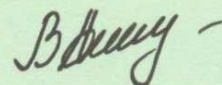


Автореф
В 18

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Варанкіна Олександра Олександрівна



УДК 637.146.34 : 547.979.8

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЙОГУРТІВ
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ
БЕТА-КАРОТИНУ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

05.18.16 – технологія продуктів харчування

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2011

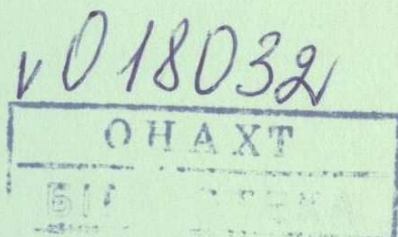
Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному технічному університеті „Харківський політехнічний інститут” Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник доктор біологічних наук, старший науковий співробітник
Кричковська Лідія Василівна,
Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, кафедра органічного синтезу і нанотехнологій, завідувач кафедри.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Дідух Наталія Андріївна,
Одеська національна академія харчових технологій, кафедра технології молока та сушіння харчових продуктів, завідувач кафедри;

доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Рашевська Тамара Олексіївна,
Національний університет харчових технологій, кафедра технології молока і молочних продуктів, професор кафедри.



Захист відбудеться 19 травня 2011 року о 10³⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 Одеської національної академії харчових технологій (65039, м. Одеса, вул. Канатна).

З дисертацією вченої ради спеціалізованої вченої ради Одеської національної академії харчових технологій.

Автореферат розповсюджено за адресою: Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, вул. Канатна, 1.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради, д.т.н., і.о. професора

ОНАХТ 15.12.11
Удосконалення технол



v018032

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Проблема нестачі бета-каротину (БК) та вітаміну А (ВА) гостро стоїть для населення України і світу. Актуальним шляхом подолання даної проблеми згідно з „Концепцією поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування населення” є розробка та виробництво функціональних продуктів масового споживання (йогуртів) із вмістом провітаміну А (ПА) мікробіологічного походження.

Незважаючи на те, що вітчизняний ринок харчових продуктів постійно розширюється, в Україні до сьогоднішнього дня не випускають продукти харчування (в тому числі молочного напрямку), які б містили БК у функціонально значущій кількості. Однією з причин цього є нестійкість (ізомеризація, окиснення) ПА в конкретному харчовому середовищі в процесі виробництва та зберігання. Вирішення проблеми руйнування мікробіологічного ПА в складі кисломолочних продуктів протягом виробництва та зберігання шляхом його фізичної та хімічної стабілізації дозволить удосконалити технології йогуртів, і тим самим, досягти регламентованого вмісту БК мікробіологічного походження в цих продуктах.

Також використання природної антиоксидантної та вітамінної сировини в складі харчових продуктів є перспективним напрямом у розробці та виробництві продуктів функціонального харчування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Теоретичні та практичні наукові дослідження проведено згідно з „Концепцією поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування населення”, яка затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 26 травня 2004 року № 332-р, що передбачає створення технологій та розвиток виробництва нових харчових продуктів з цілеспрямовано зміненим хімічним складом, в тому числі збагачених мікро- і макронутрієнтами, з високою харчовою і біологічною цінністю. Робота виконана відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідної роботи Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”: „Наукове обґрунтування вибору антиоксидантів для стабілізації нетрадиційних олій від окислювальної деструкції”, що затверджена наказом МОН України №1044 від 27.11.07, № держреєстрації 0108U001449, де здобувач була виконавцем окремих етапів.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – теоретичне та експериментальне обґрунтування удосконалення технології йогуртів задля досягнення регламентованого вмісту бета-каротину мікробіологічного походження в їх складі протягом строку придатності.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені наступні завдання:

- провести аналіз фактичного вмісту БК та ВА в молочних невітамізованих продуктах, що представлені на ринку України;
- обґрунтувати дози введення БК до складу молочних продуктів;
- визначити вплив факторів технологічного процесу виробництва йогуртів на руйнування мікробіологічного БК та експериментально підібрати такі параметри, які б забезпечували максимальне збереження ПА (фізична стабілізація) за умови відсутності негативного впливу на показники якості готових продуктів;

- визначити вплив складових рецептури йогуртів на руйнування (збереження) мікробіологічного БК;
- експериментально підібрати вид та кількість антиоксидантів (АО) для стабілізації мікробіологічного БК в складі йогуртів;
- визначити стадії введення БК мікробіологічного походження до складу йогуртів;
- дослідити вплив препаратів мікробіологічного БК, окремо та при додаванні антиокисників, на показники якості готових продуктів;
- розробити та провести промислову апробацію технологій та рецептур йогуртів із регламентованим вмістом БК мікробіологічного походження;
- дослідити якість та розробити проект нормативної документації на новий вид функціональних продуктів;
- визначити біологічну дію йогуртів із вмістом стабілізованого мікробіологічного БК *in vivo*.

Об'єкт дослідження – технологія йогуртів функціонального призначення, що збагачені бета-каротином.

Предмет дослідження – водорозчинний та жиророзчинний препарати БК мікробіологічного походження, їх збереження та стабілізація в складі йогуртів; йогурти з мікробіологічним БК, їх функціональні властивості, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості.

Методи дослідження – загальноприйняті та спеціальні фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні, органолептичні, математичні, статистичні, аналітичні методи з використанням сучасних приладів і устаткування.

Наукова новизна одержаних результатів:

- експериментально визначено вміст БК та ВА в молочних невітамізованих продуктах українських виробників та для кожної групи продуктів вперше побудовано математичні залежності вмісту даних мікронутрієнтів від масової частки жиру (МЧЖ);
- вперше експериментально визначено нестабільність мікробіологічного БК з препаратів „Бета-каротин водорозчинний харчовий „Бетавітон” та „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії” в складі молочних продуктів при їх виробництві та зберіганні;
- вперше експериментально визначено вплив молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій, що входять до складу заквасок для йогуртів, на збереження БК мікробіологічного походження в складі кисломолочних продуктів, та рекомендовано використовувати закваски з вмістом *Bifidobacterium bifidum* для зменшення руйнування ПА;
- вперше виявлено вплив наявності та кількості сухих компонентів в складі йогуртів на збереження БК з препаратів „Бета-каротин водорозчинний харчовий „Бетавітон” та „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії”, та встановлено, що присутність стабілізаторів консистенції в йогуртах позитивно впливає на збереження ПА;
- вперше науково обґрунтовано та експериментально доведено доцільність стабілізації мікробіологічного БК при його додаванні до складу йогуртів;

– вперше застосовано комплексну стабілізацію БК мікробіологічного походження в складі йогуртів шляхом корегування фізичних факторів технологічного процесу виробництва та додавання природних антиокисників – препаратів токоферолу (переважно γ - та δ -форм);

– вперше експериментально встановлено вплив препаратів „Бета-каротин водорозчинний харчовий „Бетавітон” та „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії” та препаратів БК із АО на показники якості йогуртів.

