

МОРОЗИВО ДЛЯ ОЗДОРОВЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Берник І. М., д.т.н., доцент

завідувач кафедри харчових технологій і мікробіології

<https://orcid.org/0000-0002-1367-3058>**Новгородська Н. В.**, к.с.-г.н., доцент

кафедра харчових технологій та мікробіології

<https://orcid.org/0000-0002-7497-0435>

Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-05>

Предмет дослідження. В Україні наявні значні невикористані ресурсні можливості, включаючи сировинну й промислову бази, для отримання функціональних інгредієнтів та поліпшення складу продуктів харчування. Незважаючи на існуючі розробки та інтенсивні дослідження в цій галузі, саме питання використання природних функціональних інгредієнтів надзвичайно актуальне. Серед лікарських рослин для розробки та виготовлення сухих і рідких екстрактів, сухих пряно-ароматичних сумішей та ароматичних компонентів на основі фізіологічно-функціональних інгредієнтів найчисленнішими виявилися традиційні фармакопейні лікарські рослини. Зокрема, родини *Lamiaceae* – меліса лікарська. Для широкого їхнього використання у виробництві продуктів харчування необхідно не лише провести попереднє вивчення фізико-хімічних та органолептичних властивостей, а й встановити показники якості сировини, розробити рецептури композицій і технології екстрагування. **Мета.** Розробити науково-обґрунтовану технологію морозива для оздоровчого харчування. Об'єкт дослідження – технологія виробництва морозива за використання йогуртної основи та екстракту лікарських трав. **Результати.** Обґрунтовано підходи до виробництва йогуртового морозива з рослинними екстрактами. Для йогуртового морозива «Стресостоп» запропоновано використовувати закваску *Inprovit-Йогурт*, що містить культури *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*; *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*. Сквашування молочної основи завершується через 5 годин. Зразок сквашеної йогуртної основи має чистий, виражений кисломолочний смак і запах, колір – молочно-білий, рівномірний по всій масі; однорідну, ніжну, в'язку, в міру щільну консистенцію, без газоутворення, без відділення сироватки. Розроблено схему отримання екстракту з рослинної сировини за використання ультразвукової кавітаційної технології. Екстрагування рослинної сировини в ультразвуковому полі за таких параметрів процесу: інтенсивність 2,5 Вт/см², тривалість 80 с. Рослинними інгредієнтами для збагачення обрано водні екстракти меліси. Відповідно до рекомендацій для досліджень їх вміст від 3 до 9%. Найкращими органолептичними показниками характеризувався зразок №3, в який вносили екстракт меліси 6%. Запропоновано схему технологічного процесу виробництва морозива. **Сфера застосування результатів.** Підвищення якості та розширення асортименту морозива.

Ключові слова: морозиво, ультразвук, екстрагування, лікарська сировина, закваска

ICE CREAM FOR HEALTHY NUTRITION

Iryna Bernyk, D-r of Sc., Engineering, Associate Professor,

Department of Food Technology and Microbiology

<https://orcid.org/0000-0002-1367-3058>**Nadiia Novgorodska**, Ph.D., Agriculture, Associate Professor,

Department of Food Technology and Microbiology

<https://orcid.org/0000-0002-7497-0435>

Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-05>

Subject of research. The technology of ice cream production using yogurt base and herbal extract. Ukraine has significant untapped resources, including raw materials and industrial bases, to obtain functional ingredients to improve food composition. Despite the available developments and intensive

research in this area, the creation of natural functional ingredients is extremely important. Among medicinal plants for the development and manufacture of dry and liquid extracts, dry spicy-aromatic mixtures and aromatic components based on physiological and functional ingredients, traditional pharmacopoeial medicinal plants were the most numerous. In particular, the family Lamiaceae – lemon balm. For their wide use in food production it is necessary not only to conduct a preliminary study of physicochemical and organoleptic properties, but also to establish the quality of raw materials, to develop formulations of compositions and extraction technologies. **Purpose.** To develop a scientifically sound technology of ice cream for health nutrition. **Results.** Approaches to the production of yogurt ice cream with plant extracts are substantiated. For yogurt ice cream "Stresostop" it is proposed to use the leaven Iprovit-Yogurt containing cultures of *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*; *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*. Fermentation of the milk base is completed in 5 hours. The sample of fermented yogurt base has a clean, pronounced sour-milk taste and smell, color - milky white, uniform throughout the mass; homogeneous, delicate, viscous, moderately dense consistency, without gas formation, without serum separation. A scheme for obtaining an extract from plant raw materials using ultrasonic cavitation technology has been developed. Extraction of vegetable raw materials in an ultrasonic field with the following process parameters: intensity 2.5 W/cm², duration 80 s. Aqueous extracts of lemon balm are selected as plant ingredients for enrichment. According to the recommendations for research, their content is from 3 to 9%. The best organoleptic parameters were characterized by sample №3, which was made with lemon balm extract 6%. The scheme of technological process of ice cream production is offered. **Scope of research results.** Improving the quality and expanding the range of ice cream.

Key words: ice cream, ultrasound, extraction, medicinal raw materials, sourdough

Постановка проблеми. Актуальність здорового харчування підтверджується дослідженнями, що вказують на пряму залежність між імунним статусом людини і споживаною їєю. Як наслідок, сформувався напрям функціональних харчових продуктів [1-8].

