



Міністерство освіти і науки України  
Донецький національний університет економіки і торгівлі  
імені Михайла Туган-Барановського

## **ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

*Тематичний збірник наукових праць*

**Випуск 22**

Донецьк – 2009

ББК 36  
УДК 664.002.5

Колектив авторів

Обладнання та технології харчових виробництв [Текст] : темат. зб. наук. пр. /  
Голов. ред. О.О. Шубін; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-  
Барановського. – 2009. – Вип. 22. – 483 с.

Видається з 1998 р.

Виходить два рази на рік

**Редакційна колегія:**

Шубін О.О., д-р екон. наук (голов. ред.),  
Сукманов В.О., д-р техн. наук (відп. ред.);  
Гладка А.Д., канд. техн. наук (відп. секр.);  
Заплетніков І.М., д-р техн. наук;  
Дмитрук О.Ф., д-р хім. наук;  
Лавриненко Н.М., д-р фіз.-мат. наук;  
Михайлов О.М., д-р техн. наук;

Пересічний М.І., д-р техн. наук;  
Поперечний А.М., д-р техн. наук;  
Осокін В.В., д-р техн. наук;  
Топольник В.Г., д-р техн. наук;  
Коршунова Г.Ф., канд. техн. наук;  
Гніцевич В.А., канд. техн. наук;  
Льдірова С.К., канд. техн. наук

Збірник входить до затвердженого ВАК Переліку наукових видань, в яких  
можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт (бюлетень ВАК  
№ 4 / 1999 р.).

Рекомендовано до друку Вченою радою Донецького національного  
університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського  
(протокол № 11 від 26.06.2009 р.)

Адреса редакційної колегії збірника:  
83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 31

© Донецький національний університет  
економіки і торгівлі  
імені Михайла Туган-Барановського, 2009



УДК 663.674

Рибак О.М., Поліщук Г.Є., канд. техн. наук, доц. (НУХТ, Київ)

### ВПЛИВ ВІВСЯНОГО БОРОШНА НА ФОРМУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ МОРОЗИВА

*Статтю присвячено вивченню властивостей морозива з вівсяним борошном. Проведено дослідження, які підтвердили можливість заміни 50 % стабілізаційної системи на вівсяне борошно. Додатково морозиво збагачено біологічно цінними рослинними компонентами.*

*Ключові слова:* морозиво, вівсяне борошно, стабілізація, структура морозива, органолептичні та фізико-хімічні показники, біологічно цінні речовини.

Морозиво є однією з найбільш складних харчових дисперсних систем. На формування та стабілізацію структури цього продукту впливають численні фактори: хімічний склад і фізичні властивості сумішей, технологічні параметри виробництва. Структуру морозива на вітчизняних підприємствах галузі стабілізують шляхом застосування стабілізаторів і стабілізаційних систем виключно закордонного виробництва. Ці речовини виконують лише технологічну функцію й ніяк не впливають на харчову та біологічну цінність продукту. Представлена робота присвячена вивченню стабілізаційних властивостей нетрадиційних для виробництва морозива біологічно повноцінних рослинних компонентів вітчизняного походження, що є актуальним науковим напрямком досліджень.

За результатами попереднього вивчення фізико-хімічних і органолептичних властивостей та реологічних характеристик різних видів борошна (вівсяного, лляного, гречаного, рисового, пшеничного) [1-3] автори виявили їх стабілізуючу здатність і можливість використання у виробництві молочних продуктів десертної групи, зокрема морозива. Для подальших досліджень було обрано вівсяне борошно, найбільш ефективні технологічні властивості якого можуть бути пояснені наявністю в його складі в'язких полісахаридів (гумів), наближених за хімічною будовою та властивостями до рослинних камедей (гуарової, ріжкового дерева й тари). Останні у свою чергу входять до складу стабілізаційних систем, широко використовуваних саме у виробництві морозива. Тому додавання борошна вівса в морозиво може зменшити потребу у традиційних стабілізаційних системах та збагатити молочний продукт на біологічно цінні рослинні компоненти: поліненасичені жирні кислоти, незамінні амінокислоти, харчові волокна, вітаміни, ферменти. Використання борошна у виробництві морозива також сприятиме зниженню його собівартості завдяки зменшенню кількості певних рецептурних компонентів (стабілізаційних систем, молочного білка й жиру).

