

УДК 665.674.044.12:644.8

Р.Ю. Павлюк, д-р техн. наук, проф.

В.В. Погарська, канд. техн. наук, проф.

А.А. Берестова, асп.

Н.П. Максимова, доц.

І.С. Юрченко, магістр

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ НОВИХ ВИДІВ МОРОЗИВА ДЛЯ ОЗДОРОВЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Науково обґрунтовано та розроблено нові види морозива для оздоровчого харчування, збагаченого наноструктурованим пюре з плодово-овочевої сировини (яблука, апельсинів і лимонів з цедрою та гарбузів), та з використанням молочної сироватки. Підібрано рецептурний склад, розроблено технологію, досліджено вміст БАВ, амінокислотний склад, зміну різних функціональних груп у нових видах оздоровчого морозива за умов збагачення рослинними добавками та утворення водневих зв'язків у замороженій молочно-рослинній структурі морозива порівняно з аналогами.

Научно обоснованы и разработаны новые виды мороженого для оздоровительного питания, обогащенного наноструктурированным пюре из плодовоовощного сырья (яблока, апельсинов и лимонов с цедрой и тыквы), и с использованием молочной сыворотки. Подобран рецептурный состав, разработана технология, исследовано содержание БАВ, аминокислотный состав, изменение различных функциональных групп в новых видах оздоровительного мороженого при обогащении растительными добавками и образовании водородных связей в замороженной молочно-растительной структуре мороженого по сравнению с аналогами.

Scientifically sound and developed new kinds of ice cream with using milk whey enriched nano-structured fruit and vegetable purée (apples, pumpkin, oranges and lemons with rind) for health food. Picked up the prescription of the technology, has been studied the content of biological active substances, the amino acid composition, changes in various functional groups into new types of health-improving ice cream by the enrichment plant additives and the formation of hydrogen bond in frozen milk and vegetables structure of ice cream in comparison with analogues.

Постановка проблеми у загальному вигляді. 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, каротиноїди, природні антиоксиданти, повноцінні білки, поліненасичені жирні кислоти, мінеральні речовини, полісахариди та ін. [1].

Серед харчових продуктів виділяється морозиво, яке користується великим попитом у населення всіх країн світу. Попередником цього продукту вважають фруктовий лід, виробництво якого з'явилося більш ніж 3 тисячі років назад в Китаї, шляхом змішування зі снігом або льодом фруктових соків. В історичних документах є інформація про те, що воїни Олександра Македонського втамовували спрагу саме фруктовим морозивом. На сьогодні виробництво і споживання морозива на душу населення в Україні складає 3,0...4,0 кг на рік, в Росії – 4,5 кг, у Швеції, Норвегії, Фінляндії – 12,0...14,0 кг, США – 21,5...22,0 кг, Австралії – 19,0 кг, Канаді – 16,5 кг, Італії – 10,2 кг, Франції – 6,4 кг, Японії – 7,0 кг, Німеччині – 9,0 кг, Китаї – 2,2. Фізіологічна норма споживання морозива – 5,0 кг на рік (за даними МОЗ Росії). У даний час український ринок морозива визнано одним із найрозвинутіших ринків харчових продуктів країни: на 14 найбільших виробників приходиться 83% усіх холодних ласощів, які виготовляються в країні. Конкуренція між ними дуже висока, об'єми експорту зростають високими темпами – до 100% на рік, а щорічне зростання об'ємів морозива складає 15...20%. При цьому виробництво якісного молока давно стало однією із основних проблем вітчизняного харчопрому. Виробники морозива не є виключенням. У процесі виробництва вони також шукають шляхи здешевлення собівартості. Результати тестування свідчать, що 6 з 7 торгових марок використовують під час виробництва морозива кокосове або пальмове масло, інші рослинні жири, у тому числі саломаси – тверді жири, який отримують шляхом гідрогенізації рослинних олій та рідких жирів морських тварин і риб. Але молочне, вершкове морозиво та пломбір згідно з діючим ДСТУ – це продукти виключно на молочній основі. Усі вони виготовляються виключно з молока та продуктів його переробки – вершків, масла, сухого молока та ін., а морозиво, в якому присутній немолочний жир повинно мати назву «з комбінованим складом сировини». Проте виробники обмежуються словом «морозиво». Не хочуть вони вказувати і повного переліку харчових добавок. Так, наприклад, в брикетному морозиві їх може бути майже 200.