Сьогодні відомо декілька підходів до розроблення продуктів функціонального призначення [4, 8, 9], зокрема такі, як:

- внесення до рецептурного складу традиційних виробів фізіологічно функціональних сировинних інгредієнтів: вітамінів, мінеральних речовин, глікозидів, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, олігосахаридів, що не засвоюються, стійких видів крохмалю, амінокислот та пептидів, ферментів, антиоксидантів, пробіотичних бактерій;
- коригування рецептури традиційних продуктів з метою зниження вмісту шкідливих для організму компонентів;
- розроблення технології продуктів зі зниженою глікемічністю;
- розроблення технології продуктів зниженої цукроємкості та жироемкості;
- збагачення нутрієнтного складу харчових продуктів шляхом введення до рецептурного складу біологічно-активних добавок.

Ринок морозива – один із розвинених сегментів харчової промисловості України. Морозиво – високопоживний продукт харчування, є дуже складною фізичною сумішшю, що складається з багатьох інгредієнтів. Це також десерт, який споживають люди з раннього дитинства і до пізньої старості. Пристрасть людей до морозива більшою мірою пояснюється його смаком і запахом, а також унікальною консистенцією, освіжаючим ефектом і солодкістю, що роблять його єдиним в своєму роді продуктом [4].

Головними чинниками, які впливають на формування споживних властивостей морозива виступають якість та безпечність сировини, дотримання технологічних операцій виробництва та санітарно-гігієнічних вимог.

Для підвищення біологічної цінності і розширення асортименту морозива використовують натуральні плоди, ягоди й овочі у свіжому та замороженому вигляді, протерті або подрібнені, у вигляді пюре, соків, сиропів, екстрактів, варення, джемів, повидла тощо [4, 6, 7, 8].

У країнах Європи, в Америці виготовляють численні види низькокалорійних кисломолочних заморожених десертів і морозива з пробіотичними культурами (йогуртове, ацидофільне), пребіотиками та рослинними компонентами за зниження вмісту жиру і цукру та застосування підсолоджувачів і замінників молочного жиру [2]. Для поліпшення консистенції морозива, у тому числі низькожирного, компанія «Unilever» застосовує низькотемпературну екструзію і введення до складу морозива 2% гліцерину або до 0,1 мкг/см³ структуруючого лід білка ISP (Ice structuring protein). Розроблено спосіб одержання структуруючих лід білків із топінамбуру та листя озимого жита [10]. Стабільної структури морозива досягають також і застосуванням сироваткових концентратів різного ступеню очищення, особливо за низького вмісту СЗМЗ [2]. Вказаний напрям є перспективним як з точки зору виробництва морозива на основі виключно натуральних компонентів, так і для підсилення незалежності харчових підприємств від продовольчої сировини закордонного виробництва.

Пріоритетними критеріями вибору споживачами морозива є користь для здоров'я, натуральність харчових продуктів, високі органолептичні показники, низька калорійність, солодкість за рахунок натуральних цукрів, що підтверджує доцільність розвитку вітчизняної галузі за напрямом розроблення технологій низькокалорійного морозива із застосуванням натуральної сировини.

У зв'язку із цим першочергового значення набуває необхідність широкого використання під час розроблення продуктів і раціонів харчування біологічно активних речовин лікарських трав на основі останніх досягнень у галузі медицини, біології, екології та харчових технологій. Споріднені до організму людини біологічно активні речовини лікарських трав, входячи до складу легкодоступних і засвоюваних організмом харчових комплексів, слугують найважливішою ланкою будови й ефективного функціонування систем організму людини, в тому числі антиоксидантного захисту.

У багатьох країнах світу лікарські рослини чи їхні окремі фізіологічно-функціональні інгредієнти активно використовуються не лише як лікувальний засіб, а й як компоненти харчових продуктів для поліпшення раціону харчування людини. За оцінками фахівців, український споживач недоотримує з харчуванням цілу низку корисних есенціальних речовин. Одним із джерел сировини, що допоможе збагатити раціон людини необхідними речовинами, є дикорослі й культивовані лікарські рослини України.

Використання лікарських рослин у виробництві харчових продуктів масового та спеціалізованого харчування широко впроваджується зараз у Японії, США, Канаді, країнах близького зарубіжжя. Створення нових харчових продуктів, які мають, на відміну від традиційних, цільове призначення завдяки використанню природних функціональних збагачувачів, дає можливість запобігти та відкоригувати наслідки багатьох хвороб цивілізації, а також розробляти широкий спектр продуктів для спецконтингентів [9]. Сировинні матеріали застосовують у формі водних та водно-спиртових екстрактів, згущених та пастоподібних концентратів, порошків, CO₂ – екстрактів, ефірних олій тощо. В Україні лікарської сировини заготовляють близько 200 тис. тон за рік, і вона переважно спрямовується на експорт [11]. На жаль, останніми роками лікарську сировину у харчових технологіях значно витіснили штучні харчові добавки, здебільшого шкідливі для організму людини. Ферментна система не придатна для їх перетравлення, вони важко виводяться з організму і накопичуються у вигляді алергенів. Тому використання лікарських трав та пряно-ароматичної сировини у харчовій промисловості має стати предметом досліджень як науковців, так і практиків та із часом повністю замінити синтетичні добавки.

Сполуки, що є продуктами життєдіяльності рослин і мають фармакологічні властивості, складають важливу групу – біологічно активні речовини (БАР). Від їхньої наявності і кількості залежать цілющі властивості рослин [12]. Вивчення хімічної будови і властивостей біологічно активних речовин розпочалося наприкінці XVII ст., коли з рослин

було виділено спочатку алкалоїди, згодом серцеві глікозиди, сапоніни, антрахінони, терпеноїди, ефірні олії. Зараз відомо декілька десятків груп і безліч індивідуальних сполук, яким притаманна виражена фармакологічна дія.