Для встановлення оптимального ступеня заміни стабілізаційної системи борошном у напіввиробничих умовах було виготовлено експериментальні зразки морозива з масовою часткою жиру 3,0 %, сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) – 9,9 %, цукру – 14,0 %. Усі зразки були виготовлені із застосуванням фризера періодичної дії марки «Ельбрус-400» ФПМ 3,5/380-50 із міні-

© Рибак О.М., Поліщук Г.Є., 2009

мальною закладкою суміші 4 кг. Загартування та зберігання морозива проводили в морозильній камері за температури мінус  $24 \pm 2$  °C.

У розрахунках рецептур дослідних зразків морозива, зменшуючи вміст стабілізаційної системи (моно- та дигліцеридів, камеді гуару, карагенану та полісорбату) від 0,5 до 0,1 %, відповідно збільшували вміст борошна від 1 до 5 %. Із метою проведення порівняльного аналізу отриманих результатів було виготовлено контрольний зразок морозива (масова частка жиру – 3,0 %, СЗМЗ – 9,9 %, цукру – 14,0 %) без додавання зернового компонента та з внесенням стабілізаційної системи в кількості 0,6 %. Масову частку жиру й білка, що входять до складу вівсяного борошна, враховували в загальному балансі основних компонентів морозива під час розрахунку рецептур.

Густина сумішей визначали ареометрично; коефіцієнт динамічної в'язкості сумішей – на вискозиметрі Гепплера; збитість морозива – за допомогою вагового методу; опір до танення – за часом, протягом якого з проби морозива висотою 50 мм та діаметром 30 мм за температури 25 °C відділяється  $10 \text{ см}^3$  рідкої фази; питому поверхню повітряної фази на одиницю маси жиру – із застосуванням розрахункового методу; мікроструктуру – мікроскопіюванням у камері Горяєва за збільшення 40x15 та подальшим обрахунком середнього діаметра повітряних бульбашок.

Основні фізико-хімічні показники дослідних зразків сумішей і морозива представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники сумішей і морозива

| Показник                                                                       | Контрольний зразок | Морозиво молочне з внесенням вівсяного борошна в кількості, % |             |             |             |             |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                |                    | 1                                                             | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Густина суміші, г/см <sup>3</sup>                                              | 1,112±0,016        | 1,101±0,013                                                   | 1,110±0,012 | 1,122±0,008 | 1,127±0,019 | 1,141±0,01  |
| Коефіцієнт динамічної в'язкості суміші, мПа·с                                  | 144,3±1,74         | 116,8±2,35                                                    | 135,7±1,47  | 141,4±1,87  | 167,3±2,01  | 210,7±2,98  |
| Збитість морозива, %                                                           | 110,1±1,70         | 99,4±0,97                                                     | 104,4±1,91  | 117,1±1,33  | 91±0,86     | 60,06±0,54  |
| Опір до танення морозива, хв                                                   | 80±0,67            | 64±0,93                                                       | 81±0,32     | 106±0,69    | 157±0,54    | 180±1,03    |
| Питома площа поверхні повітряної фази на одиницю маси жиру, м <sup>2</sup> /кг | 427,4±3,70         | 318±2,30                                                      | 409,5±3,17  | 436,9±2,21  | 287,3±2,20  | 210,3±2,90  |
| Середній діаметр повітряних бульбашок, мкм                                     | 33,99±0,214        | 20,95±0,367                                                   | 29,36±0,470 | 32,56±0,213 | 60,79±0,971 | 79,31±0,871 |

Досить точно вивчити властивості нових видів морозива можна лише за комплексом показників якості як сумішей морозива, так і готового продукту.

Густина сумішей для виробництва морозива залежить від хімічного складу, тому зміна цього показника в дослідних зразках обумовлена збільшенням умісту сухих речовин борошна завдяки молочним компонентам, рослинного жиру та стабілізаційної системи.

