



2018

НАУКОВІ ПРАЦІ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 24 № 6

*Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
засновано в 1993 році*

КИЇВ ♦ НУХТ ♦ 2018

Articles with the results of fundamental theoretical developments and applied research in the field of technical and economic sciences are published in this journal. The scripts of articles are reviewed beforehand by leading specialists of corresponding branch.

The journal was designed for professors, tutors, scientists, post-graduates, students of higher education establishments and executives of the food industry.

Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical and economic sciences (Decree of MES of Ukraine # 241 from September 3, 2016), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is indexed by the following scientometric databases:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- CABI Full Text
- Universal Impact Factor
- Google Scholar

The Journal is recommended for publication of research results by the Ministry of Science and Higher Education of Poland.

Editorial office address:

National University of
Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
building B, room 412
01601 Kyiv, Ukraine

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies. Minutes of meeting # 5 from 27th of December, 2018

© NUFT, 2018

У журналі публікуються статті за результатами фундаментальних теоретичних розробок і прикладних досліджень у галузі технічних та економічних наук. Рукописи статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів, керівників підприємств харчової промисловості.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (Наказ МОН України № 241 від 09.03.2016), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» індексується такими наукометричними базами:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- CABI Full Text
- Universal Impact Factor
- Google Scholar

Журнал рекомендовано Міністерством науки і вищої освіти Польщі для публікації результатів наукових досліджень.

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68,
корпус Б, к. 412,
м. Київ, 01601

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій.
Протокол № 5 від 27 грудня 2018 року

© НУХТ, 2018

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

Головний редактор Editor-in-Chief

Анатолій Українець
Anatoliy Ukrainets

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food
Technologies, Ukraine

Заступник головного редактора Deputy chief editor

Олександр Шевченко
Olexander Shevchenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food
Technologies, Ukraine

Відповідальний секретар Accountable secretary

Юрій Пенчук
Yuriy Penchuk

канд. техн. наук, доц., Україна
Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Члени редакційної колегії:

Анатолій Зайнчковський
Anatoly Zainchkovskiy

д-р екон. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Анатолій Ладанюк
Anatoly Ladanyuk

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Анатолій Сайганов
Anatoly Sayganov

д-р екон. наук, проф., Білорусь
Ph. D. Hab., Prof., Institute of System Research in
Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, Belarus

Анжей Ковальський
Anzhey Kowalski

д-р екон. наук, проф., Польща
Ph. D. Hab., Prof., Institute of Agricultural and Food Economics,
Poland

Брайан Мак Кенна
Brian McKenna

д-р техн. наук, проф., Ірландія
Ph. D. Hab., Prof., University College Dublin, Ireland

Василь Пасічний
Vasyl Pasichnyi

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Віктор Доценко
Victor Dotsenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Віра Оболкіна
Vera Obolkina

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Віктор Ємцев
Viktor Yemtsev

д-р екон. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food
Technologies, Ukraine

Володимир Зав'ялов
Volodymyr Zavialov

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies,
Ukraine

Галина Полішук
Halyna Polishchuk

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Герхард Шльонінг Gerhard Schleining	д-р техн. наук, Австрія Ph. D. Hab., Prof., University of Natural Resources, Austria
Дайва Лескаускайте Daiva Leskauskaite	д-р техн. наук, проф., Литва Ph. D. Hab., Prof., Kaunas University of Technology, Lithuania
Іван Малезжик Ivan Malezhyk	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Кристина Сильва Cristina L.M.Silva	д-р техн. наук, проф., Португалія Ph. D. Hab., Prof., University de Catolica, Portuguesa
Лада Шірінян Lada Shirinyan	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Лариса Арсеньєва Larisa Arsenyeva	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Микола Прядко Mykola Pryiadko	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Наталія Гусятинська Natalia Gusyatyńska	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Бутнік-Сіверський Oleksandr Butnik-Siverskyi	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Литвиненко Oleksandr Lytvynenko	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Перепелиця Oleksandr Perepelitsa	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Паола Піттія Paola Pittia	д-р техн. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Teramo, Italy
Петро Шиян Petro Shyian	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Саверіо Манніно Saverio Mannino	д-р хім. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Milan, Italy
Світлана Бондаренко Svitlana Bondarenko	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Хууб Лелієвельд Huub Lelieveld	Нідерланди Ph. D. Hab., Prof., President of the Global Harmonization Initiatives, Netherlands

ЗМІСТ

Автоматизація та інформаційні технології
Чаплінський Ю.П. Сучасна роль контексту при прийнятті рішень 7

Луцька Н.М. Енергоефективність робастно-оптимальних систем керування технологічними об'єктами 16

Безуглов А.О., Ладанюк А.П. Інформаційне забезпечення системи керування буряко-переробним відділенням цукрового заводу 24

Біотехнологія і мікробіологія

Данилюк А.Г., Білінський С.О. Інноваційні технології виробництва еластичних шкіряних матеріалів 32

