

INFLUENCE OF VEGETABLE PUREES PROCESSED BY DIFFERENT METHODS ON THE SENSORY AND PHYSICOCHEMICAL INDICATORS OF MILK ICE CREAM

V. Sapiga, G. Polischuk

National University of Food Technologies

Key words:

Ice cream with vegetables
Pectin
Sensory indicators
Overrun
Resistance to melting
Basic recipes

Article history:

Received 11.01.2023
Received in revised form
26.01.2023
Accepted 09.02.2023

Corresponding author:

V. Sapiga
E-mail:
vika.sapiga1904@ukr.net

ABSTRACT

The purpose of the research is the scientific substantiation of the effect of vegetables with an increased content of soluble pectin on the quality indicators of low-calorie milk ice cream-technology. The object of the research is low-calorie milk ice cream technology.

The technological and functional properties of pectin-containing purées from vegetables (carrots, beets, tomatoes, zucchini and broccoli) as part of ice cream with their varied content in the range from 10 to 35% were studied. Sensory indicators, mass fraction of soluble pectin, water activity, active acidity, overrun and resistance to melting were chosen as the quality criteria of the obtained ice cream samples with vegetables. A higher yield of soluble pectin was found in fermented vegetable purées compared to purées subjected to thermal-acid treatment. It was found that fermentation and thermal-acid treatment of purée reduce the water activity in vegetables due to the increased content of soluble pectin. It was proved that the solids of vegetables increase the resistance to melting of ice cream. Based on the set of quality indicators of ice cream samples with vegetables, it was determined that vegetable purées from carrots, beets and zucchini have the highest technological activity, broccoli purée is a bit lower, and tomato purée is the lowest.

Based on the comparative analysis of the research results, recommendations were developed for the preparation of basic recipes of ice cream with vegetables in the ranges of their content for the enzymatic processing method: carrots — 20—25%, beets — 15—20%, zucchini — 20—30%, broccoli — 15—20% and tomatoes — 25—30%; for thermo-acid processing: carrots — 15—20%, beets — 10—15%, zucchini — 15—20%, broccoli — 10—15% and tomatoes — 20—25%. The introduction of vegetable purees in a lower amount than the recommended values gives the ice cream samples unexpressed sensory indicators, while exceeding the norms leads to uncharacteristic taste, aroma and consistency of ice cream. Carrot, beetroot and zucchini purée of various pretreatment methods can be used as separate vegetable multifunctional fillers, and broccoli and tomato purée is recommended to be used in combination with other vegetables.

DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-1-16

ВПЛИВ ОВОЧЕВИХ ПЮРЕ РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБЛЕННЯ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ТА ФІЗИКО- ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ МОРОЗИВА МОЛОЧНОГО

В. Я. Сапіга, Г. Є. Поліщук

Національний університет харчових технологій

У статті науково обґрунтовано вплив овочів з підвищеним вмістом розчинного пектину на показники якості морозива молочного низькокалорійного.

Досліджено функціонально-технологічні властивості пектиновмісних пюре з овочів (моркви, буряка, томатів, кабачків і броколі) у складі морозива за їх варіюваного вмісту в діапазоні від 10 до 35%. За критерії якості отриманих зразків морозива з овочами обрано органолептичні показники, масову частку розчинного пектину, активність води, активну кислотність, збитість та опір таненню. Встановлено більший вихід розчинного пектину у ферментованих овочевих пюре, порівняно з пюре, що піддавали термокислотному обробленню. Виявлено, що ферментування і термокислотне оброблення пюре знижують активність води в овочах за рахунок підвищеного вмісту розчинного пектину. Доведено, що сухі речовини овочів підвищують стійкість морозива до танення. За комплексом показників якості зразків морозива з овочами визначено, що найбільшою технологічною активністю володіють овочеві пюре з моркви, буряку та кабачків, а децю нижчою — пюре з броколі і найнижчою пюре з томатів.

На основі порівняльного аналізу результатів дослідження розроблено рекомендації щодо складання базових рецептур морозива з овочами в діапазонах їх вмісту для ферментативного способу оброблення: морква — 20—25%, буряк — 15—20%, кабачки — 20—30%, броколі — 15—20%, томати — 25—30%; для термокислотного способу оброблення: морква — 15—20%, буряк — 10—15%, кабачки — 15—20%, броколі — 10—15%, томати — 20—25%. Внесення овочевих пюре у нижчій кількості за рекомендовані значення надає зразкам морозива невиражені органолептичні показники, в той час як перевищення норм приводить до нехарактерних смаку, аромату та консистенції морозива. Пюре моркви, буряку і кабачків різних способів попереднього оброблення можна застосовувати як окремі овочеві поліфункціональні наповнювачі, а пюре з броколі і томатами рекомендовано застосовувати у сполученні з іншими овочами.

Ключові слова: морозиво з овочами, пектин, органолептичні показники, збитість, опір таненню, базові рецептури.

Постановка проблеми. Морозиво було та лишається одним з найпопулярніших заморожених десертів у всьому світі серед споживачів усіх вікових і соціальних груп. Останнім часом у США та країнах Європи прискореними темпами зростає популярність низькокалорійного морозива (Sipple, Racette, Schiano, & Drake, 2022) з підвищеною біологічною цінністю, як-то морозиво зі зниженим вмістом жиру, знежирене, фруктове, овочеве та горіхове, шербети, заморожений йогурт та інші заморожені продукти (Kilara, & Chandan, 2015; Chuck-Hernandez, García-Cayuela, & Méndez-Merino, 2022).

