

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

РИБАК ОЛЬГА МИКОЛАЇВНА



УДК 663.674

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МОРОЗИВА З КОМБІНОВАНИМ
СКЛАДОМ СИРОВИНИ**

05.18.16 – технологія продуктів харчування

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2011

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Поліщук Галина Євгеніївна,
Національний університет харчових технологій
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту
України, завідувач кафедри технології молока і
молочних продуктів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України,
Чагаровський Олександр Петрович,
Одеська національна академія харчових технологій
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту
України, професор кафедри технології молока і
сушіння харчових продуктів

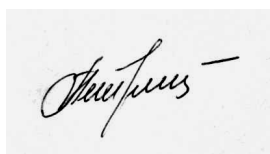
доктор біологічних наук, професор,
Юкало Володимир Глібович,
Тернопільський національний технічний
університет ім. Івана Пулюя Міністерства освіти і
науки, молоді та спорту України,
декан факультету переробних і харчових виробництв,
завідувач кафедри харчової біотехнології і хімії

Захист відбудеться "25" травня 2011 р. о 14⁰⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.03 Національного університету харчових технологій, за адресою: 01601, м. Київ, вул.Володимирська, 68, в аудиторії А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій, за адресою: 01601, м. Київ, вул.Володимирська, 68.

Автореферат розісланий " " квітня 2011 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради, к.т.н.



Н. О. Бублієнко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Комбінування сировини та впровадження інноваційних технологічних рішень у виробництві молоковмісних продуктів сприяє як покращенню структури харчування населення України, так і частковому зниженню дефіциту якісної молочної сировини.

Виробництво морозива – це одна з найбільш рентабельних галузей, що застосовують сучасні принципи комбінування сировини. Одержання морозива, як складної дисперсної системи, потребує особливих умов формування і стабілізації структури, порушення яких призводить до виникнення вад консистенції та зниження показників якості при транспортуванні й зберіганні продукту. На сьогодні одним із основних технологічних заходів, що забезпечує одержання морозива з нормативними показниками, є застосування стабілізаторів та стабілізаційних систем. Подібні речовини та їх композиції дозволяють одержувати морозиво із заданим ступенем насичення повітряною фазою, високим опором до тиснення й здатністю зберігати структуру протягом гарантованого строку придатності.

Сучасні стабілізатори структури і стабілізаційні системи, переважно закордонного виробництва, значно підвищують собівартість морозива й не впливають на його харчову та біологічну цінність. Зважаючи на вищезазначене, застосування у виробництві морозива вітчизняних видів рослинної сировини з високим вмістом полісахаридів та біологічно активних речовин є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках теми № 5.6.24 Б за договором № ДП/149-2005 (реєстраційний номер 0106U000416) "Розроблення новітніх технологій комбінованих харчових продуктів із застосуванням вітчизняних інгредієнтів" та теми "Дослідження механізму структуроутворення у харчових дисперсних системах з метою створення нових технологій" (реєстраційний номер 106U000417).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є удосконалення технології морозива з комбінованим складом сировини на основі використання нетрадиційного рослинного інгредієнту і раціональних технологічних режимів виробництва нового виду продукту.

Для досягнення мети визначено наступні **завдання**:

- провести аналіз хімічного складу, дослідити функціонально-технологічні властивості борошна різних видів та обрати найбільш перспективне для виробництва морозива з комбінованим складом сировини;
- встановити рекомендовану дозу внесення обраного виду борошна у суміші для виробництва морозива з метою досягнення максимального стабілізуючого ефекту;
- дослідити показники якості морозива і зміну його структурних елементів у процесі зберігання;
- встановити технологічні параметри виробництва морозива м'якого і загартованого;
- розробити нормативну документацію на новий вид продукту, провести промислову апробацію, підтвердити економічну ефективність удосконаленої технології.

Об'єкт досліджень – технологія морозива з комбінованим складом сировини.

Предмет досліджень – борошно із зернових і насінневих культур, суміші та морозиво з комбінованим складом сировини.

Методи досліджень – стандартні та удосконалені фізичні, фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні, біохімічні, виконані з використанням сучасних приладів і комп'ютерних технологій, а також методи математичного моделювання, оптимізації й статистичного оброблення експериментальних даних.

Наукова новизна одержаних результатів:

- науково обґрунтовано заміну 40...50 % стабілізаційної системи на вівсяне борошно для одержання морозива з нормативними показниками;
- виявлено, що за температури пастеризації сумішей для виробництва морозива у гідратованому вівсяному борошні відбувається пластифікація полісахаридів молекулами води, що підтверджується значним зниженням вмісту кластерів та переважанням доменів води;
- встановлено, що полісахариди вівсяного борошна запобігають міграційній перекристалізації водної фази та посилюють структурно-механічний фактор стійкості повітряної фази морозива;
- виявлено, що заміна від 16 до 25 % сухого знежиреного молочного залишку на вівсяне борошно запобігає перенасиченню водного розчину лактози, і, в такий спосіб, попереджує виникнення борошнистої й піщанистої консистенції у морозиві в процесі його зберігання.

Практичне значення одержаних результатів. До результатів, що мають найбільше практичне значення належать такі:

- удосконалено технологію морозива з комбінованим складом сировини за рахунок використання нового компонента – вівсяного борошна, яке покращує якість продукту та знижує його собівартість;
- розроблено рекомендації для проведення основних технологічних операцій при виробництві молочно-вівсяного морозива;
- створено математичну модель зміни структурно-механічних властивостей сумішей молочно-вівсяного морозива під час їх визрівання, що надає можливість керувати процесом формування структури за заданих умов виробництва;
- розроблено комплект нормативної документації (ТУ У 15.5-02070938-080:2006 "Морозиво з комбінованим складом сировини" та ТП);
- технологію молочно-вівсяного морозива апробовано на ТОВ "Три ведмеді" (м. Київ), ТОВ "Бердичівська фабрика морозива" (Житомирська обл.);
- результати роботи впроваджено у навчальний процес та використовуються у науковій діяльності, підготовці підручників, посібників, лекційному курсі, при виконанні курсових і дипломних проектів на кафедрі технології молока і молочних продуктів Національного університету харчових технологій (м. Київ).

Особистий внесок здобувача. Підбір і аналіз літературних даних, планування та експериментальні дослідження за темою дисертаційної роботи, проведення статистичного оброблення й теоретичного обґрунтування отриманих результатів, їх опис та інтерпретацію, підготовку матеріалів досліджень до опублікування, розроблення нормативної документації, оформлення матеріалів для одержання патентів,

промислову апробацію здійснено дисертантом особисто за методичної і наукової підтримки кандидата технічних наук, доцента Поліщук Галини Євгеніївни.

Аналіз структурно-механічних властивостей водних дисперсій борошна різних видів та сумішей морозива проведено спільно із проф., д.х.н. Манком В.В. Дослідження стану води у водних дисперсіях борошна проводили спільно із провідним науковим співробітником відділу теплофізичних та фізико-хімічних досліджень Інституту технічної теплофізики НАНУ к.т.н Михайликом В.А. та старшими співробітниками відділу аморфних і структурно впорядкованих оксидів Інституту хімії поверхні ім. О.О.Чуйка НАНУ к.х.н. Гончарук О.В., к.х.н. Зарко В.І. Математичне опрацювання результатів й створення математичних моделей проведено спільно із доцентом кафедри інформатики НУХТ к.ф.-м.н. Вовкодав Н.І. та асистентом Бреус Н.М.

Особистий внесок дисертанта підтверджується представленими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів роботи. Основні результати дисертаційної роботи обговорено на 73-76-й Наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ (2007-2010 рр.), Міжнародній науково-технічній конференції "Інноваційні технології, проблеми якості і безпеки сировини та готової продукції у м'ясній та молочній промисловості" (2007 р., м. Київ), Міжнародній науковій конференції студентів та аспірантів "Техника и технология пищевых производств" (2008, 2010 рр., м. Могильов, республіка Білорусь), Всеукраїнській науковій конференції Тернопільського національного технічного університету ім. І.Пулюя (2009 р., м. Тернопіль), III Всеросійській конференції аспірантів і студентів "Пищевые продукты и здоровье человека" (2010 р, м. Кемерово, Російська Федерація).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 23 друковані праці, у тому числі: 5 статей у наукових спеціалізованих виданнях, затверджених ВАК України, 3 у науково-практичних виданнях, 10 тез доповідей на наукових конференціях, одержано 3 деклараційних патенти на корисну модель та 2 на винахід.

Структура дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 145 сторінках друкованого тексту. Робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 227 найменувань, містить 37 рисунків, 21 таблицю та 16 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ. Обґрунтовано актуальність, сформульовано мету і завдання обраного напрямку досліджень, висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, їх апробацію, наведено особистий внесок автора.