Комплекси природних антиоксидантів лікарських рослин здатні підтримувати захисні функції антиоксидантної системи організму людини, посилювати її можливість контролювати та інгібувати всі етапи вільнорадикальних реакцій, запобігати надлишковому синтезу вільних радикалів, підтримувати незмінність структури генетичного матеріалу і складових компонентів мембран [13]. Це визначається їхньою здатністю переходити з окислених форм у відновлені (з хінонних – у фенольні), що зумовлює участь в окислювально-відновних реакціях вільнорадикальних процесів.

Нормалізуючий вплив на нервову та ендокринну систему вияляють харчові продукти, до складу яких входять природні флавоноїди, каротиноїди, антоціани, терпеноїди, дубильні речовини, фітонциди та ін. Ці речовини містяться у ефіроолійній та пряно-ароматичній сировині. Сполучення в ефіроолійній та пряно-ароматичній сировині великої кількості основних і супутніх біологічно активних речовин зумовлює застосування її у харчовій промисловості [14].

Ефіроолійні та пряно-ароматичні рослини використовуються людиною з давніх давен як смакова добавка (прянощі, пряно-ароматичні овочі). Вони поліпшують смак та аромат продуктів, сприяють повнішому засвоєнню їжі за рахунок інтенсивного виділення шлункового соку. Профілактичні властивості ароматичних рослин зумовлені наявністю у їхньому складі безлічі біологічно активних речовин, які потрапляючи в організм проявляють фізіологічно активні властивості.

Ефіроолійні добавки не тільки не мають негативного впливу на організм людини, а й подовжують термін зберігання харчових продуктів, завдяки їх антиоксидантним властивостям. Асортимент ефіроолійної та пряноароматичної сировини досить різноманітний: трав'яна – м'ята, звіробій, зізіфора, майоран, розмарин, імбир, кардамон, коріандр, базилік, безсмертник, полин; чагарникова – жасмин, троянда, акація, лаванда, любисток; деревна – евкаліпт, хвойні, цитрусові, чайне дерево, мускатний горіх, бергамот та ін. У виробництві використовують їх плоди, кору, корені, листя, стебла, квіти та сім'я у вигляді екстрактів, ефірних олій та сушеному. Ефіроолійна та пряно ароматична сировина не тільки надає приємного аромату та смаку споживчим товарам, а й забезпечує профілактичний і лікувальний вплив на організм людини. А саме: зміцнює нервову систему, нормалізує коронарний обіг, знімає запалення, набряки, дезінфікує, стимулює фізичну і розумову діяльність та ін.

Додавання мінімальної частки природних рослинних ефірних олій, екстрактів чи водно-спиртових сумішей у харчові продукти може не тільки поліпшити їх смакові властивості і подовжити терміни зберігання, а й зміцнити здоров'я людини.

Матеріали і методи. При виконанні роботи використовували стандартні методи дослідження фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників морозива [15, 16].

Результати. Виробництво морозива як в Україні, так і за її межами доволі процвітаюча галузь. Одним із нових видів морозива, що вже поширюється на ринку США та Західної Європи є Frozen yogurt, тобто йогуртове морозиво з пробіотиками та рослинними екстрактами [17]. У використанні відомі три способи одержання йогуртового морозива. За першим способом йогуртове морозиво отримують змішуванням 30% йогурту з 70% традиційного морозива; за другим способом – вихідна суміш компонентів заквашується йогуртовими культурами перед фризераванням; третій спосіб передбачає внесення йогуртових культур в готове морозиво.

Для виробництва морозива оздоровчого призначення – йогуртового морозива «Стресостоп» обрано другий спосіб та закваску Іпровіт-Йогурт, виробник – Державне дослідне підприємство Інституту продовольчих ресурсів. Закваска містить заквасочні

культури прямого внесення, виготовлені відповідно до чинної нормативної документації та перевірена у відділі технічного контролю підприємства за мікробіологічними та фізико-хімічними показниками. Виробництво відповідає всім критеріям безпеки і має висновок державної епідеміологічної експертизи. Закваска Іпровіт-Йогурт забезпечує організм амінокислотами, кальцієм, вітамінами та іншими корисними речовинами. Закваска для йогурту нормалізує травлення, сприяє виведенню з організму токсичних речовин. *Склад закваски: Streptococcus salivarius subsp. thermophilus; Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus.*

Сировина для виробництва, морозива: молоко незбиране (ж=3.2, СЗМЗ 8,1%), масло солодковершкове (ж=78%, СЗМЗ=2,0%), молоко сухе незбиране (ж=25%, СЗМЗ 71%) (табл. 1).

Рецептура йогуртної основи морозива

Сировина	Маса, кг
Масло солодковершкове (ж=78%, СЗМЗ=2,0%)	152
Молоко сухе незбиране (ж=25%, СЗМЗ 71%)	48
Молоко сухе знежирене (СЗМЗ 95%)	20
Цукор-пісок	140
Вода питна	30
Стабілізатор-емульгатор	10

Таблиця 1

Відповідно до запропонованої рецептури проводили підготовку складових компонентів, ретельно перемішували до утворення однорідної маси температурою 35...40 °С. Суміш пастеризували за температури 85...87 °С із витримкою 5...10 хв, охолоджували до темпе-

ратури заквашування 40...45 °С і вносили закваску. Закінчення сквашування визначали за утворенням щільного згустку з активною кислотністю 4,6 од. рН (рис. 1, а), при ферментації також здійснювали контроль титрованої кислотності (рис. 1, б). Отриманий продукт охолоджували до температури 4...6 °С.

