

Рис. 2. Зміна концентрації живих клітин *B. infantis* (а) та *L. lactis* ssp. (б) у зразках, отриманих ферментацією стерилізованого молока заквашувальними композиціями з використанням *L. lactis* ssp., *B. infantis* та фруктози, як біфідогенного фактора, у процесі зберігання

Висновки. Підсумовуючи проведені дослідження, доцільно для виробництва кисломолочних продуктів для дитячого харчування рекомендувати співвідношення біфідо- та лактобактерій у складі заквашувальної композиції 1 : 1; вихідна концентрація МК *B. infantis* та ЗК *L. lactis* ssp. у молоці – $1 \cdot 10^6$ та $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, відповідно. Враховуючи зроблені висновки, рекомендовано співвідношення *B. bifidum* : *B. longum* : *B. infantis* : *L. lactis* ssp. у складі заквашувальної композиції для виробництва кисломолочних продуктів для дитячого харчування встановити таким – 1 : 1 : 10 : 10 при вихідній концентрації культур у молоці

$1 \cdot 10^5$, $1 \cdot 10^5$, $1 \cdot 10^6$ та $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, відповідно. Співвідношення МК використаних у складі заквашувальної композиції біфідобактерій відповідає такому у складі триштамової закваски *B. bifidum* + *B. longum* + *B. infantis*, рекомендованої до використання у технологіях кисломолочних продуктів для дитячого харчування.

Завдання подальших досліджень: розробка біотехнології виробництва кисломолочних продуктів для дитячого харчування – простокваші, кефіру та кисломолочного сиру з використанням розробленої заквашувальної композиції.

Поступила 05.2011

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://www.bibicall.ru/>
2. Кузнецов, В.В. Справочник технолога молочного производства, Технология детских молочных продуктов [Текст] / В.В. Кузнецов, Н.Н. Липатова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005 г. – 525 с. – ISBN 5-901065-96-4.
3. Дідух, Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення [Текст] : монографія / Н.А. Дідух, О.П. Чагаровський, Т.А. Лисогор ; Одеська національна академія харчових технологій. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с. – ISBN 978-966-8788-79-6.
4. Дідух, Н.А. Визначення протеолітичної активності заквашувальних композицій для виробництва молочних продуктів функціонального та спеціального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, Л.О. Молокопой, Ю.В. Назаренко // Прогресивні техніки та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць ХДУХТ. – Харків, – 2010. – Вип. 1 (11). – С. 131–137.
5. Закваска біфідобактерій для виробництва кисломолочних дитячих продуктів [Текст] / Н.А. Дідух, Ю.В. Назаренко, Д.А. Зеня, А.В. Пасинок // Тези 76-ї конференції молодих учених, аспірантів і студентів „Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті”, 12-13 квітня 2010 р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2010. – Ч. 2. – С. 126.
6. Дідух, Н.А. Дослідження процесу спільного культивування монокультур *B. infantis* зі змішаними культурами *L. lactis* [Текст] / Н.А. Дідух, Ю.В. Назаренко // Матеріали VI Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисленності та образуванні» 1–8 июня 2010 г. – Варна, Болгарія, 2010. – С. 37–39.

УДК 637.2

МАХОНИНА М.Ю., аспірант, РАШЕВСЬКА Т.О., д-р. техн. наук, професор

Національний університет харчових технологій, м. Київ

ЖИРОВА ФАЗА МІКРОСТРУКТУРИ СУСПЕНЗІЇ ДОБАВКИ ІЗ НАСІННЯ ЛЬОНУ

Розроблено новий вид вершкового масла з добавкою із насіння льону та технологію отримання високодисперсної добавки, яка вноситься у масло у вигляді сусpenзії в маслинці. Сусpenзію добавки із насіння льону вивчали у звичайному світлі «на проходження» та у поляризованому. Встановлено, що лляна олія суттєво впливає на мікроструктуру сусpenзії добавки із насіння льону. При формуванні структурних елементів проходить диференціація глицеридів за їх хімічним складом. Дискретні групи глицеридів утворюють емульсію жир/водна фаза, а також пілку на поверхні структурних елементів, найбільш високоплавка група кристалізується на межі поділу фаз.

