

Секція 1. **НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ**

УДК 663.674:635.076

НАНОТЕХНОЛОГІЇ ОЗДОРОВЧИХ ПРОДУКТІВ «NATURESUPERFOOD» – ПЛОДООВОЧЕВОГО МОРОЗИВА (СОРБЕТІВ) ІЗ РЕКОРДНИМ ВМІСТОМ БАВ ДЛЯ ІМУНОПРОФІЛАКТИКИ

**Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарська, В.А. Павлюк, О.Є. Тельонков,
О.С. Погарський, Ю.П. Какадій, Т.А. Стуконоженко**

Запропоновано та розроблено новий спосіб і нанотехнології виробництва оздоровчих продуктів «NatureSuperFood» – плодовоовочевого морозива (сорбетів), що дозволяють отримати продукт з унікальними характеристиками. Нові види сорбетів перебувають у нанорозмірній формі та мають високий вміст натуральних біологічно активних речовин плодів та овочів (β-каротину, хлорофілів, фенольних сполук – антоціанів, аскорбінової кислоти та ін.). Крім того, вони характеризуються високим вмістом розчинних пектинових речовин, що виконують у сорбетах роль натуральних загусників і структуроутворювачів. Це дає можливість виключити застосування синтетичних добавок.

Ключові слова: нанотехнології, оздоровчі продукти, сорбети, криогенне «шокове» заморожування, дрібнодисперсне подрібнення, БАВ.

НАНОТЕХНОЛОГИИ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ «NATURESUPERFOOD» – ПЛОДООВОЩНОГО МОРОЖЕНОГО (СОРБЕТОВ) С РЕКОРДНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БАВ ДЛЯ ИММУНОПРОФИЛАКТИКИ

**Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарская, В.А. Павлюк, О.Е. Теленков,
А.С. Погарский, Ю.П. Какадий, Т.А. Стуконоженко**

Предложен и разработан новый способ и нанотехнологии производства оздоровительных продуктов «NatureSuperFood» – плодовоовощного мороженого (сорбетов), позволяющие получить продукт с уникальными характеристиками. Новые виды сорбетов находятся в наноразмерной форме и отличаются высоким содержанием натуральных биологически активных веществ плодов и овощей (β-каротина, хлорофиллов, фенольных соединений, антоцианов, аскорбиновой

© Павлюк Р.Ю., Погарська В.В., Павлюк В.А., Тельонков О.Є.,
Погарський О.С., Какадій Ю.П., Стуконоженко Т.А., 2018

кислоты и др.). Кроме того, они характеризуются высоким содержанием растворимых пектиновых веществ, выполняющих в сорбетах роль натуральных загустителей и структурообразователей. Это дает возможность исключить применение синтетических добавок.

Ключевые слова: нанотехнологии, оздоровительные продукты, сорбеты, криогенное «шоковое» замораживание, мелкодисперсное измельчение, БАВ.

NANOTECHNOLOGY OF HEALTHFUL PRODUCTS «NATURESUPERFOOD» AND VEGETBLE ICE CREAM (SORBETS) WITH A RECORD CONTENT OF BAS FOR IMMUNOPROHYLAXIS

**R. Pavlyuk, V. Pogarskaya, V. Pavlyuk, A. Telenkov,
A. Pogarskiy, I. Kakadii, T. Stukonozhenko**

The new method and nanotechnology of healthul products "NatureSuperFood" – fruit and vegetable ice cream-sorbets are proposed and developed. The use of them allows obtaining the products with unique characteristics. The new types of sorbets are in nanoscale form, they have a high content of natural biologically active substances of fruits and vegetables (β -carotene, chlorophylls, phenolic compounds, anthocyanins, ascorbic acid, etc.). In addition, they differ from other types of sorbets by a high content of soluble pectin substances, which play the role of natural thickeners and formers of structure in sorbets. It makes possible to exclude the need of the use of synthetic additives in products.

The nanotechnology of the healthful products "NatureSuperFood" – fruit and vegetable ice cream is based on the innovative method, definitely the use of cryogenic "shock" freezing and fine-dispersed grinding of fruits and vegetables for structuring and obtaining sorbets with a record content of BAS. The complex effect of these factors leads to the activation and removal of hidden BAS from fruits and vegetables in the free form, as well as the transformation of pectin from inactive form to active form. The peculiarity of sorbet manufacturing technologies is the use of only natural ingredients (fruits, berries, vegetables) and the absence of artificial food additives (stabilizers, thickeners, emulsifiers, synthetic colorings, etc.). Technologies allow not only complete preservation of vitamins and other BAS of raw materials in sorbetes, but also removal the hidden inactive form of BAS in nanocomplexes with biopolymers and mineral substances to a free, easily digestible nanofom. The mass fraction of BAS in sorbets is 2.5–3.5 times more than in fresh fruits and vegetables. In addition, technologies allow more complete extraction (3,0...5,0 times more than in fresh raw materials) and transformation 70% of pectin substances of fruits and vegetables from inactive, hidden form to a soluble form. Nanotechnologies and recipes of 3 types of healthful products "NatureSuperFood" from chlorophyll-containing, carotene-containing, anthocyanin-containing fruits, berries and vegetables are developed. Natural raw materials act as five in one during the manufacture of sorbets: as a source of BAS, a thickener, a structure-

forming agent, a coloring and a flavour. New types of sorbets are in nanoscale form and the content of BAS exceeds the known analogues. The technological regimes of production of ice cream-sorbets are exercised on the test-bench semi-industrial equipment.

Keywords: nanotechnology, healthful products, sorbets, cryogenic "shock" freezing, fine-dispersed grinding, BAS.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Актуальність роботи пов'язана з тим, що у світі виникла необхідність вирішення таких глобальних проблем, як дефіцит у раціонах харчування біологічно активних речовин (вітамінів, мінеральних речовин, β -каротину, хлорофілу, фенольних сполук, поліфенолів), а також пребіотичних речовин [1–3]. Потреба в них населенням задовольняється приблизно на 50% [1; 4; 5]. Із 7,5 млрд населення планети кожен восьмий голодує [1–3]. У зв'язку з цим із кожним роком збільшується частка продуктів, виготовлених із сировини низької якості з використанням синтетичних компонентів. Крім того, збільшується кількість штучно створених харчових домішок (барвників, підсилювачів смаку, загусників, стабілізаторів, структуроутворювачів та ін.) і продуктів [1–3]. Потреба у вирішенні зазначених проблем посилюється у зв'язку з погіршенням екологічної ситуації та зниженням імунітету населення як в Україні, так і в багатьох країнах світу [6–8]. За даними ФАО/ВООЗ, Інституту харчування МОЗ АМН Росії та наукової світової спільноти, підвищити імунітет можна шляхом уживання продуктів із високим вмістом зазначених вище БАР і пребіотиків [2; 3]. До таких продуктів належать свіжі та заморожені фрукти, ягоди, салати, сорбети, супи-пюре та ін.) [5; 9; 10]. У зв'язку з цим одним із пріоритетних і актуальних наукових напрямів харчової промисловості, який інтенсивно розвивається в різних країнах світу, є розробка оздоровчих продуктів із плодів, ягід, овочів. Але під час перероби плодоовочевої сировини з використанням сучасних технологій виникають труднощі, пов'язані зі значними втратами вітамінів та інших БАР (від 20% до 80%) [6; 8; 11]. У зв'язку з цим у міжнародній практиці триває пошук технологічних прийомів, що дозволяють під час переробки плодів та овочів у оздоровчі продукти зберегти цілющі БАР та якнайповніше використати біологічний потенціал вихідної сировини. У зазначеному напрямі працюють учені та підприємці провідних країн світу: Японії, США, Німеччини, Нідерландів та ін. [2; 3; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед оздоровчих продуктів із плодів, ягід, овочів особливе місце займають сорбети, які є

одним із видів морозива, що користується великою популярністю в населення різних країн світу [12; 13]. Традиційно сорбети виробляють із свіжої плодоовочевої сировини, а також пюре, соків без використання молока [12; 13]. Недоліком виробництва сорбетів є застосування штучних харчових добавок (структуроутворювачів, загусників, барвників, ароматизаторів та ін.) [14–16]. Заморожування та зберігання сорбетів проводиться при -18°C . Цей метод дозволяє отримати сорбети високої якості, строк зберігання яких становить 10 місяців [14; 17; 18]. Проте під час зберігання та розморожування втрачається значна кількість БАР (від 20% до 50 %). Тому недоліком сорбетів є низький вміст вітамінів та інших БАР, а також наявність штучних компонентів, що негативно впливають на організм людини. У зв'язку з цим у міжнародній практиці за останні 10 років змінилися вимоги до морозива як споживачів, так і компаній, що займаються його виробництвом і реалізацією. Головними вимогами до морозива є максимальна натуральність і наявність у складі компонентів і речовин, що сприяють зміцненню здоров'я [19; 20].