Отже, розширення асортименту низькокалорійного морозива молочного з овочами, обробленою різними способами, є актуальним напрямом наукового дослідження прикладного характеру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Численні дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених присвячені розробленню оригінальних рецептур морозива з овочами. Зокрема, в Україні розроблено склад морозива пломбірної групи жирністю 12,5% із пюре з селери і шпинату. Як стабілізатор структури застосовано гарбузове борошно у кількості 2—4%. Натомість, хімічний склад такого морозива, зокрема за вмістом сухого знежиреного молочного залишку, який досягає 20%, значно перевищує існуючі нормативи і не є доцільним як з точки зору досягнення характерних для морозива органолептичних та фізико-хімічних показників, так і за високої собівартості готового продукту. Для підвищення вмісту розчинного пектину рослинне пюре піддають термокислотному гідролізу (Slyvka, Bilyk, Dronyk, & Nagovska, 2021), який є менш ефективним, порівняно з ферментативним гідролізом. Морозиво пломбірної групи з підвищеним вмістом СЗМЗ та з пектиновмісною сировиною містить найменше вільної води, у той же час морозиво низькокалорійне молочне, з підвищеним вмістом вільної води, передусім потребує удосконалення рецептурного складу, що не вирішено в цьому дослідженні.

В Україні розроблено технологію морозива молочного з продуктами переробки гарбуза — порошком, отриманим конвективно-вакуумним сушінням (м.ч. 2—6%) і пюре, термічно обробленим і гомогенізованим (м.ч. 26—50%) (Згурський, Поліщук, & Кропивницька, 2011), але виробництво порошку є доволі обмеженим, а теплове оброблення овочевої сировини не є технологічно ефективним.

Популярними овочами у складі морозива є також каротиновмісні гарбуз і морква. Науково доведено доцільність застосування цих овочів у складі морозива на основі рослинного молока у кількості 15% (Hassan, & Barakat, 2018). Однак варто розглянути застосування й інших функціонально-технологічних овочів у складі морозива класичного виду на молочній основі.

Так, у (Jhansi, & Sucharitha, 2013) вивчався вплив додавання томатного соку на сенсорну сприйнятність морозива, але фізико-хімічні властивості цього продукту не досліджувалися.

У (Moreno, 2015) досліджено сенсорну прийнятність кабачкового пюре (*Cucurbita Maxima*) за вмісту від 2,2 до 8,8% для виготовлення морозива. Істотної різниці в рівні прийнятності використання кабачкового пюре для виготовлення морозива з точки зору смаку й текстури не виявлено, однак харчова цінність готового продукту не визначена.

Таким чином, технологія морозива з овочами потребує подальшого розвитку, зважаючи на важливе місце овочів у раціоні людини (Silva Dias, 2010). Овочі в щоденному раціоні сприяють покращенню здоров'я, роботі шлунково-кишкового тракту та зору, знижують ризик деяких форм раку, хвороб серця, інсульту, діабету, анемії, виразки шлунка, ревматоїдного артриту та інших хронічних захворювань (Gemedede, Ratta, Haki, Woldegiorgis, & Beyene, 2015; Keatinge et al., 2010).

Овочі у всіх своїх різноманітних формах забезпечують достатнє споживання більшості вітамінів і поживних речовин, харчових волокон і фітохімічних речо-

вин, які можуть повернути необхідну міру їхнього балансу в раціоні харчування (Kunnumakkara, 2014; Dias, 2012; da Silva Dias, & Imai, 2017).

Застосування овочів і продуктів їх переробки у складі молочних продуктів впливає на їхні фізико-хімічні та сенсорні властивості. Деякі овочеві волокна є харчовими інгредієнтами, які виконують функції заміників жиру, вологозв'язувальних агентів, загущувачів, гелеутворювачів, пребіотиків. Отже, збагачення молочних продуктів овочами підвищуватиме їх харчову цінність і прийнятність споживачами (Manzoor, Singh, Gani, & Noor, 2021; Salehi, 2021).

Розчинний пектин у складі овочів є найбільш технологічно активним структурним гетеро полісахаридом (Hanani, Yee, & Nor-Khaizura, 2019), який широко використовується в харчовій промисловості як гелеутворювач, емульгатор і полімер-носії для інкапсуляції харчових інгредієнтів. Гелеутворюючі властивості пектину обумовлюються вмістом галактуронової кислоти, ступенем етерифікації та ступенем метилування (Perussello, Zhang, Marzocchella, & Tiwari, 2017). Серед природних пектинових речовин особливе місце займає нерозчинний у воді протопектин — високомолекулярний пектиновий комплекс, який разом з целюлозою та геміцелюлозами утворює каркас клітинної стінки. Для деструкції протопектину та підвищення вмісту розчинного пектину, зазвичай, застосовують кислотний, лужний або ферментативний гідроліз (Каліновська, Оболкіна, & Кияниця, 2013).

Кислотний гідроліз протопектину проводять при рН в діапазоні 1,5—3,0 одиниць протягом 0,5—6,0 год за температури 60—100 °С (Bhardwaj, Degrossi, & Bhardwaj, 2017). Проте такі умови характеризуються жорсткими умовами оброблення овочів, що може призвести до часткової втрати їхніх структуруючих властивостей.