Ключові слова: добавка із насіння льону, сусpenзія, кристалічна фаза, агрегат, глобула.

It was proven, that flaxseed oil has a significant influence on microstructure of flaxseed suspension. During the formation of structural elements of suspension there is a differentiation of glycerides due to their chemical and physical properties. Some groups of glycerides take part in emulsion formation; others form a thin layer on structural elements and the highest melted glycerides are crystallized on the boundary surfaces.

Keywords: a significant influence, suspension, crystallized, boundary surfaces.

Останнім часом світова медицина особливу увагу звертає на надзвичайну користь для здоров'я людини насін-

ня льону. Це зумовлено високим вмістом у ньому речовин, що допомагають при лікуванні серцево-судинних, шлунково-кишкових, онкологічних та інших захворювань. Склад і вплив насіння льону на організм людини вивчають вчені багатьох країн світу. Результатом цього стали рекомендації на рівні міністерств охорони здоров'я Канади, США, Німеччини, Росії щодо обов'язкового щоденного споживання насіння льону [1].

Основними складовими насіння льону, що забезпечують його високу ефективність у лікуванні великої кількості хвороб, є поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) сімейств ω -3 та ω -6. ПНЖК ω -3 і ω -6 уже давно привертають увагу медиків та дієтологів завдяки здатності брати участь у структурно-функціональній організації клітинних мембрани, забезпечувати баланс їх міцності і пластичності, регулювати жировий обмін, зменшувати рівень холестерину в крові, запобігати розвитку злойкісних пухлин, атеросклерозу, ішемічної хвороби серця [2]. Okрім жиру (42 – 46 %) насіння

льону містить протеїн (22 – 25 %), вуглеводи (24 – 28 %), у тому числі клітковину, до складу якої входять полісахариди і лігнін, а також вітаміни А, С, Е, мікроелементи [3]. Жир насіння льону в основному представлений ліноленовою (21 – 70 %), ліноловою (29 – 59 %) та олеїновою (5 – 20 %) кислотами [1]. Основу насичених жирних кислот складає пальмітинова (до 16%). Основними тканинами, в яких запасаються ліпіди і протеїни у фізіологічно стиглому насінні, є паренхіма сім'ядоль та ендосперм, їх вміст у оболонці відносно невеликий [4]. За даними електронно-скануючої мікроскопії авторами [5] було зроблено висновок про локалізацію жирів у клітинах у вигляді ліпідних гранул-сферосом (ліпідних глобул), які щільно заповнюють уесь вільний об'єм клітини між її органоїдами. Не зважаючи на щільне упакування, ліпідні глобули не зливаються, між ними завжди видно тонку межу. Місцем локалізації запасних білків є внутрішньоклітинні утворення – алійронові зерна (так звані білкові глобули).

Ліпідні сферосоми і білкові глобули містяться в цитоплазменній матриці клітини, яка складається із проміжного білку і має комірчасту структуру [6]. Ліпідні глобули значно дрібніші за білкові, різні за розміром і оточені ліпопротеїновими мембраними – оболонками, які ізоляють їх одна від одної.

Вуглеводи беруть участь у формуванні морфологічних структур клітин, входять до їх складу у вигляді сполук з ліпідами і білками або у вільному стані. Значна частина вуглеводів насіння льону локалізована в клітинних стінках, особливо в клітинах покривних тканин – оболонці. У структурах клітинних стінок відкладаються високополімерні вуглеводи – целюлоза, геміцелюлоза, слизи, лігнін. Похідні вуглеводів: глікозиди, дубильні речовини, органічні кислоти та іх солі – локалізуються у вакуолях клітин.