Ребрикова П.А., Шидловська О.А., Жолобак Н.М., Мокроусова О.Р. Біотехнологічні аспекти очищення стічних вод підприємств, що переробляють продукти тваринництва 42

Пирог Т.П., Никитюк Л.В., Кондрашевська К.Р., Ключка І.В. Руйнування біоплівки за дії поверхнево-активних речовин, синтезованих *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 на відходах виробництва біодизелю 50

Охмат О.А., Мокроусова О.Р., Майстренко Л.А. Білкові трансформації у біополімерах тваринного походження 59

Шаповалов Є.Б., Жадан С.О., Салюк А.І., Котинський А.В. Регулювання концентрації амонійного азоту при метановій ферментації курячого посліду в умовах рециркуляції рідкої фази 65

Економіка і соціальний розвиток

Омельченко К.Ю., Соломка О.М. Україна: країна економічних проблем чи можливостей 73

Процеси і апарати харчових виробництв
Бурдо О.Г., Безбах І.В., Зиков О.В., Шишов С.В. Дослідження впливу режимних і конструктивних параметрів при обробці в'язких та дисперсних продуктів в апаратах на базі ротаційних термосифонів 80

Стадник І.Я., Федак С.І., Пащенко Б.С., Ткачук Н.А. Методика розрахунку оптимальних параметрів валкового розкачування 90

Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Степанець О.І. Експериментальні дослідження процесів десорбції спирту з водних розчинів 100

Сардаров А.М., Маяк О.А., Шершньов Г.Г. Дослідження структурних характеристик і кінетики процесу сушіння рослинної сировини у вібраційній вакуумній сушарці 110

Тепло- і енергопостачання

Якимчук М.В., Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О., Якимчук В.М. Рекуперація енергії в пневматичному приводі функціонального мехатронного модуля накопичення шарів вантажів 119

CONTENTS

Automation and Information Technologies
Chaplinsky Y. The modern role of context in decision-making 7

Lutska N. Energy efficiency of robust-optimal systems of control of technological objects 16

Bezuhlov A., Ladanyuk A. Informational supply of the control system at the beetprocessing department of the sugar factory 24

Biotechnology and Microbiology

Danylkovych A., Bilinskii S. Innovative technologies for the production of elastic leather materials 32

Rebrykova P., Shydlovskaya O., Zholobak N., Mokrousova O. Biotechnological aspects of wastewater treatment of enterprises that process livestock products 42

Pirog T., Nikitiuk L., Kondrashevska K., Kluchka I. Destruction of biofilms under action of surfactants synthesized by *Nocardia vaccinii* IMV B-7405 on waste of biodiesel production 50

Okhmat O., Mokrousova O., Maistrenko L. Transformations of protein in polymers of animal origin 59

Shapovalov Ye., Zhadan S., Salyuk A., Kotinskiy A. Regulation of the ammonia nitrogen concentration at the methane fermentation of chicken manure under conditions of the liquid phase recirculation 65

Enterprise Economy and Social Development
Omelchenko K., Solomka O. Ukraine: a land of economic problems or opportunities 73

Processes and Equipment for Food Industries
Burdo O., Bezbakh I., Zikov O., Shishov S. Research on the impact of modified and constructive parameters in the processing of viscous and dispersion products in apparatus on the rotational thermosyphon base 80

Stadnyk I., Fedak S., Pashchenko B., Tkachuk N. Methods of calculation of optimal parameters of rolling 90

Sokolenko A., Shevchenko O., Stepanets O. Experimental investigations of alcohol desorption processes from water solutions 100

Sardarov A., Mayak O., Shershnev G. Research of structural characteristics and kinetics of drying process raw material in vibration vacuum dryer 110

Heat and Electricity

Iakymchuk M., Gavva O., Kryvopliash-Volodina L., Yakymchuk V. Recuperation of energy in the pneumatic drive of the functional mechatronic module of accumulation of layer of cargo 119

Вольчин І.А., Гапонич Л.С. Викиди діоксиду вуглецю на українських вугільних теплових електростанціях

Фізико-математичні науки

Король А.М., Медвідь Н.В., Вишняк В.В., Литвинчук С.І. Провідність контакту: надпровідний графен з d-хвильовим спарюванням — нормальний графен з різними швидкостями Фермі

Харчові технології

Кочубей-Литвиненко О.В., Пасічний В.М., Юценко Н.М., Яценко О.В., Кузьмик У.Г. Перспективи використання ізоляту горохового протеїну у технології масляних паст

Українець А.І., Шиян П.Л., Булій Ю.В., Куц А.М. Підвищення ефективності брагоректифікаційних установок

Михайлов В.М., Самохвалова О.В., Олійник С.Г., Гревцева Н.В., Загорулько О.Є., Загорулько А.М. Перспективи створення технологій оздоровчих хлібобулочних і кондитерських виробів на основі нетрадиційної рослинної сировини

