

Р.Ю. Павлюк, д-р техн. наук, проф.
В.В. Погарська, канд. техн. наук, проф.
Т.В. Крячко, канд. техн. наук, доц.
А.А. Берестова, асп.
Д.О. Глибокий, асп.
Н.П. Максимова, доц.

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ОЗДОРОВЧОГО МОРОЗИВА З ВИКОРИСТАННЯМ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ КРІОПАСТ ІЗ ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ З РЕКОРДНИМ ВМІСТОМ БАР

Науково обґрунтовано та розроблено нові види функціонального оздоровчого морозива, збагаченого БАР наноструктурованих криопаст із плодів, ягід і овочів з рекордним вмістом вітаміну С, каротиноїдів та антоціанів з використанням процесів криодеструкції та механоактивації. Теоретично та експериментально вивчено закономірності впливу криодеструкції та механоактивації на БАР плодовоовочевої сировини при отриманні наноструктурованих паст.

Научно обоснованы и разработаны новые виды функционального оздоровительного мороженого, обогащенного БАВ наноструктурированных паст из плодов, ягод и овощей с рекордным содержанием витамина С, каротиноидов и антоцианов с использованием процессов криодеструкции и механоактивации. Теоретически и экспериментально изучены закономерности влияния криодеструкции и механоактивации на БАВ плодовоовощного сырья при получении наноструктурированных паст.

Scientifically grounded and developed new types of functional healthy ice-cream, enriched BAA by the nanostructured pastes from fruits, berries and vegetables with record content of vitamin C, carotins and anthocyanins with the use of processes of cryolysis and mechanoactivation. In theory and conformities to the law of influence of cryolysis and mechanoactivation are experimentally studied on BAA of fruits, vegetables and berries raw material at the receipt of the nanostructured pastes.

Постановка проблеми у загальному вигляді. У наш час у міжнародній практиці в харчовій промисловості досить гостро стоїть проблема розробки новітніх високих технологій – нанотехнологій, які можуть дозволити зробити процес обробки харчових продуктів більш ефективним з максимальним збереженням цінних біологічно активних та поживних речовин, збільшити вилучення цільових компонентів, запровадити ресурсозберігаючі процеси, безвідхідні технології та менш енергоємні процеси. У технологіях харчових виробництв завданням

високих технологій є вивчення впливу різних технологічних прийомів на природні мікро- та наномасштабні об'єкти: клітини, пори, капіляри, наноконплекси біологічно активних речовин (БАР) з біополімерами та складні комплекси різних біополімерів і їх трансформацію в біодоступну форму. Реалізація новітніх технологій дозволить отримати принципово нові продукти харчування з характеристиками, яких не можливо досягти традиційними способами обробки.

Перспективними об'єктами для розробки нанотехнологій є плоди, овочі, знежирене молоко (ЗМ) та молочна сироватка (МС) з метою створення комбінованих молочно-рослинних функціональних оздоровчих продуктів. Актуальність даної проблеми пов'язана з тим, що однією з важливих тенденцій розвитку харчової промисловості у світі є виробництво продуктів функціонального призначення, які спрямовані на профілактику та лікування різних захворювань, для підвищення імунітету і зміцнення здоров'я, що пов'язано з екологічною ситуацією у світі. У харчуванні спостерігається дефіцит таких функціональних інгредієнтів, як: вітаміни, природні антиоксиданти, повноцінні білки, поліненасичені жирні кислоти, мінеральні речовини, полісахариди та ін.

Також гостро стоїть проблема споживання населенням висококалорійних продуктів, результатом чого є поширення таких захворювань, як атеросклероз та ожиріння. Таким чином, в Україні є актуальним створення та впровадження в масове виробництво низькокалорійних продуктів профілактичної дії, які могли б корегувати патологічні зміни в організмі людини. Проблема здорового харчування в цей час розв'язується шляхом створення функціональних продуктів, призначених для харчування з метою зниження ризику розвитку захворювань, збереження і поліпшення здоров'я за рахунок функціональних інгредієнтів, що входять до їх складу. Одним з перспективних напрямків одержання функціональних продуктів є використання для їх виробництва різних рослинних БАР.

Як сировина у виробництві функціональних оздоровчих продуктів перспективною є МС, яка є побічним продуктом виробництва сирів, сирних виробів, а також ЗМ, що є побічним продуктом процесу сепарування молока. Доцільність використання МС та ЗМ при виробництві молочних продуктів пояснюється тим, що вони практично не містять жирів, тобто є низькокалорійними продуктами, крім того, вказана сировина містить 50...70 % сухих речовин молока. У ЗМ та МС міститься 95 % лактози, 99 % мінеральних солей, 95...99 % сироваткових білків та інших речовин незбираного молока, тобто вони є цінною сировиною для виробництва різних продуктів харчування.