Зміна в'язкості сумішей морозива на різних етапах технологічного процесу обумовлена гідратацією білків та інших стабілізаційних компонентів, кристалізацією жиру, зв'язуванням вільної вологи під час пастеризації й визрівання. Максимальне значення в'язкості встановлюється після закінчення процесу визрівання. Окрім того, в'язкість сумішей морозива значною мірою залежить від хімічного складу та кількості компонентів, особливо з гідрофільними властивостями. Тому, вимірюючи коефіцієнт динамічної в'язкості дослідних зразків зі збільшенням умісту в них зернового компонента, спостерігали й підвищення цього показника. Найбільш значне зростання в'язкості відзначено для зразка з умістом борошна 5 % – 210,7 мПа·с, що майже на 50 % більше порівняно з контрольним.

Зростання густини та в'язкості сумішей морозива спричиняє підвищення опору до танення готового продукту внаслідок суттєвого зменшення вмісту вільної вологи, яка під час фризирования кристалізується. Саме надмірний уміст вільної вологи й обумовлює втрату здатності морозива зберігати форму та об'єм за умов отеплення. Так, опір до танення дослідного зразку з умістом зернового компонента 5 % становить 180 хв, що майже в 3 рази перевищує такий показник для зразка з умістом борошна 1 %. Це доводить залежність формостійкості морозива від умісту обраного рослинного компонента. Таким чином, для уникнення зміни агрегатного стану водної фази морозива за температури, вищої від криоскопічної точки, можна рекомендувати застосування не менше як 2...3 % вівсяного борошна.

За результатами наведених вище табличних даних збитість морозива, тобто насиченість його повітряною фазою, з умістом вівсяного борошна в кількості 2...3 % є найбільш наближеною до збитості контрольного зразка. Зниження збитості з подальшим підвищенням умісту зернового компонента обумовлене надто високою в'язкістю сумішей. Так, зі зростанням в'язкості від 141,4 мПа·с до 167,3 мПа·с збитість морозива знижується від 117,1 % до 91 % відповідно. Підвищення в'язкості сумішей спричинене збільшенням у них кількості полісахаридів борошна та їх здатністю зв'язувати вільну вологу. За умов надмірної в'язкості суміші ускладнюється процес диспергування повітря, внаслідок чого продукт набуває грубої структури та щільної консистенції. Вказані недоліки при таманні зразкам морозива з умістом вівсяного борошна вищим ніж 4 %.

Протилежною є причина зниження збитості у зразках молочно-вівсяного морозива з кількістю зернопродукту нижчою ніж 2 %. У такому випадку це недостатньо висока в'язкість суміші перед фризированиям (116,8 мПа·с) за умов наявності меншої кількості як зв'язаної вологи, так і концентрації розчинених речовин у незамерзаючій водній фазі. Занижена здатність до збивання низькоструктурованої суміші повністю співвідноситься з даними П.Ребіндера [4] щодо

найсуттєвішої ролі під час стабілізації дисперсних систем саме структурно-механічного фактора стійкості, який у цьому випадку обумовлюється присутністю макромолекул полісахаридів вівсяного борошна. За низького вмісту вказаних макромолекул повітряні бульбашки здатні легко коалесцювати з подальшим руйнуванням.

Ще одним фактором формування та стабілізації повітряних бульбашок є кількість і дисперсність жирової фази. В досліджуваних системах жир у процесі термомеханічного оброблення суміші морозива бере участь у створенні захисних оболонок навколо повітряних бульбашок, стабілізуючи їх. Для встановлення чисельного значення площі поверхні повітряних бульбашок у 1 кг жиру, що стабілізується, були проведені розрахунки питомої поверхні в системі «повітряна фаза/жир». Так, для морозива з умістом вівсяного борошна в кількості 1 % цей показник становив  $318 \text{ м}^2/\text{кг}$ ; для зразків з умістом зернопродукту 2 % –  $409,5 \text{ м}^2/\text{кг}$ ; 3 % –  $436,9 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Згідно з рекомендаціями авторського колективу дослідників на чолі з Ю.О. Оленевим, найбільш стійким до структурних змін у процесі загартування та зберігання можна вважати морозиво з початковою питомою поверхнею повітряних бульбашок не меншою від  $400 \text{ м}^2$  на 1 кг жиру [5]. Таким чином, одержані нами результати, відповідають оптимальним умовам стабілізації повітряної фази в жиромістких системах.