Сьогодні в Україні асортимент морозива дуже різноманітний. Практично весь асортимент морозива, який виробляється – це висококалорійні продукти, що відрізняються низьким вмістом біологічно активних речовин та значною кількістю різних синтетичних добавок, що знижують харчову, біологічну та фізіологічну цінність.

Мета та завдання статті. Розробка нових видів функціонального оздоровчого морозива з використанням молочної сироватки (МС) та збагаченого натуральними БАР із наноструктурованого поре із плодів та овочів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У роботі як інновацію використовували наноструктуровані поре, які було розроблено на кафедрі технологій пробки плодів, овочів і молока ХДУХТ, з лимонів та апельсинів з цедрою, гарбузів та яблук, що мають принципово нові властивості, а саме відрізняються в 2...3 рази вищим ніж у свіжій сировині вмістом низькомолекулярних БАР у вільному стані, розмір частинок у 10 разів менше за традиційні поре, у декілька разів краще розчиняються та диспергуються у воді, та мають потенційні імуномодуючі властивості (рис. 1). Інноваційні технології отримання поре засновані на використанні криогенного шокового заморожування та низькотемпературного подрібнення [2].

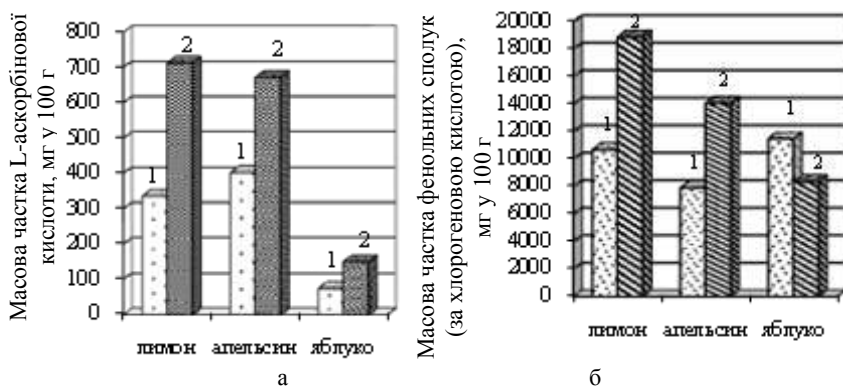


Рисунок 1 – Вплив кріодеструкції та механоактивації на масову частку вітаміну С (а) та фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою) (б) під час отримання наноструктурованих поре із плодовоовочевої сировини, де: 1 – свіжа сировина; 2 – наноструктуроване поре

Показано, що за умов заморожування та низькотемпературного подрібнення плодовоовочевої сировини, які супроводжуються процесами кріодеструкції та механоактивації, відбувається більш повне вилучення БАР зі зв'язаного з біополімерами стану у вільний. Збільшення становить залежно від виду БАР від 1,6 до 2,9 разів відносно вихідної свіжої сировини. Так, масова частка аскорбінової кислоти вилучається на 163...299%, β -каротину на 241,1...261,9%, фенольних сполук на 187,5...261,3%. Збільшення масової частки аскорбінової кислоти в поре із цитрусових порівняно зі свіжими цитрусовими пояс-

нюється тим, що вони подрібнюються разом із цедрою, яка містить, як відомо, більшу кількість аскорбінової кислоти, ніж м'якоть [2].