Розділ 1 "Сучасні тенденції застосування рослинної сировини для стабілізації структури морозива". Проаналізовано особливості технології морозива і вагомість основних чинників, що впливають на формування й стабілізацію його структури. Розглянуто сучасні стабілізатори у виробництві морозива. Наведено інформацію про біологічну цінність продуктів із зернових й насіннєвих культур, їх використання у технологіях молочних продуктів як структуроутворюю-

чих та збагачуючих компонентів. Сформульовано завдання досліджень та обрано можливі шляхи їх вирішення.

Розділ 2 "Характеристика сировини, організація та методи досліджень". Викладено методологічні основи та етапи виконання роботи. Наведено характеристику обраної сировини. Схему проведення досліджень представлено на рис 1.



Рис.1 Схема проведення досліджень.

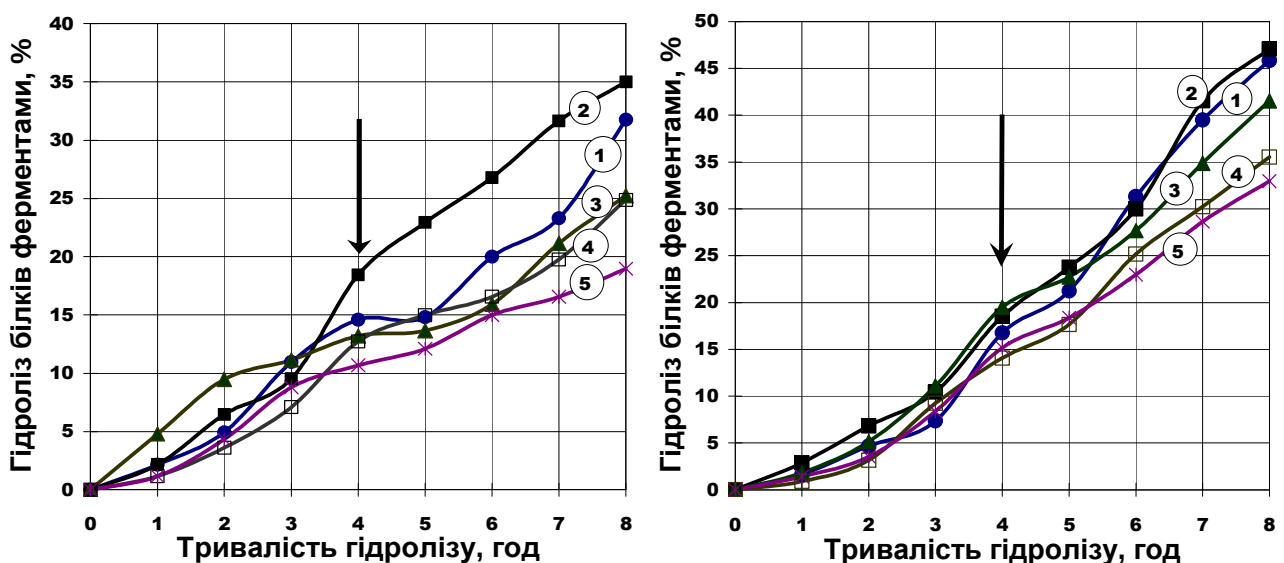
Теоретичні та практичні дослідження виконано на кафедрі технології молока та молочних продуктів, кафедрі інформатики НУХТ, у відділі теплофізичних та фізико-хімічних досліджень Інституту технічної теплофізики НАНУ, лабораторії рентгенофізики високотемпературних матеріалів Інституту проблем матеріалознавства НАНУ, відділі аморфних і структурно-впорядкованих оксидів Інституту хімії поверхні ім. А. О.Чуйка НАНУ, Інституті біохімії ім. О. В. Палладіна НАНУ, випробувальній лабораторії ДП "Тернопільстандартметрологія".

Одержані результати вимірювань опрацьовано за допомогою стандартних програм статистичного оброблення Microsoft Excel та Statistica (StafSoft). Графічне представлення експериментальних даних здійснено за допомогою програм Microsoft Excel, "Компас – 3D V8", Origin 7.0. Точність отриманих результатів забезпечується трьох-п'ятикратною повторюваністю дослідів.

Розділ 3 "Обґрунтування вибору виду борошна для застосування у виробництві морозива". З метою стабілізації структури морозива та збагачення його біологічно цінними речовинами на першому етапі роботи обрано борошно вітчизняного виробництва ряду зернових та насіннєвих культур (вівсяне, лляне, гречане, рисове), властивості якого порівнювали із пшеничним, традиційно використовуваним у технології морозива. Середній розмір часточок борошна за результатами седиментаційного аналізу відповідав нормативним вимогам (50...100 мкм, для гречаного – до 300 мкм).

Обрані види борошна містять значну кількість вуглеводів, здатних виявляти стабілізуювальні властивості й суттєво підвищувати в'язкість сумішей морозива, ефективно зв'язувати вільну вологу та, відповідно, впливати на процес кристалізації водної фази. Вівсяне та лляне борошно є найбільш цінними джерелами поліненасичених жирних кислот. Обрані види борошна також є повноцінними джерелами білка та вміщують усі незамінні амінокислоти.

Досліджено атакуємість білків зернових і насіннєвих продуктів *in vitro* комплексом протеолітичних ферментів – пепсин-трипсином (рис. 2). Визначено, що інтенсивність гідролізу білків найвища у зразках борошна з вівса та пшениці і наприкінці процесу становить 35 та 32 %, відповідно. Атакуємість білків ферментами покращувалася у випадку попереднього теплового оброблення борошна за температури пастеризації сумішей для виробництва морозива (85 ± 2 °C з тривалістю 2,5 хв). Гідроліз білків після теплового оброблення найбільший для вівсяного та пшеничного борошна – близько 47 і 45 %, відповідно.



Визначено вологоутримуючу здатність та ступінь набухання борошна різних видів. За результатами досліджень з'ясовано, що найвища вологоутримуюча здатність характерна для борошна з вівса та пшениці – 2,62 й 2,30 г води на 1 г борошна. Ступінь набухання зростає із підвищенням температури. Для борошна з насіння льону виявлено найбільший ступінь набухання: 228, 279, 286 і 325 %, відповідно, за температур 20, 40, 60 та 80 °С. Вологоутримуюча здатність цього борошна досить низька – 1,43 г/г. З'ясовано, що стабілізувальні властивості гречаного борошна найнижчі.

Досліджено вміст вільної і зв'язаної води у модельних зразках гідратованого борошна з використанням диференціально-сканувальної калориметрії. Зразки модельних систем підготовлено при температурі 40 ± 5 °С з витримкою 1 год (режим 1) та при температурі 85 ± 2 °С з витримкою 2,5 хв (режим 2) відповідно до режимів приготування та пастеризації сумішей для виробництва морозива. Вміст вільної і зв'язаної води у модельних зразках наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Вміст вільної та зв'язаної води у модельних зразках різних видів борошна

Вид борошна	Зразки гідратовані при режимі 1				Зразки гідратовані при режимі 2			
	Масова частка води, %	Вміст води від загальної кількості води, %		Питомий вміст зв'язаної води, $\Gamma_{\text{води}} / \Gamma_{\text{с.р.}}$	Масова частка води, %	Вміст води від загальної кількості води, %		Питомий вміст зв'язаної води, $\Gamma_{\text{води}} / \Gamma_{\text{с.р.}}$
		вільної	зв'язаної			вільної	зв'язаної	
гречане	87,97 $\pm$ 1,77	90,08 $\pm$ 0,97	9,92 $\pm$ 0,27	0,725 $\pm$ 0,018	86,40 $\pm$ 1,84	88,78 $\pm$ 1,25	11,22 $\pm$ 0,27	0,712 $\pm$ 0,014
вівсяне	86,09 $\pm$ 1,53	89,57 $\pm$ 1,12	10,43 $\pm$ 0,19	0,645 $\pm$ 0,012	87,15 $\pm$ 1,27	90,53 $\pm$ 1,14	9,47 $\pm$ 0,14	0,642 $\pm$ 0,011
рисове	82,83 $\pm$ 1,18	87,85 $\pm$ 1,41	12,15 $\pm$ 0,11	0,586 $\pm$ 0,010	84,64 $\pm$ 1,11	90,23 $\pm$ 1,21	9,77 $\pm$ 0,12	0,539 $\pm$ 0,008
пшеничне	82,69 $\pm$ 1,47	89,02 $\pm$ 1,05	10,98 $\pm$ 0,21	0,525 $\pm$ 0,009	87,52 $\pm$ 1,29	90,51 $\pm$ 1,04	9,49 $\pm$ 0,07	0,666 $\pm$ 0,012
ляне	87,85 $\pm$ 1,04	88,53 $\pm$ 1,42	11,47 $\pm$ 0,15	0,675 $\pm$ 0,013	86,94 $\pm$ 0,99	89,41 $\pm$ 1,07	10,69 $\pm$ 0,13	0,689 $\pm$ 0,013

Встановлено, що обрані режими гідратації практично не впливають на зв'язування води функціональними гідрофільними групами макромолекул полісахаридів. Питомий вміст зв'язаної води ($\Gamma_{\text{води}} / \Gamma_{\text{с.р.}}$) для борошна гречаного, вівсяного, рисового і лляного за різних режимів гідратації практично не змінюється, що може бути пояснено осмотичним поглинанням води при формуванні тривимірної структури систем. При утворенні подібної структури частина води захоплюється всередину матриці та міститься там як у напівпроникній комірці, тому не може бути ідентифікована як зв'язана. Цей ефект, ймовірно, обумовлений різним вмістом і якісним складом вуглеводів, зокрема крохмалю, у досліджуваних видах борошна.