Окрім збитості, консистенція морозива суттєво залежить від дисперсності повітряної фази. За умови перевищення середнього розміру повітряних бульбашок (більше ніж 60 мкм) та їх максимального розміру (більше за 150 мкм) виникає загроза утворення грубокристалічної структури морозива. Розміри повітряних бульбашок тим менші, чим більша в'язкість сумішей морозива. За даними В.П. Шидловської [6], стійкість повітряних бульбашок та їх розміри залежать від хімічного складу суміші морозива й умов її фризирования. На початку фризирования розміри бульбашок найбільші, але внаслідок інтенсивного перемішування та заморожування суміші диспергування повітря стає більш ефективним.

Із метою вивчення зміни дисперсності повітряної фази на фоні збільшення вмісту зернового компонента було зроблено серію мікрофотографій структури м'якого морозива всіх досліджуваних зразків. На рисунку 1 наведено мікроструктуру молочно-вівсяного морозива з умістом борошна 1, 3 та 5 % й контрольного зразка без зернопродукту.

На основі отриманих результатів, які наведено на рисунку 1 й у таблиці 1, відзначаємо, що повітряна фаза розподіляється в молочно-вівсяному морозиві з умістом 2...3 % борошна подібно до контрольного зразка. Тому можна стверджувати, що складові компоненти вівсяного борошна в зазначеній кількості спроможні замінити до 50 % стабілізаційної системи, забезпечуючи при цьому якісне диспергування повітря та високі показники збитості.

Гарантією попиту на новий продукт на споживчому ринку є насамперед його привабливі смакові властивості. Тому для визначення оптимального вмісту зернового компонента в морозиві доцільно вивчити відповідність органолептичних показників усіх дослідних зразків морозива до вимог «ДСТУ 4735:2007. Морозиво з комбінованим складом сировини».

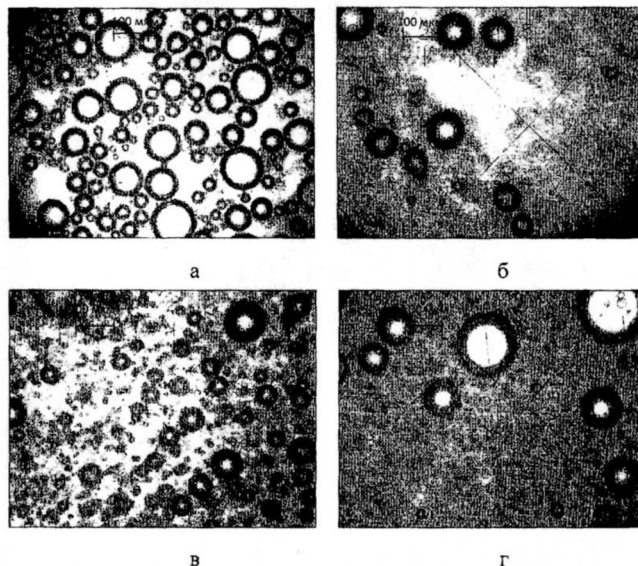


Рисунок 1 – Мікроструктура молочного (а) та молочно-вівсяного морозива з умістом зернового компонента 1 % (б), 3 % (в) та 5 % (г)

На сьогодні якість морозива оцінюють як за 10-ти, так і за 100-бальною шкалами. Остання з них є більш об'єктивною, оскільки надає можливість для більш точного віднесення зразків морозива до того чи іншого гатунку.

Вивчаючи органолептичні характеристики дослідних зразків молочно-вівсяного морозива з різним умістом зернового компонента, застосовували якісний і кількісний методи оцінювання. Отримані результати представлені в таблиці 2 та на рисунку 2.

Відповідно до рисунка 2, морозиво з умістом вівсяного борошна в кількості 5 % було оцінене на загальну суму балів 93 і може бути віднесене до першого гатунку. Усі інші зразки морозива за проведеним органолептичним оцінюванням належать до гатунку «екстра» (загальна сума від 96 до 100 балів).

Далі було визначено енергетичну та харчову цінність нового виду морозива. Так, за умов внесення в молочне морозиво 3 % вівсяного борошна з частковою заміною стабілізаційної системи та молочного білка його енергетична цінність порівняно з морозивом традиційного виду не є нижчою й становить 119,91 ккал/100 г. Це підтверджує можливість часткової заміни традиційно використовуваних у виробництві морозива компонентів на зернові продукти без зниження його енергетичної цінності.

