

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

СВЛАШ ВІКТОРІЯ ВЛАДЛЕНІВНА

УДК 664.87.591.11.641.856

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІЄТИЧНОЇ ДОБАВКИ
ТА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ АНТИАНЕМІЧНОГО СПРЯМУВАННЯ
ЗІ СТАБІЛІЗОВАНИМ ГЕМОВИМ ЗАЛІЗОМ

Спеціальність 05.18.16 – технологія продуктів харчування

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Харків – 2009

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України.

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор
Погожих Микола Іванович,
Харківський державний університет харчування та торгівлі,
завідувач кафедри енергетики та фізики

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Віннікова Людмила Григорівна,
Одеська національна академія харчових технологій,
завідувач кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів

доктор технічних наук, професор
Дорохович Антонелла Миколаївна,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри технології хліба, кондитерських,
макаронних виробів і харчоконцентратів

доктор технічних наук, професор
Сафонова Ольга Миколаївна,
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка,
завідувач кафедри технології зберігання та переробки
сільськогосподарської продукції

Захист відбудеться “27” травня 2009 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий “25” квітня 2009 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А.А. Дубініна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Харчування сучасної людини є найважливішим чинником, від якого залежить здоров'я і працездатність, що, врешті-решт, визначає тривалість життя.

Так, продукти харчування, збіднені на макро- і мікронутрієнтний склад, зокрема на залізо, можуть бути причиною порушення синтезу гемоглобіну в організмі та призводити до залізодефіцитних станів (ЗДС), на які страждає 1/3 населення планети.

Існують два напрями вирішення проблеми ЗДС: медикаментозне – призначення залізовмісних препаратів; дієтичне – оптимізація раціонів харчування, з включенням до них функціональних продуктів. Проте у разі вибору харчового раціону слід враховувати більшою мірою ступінь засвоєння заліза, а не його вміст у тому чи іншому харчовому продукті.

У нашій країні та за кордоном розроблено лікувально-профілактичні продукти, збагачені на солі заліза – лактатом і сульфатом. Відсутність комплексного підходу до збагачення ними широкого асортименту харчових продуктів гальмує їх масове впровадження у виробництво. Крім того, солі заліза мають певну хімічну активність по відношенню до рецептурного складу харчових продуктів, що впливає на їхні показники якості.

У разі створення нового функціонального інгредієнта антианемічного спрямування слід враховувати доступність природної сировини, засвоюваність заліза, способи і засоби, що забезпечують економічність виробництва, гарантування максимальної безпеки та якості харчових продуктів.

До найбільш засвоюваних природних джерел органічного заліза належить кров великої рогатої худоби (ВРХ). За статистичними даними (станом на 2007 рік), кількість крові ВРХ в Україні складає 120 тис. тонн, що визначає значний потенціал цієї сировини щодо гемового заліза. У зв'язку з цим, актуальною є переробка крові ВРХ у функціональний інгредієнт антианемічного спрямування.

Проте під час забору крові, її зберігання, переробки, транспортування двовалентна валентна форма заліза легко трансформується в тривалентну, що знижує засвоюваність гемового заліза. Тому стабілізація гемового заліза крові ВРХ в легкозасвоюваній двовалентній формі є визначальним чинником у створенні дієтичної добавки.

Завдяки працям М.Л. Файвишевського, Л.В. Антипової, В.Ю. Міцика, І.В. Леріної, В.В. Насолодіна, Т.Д. Мдінарадзе та інших вчених створено основи, визначено закономірності переробки крові ВРХ, зокрема для збагачення харчових продуктів залізом. Сучасні досягнення та досвід вітчизняних і зарубіжних фахівців у галузі функціональних продуктів, фізикоїдної хімії, фізики полімерів, фізіології харчування та ін. дозволяють застосувати їх деякі результати для створення концепції розробки технології залізовмісної дієтичної добавки з крові ВРХ.

Виходячи з викладеного вище, розробка науково обґрунтованих технологій залізовмісної дієтичної добавки з крові ВРХ зі стабілізованим гемовим залізом та харчових продуктів антианемічного спрямування є актуальною науково-технічною проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконувалась відповідно до планів наукових досліджень Харківського державного уні-

верситету харчування та торгівлі за держбюджетними темами: № 20-02-04 Б «Розробка технології хлібобулочних і кондитерських виробів з використанням харчової добавки, що містить гемове залізо»; № 7-04-06 БО (01104U002578) «Формування якості БАД з крові ВРХ та її використання в лікувально-профілактичному харчуванні»; № 7-05-07 БО (0105U002059) «Наукові основи технології харчових продуктів з функціональними властивостями»; госпдоговірною темою №6-05-06 Д «Доробка технологічного процесу отримання харчової добавки з боєнської крові «Гемовітал» в умовах виробництва».

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є створення харчових продуктів антианемічного спрямування шляхом наукового обґрунтування та розробки технології дієтичної добавки з крові ВРХ зі стабілізованим гемовим комплексом для оздоровлення населення України.

Виходячи з мети наукового дослідження, сформульовано та вирішено наступні завдання:

- обґрунтувати і запропонувати наукову концепцію технології переробки крові ВРХ у дієтичну добавку як джерела стабілізованого двовалентного гемового заліза для технологій харчових продуктів антианемічного спрямування;

- обґрунтувати вимоги до технології стабілізації конформаційної структури гемоглобіну шляхом аналізу феноменологічної моделі молекули гемоглобіну та її взаємодії з іншими компонентами крові та рецептурними інгредієнтами;

- виконати експериментальну перевірку ефекту стабілізації гемового комплексу на термодинамічному і молекулярно-кінетичному рівнях;

- вивчити вплив різних способів гемолізу еритроцитів на ефективність їх руйнування для вивільнення гемоглобіну і на співвідношення форм гемоглобіну в крові ВРХ;

- науково обґрунтувати операції та режими переробки крові ВРХ для технології дієтичної добавки з необхідними органолептичними, функціонально-технологічними, фізіологічними показниками і безпекою для застосування в технологіях традиційних харчових продуктів з метою їх збагачення гемовим залізом;

- розробити науково обґрунтовані рецептури, технології та нормативну документацію на виробництво нових харчових продуктів антианемічного спрямування з використанням залізовмісної дієтичної добавки, провести промислову апробацію та впровадити їх у виробництво;

- провести клінічні випробування залізовмісної дієтичної добавки, дати оцінку економічного і соціального ефекту від практичної реалізації розроблених технологій.

Об'єкт дослідження – технологія дієтичної добавки з крові ВРХ та продуктів харчування антианемічного спрямування зі стабілізованим гемовим залізом.

Предмет дослідження – кров ВРХ, дієтична добавка з крові ВРХ, продукти харчування антианемічного спрямування: січені м'ясні вироби, десерти з кисломолочного сиру, хліб житньо-пшеничний, сухарі житньо-пшеничні, пряники заварні.

Методи дослідження – фізико-хімічні, реологічні, спектрофотометричні, органолептичні, біохімічні, мікробіологічні, медико-біологічні, експериментально-статистичні, виконані з використанням сучасних приладів та інформаційних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. Доведено наукову концепцію роботи: розробка технології залізовмісної дієтичної добавки з крові ВРХ включає стабілізацію конформаційної структури гемового комплексу сорбцією на натрійкарбок-

иметилцелюлозу (Na-КМЦ), що дозволяє максимально зберегти гемове залізо в двовалентній формі та сформувати органолептичні, фізіологічні та функціонально-технологічні властивості дієтичної добавки для її використання в харчових продуктах.

При цьому:

- доведено, що для лікування і профілактики ЗДС необхідно і достатньо включити в раціони харчування населення, як залізовмісні дієтичні добавки та (або) функціональні харчові продукти, що містять гемове залізо в легкозасвоюваній стабілізованій формі так і всі необхідні компоненти для його метаболізму;

- запропонована феноменологічна модель молекули гемоглобіну, що враховує кластерофільність гідрофобних ділянок білкових молекул, в яких розміщуються активні центри, що дозволила розробити принцип стабілізації конформаційної структури гемоглобіну для технології залізовмісної добавки з крові ВРХ;

- доведено, що сорбція білків крові на просторово-молекулярній сітці або на поверхнях розподілу дисперсійних фаз у вигляді порошків призводить до зменшення вільної енергії системи в цілому, що зумовлює стабілізацію гемового заліза переважно в двовалентній формі;

- встановлено, що під час додавання Na-КМЦ у кров ВРХ спочатку осідають низькомолекулярні білки плазми, а потім гемоглобін, взаємодіючи із сформованою структурою «Na-КМЦ-білки плазми», що зумовлює межу у величині максимальної в'язкості системи;

- доведено, що при дотриманні розроблених режимів нагрівання рецептурної суміші з крові ВРХ, її сушіння та подрібнення дієтична добавка містить стабілізоване гемове залізо та набуває необхідних органолептичних, фізіологічних, функціонально-технологічних властивостей і показників безпеки;