Наукову новизну одержаних результатів підтверджено патентом України.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено методику оцінювання органолептичних показників якості йогуртів з БК, рецептури та технології йогуртів з регламентованим вмістом мікробіологічного ПА. Отримані результати ввійшли в основу проекту нормативної документації – ТУ У 15.5–02071180.001:2010 „Йогурти з мікробіологічним бета-каротином”. Дані рецептури, технології та методика апробовані в промислових умовах ТОВ „Комсомольський молокозавод” (Акт від 22 жовтня 2010 р.) і можуть бути впроваджені на молокопереробних підприємствах. Впровадження у виробництво технології йогуртів з мікробіологічним БК дозволить отримати прогнозований додатковий економічний ефект у 1281,6...1648,0 грн/т (в залежності від виду продукту). Результати дисертаційного дослідження впроваджено в навчальний процес кафедри біотехнології і аналітичної хімії НТУ „ХПІ” (Довідка від 10 грудня 2010 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в розробленні основної концепції роботи, проведенні теоретичних, аналітичних та експериментальних досліджень, формулюванні висновків і рекомендацій, підготовленні матеріалів досліджень до публікацій, розробленні методики оцінювання органолептичних показників якості йогуртів з БК, розробленні та участі у промисловій апробації рецептур та технологій виробництва нових видів йогуртів функціонального призначення.

Ряд експериментальних досліджень було проведено спільно зі співробітниками кафедр біотехнології і аналітичної хімії, технології жирів та продуктів бродіння НТУ „ХПІ” та кафедри біологічної хімії Харківського національного медичного університету, під керівництвом наукового керівника д.б.н., с.н.с. Кричківської Л. В.

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи доповідались та обговорювались на наступних конференціях: Всеукраїнській науково-практичній конференції „Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг” (Харків, 2008 р.); науково-практичній конференції „Актуальные проблемы питания” (Пермь, 2008 р.); Міжнародній науково-практичній конференції „Біотехнологія. Наука. Освіта. Практика” (Дніпропетровськ, 2008 р.); I Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів та молодих учених „Фундаментальні та прикладні дослідження в біології” (Донецьк, 2009 р.); „X Международной конференции молодых ученых „Пищевые технологии и биотехнологии” (Казань, 2009 р.); міжнародній науково-практичній конференції і школі-семінарі „Проблеми енергетичної ефективності харчових і хімічних виробництв” (Одеса, 2009 р.); V, VI міжнародних науково-практичних конференціях „Харчові технології” (Одеса, 2009, 2010 рр.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладено в 12 друкованих роботах, в тому числі: 6 – у наукових фахових виданнях, 1 патент України на корисну модель, 1 – у науково-практичному журналі, у тезах 4 доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Дисертаційна робота викладена на 174 сторінках, містить 24 рисунки (16 сторінок), 31 таблицю (17 сторінок), 7 додатків (61 сторінка). Список використаних джерел включає 308 найменувань (34 сторінки).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення роботи, відображено особистий внесок здобувача та результати апробації, вказано кількість публікацій за темою дисертації.

У першому розділі „Огляд літератури” на базі аналізу даних літератури розглянуто питання нестачі БК та ВА в раціонах харчування населення світу та України; визначено основні біологічні функції даних мікронутрієнтів. Для подолання проблеми недостатності БК та ВА серед населення України обрано ефективний шлях – розробку та виробництво нових функціональних продуктів масового споживання (йогуртів), що збагачені мікробіологічним ПА. Підкреслено, що при збагаченні продуктів БК в їх складі ізомеризується та окислюється в процесі виробництва та зберігання. Визначено основні фактори, що прискорюють процеси окиснення ПА. Розглянуто шляхи подолання проблеми нестійкості мікробіологічного БК в складі йогуртів. Визначено необхідність проведення досліджень по стабілізації БК мікробіологічного походження в складі харчових продуктів взагалі та конкретно в складі йогуртів для досягнення регламентованого вмісту ПА протягом строку придатності продуктів.

У другому розділі „Програма та основні методи дослідження” подано програму дослідження (рис. 1).

При проведенні експериментальних досліджень використовували такі матеріали: препарати БК мікробіологічного походження („Бета-каротин харчовий „Бетавітон” марки М за ТУ 9146–007–23109857–99 виробництва російського підприємства ТОВ „Полісинтез” та „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії” за ТУ 64–6–149–80 виробництва українського підприємства ТОВ „НВП ”Вітан”); АО рослинного походження (препарати суміші токоферолів Е306: „Рікен Е-емульсія 14 SP” та „Рікен Е-олія супер 80” виробництва японської компанії „Riken Vitamin Co., Ltd.”); продукти молочного напрямку; закваски молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій; молоковмісні та немолоковмісні компоненти, що застосовуються при виробництві йогуртів.

В дослідженнях використано загальноприйняті стандартні та спеціальні методи, а саме: фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні та органолептичні. Також застосовано методи математичного моделювання та статистичної обробки даних.