Для детальнішого вивчення особливостей стану води і біополімерів у гідратованому борошні до та після фазового переходу при клейстеризації проведено додаткові дослідження за допомогою методу термостимульованої деполяризації (ТСД).

Для досліджень обрано пшеничне і вівсяне борошно, оскільки у першому максимальний (понад 68 %), а у другому – мінімальний (близько 54 %) вміст крохмалю.

ТСД спектри дипольної релаксації водних дисперсій пшеничного і вівсяного борошна, підготовлених за температур, вищих за температуру клейстеризації ($T_{\text{п}} = 85$ °С > $T_{\text{кл}}$), наведено рис. 3. Оскільки основну роль у змінах супрамолекулярних струк-

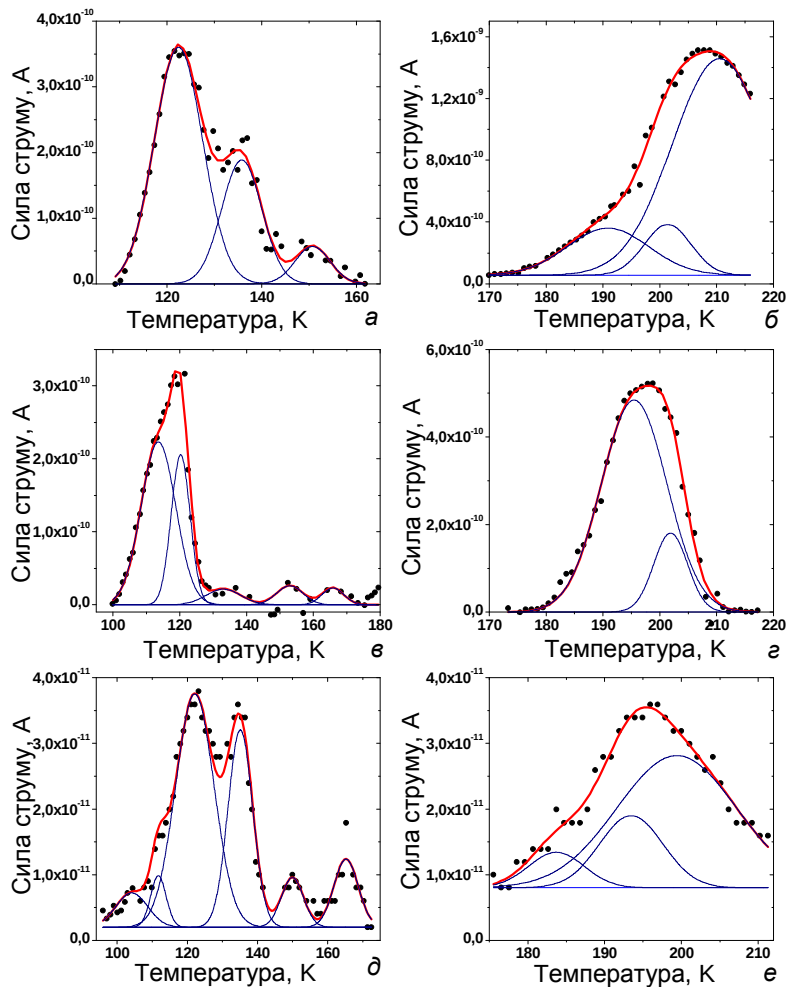


Рис. 3. ТДС-спектри заморожених водних дисперсій пшеничного (а,б) та вівсяного (в,г) борошна та крохмалю (д,е), підготовлених при 85 °С, в LT (а, в, д) і HT (б, г, е) областях.

кластерів води, локалізованих в мікропорах при $R < 1$ нм, знизився при клейстеризації більше, ніж на порядок для вівсяного борошна і приблизно у шість разів – для пшеничного. Знизився внесок і вузьких мезопор при $R < 3$ нм, а преваючими стали широкі мезопори (комірки при $10 < R < 25$ нм в супрамолекулярних сітках гідрофільних макромолекул) та макропори (пустоти між сусідніми макромолекулами при $R > 25$ нм) (рис. 4). Даний ефект можна пояснити пластифікацією біополімерів водою при набуханні мікрочасточок та розгортанням макромолекул при клейстеризації. Подібні пластифіковані макромолеку-

тур й відповідних взаємодій з водою при клейстеризації борошна відіграють полісахариди, досліджено релаксацийні процеси у крохмалі (рис. 3 д, е). З рис. 3 видно, що у низькотемпературній (LT) ($100 < T < 170$ К) та високотемпературній (HT) ($170 < T < 260$ К) областях ТДС-піки дипольної релаксації крохмалю співвідносяться з піками для водних дисперсій вівсяного і пшеничного борошна. Це свідчить про те, що зміна поведінки систем в процесі фазового переходу при клейстеризації обумовлена в основному перебудовою супрамолекулярних структур у крохмалі.

На основі ТДС-спектрів проведено розрахунок функцій розподілу ($f_V(R)$) кластерів та доменів води за розмірами відповідно до їх об'єму (рис. 4). Інтегрування $f_V(R)$ функцій показало, що внесок малих

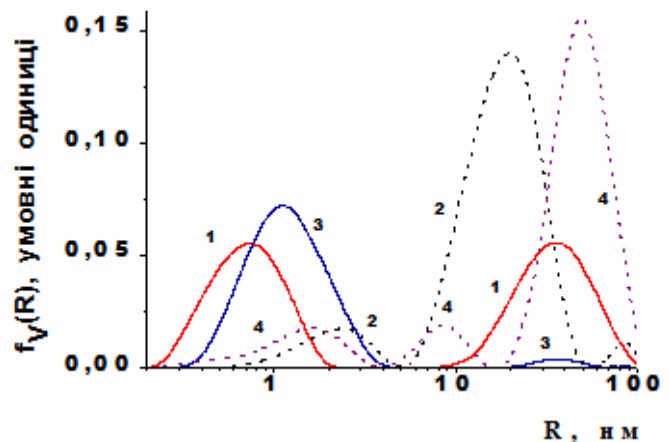


Рис. 4. Розподіл за розмірами кластерів та доменів зв'язаної води у водних дисперсіях вівсяного (1, 2) і пшеничного борошна (3, 4), приготовлених при 40 (1, 3) й 85 °С (2, 4).

ли обумовлюють реологічні характеристики сумішей для виробництва морозива, а після їх фризрування обгортають бульбашки повітря, посилюючи структурно-механічний фактор стійкості.

Досліджено залежність в'язкості модельних систем із гідратованого борошна різних видів від температури гідратації і кількості внесеного компоненту порівняно з пшеничним борошном. За допомогою пакету MathCAD отримано математичні моделі процесу руйнування структури при різних напруженнях зсуву й побудовано площини в'язкості практично незруйнованої (η_0) та гранично зруйнованої структури (η_m). На рис. 5 наведено графічне зображення математичних моделей для дисперсій вівсяного і пшеничного борошна, які характеризуються найбільш подібними закономірностями утворення і руйнування структури.

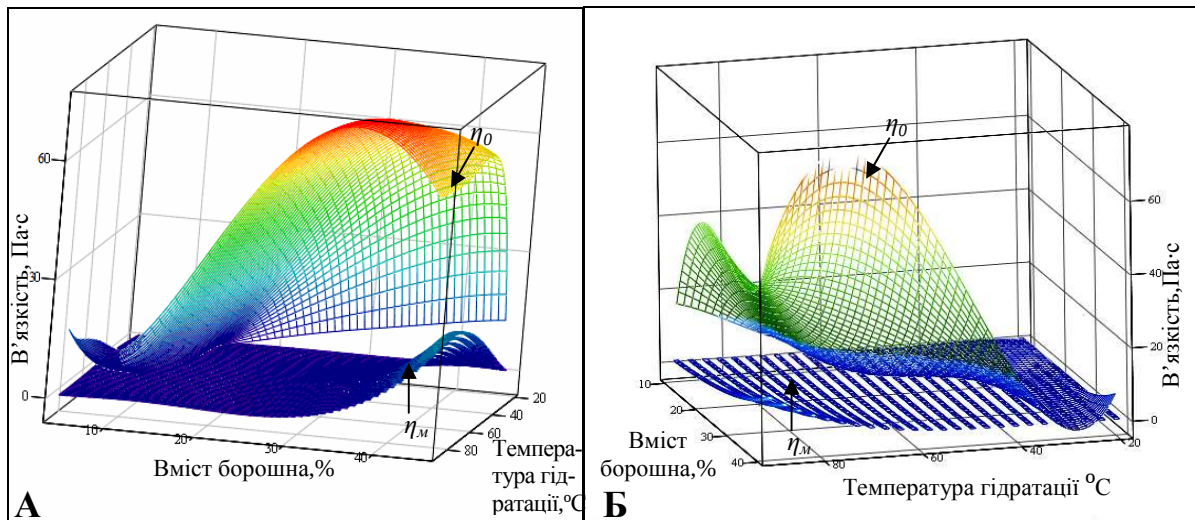


Рис. 5. Графічне зображення математичних моделей зміни в'язкості гідратованого борошна залежно від концентрації борошна і температури гідратації: А – вівсяне борошно, Б – пшеничне борошно.