- науково обґрунтовано технологічні принципи нормування та спосіб введення дієтичної добавки «Гемовітал» в рецептури харчових продуктів, що забезпечує виробам високі органолептичні показники, харчову та біологічну цінність на прикладі таких технологій: м'ясних січених виробів, десертів з кисломолочного сиру, хлібобулочних виробів та пряників;

- знайдено, що ступінь дисперсності, здатність до набухання та певна розчинність дієтичної добавки впливають на величину граничної напруги зсуву, модуля пружності та еластичності в фаршах та готових виробках;

- доведено, що додавання дієтичної добавки «Гемовітал» до рецептури хліба житньо-пшеничного несуттєво впливає на структурно-механічні характеристики тіста, що зумовлено низькою активністю розчинних білків дієтичної добавки щодо білків клейковини, та не пригнічує життєздатність дріжджів та молочнокислих бактерій у традиційних житніх заквасках завдяки низькій хімічній активності заліза гемового комплексу та властивості дієтичної добавки як живильного середовища;

- доведено, що додавання дієтичної добавки у десерти з кисломолочного сиру з метою збагачення гемовим залізом у фізіологічних нормах та надання кольору не чинить негативного впливу на органолептичні та фізико-хімічні показники, що зумовлено стійкістю співвідношення форм гемоглобіну у дво- та тривалентній формах протягом регламентованих термінів зберігання;

- клінічними дослідженнями доведено, що розроблена дієтична добавка «Гемовітал» має стійкий антианемічний ефект та сприяє нормалізації рівня гемоглобіну у крові людини

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність роботи полягає в розробці технології залізовмісної дієтичної добавки «Гемовітал» для збагачення харчових продуктів гемовим залізом у двовалентній формі та у визначенні раціональних режимів її отримання, які забезпечують високі показники якості, безпеки для технологій харчових продуктів антианемічного спрямування.

Встановлено коригуючу дію дієтичної добавки «Гемовітал» на стан хворих на залізодефіцитну анемію за рахунок підвищення в крові рівня гемоглобіну, концентрації сироваткового заліза та тенденції до зниження лейкоцитарного індексу (висновок МОЗ України «Оцінка клінічної ефективності дієтичної добавки «Гемовітал»).

Розроблено і затверджено нормативну документацію (технічні умови, технологічні інструкції, рецептури) на такі продукти: «Гемовітал» добавка харчова (ТУ У 15.1-01566330-160-2004); Зміна №1 «Гемовітал» добавка дієтична (ТУ У 15.1-01566330-160-2004); Котлети «Здоров'я» (ТУ У 15.8-01566330-195:2006); Хліб «Бадьорість» (ТУ У 15.8-01566330-198:2007); Пряники «Бадьорість» (ТУ У 15.8-01566330-201:2007); Сухарі «Життєдар» (ТУ У 15.8-01566330-175:2007); Десерт з кисломолочного сиру, збагачений гемовим залізом» (ТУ У 15.5-01566330-208:2008).

Одержане свідоцтво про державну реєстрацію дієтичної добавки «Гемовітал», як харчового продукту для спеціального дієтичного харчування (№921 від 09.06.2006 р.)

Реалізація роботи. Результати наукових досліджень впроваджені у виробництво на ТОВ ДП «ЧПК-Фарма» (м. Черкаси, акти від 20.05.2005 р., 20.04.2006 р.), ЗАТ «Олексіївський хлібозавод» (м. Харків, акт від 30.06.2005 р.), ТОВ «Каракум» (с.м.т. Руська Лозова, Харківської області, акти від 07.02.2007 р., 08.02.2007 р., 09.02.2007 р.).

Отримані результати впроваджені в навчальний процес ХДУХТ (акт від 10.09.2007 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в обґрунтуванні та формулюванні мети, наукової концепції, завдань та програми досліджень, науковому обґрунтуванні технології дієтичної добавки із крові ВРХ, що містить стабілізоване гемове залізо переважно у двовалентному стані та харчових продуктів антианемічного спрямування. Здобувачем проведені експериментальні дослідження, сформульовані висновки та рекомендації, розроблена нормативна документація, підготовлені матеріали досліджень до публікацій, проведені апробація та впровадження розроблених технологій в умовах виробництва, що підтверджується наданими документами та науковими публікаціями.

У наукових працях, які опубліковано у співавторстві, здобувачу належать загальний задум, розроблення методології досліджень, керівництво та участь в експериментальних дослідженнях, проведення аналізу та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

Матеріали та висновки кандидатської дисертації здобувача не використані.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідались на III Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: медицина, фармація, біотехнологія» (м. Харків, НФаУ, 2003 р.); Українській науковій конференції з міжнародним представництвом «Проблеми біологіч-

ної і медичної фізики» (м. Харків, ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2004 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми розвитку реклами в Україні» (м. Харків, ХДУХТ, 2004 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Товарознавство та ринок споживчих товарів у 3-му тисячолітті» (м. Донецьк, ДонДУЕТ, 2004 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 10-річчю спеціальності в Саратовському державному аграрному університеті ім. М.І. Вавілова (м. Саратов, СДАУ ім. М.І. Вавілова, 2005 р.); VI Національному з'їзді фармацевтів України «Досягнення та перспективи розвитку фармацевтичної галузі України» (м. Харків, НФаУ, 2005 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології – 2005» (м. Одеса, ОНАХТ, 2005 р.); IX Міжнародній науково-технічній конференції «Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи» (м. Київ, НУХТ, 2005 р.); I Міжгалузевій міжнародній науково-практичній конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (м. Донецьк, ДонДУЕТ, 2005 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія» (м. Харків, ХДУХТ, 2006 р.); 22 Науковій конференції країн СНД «Дисперсные системы» (м. Одеса, ОНУ ім. І.І. Мечнікова, 2006 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання гігієни харчування та безпечності продуктів» (м. Київ, ЕКОГІНТОКС ім. Л.І. Медведя, 2006 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології» (м. Одеса, ОНАХТ, 2006 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Валеологія: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку» (м. Харків, ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2007 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка» (м. Святогірськ, ДонНУЕТ, 2007 р.); III Міжнародній науково-технічній конференції «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (м. Санкт-Петербург, СПбДУНІХТ, 2007 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг» (м. Харків, ХДУХТ, 2008 р.).

Розроблена продукція була представлена на обласній виставці наукових досягнень «Освіта, наука, виробництво Харківщини – 2003» (м. Харків, 2003 р.); XIX Міжнародному бізнес – форумі «Слов'янський базар» у розділі «Скатертина самобранка» (м. Харків, 2004 р.); виставці-акції «Барвіста Україна» (м. Київ 2005 р.); міжрегіональній виставці «Світ здоров'я ти краси. Освіта 2006» (м. Харків 2006 р.); спеціалізованій виставці «Наука Харківщини – 2006» (м. Харків 2006 р.); виставці наукових розробок ХДУХТ спільно з ТОВ «Наша марка» (м. Харків 2007 р.); Міжнародній виставці «Наука і виробництво. Продукти харчування, технології, обладнання» (м. Харків 2007 р.).

Публікації. За результатами досліджень, викладених у дисертаційній роботі, опубліковано 52 наукові праці, з них 25 статей у наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України, 6 патентів України на винахід та корисні моделі, 21 тези доповідей на конференціях.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 382 найменувань, у тому чи-

слі 47 іноземних, а також 12 додатків. Матеріали дисертації викладено на 340 сторінках друкованого тексту, містить 91 таблицю і 86 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, відображено результати апробації, структуру та обсяг роботи.

У першому розділі «Наукові і практичні передумови створення харчових продуктів антианемічного спрямування» на основі аналізу раціонів харчування населення України доведено, що нестача в раціонах макро- та мікроелементів, зокрема заліза, є чинником, що завдає шкоду здоров'ю людини, призводить до залізодефіцитних станів, які характеризуються порушенням синтезу гемоглобіну крові. Аналіз літератури показав, що вирішення даної проблеми досягається шляхом збагачення продуктів харчування залізом за рахунок розробки новітніх технологій або призначенням медикаментозних залізовмісних препаратів. Відмічено, що використання добавок, які містять сульфат та лактат заліза, для збагачення продуктів харчування є неефективним, тому що антианемічний ефект не досягається через недостатню засвоюваність заліза організмом.

Встановлено, що джерелом заліза, що легко засвоюється, є кров ВРХ, яка містить гемове залізо в двовалентній формі та всі необхідні компоненти для його метаболізму в організмі людини: білки, вітаміни, ферменти, мінеральні солі, проте, існуючі технології переробки крові ВРХ в дієтичні добавки не дозволяють зберегти гемове залізо в двовалентній формі та використати весь його потенціал.

Визначено, що для створення асортименту харчових продуктів антианемічного спрямування необхідно розробити концепцію переробки крові ВРХ у залізовмісну дієтичну добавку з необхідними органолептичними, фізіологічними та функціонально-технологічними властивостями.

