

664.1
У.45

А.І. Українець
Н.І. Штангеева
Л.С. Клименко

ТЕХНОЛОГІЇ ЦУКРО. ПРОДУКТІВ і ЦУКРО. ЗАМІННИКІВ



УДК 664.12/.16

*Гриф Міністерства освіти і науки України
Лист № 1.4/18-Г-1210 від 29.05.08 р.*

**Автори: А.І. Українець, Н.І. Штангєєва, доктори технічних наук,
Л.С. Клименко, кандидат технічних наук**

**Рецензенти: М.М. Калакура, кандидат технічних наук, професор
завідувач кафедри технології харчування Відкрито-
го міжнародного університету розвитку людини «Ук-
раїна»; Р.Ц. Міщук, доктор технічних наук про-
відний науковий співробітник УкрНДЦП**

**Українець А.І., Штангєєва Н.І., Клименко Л.С. Технології
цукропродуктів і цукрозамінників: Навч. посіб. — К.: НУХТ,
2009. — 231с.**

ISBN 978-966-612-084-0

Наведено матеріали світових досягнень науки і техніки в га-
лузі технології цукропродуктів і цукрозамінників, сучасні класифі-
кації солодких речовин, описано властивості цукропродуктів і цук-
розамінників, їх застосування та вплив на організм людини. Кожен
розділ посібника закінчується запитаннями для самоперевірки, що
дає змогу акцентувати увагу студентів на головних аспектах дисцип-
ліни.

Для студентів технологічних спеціальностей вищих на-
вчальних закладів, що готують фахівців для харчової промис-
ловості, може бути корисним для аспірантів, наукових праців-
ників і керівників підприємств харчової промисловості.

ISBN 978-966-612-084-0

УДК 664.12/.16

© А.І.Українець, Н.І.Штангєєва,
Л.С.Клименко, 2009
© НУХТ, 2009

*Присвячується пам'яті
нашого вчителя, академіка
Івана Степановича Гулого*

ВСТУП

Харчування — основний біологічний процес життєдіяльності людини, що поновлює функції організму і стимулює здатність до праці. Харчові продукти забезпечують організм матеріалом для побудови і відновлення його тканин, енергією, необхідною для життєдіяльності, та біологічно активними речовинами, що регулюють обмінні процеси, беруть участь у формуванні імунітету [21, 94].

У сучасному світі вимоги до науки про харчування змінилися. Це пов'язано з тим, що людство все більше замислюється над проблемою продовження тривалості життя. Якби не хвороби і передчасна старість, вважали вчені І.І. Мечников і О.О. Богомолець, людина могла б жити 120–150 років [37]. Турбота про власне здоров'я — це пердусім повноцінне, збалансоване, раціональне харчування.

Здорове харчування передбачає збалансування раціону харчування за фізіологічною нормою речовин, життєво необхідних для функціонування організму людини залежно від статі, професії та віку. Раціональне харчування відповідає принципу зрівноваження енергії, що надходить з їжею, енергії, яку людина витрачає [87].

Для нормального харчування людина в середньому на добу потребує, г: білків — 100, жирів — 120, вуглеводів — 400 (380—500 — для чоловіків, 320—400 — для жінок), пектину — 2—4, клітковини — 9—10, мінеральних речовин — 2,4, вітамінів — 1,3, що загалом становить близько 3000 ккал [21, 87].

Вуглеводи становлять більш як 60 % їжі людини, а за калорійністю — 55 % добового раціону [66]. Цукор займає значну частину у раціоні харчування людини.

У наш час умови ринкової економіки, вимоги сучасної науки про харчування, потреба відновлення та захисту здоров'я населення України диктують необхідність розширення асортименту цукристих речовин. Розширення асортименту передбачається в напрямку створення технологій якісно нових цукристих речовин зі спрямованою зміною їх хімічного складу, підвищеної харчової і біологічної цінності. Одним із пунктів розробленої в Україні «Національної програми розвитку бурякоцукрової галузі на період до 2012 року» є розширення асортименту продукції цукрових

підприємств шляхом виробництва нових видів цукропродуктів із традиційних видів сировини з використанням харчових добавок, а саме вершків, лимонної кислоти, кориці, а також одержання желейного цукру з використанням фруктового пектину та ін; нових видів цукропродуктів поліпшеної якості з використанням ароматизаторів; нових видів цукропродуктів підвищеної харчової і біологічної цінності, цукропродуктів, збагачених корисними речовинами фруктово-ягідної сировини; харчових добавок із побічних продуктів цукрового виробництва; цукропродуктів із нетрадиційних видів сировини природного походження; нових видів рідких цукропродуктів із напівпродуктів цукрового виробництва з використанням ферментів тощо.