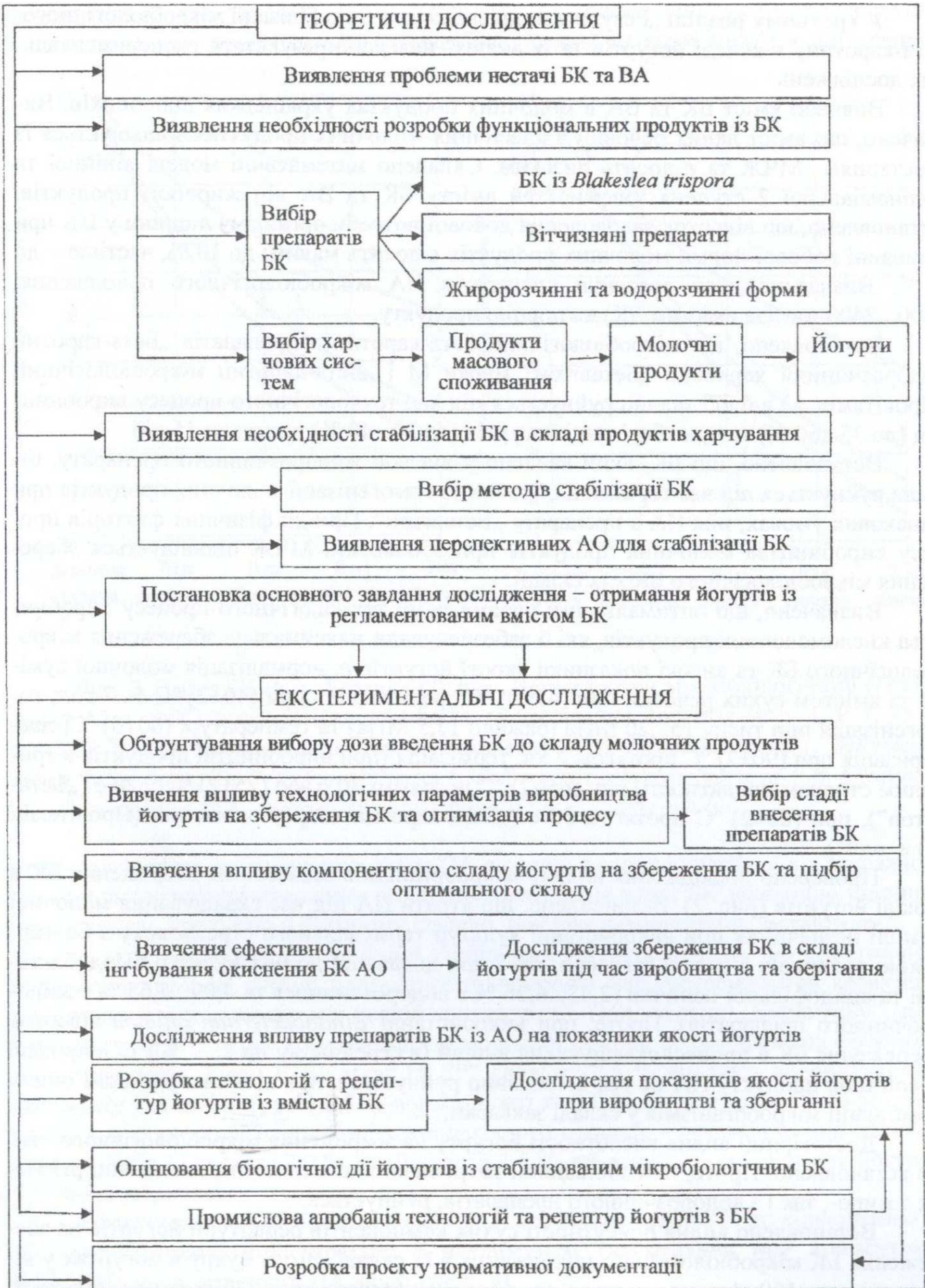


Рис. 1. Програма дослідження.

У третьому розділі „Результати дослідження зі стабілізації мікробіологічного бета-каротину в складі йогуртів та їх аналіз” наведено результати експериментальних досліджень.

Вивчено вміст БК та ВА в молочних продуктах українських виробників. Визначено, що вміст даних речовин в класичних молочних продуктах збільшується із зростанням МЧЖ та є досить низьким. Складено математичні моделі лінійної та поліноміальної 2 ступеня залежностей вмісту БК та ВА від жирності продуктів. Встановлено, що відсоток задоволення добової потреби організму людини у ВА при вживанні добової норми молочних продуктів є досить малим: до 10 %, частіше – до 5 %. Визначено дози введення препаратів ПА мікробіологічного походження: 1800...2400 мкг (за вмістом БК) на порцію продукту.

Встановлено, що мікробіологічний бета-каротин з препаратів „Бета-каротин водорозчинний харчовий „Бетавітон” марки М і „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії” значно руйнується під час технологічного процесу виробництва (до 35...60 %) та при зберіганні йогуртів (до 30...40 %) протягом 15 діб.

Встановлено, що БК, який введено у вигляді жиророзчинного препарату, більше руйнується під час термічної обробки та гомогенізації молочних продуктів при однакових умовах, ніж ПА з препарату „Бетавітон”. При дії фізичних факторів процесу виробництва молочних продуктів при збільшенні МЧЖ підвищується збереження мікробіологічного БК в їх складі.

Визначено, що оптимальними параметрами технологічного процесу виробництва кисломолочних продуктів, які б забезпечували максимальне збереження мікробіологічного БК та високі показники якості йогуртів є: нормалізація молочної суміші за вмістом сухих речовин при $(45 \pm 5) ^\circ\text{C}$; ферментація при $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 5...7 год; гомогенізація при тиску 15...20 МПа (бажано 17,5 МПа) та температурі $(60 \pm 5) ^\circ\text{C}$; пастеризація при $(90 \pm 2) ^\circ\text{C}$ протягом 2 хв; термізація (при виробництві продуктів з тривалим строком придатності) при $(65 \pm 2) ^\circ\text{C}$ протягом 30 с або $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ – 20 с („Бетавітон”), при $(65 \pm 2) ^\circ\text{C}$ протягом 30 с („Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії”).

Проведено дослідження впливу мікроорганізмів заквасок на збереження БК в складі йогуртів (рис. 2). Встановлено, що втрати ПА під час сквашування молочної суміші незначні як при використанні культур термофільного стрептококу з болгарською паличкою в складі закваски, так і при додаванні до цих культур біфідобактерій та ацидофільної палички (2,43...6,26 % з водорозчинного та 4,09...7,65 % з жиророзчинного препаратів). Проте, при використанні *Bifidobacterium bifidum* відсоток збереження БК в процесі сквашування вищий (в середньому на 2...7 %) та в процесі зберігання продукту ПА не так інтенсивно руйнується, ніж при використанні інших комбінації мікроорганізмів у складі закваски.

Достовірний вплив кислотності йогурту на збереження мікробіологічного БК не встановлено. Проте, при збільшенні титрованої кислотності та зменшенні рН ПА як з жиро-, так і з водорозчинного препаратів, руйнується.

Встановлено вплив присутності сухих компонентів рецептури йогуртів на збереження БК мікробіологічного походження в їх складі. Вміст цукру в йогуртах у кількості до 100 г/кг не впливає на збереження каротину. Збільшення кількості

структурутворюючих компонентів (стабілізатору консистенції до 30 г/кг та сухого молока до 50 г/кг) призводить до підвищення умовної в'язкості йогуртів, що в свою