У другому розділі «Організація, об'єкти, матеріали та методи досліджень. Апаратурне забезпечення» наведено методи досліджень, характеристику об'єктів досліджень на кожному етапі роботи та використаних в роботі сировини і матеріалів.

Роботу виконували у лабораторних, виробничих та клінічних умовах, використовуючи загальноприйняті органолептичні, мікробіологічні, фізичні, хімічні, біохімічні, технологічні, структурно-механічні, експериментально-статистичні та оригінальні методи досліджень. Співвідношення форм гемоглобіну визначали на спектрофотометрі «Unicam SP 8000» (Англія), масову частку білка – методом К'ельдаля; окремих амінокислот – методом іонообмінної рідинно-колонкової хроматографії; перетравлюваність білків – методом А. Покровського та Є. Єртанова; вивчення фракційного складу водорозчинних білків проводили методом гель-хроматографії на колонці з сефадексом G 200, для калібрування колонки використовували блакитний декстрин з м.м. 2000000, глюкозооксидозу з м.м. 180000, САБ з м.м. 63000 та цитохром С з м.м. 12000; колір визначали за ремісійними характеристиками на спектрофотометрі «Спекол-10». Розроблено методики визначення загальної кількості гемового заліза та вимірювання в'язкості досліджуваних систем при зміні швидкості зсуву на 4 порядки.

У третьому розділі «Теоретичне та експериментальне обґрунтування стабілізації гемового комплексу в технології залізовмісної дієтичної добавки з крові ВРХ» сформульовано та доведено наукову концепцію роботи щодо стабілізації конформаційної структури гемового комплексу.

Наведено поширене трактування вимог до раціонів харчування населення під час лікування та профілактики ЗДС. Визначено необхідні та достатні ознаки харчових продуктів та дієтичних добавок, що містять залізо, для забезпечення максимальної ефективності їх фізіологічної дії (рис. 1). Показано, що ефективність фізіологічної дії залежить не тільки від кількості надходження заліза в організм людини (Fe), що компенсує нестачу (ΔFe) при станах 1,2,3, а й від одночасного надходження в організм заліза та речовин, що впливають на всмоктування та метаболізм заліза в організмі (C_{HK}). Відмічено, що шляхів реалізації „ідеального” варіанту харчування (крива 2) може бути велика кількість, це є основою для розробки наукових концепцій щодо технологій продуктів харчування та дієтичних добавок, які містять залізо. Підкреслено, що з цього приводу кров ВРХ має весь потенціал, як джерела заліза, так і усіх необхідних речовин (C_1, C_2, C_3) за умови стабілізації гемового комплексу.

Рис. 1. Схема варіантів харчування при ЗДС: 1 – продукти, багаті на залізо та збіднені на C_{HK} ; 2 – ефективні дієтичні добавки або продукти; 3 – продукти, збіднені на залізо

Введений термін „технологія стабілізації гемового комплексу” полягає в такій послідовності операцій та режимів, які призводять до збереження цілісності гему; максимального вмісту форм гемоглобіну з двовалентним залізом; стабільності

функціонально-технологічних властивостей до температури $100^\circ C$; стійкості до дії кисню.

Рис. 2. Феноменологічна модель динаміки поведінки молекули гемоглобіну: $\Gamma_{фб}$, $\Gamma_{фл}$ – гідро-фобні та гідрофільні ділянки поверхні дисперсних фаз

Для теоретичного обґрунтування технології стабілізації запропоновано фено-менологічну модель динаміки поведінки молекули гемоглобіну (Hb) у водних розчинах, де фазою є окрема молекула гемоглобіну, а її поверхня – межею розділу фаз, у тому числі з іншими дисперсними фазами (рис. 2). З огляду на те, що така поверхня має локальні ділянки з вираженими

гідрофільними та гідрофобними властивостями, її геометрія визначається взаємодією з оточенням. Враховуючи спорідненість до взаємодії гідрофобних та гідрофільних ділянок існуючих та введених (за технологією) дисперсних фаз, стабілізація конформаційної структури гемового комплексу (активного центру – АЦ) буде відбуватися за рахунок взаємної сорбції. Тобто операцію стабілізації гемового комплексу можна проводити на цільній крові ВРХ без видалення окремих її компонентів шляхом введення дисперсій або гелеутворюванням (просторова молекулярна сітка).

Таку багатокомпонентну систему необхідно консервувати тепловою обробкою, яка спричинить денатурацію та коагуляцію білків. Внаслідок цього виникає необхідність обґрунтування режимів, за яких денатурація не призведе до руйнування гемового комплексу. Кінетика денатураційного процесу описується рівнянням теорії активованого комплексу – Ерінга-Поляні:

(1)

де χ – постійна швидкості реакції; k – постійна Больцмана, Дж/К; h – постійна Планка, Дж·с; R – універсальна газова постійна, Дж/(моль·К); T – температура, К; ΔE_a – енергія або ентальпія активації, Дж/моль; ΔS_a – ентропія активації, Дж/К моль.

Виходячи з уявлень про кластерофільність АЦ та його стани: В – відкритий, характеризується обміном молекул кластера води з вільними молекулами розчинника; А – закритий, відбувається взаємодія тільки між молекулами кластеру. Постійна рівноваги K_{AB} за цих умов підпорядковується рівнянню:

(2)

де $F_B^{H_2O}$, $F_A^{H_2O}$ – вільна енергія води у станах В та А, відповідно, Дж/моль.

Якщо денатурація відбувається за постійної величини температури T , то для того, щоб при денатурації АЦ не „встигав” руйнуватись, необхідною умовою буде нерівність:

$$\chi > K_{AB} \quad \text{або} \quad \Delta S_A T - \Delta E_A > F_B^{H_2O} - F_A^{H_2O}. \quad (3)$$

З нерівності (3) випливає, що з метою збереження цілісності гемового комплексу денатурацію необхідно проводити за досить високих температур: при цьому величина позитивного теплового ефекту зменшується.

Ці теоретичні положення були перевірені експериментально на термодинамічному та молекулярно-кінетичному рівнях. Вимірювали в'язкість гелеподібних модельних систем, які утворювались додаванням Na-КМЦ у масовій частці від 0,05 до 2,0%. Досліджено водний розчин Na-КМЦ, кров ВРХ цільну з Na-КМЦ, плазму крові ВРХ з Na-КМЦ, еритроцитарну масу з Na-КМЦ. Отримані реограми описували моделлю Оствальда:

$$\tau = K \dot{\gamma}^n, \quad (4)$$

де τ – напруга зсуву, Па; K – коефіцієнт консистенції, Па·с; $\dot{\gamma}$ – швидкість зсуву, с^{-1} ; n - показник ступеня.

Спільним для вивчених систем (рис. 3) є наявність двох ділянок по концентраційній залежності показника ступеня n рівняння (4). Така поведінка показника n

Рис. 3. Показник n для систем з Na-КМЦ : а) 1 – вода; 3 – плазма; б) 2 – кров; 4 – еритроцити характерна для механізмів сорбції, яка призводить до зменшення вільної енергії системи в цілому, та пояснюється почерговим та пошаровим заповненням всіх активних груп відповідними зв'язками: спочатку насичуються зв'язки низькомолекулярних білків плазми, а потім гемоглобіну зі структурою «Na-КМЦ+білки плазми». Подальше зростання кількості сорбенту не призводить до збільшення стійкості зв'язків між молекулами та поверхнями дисперсних фаз.

Дослідженнями оптичної густини систем за різних значень pH також знайдено, що стабілізацію гемового комплексу зумовлює те, що білок Hb розташований у гелі, і тільки за $pH=5,5$ спостерігається зв'язування гемоглобіну безпосередньо з Na-КМЦ, в результаті чого утворюється осад.

Таким чином, наведені теоретичні та експериментальні результати є достатніми для розробки технології залізовмісної дієтичної добавки із крові ВРХ та продуктів харчування з її використанням.

Рис. 4. Загальна структура поточних ліній виробництва харчових продуктів антианемічного спрямування: А* – утворення добавок з крові ВРХ; В* – утворення напівфабрикатів з крові ВРХ; С* – утворення інгредієнтів рецептур (С₁ – традиційних інгредієнтів рецептур, С₂ – функціональних інгредієнтів рецептур)

При цьому враховано, що сама добавка є сировиною харчової промисловості, а її включення до технологічного потоку харчових продуктів (рис. 4)

потребує дослідження взаємного впливу усіх етапів цього потоку для досягнення мети – створення продуктів харчування антианемічного спрямування.

У четвертому розділі «Наукове обґрунтування та розробка технології дієтичної добавки із крові ВРХ зі стабілізованим гемовим залізом» наведено наукове обґрунтування технології дієтичної добавки із крові ВРХ згідно з науковою концепцією щодо стабілізації конформаційної структури гемового комплексу сорбцією на Na-КМЦ та дослідження органолептичних, функціонально-технологічних, фізіологічних властивостей добавки та її хімічного складу.