Більш ефективними є біотехнологічні методи оброблення овочів, зокрема ферментативний гідроліз, який здійснюються за допомогою пектолітичних ферментів: пектинази, протопектинази та пек тази (Patidar, Nighojkar, Kumar, & Nighojkar, 2018). Авторами доведено доцільність застосування ферментативного гідролізу протопектину в пюре з моркви, буряку, кабачків, броколі і томатів, порівняно з кислотним гідролізом, за умови інактивації ферменту шляхом короткочасного теплового оброблення для запобігання надлишкової деструкції пектину за збереження максимальної кількості біологічно-активних сполук (Sapiga, Polischuk, Breus, & Osmak, 2021). Саме тому в складі морозива молочно-овочевого доцільно застосовувати ферментативно оброблені овочеві пюре з підвищеним вмістом розчинного пектину, що й визначає актуальність пропонованого наукового дослідження.

Мета дослідження: вивчення впливу овочів з підвищеним вмістом розчинного пектину на показники якості низькокалорійного молочного морозива.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- вивчити фізико-хімічні показники овочевих пюре різних способів оброблення;
- дослідити органолептичні та фізико-хімічні показники морозива молочного з різними овочами за їх змінного вмісту;
- на основі порівняльного аналізу одержаних результатів дослідження розробити рекомендації щодо складання базових рецептур морозива з овочами.

Матеріали і методи. Як овочеву сировину було обрано овочі, які містять пектинові речовини, пігменти, мікро- та макроелементи, є дешевими і доступними на вітчизняному продовольчому ринку, зокрема моркву столову сорту «Королева осені», буряк столовий «Делікатесний», томати «Астерікс F1», кабачки «Кавілі» та броколі сорту «Ягуар».

Для одержання гомогенного пюре з підвищеним вмістом розчинного пектину овочі мили, очищували, розрізували на шматочки розмірами 20×20 мм, бланшували до розм'якшення до 5 хв, подрібнювали за температури 50—55 °С до однорідної маси до розміру часточок не більших за 1—2 мм.

З метою підвищення вмісту розчинного пектину в овочевих пюре було прийнято дві схеми їх оброблення:

- термокислотний гідроліз протопектину (рН = 3,0 од., температура 90 °С, тривалість оброблення 40 хв) (Canteri, Moreno, Wosiacki, & Scheer, 2012).

- ферментативний гідроліз протопектину (масова частка ферменту «Пектолад» («Ензим», Україна) — 0,1%, температура ферментації 40 °С, час обробки — 2 год). Після завершення ферментації пектин азу інактивували нагріванням зразків до температури 90 °С без витримки (Поліщук, Сапіга, Осьмак, & Шевченко, 2021).

Базовий склад сумішей для виробництва морозива: м.ч.ж. 3,5%, СЗМЗ 10%, цукру 15%, альгінат натрію 0,2%. Альгінат натрію застосовано у мінімально допустимій кількості як гідроколоїд, який виявляє синергізму присутності пектину (Gohil, 2011).

Молочно-овочеві суміші одержували послідовним змішуванням рецептурних інгредієнтів з подальшою їх пастеризацією (85 ± 2 °С, 3 хв), гомогенізацією ($12,0 \pm 1,0$ МПа), охолодженням (4 ± 2 °С), додаванням овочевих пюре, перемішуванням впродовж 1—2 хв та витриманням упродовж 2 годин. Прийнятний діапазон вмісту овочів у морозиві було задано в межах від 10 до 35%.

Зразки морозива одержували за допомогою фризера періодичної дії ФПМ-3,5/380-50 «Ельбрус-400» із закладкою сумішей масою 4 кг.

Процес фризирования проводили у 2 етапи:

- 1 етап — охолодження сумішей впродовж 2-3 хв за частоти обертів мішалки шкребкового типу 270 хв⁻¹ до температури -2 °С;

- 2 етап — збивання охолоджених сумішей впродовж 3 хв за частоти обертів мішалки 540 хв⁻¹.

М'яке морозиво вивантажували з барабана фризера у полімерні ємності об'ємом по 100 см³, герметично закривали і зберігали в морозильній камері за температури мінус (18 ± 2 °С).

Органолептичні показники морозива оцінювали відповідно до стандарту ISO 22935-3:2009 (ISO 22935-3:2009/IDF 99-3:2009, 2009). Комісія з 12 експертів визначала якість зразків морозива за гедоністичною шкалою (1 — погано, 2 — прийнятно, 3 — добре, 4 — дуже добре, 5 — відмінно) (Elsamani, 2016) за такими індивідуальними сенсорними атрибутами: консистенція, смак, аромат, колір, зовнішній вигляд.

Бали за окремими атрибутами відмічали на осях діаграм для одержання сенсорних профілів кожного зразка морозива. Вплив кожного атрибута на визначен-

ня загальної сенсорної якості перераховували з урахуванням коефіцієнтів вагомості за прийнятою бальною шкалою, які наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Коефіцієнти вагомості та максимально можливі бали з їх урахуванням для оцінки органолептичних показників зразків морозива

Показник	Балові оціночні шкали	Коефіцієнт вагомості	Максимально можливі бали
Консистенція	5,0	0,3	7,5
Смак	5,0	0,3	7,5
Аромат	5,0	0,2	5,0
Зовнішній вигляд	5,0	0,1	2,5
Колір	5,0	0,1	2,5
Загальний зважений бал	25,0	1,0	25,0

Середні бали для кожного атрибута застосовували для розрахунку загальної сенсорної якості, яка визначалася як середньозважене значення балів. Зразки морозива диференціювали за рівнем якості відповідно до розрахованого загального зваженого бала таким чином: відмінний (20—25 балів); добрий (16—19,9 бала); задовільний (11—15,9 бала); практично неприйнятний (6—10,9 бала); неприйнятний (менше 6 балів). Проби морозива перед оцінюванням попередньо теплювали до температури мінус (13 ± 2) °C.