Відомо, що одним із перспективних напрямів переробки плодів, ягід, овочів та інших продуктів є криогенна обробка сировини із застосуванням криогенного «шокового» заморожування та криогенного подрібнення [2–4]. Цей спосіб забезпечує найбільш високий ступінь збереження вітамінів та інших БАР [8]. Доведено, що чим більша швидкість заморожування рослинних продуктів, тим краще зберігаються вітаміни й інші БАР [3; 21; 22]. При цьому спостерігаються менші втрати клітинного соку під час розморожування [23–25]. Відзначається також зберігання текстури заморожених продуктів [27; 28]. Відбувається пошук таких технологічних прийомів, що дозволять не тільки зберегти вітаміни й інші компоненти рослинної сировини, але й дадуть можливість більш повно розкрити та використати біологічний потенціал сировини [2; 3; 6]. Проте в Україні на сьогодні криогенний спосіб не знайшов належного застосування. Не розроблені криогенні технології; не вивчені біохімічні й фізико-хімічні процеси під час заморожування фруктів, ягід і овочів та виготовлення сорбетів без застосування харчових добавок, синтетичних барвників і ароматизаторів. Виключенням є результати фундаментальних і прикладних досліджень впливу криогенного «шокового» заморожування та низькотемпературного дрібнодисперсного подрібнення фруктів, ягід і овочів, отримані в Харківському державному університеті харчування та торгівлі [2–4]. Одержані авторами наукові результати та розроблені технології були впроваджені на підприємствах України, Латвії, Росії [6; 8]. Зокрема, розроблені криогенні нанотехнології заморожених і криоподрібнених дрібнодисперсних добавок із фруктів [2], із каротиновмісних [3], хлорофіловмісних [4], пряних овочів [7; 8] та

топінамбура [6]. Кріогенні технології дозволили не тільки зберегти вітаміни та інші БАР, але й відкрити їх приховані, зв'язані з біополімерами форми (у 2,0–2,5 разу більше, ніж у вихідній свіжій рослинній сировині) [2; 3; 8]. Розкрито процеси, які відбуваються при цьому з низькомолекулярними біологічно активними речовинами, які перебувають у нанорозмірній формі, в заморожених продуктах [4; 6; 11]. Доведено, що кріозаморожені фрукти й овочі перевершують свіжі за вмістом БАР у 2,0–2,5 разу [3; 4; 8]. Виявлено, що під час кріогенного подрібнення заморожених плодів та овочів відбувається більш інтенсивне вилучення із сировини прихованих форм БАР (у 2,5–4,2 разу більше, ніж у свіжій вихідній сировині). Механізм такої кріообробки пов'язаний із механокрекінгом (руйнуванням) нанокомплексів «БАР – біополімер» і вилученням низькомолекулярних БАР із зв'язаного з біополімерами стану у вільний [2–4]. Виявлені також неактивні приховані форми пектинових речовин і білків, які в плодах, овочах, грибах та інших сировині знаходяться у складних нанокомплексах і наноасоціатах з іншими біополімерами рослинних клітин, зокрема целюлози, білка та ін. [2; 9; 11].

Є дані німецької фірми VERU, фахівці якої під час виготовлення сорбетів використовували кріогенне «шокове» заморожування із застосуванням рідкого азоту, що приводило до отримання сорбетів високої якості. Крім того, для виготовлення сорбетів не використовувалися будь-які харчові добавки (ароматизатори, барвники, структуроутворювачі, загусники, стабілізатори). Розроблені сорбети без синтетичних домішок рекомендовані для здорового харчування VIP-контингенту та мали більшу ціну ніж традиційні [20].

Під час розробки нового способу виготовлення оздоровчих продуктів «NatureSuperFood», зокрема плодоовочевого морозива – сорбетів із фруктів, ягід, овочів, як інновацію запропоновано використовувати кріогенне «шокове» заморожування та низькотемпературне дрібнодисперсне подрібнення. Це дало можливість отримати нові види морозива – сорбети в нанорозмірній формі з рекордним вмістом БАР (у 2,0–3,5 разу більше, ніж у вихідній сировині) та виключити необхідність застосування харчових добавок, які традиційно входять до складу сорбетів.

Метою статті є наукове обґрунтування активації та вилучення біологічно активних речовин і структуроутворювача – пектину плодів із неактивної форми під час розробки нанотехнологій оздоровчих продуктів «NatureSuperFood» – плодоовочевого морозива без харчових домішок. Це досягається завдяки застосуванню кріообробки під час заморожування та дрібнодисперсного подрібнення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

– науково обґрунтувати й експериментально підтвердити під час отримання плодоовочевих сорбетів умови активації та вилучення БАР і пектинових речовин плодів і овочів із зв'язаної неактивної форми та трансформації в розчинну форму з використанням кріообробки та кріомеханолізу;

– розробити нанотехнології оздоровчих продуктів «NatureSuperFood» – плодоовочевого морозива (сорбетів), які засновані на використанні кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення як інноваційного способу структурування сорбетів;

– розробити рецептури; дослідити якість та вміст БАР у трьох видах плодоовочевого морозива із хлорофіломісних, каротиномісних і антоціаномісних плодів, ягід, овочів; провести порівняння з аналогами;

– дослідити структурно-механічні властивості нових видів сорбетів із хлорофіломісних, каротиномісних і антоціаномісних плодів за показниками швидкості танення, збитості порівняно з аналогами; за допомогою ІЧ-спектроскопії дослідити стабілізацію структури.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проведене в Харківському державному університеті харчування та торгівлі (ХДУХТ, Україна) на базі науково-дослідної лабораторії «Інноваційних кріо- та нанотехнологій рослинних добавок та оздоровчих продуктів» кафедри технологій переробки плодів, овочів і молока. Роботу виконано з використанням для кріогенного заморожування сучасного оригінального обладнання, яке є на кафедрі, ХДУХТ – програмного кріогенного «шокового» заморожувача, у якому як холодоагент та інертне середовище використовували рідкий азот. При цьому, температура в морозильній камері становила від -60 °С до -100 °С. Плоди, ягоди, овочі заморожували з різними високими швидкостями до різних температур у продукті. Для дрібнодисперсного подрібнення використовували низькотемпературні подрібнювачі «SIRMAN» (Італія) та «Robot Coupe» (Франція).

Для досліджень використовували свіжу плодоовочеву сировину: яблука, чорну смородину, вишню, абрикоси, обліпиху, гарбуз, шпинат, оливки, лимони.

У свіжих плодах, ягодах, овочах визначали якість за вмістом основних БАР та пребіотичних речовин. Контроль проводили за вмістом БАР: L-аскорбінової кислоти, низькомолекулярних фенольних сполук, дубильних речовин, β -каротину, хлорофілу, антоціанів. Крім того, визначали пребіотичні речовини, такі як пектин (зокрема, загальні пектинові речовини, розчинний пектин), целюлозу, білок.

Детальніше матеріали та методи дослідження, методики визначення показників дослідних зразків наведено в працях [29; 30].

Для розробки нового способу та нанотехнологій виробництва оздоровчих продуктів «NatureSuperFood» – плодоовочевого морозива (сорбетів) були обрані такі фрукти, ягоди, овочі: яблука, чорна смородина, вишня, абрикоси, обліпиха, гарбуз, шпинат, оливки, лимони з цедрою. Останні відомі своїми лікувально-профілактичними властивостями.