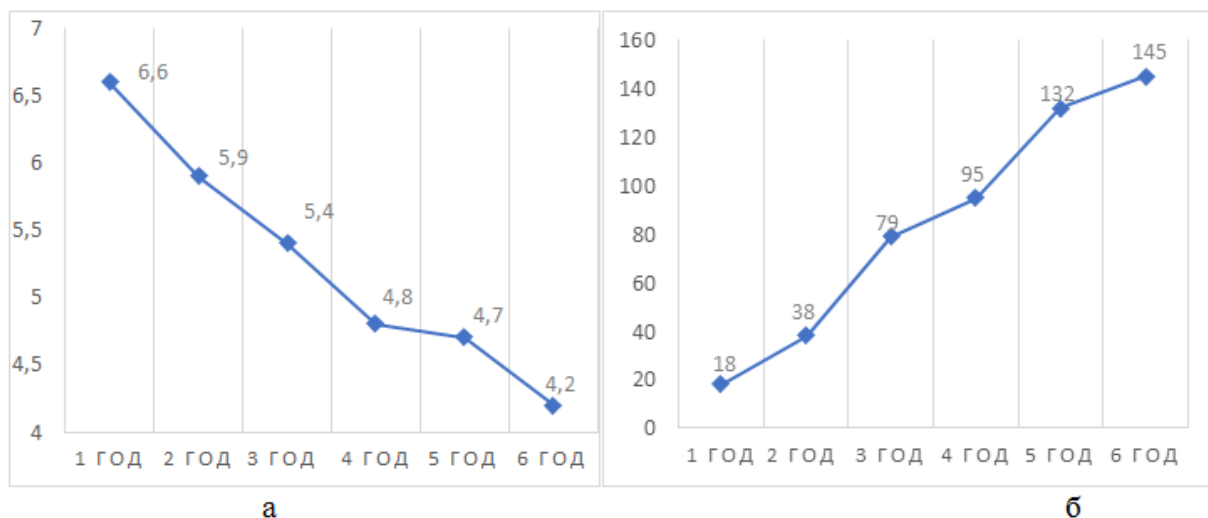


Рис. 1. Динаміка активної кислотності та титрованої кислотності

Сквашування молочної основи завершується через 5 годин. Протягом зазначеного часу в досліджуваному зразку досягається ізoeлектричний стан білків під впливом або тільки молочної кислоти, або суміші молочної й оцтової кислот, накопичених мікрофлорою заквашувальних культур при зброджуванні лактози. Молочну кислоту накопичують *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.

Зразок сквашеної йогуртної основи має чистий, виражений кисломолочний смак і запах, колір – молочно-білий, рівномірний по всій масі; однорідну, ніжну, в'язку, в міру щільну консистенцію, без газоутворення, без відділення сироватки.

Досліджено фізико-хімічні та мікробіологічні показники основи для виробництва морозива (табл. 2).

Таблиця 2

Фізико-хімічні та мікробіологічні показники основи для морозива

Показник	Значення показника
Масова частка сухих речовин, %	14
Титрована кислотність, °Т	130
Активна кислотність, од.рН	4,6
Кількість молочнокислих мікроорганізмів, КУО/см ³	3·10 ⁸
Кількість біфідобактерій, КУО/см ³	2,45·10 ⁹
Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 см ³	Відсутні

Таким чином кількість лакто- і біфідобактерій в основі для виробництва морозива свідчить про високу пробіотичну дію.

Для розроблення йогуртового морозива «Стресостоп» з рослинними екстрактами підібрали рослинну сировину з урахуванням її хімічного складу, біологічної цінності, здатності до екстрагування та наявності на внутрішньому ринку країни, зокрема обрано мелісу. Меліса містить 0,05-0,35% ефірної олії з лимонним запахом (цитраль, гераніол, мірцен та ін.), 0,007-0,01% каротину, близько 5% дубильних речовин, органічні кислоти (кавова, олеанолова, урсолова та ін.). Ефірна олія виявляє седативну і бактерицидну дію, може використовуватися як серцевий, заспокійливий, протигрипозний засіб.

Способом отримання природних антиоксидантів є екстрагування. Екстрагування рослинного матеріалу, що має клітинну структуру, являє собою складний фізико-хімічний процес, на перебіг якого впливає ряд чинників, таких як природа екстрагенту; ступінь подрібнення рослинного матеріалу; температура і тривалість екстрагування; різниця концентрацій речовин у системі та гідродинамічні умови; анатомічна будова рослинного матеріалу; співвідношення сировина – екстрагент [18, 19].

Вимоги до екстрагента: максимальне вилучення екстрактивних речовин, безпечність та доступність. Для екстрагування рослинної сировини якість екстрагента доцільно використовувати воду. Відповідно до попередніх результатів рослинну сировину подрібнювали до розміру часток 2-3 мм й обрали ультразвукову кавітаційну технологію для екстрагування.

Використання кавітаційних методів обробки рослинної сировини забезпечує прискорення внутрішнього переносу і значно повніше вилучення речовин [20-23]. На ефективність вилучення ключових компонентів за використання ультразвукових кавітаційних технологій впливають ряд факторів, зокрема інтенсивність ультразвуку, амплітуда коливань, тривалість обробки, вид і температура екстрагента, гідромодуль, дисперсність сировини [24, 25]. За результатами проведених досліджень запропоновано схему отримання екстракту з рослинної сировини за використання ультразвукової кавітаційної технології.