Збитість морозива у відсотках визначали ваговим методом (Rybak, 2013), опіртаненню за динамікою накопичення рідкої фази морозива в умовах отеплення за температури 20—22 °C (Nateghi, Rezaei, Jafarian, & Ghofrani, 2018), активну кислотність — за загальновідомим потенціометричним методом.

Активність води (A_w) у сумішах морозива визначали за допомогою приладу «HygroLab 2» (Rotronic, Швейцарія) за температури 18—20 °C з точністю вимірювання 1,5% від значення. Активність води виражається значеннями від 0,00 до 1,00 A_w (0...100% rh) (Кузьмик, Басс, & Миколів, 2020).

Масову частку розчинного пектину в овочевих пюре визначали кальцій-пектатним методом (Wang, Du, Chen, Shi, & Li, 2021). Обробку статистичних даних проведено за допомогою програми Statistika 10, побудову діаграм здійснено у Microsoft Excel 2016.

Викладення основних результатів дослідження. Для підвищення вмісту розчинного пектину (РП) в пюре з різних овочів їх попередньо піддавали ферментації і термокислотному обробленню відповідно до існуючих рекомендацій, що наведені вище. Масову частку розчинного пектину в овочевих пюре, оброблених різними способами, наведено на рис. 1.

За даними рис. 1, більший вихід РП виявлено у разі застосування ферментації овочевих пюре, порівняно з їх термокислотним обробленням. Застосування ферментолізу має позитивний ефект ще й з точки зору менших теплових витрат та відсутності агресивного впливу високих температур і кислотності середовища на біологічно-активні сполуки овочів. Водночас термокислотний гідроліз протопектину є більш доступним за доволі близького ступеня його деструкції, порівняно з ферментативним обробленням, тому він також може бути рекомендований для подальшого практичного застосування. Зважаючи на це, у пропонуваному дослі-

дженні застосовано овочі, оброблені як ферментативно, так і за високих температур та кислотності.

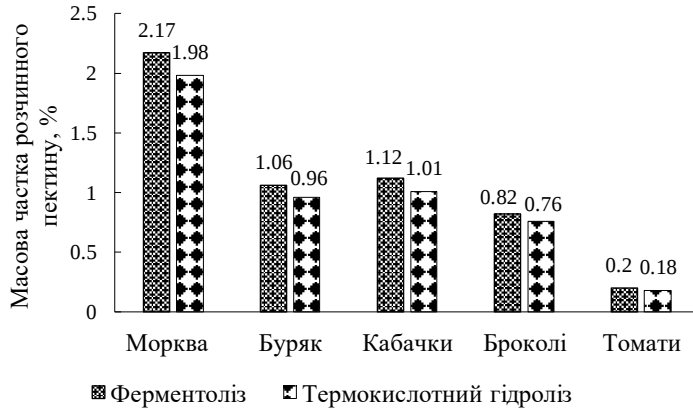


Рис. 1. Масова частка розчинного пектину в овочевих пюре за різних способів гідролізу протопектину

Суміші морозива з варійованим вмістом овочевих пюре досліджували за фізико-хімічними та органолептичними показниками якості. Активну кислотність сумішей за змінного вмісту овочевих пюре, що були ферментовані й термічно гідролізовані, наведено у табл. 2 і 3.

Таблиця 2. Активна кислотність сумішей морозива з різним вмістом овочевих пюре, що були піддані ферментолізу ($P \geq 0,95$, $n=3$)

Вид овочевого пюре	Масова частка овочевого пюре, %					
	10	15	20	25	30	35
Контроль (без пюре)	6,44±0,32					
Морквяне	6,47±0,23	6,48±0,32	6,48±0,32	6,48±0,32	6,49±0,32	6,49±0,32
Бурякове	6,51±0,33	6,52±0,33	6,54±0,33	6,56±0,33	6,56±0,33	6,58±0,33
Кабачкове	6,51±0,33	6,51±0,33	6,53±0,33	6,54±0,33	6,54±0,33	6,54±0,33
З броколі	6,50±0,33	6,49±0,32	6,49±0,32	6,48±0,32	6,47±0,32	6,47±0,32
Томатне	6,21±0,31	6,14±0,31	6,03±0,30	5,96±0,30	5,89±0,29	5,83±0,29

Таблиця 3. Активна кислотність сумішей морозива з різним вмістом овочевих пюре, що були піддані кислотному гідролізу ($P \geq 0,95$, $n=3$)

Вид овочевого пюре	Масова частка овочевих пюре, %					
	10	15	20	25	30	35
Контроль (без пюре)	5,67±0,28					
Морквяне	5,18±0,26	4,91±0,25	4,87±0,24	4,73±0,24	4,52±0,23	4,49±0,22
Бурякове	5,27±0,26	5,02±0,25	4,89±0,24	4,71±0,24	4,60±0,23	4,48±0,22
Кабачкове	5,16±0,26	5,00±0,25	4,91±0,25	4,79±0,24	4,67±0,23	4,65±0,23
З броколі	5,07±0,25	5,00±0,25	4,85±0,24	4,74±0,24	4,62±0,23	4,49±0,22
Томатне	5,00±0,25	4,90±0,25	4,71±0,24	4,54±0,23	4,39±0,22	4,22±0,21

За даними табл. 2 і 3 можна зробити висновок, що застосування овочевих пюре після кислотного гідролізу потребує особливих умов їх поєднання з молочною основою. Зокрема, з метою запобігання термокислотному зсіданню білків молока в сумішах морозива молочну та овочеву основи рекомендовано змішувати тільки після їх окремого теплового оброблення та охолодження до температури визрівання, як це прийнято в технології морозива з плодово-ягідною сировиною (Karaman et al., 2014).