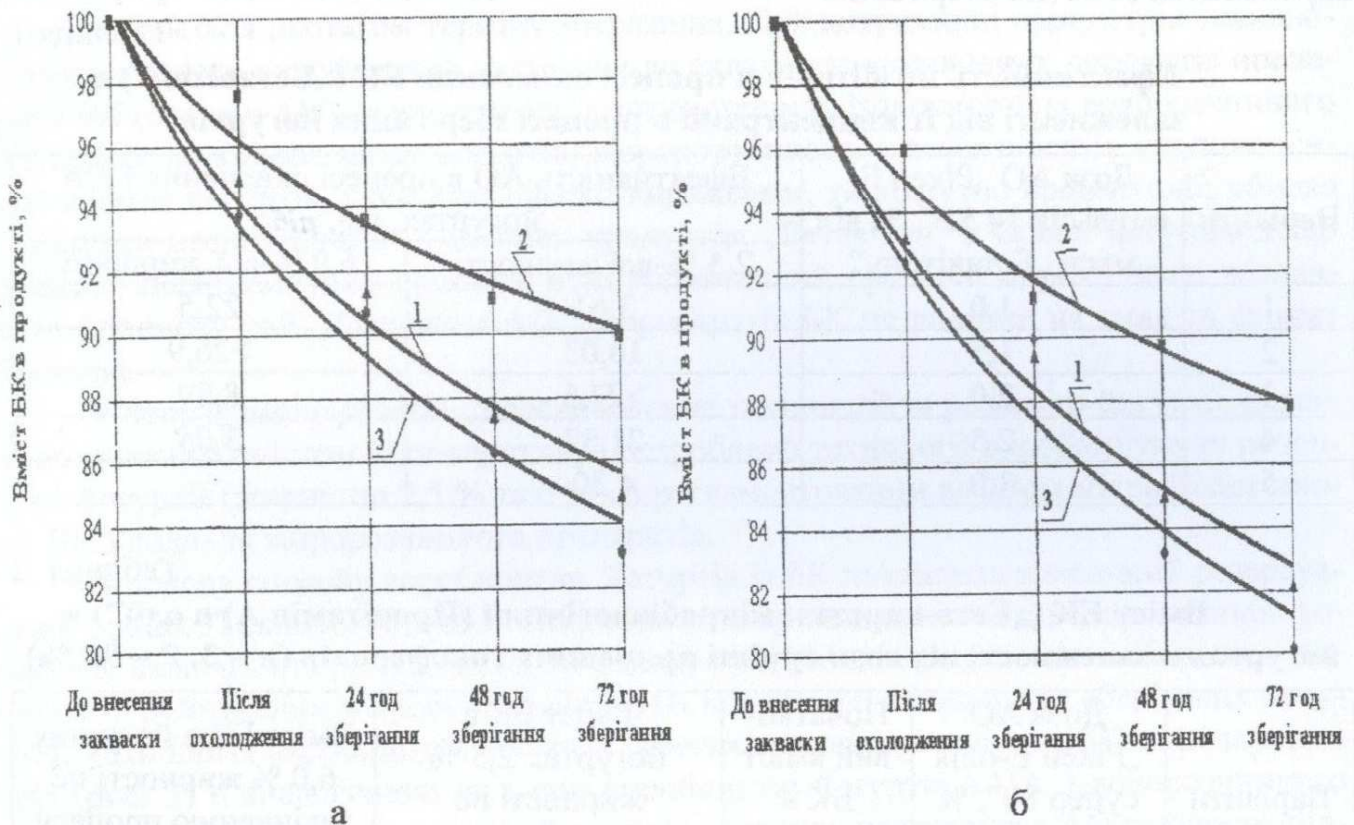


Рис. 2. Вміст БК (а – „Бетавітон”; б – „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії”) в процесі виробництва та зберігання йогуртів ($n = 3$, $P = 95\%$, $\Delta \leq 3,03\%$) при використанні в якості закваски: 1 – *S. thermophilus* та *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*; 2 – *S. thermophilus* та *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* + *B. bifidum*; 3 – *S. thermophilus* та *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* + *L. acidophilus*.

чергу призводить до зменшення втрат ПА в складі таких продуктів. Слід зауважити, що при використанні препарату в олії для зменшення втрат БК необхідно підвищувати в'язкість продуктів у більшому ступені, ніж при використанні „Бетавітону”.

В ході дослідження з хімічної стабілізації БК встановлено, що ефективність антиоксидантної дії суміші природних токоферолів має екстремальний характер з максимумом гальмування при певній концентрації. При введенні „Бетавітону”, який стабілізовано АО перед гомогенізацією молочної суміші, рекомендована ефективна доза препарату „Рікен Е-емульсія 14 SP” складає: 2,5 % від маси водорозчинного препарату ПА для йогуртів 2,5 %-вої жирності та 2,0 % для йогуртів 6,0 %-вої жирності; а при введенні наприкінці технологічного процесу – рекомендована ефективна доза (табл.1) складає 2,0 % для йогуртів 2,5 %-вої жирності та 1,5 % для йогуртів 6,0 %-вої жирності.

Ефективність стабілізації препарату „Рікен Е-олія супер 80” по відношенню до БК має екстремальний характер з максимумом гальмування при концентрації 0,03 % від маси препарату ПА в олії (табл. 2).

Встановлено відсутність руйнування мікробіологічного БК при додаванні ефективних доз суміші природних токоферолів в йогуртах протягом процесу виробництва та 30 діб зберігання.

Таблиця 1

Ефективність інгібіторів в процесі окиснення БК („Бетавітон”) в залежності від їх концентрації в процесі зберігання йогуртів

Варіанти	Доза АО „Рікен Е-емульсія 14 SP”, % від маси „Бетавітону”	Ефективність АО в процесі окиснення БК в йогуртах, ϵ_{BK} , діб	
		2,5 %-вої жирності	6,0 %-вої жирності
1	1,0	3,61	22,5
2	1,5	10,03	>26,9
3	2,0	>27,5	8,89
4	2,5	21,37	3,05
5	3,0	4,30	—

Таблиця 2

Вміст БК („Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії”) в йогуртах в залежності від дози суміші природних токоферолів (n = 3, P = 95 %)

Варіанти	Доза АО „Рікен Е-олія супер 80”, % від препарату БК в олії	Початковий вміст БК в йогуртах, %	Вміст БК в йогуртах 2,5 % жирності по закінченню процесу виробництва, %	Вміст БК в йогуртах 6,0 % жирності по закінченню процесу виробництва, %
Контроль	—	100	51,1±0,8	64,6±1,8
1	0,01	100	85,7±0,9	87,2±2,1
2	0,02	100	89,8±2,5	90,6±0,6
3	0,03	100	98,1±1,1	99,5±0,5
4	0,04	100	92,4±1,6	93,8±3,1
5	0,05	100	86,2±0,4	87,1±2,7

Проведено оцінювання впливу препаратів БК (без та з АО) на показники якості йогуртів. Встановлено, що препарати БК знижують титровану кислотність та підвищують рН молочного середовища під час сквашування молочнокислими мікроорганізмами, причому водорозчинний препарат ПА у більшому ступені знижує кислотність та підвищує рН продуктів; використання препаратів БК, що попередньо стабілізували шляхом введення АО, не викликає змін кислотності молочного середовища протягом виробництва, порівняно з чистими препаратами БК. При відносно постійній кислотоутворюючій здатності мікроорганізмів закваски для йогурту, можна говорити про вплив присутності БК на кислотність середовища в результаті зниження кількості молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій у складі продукту під час сквашування (в порівнянні з кількістю бактерій у продукті без мікробіологічного БК). Додавання препаратів БК змінює колір продукту з молочно-білого на жовто-помаранчевий, який при виробництві йогуртів з мікробіологічним БК (без дода-