Таблиця 2 – Органолептичне оцінювання дослідних зразків морозива (якісний метод оцінки)

| Вміст вівсяного борошна в морозиві, % | Характеристики готового продукту                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                                     | Смак і запах – приємні, чисті, характерні для молочного морозива. Структура та консистенція однорідні по всій масі продукту, без відчутних кристаликів льоду, грудочок жиру й стабілізатора, з достатньою густиною та збитістю. Колір – білий, однорідний по всьому об'єму.                                                                                                                |
| 1                                     | Смак та запах – чисті, проте недостатньо виражений присмак внесеного рослинного компонента. Структура хороша, однорідна по всій масі продукту, без відчутних кристаликів льоду, грудочок жиру та стабілізатора, проте консистенція не зовсім однорідна. Колір – кремово-білий, однорідний по всьому об'єму, із незначними включеннями часточок борошна.                                    |
| 2                                     | Смак та запах – хороші, чисті, з ледь відчутним присмаком вівсяного борошна. Структура й консистенція однорідні по всій масі продукту, без відчутних кристаликів льоду, грудочок жиру та стабілізатора, з достатньою густиною й збитістю. Колір – кремовий, однорідний, із незначними включеннями часточок вівсяного борошна, природної інтенсивності, характерний для цього виду добавки. |
| 3                                     | Смак і запах – хороші, чисті, з відчутним горіхово-вівсяним присмаком. Структура та консистенція однорідні по всій масі продукту, без відчутних кристаликів льоду, грудочок жиру й стабілізатора, з достатньою густиною та збитістю. Колір – кремовий, однорідний із включеннями часточок борошна, нормальної інтенсивності, характерний для цього виду зернопродукту.                     |
| 4                                     | Смак і запах – хороші, чисті, з добре вираженим вівсяним присмаком. Структура та консистенція однорідні по всій масі продукту, без відчутних кристаликів льоду, грудочок жиру й стабілізатора, збитість продукту невисока. Колір – кремовий, однорідний із включеннями часточок борошна, нормальної інтенсивності.                                                                         |
| 5                                     | Смак і запах зернового компонента занадто виражені. Структура однорідна по всій масі продукту, без відчутних кристаликів льоду, грудочок жиру та стабілізатора, проте занадто важка. Консистенція щільна, густа, збитість морозива низька. Колір – насичений, світло-коричневий, однорідний, із включеннями часточок борошна.                                                              |



Рисунок 2 – Органолептична оцінка дослідних зразків морозива за 100-бальною шкалою (кількісний метод оцінювання)

Для визначення харчової цінності нового виду морозива застосовували метод розрахунку проценту – інтегрального скору – кожного з найбільш важливих компонентів, згідно з формулою збалансованого харчування, що була запропонована академіком О.О. Покровським. Відповідно до обраного методу визначали енергетичну цінність певної маси продукту, яка б забезпечувала 10 % добової енергетичної потреби людини (245 ккал). Далі розраховували вміст основних компонентів (білків і незамінних амінокислот, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів) у певній масі морозива й порівнювали їх із відповідними показниками формули збалансованого харчування, при цьому обчислювали ступінь відповідності добової потреби в кожному з компонентів.

Результати розрахунку, наведені у таблиці 3, свідчать про те, що для забезпечення 10 % добової енергетичної потреби людині необхідно спожити 204,31 г молочно-вівсяного морозива. Ступінь забезпечення потреби в білках за умови вживання 204,31 г морозива становить 9,88 %, у жирах – 9,01 %, вуглеводах – 10,42 %, мінеральних речовинах – 1,8...15,77 %, вітамінах – 0,16...14,55 %.

Отже, можна стверджувати, що новий вид молочно-вівсяного морозива є повноцінним харчовим продуктом, який може посісти відповідне місце в раціоні харчування вітчизняних споживачів.

Із цією метою авторами було розроблено численні рецептури морозива молочно-вівсяного з різноманітними смако-ароматичними наповнювачами та добавками, з яких найбільше смакують подрібнені горіхи або горіхове праліне, кавовий і цикорний екстракти, какао, шоколад тощо.