Використання нових цукропродуктів уможливить збільшення випуску харчових продуктів зниженої калорійності, дієтичного, профілактичного і лікувального призначення. Отже, нові цукропродукти займуть значне місце в розвитку індустрії оздоровчого харчування, яка передбачає принципово нове покоління харчових продуктів.

Останніми роками поряд з питаннями розширення асортименту цукристих речовин все більша увага приділяється пошуку нових солодких речовин — замінників цукру.

Прямими показаннями до вживання замінників цукру є ряд захворювань, у першу чергу на цукровий діабет, під час яких споживання цукру призводить до прогресування хвороби і до погіршення її перебігу. В Україні, як і в усьому світі, є багато людей, які хворіють на цукровий діабет. За оцінками експертів, кількість таких хворих у світі до 2010 р. зросте до 239 млн, а до 2025 р. — до 300 млн осіб. Тобто кількість хворих на цукровий діабет збільшується вдвічі кожні 15 років [63]. Вирішальним для профілактики і лікування цього захворювання є заміна цукру в харчуванні на альтернативні, низькокалорійні замінники цукру.

У посібнику висвітлено сучасні тенденції та перспективи розвитку виробництва цукропродуктів і цукрозамінників у світі і в Україні, доцільність використання цукрозамінників у виробництві харчових продуктів з економічного, медичного і соціального поглядів, сучасні класифікації основних видів цукропродуктів, цукрозамінників та інтенсивних підсолоджувачів за їх походженням, хімічним складом і будовою, харчовими критеріями, ступенем солодкості, калорійністю і т.ін. Наведено дані про основні види цукрозамінників, ступінь їх солодкості в цукроз-

них еквівалентах; допустимі норми вживання цукрозамінників; основні вимоги до цукрозамінників; технології цукропродуктів і цукрозамінників; фізико-хімічні, фізіологічні, органолептичні та технологічні властивості цукропродуктів і цукрозамінників, а також принципові й апаратурно-технологічні схеми виробництва цукропродуктів і цукрозамінників.

Цукропродукти і цукрозамінники оцінено за їх впливом на харчову і біологічну цінність харчових продуктів, що є важливим з огляду на те, що забезпечення населення України біологічно цінними продуктами має соціальне значення, створює необхідні умови для поліпшення здоров'я і збереження генофонду нації. Матеріали посібника формують у студентів цілісне уявлення про необхідність розширення асортименту продукції цукрових заводів, що є запорукою стійкого й соціально-орієнтованого розвитку галузі, а також про необхідність розроблення нових вітчизняних технологій альтернативних замінників цукру та прийняття для цього доцільних, науково обгрунтованих рішень з метою відновлення і захисту здоров'я людини.

Зміст навчального посібника повністю відповідає програмі навчальної дисципліни «Інноваційні технології та продукти» за розділом 1 «Технології цукропродуктів і цукрозамінників» для студентів спеціальності «Технологія цукристих речовин».

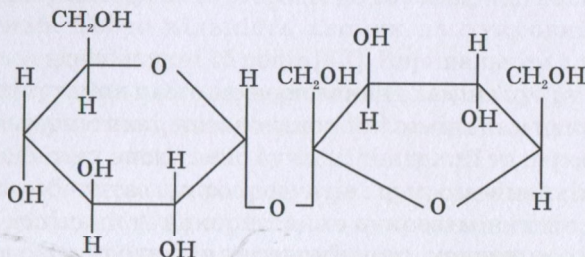
Розділ 1 ЦУКОР У ХАРЧУВАННІ ЛЮДИНИ

Потребу в солодоцях люди відчують постійно з раннього дитинства і до глибокої старості. Академік І.П. Павлов стверджував: «Еда, начатая с удовольствием, должна закончиться им же...» [22].

Завдяки цінним харчовим, смаковим і фізичним властивостям цукор є харчовим продуктом першої необхідності. Крім приємного смаку, він є високоефективним джерелом енергії для організму людини. Калорійність 100 г цукру становить 398 ккал. Цукор у харчових продуктах виконує роль не лише носія солодкого смаку, а й структуроутворювача та наповнювача маси. Він надає харчовим продуктам гарного зовнішнього вигляду, збільшує терміни їх зберігання.

Цукор є харчовим продуктом, що містить 99,75 % цукрози і 0,25 % нецукрів. Рафінад, або рафінований цукор, містить 99,9 % цукрози і 0,1 % нецукрів [79].