На рис. 2 на прикладі морквяного пюре наведені значення активності води у зразках свіжого, ферментованого і термічно обробленого пюре, а також сумішей морозива молочного з овочевими пюре у кількості 20% і без них.

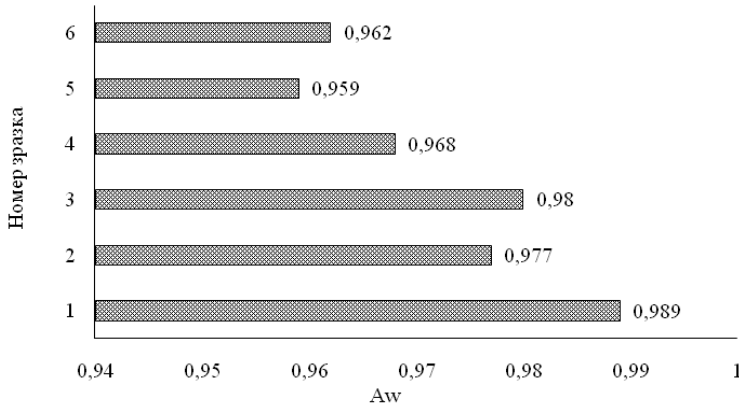


Рис. 2. Активність води в овочевому пюре та сумішах морозива молочного з овочевим пюре: 1 — пюре свіже; 2 — пюре ферментоване; 3 — пюре гідролізоване; 4 — суміш молочна; 5 — суміш молочна з ферментованим пюре; 6 — суміш молочна з гідролізованим пюре

Відповідно до рис. 2, найнижчі значення активності води виявлені для сумішей морозива (масова частка сухих речовин 28,5%), які додатково містять 2,4% сухих речовин овочів. Найвища активність води виявлена для свіжого овочевого пюре (масова частка сухих речовин 12%) за найбільшого вмісту вільної води. Ферментування і термокислотне оброблення морквяного пюре за рахунок підвищення вмісту розчинного пектину дещо знижують активність води в овочах. Пектин у складі овочів як активний вологозв'язувальний інгредієнт призводить до певного концентрування розчинних сполук у залишку вільної води, що й знижує показник активності води. Отже, опосередковано доведено позитивний вплив на стан водної фази підвищеного вмісту розчинного пектину в овочевих пюре, зокрема в складі сумішей молочного морозива.

Вплив пектинових речовин та інших складових овочевих пюре на фізико-хімічні властивості морозива вивчали шляхом визначення збитості та опору таненню морозива молочного за змінного вмісту овочів різних способів оброблення в продукті. Збитість м'якого морозива з овочами наведено на рис. 3 і 4.

За результатами аналізу рис. 3 і 4 очевидною є тенденція поступового підвищення збитості морозива від 50% до 75—77% для всіх овочів за різних способів

їх оброблення, що можна пояснити позитивним впливом гідратопектину та інших складових овочевих пюре.

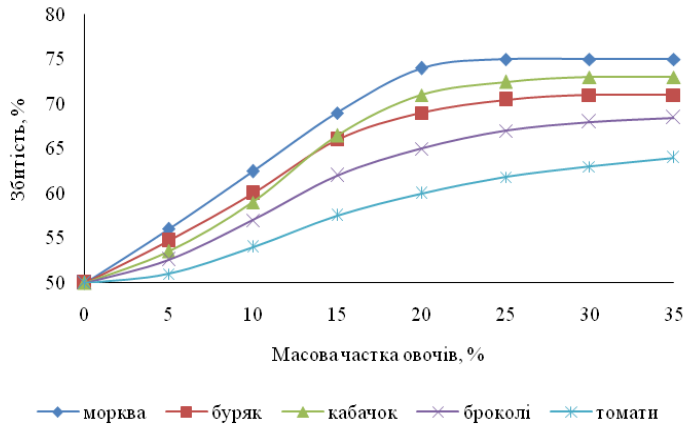


Рис. 3. Збитість м'якого морозива з різним вмістом овочів, підданих термокислотному обробленню

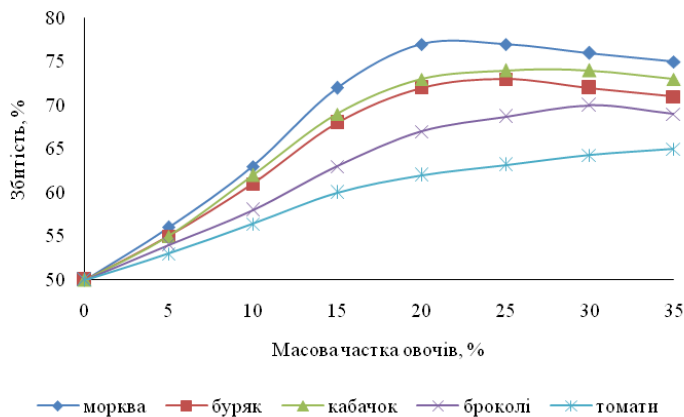


Рис. 4. Збитість м'якого морозива з різним вмістом овочів, підданих ферментативному обробленню

У той же час, після перевищення певного граничного вмісту сухих речовин овочів (20—30%), що спостерігається тільки для ферментованих пюре, спостерігається незначне зниження збитості морозива. Такий ефект, імовірно, спричинений надлишковим структуруванням сумішей за підвищення загального вмісту сухих речовин, зокрема біополімерів. Для доведення такого припущення необхідно буде додатково дослідити реологічні характеристики сумішей молочно-овочевих.