Підготовка рослинної сировини (отримання екстрактів). Суху рослинну сировину подрібнюють до розміру 2-3 мм, потім промивають у воді при температурі 30±5 °С та гідромодулі 1:15 протягом 30 хв, після чого відділяють воду від промитої сировини та пресують до вмісту сухих речовин 12-14% (рис. 2).

Підготовлену сировину змішують з водою у співвідношенні рослинна сировина та вода 1:5, підігрівають до температури суміші 40°C та подають в ультразвуковий кавітаційний апарат.

Екстрагування рослинної сировини виконують в ультразвуковому полі за таких параметрів процесу: інтенсивність 2,5 Вт/см², тривалість 80 с. Далі суміш надходить на

розділення, тобто відділення екстракту від рослинної сировини. Відділений екстракт фільтрують.

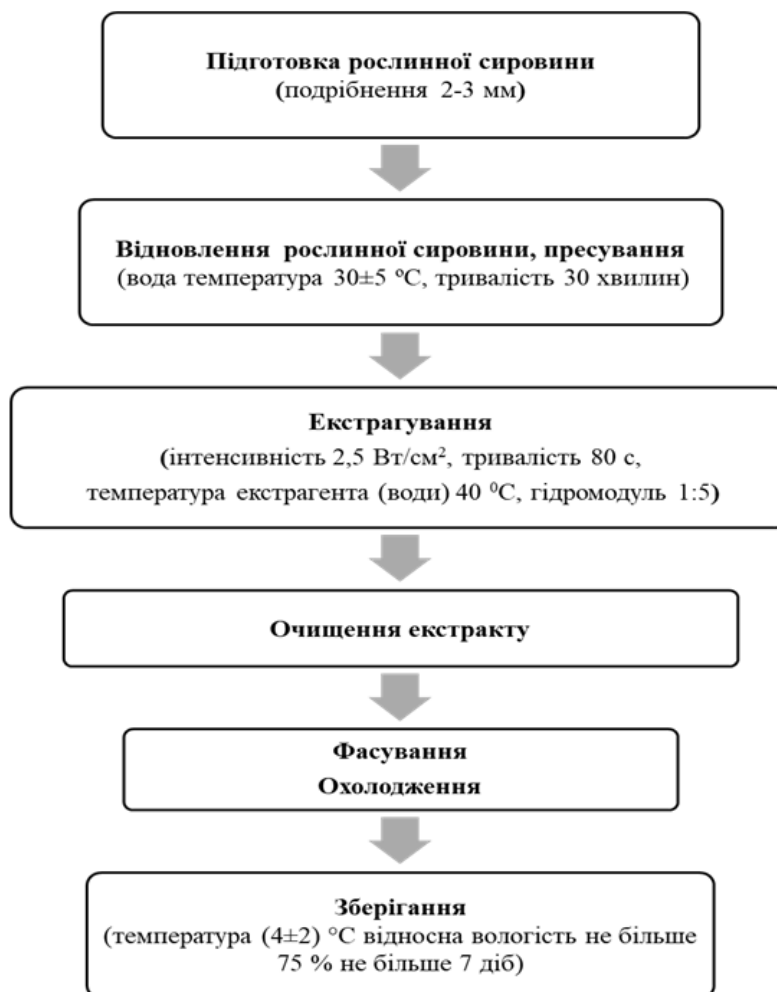


Рис. 2. Технологічна схема отримання екстракту з рослинної сировини за використання ультразвукової кавітаційної технології

Технології морозива із застосуванням рослинних екстрактів відрізняються від класичної технологічної схеми додатковою операцією – отриманням екстрактів.

Рослинними інгредієнтами, вибраними для збагачення, обрано водні екстракти меліси. Відповідно до рекомендацій для досліджень їх вміст від 3 до 9%.

Використовуючи ці дані розраховували кількість внесення рослинних екстрактів:

- зразок № 1 – контрольний,
- зразок №2 – 3% рослинного екстракту,
- зразок №3 – 6% рослинного екстракту,
- зразок №4 – 9% рослинного екстракту.

Із метою встановлення вмісту екстрактів в рецептурі морозива проводили органолептичну оцінку якості загальноприйнятими методами. В кваліметрії для наукових досліджень та експериментів розроблено кількісний критерій сенсорної оцінки молочної продукції. Для всіх сенсорних методів найбільш критичними факторами являються – точність і об'єктивність органолептичних досліджень, вірна інтерпретація отриманих результатів. Для забезпечення відповідності єдиної інтерпретації сенсорного аналізу введена 5-балова шкала оцінки різних груп молочних продуктів з застосуванням методу ранжування.

Дослідження 4-х зразків морозива оцінювали кожен з показників за 10-и бальною шкалою (рис. 3).

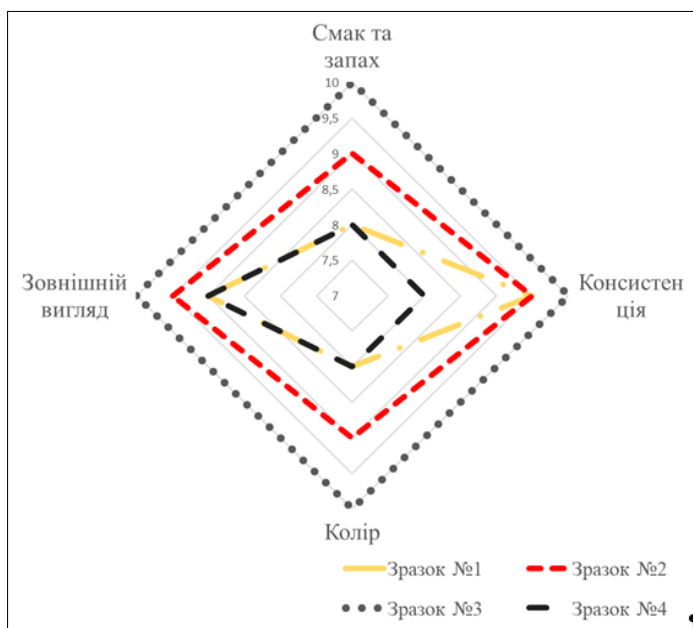


Рис. 3. Профілограма органолептичної оцінки морозива (зразок 1 – контроль)