Цукроза складається із однієї молекули глюкози і однієї молекули фруктози, які зв'язані α -1-2-глікозидним зв'язком [14, 68, 79].



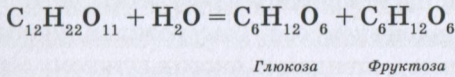
Хімічна назва цукрози — α -D-глюкопіранозид- β -D-фруктофуранозид. Молекулярна маса цукрози — 342, відносна густина кристалів — 1,5679 г/см³, температура плавлення — 184–185°C. Цукроза добре розчинна у воді, з підвищенням температури розчинність збільшується (табл. 1.1) [24].

Розчинність вуглеводів

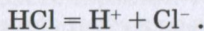
| Назва речовини | Розчинність, г, у 100 г розчину залежно від температури, °С | | | | | | |
|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| Цукроза | 67,09 | 68,70 | 70,42 | 72,25 | 74,18 | 76,23 | 78,31 |
| Глюкоза | 47,72 | 54,64 | 61,83 | 70,91 | 74,94 | 78,23 | 81,33 |
| Фруктоза | 78,94 | 81,64 | 84,34 | 86,90 | 89,20 | — | — |
| Лактоза | 16,10 | 19,90 | 24,60 | 30,40 | 37,00 | 43,90 | 51,00 |
| Мальтоза | 44,10 | 48,20 | 52,30 | 56,80 | 63,30 | 68,10 | 70,20 |

У суміші з іншими речовинами, такими як глюкоза, фруктоза, патока, розчинність цукрози зменшується, проте загальна кількість сухих речовин у 100 г води збільшується. Цукроза належить до нередукуючих речовин і тому не відновлює мідно-лужний розчин.

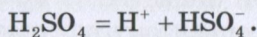
У кислому середовищі у водних розчинах цукроза гідролізується з утворенням еквімолекулярної кількості глюкози і фруктози:



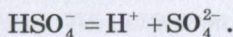
Ця реакція задовольняє рівняння мономолекулярного процесу. Каталітична активність кислот як каталізаторів процесу гідролізу залежить від кількості вільних іонів водню, які утворює та чи інша кислота, тобто від ступеня її дисоціації. Одноосновні сильні мінеральні кислоти (соляна, бромистоводнева, азотна) в розчинах мають максимальний (майже повний) ступінь дисоціації. Зазвичай їх каталітична активність приймається рівною 100 %.



Багатоосновні кислоти мають різний ступінь дисоціації. За першим водневим атомом вони дисоційовані повністю, наприклад:



За другим водневим атомом ступінь дисоціації значно нижчий:



У розглянутому прикладі залежно від умов ступінь дисоціації за другим водневим атомом змінюється від 3 до 6 %. Тому каталітична дія сірчаної кислоти становить лише 53—56 % каталітичної активності соляної кислоти еквівалентної концентрації. Внаслідок цього трьохосновні кислоти мають ще меншу активність (H_3PO_4 — 36 %). Органічні кислоти мають низький ступінь дисоціації і відповідно дуже низьку каталітичну активність. Швидкість гідролізу залежить від концентрації активних іонів водню, тобто від рН середовища. З підвищенням температури швидкість гідролізу збільшується в 2,7—3 рази на кожні 10 градусів.

Гідролітичний розклад цукрози спостерігається і в лужному середовищі. При цьому з підвищенням рН розклад цукрози підсилюється. Утворені в результаті гідролізу моноцукриди (глюкоза і фруктоза) розкладаються, утворюючи оксиметилфурфурол, левулінову, мурашину, молочну, сахаринову і гумінову кислоти. Зазвичай в умовах цукрового виробництва утворюється три еквіваленти кислот із однієї молекули розкладеної цукрози. Внаслідок цього гідролітичний розклад цукрози шкідливий не тільки за кількістю (втрати цукрози від розладання), а й за якістю (утворення забарвлених речовин, солей кальцію і т.ін.).

Кислоти, що утворилися в результаті гідролізу, в свою чергу підсилюють гідроліз цукрози. Тому розклад цукрози має автокаталітичний характер, швидкість якого в лужному середовищі також збільшується. Оскільки цукроза є слабкою кислотою, то максимум її стійкості — в слабколужному середовищі, при рН-8.

При нагріванні сухої цукрози відбувається її дегідратація, що супроводжується утворенням забарвлених речовин — карамелей. Залежно від ступеня її дегідратації розрізняють ряд продуктів невизначеного складу, відомих за назвою карамелан, карамелен, карамелін, сахаран тощо.

Під дією сильних окисників і повітря в лужному середовищі цукроза окиснюється з утворенням ряду кислот.