Стабілізаційну здатність сухих речовин овочів, яку можна визначити як час появи першої краплини рідкої фази, що відділяється з об'єму проби нагрітого морозива, наведено в табл. 4.

Сухі речовини всіх овочів підвищують здатність морозива чинити опір таненню. Слід відмітити більший вплив на цей показник овочів ферментованих, порівняно з овочами після термокислотного оброблення. Ступінь впливу овочів на стабільність структури морозива співвідноситься з їхнім впливом на збитість цього продукту. Таким чином, виявлено як найефективніший стабілізуючий компонент ферментоване пюре з моркви.

Таблиця 4. Час появи першої краплини рідкої фази під час отеплення зразків морозива з варійованим вмістом овочів, хв, $P \geq 0,95$, $n=3$

Вид овочів*		Масова частка овочевого пюре, %						
		0	10	15	20	25	30	35
Морква	1	7,1±0,3	9,1±0,4	12,3±0,5	14,6±0,6	16,0±0,6	17,4±0,7	18,0±0,7
	2		11,1±0,4	13,5±0,5	15,7±0,6	17,2±0,7	18,0±0,7	19,2±0,8
Буряк	1		8,3±0,3	10,2±0,4	13,0±0,5	15,2±0,6	16,3±0,7	17,4±0,7
	2		9,3±0,4	11,3±0,5	14,2±0,6	16,2±0,6	17,4±0,7	18,6±0,7
Кабачок	1		8,2±0,3	10,8±0,4	13,6±0,5	15,9±0,6	16,7±0,7	17,4±0,7
	2		9,8±0,4	11,8±0,5	14,8±0,6	16,7±0,7	17,5±0,7	18,9±0,8
Броколі	1		7,9±0,3	8,7±0,3	10,5±0,4	11,6±0,5	13,4±0,5	15,7±0,6
	2		9,0±0,4	10,0±0,4	11,3±0,5	12,2±0,5	14,5±0,6	16,3±0,7
Томати	1		7,2±0,3	7,5±0,3	7,8±0,3	8,4±0,3	8,8±0,4	9,2±0,4
	2		7,5±0,3	8,0±0,3	8,8±0,4	9,1±0,4	9,4±0,4	9,9±0,4

Примітка: 1 — термокислотне оброблення; 2 — ферментативне оброблення

Проведено комплексну органолептичну оцінку зразків морозива з овочами різних способів оброблення за їх змінного вмісту. Попередньо було зроблене припущення, що органолептичні характеристики морозива суттєво залежатимуть від виду овочів та їх вмісту в морозиві. За низького вмісту овочів у морозиві органолептичні показники цього продукту можуть бути невиражені, але за перевищення певної межі овочі можуть надавати морозиву нехарактерні смак, аромат, консистенцію.

Профілограми зразків морозива з овочевим пюре різних способів оброблення на прикладі молочно-морквяного продукту наведено на рис. 5 і 6.



Рис. 5. Профілограма органолептичних показників морозива молочно-овочевого з різним вмістом морквяного пюре, обробленого термокислотним способом

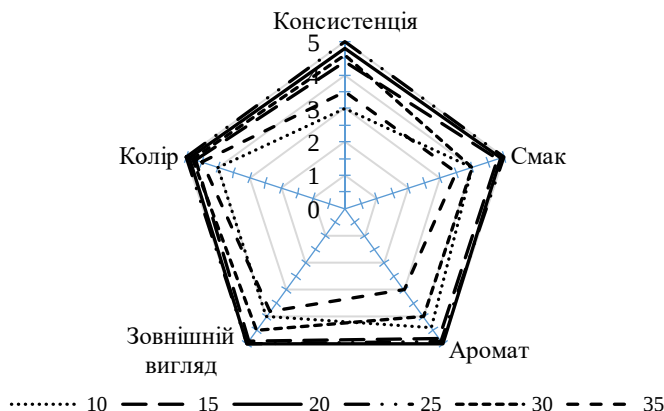


Рис. 6. Профілограма органолептичних показників морозива молочно-овочевого з різним вмістом ферментованого морквяного пюре

Порівняльний аналіз профілограм на рис. 5 і 6 наочно демонструє певну перевагу застосування пюре ферментованого. Така закономірність підтверджується і для інших овочів.

Загальний зважений бал органолептичної оцінки всіх зразків морозива з різними овочами наведено у табл. 5 і 6.

Таблиця 5. Загальний зважений бал органолептичної оцінки та рівень якості морозива з овочевими пюре, обробленими термокислотним способом

Вид овочевого наповнювача	Масова частка овочевих пюре, %					
	10	15	20	25	30	35
Загальний зважений бал						
Морква	19,5	22,5	24,6	19,5	15,7	13,3
Бурак	21	22,0	19,1	15,2	10,3	8,1
Кабачок	19,7	21,3	21,4	19,0	14,8	12,9
Броколі	20,3	20,1	19,7	15,5	13,8	10,1
Томати	16,6	17,0	19,5	18,7	15,2	10,1
Рівень якості						
Морква	добрий	відмінний		добрий	задовільний	
Бурак	відмінний		добрий	задовільний	практично неприйнятний	
Кабачок	добрий	відмінний		добрий	задовільний	
Броколі	відмінний	відмінний	добрий	задовільний		практично неприйнятний
Томати	добрий				задовільний	практично неприйнятний

Усі проаналізовані зразки морозива не відрізнялися ($P \geq 0,95$) за рівнем якості на 1-й і на 30-й день дослідження.