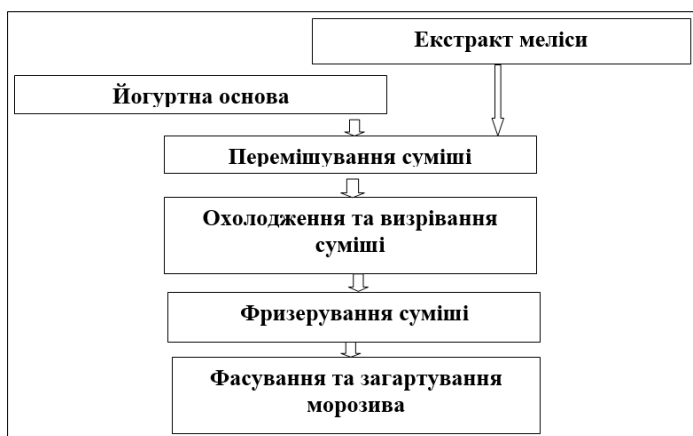


Рис. 4. Принципово-технологічна схема виробництва морозива «Стресостоп»

Дослідження свідчать, що всі зразки морозива відповідають вимогам стандарту за органолептичними показниками. Найкращими органолептичними показниками характеризувався зразок №3, в який вносили екстракт меліси 6%. Ця кількість виявилася достатньою для надання привабливих споживчих властивостей. При зниженні кількості екстракту присмак наповнювача в продукті стає слабо вираженим. Збільшення кількості екстракту зумовлює появу вад смаку та кольору, а саме, з'являється гіркуватий смак з присмаком меліси.

Схему технологічного процесу виробництва морозива представлено на рисунку 4.

Органолептичні показники морозива наступні (табл. 3).

Таким чином за органолептичними показниками морозиво відповідає вимогам, має виражений кисломолочний з приємно вираженим присмаком наповнювача.

Таблиця 3

Органолептичні показники морозива

Показник	Характеристика
Смак і запах	Чистий, виражений кисломолочний з приємно вираженим присмаком наповнювача
Структура та консистенція	Однорідна, дозволено слабо сніжиста консистенція
Колір	Рівномірний за всією масою. Колір покриття – характерний для даного виду глазури
Зовнішній вигляд	Порції морозива різної форми зумовленої геометрією формуючого або дозуючого пристрою

Висновки. Обґрунтовано підходи до виробництва йогуртового морозива з рослинними екстрактами. Для йогуртної основи використано закваску Іпровіт-Йогурт, що містить культури *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. Розроблено схему отримання екстракту з рослинної сировини за використання ультразвукової кавітаційної технології. Екстрагування рослинної сировини в ультразвуковому полі за таких параметрів процесу: інтенсивність 2,5 Вт/см², тривалість 80 с. Запропоновано схему технологічного процесу виробництва морозива.

Бібліографія

1. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. За ред. О. І. Черевка, М. І. Пересічного. Ч. 1. Харків: ХДУХТ, 2017. 940 с.
2. Трубінова А. А. Розроблення безлактозного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів. дис. канд. техн. наук 05.18.04. Одеса, 2019. 214 с.
3. Соломон А. М., Новгородська Н. В., Бондар М. М. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.
4. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Берестова А. А., Максимова Н. П., Юрченко І. С. Інноваційні технології розробки нових видів морозива для оздоровчого харчування. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2011. 2 (7) С. 36-44.
5. Vasilev, D., Glišić, M., Janković, V., Dimitrijević, M., Karabasil, N., Suvajdzic, B., Teodorović, V. Perspectives in production of functional meat products. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. September. Vol. 85. №1, P. 12-33.
6. Грушецький Р. І., Гриненко І. Г., Хомічак Л. М. Дієтична добавка «Інулін з момординою харантія». Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2018. 1 (27). С. 325-332.
7. Савченко О. А., Грек О. В., Красуля О. О. Технологія виробництва молочних продуктів спеціального призначення. Київ: ЦП Компрінт, 2017. 218 с.
8. Соломон А. М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. Техніка енергетика транспорт АПК. 2017. № 2 (97). С. 85-89.
9. Мазаракі А. А., Пересічний М. І., Кравченко М. Ф., Карпенко П. О. Технологія харчових продуктів функціонального призначення. Київ: Нац.торг.-екон. ін.-т, 2012. 1116 с.
10. Roberfroid M. B. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition. 2002. 87. Suppl. 2. P. 139-143.
11. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Доцільність використання лікарських трав у харчовій промисловості. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2019. Т. 30 (69), № 6. С. 140-145.
12. Павлюк Р. Ю., Погарская В. В., Яницкий В. В. Товароведение и инновационные технологии переработки лекарственно-технического растительного сырья. Харьков: ХГУПТ, 2013. 429 с.
13. Глущенко Л. Перспективи використання лікарських рослин у функціональному харчуванні. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2016. Вип. 73. С. 437-437.
14. Сімахіна Г. О., Халапсіна С. В. Біокомплекс дикорослої сировини як компонент функціональних продуктів для спецконтингентів. Харчова промисловість. 2016. № 19. С. 25-30.
15. Берник І. М., Фаріонік Т. В., Новгородська Н. В. Ветеринарно-санітарна експертиза продуктів тваринного та рослинного походження. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця: Видавничий центр ВНАУ, 2020. 232 с.
16. Соломон А. М., Казмірук Н. М., Тузова С. Д. Мікробіологія харчових виробництв. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 312 с.
17. Сухенко Ю. Г., Поліщук Г. Є., Сарана В. В. Наукове і технічне забезпечення виробництва морозива. Монографія. Київ: НУБіП України, 2019. 299 с.
18. Берник І. М. Інтенсифікація процесу екстрагування рослинної сировини з використанням ультразвукової кавітації. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. № 3 (98). 69-73.
19. Луговський О. Ф., Шульга А. В., Берник І. М., Гришко І. А., Мовчанюк А. В., Зілінський А. І. Ультразвукові технологічні процеси. Розпилення та екстрагування: Монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 288 с.