ткового введення АО до складу препаратів) в процесі зберігання (в залежності від умов) змінюється: поступово тьмяніє, значно світлішає, – що зумовлено руйнуванням ПА; при виробництві йогуртів зі стабілізованим БК колір продукту не тьмяніє та не змінюється протягом терміну зберігання. При дотриманні параметрів технологічного процесу виробництва додавання до складу кисломолочних продуктів препаратів БК (без та з АО) не впливає на їх консистенцію. Використання водорозчинного препарату не змінює запах йогуртів, жиророзчинного – дещо нівелює кисломолочний аромат йогуртів, який стає слабко вираженим, та відчутно аромат олії; обидва препарати дещо впливають на смак продуктів: „Бетавітон” в складі йогуртів дещо нівелює кисломолочний присмак, а жиророзчинний препарат сприяє появі незначного присмаку олії. Додавання АО до препаратів БК не впливає на смак та аромат йогуртів.

У четвертому розділі „Удосконалення технології та рецептур йогуртів із регламентованим вмістом бета-каротину” розроблено технології виробництва та рецептури йогуртів (жирністю 2,5 % та 6 %) із регламентованим вмістом мікробіологічного БК з водо- та жиророзчинного препаратів.

В основу способу виробництва йогуртів із БК покладено класичний резервуарний процес. Технологічна схема виробництва при використанні водорозчинної форми БК включає стадію введення препарату наприкінці процесу, що забезпечує відсутність руйнування мікробіологічного ПА під час виробництва та зберігання йогуртів. Технологія виробництва йогуртів із регламентованим вмістом БК з препарату в олії (рис. 3) є аналогічною як і при виробництві йогуртів з ПА з водорозчинного препарату. Відмінністю технологій є стадія введення препаратів з АО та процес підготовки препаратів до введення. Жиророзчинні препарати БК вводять до складу продукту на стадії нормалізації суміші за вмістом сухих речовин перед процесом гомогенізації. Препарат БК із АО готують безпосередньо перед внесенням до молочної суміші.

До складу продуктів введено сухе знежирене молоко для покращення органолептичних показників, для досягнення необхідного вмісту сухих речовин та для зменшення втрат БК в продукті під час зберігання; молоко знежирене для приготування емульсії жиророзчинного препарату БК; цукор для покращення органолептичних показників. Закваска поряд з йогуртними культурами (*S. thermophilus* та *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*) містить *Bifidobacterium bifidum*, що забезпечує, разом з лікувально-профілактичними властивостями йогуртів, менший відсоток руйнування мікробіологічного ПА в складі кисломолочних продуктів. Стабільність БК під час виробництва та зберігання забезпечує введення до складу продукту природних АО в зазначених кількостях. Допустимий строк придатності йогуртів зі стабілізованим БК, що встановлено на основі аналізу експериментальних даних за сукупністю показників якості, становить 15 діб при температурі $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Розроблені технології та рецептури пройшли промислово апробацію. Готові продукти – йогурти з вмістом БК мікробіологічного походження – мають регламентований вміст ПА протягом встановленого строку придатності, високі органолептичні показники, мікробіологічні та фізико-хімічні показники продуктів відповідають вимогам нормативних документів.

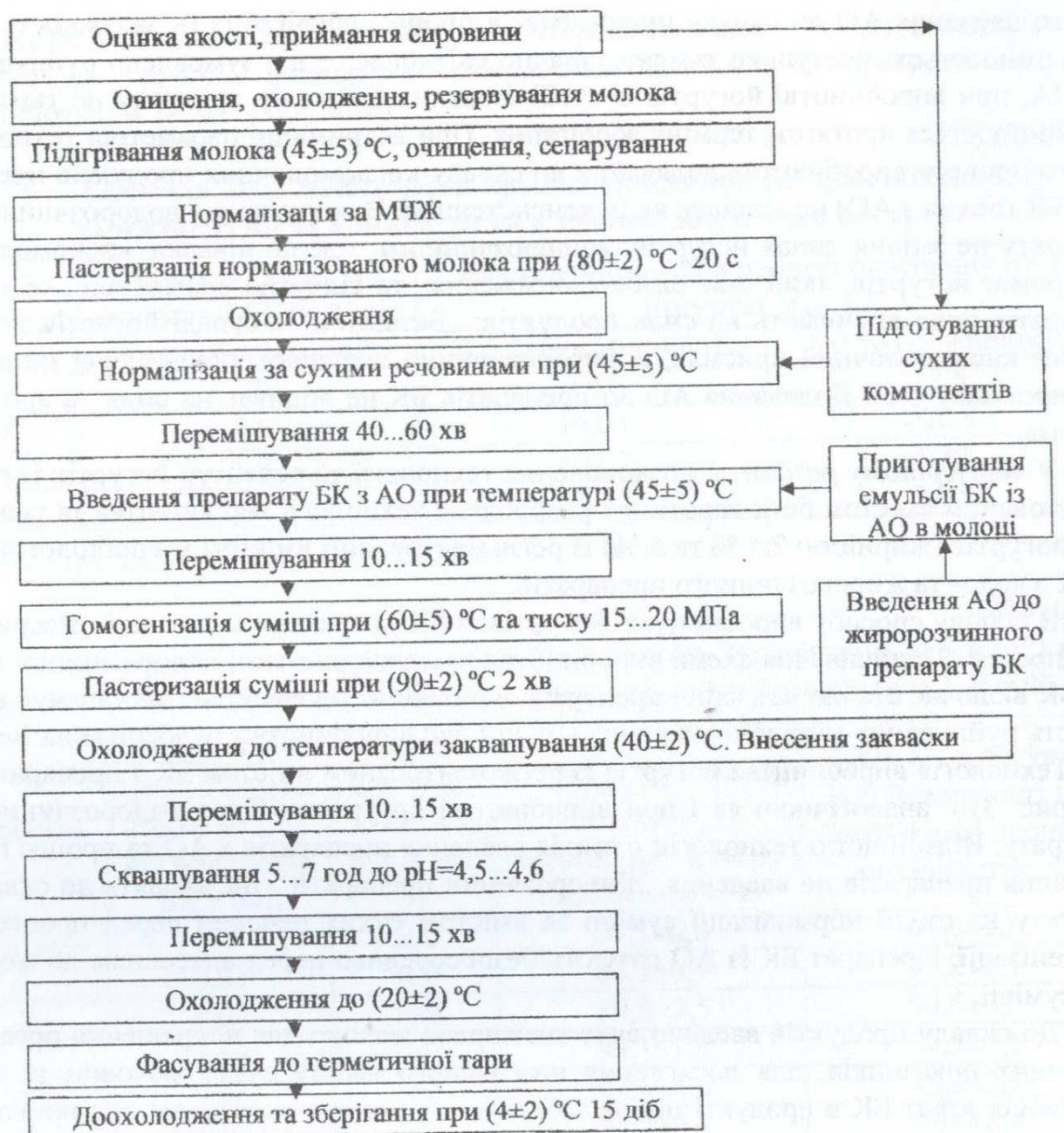


Рис. 3. Принципова технологічна схема виробництва йогуртів із регламентованою кількістю БК з препарату „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії”.