За даними табл. 5 і 6 встановлено рекомендований вміст овочевих пюре у складі морозива молочно-овочевого, що наведений у табл. 7.

Таблиця 6. Загальний зважений бал органолептичної оцінки та рівень якості морозива з ферментованими овочевими пюре

Вид овочевого наповнювача	Масова частка овочевих пюре, %					
	10	15	20	25	30	35
Загальний зважений бал						
Морква	19,5	19,9	25	24,5	19,7	15,3
Буряк	19,5	22,6	22,8	19,2	15,2	11,5
Кабачок	14,4	15,5	19,1	21,9	22,0	19,6
Броколі	19,2	20,7	20,8	18,9	15,2	13,1
Томати	13,8	15,5	19,4	19,8	19,5	15,7
Рівень якості						
Морква	добрий		відмінний		добрий	задовільний
Буряк	добрий	відмінний		добрий	задовільний	
Кабачок	задовільний		добрий	відмінний		добрий
Броколі	добрий	відмінний	відмінний	добрий	задовільний	
Томати	задовільний		добрий			задовільний

Таблиця 7. Рекомендований вміст овочевих пюре у складі морозива молочно-овочевого, %

Вид овочів	Спосіб оброблення овочів	
	Ферментація	Термокислотний гідроліз
Морква	20—25	15—20
Буряк	15—20	10—15
Кабачки	25—30	15—20
Броколі	15—20	10—15
Томати	25—30	20—25

Підсумком проведеного дослідження є рекомендації щодо складання базових рецептур морозива молочно-овочевого. Так, серед зразків морозива, які одержали найвищі загальні зважені бали слід відзначити такі, що містили морквяне (22,5—25,0 балів), буякове (21,0—22,8 бала) і кабачкове (21,3—22,0 бали) пюре, оброблене різними способами. Ферментовані пюре забезпечували формування більш однорідної кремоподібної консистенції, порівняно з овочами, що були піддані термокислотному гідролізу. Морозиво з броколі (20,1—20,8 бала) і томатами (19,5—19,8 бала) з метою покращання смаку, аромату та консистенції рекомендовано поєднувати з іншими овочами. Саме це завдання визначено як подальший напрям наукового дослідження.

Висновки

1. Більший вихід розчинного пектину виявлено у разі застосування ферментації овочевих пюре, порівняно з їх термокислотним обробленням. Підвищена кислотність овочевих пюре, оброблених термокислотним способом, потребує низькотемпературних умов їх поєднання з молочною основою. Ферментування і термокислотне оброблення дещо знижують активність води в овочах за рахунок підвищеного вмісту розчинного пектину

2. За комплексом показників якості зразків морозива з овочами визначено, що найбільшою технологічною активністю володіють овочеві пюре з моркви, буряку та кабачків, дещо нижчою — пюре з броколі і найнижчою пюре з томатів.

3. На основі порівняльного аналізу результатів дослідження розроблено рекомендації щодо складання базових рецептур морозива з овочами. Зокрема, для застосування у рецептурах морозива рекомендовано пюре овочеве різних способів оброблення у кількості: 15—25% — для моркви; 10—20% — для буряку; 15—30% — для кабачків; 10—20% — для броколі та 20—30% — для томатів. Пюре з моркви, буряку та кабачків можуть застосовуватися як окремі поліфункціональні наповнювачі, а пюре з броколі і томатами рекомендовано застосовувати у сполученні з іншими овочами.

Література

Згурський, А. В., Поліщук, Г. Є., Кропивницька, І. О. (2011). Перерозподіл пектинових речовин в овочевій сировині при виробництві морозива. *Харчова промисловість*, 10, 50—55.

Каліновська, Т. В., Оболкіна, В. І., Кияниця, С. Г. (2013). Дослідження вмісту пектинових речовин напівфабрикатів з виноградних вичавок та визначення їх сорбційних властивостей. *Харчова наука і технологія*, (4), 69—74.

Кузьмук, У. Г., Басс, О. О., Миколів, І. М. (2020). Дослідження показника активності води паст кисломолочних. *Наукові праці НУХТ*, 6, 174—179.

Поліщук, Г. Є., Сапіга, В. Я., Осьмак Т. Г., Шевченко І. І. (2021). Порівняльний аналіз структуруючої здатності овочевих пюре у складі сумішей морозива. *Наукові праці НУХТ*, 27(4), 154—164. doi: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2021-27-4-16>.

Bhardwaj, V., Degrassi, G., Bhardwaj, R. K. (2017). Microbial pectinases and their applications in industries: a review. *Polymer*, 4(8), 829—836.

Canteri, M. H., Moreno, L., Wosiacki, G., Scheer, A. D. P. (2012). Pectina: da matéria-prima a produto final. *Polímeros*, 22, 149—157. doi: <https://doi.org/10.1590/s0104-14282012005000024>.

Chuck-Hernandez, C., García-Cayuela, T., Méndez-Merino, E. (2022). Dairy-Based Snacks. In *Snack Foods*, CRC Press, 417—448.

Da Silva Dias, J. C., Imai, S. (2017). Vegetables consumption and its benefits on diabetes. *Journal of Nutritional Therapeutics*, 6(1), 1—10. doi: <https://doi.org/10.6000/1929-5634.2017.06.01.1>.