Для стабілізації конформаційної структури гемоглобіну необхідно проводити гемоліз – руйнування еритроцитів. Було досліджено наступні види гемолізу: механічний – дія ультразвуковими хвилями (УЗ); ферментативний – пепсином, папаїном, протомегатерином Г20Х; низькотемпературний – діапазон температур: -12°C ; -18°C ; -24°C . Визначено їх вплив на ефективність руйнування еритроцитів та співвідношення форм гемоглобіну у крові ВРХ. Ступінь гемолізу (G) розраховували за формулою:

$$G = \frac{N_0 - N}{N_0} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{N}{N_0}\right) \cdot 100\%, \quad (5)$$

де N_0 – початкова кількість еритроцитів, шт.; N – кількість еритроцитів після гемолізу, шт.

Для аналізу стабільності гемового заліза в двовалентній формі введено показник F :

$$F = \frac{C_{Fe^{++}}}{C_{Fe^{+++}}} = \frac{C_{Fe} - C_{Fe^{+++}}}{C_{Fe^{+++}}} = \frac{C_{Fe}}{C_{Fe^{+++}}} - 1, \quad (6)$$

де C_{Fe} , $C_{Fe^{++}}$, $C_{Fe^{+++}}$ – вміст гемового заліза (кг/кг): загального, у двовалентній та тривалентній формах, відповідно.

Встановлено досить високу ефективність УЗ-гемолізу (до 90%), особливо при високих частотах (44 кГц). Але зростання температури та процеси кавітації негативно впливають на співвідношення форм гемоглобіну в крові ВРХ: більша частина заліза переходить в тривалентну форму.

Визначено, що у разі ферментативного гемолізу процес руйнування еритроцитів є безперервним, при цьому тривалість складає 28 годин, що спричиняє мікробіологічне псування крові ВРХ та перехід двовалентної форми гемового заліза у тривалентну.

Знайдено, що низькотемпературний гемоліз еритроцитів є найефективнішим у порівнянні з іншими способами. З рис. 5 видно, що ступінь гемолізу незначно залежить від температури заморожування, а більшою мірою від тривалості експозиції. Так, при експозиції 12 годин ступінь гемолізу практично однаковий для всього діапазону досліджених температур. Це зумовлено тим, що швидкість росту та утворення кристалів льоду в цьому діапазоні температур відрізняється незначно.

Вивчено вплив натрієвої солі аскорбінової кислоти (аскорбату Na) та Na-КМЦ на показник F і стабілізацію гемового заліза під час нагрівання до температури 85°C . Доведено, що показник F у разі додавання в кров ВРХ 0,15% аскорбату Na при нагріванні до температури $70...85^{\circ}\text{C}$ у 1,3 рази вищий, ніж при 0,1%, який є максимально допустимим з регламенту внесення харчової добавки. А у разі додавання

NaКМЦ у кількості 1,0% та вище показник F є майже постійною величиною ($F=1,2\pm 0,1$). На підставі теоретичних та експериментальних результатів, наведених у розділі 3, а також досліджень форм гемоглобіну та визначення показника F раціональною масовою часткою Na-КМЦ обрано 1,5% від маси рецептурної суміші.

Встановлено раціональні режими нагрівання рецептурної суміші в паровому котлі до температури $85\pm 2^\circ\text{C}$ та сушіння змішаним теплопідводом (ЗТП) при температурі $75\pm 2^\circ\text{C}$ тривалістю $(90\dots 100)\times 60$ с, які забезпечують необхідні фізіоло-

Рис. 5. Ступінь гемолізу еритроцитів за різних температур та експозиції, год: 1 – 8; 2 – 10; 3 – 12

гічні та функціонально-технологічні властивості дієтичної добавки.

Встановлено раціональні режими подрібнення на шаровому та криогенному млині. Головним критерієм під час подрібнення є забезпечення розмірів часток основної фракції продукту не більше $(25\dots 30)\times 10^{-6}$ м, що зумовлено порогом органолептичної чутливості.

На підставі проведених досліджень було розроблено технологію виробництва дієтичної добавки з крові ВРХ – „Гемовітал”, яку впроваджено у виробництво.

На основі вивчених ремісійних характеристик, гігроскопічності, видів пакування встановлено, що термін зберігання „Гемовітал” становить 12 місяців за температури не вище $18\dots 20^\circ\text{C}$ та відносної вологості 75%. За даних умов та терміну зберігання показники мікробіологічної безпеки та зміщення кольоровості у темний бік є незначними.

Дана технологія дозволяє отримати дієтичну добавку «Гемовітал» із наступним хімічним складом та органолептичними показниками (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад та органолептичні показники дієтичної добавки «Гемовітал»

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Порошок без сторонніх домішок
Колір	Світло-коричневий, з червоним відтінком
Консистенція	Сипуча
Смак	Нейтральний
Масова частка води, %, не більше	5,0
Масова частка білку, %, не менше	75,0
Масова частка жиру, %	$1,0\pm 0,1$
Масова частка вуглеводів, %	$6,6\pm 0,2$
Мінеральні речовини, загальна кількість, %	$4,0\pm 0,1$
Вміст гемового заліза, г/кг, не менше	0,7

Досліджено фракційний склад водорозчинних білків „Гемовітал”. Встановлено, що їх зна-

чна частина – це альбуміни, імуноглобуліни, функціонально-технологічні властивості яких сприятимуть коригуванню структурно-механічних властивостей нових харчових продуктів.

Таким чином, встановлено, що фізіологічні, функціонально-технологічні властивості дієтичної добавки визначаються її кольором, дисперсністю, частковою розчинністю та спроможністю до набухання та зумовлюють її використання в технологіях продуктів харчування (табл. 2).

Таблиця 2

Потенціал дієтичної добавки «Гемовітал»
для введення в харчові продукти

Технологічні властивості	Функціональні властивості	Ассортимент харчових продуктів
Колір – світло-коричневий, з червоним відтінком	Барвник, що імітує колір какао	Кондитерські вироби, молочно-кислі продукти, морозиво, паштети
Порошок, з основною фракцією $(25...30) \times 10^{-6}$ м	Однорідність змішування з сипучою сировиною, вологоутримуюча здатність, коригування структурно-механічних характеристик	М'ясні січені вироби, ковбасні вироби, борошняні вироби
Набухання та часткова розчинність	Вологоутримуюча здатність, піноутворення	Вироби з пінною структурою
Стабільність властивостей до $t=100^{\circ}\text{C}$	Термостійкість кольору, смаку	Продукти з вмістом вологи, вищим за гігроскопічний

У п'ятому розділі «Технологія м'ясних січених виробів антианемічного спрямування зі стабілізованим гемовим залізом» обґрунтовано доцільність та встановлені особливості використання дієтичної добавки «Гемовітал» в технології м'ясних січених виробів антианемічного спрямування, яка одночасно виконує технологічні функції зв'язуючого інгредієнта та збагачувача на повноцінний білок.

Встановлено, що введення дієтичної добавки «Гемовітал» в систему м'ясного фаршу у кількості $C_T=2,5...5,5\%$ від маси напівфабрикату підвищує його вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ) та вихід готових виробів, що пов'язано з дрібнодисперсною структурою порошку, його гідрофільністю та здатністю до набухання. Зі збільшенням вмісту добавки «Гемовітал» до 5,5% ВЗЗ м'ясного фаршу збільшується з 78 до 91%, а вихід готових виробів – з 81 до 87%.

В усіх зразках м'ясних фаршів та готових виробів з дієтичною добавкою спостерігається зменшення напруги зсуву τ_{zp} , що характеризує ці системи як м'які і дає змогу віднести їх до пластичних тіл. Крім того, встановлено, що введення добавки у масових частках більших за 4,0% призводить до зміни структурно-механічних властивостей як фаршів, так і готових виробів, що відображається й певною втратою величини рівня якості Σ_k .

За висновками експертної дегустаційної комісії визначено раціональну частку введення добавки в м'ясні фарші. При цьому відзначено, що органолептичні показники готових виробів відрізняються в залежності від частки її введення. Найбільш сприятлива величина $C_T = 3,5\%$. Тобто встановлено, що добавка має певні технологічні властивості у технології м'ясних січених виробів, які можна контролювати за структурно-механічними характеристиками фаршу.

Найбільш раціональним діапазоном величин $\tau_{зр}$ визначено такий, який відокремлено площею кривої 1 (рис. 6), що відповідає органолептичній оцінці $\Sigma_k = 4,8 \dots 5,0$. При цьому вироби набувають антианемічні властивості вже при $C_T \geq 2,5\%$ і мають більш насичений червоний колір, ніж традиційні ($C_T = 0$, $\Sigma_k = 4,6$).

Визначено коефіцієнти емпіричного рівняння (7) для оцінювання пластичної в'язкості, в'язкопластичного модуля, модуля пружності для м'ясних фаршів з дієтичною добавкою «Гемовітал» та готових виробів у діапазоні $0 \leq C_T \leq 5,5$ (табл. 3):

Рис. 6. Гранична напруга зсуву $\tau_{зр}$ і рівень якості Σ_k за різного вмісту дієтичної добавки «Гемовітал» C_T : 1 – рівень якості; 2 – готові вироби; 3 – фарш

$$y = a_0 + a_1 C_T + a_2 C_T^2 \quad (7)$$

де y – характеристика, що визначається; a_0 , a_1 , a_2 – коефіцієнти рівняння; C_T – вміст добавки «Гемовітал», %.