Ферменти гідролізують цукрозу на моноцукриди і надалі, під дією різних мікроорганізмів, вуглеводи перетворюються в інші речовини — головним чином кислоти і спирти. Найпоширенішим гідролітичним ферментом є інвертаза. Як правило, спирти утворюються в анаеробних умовах (етиловий, бутиловий тощо), кислоти — під дією мікроорганізмів переважно в аеробних умовах (оцтова, молочна, масляна, лимонна, глюконова та ін.).

Під дією ферментів слини і підшлункової залози цукроза розкладається на глюкозу і фруктозу і лише в такому вигляді засвоюється організмом людини.

Глюкоза є єдиною формою, в якій усі вуглеводи циркулюють у крові. Для засвоєння глюкози клітинами організму необхідний гормон підшлункової залози — інсулін [66].

Норма вмісту глюкози у крові становить 0,1 % маси крові (4,22—6,11 ммоль/л натщесерце, протягом доби коливається в межах $\leq 7,8$ ммоль/л) і регулюється печінкою: надлишок глюкози накопичується у вигляді тваринного крохмалю — глікогену в печінці (до 10 %) і в м'язах (до 1 %). У разі нестачі глюкози глікоген перетворюється на глюкозу і потрапляє у кров [21].

Метаболізм фруктози має особливості порівняно із глюкозою. Фруктоза значно повільніше всмоктується у кров з тонкого кишечника, але швидше за глюкозу перетворюється на глікоген. Встановлено, що 80—90 % фруктози всмоктується інтактно (без змін), а решта перетворюється на глюкозу або лактат. Фруктоза перетворюється в печінці на глікоген майже без інсуліну. Ця особливість робить фруктозу натуральним заміником цукру для профілактичного, дієтичного і лікувального харчування, в першу чергу для хворих на цукровий діабет [66]. За даними науковців [70, 89], 0,5—12 г фруктози на 1 кг маси тіла людини можуть бути використані хворими на цукровий діабет як частина щоденного раціону.

Аргументи проти вживання цукру

На жаль, склалася хибна думка, що цукор через його атерогенність, діабетогенність, карієсогенність надзвичайно шкідливий для організму людини. Це спричинило значну антицукрову пропаганду, що розпочалася на початку 90-х років минулого століття. Для цукру навіть придумали терміни: «білий убивця», «солодка отрута», «харчове сміття», «пусті калорії», «горе цукрове» [32].

Деякі автори вважають, що споживання цукру тісно пов'язане зі смертністю від коронарної хвороби серця. Вони стверджують, що цукор, спожитий за сніданком, більш небезпечний, ніж вершки і жир. Хоффер А. [122] поставив цукор на друге місце за шкідливістю після алкоголю. У своїй книзі «Здоров'я, цукор і злочинність» американський юрист Джон Родар невпинне зростання злочинності у світі пов'язує з високим споживанням цукру.

Книга англійського нутриціолога Джона Юджіна «Чистий, білий і смертельний» стала відомою у всьому світі [75, 124]. Автор вважає, що особливістю харчування сучасної людини є значне збільшення вживання цукру, що, на його думку, є причиною росту серцево-судинних захворювань населення в економічно розвинутих країнах. Він підкреслює низьку частоту атеросклеротичних захворювань серед деяких племен Африки, які майже не вживають цукор. Але такий висновок не знайшов повного підтвердження. Слід враховувати багато змін у житті сучасної людини за останні роки: погіршення екології, прискорення темпу життя, зміна параметрів харчування, що збіглися зі збільшенням вживання рафінованих продуктів, які позбавляють людину багатьох життєво необхідних інгредієнтів.

Не менш категоричний вирок цукру виніс Р. Холл [118], назвавши один із розділів своєї книги «Їжа без користі» — «Негідник рафінований цукор».

Цукор вважають «чистими калоріями», очищеним від біологічно активних речовин «незахищеним» вуглеводом, що миттєво всмоктується в кров, спричиняючи різкі коливання рівня глюкози в крові, і створює велике навантаження на інсулярний апарат. Надмірне вживання цукру може призвести до виникнення гіперглікемії — підвищеного вмісту глюкози в крові, що негативно впливає на функції підшлункової залози. Може виникнути цукровий діабет, але якщо у людини є схильність до цієї хвороби. Незаперечних епідеміологічних доказів цього не подано.

При невеликих витратах фізичної енергії та надлишку споживання цукру частина його перетворюється на жир, що сприяє підвищенню рівня холестерину і тригліцеридів у крові — розвивається ожиріння, атеросклероз та ішемічна хвороба серця.