Пешук Л.В., Іванова Т.М., Радзівська І.Г. Наукові пошуки можливості стабілізації якості жирів з включенням нативної кверцетинвмісної сировини

Токар А.Ю., Гайдай І.В., Юшина О.Ю., Войцехівський В.І. Формування якості некріплення сунічних виноматеріалів за використання різних рас дріжджів

Бортничук О.В., Білик О.А., Доценко В.Ф., Ковбаса В.М. Хлібобулочні вироби геродіетичного призначення, збагачені вітаміном D

Дітріх І.В., Ільчук Н.В., Єфимович П.С. Рибовочеві шніцелі функціонального призначення

Рідкоус В.В. Визначення бродильної активності дріжджів за вуглекислим газом манометричним методом

Юрчак В.Г., Нощенко Т.І., Паливода С.Д., Голикова Т.П. Дослідження процесу приготування пшеничних заквасок з використанням стартової культури LV1 для поліпшення якості хліба і здобних виробів

Сімахіна Г.О., Науменко Р.Ю. Модифікація харчових продуктів: багатоваріантність підходів та пріоритети

Шаркова Н.О., Турчина Т.Я., Жукотський Е.К., Декуша Г.В. Мікроструктурний аналіз грибної суспензії на стадії підготовки до розпилювального сушіння

Устименко І.М., Поліщук Г.С. Розробка нового виду молоковогомісного морозива, збагаченого купажованою олією

Зміст журналу «Наукові праці Національного університету харчових технологій» за 2018 рік

131 Volchyn I., Haponych L. Carbon dioxide emissions at the Ukrainian pulverized-coal thermal power plants

Physical and Mathematical Sciences

143 Korol A., Medvid N., Vyshniak V., Litvynchuk S. Conductivity of the junction: d-wave pairing superconductive graphene — normal graphene with different Fermi velocity

Food Technology

153 Kochubei-Lytvynenko O., Pasichnyi V., Yushchenko N., Yatsenko O., Kuzmyk U. Prospects of usage of pea protein isolate in buttery pastes technology

160 Ukrainets A., Shiyani P., Buliy Y., Kuts A. Improving the efficiency of distillation and rectification equipment

167 Mykhaylov V., Samokhvalova O., Oliynyk S., Grevtseva N., Zagorulko A., Zahorulko A. Perspectives for the development of technologies of healthy bakery and confectionery products based on non-traditional plant raw materials

174 Peshuk L., Ivanova T., Radzievska I. Scientific results of the possibility of stabilization of pork fat on the native quercetin containing raw material

179 Tokar A., Haidai I., Yoshyna O., Voitsechivskyi V. Quality formation of unfortified strawberry wine materials under application of different yeast races

188 Bortnichuk O., Bilyk O., Dozenko V., Kovbasa V. Gerodietetic bakery products enrichment vitamin D

202 Ditrikh I., Ilchuk N., Yefymovych P. Fish and vegetables schitzel for functional purpose

211 Ridkous V. Determination of fermentative yeast activity by carbon dioxide by manometry method

220 Yurchak V., Noshchenko T., Palyvoda S., Golikova T. Investigation of wheat sourdough preparation with using of starter LV1 for increasing of sweet dough quality

232 Simakhina G., Naumenko R. Modification of foodstuffs: variability of approaches and priorities

240 Sharkova N., Turchyna T., Zhukotskyi E., Dekusha H. Microstructure analysis of mushroom suspension at preparation stage before spray drying

248 Ustymenko I., Polischuk G. Development of a new type of milk-containing ice-cream enriched with blended oil

256 **Contents of the journal “Scientific Works of the National University of Food Technologies” for 2018**

DEVELOPMENT OF A NEW TYPE OF MILK-CONTAINING ICE-CREAM ENRICHED WITH BLENDED OIL

I. Ustymenko, G. Polischuk

National University of Food Technologies

Key words:

Food emulsion
Dairy fat substitutes
Blended oil
Ice cream
Milk containing product

Article history:

Received 13.11.2018
Received in revised form
29.11.2018
Accepted 18.12.2018

Corresponding author:

I. Ustymenko

E-mail:

ustymenko_ihor@ukr.net

ABSTRACT

The article substantiates scientifically the recipe composition of a new type of ice cream with a combined composition of raw materials. As a fat-containing component, it is suggested to use food emulsions based on the *dairy fat substitutes* and blended oil.

The purpose of the study is to determine the possible degree of replacement of *dairy fat substitutes* for blended oil at different fatty properties of the finished product.