Показано, що плоди, ягоди, овочі, використовувались як сировина під час розробки сорбетів, містять унікальні комплекси БАР. Зазначені комплекси включають, крім L-аскорбінової кислоти, мінеральних та пребіотичних речовин (пектину, целюлози, білка), значну кількість фітокомпонентів. Так, масова частка фенольних сполук у дослідних зразках становила від 0,3% до 0,6%, поліфенолів – від 0,3% до 0,7% (табл. 1). Крім того, дослідні види плодоовочевої сировини містять значну кількість натуральних БАР – барвних речовин: каротиноїдів – 9,5–11,5 мг у 100 г (каротиновмісні овочі та ягоди), хлорофілів а і b – 350–810 мг в 100 г (хлорофіловмісні овочі), антоціанів 2,5–4% (антоціановмісні ягоди) (табл. 1). Комплекси БАР фруктів, ягід, овочів використаних у роботі для виготовлення сорбетів, мають цілющі властивості. Фітокомпоненти плодів сприяють зміцненню імунітету людини, мають детоксикуючу, антиоксидантну, протипухлинну дію, сприяють довголіттю та ін.

Запропоновано та розроблено новий спосіб нанотехнологій виробництва плодоовочевого морозива – сорбетів із фруктів, ягід, овочів, що дозволяють отримати продукти «NatureSuperFood» з унікальними характеристиками. Нові види продуктів перебувають у легкозасвоюваній нанорозмірній формі та мають високий вміст натуральних БАР (L-аскорбінової кислоти, β -каротину, хлорофілів а і b, фенольних сполук, антоціанів, ароматичних речовин та ін.). Новий спосіб нанотехнологій виробництва виготовлення сорбетів відрізняються від традиційних використанням як інновації криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення, комплексний вплив яких приводить до активації та переведення прихованих БАР із сировини у вільну форму. Крім того, новий спосіб приводять до трансформації загусник та структуроутворювача пектину із неактивної в активну розчинну форму. Отримані нові види сорбетів виготовлені виключно з натуральних інгредієнтів (фруктів, ягід, овочів) та не містять у своєму складі жодних харчових добавок (стабілізаторів, загусників, емульгаторів, синтетичних барвників та ін.). Доведено, що новий спосіб виробництва дозволяє не тільки повністю зберегти вітаміни та інші БАР свіжої

плодоовочевої сировини, але й дає можливість більш повно вилучити із сировини приховані неактивні (зв'язані в наноконформах із біополімерами та мінеральними речовинами) форми та перевести їх у вільну, розчинну, легкозасвоювану форму. Так, масова частка БАР у сорбеттах у 2,5–3,5 рази більше, ніж у свіжих фруктах, ягодах, овочах (табл. 1). Крім того, нанотехнології сорбетів дозволили більш повно (в 3,0–5,0 разів), екстрагувати пектинові речовини, які знаходяться в плодовоовочевій сировині в неактивній прихованій формі, та трансформувати 70% пектинових речовин у розчинну форму (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив кріогенного «шокового» заморожування та механолізу на БАР і пектин під час отримання однокомпонентних наносорбетів із плодів, ягід, овочів (n=3, P≥0,95)

Продукт	Масова частка, мг у 100 г						Масова частка, %	
	L-аскорбінової кислоти	фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою)	фенольних сполук (за рутиною)	дубильних речовин (за танном)	β-каротину	хлорофіл а і b	антоціанів	розчинного пектину
Яблука свіжі	55,0	580,1	160,3	380,2	0,1	0	0,2	1,5
Яблучний сорбет	135,1	980,2	390,1	720,4	0,2	0	0,5	7,2
Чорна смородина свіжа	280,5	720,5	175,2	602,1	4,8	0	4,0	1,6
Сорбет із чорної смородини	840,0	1330,0	280,1	1000,1	13,8	0	8,0	7,4
Вишня свіжа	68,1	670,1	142,1	420,1	0,2	0	2,5	1,4
Вишневий сорбет	150,2	1102,0	280,1	740,2	0,3	0	5,0	6,5
Абрикос свіжий	49,2	320,5	70,2	250,2	9,5	0	0	1,4
Абрикосовий сорбет	140,1	560,4	120,6	480,4	32,5	0	0	7,2
Обліпиха свіжа	95,2	570,2	95,1	420,0	11,5	0	0	1,2
Обліпиховий сорбет	250,1	940,6	170,2	780,1	40,2	0	0	6,8
Гарбуз свіжий	40,2	260,2	60,2	215,1	9,8	0	0	1,0
Гарбузовий сорбет	108,1	480,6	105,2	401,2	41,2	0	0	4,5
Шпинат свіжий	60,2	320,6	105,0	380,5	6,8	810,1	0	0,7
Сорбет із шпинату	178,6	560,0	175,2	720,1	21,0	1650,2	0	5,2
Оливки заморожені	38,5	280,1	50,4	250,1	3,5	350,1	0	0,5
Сорбет із оливок	75,2	460,2	75,6	400,1	7,5	700,2	0	3,8
Лимони свіжі	80,2	101,1	75,0	300,4	0,2	0	0	1,8
Сорбет із лимонів з цедрою	200,1	180,2	135,1	560,2	0,4	0	0	7,8

Розроблено рецептури, нанотехнології та технологічні схеми виробництва оздоровчих продуктів «NatureSuperFood» – плодоовочевого морозива у формі сорбетів, які відрізняються від традиційних застосуванням як сировини суміші фруктів, ягід, овочів. Крім того в них відсутні синтетичні харчові добавки і молоко. Як інноваційний спосіб структуроутворення та отримання сорбетів із високим вмістом БАР використовується кріообробка сировини, зокрема кріогенне «шокове» заморожування з використанням рідкого й газоподібного азоту та дрібнодисперсне подрібнення, яке супроводжується неферментативним каталізом. Це дозволяє отримати із фруктів, ягід, овочів продукти в нанорозмірній формі, забезпечує текстуру сорбетів високої якості й сприяє гелеутворенню в отриманій полідисперсній системі наноморозива. Застосування у виробництві сорбетів плодоовочевих сумішей-міксів дозволяє отримати нові види морозива з високим вмістом БАР, поліпшеними структурно-механічними характеристиками, оригінальним натуральним смаком і ароматом, відсутністю в їх складі синтетичних компонентів (стабілізатори, структуроутворювачі, структуроутворювачі, барвники, ароматизатори).

Розроблено рецептури, досліджено якість і вміст БАР у трьох видах плодоовочевого морозива різного кольору (зеленого, жовто-оранжевого, рожевого) із хлорофіловмісних, каротиновмісних та антоціановмісних плодів, ягід, овочів. Розроблено широкий асортимент плодоовочевого морозива – сорбетів: зелена лінійка «Green pleasure», «Green power», «Green pro», жовто-оранжева лінійка «Orange lime», «Carotene», «Caroton» та рожева лінійка «Purple», «Cherry», «Berries». Натуральними барвниками-БАР у зеленій лінійці є хлорофіли шпинату й оливки, у жовто-оранжевій – β -каротин та інші каротиноїди абрикос, обліпихи та гарбуза, у рожевій – антоціани ягід чорної смородини та вишень.

На основі отриманих результатів експериментальних досліджень розроблено нанотехнології плодоовочевого морозива – сорбетів із фруктів, ягід, овочів, які від традиційних відрізняються використанням високої швидкості заморожування (від 1°C/хв до 20 °C/хв). При цьому температура в морозильній камері становить –60...–100 °C та кінцева температура заморожування в продукті має бути нижче загальноприйнятої (–18 °C). Крім того, нанотехнології включають застосування дрібнодисперсного подрібнення заморожених сумішей плодів, ягід, овочів до частинок, розмір яких у десятки разів менший, ніж у традиційних сорбетів та заморожених поре із плодоовочевої сировини. Отримані заморожені дрібнодисперсні

плодоовочеві суміші фрезерують, фасують, пакують та направляють на загартовування і холодильне зберігання за температури -18°C . Експериментально визначено та обґрунтовано раціональні параметри технології, розроблено технологічну схему (рис. 1), підбрано обладнання, розроблено нормативну документацію (ТУ та ТП), проведено апробацію у виробничих умовах.