Аргументи за вживання цукру

Ще наші далекі предки вважали, що цукор (від санскритського «саркар») має чудодійні властивості — відновлює сили, вгамовує біль [22, 37].

Цукор у складі вуглеводів є основним джерелом енергії для організму людини. Відомо, що 60 % енергії забезпечують саме вуглеводи [21, 66]. Ця властивість цукру запобігає використанню білків для енергетичних потреб організму, що сприяє їх збереженню й повнішому використанню за призначенням.

У ряді наукових праць автори вказують на захисну дію вуглеводів за коронарної хвороби серця.

Корпорація лікарів Лондона і Британське кардіологічне товариство стверджують, що немає незаперечних доказів зв'язку між споживанням цукру та ішемічною хворобою серця (ІХС).

У країнах Азії, Африки, Південної Америки населення споживає значну кількість цукру, проте там спостерігається низька частота захворювання на ІХС, низький рівень холестерину і тригліцеридів у крові людей.

Довготривала нестача цукру в крові небажана, бо призводить до різноманітних розладів в організмі людини. Зі зниженням рівня глюкози в крові виникає захворювання — гіпоглікемія, симптомами якої є слабкість, сонливість, головний біль, запаморочення голови, відчуття голоду і тремтіння рук [66].

Обмеження цукру і крохмалю в раціоні харчування — одне з найсерйозніших і найнебезпечніших втручань у людський організм. Нормальне функціонування мозку і нервової системи майже повністю залежить від вмісту глюкози в крові. Якщо інші тканини органів (печінка) можуть переробляти жири за відсутності цукру, то мозок такої адаптивності не має [66].

Цукор є попередником запасного вуглеводу в організмі людини — глікогену. Глікоген є джерелом вуглеводного скелета амінокислот, бере участь у побудові коферментів, нуклеїнових кислот, глікопротеїдів, імуноглобулінів, аденозинтрифосфорної кислоти та інших біологічно важливих сполук.

За браком цукру в раціоні харчування людини в крові з'являються кетонові тіла, порушується функція центральної нервової системи, м'язів, послаблюється розумова і фізична діяльність, скорочується тривалість життя [66].

Цукор позитивно впливає на емоції, настрої людини. Це пов'язують із відповідним співвідношенням цукрози і серотоніну [32]. Серотонін — біологічно активна речовина з групи біогенних амінів, що беруть участь у ряді важливих обмінних процесів. Зі збільшенням вмісту серотоніну в крові погіршується настрої людини, з'являється відчуття тривоги. Цьому протидіють лікарські засоби, які зменшують вміст серотоніну в крові. Подібно діє також глюкоза, яка утворюється в результаті гідролізу цукрози [32].

Цукор займає значну частку серед основних харчових продуктів населення. Економічна доцільність використання цукру в науково обґрунтованих кількостях доведена ще у 1950 р. дани-

ми професора Гарвардського університету Д. Старе: з 1 га цукрових буряків чи тростини одержують близько 15 млн калорій, з 1 га картоплі — 5 млн, з 1 га кукурудзи, пшениці — 2,5 млн.

Наразі науково не доведено, що споживання цукру пов'язане з тими чи іншими хворобами, крім карієсу. Принципова помилка авторів, які виступають проти цукру, криється у змішуванні двох понять: «шкідливість цукру» і «шкідливість надмірного вживання цукру» [32].

Причиною виникнення антицукрової пропаганди можна вважати жорстку конкуренцію на світовому ринку харчових продуктів з боку виробників замінників цукру.

Після значної антицукрової пропаганди цукор повністю був реабілітований лише у 1997 р. в Римі на науковому форумі «Вуглеводи у харчуванні людини», який зібрав нутриціологів, медиків і біохіміків з 13 країн світу. Експерти міжнародних організацій FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nation) і WHO (World Health Organization of the United Nation) після ретельного вивчення всіх матеріалів щодо впливу цукру на організм людини прийшли до висновку, що цукор не викликає таких хвороб, як цукровий діабет, атеросклероз, рак та ін., а навпаки, відіграє важливу роль у харчуванні людини [22, 117, 119].

Експерт Міжнародної організації по цукру (ISO) в Лондоні доктор Мартін Еванс, визначаючи роль цукру, наголосив, що цукор має розглядатися як один із основних харчових продуктів населення кожної держави. Наявність цього товару на ринку та ціна на нього — пряме свідчення турботи держави про населення своєї країни, особливо про найбільш незахищену його частину [119].