To solve the problem for use in the composition of ice cream combined warehouse, food emulsions with 40% fat content based on the *dairy fat substitutes* “Violia-molzhir 3” as a product of perestrication, which does not contain in its composition harmful to the body trans-isomers of fatty acids and based on the blended oil (sunflower oil + olive oil at a ratio of 80:20). The composition and technology of food emulsions developed by authors make it possible to obtain a fatty normalizing component of the emulsion type with an average size of fat cells not more than 2 microns of high stickiness. The regularities of the influence of the degree of replacement of *dairy fat substitutes* on the loss of resistance, dentin resistance, the average size of air bubbles and the organoleptic parameters of experimental samples of ice cream combined fatty with 3.5 to 15% of fat.

A rational stage of substituting milk fat for oil was blended into food emulsions for: ice cream with 3.5% — 30%; ice cream with 10% — 20%; ice cream with 15% — 15%. New types of ice cream of combined content, made in accordance with scientifically-based recommendations, are characterized by high quality. On the basis of the obtained results, the basic recipes of ice cream with the combined composition of raw materials are developed.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-6-30

РОЗРОБКА НОВОГО ВИДУ МОЛОКОВМІСНОГО МОРОЗИВА, ЗБАГАЧЕНОГО КУПАЖОВАНОЮ ОЛІЄЮ

І.М. Устименко, Г.Є. Поліщук

Національний університет харчових технологій

У статті науково обґрунтовано рецептурний склад нового виду морозива з комбінованим складом сировини. Як жировмісний компонент запропоно-

вано використовувати харчові емульсії на основі замітника молочного жиру та олії купажованої.

Метою дослідження є визначення можливого ступеня заміни замітника молочного жиру на купажовану олію за різної жирності готового продукту.

Для вирішення поставленого завдання для застосування у складі морозива комбінованого складу обрано харчові емульсії жирністю 40%, що стабілізовані емульгуювальним комплексом (казеїнат натрію+емульгатор «Твердий-2»), на основі замітника молочного жиру «Віолія-молжир 3» як продукту перетерифікації, що не містить у своєму складі шкідливих для організму транс-ізомерів жирних кислот, і на основі олії купажованої (соняшникова олія+оливкова олія за співвідношення 80:20). Розроблені авторами склад і технологія харчових емульсій дають змогу отримувати жировий нормалізаційний компонент емульсійного типу з середнім розміром жирових кульок не більше 2 мкм високої стійкості. Вивчено закономірності впливу ступеня заміни замітника молочного жиру на збитість, опір таненню, середній розмір повітряних бульбашок та органолептичні показники дослідних зразків морозива комбінованого складу жирністю від 3,5 до 15%.

Встановлено раціональний ступінь заміни замітника молочного жиру на олію купажовану у складі харчових емульсій для: морозива молочного жирністю 3,5% — 30%; морозива вершкового жирністю 10% — 20%; пломбіру жирністю 15% — 15%. Нові види морозива комбінованого складу, виготовлені відповідно до науково-обґрунтованих рекомендацій, відрізняються високими показниками якості. На основі отриманих результатів розроблено базові рецептури морозива з комбінованим складом сировини.

Ключові слова: харчова емульсія, замітник молочного жиру, купажована олія, морозиво, продукт молоковісний.

Постановка проблеми. В умовах економічної кризи зниження собівартості харчових продуктів є одним з найвагоміших чинників впливу на вибір підприємствами асортименту, технологій і технічного забезпечення процесу виробництва. Тому в молочній галузі стрімко розвиваються технології молоковісних продуктів. Але, зазвичай, як немолочні жирові компоненти у складі таких продуктів використовують доволі дешеві тропічні олії та замітники молочного жиру. Останні є продуктами гідрогенізації олій, що містять небезпечні для здоров'я транс-ізомери жирних кислот і характеризуються невисокою харчовою цінністю [1; 2].

У той же час сучасна структура харчування населення України характеризується такими порушеннями харчового статусу:

- дефіцитом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) на фоні надлишкового споживання насичених жирів за недостатнього споживання рослинних олій;
- дефіцитом білків тваринного походження.

Доведено, що використання жирів рослинного походження у складі молоковісних продуктів підвищує їхню харчову цінність [3—5]. Тому вітчизняних споживачів слід більше орієнтувати на підвищення частки у раціоні хар-

чування олій і жирів рослинного походження через їхні фізіологічні переваги і нижчу вартість порівняно з тваринними жирами.

Практика показала, що виробництво морозива з комбінованим складом сировини дає змогу розширити асортимент продукції, збалансувати її споживчу якість за вмістом ПНЖК, подовжити терміни зберігання (токофероли та фосфоліпіди, що містяться в оліях інгібують процеси окиснення жирів і попереджають появу в продукті пероксидів та вільних жирнокислотних радикалів за рахунок нижчої вартості жирового компонента рослинного походження [6; 7].

Перевагами застосування рослинних олій та продуктів їх переробки у складі морозива є можливість поєднання фракцій жирів різного хімічного складу і властивостей для досягнення найвищої якості морозива, а також можливість виготовляти морозиво зі стабільними при зберіганні показниками якості, нейтральним смаком і запахом за відсутності шкідливих для організму людини речовин (холестерину, транс-ізомерів жирних кислот (ТЖК) та ін.) [8].