Досліджено якість нових видів морозива-сорбетів (табл. 2–4). Показано, що вони мають оригінальний смак і аромат натурального продукту. Крім того, сорбети відрізняються від існуючих аналогів рекордним вмістом натуральних БАП (L-аскорбінової кислоти, антоціанів, фенольних сполук, дубильних речовин, β -каротину, хлорофілу), а також високим вмістом пребіотичних речовин, які перебувають в продукті в розчинній легкозасвоюваній наноформі. Доведено, що всі нові види морозива-сорбетів, отримані із плодовоовочевої картопи-, хлорофіло-, антоціановмісної сировини, містять рекордну кількість натуральної L-аскорбінової кислоти.

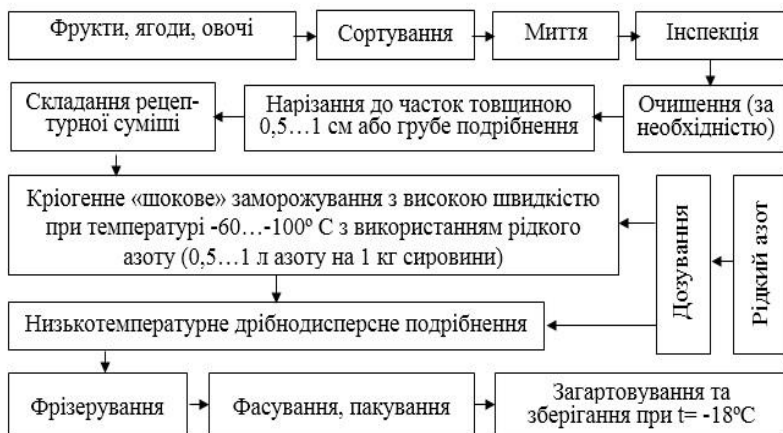


Рис 1. Принципова технологічна схема виробництва оздоровчих продуктів «NatureSuperFood» – плодовоовочевого морозива (сорбетів) із рекордним вмістом БАП, отриманого з використанням криогенного «шокового» заморожування та низькотемпературного дрібнодисперсного подрібнення

Найбільший вміст L-аскорбінової кислоти мають сорбети з антоціановмісних ягід (чорної смородини та вишні), масова частка якої в 100 г продукту становить від 143 мг до 202 мг. Масова частка

L-аскорбінової кислоти в 100 г сорбетів із хлорофіловмісних овочів (шпинату, оливков) становить від 136 мг до 145 мг, у сорбетях із каротиновмісної рослинної сировини (абрикосів, обліпихи, гарбуза) – від 112 мг до 153 мг. З урахуванням того, що добова потреба дорослої людини в аскорбіновій кислоті становить від 70 мг до 100 мг, 100 г кожного з нових видів сорбетів здатні задовольнити від 1,5 до 2 добових потреб організму людини в L-аскорбіновій кислоті (табл. 2–4).

Показано також, що в 100 г нових видів морозива (сорбетів), отриманих із використанням хлорофіловмісних овочів (шпинату, оливков), міститься від 200 мг в 100 г до 248 мг в 100 г це понад добової потреби в хлорофілі. Сорбети, отримані з використанням каротиновмісних фруктів, ягід, овочів містять рекордну кількість β -каротину (від 20,4 мг в 100 г до 25,8 мг в 100 г), що становить 4–5 добових потреб у β -каротині. Антоціанова лінійка сорбетів, отриманих із використанням ягід чорної смородини та вишні, характеризується високим вмістом антоціанів – ненасичених БАР із високою реакційною активністю, масова частка яких становить від 0,8% до 1,3% (табл. 2–4).

Таблиця 2

Вміст БАР у нових видах плодово-ягідного морозива – сорбетів (рожева лінійка) на основі сумішей-міксів яблук з антоціановмісними ягодами чорної смородини та вишні*

Найменування показника, мг у 100 г	Найменування плодово-ягідного морозива (сорбетів)			
	«Purple»	«Berries»	«Cherry»	Аналог
Антоціанові барвні речовини, %	0,8±0,1	1,1±0,1	1,3±0,1	0
L-аскорбінова кислота	202,0±3,6	169,0±2,1	143,5±1,9	5,0±0,2
β -каротин	1,82±0,05	0,91±0,03	0,24±0,1	0
Фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою)	926,0±13,3	926,8±15,1	982,5±17,8	30,2±0,9
Фенольні сполуки (за рутином)	336,3±4,2	335,7±5,1	338,8±4,8	15,1±0,4
Дубильні речовини	732,0±9,8	693,1±8,4	719,0±9,2	25,2±0,7
Розчинні пектинові речовини, %	7,1±0,1	6,5±0,1	6,8±0,1	0,1±0,01
Целюлоза, %	2,1±0,01	2,4±0,01	2,2±0,01	1,5±0,1
Білок, %	2,3±0,1	2,8±0,1	1,9±0,1	2,0±0,1
Органічні кислоти, %	2,8±0,1	2,5±0,1	2,7±0,1	2,5±0,1
Загальний цукор, %	8,4±0,1	8,2±0,1	8,3±0,1	22,0±0,3
Сухі речовини, %	20,0±0,5	20,0±0,5	20,0±0,5	25,0±0,5

* Примітка: основний компонент використовуються яблука, рецептурна кількість антоціановмісних ягід становить від 10% до 15%

Установлено, що всі нові сорбетів містять значну кількість фітокомпонентів; зокрема, масова частка низькомолекулярних

фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою) становить від 0,55–0,78% (у каротиноїдних сорбетах) до 0,9–1,0% (у сорбетах із антоціановмісними ягодами). Показано, що всі нові види натурального морозива (сорбетів) містять значну кількість фенольних сполук (за рутином) – від 158 мг у 100 г до 340 мг в 100 г, а також дубильних речовин – від 425 мг у 100 г до 712 мг в 100 г (табл. 2–4). Установлено рекордний вміст БАР у нових видах сорбетів пов'язаний із використанням криогенної обробки сировини під час їх отримання. Під час криогенної обробки плодоовочевої сировини відбувається трансформація прихованих зв'язаних неактивних форм БАР, масова частка яких порівняно зі свіжою (вихідною) сировиною збільшується в 2–5 разів, що контролюється традиційними хімічними методами.

Таблиця 3

Вміст БАР у нових видах плодоовочевого морозива – сорбетів (зелена лінійка) на основі сумішей-міксів із яблук, лимонів та хлорофіловмісних овочів (шпинату, оливков)*

Найменування показника, мг в 100 г	Найменування плодоовочевого морозива (сорбетів)			
	«Green pleasure»	«Green power»	«Green pro»	Аналог
Хлорофіли а і b	200,0±5,8	210,0±6,3	247,5±9,7	0
β-каротин	2,2±0,1	3,0±0,1	4,5±0,2	0
L-аскорбінова кислота	135,9±4,8	135,6±5,1	144,9±5,8	31,0±0,9
Фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою)	872,9±34,8	877,9±26,3	878,4±27,1	20,2±0,5
Фенольні сполуки (за рутином)	340,2±10,2	339,0±9,8	345,2±10,3	25,1±0,8
Дубильні речовини	696,3±20,9	682,3±20,5	712,3±21,4	35,3±1,4
Розчинні пектинові речовини, %	6,8±0,2	6,6±0,2	6,9±0,2	0,1±0,01
Целюлоза, %	1,4±0,1	1,3±0,1	1,4±0,1	1,0±0,01
Білок, %	2,3±0,1	2,2±0,1	2,5±0,1	1,8±0,1
Органічні кислоти, %	1,8±0,1	1,4±0,1	1,5±0,1	1,6±0,1
Загальний цукор, %	7,2±0,2	6,8±0,2	6,6±0,2	18,3±0,7
Сухі речовини, %	20,0±0,5	20,0±0,5	20,0±0,5	22,0±0,9

*Примітка: як основний компонент використовуються яблука, рецептурна кількість яких у сумішах-міксах становить до 70%

Доведено, що масова частка БАР у нових сорбетах перевищує кількість БАР в свіжих фруктах, ягодах та овочах у 2,5–3,5 разу, а також кількість БАР в українських і закордонних аналогах (табл. 1–4).