Площина в'язкості η_m для усіх модельних систем більш плоска порівняно із площиною η_0 , форма якої обумовлена типом структури модельних зразків. Так, системи з низьким вмістом борошна і температурою гідратації є ньютонівськими рідинами з незначними аномаліями в'язкості. За високих температур гідратації і значних концентрацій борошна в'язкість систем стрімко зростає до критичної межі, внаслідок чого модельні зразки втрачають текучість і не придатні для виробництва морозива.

За результатами досліджень, отриманих на даному етапі, для застосування у виробництві морозива обрано борошно вівсяне, оскільки воно найбільш суттєво впливає на реологічні характеристики гідратованих систем за рахунок активного зв'язування води, виявляє високу вологоутримуючу і емульгуючу здатність, не змінює органолептичних властивостей молочної основи при внесенні у кількостях, характерних для харчосмакових добавок, багате на біологічно цінні речовини та є доступним на вітчизняному продовольчому ринку. Окрім того, даний вид борошна містить полісахариди (слизи), які за хімічною будовою і властивостями наближені до камедей з гуару, ріжкового дерева, тари, що в очищеному вигляді входять до складу сучасних стабілізаційних систем для виробництва морозива. Тому, на думку автора, борошно з вівса є найбільш перспективним інгредієнтом, що здатний замінити або зменшити масову частку стабілізаційних систем і молоч-

них складових, взаємодоповнити есенціальні речовини у морозиві та, відповідно, знизити його собівартість.

Розділ 4 "Обґрунтування дози внесення вівсяного борошна у суміші для виробництва морозива". Досліджено використання вівсяного борошна як самостійного стабілізатора у виробництві морозива і встановлено, що отримання продукту з нормативними показниками якості можливе лише у випадку часткової заміни стабілізаційної системи на рослинний компонент.

Для встановлення ступеню заміни стабілізаційної системи Cremodan (склад: моно-, дигліцерида, камідь гуара, карагенан, полісорбат, виробник - фірма Danisco, Данія) її вміст у дослідних зразках зменшували від 0,5 до 0,1 % за рахунок збільшення кількості вівсяного борошна від 1 до 5 %, відповідно. Контрольний зразок було виготовлено без додавання зернового компоненту з внесенням 0,6 % стабілізаційної системи Cremodan. Склад контрольного та дослідних зразків морозива наступний: м.ч. жиру 3,0 %, м.ч. сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) – 10,5 %, м.ч. цукру – 14,5 %, м.ч. води – 72,0 %.

Комплексну оцінку фізико-хімічних показників сумішей для виробництва морозива та готового продукту наведено в табл.2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники дослідних зразків сумішей і морозива

Показник	Контрольний зразок	Морозиво молочне з внесенням вівсяного борошна у кількості, %				
		1	2	3	4	5
Густина суміші, г/см ³	1,112±0,016	1,101±0,013	1,110±0,012	1,122±0,008	1,127±0,019	1,141±0,011
Коефіцієнт динамічної в'язкості суміші, мПа·с	144,3±3,7	116,8±2,3	135,7±3,5	141,4±1,9	167,3±2,0	210,7±2,9
Опір до танення, хв	80,0±1,7	64,0±1,9	81,0±1,8	106,0±1,7	157,0±2,5	180,0±4,0
Збитість морозива, %	110,10±1,70	99,40±2,97	104,45±2,91	117,10±1,33	91,00±2,86	60,06±1,54
Питома площа поверхні повітряних бульбашок стабілізована 1 кг жиру, м ² /кг	427,4±4,7	318,0±5,3	409,5±3,1	436,9±6,2	287,3±3,2	210,3±4,9
Середній діаметр повітряних бульбашок у морозиві, мкм	33,99±0,21	20,95±0,96	29,36±0,87	32,56±0,97	60,79±1,17	79,31±1,87
Кріоскопічна температура замерзання морозива, °С	-2,351±0,027	-2,354±0,013	-2,352±0,018	-2,349±0,011	-2,342±0,024	-2,339±0,031

Встановлено, що заміна стабілізаційної системи Cremodan до 50 % від її рекомендованого вмісту у продукті на вівсяне борошно (2...3 % від загальної маси) забезпечує формування належних органолептичних та фізико-хімічних показників морозива.

Зниження збитості морозива з вмістом зернового компонента понад 3 % обумовлене ускладненням диспергування повітря за надмірної в'язкості систем (141,4...210,7 мПа·с). Протилежною є причина зниження збитості у зразках із кількістю борошна нижче 2 % – їх недостатнє структурування перед фризруванням (116,8 мПа·с). Низький вміст макромолекул полісахаридів вівсяного борошна, які обумовлюють структурно-механічний фактор стійкості повітряної фази у дисперсних системах типу Г/Р, спричинював коалесценцію повітряних бульбашок та їх руйнування.

Встановлено, що вівсяне борошно практично не впливало на кріоскопічну температуру замерзання води у морозиві, що дозволяє рекомендувати загальноприйняті режими фризирования для молочно-вівсяних сумішей (мінус 3...5 °С).

Незначне збільшення густини у дослідному зразку із 5 % вівсяного борошна обумовлене підвищенням вмісту сухих речовин борошна і зменшенням кількості молочних компонентів та стабілізаційної системи.

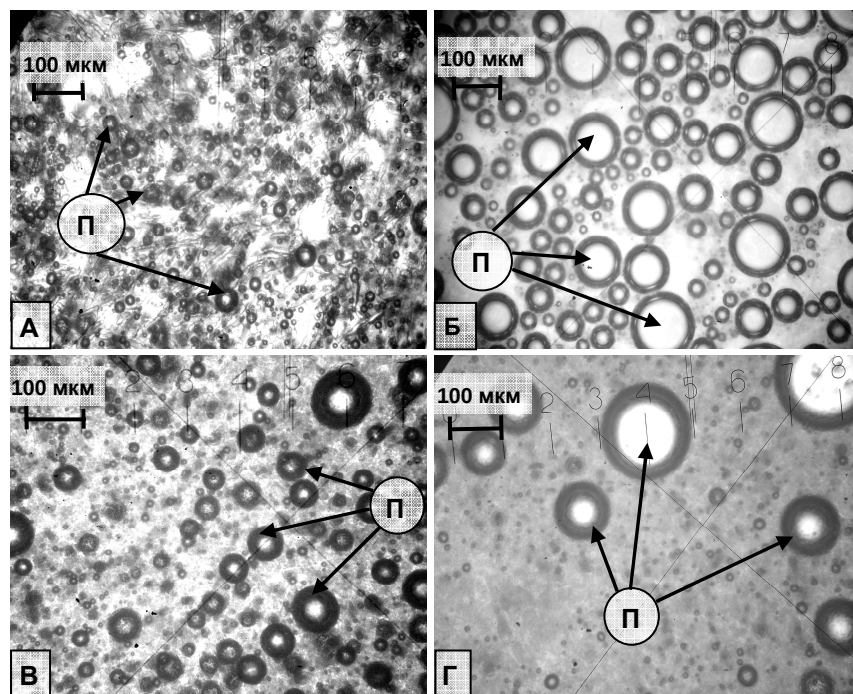


Рис. 6. Мікрофотографії молочного (А) та молочно-вівсяного морозива із вмістом зернового компоненту 1 % (Б), 3 % (В) та 5 % (Г). (П – повітряні бульбашки)

Виявлено, що повітряна фаза у зразку з вмістом 2...3 % борошна розподіляється подібно до контрольного зразка (рис. 6, табл. 2). Середній діаметр повітряних бульбашок у зразках із 2 і 3 % вівсяного борошна становить 29,36 й 32,52 мкм, відповідно, а для контрольного зразка – 33,99 мкм.

Використання вівсяного борошна дає змогу знизити ризик виникнення борошнистої і піщанистої консистенції у процесі зберігання, транспортування та реалізації морозива. Так, при комбінуванні сировини у сумішах морозива знижується вміст СЗМЗ на 8,2 % із

кожним 1 % внесеного зернового компоненту. Із зменшенням вмісту СЗМЗ знижується і вміст лактози, що запобігає перенасиченню її розчину у водній фазі морозива і попереджає утворення борошнистої й піщанистої консистенції, спричиненої зростанням кристалів лактози понад 10 та 25 мкм, відповідно. Встановлено, що у контрольному зразку після 12 місяців зберігання середній розмір кристалів лактози становив 4,35 мкм, тоді як у молочно-вівсяному морозиві із вмістом вівсяного борошна 3 та 5 % – 3,80 і 3,40 мкм (табл.3.).