Таблиця 3

Коефіцієнти рівняння (7)

Система	Структурно-механічні характеристики											
	$\tau_{зр} \times 10^{-2}$, Па			$\eta \times 10^{-5}$, Па×с			$G_{зр} \times 10^{-5}$, Па×с			$G_{ел}$, Па		
	a_0	a_1	a_2	a_0	a_1	a_2	a_0	a_1	a_2	a_0	a_1	a_2
Фарш	63	4,5	-0,2	618	6,3	2,3	62	7,8	-4,4	2200	39	-35
Готові вироби	608	-110	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Одержані дані було покладено в основу розробки технології виробництва

м'ясних січених виробів антианемічного спрямування – котлет «Здоров'я», яка включає наступні операції: підготовку сировини, приготування рецептурної суміші, формування напівфабрикату, теплову обробку. Реалізація даної технології дозволяє отримати готову продукцію з хімічним складом, наведеним у табл. 4.

Таблиця 4

Загальний хімічний склад котлет «Здоров'я»

Виріб	Вміст у 100 г продукту					
	Вода, г	Білок, г	Жир, г	Вуглеводи, г	Гемове залізо, мг	Мінеральні речовини, мг
Котлети (контроль)	60,8±0,5	15,7±0,1	7,7±0,1	9,2±0,1	1,3±0,1	6,7±0,2
Котлети «Здоров'я»	62,8±0,5	18,0±0,1	7,7±0,1	5,8±0,1	4,4±0,3	5,8±0,2

Біологічну цінність котлет «Здоров'я» оцінювали за вмістом незамінних амінокислот, співвідношенням форм гемоглобіну та перетравлюваністю білків. Встановлено, що котлети «Здоров'я» містять більшу кількість незамінних амінокислот, особливо лізину, гістидину, лейцину та ізолейцину на 0,3 та 0,2 г на 100 г продукту відповідно, які є обмеженими у багатьох м'ясних виробках.

Експериментальними даними встановлено незначні зміни співвідношення форм гемоглобіну у дво- та тривалентній формі, що свідчить про високу стабільність гемового заліза добавки «Гемовітал» в умовах розробленої технології.

Визначено ступінь перетравлюваності білків котлет «Здоров'я» ферментами шлунково-кишкового тракту *in vitro*. Встановлено деяке збільшення ступеня перетравлюваності білків, що може бути пов'язане з додатковим введенням повноцінного білка. За мікробіологічними показниками розроблені м'ясні січені вироби відповідають нормативам безпеки, що діють для даного виду продукції в Україні.

У шостому розділі «Технологія десертів із кисломолочного сиру антианемічного спрямування зі стабілізованим гемовим залізом» науково обґрунтовано рецептуру та технологію десертів з кисломолочного сиру антианемічного спрямування під час введення дієтичної добавки «Гемовітал».

Введення добавки в десерти з кисломолочного сиру обґрунтовано тим, що ці продукти містять речовини, найбільш сприятливі для всмоктування заліза: білки та вуглевод лактозу.

На базі дослідження встановлено раціональну масову частку дієтичної добавки «Гемовітал» для введення в десерти з кисломолочного сиру. Введення добавки в діапазоні 2...3% від маси рецептурної суміші дає можливість при високих органолептичних показниках надати десертам нові фізіологічні властивості за рахунок гемового заліза у кількості до 2 мг на 100 г десерту, тобто забезпечує 30% добової потреби організму в залізі, якщо вжити 1 порцію (150 г).

Досліджено вплив добавки «Гемовітал» на структурно-механічні характеристики: динамічну в'язкість та граничну напругу зсуву десертів, які утворені шляхом

змішування збитих вершків з кисломолочним сиrom та «Гемовітал». Ця операція є найсуттєвішою та зумовлює міцність піноподібної структури десертів з кисломолочного сиру. Встановлено зростання динамічної в'язкості (нахил залежності $\tau = f(\gamma)$ більший відносно контрольного зразка) та зменшення граничної напруги зсуву з 138 до 112 Па, що призводить до пом'якшення структури (рис. 7).

Вивчено кінетику об'єму збитої маси десерту з дієтичною добавкою протягом встановлених термінів зберігання. Показано, що стабілізація структури десерту зумовлена вологоутримуючими властивостями добавки та додатковим введенням її водорозчинних білків, які відіграють роль поверхнево-активних речовин.

Рис. 7. Напруга зсуву десертів з кисломолочного сиру: 1 – дослідний зразок; 2 – контроль (десерт «Фантазія»)

Дослідженнями дисперсності встановлено, що пінна структура десертів має серед-

ній розмір повітряних бульбашок (діаметр $0,05 \times 10^{-3}$ мм), а питома кількість бульбашок складає 25×10^6 штук на 1 м^2 площини дослідження. При цьому встановлено, що розподіл бульбашок за діаметром у дослідному та контрольному зразках майже збігається та характеризується певною монодисперсністю (рис. 8).

Таким чином, доведено, що введення добавки у кількості 2% від рецептурної суміші стабілізує пінну структуру виробів за рахунок розчинних білків та в'язкості, що забезпечує стабільність показників якості продукту в межах встановленого терміну зберігання.

Рис. 8. Розподіл повітряних бульбашок за діаметром у десертах: ♦ – дослідний зразок; × – контроль

Технології десертів з кисломолочного сиру антианемічного спрямування розроблено на базі основної рецептури – десерту «Попелюшка». Асортимент десертів відрізняється фрукто-

ми наповнювачами, які надають певних органолептичних властивостей десертам. Введення наповнювача здійснюється на стадії змішування збитих вершків з інгредієнтами рецептури. На відміну від традиційної технології, додано операцію попереднього замочування добавки у вершках за температури 15°C протягом 30 хв. Реалі-

зація розроблених технологій дозволяє отримати асортимент продукції з хімічним складом, наведеним у табл. 5.

Таблиця 5

Загальний хімічний склад десертів з кисломолочного сиру
антианемічного спрямування

Виріб	Вміст у 100 г продукту				
	Вода, г	Білок, г	Жир, г	Вуглеводи, г	Гемове залізо, мг
Десерт «Фантазія» (контроль)	62,4±0,5	10,8±0,1	2,9±0,1	19,5±0,2	–
Десерт «Попелюшка»	62,4±0,5	12,7±0,2	2,5±0,1	18,9±0,2	1,5±0,3
Десерт «Оригінальний»	60,7±0,5	12,8±0,2	4,2±0,1	18,8±0,2	1,5±0,3
Десерт «Святковий»	61,2±0,5	13,0±0,2	4,2±0,1	19,1±0,2	1,5±0,3
Десерт «Східний»	67,1±0,5	12,1±0,2	2,5±0,1	17,3±0,2	1,5±0,3
Десерт «Празький»	61,7±0,5	12,2±0,2	2,4±0,1	22,5±0,2	1,5±0,3

Аналіз амінокислотного складу білків базового десерту «Попелюшка» показав, що введення дієтичної добавки покращує склад білків готової продукції: лімітуючі амінокислоти відсутні.

Досліджено співвідношення форм гемоглобіну, як важливого показника якості десертів, що впливає на кольороформування та визначає стабільність двовалентного гемового заліза. Втрата двовалентного заліза склала 10% при 24 годинах зберігання. Це не вплинуло на органолептичні показники десертів і свідчить про достатньо високу стабільність гемового заліза в десертах з кисломолочного сиру. Особливо відзначено кольороформуєчу функцію добавки у десертах, суть якої суттєво відрізняється від додавання з цією ж метою порошку какао. Так, колір формується за рахунок наявності у складі добавки гемоглобіну з двовалентним залізом, а не за рахунок кольору дисперсних часток, як у випадку використання порошку какао.

Встановлено, що за мікробіологічними показниками десерти з кисломолочного сиру антианемічного спрямування знаходяться у межах норм, які регламентовані нормативними документами.

У цьому розділі «Технологія хлібобулочних та кондитерських пряникових виробів антианемічного спрямування зі стабілізованим гемовим залізом» досліджено функціонально-технологічні властивості дієтичної добавки «Гемовітал» в технологіях хліба житньо-пшеничного, сухариків житньо-пшеничних та пряників заварних, яку введено до відповідних рецептур з метою розширення асортименту продуктів лікувального та лікувально-профілактичного спрямування.

Дослідження впливу на клейковину пшеничного борошна залізовмісної дієтичної добавки «Гемовітал» проводили в порівнянні з сульфатом заліза, як добавкою, що традиційно використовують для збагачення хліба залізом (табл. 6).