На нові види продуктів розроблено проект нормативної документації – ТУ У 15.5–02071180.001:2010 „Йогурти з мікробіологічним бета-каротином”.

У п'ятому розділі „Медико-біологічне оцінювання йогуртів зі стабілізованим мікробіологічним бета-каротином” в дослідженнях *in vivo* доведено, що вживання йогуртів із вмістом стабілізованого ПА гальмує негативні процеси в організмі, які спричинені дією окислювального стресу, а саме знижує рівень продуктів перекисного окиснення ліпідів (дієнових кон'югатів та малонового діальдегіду); причому, вживання йогуртів із стабілізованим бета-каротином з жиророзчинного препарату більш ефективно знижує вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів в організмі тварин. Також встановлено належність йогуртів із вмістом стабілізованого ПА до продуктів, що проявляють геропротекторні властивості.

ВИСНОВКИ

1. На основі теоретичних узагальнень та експериментальних досліджень удосконалено технологію йогуртів функціонального призначення з використанням бета-каротину мікробіологічного походження, що дозволило отримати продукт з регламентованим вмістом бета-каротину, з нормативними фізико-хімічними, мікробіологічними, органолептичними показниками якості та з підвищеною біологічною цінністю.

2. Встановлено, що вміст ВА та БК в класичних молочних продуктах збільшується із зростанням МЧЖ та є досить низьким, при цьому відсоток задоволення добової потреби організму людини у ВА при вживанні добової норми молочних продуктів є досить малим: до 10 %, частіше – до 5 %.

3. Обґрунтовано дози введення препаратів БК мікробіологічного походження, що складають: 1800...2400 мкг (за вмістом ПА) на порцію продукту.

4. Визначено негативний вплив параметрів нормалізації, гомогенізації, пастеризації молочної суміші та термізації йогуртної основи на збереження мікробіологічного БК в складі йогуртів. Встановлено, що оптимальними параметрами технологічного процесу виробництва, які б забезпечували максимальне збереження мікробіологічного БК та високі показники якості йогуртів, є: нормалізація молочної суміші за вмістом сухих речовин при $(45 \pm 5)^\circ\text{C}$; ферментація при $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 5...7 год; гомогенізація при тиску 15...20 МПа (оптимально 17,5 МПа) та температурі $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$; пастеризація при $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 2 хв; термізація (при виробництві продуктів з тривалим строком придатності) при $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 30 с або $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ – 20 с („Бетавітон”), при $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 30 с („Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії”).

5. Визначено вплив виду та кількості сухих компонентів на збереження мікробіологічного каротину в складі йогуртів: вміст цукру в йогуртах у кількості до 100 г/кг не впливає на збереження каротину; збільшення кількості структуроутворюючих компонентів (стабілізатору консистенції до 30 г/кг та сухого молока до 50 г/кг) призводить до підвищення умовної в'язкості йогуртів, що в свою чергу призводить до зменшення втрат ПА. Встановлено, що використання *Bifidobacterium bifidum* в складі закваски для йогуртів є бажаним через те, що відсоток збереження БК в процесі сквашування вищий в середньому на 2...7 % та в процесі зберігання продукту ПА не так інтенсивно руйнується, ніж при використанні інших комбінації мікроорганізмів у складі закваски.

6. Експериментально підібрано АО для мікробіологічного каротину та дози їх введення: при введенні „Бетавітону” перед гомогенізацією молочної суміші рекомендована ефективна доза препарату „Рікен Е-емульсія 14 SP” складає 2,5 % від маси водорозчинного препарату ПА (для йогуртів 2,5 %-вої жирності) та 2,0 % (для йогуртів 6,0 %-вої жирності), а при введенні наприкінці технологічного процесу – рекомендована ефективна доза складає 2,0 % (для йогуртів 2,5 %-вої жирності) та 1,5 % (для йогуртів 6,0 %-вої жирності); рекомендована ефективна доза препарату „Рікен Е-олія супер 80” складає 0,03 % від маси препарату БК в олії.

7. Визначено стадії введення препаратів мікробіологічного БК: „Бетавітон”, що попередньо стабілізований, слід вводити наприкінці стадії нормалізації суміші за

сухими речовинами або по закінченню сквашування після охолодження продукту; „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії”, що попередньо стабілізований, потрібно вводити на стадії нормалізації перед процесом гомогенізації молочної суміші.

8. Експериментально визначено вплив присутності препаратів мікробіологічного БК (без та з АО) на органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники йогуртів: додавання препаратів ПА змінює колір продукту на жовто-помаранчевий, який в процесі зберігання поступово тьмяніє та значно світлішає; при виробництві йогуртів зі стабілізованим БК колір продукту не змінюється протягом строку придатності; при дотриманні параметрів технологічного процесу виробництва додавання до складу йогуртів препаратів БК (без та з АО) не впливає на їх консистенцію; „Бетавітон” (без та з АО) не змінює запах йогуртів та дещо нівелює кислотно-молочний присмак, а жиророзчинний препарат сприяє появі незначного присмаку та аромату олії; препарати БК знижують титровану кислотність та підвищують рН молочного середовища під час сквашування; при відносно постійній кислотоутворюючій здатності мікроорганізмів закваски для йогурту, присутність БК впливає на кислотність середовища в результаті зниження кількості молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій під час сквашування; використання стабілізованих препаратів ПА не визиває змін кислотності молочного середовища протягом виробництва, порівняно з чистими препаратами БК.

9. Розроблено та промислово апробовано технології виробництва та рецептури йогуртів із вмістом стабілізованого мікробіологічного БК. Встановлено, що впровадження у виробництво технології йогуртів з мікробіологічним БК дозволить отримати прогнозований додатковий економічний ефект у 1281,6...1648 грн/т (в залежності від виду продукту).

10. Встановлено, що йогурти з вмістом стабілізованого БК мікробіологічного походження мають регламентований вміст ПА протягом встановленого строку придатності (15 діб при температурі (4 ± 2) °C), високі органолептичні показники, мікробіологічні та фізико-хімічні показники продуктів відповідають вимогам нормативних документів. Розроблено проект нормативно документації – ТУ У 15.5–02071180.001:2010 „Йогурти з мікробіологічним бета-каротином”.