20. Берник І. М. Інтенсифікація технологічних процесів обробки харчових середовищ. Вібрації в техніці та технологіях. 2013, № 3 (71). С. 109-115.
21. Берник І. М., Кутняк М. М., Коц І. В. Віброекстрактори з гідроімпульсним приводом для застосування в робочих процесах систем «тверде тіло – рідина». Продовольчі ресурси. 2019. № 12. С. 16-24. <https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-02>.
22. Луговський О. Ф., Берник І. М. Використання фізичних полів для гідролізу-екстракції протопектину рослинної сировини. Вібрації в техніці та технологіях. 2008. №3 (52). С. 92-100.
23. Берник І. М., Луговський О. Ф., Мовчанюк А. В. Ультразвукова кавітаційна технологія для екстрагування рослинного матеріалу та обладнання для її реалізації. Вібрації в техніці та технологіях. 2011. № 3 (63). С. 86-91.
24. Луговський О. Ф., Берник І. М. Встановлення основних параметрів впливу технологічного середовища на робочий процес ультразвукової кавітаційної обробки. Вібрації в техніці та технологіях. 2014, №3 (75). С. 121-126.
25. Берник І. М. Підвищення ефективності ультразвукової технологічної дії при обробці харчової сировини. Вібрації в техніці та технологіях. 2021. №4 (103). С. 99-109.

References

1. Innovatsiini tekhnolohii kharchovoi produktsii funktsionalnoho pryznachennia [Innovative technologies of functional food products. Part 1.]. (2017). P. 1. Ed. O. I. Cherevka, M. I. Peresichnoho. Kh.: KhDUKht [KhDUKht]. 940. [in Ukrainian].
2. Trubnikova, A. A. (2019). Rozroblennia bezlaktoznoho kontsentratu maslianky iz zadanyim skladom nutriientiv. Dys. kand. tekhn. nauk 05.18.04 [Development of a lactose-free buttermilk concentrate with a specified composition of nutrients. Diss. Ph.D. technical of science]. Odesa. 214. [in Ukrainian].
3. Solomon, A. M., Novhorodska, N. V., Bondar, M. M. (2019). Kyslomolochni deserty z podovzhenym terminom zberihannia [Sour milk desserts with extended shelf life] Vinnytsia: RVV VNAU [RVV VNAU]. 155. [in Ukrainian].
4. Pavliuk, R. Iu., Poharska, V. V. Berestova, A. A., Maksymova, N. P., Yurchenko, I. S. (2011). Innovatsiini tekhnolohii rozrobky novykh vydiv morozyva dlia ozdorovchoho kharchuvannia [Innovative technologies for the development of new types of ice cream for healthy nutrition]. Prohresyvi tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli [Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade]. №2 (7). 36-44. [in Ukrainian].
5. Vasilev, D., Glišić, M., Janković, V., Dimitrijević, M., Karabasil, N., Suvajdžić, B., Teodorović, V. (2017) Perspectives in production of functional meat products. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. September. Vol. 85. №1, 12-33.
6. Hrushetskyi, R. I., Hrynenko, I. H., Khomichak, L. M. (2018). Dietychna dobavka «Inulin z momordykoiu kharantii» [Dietary supplement "Inulin with Charantia momordica"]. Prohresyvi tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli [Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade]. 1 (27). 325-332. [in Ukrainian].
7. Savchenko, O. A., Hrek, O. V., Krasulia, O. O. (2017). Tekhnolohiia vyrobnytstva molochnykh produktiv spetsialnoho pryznachennia [Production technology of special purpose dairy products]. Kyiv; TsP Kompynt [CPU Comprint]. 218. [in Ukrainian].
8. Solomon, A. M. (2017). Obgruntuvannia napriamiv rozvytku funktsionalnykh molochnykh produktiv [Justification of directions for the development of functional dairy products]. Tekhnika enerhetyka transport APK [Engineering, energy, transport, agricultural industry]. №2 (97). 85-89. [in Ukrainian].
9. Mazaraki, A. A., Peresichnyi, M. I., Kravchenko, M. F., Karpenko, P. O. (2012). Tekhnolohiia kharchovykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia [Technology of functional food products]. Kyiv: Nats.torh.-ekon. in.-t [National Trade and Economics Institute of Technology], 2012. 1116 [in Ukrainian].
10. Roberfroid, M. B. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition. 2002. 87. Suppl. 2. 139-143.
11. Simakhina, H. O., Naumenko, N. V. (2019). Dotsilnist vykorystannia likarskykh trav u kharchovii promyslovosti [The feasibility of using medicinal herbs in the food industry]. Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Serii: tekhnichni nauky [Scholarly notes of TNU named after VI Vernadskyi. Series: technical sciences]. Vol. 30 (69) T. 30 (69), № 6. 140-145. [in Ukrainian].