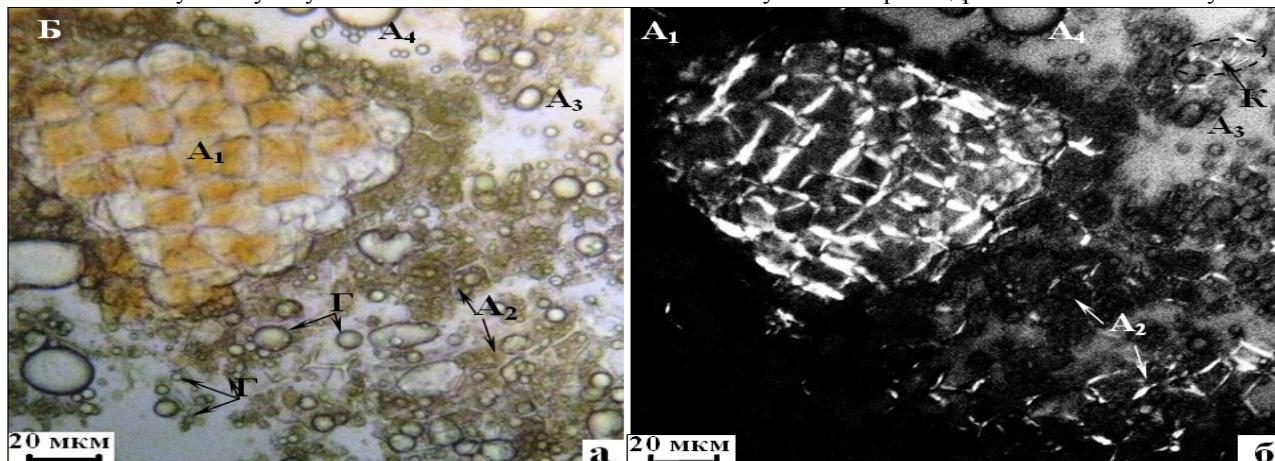


Рис. 1. Мікроструктура сусpenзїї добавки із насіння льону у звичайному світлі «на проходження» (а) і поляризованому світлі при перехресних поляризаторах (б): А₁, А₂, А₃, А₄ – агрегати, Б – частинка льону, Г – глобули, К – стінки капілярів частинки оболонки насіння льону

Враховуючи оздоровчі властивості насіння льону, нами розроблено новий вид вершкового масла з добавкою із насіння льону та технологією отримання високодисперсної добавки, яка вноситься в масло у вигляді сусpenзїї в масляниці. Раніше проведені дослідження показали, що на мікро- і наноструктуру вершкового масла суттєво впливає мікроструктура внесеної в нього рослинної добавки [7]. Нами було досліджено мікроструктуру сусpenзїї добавки із насіння льону і запропоновано механізм її формування, який включає декілька етапів: утворення дисперсії глобул, об'єднання глобул у агрегати, формування комірчастої

структур [8]. Враховуючи, що однією із основних складових насіння льону, здатних кристалізуватися при зміні температур, є жир, доцільно дослідити його участь у формуванні мікроструктури сусpenзїї добавки із насіння льону.

Метою даної роботи є вивчення участі кристалічної жирової фази при формуванні мікроструктури водної сусpenзїї добавки із насіння льону.

Мікроструктуру зразків водної сусpenзїї добавки із насіння льону вивчали методом оптичної мікроскопії у звичайному та поляризованому світлі. Приготовлені препарати нагрівали до 60°C із наступним повільним охолодженням і терmostатуванням протягом 9 годин при -3°C. Характерні поля зору фотографували при температурі -3 °C.

Мікроструктура водної сусpenзїї добавки із насіння льону (рис. 1) містить глобули сферичної та еліпсовидної форми Г діаметром 5-15 мкм, утворені із глобул агрегатів А величиною 40-100 мкм та частинки насіння льону Б, розміщені у безперервній фазі водного розчину полісахаридів. У поверхневому шарі агрегатів видно ділянки із комірчастою структурою. Вона представлена багатокутними комірками, які включають глобули Г. На периферійній частині агрегатів розміщені глобули різної величини 1-8 мкм та невеликі агрегати 7-20 мкм, утворюючи шар шириною від 4 до 40 мкм.