Серед харчових продуктів виділяється морозиво, яке користується попитом у населення всіх країн світу. Це висококалорійний продукт,

який відрізняється низьким вмістом БАР. У зв'язку з цим актуальною є розробка низькокалорійних видів морозива з наповнювачами з рослинної сировини з високим вмістом БАР. Завданням роботи була розробка рецептури нового морозива на основі ЗМ та МС із добавками, які мають БАР імуномодуючої й антиоксидантної дії. Добавки, окрім загальних вимог, які висуваються до компонентів їжі, повинні бути нетоксичними при систематичному споживанні. З цією метою перспективно використовувати речовини природного походження. Як добавки, що відповідають переліченим вимогам, у роботі запропоновано використовувати пасти з плодовоовочевої сировини, такої як: журавлина, полуниця, лимон та апельсин з цедрою, морква та гарбуз. Усі види вказаної сировини є джерелами аскорбінової кислоти та фенольних сполук. Крім того, полуниця та журавлина відрізняються значною кількістю барвних речовин, а морква та гарбуз – β -каротину. Перелічені БАР рослинної сировини мають, як відомо, антиоксидантну та імуномодуючу дію, яка виявляється в їх здатності захищати організм від руйнівної дії різних чинників (іонів важких металів, вільних окислювальних радикалів, активних форм кисню та ін.).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ЗМ на сьогоднішній день широко використовується як основа у виробництві різних видів молочних продуктів. Аналіз літератури показав, що МС, яка є побічним продуктом на значній кількості молочних підприємств, не знайшла широкого застосування у виготовленні харчових продуктів. Тому актуальним є використання МС та ЗМ для виготовлення різних харчових продуктів, у тому числі морозива.

Традиційно під час виготовлення морозива як фруктові наповнювачі використовують джеми, повидло, пюре, але вони відрізняються низьким вмістом вітамінів та інших БАР. Плодовоовочеві пасти з високим вмістом БАР в Україні в даний час не виробляються, відсутні високі технології їх отримання. У зв'язку з цим актуальною є розробка плодовоовочевих паст-наповнювачів для низькокалорійного морозива високої якості з використанням високих технологій, у тому числі кріотехнологій. Зараз в Україні спостерігається як дефіцит плодовоовочевих паст-наповнювачів, так і морозива з високим вмістом натуральних БАР.

Мета та завдання статті. Теоретичне та експериментальне вивчення закономірностей впливу кріодеструкції на БАР плодовоовочевої сировини під час отримання наноструктурованих паст, розробка їх технологій і використання для виготовлення нових видів функціонального оздоровчого морозива з метою збагачення натуральними вітамінами і БАР плодів та овочів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У ХДУХТ розроблена нова технологія гомогенізованих наноструктурованих кріопаст із

плодів та овочів, яка забезпечує не лише збереження всіх БАР, а також дозволяє отримати пасті з новими властивостями, в яких значна кількість БАР (наприклад: аскорбінова кислота, β -каротин, антоціани) переходять із зв'язаного стану у вільний, а біополімери розкладаються на їх складові (амінокислоти, моноцукри та ін.). Від традиційних технологій отримання паст нова відрізняється використанням кріодеструкції та механоактивації до розміру часток продукту близько декількох мкм та кріодеструктурованих комплексів БАР з біополімерами рослинної сировини, їх трансформацією у низькомолекулярні речовини, які знаходяться у вільному стані.

Недоліком сучасних традиційних способів отримання паст із плодоовочевої сировини є те, що під час їх виробництва використовують жорсткі режими, які призводять до втрат БАР до 80%. Зараз у міжнародній практиці одним із прогресивних способів переробки рослинної сировини є заморожування та кріогенне подрібнення. Але даних щодо отримання кріопаст нами не виявлено. Не вивчено також і вплив перелічених чинників на зміни основних БАР під час переробки рослинної сировини.

Як сировину використовували ягоди журавлини та полуниці, плоди цитрусових (лимон та апельсин) та каротиновмісні овочі (гарбуз та моркву). Підготовлену плодоовочеву сировину заморожували до температури -18°C та подрібнювали в низькотемпературному подрібнювачі – Расо Jet при температурі -10°C . При цьому контролювали масову частку основних БАР, таких як: аскорбінова кислота, β -каротин, антоціанові барвні речовини (рис. 1, 2).