12. Pavliuk, R. Iu., Poharskaia, V. V., Yanytskyi, V. V. (2013). *Tovarovedenie i innovatsionnie tekhnologii pererobotki lekarstvenno-tekhnicheskogo rastitelnogo sirya* [Product science and innovative technologies for the processing of medicinal and technical plant raw materials]. Kharkov: KhGUPT [KhGUPT]. 429 [in russian].
13. Hlushchenko, L. (2016). *Perspektyvy vykorystannia likarskykh roslin u funktsionalnomu kharchuvanni* [Prospects for the use of medicinal plants in functional nutrition]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia biolohichna* [Bulletin of Lviv University. Biological series]. №. 73. 437-437. [in Ukrainian].
14. Cimakhina, H. O., Khalapsina, S. V. (2016). *Biokompleks dykorosloi syrovyny yak komponent funktsionalnykh produktiv dlia spetskontynhentiv* [Biocomplex of wild-grown raw materials as a component of functional products for special contingents]. *Kharchova promyslovist* [Food Industry]. № 19. 25-30. [in Ukrainian].
15. Bernyk, I. M., Farionik, T. V., Novhorodska, N. V. (2020). *Veterynarno-sanitarna ekspertyza produktiv tvarynnoho ta roslynnoho pokhodzhennia* [Veterinary and sanitary examination of products of animal and plant origin]. *Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv. Vinnytsia: Vydavnychiy tsentr VNAU* [Study guide for students of higher educational institutions. Vinnytsia: Publishing Center of VNAU]. 232 [in Ukrainian].
16. Solomon, A. M., Kazmiruk, N. M., Tuzova, S. D. (2020). *Mikrobiolohiia kharchovykh vyrobnytstv* [Microbiology of food production]. Vinnytsia: RVV VNAU [RVV VNAU]. 312 [in Ukrainian].
17. Sukhenko, Yu. H., Polishchuk, H. Ie., Sarana, V. V. (2019). *Naukove i tekhnichne zabezpechennia vyrobnytstva morozyva. Monohrafiia* [Scientific and technical support of ice cream production. Monograph]. K.: NUBiP Ukrainy [NUBiP of Ukraine]. 299. [in Ukrainian].
18. Bernyk, I. M. (2017). *Intensyfikatsiia protsesu ekstraktsii roslynnoi syrovyny z vykorystanniam ultrazvukovoi kavitatsii* [Intensification of the process of extraction of plant raw materials using ultrasonic cavitation]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK* [Technology, energy, transport of agricultural industry]. №3 (98). 69-73. [in Ukrainian].
19. Luhovskyi, O. F., Shulha, A. V., Bernyk, I. M., Hryshko, I. A., Movchaniuk, A. V., Zilinskyi, A. I. (2022). *Ultrazvukovi tekhnolohichni protsesy. Rozpylennia ta ekstraktsiia: Monohrafiia* [Ultrasonic technological processes. Spraying and extraction: Monograph]. Vinnytsia: Vydavets FOP Kushnir Yu. V. [Publisher of FOP Kushnir Y.V.] 288 [in Ukrainian].
20. Bernyk, I. M. (2013). *Intensyfikatsiia tekhnolohichnykh protsesiv obrobky kharchovykh seredovyshch* [Intensification of technological processes of food processing]. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh* [Vibrations in engineering and technology]. № 3 (71). 109-115. [in Ukrainian].
21. Bernyk, I. M., Kutniak, M. M., Kots, I. V. (2019). *Vibroekstraktory z hidroimpulsnym pryvodom dlia zastosuvannia v robochykh protsesakh system «tverde tilo – ridyna»* [Vibroextractors with hydraulic impulse drive for use in work processes of "solid body - liquid" systems]. *Prodovolchi resursy* [Food resources]. № 12. 16-24. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-02>.
22. Luhovskyi, O. F., Bernyk, I. M. (2008). *Vykorystannia fizychnykh poliv dlia hidrolizu-ekstraktii protopektynu roslynnoi syrovyny* [Use of physical fields for hydrolysis-extraction of protopectin of plant raw materials]. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh* [Vibrations in engineering and technology]. № 3 (52). 92-100. [in Ukrainian].
23. Bernyk, I. M., Luhovskyi, O. F., Movchaniuk, A. V. (2011). *Ultrazvukova kavitatsiina tekhnolohiia dlia ekstraktsii roslynnoho materialu ta obladnannia dlia yii realizatsii* [Ultrasonic cavitation technology for extracting plant material and equipment for its implementation]. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh* [Vibrations in engineering and technology]. № 3 (63). 86-91. [in Ukrainian].
24. Luhovskyi, O. F., Bernyk, I. M. (2014). *Vstanovlennia osnovnykh parametriv vplyvu tekhnolohichnoho seredovyshcha na robochy protses ultrazvukovoi kavitatsiinoi obrobky* [Establishing the main parameters of the influence of the technological environment on the work process of ultrasonic cavitation processing]. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh* [Vibrations in engineering and technology]. № 3 (75). 121-126. [in Ukrainian].
25. Bernyk, I. M. (2021). *Pidvyshchennia efektyvnosti ultrazvukovoi tekhnolohichnoi dii pry obrobtsi kharchovoi syrovyny* [Increasing the efficiency of ultrasonic technological action in the processing of food raw materials]. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh* [Vibrations in engineering and technology]. № 4 (103). 99-109. [in Ukrainian].