На новий вид морозива одержано патент на корисну модель та розроблено комплект нормативної документації.

Таблиця 3 – Ступінь відповідності поживних речовин молочно-вівсяного морозива добовій потребі організму

| Поживні речовини           | Вміст поживних речовин |           | Добова потреба | Ступінь забезпечення, % |
|----------------------------|------------------------|-----------|----------------|-------------------------|
|                            | у 100г                 | у 204,31г |                |                         |
| Білки, г                   | 3,24                   | 6,62      | 67             | 9,88                    |
| Жири, г                    | 3,00                   | 6,12      | 68             | 9,01                    |
| Вуглеводи, г               | 19,99                  | 40,85     | 392            | 10,42                   |
| Мінеральні речовини, мг    |                        |           |                |                         |
| натрій                     | 35,20                  | 71,92     | 4000           | 1,80                    |
| калій                      | 107,04                 | 218,69    | 2500           | 8,75                    |
| кальцій                    | 92,60                  | 189,18    | 1200           | 15,77                   |
| магній                     | 16,39                  | 33,49     | 400            | 8,37                    |
| фосфор                     | 81,79                  | 167,10    | 1200           | 13,93                   |
| залізо                     | 0,21                   | 0,43      | 15             | 2,84                    |
| Вітаміни, мг               |                        |           |                |                         |
| С                          | 0,31                   | 0,63      | 80             | 0,79                    |
| В <sub>1</sub>             | 0,038                  | 0,077     | 1,6            | 4,79                    |
| В <sub>2</sub>             | 0,1424                 | 0,2910    | 2              | 14,55                   |
| А                          | 0,0008                 | 0,0016    | 1              | 0,16                    |
| Е                          | 0,226                  | 0,462     | 15             | 3,08                    |
| Незамінні амінокислоти, мг |                        |           |                |                         |
| валін                      | 143,38                 | 292,94    | 3000           | 9,76                    |
| лейцин                     | 297,12                 | 607,05    | 4000           | 15,18                   |
| ізолейцин                  | 154,84                 | 316,35    | 3000           | 10,55                   |
| триптофан                  | 38,95                  | 79,58     | 1000           | 7,96                    |
| треонін                    | 135,34                 | 276,52    | 2000           | 13,83                   |
| лізін                      | 178,13                 | 363,94    | 4000           | 9,10                    |
| метіонін                   | 74,08                  | 151,36    | 3000           | 5,05                    |
| фенілаланін                | 152,00                 | 310,54    | 3000           | 10,35                   |

Таким чином, на основі викладених вище результатів досліджень доведено можливість заміни 50 % традиційно використовуваної стабілізаційної системи на вівсяне борошно (2...3 % від загальної маси суміші) за умов забезпечення гарантованої якості морозива за всіма нормативними показниками відповідно до «ДСТУ 4735:2007. Морозиво з комбінованим складом сировини».

Використання вівсяного борошна у виробництві морозива є доцільним як завдяки зниженню його собівартості за умови збереження енергетичної цінності готового продукту, так і з погляду збагачення морозива біологічно цінними компонентами вівсяного борошна.

#### Література

1. Поліщук, Г.Є. Технологічні властивості зернових добавок / Г.Є. Поліщук, Т.І. Янюк, О.М. Рибак // Харч. та перероб. пром-сть. – 2007. – № 7-8. – С. 20-23.

2. Рибак, О.М. Дослідження впливу зернових продуктів на стабілізацію структури морозива / О.М. Рибак, Г.С. Поліщук, Т.І. Янюк // Молоч. пром-сть. – 2008. – № 5. – С. 70-72.
3. Розроблення математичних моделей для прогнозування реологічних характеристик морозива з нетрадиційними рецептурними компонентами / О.М. Рибак [та ін.] // Молоч. пром-сть. – 2008. – № 6. – С. 70-72.
4. Евстратова, К.И. Физическая и коллоидная химия / К.И. Евстратова, Н.А. Купина, Е.Е. Малахова; под.ред. К.И. Евстатовой. – М.: Высш. шк., 1990. – 487 с.
5. Справочник по производству мороженого / Ю.А. Оленев [и др.]. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 798 с.
6. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов / В.П. Шидловская. – М.: Колос, 2000. – 280 с.