Важливим є лише запобігання надмірному вживанню цукру. Необхідно дотримуватися принципу збалансованого харчування, згідно з яким потреба людини у вуглеводах, у тому числі легкозасвоюваних (цукор), визначається передусім енергетичними витратами організму. Виходячи з цього однією з пропозицій форуму була рекомендація щодо зниження середньодобової фізіологічної норми вживання цукру.

Фізіологічна норма вживання цукру в Україні сьогодні становить в середньому 100 г на день, а для тих, хто займається важкою фізичною або розумовою працею — 120 г [104]. Фізіологічна норма вживання цукру залежить не лише від фізичних або розумових навантажень, а й від віку, статі людини та інших факторів. Для різних прошарків населення рекомендована фізіологічна норма вживання цукру, наведена в табл. 1.2 [104].

Таблиця 1.2

**Рекомендовані норми вживання цукру
для різних прошарків населення, кг/рік**

| Вікова група, роки | Коефіцієнт фізичної активності | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|
| | 1,4 | | 1,6 | | 1,9 | | 2,2 | | 2,5 |
| | чоло-віки | жін-ки | чоло-віки | жін-ки | чоло-віки | жін-ки | чоло-віки | жін-ки | чоло-віки |
| 18—29 | 24,0 | 20,0 | 27,0 | 22,0 | 32,0 | 25,0 | 37,0 | 30,0 | 40,0 |
| 30—39 | 23,0 | 19,0 | 26,0 | 21,0 | 30,0 | 25,0 | 35,0 | 29,0 | 38,0 |
| 40—59 | 21,0 | 18,0 | 24,0 | 21,0 | 29,0 | 24,0 | 33,0 | 28,0 | 36,0 |
| | Чоловіки | | | | | Жінки | | | |
| 60—74 | 23,0 | | | | | 19,0 | | | |
| Понад 75 | 19,0 | | | | | 17,0 | | | |

Для дітей і підлітків залежно від віку рекомендована норма вживання цукру становить, кг/рік: 1...3—15,0; 4...6—19,0; 7...10—23,0; 11...13—25,0; 14...17—26,0.

Вживання цукру в різних регіонах і країнах світу на душу населення різне й становить від 5,8 кг у Китаї до 50 кг у Данії і Бразилії (табл. 1.3) [104].

Таблиця 1.3

**Вживання цукру на душу населення
в окремих країнах, кг/рік**

| Країна | До другої світової війни | 1992 р. | 1997 р. | 2001 р. |
|-----------------|--------------------------|---------|---------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Аргентина | 32,2 | — | 34,8 | 31,2 |
| Білорусь | 6,7 | 30,8 | 37,8 | 22,5 |
| Бразилія | 17,1 | — | 51,9 | 51,3 |
| Велика Британія | 49,0 | 42,6 | 36,6 | 37,1 |

Закінчення табл. 1.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|------|------|------|------|
| Угорщина | 11,2 | 48,4 | 40,1 | 36,8 |
| Німеччина | 25,2 | 36,5 | 33,8 | 32,1 |
| Голландія | 27,9 | 56,7 | 40,1 | 42,2 |
| Данія | 55,1 | 55,4 | 43,8 | 50,3 |
| Індія | 3,2 | 14,0 | 14,4 | 16,2 |
| Китай | 1,1 | 6,9 | 7,8 | 5,8 |
| Росія | 6,7 | 34,0 | 34,1 | 38,7 |
| США | 47,0 | 31,5 | 29,9 | 30,0 |
| Франція | 24,7 | 37,2 | 35,1 | 34,5 |
| Куба | — | 55,0 | 54,0 | 60,0 |
| Польща | — | 43,5 | 39,0 | 40,0 |
| Чехія | — | 39,0 | 38,5 | 38,0 |
| Азербайджан | — | 12,0 | 10,0 | 16,0 |
| Вірменія | — | 9,0 | 28,0 | 29,0 |
| Казахстан | — | 18,0 | 20,0 | 25,0 |
| Латвія | — | 25,0 | 29,0 | 25,5 |
| Молдова | — | 20,0 | 22,0 | 26,0 |
| Естонія | — | 21,0 | 50,0 | 52,0 |
| Швейцарія | — | 40,0 | 39,0 | 45,5 |
| Україна | 6,7 | 34,0 | 38,0 | 38,0 |

За даними 2007 р. у країнах СНД вживання цукру на душу населення в середньому становить, кг/рік: Росія — 38,7, Україна 34,9, Білорусь — 22,5, Казахстан — 36,1, Грузія — 29,6, Молдова — 29,9, Киргизія — 33,2, Вірменія — 31,9 [104].