Доведено, що обидві залізовмісні добавки несуттєво впливають на вихід та фізичні властивості клейковини, що дозволяє при розробці технології хлібобулочних

виробів антианемічного спрямування враховувати більшою мірою фізіологічну потребу в залізі, ніж дані про якість клейковини конкретних партій борошна.

Встановлено, що дієтична добавка «Гемовітал», як носій двовалентного заліза (у кількості від 3...9% маси борошна), на відміну від сульфату заліза (у кількості від 0,02...0,06% маси борошна), не знижує ферментативну активність дріжджів виду *Saccharomyces minor* та гомо- і гетероферментативних молочнокислих бактерій штамів *L. brevis B 78*, *L. brevis B 5*, *L. plantarum A 63* й суттєво не впливає на їх життєздатність.

Таблиця 6

Показники якості клейковини пшеничного борошна з носіями заліза

Показник	Час лежання тіста, хв.	Тісто без добавок (контроль)	Тісто з добавками	
			«Гемовітал», 5% до маси борошна	Сульфат заліза, 0,02% до маси борошна
Вихід сирої клейковини, %	20	26,7±0,5	27,0±0,5	26,5±0,5
	180	29,1±0,5	30,5±0,5	29,8±0,5
Гідратаційна здатність клейковини, %	20	198±2,0	197±2,0	190±2,0
	180	219±2,0	216±2,0	213±2,0
Пружність на приладі ІДК, умов. од.	20	39,0±0,8	40,0±0,7	38,0±0,7
	180	53,0±1,0	59,0±0,9	50,5±0,9
Розтягування, см	20	11,0±0,3	12,0±0,3	12,5±0,3
	180	15,0±0,3	17,0±0,3	17,5±0,3

Дослідженнями органолептичних показників хліба житньо-пшеничного з дієтичною добавкою «Гемовітал» встановлено, що введення її у кількості 5% від маси борошна зберігає традиційні смак та колір виробів та надає їм антианемічні властивості.

Вивчено вплив температури на співвідношення форм гемоглобіну по зонах випікання заготовок тіста (табл. 7).

Таблиця 7

Співвідношення форм гемоглобіну в заготовках тіста по зонах випікання та у готовому продукті

Форми гемоглобіну	Співвідношення форм гемоглобіну, %				
	Тісто з дієтичною добавкою «Гемовітал»	По зонах випікання хліба			
		після 1 зони 280...290° С	після 2 зони 260...250° С	після 3 зони 230...220° С	в готовому продукті
HbO ₂	10±1	10±1	7±1	6±1	0
Hb	40±3	40±2	38±2	36±2	33±3
MtHb	50±3	50±3	55±3	58±3	67±4

Встановлено, що двовалентне гемове залізо частково окислюється в тривалентну форму нерівномірно по зонах випікання. При цьому в готових виробах зберігається більше 1/3 частини гемового заліза у двовалентній формі, що доводить ефективність його стабілізації при виробництві дієтичної добавки «Гемовітал».

Розроблена технологія хліба житньо-пшеничного антианемічного спрямування «Бадьорість» не змінює традиційний перебіг технологічного процесу виробництва. Досліджено показники якості нового хліба в порівнянні з традиційним (табл. 8).

Таблиця 8

Показники якості хліба «Бадьорість» та традиційного хліба

Показник	Хліб житньо-пшеничний	
	Контроль, без добавки	«Бадьорість» з дієтичною добавкою "Гемовітал"
Вологість, %	44,0±1,0	45,0±1,0
Кислотність, град.	9,7±0,5	9,9±0,5
Об'ємний вихід, см ³ /г	300±1,0	297±1,0
Вміст гемового заліза, мг/100 г	0	2,75
Смак	Приємний, властивий даному виду хліба, без сторонніх присмаків	
Запах	Інтенсивно виражений, властивий даному виду хліба	
Колір м'якушки	Коричневий	
Поверхня скоринки	Гладка, без тріщин, підривів	

Аналіз основних показників якості хліба «Бадьорість» показав, що його фізико-хімічні показники відповідають вимогам нормативної документації до традиційного житньо-пшеничного хліба. Покриття добової потреби у залізі за рахунок вживання 277 г хліба «Бадьорість», порівняно з незбагаченим аналогом, підвищується у 7 разів та досягає 50% (табл. 8). Загальна перетравлюваність хліба житньо-пшеничного, виготовленого за традиційною технологією та з використанням 5% дієтичної добавки «Гемовітал», становить відповідно 166,7 та 187,5 мкг тирозину/1г білка.

Досліджено процес черствіння хліба «Бадьорість» за змінами якісних показників: стисливість, набухання м'якушки, крихкість (табл. 9).

Встановлено, що здатність до черствіння та крихкість у хлібі «Бадьорість» менша, ніж у традиційного житньо-пшеничного хліба.

Вищезазначені результати дозволили рекомендувати добавку «Гемовітал» для збагачення хлібобулочних виробів зі зниженою вологістю – сухариків. Досліджено органолептичні та фізико-хімічні показники якості сухариків. Встановлено, що раціональною масовою часткою дієтичної добавки «Гемовітал» в рецептурі хліба житньо-пшеничного для сухариків є 7% від маси борошна, кислотність і вологість готових виробів складала 7,5 град. і 10% відповідно, що відповідає вимогам нормативної документації. Визначено, що хліб для сухариків з дієтичною добавкою «Гемові-

тал» нарізується шматочками 16 мм без деформації, пори не змазуються, хліб не крихкий.

Таблиця 9

Показники якості житньо-пшеничного хліба «Бадьорість»
та традиційного хліба при зберіганні

Показник	Зразки хліба	
	Традиційний хліб (контроль)	Хліб «Бадьорість»
2 години зберігання		
Стисливість, од. пенетрометру	50±1,0	55±1,0
Набухання м'якушки, %	350±2,0	360±2,0
Крихкість, %	4,2±0,1	4,2±0,2
12 годин зберігання		
Стисливість, од. пенетрометру	40±1,0	45±1,0
Набухання м'якушки, %	340±2,0	350±2,0
Крихкість, %	9,2±0,1	7,0±0,2
24 години зберігання		
Стисливість, од. пенетрометру	32±1,0	38±1,0
Набухання м'якушки, %	300±2,0	315±1,0
Крихкість, %	13,1±0,1	10,0±0,2
36 годин зберігання		
Стисливість, од. пенетрометру	30±1,0	35±1,0
Набухання м'якушки, %	275±2,0	300±2,0
Крихкість, %	17,9±0,2	12,9±0,2

Знайдено, що намокання сухариків «Життедар» краще за контроль: 2,7 хв. проти 5 хв., відповідно. Встановлено, що чинники технологічного процесу і компоненти рецептури не впливають на співвідношення дво- та тривалентного заліза в сухариках, а загальна кількість гемового заліза складає 4,5 мг на 100 г виробів.

З метою розширення асортименту виробів антианемічного спрямування розроблено технологію пряників заварних «Бадьорість» з введенням дієтичної добавки «Гемовітал». Встановлено, що функціональність за кольором у разі збереження натуральності виробів забезпечується введенням 3% дієтичної добавки «Гемовітал» замість какао-порошку в базовій рецептурі.

Дослідженнями хімічного складу, вмісту гемового заліза (табл. 10) та співвідношення форм гемоглобіну пряників «Бадьорість» (табл. 11) відзначено, що за вмістом гемового заліза вони належать до продуктів антианемічного спрямування, а достатня стабільність співвідношення форм гемоглобіну в ході технологічного процесу забезпечує стійкий колір готового продукту.

Встановлено, що під час зберігання пряники «Бадьорість» краще утримують зв'язану воду в порівнянні з контролем (рис. 10). Кількість зв'язаної води в нових пряниках складає 39%, а в контролі 33%, що зумовлено вологоутримуючою здатністю добавки та сприяє зменшенню здатності виробів до черствіння (рис. 9).

Хімічний склад і кількість гемового заліза
в дослідному та контрольному зразках пряників

Виріб	Волого- вміст, %	Хімічний склад, г на 100 г продукту			Гемове залізо, мг/100г продукту
		Білки	Жири	Вуглеводи	
Пряники «Ленінградські» (контроль)	12,0±0,2	4,8±0,5	6,0±0,1	67,7±2,0	-
Пряники «Бадьорість»	12,1±0,2	6,7±0,5	6,1±0,1	63,3±2,0	2,0±0,4

Таблиця 11

Співвідношення форм гемоглобіну в пряниках «Бадьорість»

Виріб	Форми гемоглобіну, %		
	HbO ₂	Hb	MtHb
	Fe ²⁺		Fe ³⁺
Дієтична добавка «Гемовітал» (контроль)	10±1	40±3	50±3
Пряники «Бадьорість»	0	40±3	60±4

У восьмому розділі «Клінічна апробація дієтичної добавки «Гемовітал». Оцінка економічної ефективності розробок та впровадження результатів дослідження» проведено опис результатів клінічного випробування дієтичної добавки «Гемовітал» та виконано оцінку економічної та соціальної ефективності від впровадження розроблених технологій у виробництво.