11. Доведено належність йогуртів із вмістом стабілізованого БК до продуктів, що проявляють антиоксидантні та геропротекторні властивості.

СПИСОК ПРАЦЬ, ЩО ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Варанкіна, О. О. Використання біотехнологічної сировини в продуктах харчування [Текст] / О. О. Варанкіна, Л. В. Кричківська // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харчування і торгівлі. – 2008. – Вип. 2 (8). – С. 408 – 416.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду літератури, проведення досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку.

2. Варанкіна, О. О. Аналіз кількісного вмісту бета-каротину та вітаміну А в молочних продуктах [Текст] / О. О. Варанкіна, Л. В. Кричківська // Прогресивні

техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харчування і торгівлі. – 2009. – Вип. 1 (9). – С. 460 – 468.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду літератури, проведення досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку.

3. Варанкіна, О. О. Температурні параметри процесу виробництва функціонального йогуртного продукту з мікробіологічним каротином [Текст] / О. О. Варанкіна, Л. В. Кричковська // Наукові праці ОНАХТ. – 2009. – Вип. 35. – Том 2. – С. 122 – 125.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду літератури, проведення досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку.

4. Варанкіна, О. О. Вплив мікроорганізмів (заквасок) на збереження бета-каротину у складі йогуртних продуктів [Текст] / О. О. Варанкіна, Л. В. Кричковська // Наукові праці ОНАХТ. – 2009. – Вип. 36. – Том 2. – С. 143 – 149.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду літератури, проведення досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку.

5. Варанкіна, О. О. Розробка технології виробництва йогуртів із вмістом бета-каротину біотехнологічного походження [Текст] / О. О. Варанкіна, Л. В. Кричковська // Наукові праці ОНАХТ. – 2010. – Вип. 38. – Том 2. – С. 191 – 194. – ISSN 2073–8730.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду літератури, узагальнення результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку.

6. Варанкіна, О. О. Біологічна дія йогуртів із стабілізованим бета-каротином [Текст] / О. О. Варанкіна, Л. В. Кричковська, Т. І. Зекунова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – Вып. 6/10 (48). – С. 35 – 38. – ISSN 1729–3774.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, участь в експериментальних дослідженнях, обробка даних та підготовка їх до друку.

7. Пат. UA49831 Україна, МПК^{2006.01} A23C9/123. Спосіб виробництва йогуртного продукту [Текст] / Кричковська Л. В., Варанкіна О. О. ; заявник та патентовласник Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”. – № u200912503 ; заявл. 03.12.2009 ; опубл. 11.05.2009, Бюл. № 9.

Особистий внесок: проведення літературного та патентного пошуку, розробка патенту, підготовка матеріалів до патентування.

8. Кричковська, Л. В. Світовий ринок продуктів харчування з вмістом β -каротину [Текст] / Л. В. Кричковська, О. О. Варанкіна // Food Technologies & Equipment. Пищевые технологии и оборудование. – 2008. – № 8. – С. 28 – 35.

Особистий внесок: обробка, обґрунтування та узагальнення літературної та патентної інформації, огляд ринку продуктів з БК, підготовка матеріалів до друку.

9. Варанкіна, О. О. Використання ліпідних продуктів біотехнологічного синтезу в молочних продуктах [Текст] / О. О. Варанкіна, Л. В. Кричковська // Биотехнология. Наука. Образование. Практика. Тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции (Днепропетровск, 11 – 13 ноября 2008 г.) / ДВУЗ „Укра-

инский государственный химико-технологический университет". – Днепропетровск, 2008. – С. 12 – 13.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду літератури, узагальнення результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку.

10. Варанкина, А. А. Обогащение кисломолочных продуктов микробиологическим каротином [Текст] / А. А. Варанкина, Л. В. Кричковская // Пермский медицинский журнал. Мат. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы питания» / Перм. мед. акад. – Пермь : ОТ и ДО, 2008. – С. 39 – 40.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду літератури, проведення досліджень та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку.

11. Варанкіна, О. О. Необхідність стабілізації каротину мікробіологічного походження як функціонального інгредієнту у складі кисломолочних продуктів [Текст] / О. О. Варанкіна // Фундаментальні та прикладні дослідження в біології. Матеріали I міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів та молодих учених (23 – 26 лютого 2009 р., Донецьк) / Донецький національний університет. – Донецьк : Вебер (Донецька філія), 2009. – Том II. – С. 358 – 359. – ISBN 978-966-335-230-9.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду літератури, узагальнення результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку.

12. Варанкина, А. А. Стабилизация каротина в составе кисломолочных продуктов [Текст] / А. А. Варанкина, Л. В. Кричковская // X Международная конференция молодых ученых «Пищевые технологии и биотехнологии» (г. Казань, 12-15 мая 2009 г.) Сборник тезисов докладов / Казанський гос. технологический ун-т. – Казань : Отечество, 2009. – С. 233.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду літератури, проведення досліджень та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку.

АНОТАЦІЯ

Варанкіна О. О. Удосконалення технології йогуртів функціонального призначення з використанням бета-каротину мікробіологічного походження. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 „Технологія продуктів харчування”. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Одеса, 2011.

Дисертацію присвячено удосконаленню та розробці технології та рецептур йогуртів з мікробіологічним бета-каротином задля подолання проблеми недостатності бета-каротину та вітаміну А в раціонах харчування українського населення.

В роботі вирішено проблему нестійкості (окиснення) мікробіологічного бета-каротину в складі йогуртів шляхом підбору оптимальних технологічних параметрів та введення природних антиоксидантів. *In vivo* доведено антиоксидантну та геропротекторну дію йогуртів із вмістом стабільного бета-каротину мікробіологічного походження.

На основі проведених досліджень удосконалено технологію, розроблено рецептури і нормативну документацію на виробництво йогуртів із вмістом стабільного

бета-каротину із *Blakeslea trispora*. Розраховано додатковий економічний ефект виробництва йогуртів з мікробіологічним бета-каротином.

Ключові слова: раціон харчування, мікробіологічний бета-каротин, вітамін А, окиснення, стабілізація, рецептура, технологія.

АННОТАЦІЯ

Варанкина А. А. Усовершенствование технологии йогуртов функционального назначения с использованием бета-каротина микробиологического происхождения. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.16 "Технология продуктов питания". – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Одесса, 2011.

Диссертация посвящена преодолению проблемы недостатка бета-каротина и витамина А в рационах питания украинского населения путем разработки и производственного апробирования новых функциональных продуктов (йогуртов), содержащих микробиологический бета-каротин.

Установлено, что микробиологический бета-каротин из препаратов "Бета-каротин водорастворимый пищевой "Бетавитон" марки М и "Бета-каротин микробиологический (Провитамин А) в масле" значительно разрушается во время технологического процесса производства (до 35...60 %) и при хранении йогуртов (до 30...40 %) в течение 15 суток.