Добова потреба у вуглеводах для здорової людини (400 г) на 80 % має забезпечуватися за рахунок складних вуглеводів (поліцукридів), а 20 % — за рахунок вуглеводів, що легко засвоюються [66]. Гідроліз поліцукридів відбувається повільно, глюкоза надходить у кров поступово і рівномірно. При цьому не виникає різких коливань вмісту глюкози в крові.

Потрібно, щоб виконувалося співвідношення

$$\frac{\text{Крохмаль} + \text{Цукор плодів і овочів}}{\text{Цукор}} \geq 4,0 \dots 5.$$

Наприклад: $400 \cdot 0,8 = 320$ г, $400 \cdot 0,2 = 80$ г, $320:80 = 4$.

Отже, здоровим людям не слід різко обмежувати кількість цукру в раціоні харчування або вживати замітники цукру.

Порівняльні дані вживання цукру і цукрозамінників у різних країнах за даними 2006 р. наведено в табл. 1.4 [104].

Таблиця 1.4

**Вживання цукру і цукрозамінників
в окремих країнах світу**

| Регіон, країна | Цукор | Цукрозамінники |
|-------------------------|----------------------------|----------------|
| | кг на душу населення в рік | |
| Європа | | |
| Швейцарія | 48,5 | 12,1 |
| Німеччина | 35,3 | 10,0 |
| Латвія | 25,3 | 9,3 |
| Ісландія | 39,8 | 16,9 |
| Північна Америка | | |
| Канада | 43,4 | 19,6 |
| США | 29,3 | 41,4 |
| Сент-Кітс і Невіс | 43,4 | 13,7 |
| Країни СНД | | |
| Білорусь | 29,7 | 3,5 |
| Росія | 40,3 | 4,4 |
| Україна | 36,0 | 8,9 |
| Австралія | 36,9 | 10,5 |
| Індія | 16,5 | 7,7 |
| Японія | 16,5 | 12,1 |

Треба зауважити, що останнім часом зросла тенденція використання цукрозамінників не лише у виробництві харчових продуктів і напоїв дієтичної і діабетичної групи. Так, у США понад 60 % харчових продуктів, що раніше виготовлялися з додаванням цукру, тепер одержують з використанням замінників цукру. У Західній Європі обсяг продажу таких продуктів уже перевищує 25 млрд доларів щорічно [73]. Популярність замінників цукру з високим цукрозним еквівалентом пояснюється значною економічною вигодою (низькі витрати) і простотою використання. Тому, щоб не втратити частку ринку в умовах жорсткої конкуренції, виробники харчових продуктів і напоїв змушені здешевлювати свою продукцію заміною цукру цукрозамінниками. Іноді економічні важелі все більше перевищують здоровий глузд. Деякі виробники харчових продуктів і напоїв керуються лише очевидною вигодою, нерідко за рахунок якості готової продукції.

Потрібно враховувати, що, на відміну від натуральних цукрозамінників, які в основному не шкідливі для здоров'я, синтетичні потребують ретельного дозування і не рекомендуються для систематичного вживання [1, 26, 54, 73]. Не випадково в Японії, де середня тривалість життя найдовша серед усіх країн світу, використання синтетичних замінників цукру у виробництві харчових продуктів переслідується законом [73]. На сьогодні існують різні, іноді протилежні думки про користь, безпеку й можливість вживання синтетичних замінників цукру.

Запитання для самоперевірки

1. Чому для України є важливим розширення асортименту цукропродуктів і налагодження виробництва вітчизняних натуральних і синтетичних замінників цукру?

2. Яку роль відіграють цукристі речовини у забезпеченні здорового харчування населення України?

3. Цукор шкідливий чи корисний для організму людини? Вживати чи не вживати?

4. Які властивості цукру роблять його харчовим продуктом першої необхідності?

5. Яка норма вмісту глюкози в крові?

6. У чому особливості метаболізму фруктози?

7. У чому причина виникнення антицукрової пропаганди?

8. Які прямі показання до використання замінників цукру у харчуванні людини?