Таблиця 3

Середній розмір кристалів лактози у морозиві

Термін зберігання	Контрольний зразок	Молочно-вівсяне морозиво із вмістом вівсяного борошна, %				
		1	2	3	4	5
3 місяці	3,36±0,12	3,23±0,07	3,02±0,06	2,80±0,08	2,76±0,10	2,72±0,06
6 місяців	3,75±0,09	4,91±0,16	3,86±0,12	3,77±0,13	3,51±0,12	3,36±0,18
9 місяців	4,31±0,10	5,39±0,19	4,15±0,14	3,83±0,15	3,61±0,21	3,44±0,20
12 місяців	4,35±0,14	5,41±0,09	4,19±0,11	3,80±0,07	3,69±0,19	3,40±0,09

Кристали лактози більших розмірів у молочно-вівсяному морозиві із 1 % зернового інгредієнта (після 3-х місяців зберігання) обумовлені як не-

значним зниженням концентрації лактози у системі (порівняно із зразками з 2 і 3 % борошна), так і присутністю у розчині чужорідних центрів конденсації, які активі-

зують процес кристалізації лактози. Подібні центри конденсації у зразках із вищим вмістом вівсяного борошна є причиною формування дрібніших кристалів лактози. Так, після 12 місяців зберігання середні розміри кристалів лактози у морозиві із зерновим компонентом 4 і 5 % становили 3,69 й 3,40 мкм, що є близькими до таких у контрольному зразку вже після 3 місяців зберігання (3,36 мкм).

При зберіганні морозива кристали лактози зростали у всіх зразках (рис. 7), що викликано переохолодженням і перенасиченням її водного розчину. Після 3-х місяців зберігання розміри кристалів лактози не перевищували рекомендовані межі (10 мкм) в жодному зразку. Проте, при подальшому зберіганні було виявлено кристали, розміри яких більші за 10 мкм: після 6 місяців у молочно-вівсяному морозиві із вмістом борошна 1 %, а після 9 місяців – у контрольному зразку та у морозиві із вмістом вівсяного борошна 2 %. Наприкінці строку зберігання (12 місяців) загальна тенденція розподілу кристалів за розмірами не змінилася внаслідок встановлення рівноважної концентрації розчину лактози.

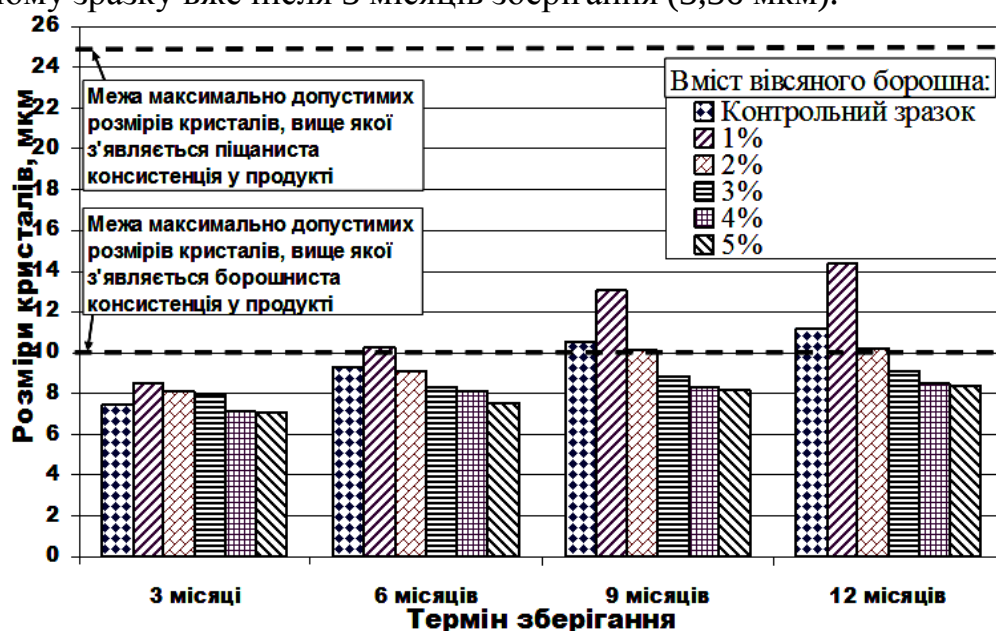


Рис. 7. Максимальні розміри кристалів лактози у дослідних зразках морозива під час зберігання

Встановлено, що внесення 2...3 % вівсяного борошна у суміші для морозива забезпечує формування розгалуженої сітки кристалів льоду дендритної форми середніх розмірів 32,09...35,47 мкм. Виявлено, що біополімери вівсяного борошна утворюють білково-вуглеводневий "захисний каркас", який запобігає процесу міграційної перекристалізації вільної вологи під впливом температурних коливань.

Встановлено, що внесення 2...3 % вівсяного борошна у суміші для морозива забезпечує формування розгалуженої сітки кристалів льоду дендритної форми середніх розмірів 32,09...35,47 мкм. Виявлено, що біополімери вівсяного борошна утворюють білково-вуглеводневий "захисний каркас", який запобігає процесу міграційної перекристалізації вільної вологи під впливом температурних коливань.

За отриманими результатами визначено рекомендовану кількість вівсяного борошна (2...3 %), що замінює 40...50 % стабілізаційної системи і 16,5...25 % СЗМЗ та не знижує харчову й енергетичну цінність морзива. Так, для молочно-вівсяного морозива з вмістом борошна 3 % енергетична цінність становить близько 125 ккал/100 г, тоді як для молочного – 124 ккал/100 г. Внесення 3 % вівсяного борошна у морозиво надає можливість підвищити вміст есенціально важливих компонентів, таких як мінеральні речовини (калій, фосфор, магній, цинк, фтор, селен) і вітаміни (В₁, В₆, В₉, РР, Е), зменшити до 5 % вміст насичених жирних кислот, збільшити у 1,5 рази вміст ПНЖК й взаємозамінити тваринні білки на рослинні (до 10 % від загальної кількості білка). Ступінь забезпечення добової потреби при вживанні 100 г молочного-вівсяного морозива у білках становить близько 5 %, жирах – 4,4 %, вуглеводах – 5,4 %, мінеральних речовинах – від 1 до 9,5 %, вітамінах – від 1 до 11 %.

Розділ 5 "Обґрунтування технологічних параметрів виробництва молочного-вівсяного морозива". Якісні характеристики морозива залежать від дотримання режимів основних технологічних операцій: пастеризації, гомогенізації, визрівання, фризирования. Попередньо було вивчено дію температури та тривалості термічного оброблення на етапах приготування та пастеризації молочного-вівсяних сумішей. Доведено, що традиційно прийняті режими (40 ± 2 °C 20...30 хв та 85 ± 2 °C із витримкою 2...3 хв) забезпечують формування у сумішах морозива належних структурно-механічних характеристик за рахунок зв'язування за цих умов вільної вологи крохмалем та слизистими речовинами, які містяться у вівсяному борошні.

Встановлено, що дисперсність жирової фази для низькожирного молочного-вівсяного морозива (м. ч. жиру 3,0 %) суттєво залежить від режимів гомогенізації (табл. 4). З'ясовано, що жирові кульки у гомогенізованих сумішах не агрегують, на відміну від сумішей без гомогенізації. Причиною утворення жирових агрегатів у низькожирному молочного-вівсяному морозиві є кокосова і вівсяна олія, яку слід додатково диспергувати, на відміну від молочного жиру. Стабілізація жирових кульок зменшує кількість вільного жиру у системі та формує гомогенну кремоподібну консистенцію морозива.