Таким чином, розроблені нові види сорбетів, які відрізняються від традиційних відсутністю у складі синтетичних харчових добавок,

застосуванням як сировини міксів із фруктів, ягід, овочів, кріогенна обробка яких та нанотехнології дозволяють отримати продукти з рекордним вмістом БАР. Нові сорбети з рекордним вмістом натуральних БАР позиціонують як оздоровчі продукти «NatureSuperFood» і рекомендують для імунопрофілактики населення.

Таблиця 4

Вміст БАР у нових видах плодоовочевого морозива (сорбетів) (жовто-оранжева лінійка) на основі сумішей-міксів із каротиновмісної рослинної сировини (абрикосів, обліпихи, гарбуза)* та яблук

Найменування показника, мг у 100 г	Найменування плодоовочевого морозива-сорбетів				
	«Orange lime»	«Carotene»	«Caroton»	«Orange apricot»	Аналог
β-каротин	22,8±0,7	20,4±0,6	28,9±0,8	25,8±0,7	0
L-аскорбінова кислота	135,1±4,1	153,6±4,6	112,6±3,6	123,8±3,4	2,0±0,1
Фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою)	597,5±17,9	775,8±23,3	541,5±16,2	569,4±17,2	25,5±1,1
Фенольні сполуки (за рутином)	169,2±5,1	276,2±8,2	158,4±5,4	163,8±5,1	18,4±0,7
Дубильні речовини	508,4±15,2	619,3±18,6	452,9±15,8	480,6±18,4	35,1±1,3
Розчинні пектинові речовини, %	6,8±0,2	6,1±0,2	5,0±0,2	5,9±0,3	0,1±0,01
Целюлоза, %	1,1±0,1	0,8±0,1	1,1±0,1	1,1±0,1	1,2±0,1
Білок, %	1,8±0,1	1,5±0,1	2,1±0,1	2,0±0,1	1,0±0,1
Органічні кислоти, %	2,0±0,1	1,1±0,1	1,4±0,1	1,5±0,1	2,0±0,1
Загальний цукор, %	7,8±0,5	6,1±0,3	6,8±0,1	6,8±0,1	16,2±0,6
Сухі речовини, %	20,0±0,5	20,0±0,5	20,0±0,5	20,0±0,5	23,3±0,7

*Примітка: Рецептурна кількість сумішей-міксів із каротиновмісної рослинної сировини (абрикосів, обліпихи, гарбуза) становить від 70% до 80%

До завдань роботи входило також вивчення структурно-механічних властивостей отриманих нових видів сорбетів різного кольору (зелених, жовто-оранжевих, рожевих). Структурно-механічні властивості були вивчені за такими показниками морозива, як швидкість танення та збитість. Проведено порівняння з аналогами (рис. 2, 3).

Доведено, що застосування нового способу виробництва морозива – сорбетів із фруктів, ягід, овочів із використанням

кріообробки та механолізу приводить до зменшення швидкості танення морозива у 2–3 рази порівняно з аналогом (рис. 2).

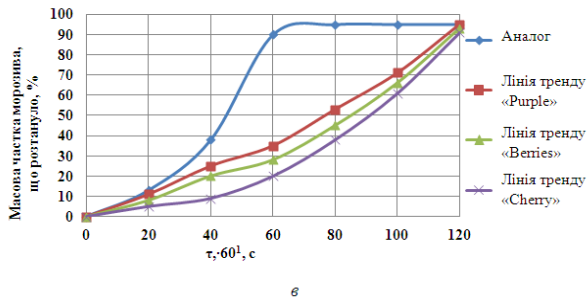
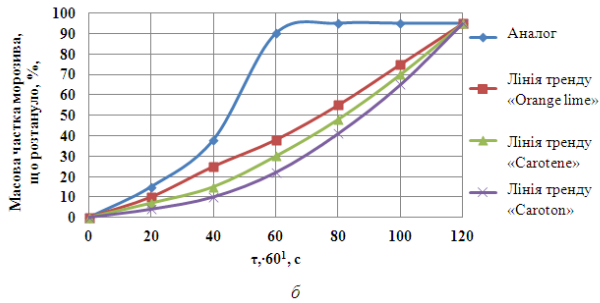
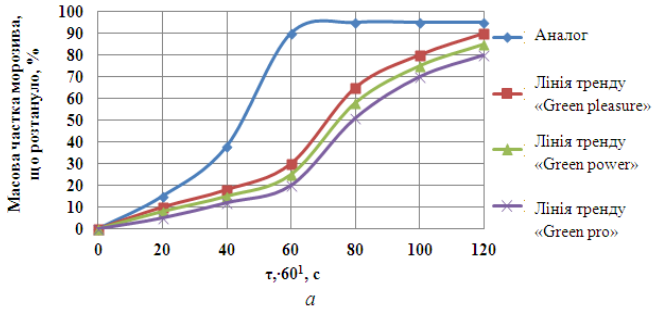
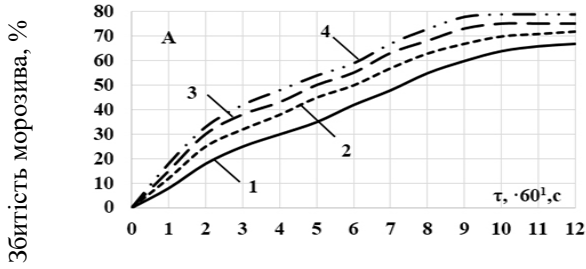
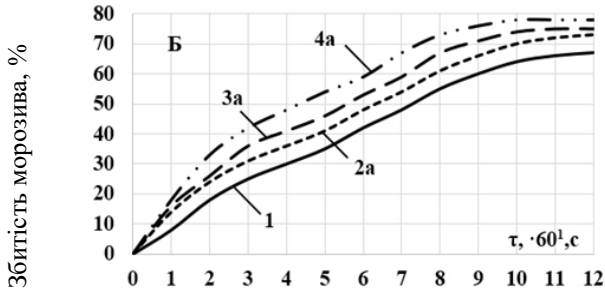


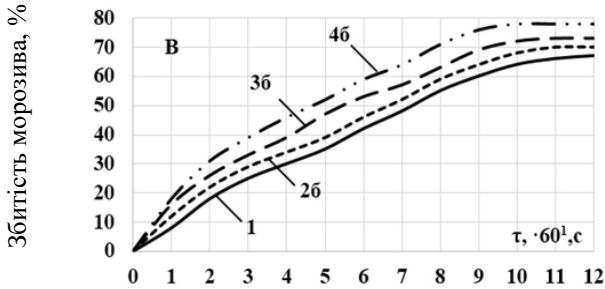
Рис. 2. Швидкість танення нових видів плодово-овочного морозива – сорбетів, отриманих із використанням кріогенного «шокового» заморожування та механолізу порівняно з аналогом: а – сорбети з хлорофіловмісних овочів; б – сорбети з каротиновмісної рослинної сировини; в – сорбети з антоціановмісних ягід



a



б



в

Рис. 3. Збитість нових видів плодовоовочевого морозива – сорбетів, отриманих із використанням кріогенного «шокового» заморожування та механолізу порівняно з аналогом: а – сорбети з хлорофіловмісних овочів; б – сорбети з каротиновмісної рослинної сировини; в – сорбети з антоціановмісних ягід

Показано, що найбільшій збитості суміші нових видів сорбетів досягають через 9–10 хв фрезерування, у той час як у разі

виготовлення морозива-аналога найбільша збитість досягається через 11–12 хв (рис. 3). Показано, що нові види сорбетів, у виробництві яких не використовуються штучні структуроутворювачі, мають вищі показники збитості порівняно з аналогами, для виготовлення яких використовуються різні види харчових добавок. Так, збитість зразка морозива-аналога становить 65–67%, у той час як показник збитості нових видів сорбетів вищий та становить від 75% до 80% (рис. 3). Слід зазначити, що високі показники збитості та процеси структуроутворення і стабілізації структури дрібнодисперсних плодовоовочевих сорбетів відбувається виключно за рахунок використання компонентів плодів (пектину, білка) із застосуванням таких технологічних прийомів, як криогенне «шокове» заморожування та дрібнодисперсне подрібнення.