Механізм збільшення вилучення низькомолекулярних БАР із клітин та переходу їх зі зв'язаного з біополімерами стану у вільний пов'язаний з тим, що у разі заморожування та низькотемпературного подрібнення виникає криодеструкція та механокрекінг, які призводять до руйнування водневих зв'язків та індукційної взаємодії між указаними речовинами. Характеристику БАР наноструктурованих пюре порівняно зі свіжими плодами наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика вмісту БАР у свіжій плодовоовочевій сировині та наноструктурованому пюре з неї

Продукт	Масова частка, мг в 100 г				Органічні кислоти, г в 100 г
	L-аскорбінової к-ти	фенольних сполук (за хлорогеновою к-тою)	флавонолових глікозидів (за рутином)	β-каротину	
Лимон з цедрою свіжий	40,0±2,84	1270,2±11,0	470,2±7,4	0,12±0,003	5,1
Наноструктуроване пюре із лимона з цедрою	81,4±4,8	2150,4±12,4	810,0±8,6	0,2±0,01	9,8
Апельсин з цедрою свіжий	50,0±5,1	980,2±9,6	282,4±5,1	0,1±0,01	1,2
Наноструктуроване пюре з апельсина з цедрою	110,0±6,2	1702,3±11,6	450,4±10,2	0,2±0,01	2,3
Яблука свіжі	11,3±0,06	1720,2±11,3	540,0±3,5	0,08±0,001	0,1
Наноструктуроване пюре з яблук	45,7±0,02	2541±13,8	980,3±6,4	0,17±0,01	0,2
Гарбуз свіжий	8,0±0,04	88,1±5,2	43,1±2,8	8,0±0,1	0,7
Наноструктуроване пюре з гарбуза	34,5±0,2	177,2±6,1	92,0±6,6	28,8±0,5	1,2

Нові наноструктуровані пюре з плодовоовочевої сировини було розроблено для використання під час виготовлення нових видів морозива як наповнювачі та збагачувачі рослинними БАР.

Як сировина у виробництві функціональних оздоровчих продуктів перспективною є МС, яка є побічним продуктом виробництва сирів, сирних виробів. Доцільність використання МС під час виробництва молочних продуктів пояснюється тим, що вона є низькокалорійним продуктом, крім того, вона містить 50...70% сухих речовин молока, з яких 95% лактози, 99% мінеральних солей, 95...99% сироваткових білків та інших речовин незбираного молока, тобто вона є цінною сировиною для виробництва різних продуктів харчування.

У роботі як основу для виробництва нових видів морозива використовували МС виробництва ЗАТ «Куп'янський молочноконсерв-

ний комбінат» (м. Куп'янськ, Харківська обл.). Встановлено, що масова частка білка в молочній сироватці становить 2,74%, який наведений як зв'язаними амінокислотами (АК), так і амінокислотами у вільному стані, які утворюють надмолекулярні структури білкових глобул, масова частка яких становить майже 10% від загальної кількості амінокислот у білку (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристика амінокислотного складу молочної сироватки

№ з/п	Амінокислота	Масова частка, мг у 100 г		Сумарний вміст вільних зв'язаних АК, мг у 100 г	Вміст вільних АК, % до сумарного вмісту
		зв'язаних АК	вільних АК		
1	Аспарагінова кислота	128,0	20	148,0	13,5
2	Треонін	106,7	20	126,7	15,8
3	Серин	80,0	30	110,0	27,3
4	Глутамінова кислота	295,0	10	305,0	3,3
5	Пролін	100,0	50	150,0	33,3
6	Цистин	97,0	0	97,0	0
7	Гліцин	70,0	10	80,0	12,5
8	Аланін	89,0	10	99,0	10,1
9	Валін	160,0	30	190,0	15,8
10	Метіонін	43,0	10	53,0	18,9
11	Ізолейцин	161,0	0	161,0	0
12	Лейцин	209,5	20	229,5	8,7
13	Тирозин	360,0	10	370,0	2,7
14	Фенілаланін	330,0	30	360,0	8,3
15	Гістидин	35,0	10	45,0	22,2
16	Лізін	120,0	20	140,0	14,3
17	Триптофан	30,8	0	30,8	0
18	Аргінін	45,0	0	45,0	0
	Сума	2460,0	280	2740,0	-

Проведений розрахунок амінокислотного скору молочної сироватки показав, що білок МС є повноцінним та за вмістом незамінних амінокислот згідно з шкалою ФАО/ВОЗ перевищує ідеальний білок за всіма амінокислотами (лізином, триптофаном, валіном, метіоніном, ізолейцином та ін.) на 13...56%. Виключення складають сумарна кількість амінокислот таких, як фенілаланін та тирозин, де був значно вищий їх вміст (у декілька разів вище).