У всіх зразках не було виявлено ваду "масляниста структура", яка характерна для готового продукту за наявності 20...25 % вільного жиру. Найнижчий ступінь дестабілізації жиру спостерігали у зразках, гомогенізованих за температури 85 ± 2 °C (рис. 8), що обумовлено кращим розподіленням молочного білка на поверхні

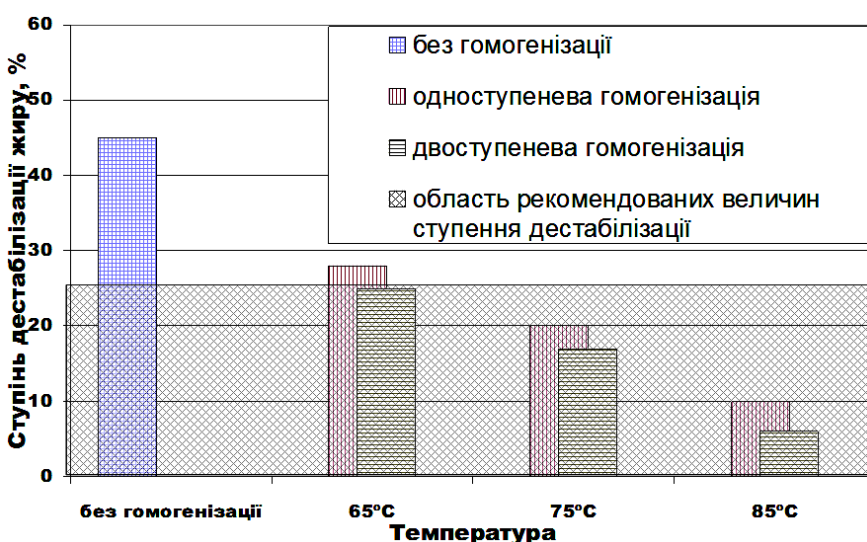


Рис. 8. Вплив параметрів гомогенізації на ступінь дестабілізації жиру у морозиві

жирових глобул та їх стабілізацією. Даний ефект пояснюється послабленням сили тяжіння між молекулами казеїну при температурі 80...85 °C. Без застосування механічного оброблення ступінь дестабілізації жиру у морозиві становив близько 45 %. Цей факт підтверджує необхідність обов'язкового проведення гомогенізації за температури 75...85 °C й тиску 12,5...15,0 МПа для забезпечення ефективного емульгування. При цьому, двоступенева гомогенізація суттєво не впливала на ступінь диспергування.

Таблиця 4

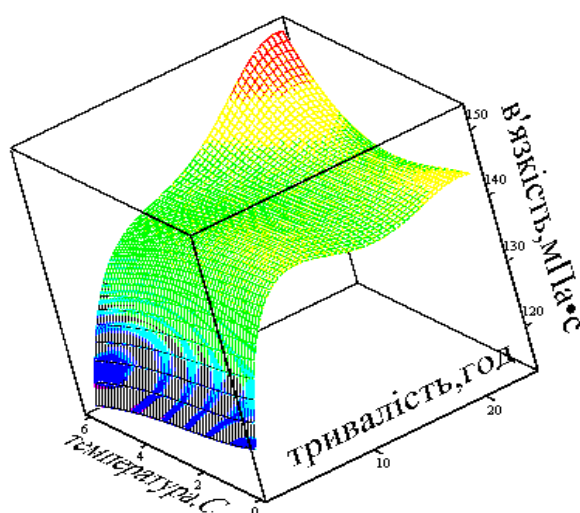
Середній діаметр жирових кульок у морозиві залежно від режимів механічного оброблення, мкм

Умови проведення гомогенізації	Температура, °C		
	65	75	85
без гомогенізації	11,67±0,16		
одноступенева	2,67±0,07	2,23±0,06	2,04±0,02
двоступенева	2,60±0,03	2,19±0,09	2,00±0,03

Встановлено, що тривалість визрівання сумішей для виробництва морозива за температури 4 °С для досягнення рекомендованих фізико-хімічних змін складових компонентів (часткової кристалізації жирової фази, зв'язування вільної вологи гідрофільними білками і полісахаридами, зростання в'язкості до рекомендованих величин динамічної в'язкості – 140 мПа·с) повинна становити не менше 8 год. За температури 6 °С тривалість визрівання слід подовжити до 12 год. Більша тривалість визрівання може бути передбачена у виробничих умовах у кожному конкретному випадку, але зниження температури нижче 0 °С недоцільне. Максимальний термін зберігання охолодженої суміші – не більше 24 год.

За допомогою пакету MathCAD отримано математичну модель формування структури у сумішах морозива (рис. 9). Рівняння регресії, яке описує площину зміни в'язкості суміші морозива (f) від тривалості (x) і температури визрівання (y):

$$f(x, y) = 111,128 + 10,39x - 2,094y + 0,259xy + 0,697y^2 - 1,201x^2 - 0,133xy^2 + 0,056x^3 - 0,11y^3$$



Рівняння дає можливість керувати процесом формування структури продукту за заданих умов виробництва.

Під час виготовлення морозива на фризерах періодичної дії з'ясовано, що для забезпечення рекомендованої збитості (не нижче 70 %) доцільно використовувати такі режими:

- температура мінус 3 °С тривалість 4,5...7 хв;
- температура мінус 4 °С тривалість 3,5...7 хв.

Нижча температура і довша тривалість термомеханічного оброблення спричинює зниження збитості готового продукту та надмірне намерзання морозива на робочій поверхні фризера.

При використанні фризерів безперервної дії режими фризювання встановлюють

Рис. 9. Графічне зображення математичної моделі зміни в'язкості суміші морозива у процесі визрівання автоматично залежно від необхідної величини збитості морозива.

За результатами роботи розроблено технологічну схему виробництва м'якого і загартованого морозива (рис. 10).

На основі удосконаленої технології розроблено нормативну документацію: ТІ та ТУ У 15.5–02070938–080:2006 "Морозиво з комбінованим складом сировини". Виготовлене морозиво досліджено у випробувальній лабораторії ДП "Тернопільстандартметрологія" на відповідність вимогам ДСТУ 4735:2007. Промислову апробацію технології нового виду морозива здійснено на ТОВ "Три ведмеді" (м. Київ) та ТОВ "Бердичівська фабрика морозива" (м. Бердичів, Житомирська обл.). Проведено розрахунок економічної ефективності згідно діючих статей калькуляції від виробництва 1 т молочно-вівсяного морозива порівняно із молочним морозивом. Собівартість 1 т морозива із використанням вівсяного борошна складає 13,51 тис. грн. і на 0,46 тис.грн нижча ніж собівартість існуючого аналогу із застосуванням стабілізаційної системи Cremodan. Економічний ефект при виробництві 1 т морозива із внесенням 3 % вівсяного борошна становить понад 116 % від відповідного ефекту виробництва морозива без використання зернового компоненту.

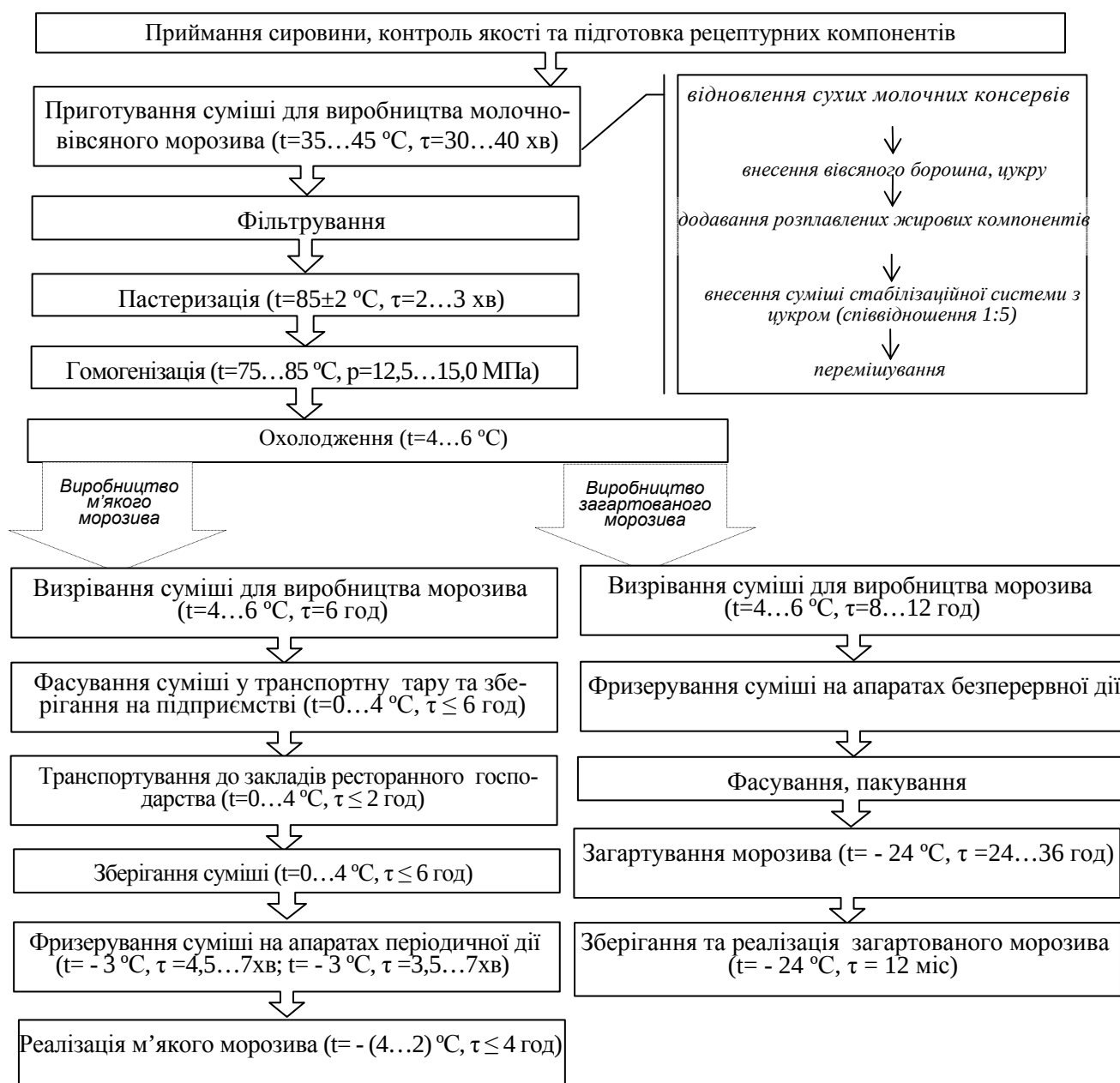


Рис.10. Принципова технологічна схема виробництва молочно-вівсяного морозива

ВИСНОВКИ

За результатами теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано удосконалення технології морозива з комбінованим складом сировини.