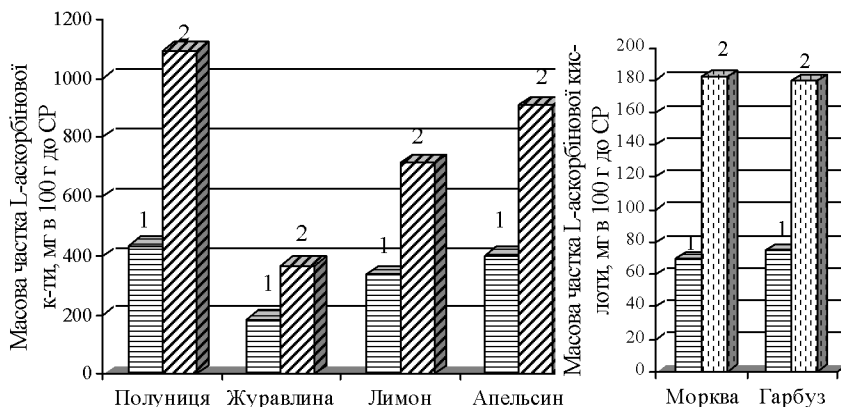


Рисунок 1 – Вплив кріодеструкції та механоактивації на масову частку L-аскорбінової кислоти під час отримання наноструктурованих кріопаст із плодоовочевої сировини, де: 1 – свіжа сировина; 2 – наноструктурована кріопаста

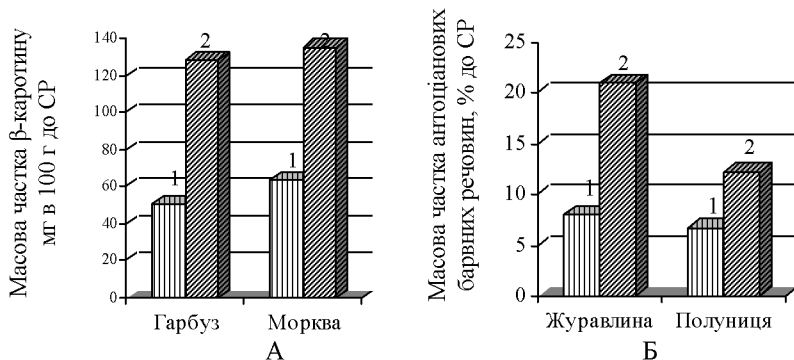


Рисунок 2 – Вплив кріодеструкції та механоактивації на масову частку β-каротину (А) та антоціанових барвних речовин (Б) під час отримання наноструктурованих кріопаст із плодоовочевої сировини, де: 1 – свіжа сировина; 2 – наноструктурована кріопаста

Показано, що за умов заморожування та низькотемпературного подрібнення плодоовочевої сировини, які супроводжуються процесами кріодеструкції та механоактивації, відбувається більш повне вилучення БАР із зв'язаного з біополімерами стану у вільний. Збільшення становить залежно від виду БАР від 1,6 до 2,9 разу відносно вихідної свіжої сировини. Так, масова частка аскорбінової кислоти вилучається на 163...299%, β-каротину на 241,1...261,9%, антоціанових барвних речовин на 187,5...261,3%. Найбільший приріст аскорбінової кислоти був зафіксований у журавлині – 299,2%. Це пов'язано, на наш погляд, з тим, що в журавлині значна кількість аскорбінової кислоти знаходиться в шкірочці та під нею, які під час кріодеструкції подрібнюються до розміру частинок у декілька мікронів.

Збільшення масової частки аскорбінової кислоти в кріопастах із цитрусових порівняно зі свіжими цитрусовими пояснюється також тим, що вони подрібнюються разом із цедрою, яка містить, як відомо, більшу кількість аскорбінової кислоти, ніж м'якоть. Масова частка каротиноїдів у кріопастах із моркви та гарбуза збільшується на 241...260%. Механізм збільшення вилучення низькомолекулярних БАР із клітин та переходу їх із зв'язаного з біополімерами стану у вільний пов'язаний з тим, що у разі заморожування та низькотемпературного подрібнення виникає кріодеструкція та механокрекінг, які призводять до руйнування водневих зв'язків та індукційної взаємодії між указаними речовинами.

У роботі отримано наноструктуровані кріопаста з плодоовочевої сировини з високим вмістом БАР. Характеристику БАР кріопаст порівняно зі свіжими плодами наведено в таблиці.