У ХДУХТ розроблено три види морозива: молочне 5% жирності з додаванням 30...50% суміші пюре, парфе 15% жирності з додаванням 15...30% суміші пюре та шербет із додаванням 75%

суміші різних пюре. Було встановлено оптимальне співвідношення та дози внесення МС та сумішей наноструктурованого пюре з лимонів та апельсинів з цедрою, гарбузів, яблук. Нові види молочного морозива 5% жирності отримали такі назви: «Цитринка» – із додаванням 40% суміші пюре із апельсина, лимона, гарбуза та яблука, «Каротинка» – із додаванням 50% суміші пюре з апельсина, лимона, гарбуза та «Лайм» із додаванням 30% суміші пюре з лимона, гарбуза та яблука. Нові види молочного морозива-парфе 15% жирності отримали такі назви: «Цитрон» із додаванням 15% суміші пюре з апельсина та лимона, «Оранжон» із додаванням 25% суміші пюре з апельсина та гарбуза, «Оранжик» із додаванням 25% суміші пюре з гарбуза, лимона та яблука. Паралельно розроблена рецептура щербету «Вітамінка» із додаванням 75% суміші пюре з гарбуза, апельсина, лимона та яблука.

Нові види функціонально-оздоровчого морозива мають оригінальний смак та аромат натурального продукту і відрізняються від аналогів високим вмістом L-аскорбінової кислоти, β -каротину (рис. 2).

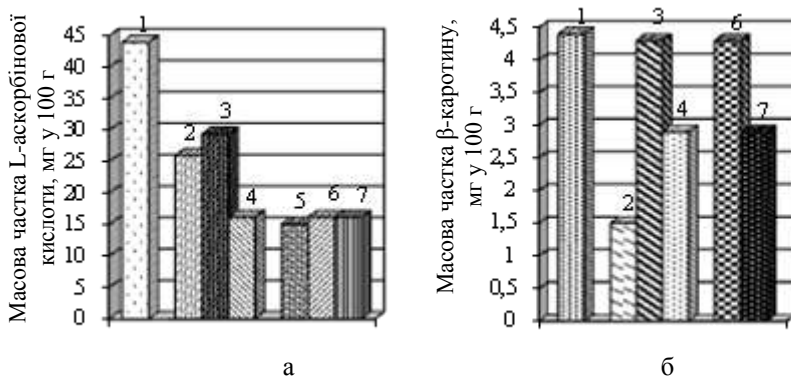
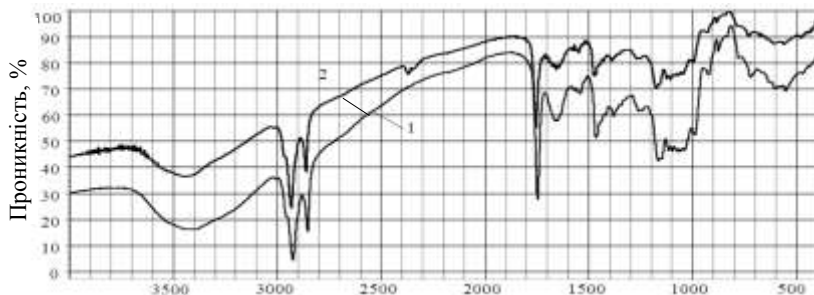


Рисунок 2 – Вміст L-аскорбінової кислоти (а) та β -каротину (б) у нових видах морозива: 1 – щербет «Вітамінка»; 2 – морозиво «Каротинка»; 3 – морозиво «Цитринка»; 4 – морозиво «Лайм»; 5 – парфе «Оранжик»; 6 – парфе «Оранжон»; 7 – парфе «Цитрон»