1. На основі аналізу хімічного складу, фізико-хімічних і технологічних властивостей вівсяного, гречаного, рисового, лляного й пшеничного борошна встановлено, що вівсяне борошно є найбільш перспективним стабілізуючим інгредієнтом для виробництва морозива за рахунок високої вологоутримуючої здатності (230 %), вагомих питомого вмісту зв'язаної води у водних дисперсіях (0,642 г/г) та ступеня набухання (250 %).

2. Доведено суттєвий вплив температурного оброблення при 85 °C на структурування водних дисперсій вівсяного борошна за рахунок розгортання макромолекул полісахаридів, зокрема крохмалю, та утворення низькоенергетичних зв'язків з молекулами води. Визначено, що у результаті пластифікації

біополімерів водою при набуханні мікрочасточок внесок малих кластерів води, локалізованих у мікропорах при $R < 1$ нм, знижується в 10 разів, превалюючими стають широкі мезопори ($10 < R < 25$ нм) та макропори ($R > 25$ нм).

3. Встановлено рекомендовану дозу вівсяного борошна у сумішах комбінованого складу – 2...3 %, що забезпечує: збитість морозива – 104,45...117,1 %, опір до танення – 81...106 хв; в'язкість – 135,7...141,4 мПа·с, кріоскопічну температуру – не вище мінус 2,310 °С.

4. Встановлено, що вівсяне борошно у кількості 2 та 3 % попереджує появу борошністої й піщанистої консистенції у готовому продукті: середні розміри кристалів лактози наприкінці гарантованого строку придатності не перевищують 4,19 і 3,80 мкм відповідно. При цьому кристали льоду зберігають початкову дендритну форму та розміри відгалужених кристалів (в середньому 33,47 мкм) при температурних коливаннях за рахунок утворення захисного білково-вуглеводного "каркасу".

5. Механічне одноступеневе оброблення молочно-вівсяних сумішей за температури 75...85 °С і тиску 12,5...15 МПа забезпечує рекомендовану дисперсність жирової фази (не вище 4 мкм) та її повну стабілізацію. Двоступенева гомогенізація є недоцільною.

6. Підтверджено, що для досягнення рекомендованого значення в'язкості молочно-вівсяних сумішей (не нижче 140 мПа·с) процес їх визрівання слід проводити за температури 4 ± 1 °С та тривалості не менше 8 год або 6 ± 1 °С при тривалості не менше 12 год. Створено математичну модель цього процесу.

7. Фризерування на апаратах періодичної дії слід проводити за температури мінус 3 °С протягом 4,5...7 хв або за температури мінус 4 °С – 3,5...7 хв. При використанні фризерів безперервної дії режими термомеханічного оброблення встановлюють залежно від заданої збитості готового продукту у межах 120 ± 40 %.

8. Розроблено і затверджено нормативну документацію "Морозиво з комбінованим складом сировини" (ТІ та ТУ У 15.5–02070938–080:2006). Промислову апробацію проведено на ТОВ "Три ведмеді" (м. Київ) та ТОВ "Бердичівська фабрика морозива" (м. Бердичів, Житомирська обл.). Економічний ефект від впровадження нового виду морозива (6,08 тис.грн.) становить 116 % відповідного ефекту виробництва морозива без використання зернового компоненту.

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1.Рибак О. М. Вивчення фізико-хімічних показників морозива з комбінованим складом сировини / О. М. Рибак, Г. Є.Поліщук, В. В Манк // Молочна промисловість. – 2007. – № 5. – С. 39-42.

Особистий внесок: визначення фізико-хімічних показників сумішей та морозива, опрацювання, аналіз результатів, підготовка до друку.

2. Рибак О. М. Технологічні властивості зернових добавок / О. М. Рибак, Г. Є. Поліщук, Т. І. Янюк // Харчова та переробна промисловість. – 2007.– № 8-9. – С. 20-23.

Особистий внесок: дослідження технологічних властивостей борошна, опрацювання та аналіз результатів, підготовка матеріалів до друку.

3. Поліщук Г. Є. Дослідження впливу зернових продуктів на стабілізацію структури морозива / Г. Є. Поліщук, О. М. Рибак, Т. І. Янюк // Молочна промисловість. – 2008. – № 5. – С. 70-72.

Особистий внесок: дослідження стану води у дисперсіях гідратованого борошна, опрацювання результатів, підготовка матеріалів до друку.

4. Поліщук Г. Є. Розроблення математичних моделей для прогнозування реологічних характеристик морозива з нетрадиційними рецептурними компонентами / Г. Є. Поліщук, Н. І. Вовкодав, О. М. Рибак, Н. М. Бреус // Молочна промисловість. – 2008. – № 6. – С. 64-67.

Особистий внесок: встановлення залежності між реологічними характеристиками водних дисперсій борошна та режимами їх гідратації, опрацювання та аналіз результатів, підготовка матеріалів до друку.

5. Рибак О. М. Вплив вівсяного борошна на формування якісних показників морозива / О. М. Рибак, Г. Є. Поліщук // Обладнання та технології харчових виробництв. – Донецьк: ДонДУЕТ. – 2009. – № 22. – С. 388-396.

Особистий внесок: виконання досліджень щодо якісних показників молочно-вівсяного морозива, опрацювання та аналіз результатів, підготовка матеріалів до друку.

6. Поліщук Г. Є. Комбінування сировини у виробництві морозива / Г. Є. Поліщук, П. О. Некрасов, В. Є. Ілляшенко, О. М. Рибак // Молокопереробка. – 2007. – № 4. – С. 25-27.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду, аналіз результатів, підготовка матеріалів до друку.

7. Рибак О. М. Інгредієнти для виробництва морозива. Стабілізуючі системи для виробництва морозива з комбінованим складом сировини / О. М. Рибак, Г. Є. Поліщук, О. М. Рябоштан // Продукты & ингредиенты. – 2008. – № 7. – С. 40-45.

Особистий внесок: вивчення властивостей різних стабілізаційних систем, опрацювання та аналіз результатів, підготовка матеріалів до друку.

8. Зарко В. И. Супрамолекулярные эффекты в гидратированной муке / В. И. Зарко, Г. Е. Полищук, О. Н. Рыбак, Е. В. Гончарук, В. А. Михайлик, В. Ф. Гриценко, В. М. Гунько // Химия, физика и технология поверхности. Межведомственный сборник научных трудов Института химии поверхности им. А.А.Чуйка НАН Украины – Киев : Наукова думка, 2008. – № 14. – С. 467-477.

Особистий внесок: підготовка та дослідження стану води у дисперсіях борошні за різних температур оброблення, підготовка матеріалів до друку.

9. Патент 18763 України, МПК A23G 9/04. Спосіб виробництва молочного морозива / Л. М. Хомічак, Г. Є. Поліщук, Г. П. Фещенко, Г. О. Лезенко, І. В. Попова, О. М. Рибак, Я. М. Залуцький.; заявник і власник Нац.унів.харч.технологій. – № 200606060 ; заявл. 01.06.2006 ; опубл. 15.11.2006. Бюл. № 11.

Особистий внесок: проведення літературного і патентного пошуку, узагальнення експериментальних даних, оформлення заявки на патент.

10. Патент 82966 України, МПК A23G 9/04. Спосіб виробництва морозива з комбінованим складом / А. І. Українець, Г. Є. Поліщук, Г. П. Калініна, О.

М. Рибак.; заявник і власник Нац. унів. харч. технологій. – № 200707145 ; заявл. 25.06.2007 ; опубл. 26.05.2008. Бюл. № 10.

Особистий внесок: проведення літературного і патентного пошуку, узагальнення експериментальних даних, оформлення заявки на патент.

11. Патент 86552 України, МПК А23G 9/04. Спосіб виробництва молочно-вівсяного морозива / А. І. Українець, Г. Є. Поліщук, О. М. Рибак.; заявник і власник Нац.унів.харч.технологій. – № 200806068; заявл. 12.05.2008; опубл. 27.04.2009. Бюл. №8.

Особистий внесок: проведення літературного і патентного пошуку, узагальнення експериментальних даних, оформлення заявки на патент.