Формування в сусpenзїї добавки із насіння льону структурних елементів, різних за величиною, формою і архітектурою, пов'язано із багатокомпонентним складом насіння льону, а також гетерогенністю водорозчинних полісахаридів. У формуванні глобул, певно, беруть участь кислі пектиноподібні полісахариди, а в утворенні комірчастої структури – нейтральні арабіноксилани.

Жир із насіння льону виділяється як у процесі їх подрібнення при приготуванні добавки, так і під час підготовки сусpenзїї. При подрібненні насіння льону стінки

клітин руйнуються, оголюються білкові та ліпідні глобули, що супроводжується руйнуванням частини цитоплазменної матриці і вивільненням ліпідних глобул. В процесі підготовки сусpenзїї під дією вологи та температури у відкритих клітинах насіння льону проходить набухання білкових глобул. Це сприяє подальшому фізичному зміщенню і виділенню ліпідних сферосом із частково зруйнованої при подрібненні цитоплазменної матриці і розриву ліпопротеїнових оболонок глобул. Виділення жиру із частинок насіння льону проходить послідовно і дискретно в залежності від хімічного складу гіліциеридів жиру. Спочатку виділяються найбільш

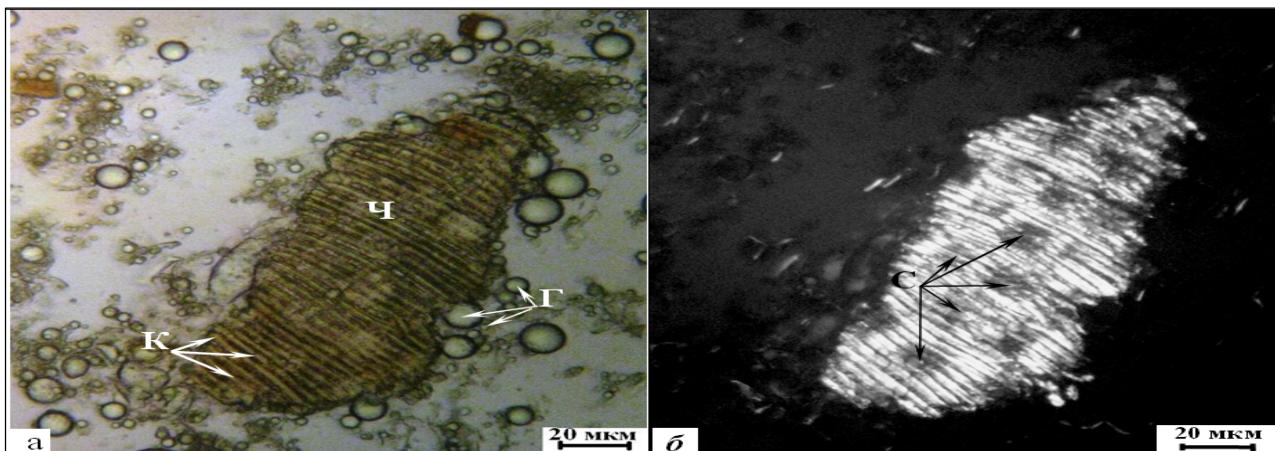


Рис. 2. Мікроструктура частинки оболонки насіння льону у сусpenзї добавки із насіння льону у звичайному світлі «на проходження» (а) і поляризованому світлі при перехресних поляризаторах (б):
Ч – частинка оболонки насіння льону, К – стінки капілярів, С – відбитки ліпідних глобул, Г – глобули

легкоплавкі гліцериди. Вони утворюють з водною фазою сусpenзїю емульсію типу жир/вода, у якій розподілені утворені агрегати, глобули та частинки насіння льону.