В Україні близько 60% від обсягів виробництва морозива виготовляють із застосуванням рослинних олій і продуктів їх переробки з частковою або повною заміною молочного жиру. Для жирів, температура плавлення (Тпл) яких наближена до Тпл молочного жиру, заміна останнього може бути повною [9].

У той же час деякі олії можуть надавати морозиву специфічний присмак і запах. Немолочні жири та продукти їх переробки, зокрема ЗМЖ, також не забезпечують організм людини ПНЖК омега-3 і омега-6 за рекомендованого співвідношення та у достатній кількості. У виробництві морозива комбінованого широко застосовують тропічні олії та жири, які характеризуються гарними пластичними властивостями й органолептичними показниками, але можуть бути джерелом шкідливих для здоров'я транс-ізомерів жирних кислот. У той же час, готовий продукт має незбалансований жирнокислотний склад [10; 11].

Відповідно до рекомендацій Типової технологічної інструкції ТТІ 31748658-1-2007 до ДСТУ 4733:2007, 4734:2007, 4735:2007 з виробництва морозива, у тому числі комбінованого складу, під час технологічного процесу спочатку отримують грубодисперсні емульсії внесенням жирів рослинного походження до складу сумішей за постійного перемішування. В подальшому їх гомогенізують за режимами залежно від обраної схеми диспергування (одноступенева або двоступенева гомогенізація).

У той же час жирова фаза морозива повинна ефективно кристалізуватися за низьких температур під час фризирования і подальшого загартування, що обумовлює формування кремоподібної структурованої консистенції та високий опір таненню. Тому надлишковий вміст рідких олій у морозиві знижує споживчі властивості морозива та погіршує його структуру.

Для забезпечення часткового агрегування жирових кульок у процесі фризирования, що є бажаним ефектом для досягнення сухості поверхні готового продукту, дуже важливим є проміжне співвідношення між рідкою і твердою жировою фазами під час фризирования. Якщо у жировій фазі суміші для виробництва морозива дуже багато рідкого жиру, то він у процесі фризирования переміщується на поверхню повітряних кульок і руйнує їх.

R.T. Marshall (стверджує, що вміст кристалічного жиру за температури 4—5°C має становити від половини до 2/3 загального вмісту жиру [12].

Оскільки кристалізація жиру відбувається в три етапи (переохолодження жиру, утворення зародків кристалів, зростання кристалів), для жирової фази, диспергованої у вигляді емульсії, кожна краплинка жиру має кристалізуватися незалежно від інших. Тому у жировій кульці обов'язково мають міститися центри кристалізації, що не завжди забезпечується і призводить до надлишкового переохолодження жировмісних сумішей та відповідних перевитрат холоду. Для запобігання цьому процесу рідкі олії гідрогенізують, що призводить до внесення до складу морозива разом із гідрогенованим жиром транс-ізомерів жирних кислот. Але за умови застосування високоплавких замінників молочного жиру цілком можливо їх частково замінювати на біологічно повноцінні і дешеві рідкі олії вітчизняного виробництва.

Метою дослідження є визначення раціонального ступеня заміни жиру на купажовану рідку олію за різної жирності готового продукту.

Матеріали і методи. Для вирішення поставленого завдання як жирову фазу для морозива комбінованого складу обрано розроблені авторами харчові емульсії жирністю 40%, стабілізовані емульгувальним комплексом «казеїнат натрію + емульгатор Т-2». Застосування нормалізаційних харчових емульсій дасть змогу виключити з технологічної схеми технологічну операцію «гомогенізація суміші» та скоротити тривалість технологічного процесу [13].

Як жирову фазу емульсій використовували замінник молочного жиру (ЗМЖ) «Віолія-молжир 3» як продукт перетерифікації, що не містить у своєму складі ТІЖК, та олію купажовану, збалансовану за жирнокислотним складом (соняшникова олія+оливкова олія за співвідношення 80:20).

Для складання дослідних зразків використовували сировину згідно з ДСТУ 4733:2007 «Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні вимоги.

У дослідних зразках морозива визначали опір таненню, збитість і середній розмір повітряних бульбашок у морозиві за ступеня заміни ЗМЖ на купажовану олію у межах від 10 до 35%. Обраний діапазон ступеня заміни твердоподібного жиру на рідкі олії включав рекомендовану кількість — від 20 до 30% [14].

Жирність зразків морозива комбінованого складу складала 3,5, 10 та 15%, що відповідає жирності морозива класичних видів. За контроль обрано морозиво з вказаним вмістом жиру на основі ЗМЖ «Віолія-молжир 3».

М'яке морозиво з комбінованим складом сировини виготовляли із застосуванням фризера для виробництва морозива марки ФПМ-3,5/380-50 «Ельбрус-400» ТУ У.14086152.081-97. Виробник — АТ «РОСС», м. Харків, Україна.