Dias, J. S. (2012). Nutritional quality and health benefits of vegetables: A review. *Food and Nutrition Sciences*, 3(10), 1354—1374. doi: <https://doi.org/10.4236/fns.2012.310179>.

Elsamani, M. O. (2016). Probiotics, organoleptic and physicochemical properties of vegetable milk based bio-ice cream supplemented with skimmed milk powder. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 5(5), 361—366. doi: <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20160505.17>.

Gemedé, H. F., Ratta, N., Haki, G. D., Woldegiorgis, A. Z., Beyene, F. (2015). Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): A review. *J. Food Process Technol.*, 6(458), 2.

Gohil, R. M. (2011). Synergistic blends of natural polymers, pectin and sodium alginate. *Journal of Applied Polymer Science*, 120(4), 2324—2336. doi: <https://doi.org/10.1002/app.33422>.

Hanani, Z. N., Yee, F. C., Nor-Khaizura, M. A. R. (2019). Effect of pomegranate (*Punica granatum L.*) peel powder on the antioxidant and antimicrobial properties of fish gelatin films as active packaging. *Food Hydrocolloids*, 89, 253—259. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.007>.

Hassan, M. F., Barakat, H. (2018). Effect of carrot and pumpkin pulps adding on chemical, rheological, nutritional and organoleptic properties of ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, 9(8), 969—982. doi: <https://doi.org/10.4236/fns.2018.98071>.

ISO 22935-3:2009 / IDF 99-3:2009. (2009). Milk and milk products. Sensory analysis. Part 3: Guidance on a method for evaluation of compliance with product specifications for sensory properties by scoring.

- Jhansi, D., Sucharitha, K. V. (2013). Formulation and standardization of value added ice-cream with tomato. *Indian J. Applied Res*, 3(8), 322—323. doi: <https://doi.org/10.15373/2249555x/aug2013/100>.
- Karaman, S., Toker, Ö. S., Yüksel, F., Çam, M., Kayacier, A., Dogan, M. (2014). Physico-chemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. *Journal of dairy Science*, 97(1), 97—110. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7111>.
- Keatinge, J. D., Waliyar, F., Jamnadas, R. H., Moustafa, A., Andrade, M., Drechsel, P., Luther, K. (2010). Relearning old lessons for the future of food—by bread alone no longer: diversifying diets with fruit and vegetables. *Crop Science*, 50, S—51—S—62. doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci.2009.09.0528/>
- Kilara, A., Chandan, R. C. (2015). Ice cream and frozen desserts. *Dairy processing and quality assurance*, 367—396. doi: <https://doi.org/10.1002/9781118810279.ch16>.
- Kunnumakkara, A. B. (2014). Anticancer properties of fruits and vegetables: A scientific review. *World Scientific Publishing Co Pte Ltd*, 400.
- Manzoor, M., Singh, J., Gani, A., Noor, N. (2021). Valorization of natural colors as health-promoting bioactive compounds: Phytochemical profile, extraction techniques, and pharmacological perspectives. *Food Chemistry*, 362, 130141. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130141>.
- Moreno, R. B. (2015). Sensory Acceptability of Squash (Cucurbita Maxima) in Making Ice Cream. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 3(1), 18—24.
- Nateghi, L., Rezaei, M., Jafarian, Z., Ghofrani, N. (2018). The feasibility of manufacturing vegetable ice cream using sesame and hempseed milks flavored with cacao and coffee. *International Journal of Biology and Biotechnology*, 15(3), 459—463.
- Patidar, M. K., Nighojkar, S., Kumar, A., Nighojkar, A. (2018). Pectinolytic enzymes-solid state fermentation, assay methods and applications in fruit juice industries: a review. *3 Biotech*, 8(4), 1—24. doi: <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1220-4>.
- Perussello, C. A., Zhang, Z., Marzocchella, A., Tiwari, B. K. (2017). Valorization of apple pomace by extraction of valuable compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5), 776—796. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12290>.
- Rybak, O. (2013). The oatmeal using for improving of ice cream structure. *Ukrainian food journal*, 2(4), 499—509.
- Salehi, F. (2021). Quality, physicochemical, and textural properties of dairy products containing fruits and vegetables: A review. *Food Science & Nutrition*, 9(8), 4666—4686. doi: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2430>.
- Sapiga, V., Polischuk, G., Breus, N., Osmak, T. (2021). Enzymatic destruction of protopectin in vegetable raw materials to increase its structuring ability in ice cream. *Ukrainian Food Journal*, 10(2), 321—332. doi: <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2021-10-2-9>.
- Silva Dias, J. (2010, August). World importance, marketing and trading of vegetables. In *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 921* (pp. 153—169). doi: <https://doi.org/10.17660/actahortic.2011.921.18>.
- Sipple, L. R., Racette, C. M., Schiano, A. N., Drake, M. A. (2022). Consumer perception of ice cream and frozen desserts in the “better-for-you” category. *Journal of Dairy Science*, 105(1), 154—169. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21029>.
- Slyvka, N. B., Bilyk, O. Y., Dronyk, G. V., Nagovska, V. O. (2021). Research of quality indicators of parfe ice cream with vegetable fillers. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 76—81. doi: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9613>.
- Wang, F., Du, C., Chen, J., Shi, L., Li, H. (2021). A new method for determination of pectin content using spectrophotometry. *Polymers*, 13(17), 2847. doi: <https://doi.org/10.3390/polym13172847>.