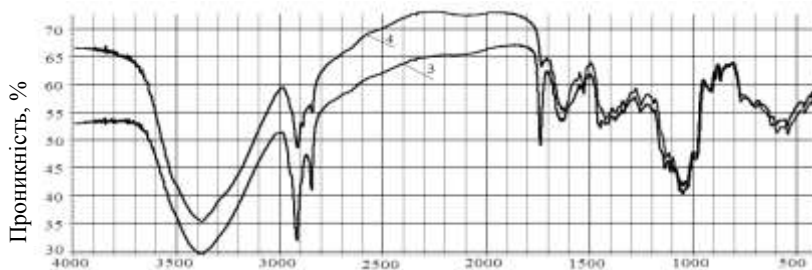
Показано, що найбільший вміст L-аскорбінової кислоти (44,0 мг у 100 г) міститься в щербеті «Вітамінка» і складає половину добової потреби людини в аскорбінової кислоті, майже третину добової потреби містить молочне морозиво «Каротинка» та «Цитринка» (29,4 та 25,9 мг у 100 г відповідно). Одну п'яту добової потреби в аскорбінової кислоті містять молочне морозиво «Лайм» та парфе «Цитрон», «Оранжон», «Оранжик». Найбільший вміст β -каротину (75% добової потреби) міститься в щербеті «Вітамінка», молочному морозиві «Каротинка» та парфе «Оранжон» (4,5; 4,3 та 4,3 мг у 100 г відповідно). Половина добової потреби в β -каротині

міститься в молочному морозиві «Лайм» та парфе «Оранжик», а в морозиві «Цитринка» міститься 1/4 добової потреби в цьому вітаміні.

Інформація про якість нових видів морозива була доповнена використанням спектроскопічного аналізу (рисунок 3).



а



б

Валентні коливання груп, cm^{-1}				
ОН	NH	CH	S-H	C=O
3645...2500	3500...3300	3350...2850	2600...2550	1750...1720
Валентні коливання груп, cm^{-1}				
C-O-	COOH	S=S	C=N	CH ₃
1300...1000	1750...1700	550...450	1230...1030	1470...1355

Рисунок 3 – Порівняння ІЧ-спектрів нових видів морозива-парфе (а) та молочного морозива (б) на основі молочної сироватки, де 1 – морозиво-парфе – основа 15% жирності; 2 – морозиво-парфе «Цитрон» 15% жирності, збагачене наноструктурованими поре з лимонів та апельсинів з цедрою; 3 – морозиво – основа 5% жирності; 4 – молочне морозиво «Цитринка» 5% жирності, збагачене наноструктурованими поре з гарбузів, яблук, лимонів та апельсинів з цедрою

Під час порівняння ІЧ-спектрів нових видів морозива на основі МС з використанням наноструктурованих добавок, було показано, що в області частот від 3000 до 3600 см^{-1} , характерних для валентних коливань функціональних груп $-\text{OH}$, які беруть участь в утворенні внутрішньомолекулярних та міжмолекулярних водневих зв'язків, та входять до складу вільної та зв'язаної вологи, фенольних сполук, дубильних речовин, цукрів, біополімерів та інших спостерігається збільшення інтенсивності спектрів і утворення додаткових водневих зв'язків, а також відбувається міжмолекулярна перебудова та комплексоутворення в різних комплексах сполук – органічних кислот, білків, амінокислот, спиртів, кетонів та ін., за рахунок додавання наноструктурованого пюре з плодоовочевої сировини, що корелює з текстурою морозива та більш густою консистенцією продукту і його структурно-механічними властивостями. Показано також, що в області частот $\nu=2900\dots 2000 \text{ см}^{-1}$, характерних для валентних коливань $-\text{NH}_2$ і $-\text{NH}$ груп, а також в області $\nu=1700\dots 1100 \text{ см}^{-1}$ характерних для валентних коливань $-\text{C}=\text{O}-$ груп, спостерігається збільшення інтенсивності спектрів поглинання в нових видах морозива порівняно з контрольним зразком, що свідчить про збільшення кількості ефірів, спиртів, ароматичних речовин терпеноїдної природи та α -кислот, за рахунок внесення в продукт пюре з плодів та овочів.