Мікроструктурний аналіз зразків проводили з використанням світлового мікроскопу XS-2610 та цифрової фотокамери Canon S3. Розміри жирових кульок визначали мікроскопічним методом за збільшення не менше ніж у 400...600 разів (10x40 або 15x40) з подальшим математичним обробленням результатів вимірювання [15].

Збитість м'якого морозива визначали ваговим методом [16].

Опір таненню морозива визначали за часом витікання зі зразка морозива діаметром 35 мм та висотою 50 мм 10 см³ рідкої суміші (у хв), що утворювалася внаслідок розплавлення морозива у термостаті при температурі 25°C [17].

Органолептичну оцінку зразків морозива проводили за 10-бальною системою з прийнятим розподілом значимості його окремих показників: смак, запах та аромат — 6 балів, структура та консистенція — 3 балів, колір і зовнішній вигляд — 1 бал.

Результати і обговорення. Результати дослідження впливу ступеня заміни ЗМЖ на опір таненню, збитості, середній розмір повітряних бульбашок наведено у табл. 1—3. Темним тлом у таблицях виокремлені значення, які не відповідають існуючим вимогам до фізико-хімічних показників морозива гарантованої якості, відповідно до яких опір таненню має бути не нижчим за 41 хв для морозива всіх видів, середній розмір повітряних бульбашок має бути не більшим за 60 мкм, а збитість повинна бути не нижчою за 60% для жирності 3,5% і не нижчою за 80% — для морозива 10% і 15% жирності [17].

Таблиця 1. Опір таненню (хв) зразків морозива з комбінованим складом сировини з різним ступенем заміни ЗМЖ на олію купажану ($P \geq 0,95$; $n = 3$)

Досліджувані зразки	Ступінь заміни ЗМЖ на олію купажану, % від загального вмісту жиру, %						
	0	10	15	20	25	30	35
Морозиво з м.ч.ж. 3,5 %	43,9±1,7	43,6±1,1	42,6±2,0	42,0±1,3	41,5±0,9	41,4±1,5	34,2±1,6
Морозиво з м.ч.ж. 10 %	49,4±2,0	48,1±1,5	44,2±1,4	41,8±1,7	40,0±1,4	35,1±0,9	30,1±1,1
Морозиво з м.ч.ж. 15 %	53,0±2,5	49,6±2,0	45,1±2,1	40,7±1,5	38,2±1,1	34,9±1,0	32,0±1,2

Таблиця 2. Збитість (%) зразків морозива з комбінованим складом сировини з різним ступенем заміни ЗМЖ на олію купажану ($P \geq 0,95$; $n = 3$)

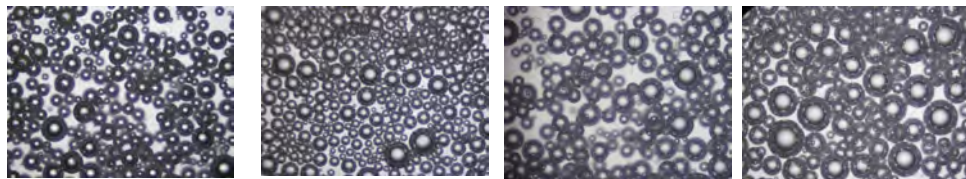
Досліджувані зразки	Ступінь заміни ЗМЖ на олію купажану, % від загального вмісту жиру, %						
	0	10	15	20	25	30	35
Морозиво з м.ч.ж. 3,5 %	85,3±3,0	82,8±2,1	80,2±2,0	75,9±3,5	61,3±2,7	58,2±1,7	55,2±2,2
Морозиво з м.ч.ж. 10 %	89,1±3,6	85,8±3,1	83,8±2,0	80,4±3,3	74,8±1,9	69,9±2,4	57,0±1,4
Морозиво з м.ч.ж. 15 %	96,4±4,2	90,9±3,9	85,1±2,7	79,6±2,5	76,0±3,0	70,8±3,1	61,0±2,4

Таблиця 3. Середній розмір повітряних бульбашок (мкм) зразків морозива з комбінованим складом сировини з різним ступенем заміни ЗМЖ на олію купажану ($P \geq 0,95$; $n = 3$)

Досліджувані зразки	Ступінь заміни ЗМЖ на олію купажану, % від загального вмісту жиру, %						
	0	10	15	20	25	30	35
Морозиво з м.ч.ж. 3,5 %	38,1±1,1	40,8±1,6	48,2±1,5	50,0±2,1	55,3±2,4	59,2±2,0	75,0±2,9
Морозиво з м.ч.ж. 10 %	35,1±1,0	38,8±1,4	42,8±1,6	45,4±1,2	55,4±1,9	62,9±2,8	67,0±2,1
Морозиво з м.ч.ж. 15 %	34,4±1,2	40,9±1,2	55,1±1,9	61,5±2,4	66,0±2,2	71,8±3,0	72,1±2,4

Мікроструктуру морозива на прикладі систем зі ступенем заміни ЗМЖ на купажовану олію 15, 25 і 35%, порівняно з морозивом комбінованого складу жирністю 3,5% (контроль1), 10% (контроль 2) і 15% (контроль 3), наведено на рис. 1.