На знімку мікроструктури сусpenзїї (рис. 1, а) видно великі агрегати A_1 , A_2 , A_3 і A_4 . Серцевина трохгранного агрегату A_1 має комірчасту структуру і складається з білкових глобул частково деформованої сферичної форми. Поверхня окремих глобул світло-жовта або жовтогаряча. Світло-жовтий колір свідчить, що на поверхні полісахаридних глобул утворилася плівка жиру, який виділився із ліпідних глобул, а жовтогарячий колір має плівка ліпідів із розчинененим в ній каротином. Утворені плівки при $t = 18\text{--}20^\circ\text{C}$ знаходяться у рідкому стані, при зниженні температури нижче -1°C – у кристалічному. Про це свідчить наявність найдрібніших кристалів на поверхні комірок агрегатів у поляризованому світлі. Межа поділу комірок містить закристалізовані високоплавкі гліцериди, на що вказує знімок цього поля зору, зроблений у поляризованому світлі (рис. 1, б). На межі поділу комірок видно світлі лінійні структури. Анізотропія властивостей дозволяє віднести їх до кристалічних речовин. Складаються вони із високоплавких гліцеридів, про що свідчить наявність цих структур при нагріванні препарату до $35\text{--}40^\circ\text{C}$. Із знімку мікроструктури у поляризованому світлі (рис. 1, б) видно, що лінійні структури утворені дрібними кристалічними зернами. По периметру серцевини агрегату A_1 знаходитьшся шар полісахаридних глобул, а також дрібних ліпідних і білкових глобул, які виділилися із зруйнованої цитоплазменної матриці насіння льону в процесі підготовки сусpenзїї. Мікроструктура агрегату A_2 також має комірчасту структуру із пласких багатогранних комірок, межі поділу яких містять світлі кристали із високоплавких гліцеридів, що підтверджує знімок данного агрегату у поляризованому світлі (рис. 1, б). У комірках агрегату A_2 розміщені незруйновані ліпідні і білкові глобули. Агрегати A_3 і A_4 відрізняються від агрегатів A_1 і A_2 меншим розміром, формою і структурою. У центрі агрегатів A_3 і A_4 знаходиться ділянка комірчастої структури, оточеної ліпідними глобулами сферичної форми $d \sim 2\text{--}14\text{ }\mu\text{m}$. На поверхні цієї матриці сформувався тонкий кристалічний шар із найдрібніших кристалів, утворених менш високоплавкими гліцеридами, ніж на межах поділу комірок. На поверхні матриці агрегатів A_3 і A_4 проглядають концентричні кільца із сферичних ліпідних глобул. У межах агрегату A_3 у поляризованому світлі видно почергові темні і світлі полоси. Для кращого розуміння їх походження нами спеціально було досліджено добавку грубого

помолу. На рис. 2 представлена частинка добавки із насіння льону грубого помолу, аналогічна за будовою до структури у агрегаті A_3 , але більшого розміру.

На знімку мікроструктури сусpenзїї добавки із насіння льону (рис. 2) видно частинку оболонки насіння, по периметру якої розміщені полісахаридні, білкові та дрібні ліпідні глобули. Поверхня частинки складається із почергових світлих і темних полос шириною $2\text{--}4\text{ }\mu\text{m}$ (рис. 2, а). Очевидно, це капіляри у структурі насіння льону, що узгоджується із думкою вчених [9] про капілярно-пористу природу тканин насіння олійних культур. Перегляд даного поля зору у поляризованому світлі показав, що лінійні смуги складаються із найдрібніших світлих точкових кристалів, які утворюють лінійні структури жиру, розміщені на поверхні розлому стінок капілярів. Світіння вказує на те, що жир знаходиться в кристалічному стані, а наявність світіння навіть при $t = 40^\circ\text{C}$ – що він складається із високоплавких гліцеридів. На поверхні частинки оболонки насіння видно відбитки ліпідних глобул С, які випали при приготуванні сусpenзїї, що свідчить про слабкий зв’язок ліпідних глобул з цитоплазменною матрицею.