Стабілізуючий вплив неактивних (прихованих) форм пектинових речовин плодів та овочів, які під час криообробки та механолізу трансформуються в активну форму (розчинний пектин), на формування текстури нових видів сорбетів підтверджено методом ІЧ-спектроскопії (рис. 4).

Виявлено збільшення інтенсивності ІЧ-спектрів дослідних зразків сорбетів у області частот від 3000 см^{-1} до 3600 см^{-1} , характерних для валентних коливань функціональних груп $-\text{OH}$, які беруть участь в утворенні водневих зв'язків. Збільшення інтенсивності свідчить про підвищену здатність до зв'язування води шляхом утворення водневих зв'язків полісахаридів, зокрема пектинових речовин плодовоовочевих сорбетів. Утворення водневих зв'язків відбувається внаслідок вилучення значної кількості й трансформування пектинових речовин плодів, ягід, овочів із неактивної в активну (високометоксильовану) форму. Отримані дані корелюють із текстурою нових видів плодовоовочевих сорбетів, більш густою порівняно з аналогом консистенцією продукту, а також їх структурно-механічними властивостями (ступенем збитості, швидкістю танення).

Виявлено також збільшення інтенсивності ІЧ-спектрів у області частот від 1800 см^{-1} до 3000 см^{-1} . Це свідчить про міжмолекулярну перебудову та комплексоутворення асоціатів і різних комплексів сполук (органічних кислот, зокрема галактуронової, білків, α -амінокислот, спиртів, цукрів, кетонів та ін.). Крім того, цей процес відбувається за рахунок біополімерів (пектину, білків), значна частина яких містяться в сорбетах у нанорозмірній формі та які здатні до структуроутворення й селеутворення.

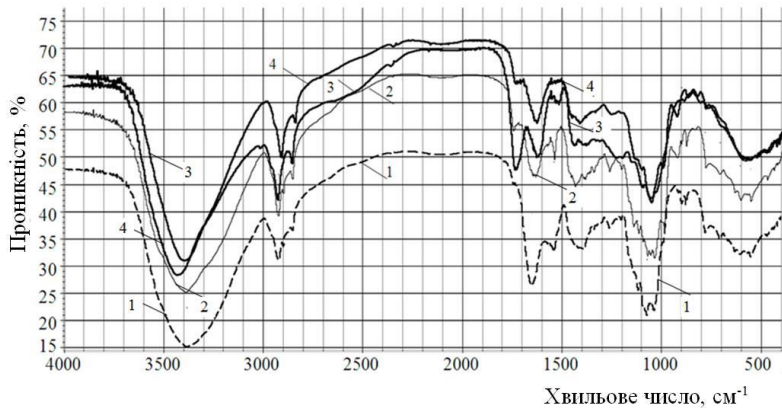


Рис. 4. Порівняння ІЧ-спектрів нових видів плодовоовочевого морозива – сорбетів, отриманих із використанням криогенного «шокового» заморожування та механолізу порівняно з аналогом, де **1** – аналог; **2** – «Green pleasure»; **3** – «Green power»; **4** – «Green pro»

Зазначене збільшення інтенсивності свідчить про стабілізуючий вплив компонентів плодовоовочевої сировини, що виконують роль натуральних рослинних структуроутворювачів під час отримання плодовоовочевих сорбетів із застосуванням процесів криообробки сировини та механолізу. Комплексне застосування криогенного «шокового» заморожування та неферментативного каталізу (механолізу) під час низькотемпературної обробки сировини дає можливість отримати нові види плодовоовочевих сорбетів без додаткового застосування штучних стабілізаторів структури.

Доведено, що нові види сорбетів зберігаються протягом 12 місяців без втрат БАР, що забезпечується повною інактивацією окиснювальних ферментів під час їх виробництва.

Новий спосіб та нанотехнології виробництва оздоровчих продуктів «NatureSuperFood» – плодовоовочевого морозива – сорбетів пройшли апробацію у виробничих умовах на підприємствах м. Харкова (НПП «КРІАС плюс», ТОВ «ФМ Хладопром», ТОВ СУП «Плюс ЛТД»).

У результаті проведених фундаментальних та прикладних досліджень були розроблені криогенні технології нового покоління харчових дрібнодисперсних добавок у формі порошків із замороженого пюре із фруктів та овочів із різних видів рослинної сировини та продуктів бджільництва (прополісу, квіткового пилку).

Розроблено кріогенне обладнання (кріогенні заморозувачі, кріогенні подрібнювачі, сублімаційні сушарки), а також кріогенні лінії та цехи з виробництва дрібнодисперсних порошків із плодів, ягід, продуктів бджільництва, натуральних прянощів, «Instant» напоїв і соків. На їх основі розроблено широкий асортимент продуктів для здорового харчування.

Розроблені кріогенні технології, обладнання, лінії та цехи впроваджені на багатьох підприємствах України (НПП «КРІАС плюс», НПФ «ФІПАР» м. Харків), Росії (НПО «Буревісник», м. Нижній Новгород, НПО «БІОФІТ»), Латвії (МКП «ПЛТЕНЕ», м. Венспілс) та ін. Отримані результати широкомасштабних досліджень авторів викладено в роботі «Створення та впровадження прогресивних технологій і ефективного обладнання для отримання нових функціональних оздоровчих харчових продуктів», яка у 2006 році була удостоєна Державної премії України в галузі науки і техніки.

Представлені результати наукових розробок наведених вище праць фундаментальних і прикладних досліджень наведених вище праць.

Переваги цієї роботи полягають у тому, що вдалося отримати морозиво, зокрема сорбети, які за вмістом БАР, таких як фітокомпоненти – каротиноїди, хлорофіли, антоціани, вітаміни тощо, перевершують аналоги у 2–3 рази. Розроблено новий спосіб і нанотехнології виготовлення морозива із натуральної сировини – плодів та овочів із рекордним вмістом БАР із використанням кріообробки як інновації. У сорбетах виявлено приховані форми БАР та біополімерів (пектину, білків) у нанорозмірній формі, які виконують роль структуроутворювачів, стабілізаторів текстури та гелеутворювачів.

Відпрацьовано технологічні режими виготовлення натуральних сорбетів на стендовому напівпромисловому устаткуванні. Отримані результати досліджень дозволять по-новому розглядати процес створення широкого асортименту сорбетів – джерела натуральних фітокомпонентів, які сприяють укріпленню імунітету людини. Нові сорбети рекомендовано до вживання як унікальні натуральні продукти для імунопрофілактики всіх верств населення.

Автори сподіваються, що наведені в статті результати фундаментальних і прикладних досліджень матимуть значну практичну цінність як для України, так і для різних країн світу, оскільки у світі спостерігається дефіцит харчових продуктів, особливо натуральних та дієтичних добавок із високим вмістом БАР, і значна частина населення голодує. Незважаючи на цілющі властивості БАР рослинної сировини (фруктів, ягід, овочів, грибів та ін.), біологічний

потенціал (вітаміни та різні компоненти, зокрема фенольні сполуки, поліфеноли, каротиноїди, хлорофіли, пектини, інші пребіотичні речовини тощо), закладений природою в плодах і овочах, використовується, на жаль, тільки частково. Відомо, що зазначені речовини у свіжому вигляді засвоюються організмом людини всього на 30–40%. Таким чином, відбуваються значні втрати біологічного потенціалу корисної харчової сировини – фруктів, ягід, овочів, як під час переробки, так і під час споживання. При цьому щороку світові біологічного потенціалу корисної харчової сировини – фруктів, ягід, овочів становлять сотні мільярдів тонн.

Запропонований авторами новий спосіб глибокої переробки плодів та овочів у сорбети дозволить максимально використати закладений у них біологічний потенціал, що аналогічно збільшенню врожайності плодоовочевої сировини в декілька разів. Розроблені нові оздоровчі серії сорбетів «NatureSuperFood» призначені для впровадження у виробництво як на великих, так і на малих підприємствах, зокрема ресторанного бізнесу і торгівлі та ін.