Рис. 9. Ізотерми сорбції пряників: 1 – «Бадьорість» – дослід;

2 – «Ленінградські» – контроль

Клінічні дослідження виконані в умовах відді-

лення дієтології та клінічних досліджень медико-профілактичних засобів інституту екогієни і токсикології ім. Л.І. Медведя МОЗ України. Контролювали стан периферійної крові 40 осіб віком від 25 до 65 років (хворих на ЗДА), в раціон харчування яких протягом 30 днів входила дієтична добавка «Гемовітал».

Встановлено, що добавка «Гемовітал» сприяє нормалізації рівня гемоглобіну та вмісту його в еритроцитах, підвищенню рівня заліза в сироватці крові (табл. 12).

Одержано висновок МОЗ України щодо антианемічної дії дієтичної добавки «Гемовітал», в якому підтверджується доцільність включення добавки у склад раціонів харчування для осіб, які потребують додаткового надходження в організм заліза.

Таблиця 12

Показники периферійної крові у пацієнтів,
які вживали дієтичну добавку «Гемовітал»

Показники	Норма	До вживання добавки «Гемовітал»	Після вживання добавки «Гемовітал»
Гемоглобін, г/л	120...160	94,43±0,35	107,14±0,16
Кількість еритроцитів, тис./л	3,0...4,7	3,72±0,34	4,04±0,4
Вміст гемоглобіну в еритроциті, гHb/л еритроцитів	27...34	25,24±0,33	26,67±0,69
Вміст заліза в сироватці крові, мкмоль/л	12,5...30,4	11,83±0,5	24,13±0,5

Розраховано інтегральний показник якості та конкурентоспроможність продуктів антианемічного спрямування: котлет «Здоров'я», десертів з кисломолочного сиру «Попелюшка», «Східний», «Празький», «Особливий», хліба житньо-пшеничного «Бадьорість», сухариків житньо-пшеничних «Життедар», пряників заварних «Бадьорість», в яких враховано дегустаційну оцінку, харчову та біологічну цінність, ціну та показники економічних параметрів.

Встановлено, що розроблені технології харчових продуктів є конкурентоспроможними на споживчому ринку за критеріями «функціональність» та «корисність» та прибутковими.

Промислову апробацію та впровадження результатів науково-технічних розробок здійснено на підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства м. Черкаси, м. Павлограда, м. Харкова та Харківської обл. (с.м.т. Руська Лозова). Розроблено та затверджено нормативну документацію на дієтичну добавку «Гемовітал» та харчові продукти антианемічного спрямування.

ВИСНОВКИ

1. Аналізом та узагальненням відомостей з науково-технічної літератури встановлено актуальність проблеми залізодефіцитних анемії у всьому світі та їх основну причину, що полягає в порушенні синтезу гемоглобіну внаслідок дефіциту заліза, що надходить в організм людини. Показано, що ці проблеми вирішуються шляхом оптимізації раціонів харчування населення, оскільки залізо всмоктується краще за все з харчових продуктів. Визначено, що одним з напрямів отримання залізовмісного функціонального інгредієнта є розробка технологій переробки крові ВРХ як основного джерела гемового заліза в дієтичну добавку. Встановлено, що переробка лише 10% боєнської крові від загального об'єму на ефективну функціональну до-

бавку може забезпечити легкозасвоюваним залізом 22% населення України, що страждають на ЗДС, або 40% дітей при збагаченні щоденного раціону харчування.

2. Теоретично та експериментально обґрунтовано наукову концепцію роботи, суть якої полягає в тому, що стабілізація конформаційної структури гемового комплексу при переробці крові ВРХ дозволяє зберегти гемове залізо переважно в дво-валентній формі та сформувати функціонально-технологічні і фізіологічні властивості дієтичної добавки для її використання в технологіях харчових продуктів антианемічного спрямування.

3. Теоретично обґрунтована технологія дієтичної добавки з крові ВРХ зі стабілізованим гемовим залізом. З цією метою розроблена феноменологічна модель молекули гемоглобіну, розглянута динаміка поведінки молекули у присутності інших компонентів крові та рецептурних інгредієнтів, що вносяться, визначені вимоги до основних технологічних процесів переробки крові ВРХ у залізовмісну дієтичну добавку.

4. Експериментальними дослідженнями реологічних характеристик модельних систем (кров- Na-KMЦ) доведена сорбційна здатність Na-KMЦ по відношенню до білка цільної крові. Встановлено залежність в'язкості системи від масової частки Na-KMЦ в ній. Структура розчину змінюється, існує деякий ефект «насичення» зв'язків в системах «білки крові – Na-KMЦ – вода», що пояснюється заповненням всіх активних груп відповідними зв'язками і є характерним для процесу сорбції. На рівні молекулярно-кінетичних ефектів підтверджено ефективність принципу стабілізації гемового комплексу просторовою структурою гелю, утвореного Na-KMЦ , що набухає в крові ВРХ.

5. Вивчено вплив різних способів гемолізу еритроцитів (механічного, ферментативного, низькотемпературного) на його ефективність і співвідношення форм дво- та тривалентного заліза в гемоглобіні. Відзначено, що при ультразвуковому і ферментативному гемолізі в крові ВРХ переважним є тривалентне гемове залізо. Доведена ефективність низькотемпературного гемолізу еритроцитів за кількістю (до 90%) і вмістом гемового заліза в двовалентній формі. Під час вивчення кінетики гемолізу еритроцитів за температур -12°C , -18°C , -24°C знайдено, що ступінь гемолізу незначно залежить від температури заморожування, а більшою мірою від тривалості.

6. Розроблено технологію дієтичної добавки «Гемовітал» зі стабілізованим гемовим комплексом для використання в продуктах харчування антианемічного спрямування. Встановлено, що раціональним співвідношенням рецептурних компонентів є кров ВРХ – 98,4%, аскорбат натрію – 0,1%, Na-KMЦ – 1,5%. Доведено, що найбільш раціональними способами та режимами отримання дієтичної добавки є нагрівання суміші до температури $85 \pm 2^\circ \text{C}$, ЗТП-сушка за температури $75 \pm 2^\circ \text{C}$, тривалістю $(90 \dots 100) \times 60^2 \text{ с}$, подрібнення до розмірів частинок в основній фракції $d = (25 \dots 30) \times 10^{-6} \text{ м}$. Дієтична добавка має при цьому вологовміст $5,0 \pm 1,0\%$, а оптимальне співвідношення форм дво- та тривалентного гемового заліза складає: (HbO_2) – оксигемоглобін (Fe^{+2}) – 10%, (Hb) – дезоксигемоглобін (Fe^{+2}) – 40%, (MetHb) – метгемоглобін (Fe^{+3}) – 50%.

7. Розроблено концепцію збагачення харчових продуктів гемовим залізом для хворих на залізодефіцитну анемію (ЗДА). Вживання гемового заліза складає не менше 4 мг на добу для профілактики ЗДА і щоденного споживання – 2 мг. Розроблено технологію харчових продуктів антиа-

немічного спрямування: м'ясних січених виробів, десертів з кисломолочного сиру, хліба житньо-пшеничного, сухарів житньо-пшеничних, пряників заварних.

8. Встановлено особливості використання дієтичної добавки «Гемовітал» в технологіях м'ясних січених виробів, десертів з кисломолочного сиру, хліба житньо-пшеничного, сухарів житньо-пшеничних, пряників заварних. Одержано нові дані про вплив дієтичної добавки «Гемовітал» на фізико-хімічні та функціонально-технологічні властивості, зокрема: м'ясної системи – підвищення ВЗЗ, поліпшення структурно-механічних характеристик, збільшення виходу готових виробів, покращення перетравлюваності, підвищення харчової та біологічної цінності; десертів з кисломолочного сиру – збільшення динамічної в'язкості та зниження граничної напруги зсуву, що позитивно впливає на текстуру продукту, стійкість кольороформуєної властивості добавки надає десерту з кисломолочного сиру шоколадний колір; хліба житньо-пшеничного – позитивний вплив на життєздатність бродильної мікрофлори дріжджів і молочнокислих бактерій.

9. Встановлено, що у разі використання залізовмісної дієтичної добавки в технологіях продуктів харчування гемове залізо залишається переважно в двовалентній формі. Визначено, що введення нових харчових продуктів антианемічного спрямування в раціони харчування як здорових, так і хворих на ЗДА людей є додатковим джерелом легкозасвоюваного заліза при їх вживанні до 200 г/добу (як окремо взятого продукту, так і в будь-якому поєднанні один з одним).

10. Розроблено і затверджено нормативну документацію на нові продукти антианемічного спрямування. Визначено економічну і соціальну ефективність наукових розробок, проведено роботу з впровадження їх у виробничу діяльність підприємств харчової промисловості та ресторанного господарства України.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Волошин П. В. Влияние нагревания на соотношение форм гемоглобина модифицированной крови убойных животных / П. В. Волошин, Е. Д. Розанова, В. А. Коваленко, В. В. Евлаш // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць у 2-х ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2001.– Ч. 1. – С. 3–6.