Результати досліджень показали, що на формування мікроструктури сусpenзїї добавки із насіння льону суттєво впливає його жир. В процесі формування структурних елементів сусpenзїї відбувається диференціація гліцеридів за їх хімічним складом. Дискретні групи гліцеридів утворюють емульсію жир/водна фаза, а також плівку на поверхні структурних елементів, більш високоплавка група кристалізується на межі поділу фаз. Найбільш високоплавкі гліцериди, до складу яких входять насичені жирні кислоти пальмітинова, міристинова, стеаринова та ін. (загальна їх кількість в ліняній олії за різними даними [5, 10] сягає 12,1–17,1%), міцно зв’язані зі структурою агрегатів. Про це свідчить наявність лінійних структур у поляризованому світлі, що сформувалися на межі поділу багатогранних комірок (рис. 1, б).

Висновки:

1. Встановлено, що на формування мікроструктури водної сусpenзїї добавки із насіння льону суттєво впливає жир насіння льону.

2. Виявлено диференціацію гліцеридів жиру насіння льону при формуванні мікроструктури сусpenзїї. Дискретні групи гліцеридів утворюють різновиди структур: емульсію жир/водна фаза і плівки на поверхні структурних елементів сусpenзїї, які кристалізуються за низьких температур; а

найбільш високоплавкі гліцериди – кристалічні структури на межах поділу багатокутників комірчастої структури.

3. Встановлено, що в структурі суспензії жир насіння

знаходиться у різному фізичному стані: аморфному рідкому, кристалічному та емульгованому.

Поступила 05.2011

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Щукин, С.А. Льняное масло – природный эликсир здоровья [Текст] / С.А. Щукин // Масла и жиры. – 2003. – № 10 (32). – С. 6–7.
- 2.Яременко, О.Б. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты в ревматологии: I. Теоретические основы [Текст] // Український ревматологічний журнал.- 2001. - №2 (4). – С.23-30.
- 3.Bhatty, R.S. Flaxseed in Human Nutrition [Tekst] / R.S. Bhatty, S.C. Cuannane, L.U. Thompson. – AOCS Press, 1995. – 304 p.
- 4.Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова [и др.] [Текст] / Под ред. А.П. Нечаева. – СПб: ГИОРД, 2001. – 592 с.
- 5.www.comodity.ru
- 6.Ключкин, В.В. Микроструктура масличных семян [Текст] / В.В. Ключкин, С.Ф. Быкова, С.И. Майрамян и др. // Масложировая промышленность. – 1987. – №1. – С. 12 – 14.
7. Рашевська, Т.О. Наукові основи технології формування наноструктури вершкового масла з рослинними харчовими добавками: дис...доктора. техн. наук: спец. 05.18.16 – технологія продуктів харчування [Текст] / Т.О. Рашевська – К., 2010. – 499 с.
- 8.Українець, А.І. Механізм формування мікроструктури водної суспензії добавки із насіння льону [Текст] / А.І. Українець, Т.О. Рашевська, М.Ю. Махоніна // Фізико-хімічні основи формування і модифікації мікро- і наноструктур. Збірник наукових праць. – Харків: НФТЦ МОН та НАН України, 2009 – т. 1 – С. 415 – 420.
- 9.Ключкин, В.В. Новые представления о неоднородности структуры масличных семян и ее влиянии на технологические свойства / В.В. Ключкин, С.Ф. Быкова [Текст] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – №2 – 3. – С. 8 – 12.
- 10.Капрельянц, Л.В. Функціональні продукти [Текст] / Л.В. Капрельянц, К.Г. Йоргачова. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.

УДК 664.134

**ШТАНГЕЄВА Н.І., д-р. техн. наук, професор, ГРИГОРЕНКО Н.О., канд. техн. наук, зав. лабораторії
Український НДІ цукрової промисловості, м. Київ**

ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ЦУКРОЗАМІННИКІВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

У матеріалах статті розглянуто проблему пошуку нових вітчизняних натуральних цукрозамінників. В якості сировини для отримання цукrozамінника природного походження була запропонована високопродуктивна культура цукрового сорго та представлена розроблена на її основі технологія харчового сиропу. Впровадження зазначененої технології у виробництво дозволить отримати економічно вигідний, натуральний цукrozамінник, використання якого розширити асортимент харчових продуктів підвищеної смакової якості та біологічної цінності.

