дис...д-ра техн.наук: 05.18.05. – Київ, 1999. – 443 с.
6. Поповский В.Г. Основы сублимационной сушки пищевых продуктов. - М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1982.–104 с.
7. Ratti, C. Hot Air and Freeze-drying of High Value Foods: A Review // Journal of Food Engineering.–2001.–Vol. 49(4).–P. 311–319.
8. Survival Rate of Microbes after Freeze-drying and Long-term Storage / Miyamoto-Shinohara, Y., Imaizumi, T., Sukenobe, J. et al. // Cryotechnology.–2000. – Vol. 10.– P. 251–255.
9. Одержання продуктів харчування з високим вмістом біологічно активних речовин / І.С. Гулий, М.О. Прядко, Г.О. Сімахіна, В.І. Асаулюк // Харч. та перероб. пром-сть. – 1993. – №10. – С. 9,10.
10. McDonald, K., Da-Wen Sun. Vacuum Cooling Technology for the Food Processing Industry: A Review // Journal of Food Engineering.– 2000.– Vol. 45(2).– P. 55–65.
11. Vega-Mercado, H., Gongora-Nisto, M.M., Barbosa-Canovas G. V. Advances in Dehydration of Foods // Journal of Food Engineering. –2001.– Vol. 49(4).– P. 271–289.
12. Головкин Н.А. Холодильная технология пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищ. пром-ть, 1984. – 240 с.

Надійшла до редколегії 23.06.04 р.