Висновки. Науково обгрунтовано та експериментально доведено можливість використання криогенного «шокового» заморожування та криомеханолізу під час дрібнодисперсного подрібнення плодів та овочів як інноваційного методу структуроутворення й отримання плодоовочевого морозива – сорбетів із рекордним вмістом БАР. Комплексний вплив зазначених чинників приводить до активації та переведення прихованих БАР із плодів та овочів у вільну форму (у 2,5–3,5 разу більше, ніж у свіжій сировині), а також до трансформації пектину (70%) із неактивної форми в активну.

Розроблено новий спосіб, нанотехнології та технологічні схеми виробництва оздоровчих продуктів «NatureSuperFood» – плодоовочевого морозива – сорбетів з використанням криогенної обробки сировини, що дозволяють отримати продукт з унікальними характеристиками. Відпрацьовані технологічні режими виробництва сорбетів на стендовому напівпромисловому устаткуванні. Особливістю технологій виготовлення сорбетів є використання тільки натуральних інгредієнтів (фруктів, ягід, овочів), відсутність штучних харчових добавок (стабілізаторів, загусників, емульгаторів, синтетичних барвників та ін.). Нанотехнології дозволяють не тільки повністю зберегти в сорбетах вітаміни та інші БАР вихідної сировини, а й дають можливість вилучити із сировини приховані неактивні зв'язані форми БАР і трансформувати їх у вільну наноформу. Нові види сорбетів перебувають у нанорозмірній формі та мають високий вміст натуральних БАР плодів та овочів (β-каротину, хлорофілів, фенольних сполук, антоціанів, ароматичних речовин та ін.). Крім того, нові види сорбетів характеризуються високим вмістом розчинних

пектинових речовин, що виконують роль натуральних загусників і структуроутворювачів. Це дає можливість відмовитися від застосування харчових модифікованих і синтетичних добавок.

Розроблено рецептури, досліджено якість і вміст БАР у трьох видах плодоовочевого морозива із хлорофіловмісних, каротиновмісних та антоціановмісних фруктів, ягід, овочів, проведено їх порівняння з аналогами. Натуральна плодоовочева сировина в нових видах морозива виступає як п'ять в одному: джерело БАР, загусник, структуроутворювач, барвник і ароматизатор. Показано, що нові види плодоовочевого морозива (сорбетів) мають оригінальний смак і аромат натурального продукту і відрізняються від існуючих аналогів рекордним вмістом L-аскорбінової кислоти, β -каротину, хлорофілів а і b, фенольних сполук, дубильних речовин, які перебувають у продукті в наноформі. 100 г нових видів сорбетів містять від 1,5 до 2 добових норм в зазначених речовин.

Установлено, що структурно-механічні властивості нових видів сорбетів, отриманих із суміші плодів, ягід, овочів із застосуванням криогенної обробки, перевершують аналоги за такими показниками, як швидкість танення та збитість. Доведено, що незважаючи на те, що нові види морозива виготовлені без застосування харчових добавок – структуроутворювачів та стабілізаторів структури, порівняно з аналогом швидкість танення нових сорбетів у два рази менша, а ступінь збитості більше на 20–25%. Структуроутворення та стабілізація структури плодоовочевого морозива відбуваються завдяки використанню компонентів плодоовочевої сировини – пектину, целюлози, білка, що під час криообробки сировини трансформуються із неактивної форми в активну наноформу. Стабілізуюча дія останніх була підтверджена методом ІЧ-спектроскопії.

Список джерел інформації / References

1. World Health Organization. Strategy on Diet, Physical Activity and Health: report of a Joint WHO/FAO/UNU. Expert Consultation. Geneva (2010).
2. Pavlyuk, R., Pogarska, V., Kakadii, I., Pogarskiy, A., Stukonozenko, T. (2017), «Influence of the processes of steam-thermal cryogenic treatment and mechanolysis on biopolymers and biologically active substances in the course of obtaining health promoting nanoproducts», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 6/11 (90), pp. 41-47.
3. Pogarska, V., Pavlyuk, R., Timofeyeva, N., Bilenko, L., Stukonozenko, T. (2016), «Exploring the processes of cryomechanodestruction and mechanochemistry when devising nano-technologies for the frozen carotenoid plant supplements», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 6/11 (84), pp. 39-46.
4. Розробка криогенної технології заморожування хлорофілвмісних овочів / Р. Ю. Павлюк, О. С. Погарський, О. А. Каплун, С. М. Лосева // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – № 6/10 (78). – С. 42–46.

Pavlyuk, R. Yu., Pogarsky, O.S., Kaplun, O.A., Loseva, S.M. (2015), Rozbka kriogenno i technology frozen chlora of chlorophyllic plants // *Shidno-European Journal of Advanced Technologies*, No. 6/10 (78), 42-46 pp.

5. Научные основы здорового питания / В. А. Тутельян [и др.]. – М. : Панорама, 2010. – 816 с.

Tutelyan V.A. et al. (2010), *The scientific basis of healthy nutrition*, Panorama, Moscow, 816 p.

6. Pavlyuk, R., Pogarska, V., Balabai, K., Pavlyuk, V., Kotuyk, T. (2016), «The effect of cryomechanodestruction on activation of heteropolysaccharide-protein nanocomplexes when developing nanotechnologies of plant supplements», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 4/11 (82). pp. 20-28.

7. Pavlyuk, R., Pogarska, V., Yurieva, O., Skripka I., Abramova, T. (2016), «Technology of healthful melted cheese products without melting salt with use freezing and non-enzymatic catalysis», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 5/11 (83), pp. 51-61.

8. Pavlyuk, R., Pogarska, V., Cherevko, O., Pavlyuk, V., Radchenko, L., Dudnyk, E., Radchenko, A., Kolomiets, T. (2018), «Studying the complex of biologically active substances in spicy vegetables and designing the nanotechnologies for cryosupplements and nanoproducts with health benefits», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 4/11 (94), pp. 6-14.

9. Стрингер М. Охлажденные и замороженные продукты : [пер. с англ.] / М. Стрингер, К. Деннис. – СПб. : Профессия, 2004. – 492 с.

Stringer, M., Dennis, K. (2004), *Chilled and frozen foods*. Profession, SPb. 492 p.

10. Синха Н. К. Настольная книга по переработке плодоовощной продукции : [пер. с англ.] / Н. К. Синха, И. Г. Хью. – СПб. : Профессия, 2014. – 912 с.

Sinha, N.K., Hugh I. G. (2014), *Handbook on fruit and vegetable processing*. SPb. 912 p.

11. Розробка нанотехнології дрібнодисперсного замороженого пюре із грибів шампіньонів (*Agaricus Bisporus*) / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Т. С. Маціпура, Н. П. Максимова // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2015. – № 6/10 (78). – С 24–28. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.56145

Pavlyuk, R., Pogarska, V., Macipura, T., Maksimova, N. (2015), Rozrobka nanotexnologiyi dribnodispersnogo zamorozhenogo pyure iz gribiv shampin'oniv (*Agaricus Bisporus*) *Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tekhnologij*. No. 6/10 (78), 24-28 pp. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.56145

12. Robert, T. Marshall, Douglas Goff, H., Richard, W Hartel (2012), *Ice Cream*, 371 p.

13. Chris, Clarke (2017), *The Science of the Ice Cream* 183 p.

14. Topolska, Kinga, Filipiak-Florkiewicz, Agnieszka, Florkiewicz, Adam, Cieslik, Ewa, (2017) «Fructan, stability in strawberry sorbets in dependence on their source and the period of storage», *European Food Research and Technology*, No. 243, pp. 701-709.

15. Yangilar, Filiz (2015), «Effects of Green Banana Flour on the Physical, Chemical and Sensory Properties of Ice Cream», *Food Technol Biotechnol*, No. 53, pp. 315-323.