Ключові слова: харчовий сироп, цукрове сорго, цукор, ферментативний гідроліз, флокулянт, біологічна цінність.

In the article the problem of finding new domestic natural sweeteners. The raw materials for a natural sweetener was offered a high-performance culture sugar sorghum and the developed technology based on its food syrup. Implementation of this technology in production will provide cost-effective, natural sweeteners, which will expand the range of food quality and taste of the raised biological value.

Keywords: food syrup, sweet sorghum, sugar, enzymatic hydrolysis, flocculant, biological value.

Цукрова галузь займає одне із провідних місць у харчовій промисловості, а її основний продукт – цукор належить до стратегічної сировини. Цукор є основним джерелом енергії, а розумне споживання його, в межах фізіологічної норми, позитивно впливає на організм людини. Він легко і швидко засвоюється клітинами організму і потрібний для нормального функціонування печінки, мозку, живлення м'язів, особливо серцевого, зміцнення центральної нервової системи. На сьогодні фізіологічна норма споживання цукру в Україні становить 80...100 г на добу (30...35 кг на рік) і залежить від фізичних та розумових навантажень, віку, статті людини та інших факторів. Цукор є традиційним компонентом харчових продуктів і становить значну частку при виробництві кондитерських, хлібобулочних, молочних, безалкогольних, лікеро-горілчаних виробів. Успішний розвиток цукрового виробництва вагомо впливає на позитивне функціонування харчової промисловості.

На сьогодні ціни на цукор залишаються відносно високими, не зважаючи на позитивну динаміку його виробництва в 2010 році. Це пов’язано з подорожчанням матеріально-технічних ресурсів, особливо енергоносіїв, які залучені у виробництві цукру і займають вагомий відсоток у структурі його собівартості, що й призводить до підвищення цін на «солодкий продукт». У зв’язку з цим для розвитку цукрової галузі в Україні необхідно не тільки збільшення ви-

робництва цукру але й розширення асортименту цукристих речовин. Таке розширення можливе шляхом створення технологій якісно нових цукрозамінників природного походження, дешевших за цукор.

Населення багатьох розвинених країн світу у щоденому раціоні активно заміняє цукор цукристими продуктами, частка яких, за різними оцінками, складає від 30 до 50 %, залежно від традицій харчування в країні [1]. Асортимент цукрозамінників у світі досить різноманітний і продовжує удосконалюватись. До них відносяться цукрозамінники, отримані як із натуральної, так і з синтетичної сировини. Але використання останніх потребує особливого контролю. Так, останнім часом, у значних обсягах ввозяться в Україну і досить активно використовуються в харчових продуктах синтетичні підсолоджувачі, а саме сахарин (Е 954), ацесульфам калію – сунетт (Е 950), аспартам (Е 951), цикламат натрію (Е 952), сукралоза (Е 955).

Популярність застосування інтенсивних синтетичних підсолоджувачів у харчовій промисловості пов’язана з їх високим цукровим еквівалентом та низькими цінами, що досить вигідно з економічного погляду. Використання їх замість цукру в харчових продуктах і напоях суттєво здешевлює кінцевий продукт. Проте, керуючись лише очевидною вигодою в отриманні прибутків, можна вагомо нашкодити здоров’ю людей, особливо дітям, оскільки синтетичні підсолоджувачі в організмі перетворюються на токсичні речовини. Крім того, широке необмежоване використання їх в харчовій промисловості витісняє зі значного сегменту ринку вітчизняний буряковий цукор, зменшуєчи його споживання. Тому використання та дозвування синтетичних інтенсивних підсолоджувачів у харчовій галузі повинно жорстко регулюватися на державному рівні з зачлененням незалежних експертів. Вплив синтетичних підсолоджувачів на організм людини повинен вивчатися спеціалістами харчової галузі та медицини.

Сучасні умови цукрового ринку, вимоги науки про збалансоване харчування, потреба відновлення та захисту здоров’я населення вимагають розширення асортименту харчових продуктів підвищеної біологічної цінності за раху-