Таблиця – Порівняльна характеристика вмісту БАР у свіжій плодовоовочевій сировині та кріопастах з неї

Продукт	Масова частка				
	Л-аскорбінової к-ти, мг в 100 г	фенольних сполук (за хлорогеновою к-тою), мг в 100 г	флавонолових глікозидів (за рутинном), мг в 100 г	β-каротину, мг в 100 г	антоціанових барвних речовин, %
Ягоди					
Журавлина свіжа	28,0±1,9	720,4±8,1	195,2±6,8	0,05±0,001	0,8±0,02
Кріопаста з журавлини	83,8±5,4	1350,6±9,4	350,4±7,2	0,1±0,003	1,1±0,01
Полуниця свіжа	52,3±3,6	2014,0±11,3	150,6±4,6	0,06±0,001	1,2±0,01
Кріопаста з полуниці	98,4±6,1	3561,2±12,4	282,7±6,2	0,12±0,001	2,3±0,02
Фрукти					
Лимон з цедрою свіжий	40,0±2,84	1270,2±11,0	470,2±7,4	0,12±0,003	-
Кріопаста із лимона з цедрою	81,4±4,8	2150,4±12,4	810,0±8,6	0,2±0,01	-
Апельсин з цедрою свіжий	50,0±5,1	980,2±9,6	282,4±5,1	0,1±0,01	-
Кріопаста з апельсина з цедрою	110,0±6,2	1702,3±11,6	350,6±7,2	0,2±0,01	-
Овочі					
Морква свіжа	8,2±0,5	146,0±5,7	50,1±3,1	7,3±0,05	-
Кріопаста з моркви	18,3±0,9	242,2±7,2	104,8±6,7	20,3±0,1	-
Гарбуз свіжий	5,0±0,3	88,1±5,2	43,1±2,8	8,0±0,1	-
Кріопаста з гарбуза	11,2±0,7	177,2±6,1	92,0±6,6	28,8±0,5	-

Показано, що нові кріопаста мають розмір частинок в 10 разів менше за традиційні пасти. Крім того, вони мають принципово нові властивості, а саме: у декілька разів краще розчиняються та диспергуються у воді, відрізняються в 2...3 рази вищим, ніж у свіжих плодах, вмістом низькомолекулярних БАР у вільному стані та мають потенційні імуномодулюючі властивості.

Нові наноструктуровані кріопаста із плодовоовочевої сировини були розроблені для використання під час виготовлення низькокалорійного морозива як наповнювачі та збагачувачі рослинними БАР.

За допомогою прикладної програми статистичного аналізу «Statistica 7» проведено моделювання рецептури різних видів низькокалорійного морозива на основі МС або ЗМ, збагаченого наноструктурованими кріопастами з плодовоовочевої сировини. Було встановлено оптимальне співвідношення та дози МС, ЗМ та кріопаст. Так, оптимальна доза внесення кріопаст із полуниці та журавлини становить 15%, доза суміші кріопаста з лимона та гарбузу (1:3) – 40%, для кріопаста з моркви та лимона (2:1) – 30%, доза внесення кріопаста з лимону – 10% та кріопаста з апельсина – 30%.

Розроблено технологію та шість рецептур нового функціонального оздоровчого морозива на основі МС або ЗМ, збагаченого наноструктурованими кріопастами. Нові види морозива отримали такі назви: «Оранжеон» на основі МС із додаванням кріопасту із апельсина з цедрою, «Оранжеик» на основі МС із додаванням суміші кріопасту з лимона та гарбуза, «Вітамінна полуничка» на основі ЗМ з використанням кріопасту з полуниці, «Вітамінка» на основі ЗМ з використанням кріопасту з журавлини, «Каротинка» на основі МС із використанням кріопасту з моркви та лимона, «Цитрон» на основі МС із використанням кріопасту з лимона з цедрою. Вміст БАР у нових видах морозива наведено на рисунку 3.