12. Поліщук Г.Є. Використання цільнозмеленого насіння злакових культур як стабілізуючих та збагачуючих складових у виробництві морозива / Г. Є. Поліщук, О. М. Рибак // Інноваційні технології, проблеми якості і безпеки сировини та готової продукції у м'ясній та молочної промисловості : міжнар. наук.-техн. конф., 27-28 листопада 2007р. : тези доп. – К. :НУХТ, 2007. – С. 60-61.

Особистий внесок: визначення стабілізуючих і збагачуючих властивостей борошна різних культур, обґрунтування, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку.

13. Рибак О.М. Стабілізація структури морозива борошном зернових культур / О.М. Рибак, Г.Є.Поліщук // Матеріали всеукраїнської наукової конференції Тернопільського державного технічного університету ім. І.Полія, 13-14 травня 2009р. : тези доп. – Тернопіль: ТДТУ, 2009. – С.292.

Особистий внесок: вивчення зміни в'язкості сумішей для виробництва морозива, обґрунтування та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку.

14. Рибак О.М. Дослідження мікроструктури морозива молочно-вівсяного / О.М. Рибак, Г.Є.Поліщук, // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 76-а наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 12-13 квітня 2010р.: тези доп. –К.:НУХТ, 2010. – Частина 2. – С.90.

Особистий внесок: дослідження мікроструктури молочно-вівсяного морозива у процесі зберігання, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку.

15. Рыбак О.Н. Предупреждение возникновения пороков консистенции мороженого с комбинированным составом сырья / О.Н.Рыбак // Техника и технология пищевых производств: VII междунар. науч. конф. студентов та аспирантов, 22-23 апреля 2010 г.: тезисы.докл. –Могильов: УО МГУП, 2010. – Часть 1. – С. 279.

Особистий внесок: вивчення впливу вівсяного борошна на формування кристалів лактози у морозиві, опрацювання результатів, підготовка матеріалів до друку.

16. Рыбак О.Н. Подбор режимов термомеханической обработки смесей мороженого при периодическом способе его получения / О.Н.Рыбак // Пищевые продукты и здоровье человека: III всероссийская конф. аспирантов та студентов, 27 апреля 2010 г.: тезисы.докл. – Кемерово, 2010. – С. 219.

Особистий внесок: встановлення технологічних режимів фризирования сумішей морозива, обґрунтування й узагальнення результатів, підготовка матеріалів до друку.

АНОТАЦІЯ

Рибак О.М. Удосконалення технології морозива з комбінованим складом сировини. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія продуктів харчування. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2011.

Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню та удосконаленню технології морозива з комбінованим складом сировини на основі використання вівсяного борошна. З метою заміни у технології морозива стабілізаційних систем, закордонного виробництва досліджено борошно різних видів із насінневих та зернових культур, поширених на території України.

Встановлено, що внесення 2...3 % вівсяного борошна дає можливість замінити 40...50 % кількості стабілізаційної системи із забезпеченням у готовому продукті належних якісних показників. З'ясовано, що процес визрівання необхідно проводити протягом 8 год за температури 4 °С. Для отримання готового продукту із рекомендованою збитістю 70% термомеханічне оброблення слід проводити за температури мінус 3 °С протягом 4,5...7 хв або протягом 3,5...7 хв за температури мінус 4 °С.

Ключові слова: морозиво, комбінування сировини, структура морозива, стабілізаційна система, вівсяне борошно.

АННОТАЦИЯ

Рибак О.Н. Усовершенствование технологии мороженого с комбинированным составом сырья. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностью 05.18.16 – технология продуктов питания. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2011.

Диссертация посвящена научному обоснованию и усовершенствованию технологии мороженого с комбинированным составом сырья путем использования овсяной муки. С целью замены в технологии мороженого стабилизационных систем исследована мука разных культур, распространенных на территории Украины.

Установлено, что внесение 2...3 % овсяной муки дает возможность заменить 40...50 % стабилизационной системы с обеспечением в готовом продукте необходимых качественных показателей. Выявлено, что процесс вызревания необходимо проводить в течение 8 часов при температуре 4 °С. Для получения готового продукта со взбитостью не менее 70 % термо-механическую обработку следует проводить при температуре минус 3 °С в течение 4,5...7 мин или же в течение 3,5...7 мин при температуре минус 4 °С.

Ключевые слова: мороженое, комбинирование сырья, структура мороженого, стабилизационная система, овсяная мука.

SUMMARY

O. M. Rybak The improvement of technology of ice cream with combined raw material formulation. – Manuscript.

Thesis for obtaining the Candidate degree by specialty 05.18.16 – Technology of food products. – National University of Food Technologies, Kyiv, 2011.

This thesis is devoted to scientific justification and improvement of technology of ice cream with combined raw material formulation by means of using oatmeal. In order to replace imported stabilizers, used in ice cream technology, it has been examined different kinds of crops meal, grown in Ukraine. It has been analyzed the scientific and technical information about the specialties of ice cream structure, its components and treatments, which influence the process of ice cream structure formation. The composition of modern stabilizing systems has been studied as well as biological value of cereal crops and their usage in dairy production.

On the grounds of results of conducted experiments related to physical, chemical, structural and organoleptic properties of different types of meal the conclusion has been drawn that oatmeal can be used in ice cream production. The major advantage of oatmeal is the presence of special soluble polysaccharides (7.8 %), which are similar to guar gum, locust bean gum or arabic gum that compose stabilizing systems. Moreover, this flour's fat is very valuable, because it contains polyunsaturated fatty acids.

It has been established that 3 % of oatmeal can substitute up to 50 % of stabilizing systems still provide the same standard ice cream quality. The overrun, the hardness, the melting rate, the viscosity have been analyzed as well as sensory characteristics and textural attributes.

It has been studied that 3 % of oatmeal, added to ice cream mix, is enough to prevent the ice cream's texture defect as sandiness, caused by the presence of lactose crystals which sizes are more than 10 μm .

The evidence has been found that oatmeal has the same property as guar gum and locust bean gum: in presence of milk proteins to form aggregated, phase-separated network in ice cream mix. This protein-stabilizer matrix may control recrystallization during temperature fluctuation by maintaining close proximity of water molecules to the crystal. This promotes redeposition of water onto the same crystal, rather than diffusion of that water through the unfrozen phase for redeposition onto the largest crystal, which is thermodynamically favored.

In order to refine the treatments of technology of ice cream with combined raw material formulation all the stages have been studied. It is recommended to mix oatmeal with other dry ingredients at the stage of ice cream preparation. Pasteurization temperature about 85 ± 2 °C from 2 to 3 minutes is sufficient for oatmeal hydration and easy digestibility of plant components.

Necessity of homogenization process for production of low fat ice cream has been proved. The process of single-stage homogenization at pressure rate from 12.5 to 15.0 MPa and temperature from 75 to 85 °C ensures the formation of stable small fat globules sufficient to form bridges between the air bubbles and prop them up against each other in order to maintain a mechanically stable, mousse-like foam matrix. Larger fat globules and agglomerates that attached to the air bubbles by calcium bridges support this effect during storage.

Remarkable difference between effects of single-stage and double-stage homogenization process has not been found.

Proof has been provided that to increase viscosity of ice cream mix to 140 MPa·s which leads to ice cream high overrun and its slow meltdown it is necessary to arrange 8-hour ice cream ageing under constant temperature at plus 4 °C.

In order to make a recommendation for production of soft ice cream with oatmeal, freezing treatments of batch freezer have been analyzed. It has been established that in order to obtain a target overrun of 70 %, calculated by weight, freezing should be done at minus 3 °C from 4.5 to 7 minutes or at minus 4 °C from 3.5 to 7 minutes.

Food and energy value of ice cream with 3 % of oatmeal has been calculated as well. Energy value of ice cream with 3 % of oatmeal is 125.59 kcal per 100 g of product. Consumption of 100 g of ice cream supplies human body by protein approximately at 5.0 %, by fat at 4.4 %, by carbohydrates at 5.4 %, by mineral substances at 1.0 - 9.5 %, by vitamins at 1.0 - 11.0 % of necessary daily amount for a person who works according to first group of physical activity.

According to expenditure items, economical figures of ice cream with oatmeal production have been calculated. It has been found out that the profitability of the developed kind of ice cream is higher on 20 %, in comparison with the profitability of ice cream, produced by using traditional stabilizing system. The economic effect of ice cream with oatmeal production is 116 % compared with economic effect of production of ice cream with no oatmeal.

Normative documents for production of new kind of ice cream have been developed and approved (specification ТУ У 15.5–02070938–080:2006 'Ice cream with combined raw material formulation' and technological instruction).

The improved technology of ice cream with combined raw material formulation was tested in production conditions at "Три ведмеді" Ltd (Kyiv) and "Бердичівська фабрика морозива" Ltd (Berdychiv, Zhytomyrska region).

Key words: ice cream, raw combination, ice cream structure, stabilizing system, oatmeal.