Морозиво з м.ч.ж. 3,5 % (молочного типу)



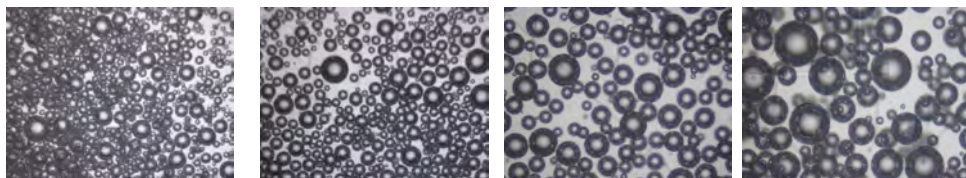
Контроль 1

15 % заміни

25 % заміни

35 % заміни

Морозиво з м.ч.ж. 10 % (вершкового типу)



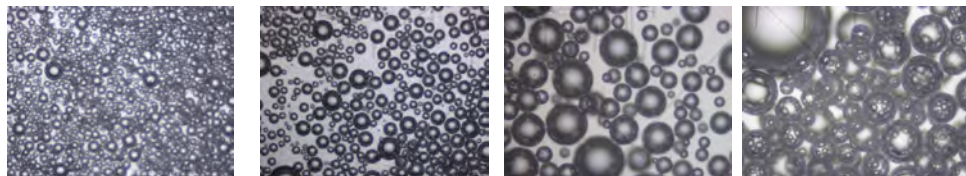
Контроль 2

15 % заміни

25 % заміни

35 % заміни

Морозиво з м.ч.ж. 15 % (пломбірного типу)



Контроль 3

15 % заміни

25 % заміни

35 % заміни

**Рис. 1. Мікроструктура зразків морозива з різним складом жирової фази
за збільшення 10x15**

З рис. 1 видно, що, незважаючи на початковий, значно вищий ступінь дисперсності повітряної фази у морозиві з масовою часткою жиру 15%, саме для цього виду спостерігається найбільший негативний вплив рідких олій на мікроструктуру готового продукту. Цей ефект можна пояснити більшим вмістом рідких олій у готовому продукті, які спричиняють коалесценцію (злиття) повітряних бульбашок з подальшим руйнуванням.

Отже, відповідно до результатів дослідження, наведених у табл. 1—3 та на рис. 1, досягнення рекомендованих значень опору таненню, дисперсності повітряної фази і збитості задовольняє заміна до 30% ЗМЖ на рідкі олії для морозива жирністю 3,5%, до 20% — для морозива жирністю 10% і до 15% — для морозива жирністю 15%.

На наступному етапі наукового дослідження проведено органолептичну оцінку дослідних зразків морозива з комбінованим складом сировини з різним ступенем заміни ЗМЖ на олію купажовану. Органолептичні показники морозива з комбінованим складом сировини та їх бальну оцінку представлено у табл. 4.

Таблиця 4. Органолептичні показники морозива з комбінованим складом сировини з різним ступенем заміни ЗМЖ на олію купажану

Масова частка жиру у зразку, %	Ступінь заміни ЗМЖ на олію купажовану, % від загального вмісту жиру						
	0	10	15	20	25	30	35
Смак і запах (максимальна кількість 6 балів)							
3,5	Характерні для морозива цієї групи, приємні, без сторонніх присмаків і запахів						
Кількість балів	6						
10,0	Характерні для морозива цієї групи, приємні, без сторонніх присмаків і запахів						Легкий присмак купажу
Кількість балів	6						5
15,0	Характерні для морозива цієї групи, приємні, без сторонніх присмаків і запахів			Легкий присмак купажу			Виражений присмак купажу
Кількість балів	6			5			3
Структура і консистенція (масимальна кількість 3 бали)							
3,5	Однорідна, слабо сніжиста консистенція.			Однорідна, помірно густа			Однорідна, дещо рідка
Кількість балів	2,5						2
10,0	Однорідна, кремоподібна		Однорідна, достатньо густа		Однорідна, дещо рідка		
Кількість балів	3		2,5		2		
15,0	Однорідна, достатньо густа			Однорідна, дещо рідка		Неоднорідна, нестійка	
Кількість балів	3			2,5		2	
Колір, зовнішній вигляд (масимальна кількість 1 бал)							
3,5	Біло-молочний, рівномірний за всією масою, поверхня суха			Біло-молочний, рівномірний за всією масою, поверхня помірно блискуча			
Кількість балів	1			0,5			
10,0	Біло-кремовий, рівномірний за всією масою, поверхня суха				Біло-кремовий, з жовтуватим відтінком, поверхня блискуча		
Кількість балів	1				0,5		
15,0	Біло-кремовий, рівномірний за всією масою, поверхня суха			Кремово-жовтуватий, рівномірний за всією масою, поверхня дуже блискуча			
Кількість балів	1			0,5			