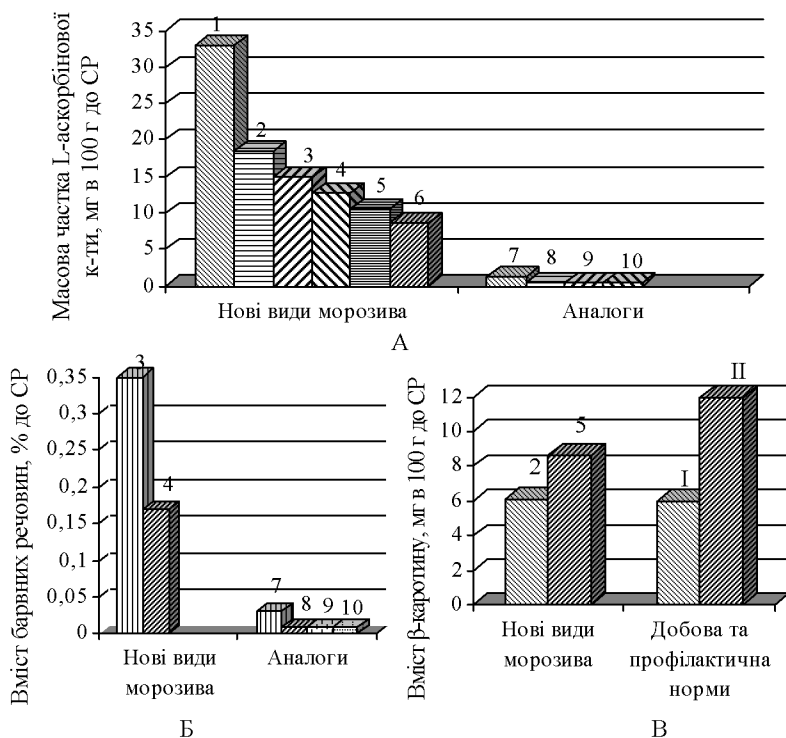


Рисунок 3 – Вміст L-аскорбінової кислоти (А), барвних речовин (Б) та β-каротину (В) у нових видах функціонального оздоровчого морозива та у продуктах-аналогах, де: 1-6 – нові види функціонального оздоровчого морозива «Оранжеон» (1), «Оранжеик» (2), «Вітамінна полуничка» (3), «Вітамінка» (4), «Каротинка» (5), «Цитрон» (6); 7-10 – продукти-аналоги: морозиво плодово-ягідне (7), молочне з полуницею (8), вершкове з полуницею (9), плombsір з полуницею (10); I-II - добова (I) та профілактична (II) норми в β-каротині

Нові види низькокалорійного функціонального оздоровчого морозива мають оригінальний смак та аромат натурального продукту і відрізняються від аналогів високим вмістом L-аскорбінової кислоти, β -каротину та натуральних антоціанових барвних речовин.

Показано, що найбільший вміст L-аскорбінової кислоти (33,0 мг в 100 г) міститься в морозиві «Оранжон», отриманому з використанням кріопасті з апельсина з цедрою, і складає 0,5 добової потреби людини в аскорбінової кислоті. Одну четверту добової потреби в аскорбінової кислоті містять морозиво «Каротинка», «Вітамінна полуничка», «Вітамінка» (18,5; 14,8; 12,6 мг в 100 г морозива відповідно).

Висновки. Таким чином, у роботі вперше в міжнародній практиці розроблено рецептури низькокалорійного функціонального оздоровчого морозива з рекордним вмістом БАР на основі МС або ЗМ, збагаченого кріопастями з плодовоовочевої сировини. Показано, що низькотемпературне криогенне подрібнення дає можливість отримати нові наноструктуровані кріопасті з плодовоовочевої сировини. Розроблено рецептури шести видів морозива, збагачених БАР плодовоовочевої сировини («Оранжон», «Оранжик», «Вітамінна полуничка», «Вітамінка», «Каротинка», «Цитрон»), для збагачення БАР яких вносили наноструктуровані кріопасті з плодовоовочевої сировини.

Кінцевим результатом роботи є розробка проекту НД на кріопасті та нові види морозива. Крім того, нові види низькокалорійного функціонального оздоровчого морозива пройшли дегустацію та апробацію у виробничих умовах на підприємствах м. Харкова: АТЗТ «Хладпром», ТОВ СУП «Полюс ЛТД».

Список літератури

1. Павлюк, Р. Ю. Нове покоління молочних продуктів у підвищенні імунітету [Текст] / Р. Ю. Павлюк Р.Ю. // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць : у 2-х ч. / ХДУХТ. – Харків, 2003. – Ч. 1. – С. 93–99.
2. Низькотемпературна активація гідрофільних властивостей каротиноїдів під час переробки каротиновмісних овочів [Текст] / Р. Ю. Павлюк [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2009. – С. 7–81.
3. Криогенне заморожування під час отримання функціональних каротиноїдних добавок з гарбуза [Текст] / Р. Ю. Павлюк [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2009. – С. 69–74.

Отримано 30.09.2009. ХДУХТ, Харків.

© Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарська, Т.В. Крячко, А.А. Берестова, Д.О. Глибокий, Н.П. Максимова, 2009.