Зміст

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 3 |
| Розділ 1. Цукор у харчуванні людини | 6 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 16 |
| Розділ 2. Теорія солодкості. Кількісна оцінка солодкого смаку | 17 |
| 2.1. Фізіологія сприйняття солодкого смаку | 17 |
| 2.2. Структура речовини і солодкий смак | 18 |
| 2.3. Кількісне оцінювання солодкого смаку | 21 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 22 |
| Розділ 3. Класифікація солодких речовин | 23 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 28 |
| Розділ 4. Технології цукропродуктів | 29 |
| 4.1. Спеціальні види цукропродуктів | 29 |
| 4.2. Застосування харчових добавок у виробництві цукропродуктів | 34 |
| 4.3. Жовтий цукор — спеціальний вид цукру | 41 |
| 4.4. Вітчизняна технологія природного цукру | 47 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 54 |
| 4.5. Технологія рідкого цукру | 54 |
| 4.5.1. Безмелясні технології рідкого цукру | 58 |
| 4.5.2. Технологія харчового сиропу із сиропу з випарної станції | 61 |
| 4.5.3. Технологія інвертного сиропу із цукрози | 63 |
| 4.6. Цукропродукти із нетрадиційних видів сировини | 70 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 71 |
| Розділ 5. Технології цукрозамінників | 72 |
| 5.1. Замінники цукру в харчовій промисловості | 72 |
| 5.2. Допустимі норми вживання замінників цукру | 74 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 76 |
| Розділ 6. Натуральні цукрозамінники вуглеводної природи . | 77 |
| 6.1. Моноцукриди — замінники цукру | 77 |

| | |
|---|-----|
| 6.1.1. Глюкоза. Властивості. Використання | 77 |
| 6.1.2. Фруктоза. Технологія кристалічної фруктози | 78 |
| 6.2. Дицукриди — замінники цукру | 94 |
| 6.3. Олігоцукриди — натуральні цукрозамінники | 96 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 98 |
| 6.4. Технологія глюкозно-фруктозних сиропів | 98 |
| 6.4.1. Глюкозно-фруктозні сиропи із крохмалю — перспективні натуральні цукрозамінники | 98 |
| 6.4.2. Глюкозно-фруктозні сиропи з цукрового сорго | 120 |
| 6.4.3. Високофруктозні та фруктозно-інулоолі- гоцукридні сиропи із цикорію | 127 |
| 6.4.4. Глюкозно-фруктозні сиропи із виноградних вичавок | 132 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 133 |
| Розділ 7. Бджолиний мед — натуральний цукрозамінник підвищеної харчової і біологічної цінності | 134 |
| 7.1. Класифікація та асортимент меду | 136 |
| 7.2. Хімічний склад меду | 142 |
| 7.3. Властивості меду | 146 |
| 7.4. Штучний мед | 149 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 150 |
| Розділ 8. Натуральні цукрозамінники — спиртові похідні цукрів | 151 |
| 8.1. Властивості найважливіших цукрових спиртів | 153 |
| 8.2. Технологія ізомальту | 156 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 162 |
| Розділ 9. Технології інтенсивних підсолоджувачів | 163 |
| 9.1. Натуральні підсолоджувачі неуглеводної природи рослинного походження | 163 |
| 9.2. Натуральні підсолоджувачі глікозидного типу | 165 |
| 9.2.1. Технологія неогесперидину дигідрохалкону | 165 |
| 9.2.2. Стевіозид. Хімічна структура, властивості, використання | 166 |
| 9.2.3. Сахарол — новий вітчизняний натуральний підсолоджувач із стевії | 169 |
| 9.2.4. Осладин. Хімічна структура, властивості | 170 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 171 |

| | |
|--|-----|
| Розділ 10. Технологія натуральних підсолоджувачів | |
| із кореня солодцю | 172 |
| 10.1. Характеристика кореня солодцю | 172 |
| 10.2. Хімічна структура, властивості гліциризинової кислоти та її солей | 174 |
| 10.3. Способи одержання гліциризинової кислоти та її солей | 178 |
| 10.4. Вітчизняна безвідхідна технологія перероблення кореня солодцю з отриманням натуральних підсолоджувачів | 180 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 184 |
| Розділ 11. Синтетичні інтенсивні підсолоджувачі | 185 |
| 11.1. Сахарин — синтетичний інтенсивний підсо- лоджувач старого покоління | 187 |
| 11.2. Цикламати, хімічна структура, властивості | 192 |
| 11.3. Аспартам, ацесульфам калію, метилфенхіловий ефір L- α -аспартіламіно-малонової кислоти — синтетичні інтенсивні підсолоджувачі другого покоління | 193 |
| 11.4. Сукралоза — синтетичний інтенсивний підсо- лоджувач із цукрози | 198 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 199 |
| Розділ 12. Отізон — синтетичний інтенсивний підсолоджувач оксатіазинової природи | 200 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 207 |
| Розділ 13. Суміші підсолоджувачів | 208 |
| 13.1. Розрахунок ступеня солодкості сумішей підсо- лоджувачів | 213 |
| 13.2. Приготування, дозування і зберігання цукро- замінників та підсолоджувачів | 216 |
| <i>Запитання для самоперевірки</i> | 219 |
| ЛІТЕРАТУРА | 220 |