Результати органолептичної оцінки зразків морозива з комбінованим складом сировини та різним ступенем заміни ЗМЖ підтвердили встановлений за фізико-хімічними показниками раціональний вміст рідких олій для морозива з різним вмістом жиру. На основі отриманих результатів розроблено базові рецептури морозива з комбінованим складом сировини з використанням жирового концентрату на основі ЗМЖ та олій купажованої.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні можливостей введення до базових рецептур натуральних гомогенних і гетерогенних смакоароматичних інгредієнтів, що дасть змогу розширити асортиментний ряд біологічно повноцінної продукції.

Висновки

Науково підтверджено можливість збагачення морозива з комбінованим складом сировини біологічно повноцінною купажованою олією у вигляді хар-

чової емульсії, стабілізованої комплексом емульгаторів «казеїнат натрію+емульгатор Т-2».

Експериментально обґрунтовано максимально можливий ступінь заміни замінильника молочного жиру на олію купажану у складі морозива жирністю від 3,5 до 15,0% та встановлено зворотну залежність між раціональним ступенем заміни замінильника молочного жиру на купажану рідку олію (від 15 до 30%) та жирністю морозива, що забезпечує високу збитість морозива та стійкість утвореної пінної структури.

На основі отриманих результатів розроблено базові рецептури нового виду морозива з комбінованим складом сировини.

Література

1. Шубравська О.В., Сокольська Т.В. Розвиток ринку молока і молочної продукції: світові тенденції і вітчизняні перспективи. *Економіка і прогнозування*. 2010. № 2. С. 80—93.
2. Грек О.В., Лихолат О.С. Аспекти ресурсозбереження в молочній галузі. *Молокопереробка*. 2012. № 5(80). С. 20—23.
3. Harris W.S. The omega-3 index as a risk factor for coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2008. № 87. Р. 1997—2002.
4. Корецький В.Л., Орлова Н.М. До проблеми безпеки харчування та моніторингу якості життя населення України. *Проблеми харчування*. 2006. № 1. С. 42—44.
5. Gibson G.R., Williams C.M. Functional food: concept to product. CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England. 2000. 356 p.
6. Грек О.В., Осьмак Т.Г. Інноваційні розробки в молочній галузі. *Молочная индустрия*. 2013. № 2. С. 42—43.
7. Патент України на корисну модель № 24569, A23G9/00. Морозиво комбіноване / Л.М. Хомічак, Т.А. Скорченко, Г.Є. Поліщук, Т.Г. Федченко. и 200700239; заявл. 10.01.2007; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 10.
8. Двинский Б.М. Пищевые ингредиенты, добавки и пряности. *Молочная промышленность*. 2008. № 3. С. 85—89.
9. Granger C. Leger A., Barey P., Langendorff V., Cansell M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream. *Int. Dairy J.* 2005. No. 15. С. 255—262.
10. Hu F.B., Stampfer M.J., Manson J.E., Rimm E., Colditz G.A., Rosner B.A., Hennekens C.H. & Willett W.C. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *New England Journal of Medicine*. 1997. 337(2). Р. 1491—1502.
11. Патент 92092 UA, МПК A23G 9/04 (2009) A23G 9/32 (2009) Склад морозива з комбінованим складом сировини / Поліщук Г.Є., Кочубей-Литвиненко О.В., Згурський А.В.; заявник Національний університет харчових технологій. № а 200901157; заявл. 13.02.2009; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18
12. Marshall R.T., Goff H.D., Hartel R.W. Ice Cream, 6th Edn. New York: Kluwer Academic. ISBN 0-306-47700-9. 2003. 366 p.
13. Научное обоснование состава эмульсий для нормализации белково-жировых продуктов / Г. Поліщук, Г. Сімахіна, І. Устименко та ін. *Maisto chemija ir technologija*. 2016. № 1. С. 45—55.
14. Clarke C. The Science of Ice Cream. The Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK, 2004. 241 p.
15. Vega C., Dalgleish D.G., Goff H.D. Effect of κ-Carrageenan Addition to Dairy Emulsions Containing Sodium Caseinate and Locust Bean Gum. *Food Hydrocolloids*. 2005. Vol. 19, No. 2. Р. 187—195.
16. Маршал Р.Т., Гофф Г.Д. Мороженое и замороженные десерты; перев. с англ. под ред. В.И. Василевського. СПб.: Професия, 2005. 376 с.
17. Оленев Ю.А., Творогова А.А., Казакова Н.В., Соловьева Л.Н. Справочник по производству мороженого. Москва: ДеЛи Принт, 2004. 798 с.