Висновки. Таким чином, у роботі вперше в міжнародній практиці розроблено рецептури низькокалорійного функціонального оздоровчого молочного морозива, парфе та щербету з рекордним вмістом БАР на основі МС, збагаченого наноструктурованим пюре з апельсинів та лимонів з цедрою, яблуком та гарбузів. Показано, що низькотемпературне криогенне подрібнення дає можливість отримати нові наноструктуровані пюре з плодоовочевої сировини з рекордними характеристиками за вмістом БАР. Розроблено рецептури трьох видів вітамінізованого натурального молочного морозива 5% жирності («Лайм», «Цитринка» та «Каротинка»), трьох видів морозива парфе 15% жирності («Цитрон», «Оранжеон» та «Оранжек») та щербет «Вітамінка» для оздоровчого харчування.

Кінцевим результатом роботи є розробка проекту НД на наноструктуровані пюре та нові види вітамінізованого молочного морозива, парфе та щербету. Крім того, нові види функціонального оздоровчого морозива пройшли дегустацію та апробацію у виробничих умовах на підприємствах Харкова: АТЗТ «Хладопром», ТОВ СУП «Полос ЛТД».

Список літератури

1. Павлюк, Р. Ю. Нове покоління молочних продуктів у підвищенні імунітету [Текст] / Р. Ю. Павлюк // 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. Нанотехнології заморожених кріопаст із плодів та овочів з унікальними характеристиками – добавок для функціональних молочних продуктів [Текст] / Р. Ю. Павлюк [та ін.] / МОЛОКОпереробка. – 2010. – № 1. – С. 24–29.

Отримано 30.10.2011. ХДУХТ, Харків.

© Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарська, А.А. Берестова, Н.П. Максимова, І.С. Юрченко, 2011.

УДК 664.002.3:663.8

Р.Ю. Павлюк, д-р техн. наук, проф.

В.В. Погарська, канд. техн. наук, проф.

Н.В. Коробець, канд. техн. наук

Д.М. Козюрін, магістр

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ХЛОРОФІЛОВМІСНИХ ДОБАВОК ІЗ ЗЕЛЕНІ ПЕТРУШКИ ТА КРОПУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНОДЕСТРУКЦІЇ ТА МЕХАНОАКТИВАЦІЇ

Науково обґрунтовано та розроблено нанотехнології порошкоподібних наноструктурованих добавок із хлорофіловмісних овочів з рекордним вмістом хлорофілу і каротинної дієвості з використанням процесів механодеструкції та механоактивації, які дозволяють перевести БАВ із зв'язаного стану з біополімерами у вільний (на 30...40%) та викликають руйнування біополімерів до їх складових (амінокислот, моноцукрів, галактуринової кислоти та ін.).

Научно обоснована і розроблена нанотехнологія порошкообразних наноструктурованих добавок із хлорофілсодержащих овощей с рекордным содержанием хлорофилла и каротиноидов с использованием процессов механодеструкции и механоактивации, которые позволяют перевести БАВ из связанного состояния с биополимерами в свободное (30...40%) и вызывают повреждение биополимеров до их составляющих (аминокислот, моносахаров, галактуриновой кислоты и др.).

Scientifically motivated and is designed nanotechnology powdery nanostructure additives from chlorophyll-containing vegetables with record contents of the chlorophyll and carotin with use the processes mehanodestructure and mehanoaktivacii, which allow to translate BAS from the coupled state with biopolymers in free (30...40%) and cause the damage of biopolymers to their constituents (aminoacid, monosaccharum, galacturonic acid and other).

Постановка проблеми у загальному вигляді. Екологічна ситуація, що склалась в світі на сьогоднішній день, призвела до суттєвого зниження імунітету населення. В Україні ситуація ускладнюється Чорнобильською катастрофою, наслідки якої, за