16. Daiana, de Souza Fernandes, Magali, Leonel, Marilia Sbragia Del Bem (2017), «Cassava derivatives in ice cream formulations: effects on physicochemical, physical and sensory properties», *J Food Sci Technol*, No. 54, pp. 1357-1367.
17. Ozdemir, C., Arslaner, A., Ozdemir, S., Allahyari, M. «The production of ice cream using stevia as a sweetener», *Journal of Food Science and Technology*, No. 52. pp. 545-548.
18. Rajpreet Kaur Goraya¹, Usha, Bajwa (2015), «Enhancing the functional properties and nutritional quality of the ice cream with processed amla (Indian gooseberry)», *J Food Sci Technol*, No. 52, pp. 7861-7871.
19. «Innovation in ice cream manufacturing. Shaking a traditional dairy category», available at: allfoodexperts.com/innovation-in-ice-cream-manufacturing-shaking-a-traditional-dairy-category/
20. Askew, K. (2017), «VERU's `shock-freezing` tech creates ice cream with `more taste, less calories`, available at: foodnavigator.com/Article/2017/10/06/VERU-s-shock-freezing-tech-creates-ice-cream-with-more-taste-less-calories
21. Pham, Q.T. (2013), «Freezing time formulas for foods with low moisture content, low freezing point and for cryogenic freezing», *Journal of Food Engineering*, Vol. 127, pp. 85-92. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2013/12/007
22. Saraiva, Jorge A., Francisco J. Barba (2017), «Landmarks in the historical development of twenty first century food processing technologies», *Food Research International*, Vol. 97, pp. 318-339.
23. «The Effect of Storage Temperature on the Ascorbic Acid Content and Color of Froxen Broad Beans and Cauliflowers and Consumption of electrical Energy during Storage», *Gida. Journal of Food*, (2015), Vol. 11 (5), available at: Doaj.org/article/f6cf2689b10743ff95faa483fd8d6956
24. Min, K., Chen, K., Arora, R. (2014), «Effect of short-term versus prolonged freezing on freeze-thaw injury and post-thaw recovery in spinach: Importance in laboratory freeze-thaw protocols», *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 106, pp. 124-131. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2014.01.009.
25. James, S.J., James, S.J., James, C. (2014), «Chilling and freezing», *Food Safety Management*, pp. 481-510. DOI: 10/1016/b978-0-12-381504-0.00020-2
26. Evans, J. (2016), «Emerging refrigeration and freezing technologies for food preservation Innovation and Future Trends in Food Manufacturing and Supply Chain Technologies», *Woodhead Publishing*, pp. 175-201. DOI: 10/1016/b978-1-78242-447-5.00007-1
27. Tu, J.M Zhang, B. Xu, H. Liu (2015), «Effects of different freezing methods on the quality and microstructure of lotus root», *International Journal of Refrigeration*, Vol. 52, pp. 59-65. DOI: 10.1016/j.ijrefrig.2014.12.015.
28. Tolstorebrov, I.T., Eikevik M., Bantle T. M., (2015), «Effect of low and ultra-low temperature applications during freezing and frozen storage on quality parameters for fish», *International Journal of Refrigeration*, pp. 25-35. DOI: 10.1016/j.ijrefrig.2015.11.003
29. Pavlyuk, R., Pogarska, V., Mikhaylov, V., Bessarab, O., Radchenko, L., Pogarskiy, A., Telenkov, O., Radchenko, A. (2018), «The study of bas complex in chlorophyllcontaining vegetables and development of healthimproving nanoproducts by a deep processing method», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 2/11 (92), pp. 48-56.

30. Pavlyuk, R., Pogarska, V., Mikhaylov, V., Bessarab, O., Radchenko, L., Pogarskiy, A. et al. (2018), «Development of a new method of storage and maximum separation of chlorophylls from chlorophyll-containing vegetables at reception of healthfull nanoproducs», *EUREKA: Life Sciences*, Vol. 2, pp. 47-54. DOI: 10.21303/2504-5695.2018.00616.

Павлюк Раїса Юрїївна, д-р техн. наук, проф., лауреат Державної премії України, заслужений діяч науки і техніки України, кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-92; e-mail: ktprom@ukr.net.

Павлюк Раиса Юрьевна, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, заслуженный деятель науки и техники Украины, кафедра технологий переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-92; e-mail: ktprom@ukr.net.

Pavlyuk Raisa, Doctor of Technical Sciences, Professor, the State Prize laureate of Ukraine, Honored figure of Science and Technology in Ukraine, Department of Technology Processing of Fruits, Vegetables and Milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-92; e-mail: ktprom@ukr.net.

Погарська Вікторія Вадимівна, д-р техн. наук, проф., лауреат Державної премії України, зав. кафедри технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-92; e-mail:ktprom@ukr.net.

Погарская Виктория Вадимовна, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, зав. кафедры технологий переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-92; e-mail: ktprom@ukr.net.

Pogarska Viktoriya, Doctor of Technical Sciences, Professor, Laureate of the State Prize of Ukraine, the Chief of the Department of Processing Technologies of Fruits, Vegetables and Milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-92; e-mail:ktprom@ukr.net.

Павлюк Вадим Антонович, д-р фіз.-мат. наук, проф., кафедра технології і організації ресторанного бізнесу, Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету. Адреса: пров. Отакара Яроша, 8, м. Харків, Україна, 61045. Тел.: (057)349-45-92; e-mail: ktprom@ukr.net.

Павлюк Вадим Антонович, д-р физ.-мат. наук, проф., кафедра технологии и организации ресторанного бизнеса, Харьковский торговельно-экономический институт Киевского национального торговельно-экономического

університета. Адрес: пров. Отакара Яроша, 8, г. Харків, Україна, 61045. Тел.: (057)349-45-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Pavlyuk Vadim, Doctor of Ph.-m. Sciences, Professor, Department of technology and organization of restaurant business, Kharkiv Trade and Economics Institute of Kyiv National University of Trade and Economics. Address: Otakara Jarosha alley, 8, Kharkiv, Ukraine, 61045. Tel.: (057)349-45-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Тельонков Олександр Євгенович, асп., кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Теленков Александр Евгеньевич, асп., кафедра технологій переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Telenkov Oleksandr, graduate student, Department of Technology Processing of Fruits, Vegetables and Milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Погарський Олексій Сергійович, асист., кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Погарский Алексей Сергеевич, ассист., кафедра технологій переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Pogarskii Oleksii, assistant, Department of Technology Processing of Fruits, Vegetables and Milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Какадій Юлія Петрівна, асист., кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Какадий Юлия Петровна, ассист., кафедра технологій переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Kakadii Iulia, assistant, Department of Technology Processing of Fruits, Vegetables and Milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-92; e-mail: ktppom@ukr.net.

Стуконоженко Тетяна Анатоліївна, асист., кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-92; e-mail: ktrpom@ukr.net.

Стуконоженко Татьяна Анатольевна, ассист., кафедра технологій переробки плодів, овочей і молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktrpom@ukr.net.

Stukonozhenko Tetiana, assistant, Department of Technology Processing of Fruits, Vegetables and Milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349045-92; e-mail: ktrpom@ukr.net

DOI: 10.5281/zenodo.2395428

УДК 001.8:637.514.5:637.5.037

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ НАПІВФАБРИКАТІВ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ ЗАМОРОЖЕНИХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СУМІШЕЙ «KRIOMEAT» ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Т.С. Желева, М.О. Янчева, О.О. Гринченко

Наведено результати дослідження біологічної цінності напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених із використанням сумішею «KrioMeat» під час зберігання. Установлено, що використання сумішею сприяє збереженню вмісту амінокислотного складу, біологічної цінності та перетравлюваності білків напівфабрикатів протягом усього терміну зберігання.

Ключові слова: біологічна цінність, білки, амінокислоти, напівфабрикати м'ясні посічені заморожені.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПОЛУФАБРИКАТОВ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ЗАМОРОЖЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕСИ «KRIOMEAT» ПРИ ХРАНЕНИИ

Т.С. Желева, М.А. Янчева, О.А. Гринченко

Приведены результаты исследования биологической ценности полуфабрикатов мясных рубленых замороженных с использованием смесей

© Желева Т.С., Янчева М.О., Гринченко О.О., 2018