В работе решена проблема неустойчивости бета-каротина микробиологического происхождения в составе йогуртов путем подбора факторов технологического процесса производства, обеспечивающих минимальный процент разрушения провитамина А, и путем дополнительного введения природных фенольных антиоксидантов, обеспечивающих отсутствие разрушения микробиологического провитамина А в течение срока годности продуктов.

Определено, что оптимальными параметрами технологического процесса производства кисломолочных продуктов, обеспечивающих максимальную сохранность микробиологического бета-каротина и высокие показатели качества йогуртов, являются: нормализация молочной смеси по содержанию сухих веществ при $(45 \pm 5)^\circ\text{C}$; гомогенизация при давлении 15...20 МПа (оптимально 17,5 МПа) и температуре $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$; пастеризация при $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 2 мин; ферментация при $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 5...7 часов; термизация (при производстве продуктов с большим сроком годности) при $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 30 с или $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 20 с ("Бетавитон"), при $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 30 с ("Бета-каротин микробиологический (Провитамин А) в масле").

Показано влияние вида и количества сухих компонентов на сохранность микробиологического каротина в составе йогуртов. Содержание сахара в йогуртах в количестве до 100 г/кг не влияет на сохранность каротина; увеличение количества стабилизатора консистенции до 30 г/кг и сухого молока до 50 г/кг приводит к повышению условной вязкости кисломолочных продуктов, что в свою очередь приводит к уменьшению потерь бета-каротина.

Определено, что использование *Bifidobacterium bifidum* в составе закваски для йогуртов желательнее из-за того, что процент сохранности бета-каротина в процессе сквашивания выше (в среднем на 2...7 %) и в процессе хранения продукта провитамин А не так интенсивно разрушается, чем при использовании других комбинации микроорганизмов в составе закваски.

Экспериментально подобраны антиоксиданты для микробиологического каротина и дозы их введения. При введении "Бетавитона" перед гомогенизацией молочной смеси рекомендованная эффективная доза препарата "Рикэн Е-эмульсия 14 SP" составляет 2,5 % от массы водорастворимого препарата провитамина А (для йогуртов 2,5 %-ной жирности) и 2,0 % (для йогуртов 6,0 %-ной жирности), а при введении конце технологического процесса - рекомендованная эффективная доза составляет 2,0 % (для йогуртов 2,5 %-ной жирности) и 1,5 % (для йогуртов 6,0 %-ной жирности). Рекомендованная эффективная доза препарата "Рикэн Е-масло супер 80" составляет 0,03 % от массы препарата провитамина А в масле.

Определено влияние присутствия препаратов микробиологического бета-каротина (без и с антиоксидантами) на органолептические, физико-химические и микробиологические показатели йогуртов. Добавление препаратов провитамина А меняет цвет продукта на желто-оранжевый, который в процессе хранения постепенно тускнеет и светлеет, при производстве йогуртов со стабилизированным бета-каротином цвет продукта не меняется в течение срока годности, добавление в состав йогуртов препаратов бета-каротина (без и с антиоксидантами) не влияет на их консистенцию, "Бетавитон" (без и с антиоксидантами) не изменяет запах йогуртов и несколько нивелирует кисломолочный привкус, а жирорастворимый препарат способствует появлению незначительного привкуса и аромата подсолнечного масла; препараты бета-каротина снижают титруемую кислотность и повышают рН молочной среды сразу после их введения и во время сквашивания; присутствие бета-каротина влияет на кислотность среды в результате снижения количества молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий при сквашивании; использование стабилизированных препаратов провитамина А не вызывает изменений кислотности молочной среды в течение производства по сравнению с чистыми препаратами бета-каротина.

Установлено, что йогурты с содержанием стабилизированного бета-каротина биотехнологического происхождения имеют регламентированное содержание провитамина А в течение установленного срока годности, высокие органолептические показатели, микробиологические и физико-химические показатели продуктов соответствуют требованиям нормативных документов.

Усовершенствованы и апробированы в производственных условиях технологии производства и рецептуры йогуртов с содержанием стабилизированного бета-каротина из *Blakeslea trispora*. Рассчитан дополнительный экономический эффект производства йогуртов с микробиологическим бета-каротином.

Разработаны методика органолептической оценки йогуртов с бета-каротином по 100-бальной шкале и проект нормативной документации – ТУ У 15.5-02071180.001:2010 "Йогурты с микробиологическим бета-каротином".

Доказано, что употребление йогуртов с содержанием стабилизированного провитамина А тормозит негативные процессы в организме, вызванных действием окислительного стресса, а именно снижает уровень продуктов перекисного окисле-

ния ліпидов. Показана належність йогуртов з вмістом стабілізованого бета-каротина до продуктів, які проявляють антиоксидантні та геропротекторні властивості.

Ключові слова: раціон харчування, мікробіологічний бета-каротин, вітамін А, окислення, стабілізація, рецептура, технологія.

SUMMARY

Varankina O. O. The improvement of the technology of yoghurts of the functional setting with the use of beta-carotene of microbiological origin. – Manuscript.

The thesis for a Candidate's degree of technical sciences on speciality 05.18.16 "Technology of Food stuffs". - Odessa National Academy of Food Technologies, Ministry of Education and Science, Youth and Sports of Ukraine, Odessa, 2011.

The dissertation is devoted to the improvement and development of the technologies and formulations of yoghurts with microbiological beta-carotene for the overcoming the problem of lack of beta-carotene and vitamin A in the diet of the Ukrainian population.

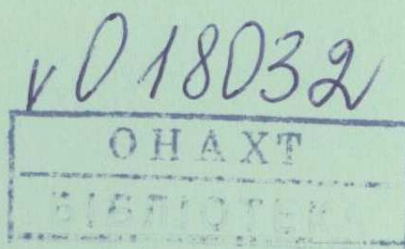
The problem of instability (oxidation) of microbiological beta-carotene in yoghurts by the selection of optimum technological parameters and introduction of natural antioxidants is solved in this thesis.

The antioxidant and geroprotective actions of yoghurts with content of a stable beta-carotene of microbiological origin in vivo are proved.

The technologies, the formulations and the normative documentation of the production of yoghurts containing a stable beta-carotene from *Blakeslea trispora* based on the conducted researches is developed.

The additional economic effect of the production of yoghurts with microbiological beta-carotene is calculated.

Key words: diet, microbiological beta-carotene, vitamin A, oxidation, stabilization, formulation, technology.



Підписано до друку 07.04.2011. Формат 60×90/16. Ум. друк. арк. 0,9.
Наклад 100 прим. Замовлення № 25

Одеська національна академія харчових технологій
65039, Україна, м. Одеса, вул. Канатна, 112.