2. Черевко А. И. Использование новой полифункциональной пищевой добавки «Гемодар» в технологии мясопродуктов,пельменей и жележных изделий / А. И. Черевко, П. В. Волошин, В. В. Евлаш, В. А. Коваленко, Е. Д. Розанова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць у 2-х ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2002. – Ч. 1. – С. 8–12.

3. Евлаш В. В. Обоснование и разработка новой биологически активной пищевой добавки из крови убойных животных / В. В. Евлаш, В. Г. Горбань, В. А. Коваленко, Е. Д. Розанова // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв : Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка / Харк. держ. техн. ун-т сільськ. госп-ва ім. Петра Василенка. – Х., 2003. – Вип. 22.– С. 232–236.

4. Волошин П. В. Изменение содержания различных форм гемоглобина в растворе после нагревания / П. В. Волошин, А. И. Черевко, В. В. Евлаш, К. Д. Розанова, В. А. Коваленко // *Біофізичний вісник : вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна // Харк. нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна. – Х., 2003. – № 606. – Вип. 2 (13). – С. 100–103.*

5. Лерина И. В. Качественные характеристики биологически активных добавок из модифицированной боенской крови / И. В. Лерина, В. В. Евлаш, К. Д. Розанова, В. А. Коваленко // *Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2003. – Ч. 1. – С. 414–418.*

6. Евлаш В. В. Актуальность применения биологически активных добавок в профилактике железодефицитных состояний и рекомендации по их внесению в функциональные продукты питания / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, В. А. Винникова // *Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2004. – № 2 (8). – С. 22–24.*

7. Євлаш В. В. Зміна вмісту різних форм гемоглобіну під час нагрівання з введенням до рецептури добавки натрій-карбоксиметилцелюлози / В. В. Євлаш, К. Д. Розанова, А. В. Гавриш // *Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць у 2-х ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2004. – Ч. 1. – С. 69–72.*

8. Немирич А. В. Использование новой пищевой добавки лечебно-профилактического назначения для обогащения хлеба гемовым железом / А. В. Немирич, В. В. Евлаш, В. А. Винникова // *Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв : Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка / Харк. держ. техн. ун-т сільськ. госп-ва ім. Петра Василенка. – Х., 2004. – Вип. 28. – Т. 2. – С. 118–121.*

9. Євлаш В. В. Сорбційні характеристики хліба, збагаченого на гемове залізо / В. В. Євлаш, О. В. Неміріч, М. В. Міщенко, О. О. Балабенко // *Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв : Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка / Харк. нац. техн. ун-т сільськ. госп-ва ім. Петра Василенка – Х., 2005. – Вип. 38. – С. 244–247.*

10. Євлаш В. В. Комплексні дослідження під час розробки технології екструдованих сніданків, збагачених гемовим залізом / В. В. Євлаш, В. О. Віннікова // *Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. праць / Дон. нац. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2005. – Вип. 13. – Т. 1. – С. 65–70.*

11. Євлаш В. В. Збагачення пряників легкозасвоюваним гемовим залізом / В. В. Євлаш, О. В. Неміріч, В. О. Віннікова // *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. 2006. – Вип. 1 (3) – С. 258–264.*

12. Погожих Н. И. Технология кулинарных соевых изделий, обогащённых гемовым железом / Н. И. Погожих, В. В. Евлаш, А. В. Немирич, М. В. Мищенко // *Механізація сільськогоспо-*

дарського виробництва і технології харчових виробництв (серія: технічні науки) : зб. наук. праць / Луг. нац. аграрний ун-т. – Луганськ, 2006. – № 65 (88). – С. 183–186.

13. Євлаш В. В. Технологія харчових добавок із крові забійних тварин. Показники якості й безпеки / В. В. Євлаш // Тваринництво 21 сторіччя: новітні технології, досягнення та перспективи : наук.-техніч. Бюл. № 94 / Ін-т тваринництва УААН. – Харків, 2006. – № 94. – С. 139–144.

14. Погожих Н. И. Технология сухарей противоанемической направленности / Н. И. Погожих, В. В. Евлаш, А. В. Немирич, В. А. Винникова // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : зб. наук. праць / Одеська нац. акад. харч. технол. – Одеса, 2006. – Вип. 29. – Т. 2. – С. 202–203.

15. Евлаш В. В. Противоанемическая пищевая добавка «Гемовитал» в технологии пшенично-ржаного хлеба / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, Н. Г. Кадникова // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2006. – № 2 (15). – С. 9–11.

16. Погожих Н. И. Технология мясных сичених виробів, збагачених гемовим залізом / Н. И. Погожих, В. В. Євлаш, М. В. Міщенко // Наукові праці національного університету харчових технологій : зб. наук. праць / Нац. ун-т харч. технол. – К., 2007. – № 20. – С. 31–33.

17. Євлаш В. В. Маркетингові перспективи нового виду хліба «Бадьорість» / В. В. Євлаш, І. Ю. Тарасов, В. О. Віннікова // Товари і ринки. – 2007. – № 1. – С. 27–31.

18. Євлаш В. В. Харчова, біологічна цінність та показники безпеки кулінарних сичених виробів із м'яса – котлет «Здоров'я», виготовлених із використанням дієтичної добавки «Гемовітал» / В. В. Євлаш // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. праць / Дон. нац. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2007. – Вип. 17. – С. 176–181.

19. Євлаш В. В. Технологія десерту сиркового «Попелюшка» протианемічної спрямованості / В. В. Євлаш, Н. Г. Кадникова, О. Ю. Нагорний // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2007. – Вип. 2 (6). – С. 47–51.

20. Евлаш В. В. Исследование функционально-технологических свойств добавки «Гемовитал» / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, Л. А. Чернова, К. Д. Розанова // Механізація сільськогосподарського виробництва і технології харчових виробництв (серія: технічні науки) : зб. наук. праць / Луг. нац. аграрний ун-т. – Луганськ, 2008. – № 87. – С. 62–66.

21. Євлаш В. В. Технологія хліба житньо-пшеничного, що збагачений на гемове залізо, та оцінка якості (початок) / В. В. Євлаш, О. В. Неміріч, В. О. Віннікова // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2008. – № 1 (16). – С. 48–51.

22. Євлаш В. В. Технологія хліба житньо-пшеничного, що збагачений на гемове залізо, та оцінка якості (закінчення) / В. В. Євлаш, О. В. Неміріч, В. О. Віннікова // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2008. – № 2 (16). – С. 48–50.

23. Евлаш В. В. Теоретические предпосылки и экспериментальные проверки механизмов стабилизации гемового комплекса / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, Н. Т. Малафаев // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 1/3 (31). – С. 18–22.

24. Євлаш В. В. Хліб «Бадьорість» як функціональний продукт харчування та його конкурентоспроможність / В. В. Євлаш, О. А. Круглова, В. О. Віннікова // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. праць / Дон. нац. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2008. – Вип. 18. – С. 37–43.

25. Дуденко Н. В. Наукове обґрунтування технології продуктів харчування з функціональними властивостями / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька, В. В. Євлаш, В. О. Коваленко, М. П. Головка // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. 2008. – Вип. 1 (7). – С. 10–21.

26. Пат. 56487 А Україна, МПК⁷ А23J1/06. Спосіб виробництва поліфункціональної харчової домішки з використанням харчової крові «Гемодар» / Черевко О. І., Волошин П. В., Коваленко В. О., Євлаш В. В., Розанова К. Д., Горбань В. Г., Неміріч О. В. ; заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна). – № 2002065113 ; заявл. 20.06.2002 ; опубл. 15.05.2003, Бюл. № 5. – 5 с.

27. Пат. 64888 А Україна, МПК А23L1/31. Спосіб виробництва сухої харчової добавки «Кальцій-гем» з використанням крові забійної худоби та харчового кісткового напівфабрикату (ХКН) / Черевко О. І., Головка М. П., Євлаш В. В. ; заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна). – № 2002107858 ; заявл. 03.10.2002 ; опубл. 15.03.2004, Бюл. № 3. – 4 с.

28. Пат. 7655 U Україна, МПК⁷ А23J1/06. Спосіб виробництва біологічно-активної добавки «Гемовітал» / Євлаш В. В., Погожих М. І., Розанова К. Д., Коваленко В. О., Горбань В. Г., Віннікова В. О., Гавриш А. В. ; заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна). – № 20040604604 ; заявл. 14.06.2004 ; опубл. 15.07.2005, Бюл. № 7. – 5 с.

29. Пат. 14894 U Україна, МПК⁷ А23D13/02. Спосіб виробництва пшенично-житнього хліба «Бадьорість» / Євлаш В. В., Погожих М. І., Неміріч О. В., Олійник С. Г., Віннікова В. О., Гавриш А. В. ; заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна). – № u200501535 ; заявл. 21.02.2005 ; опубл. 15.06.2006, Бюл. № 6. – 5 с.

30. Пат. 26696 U Україна, МПК⁷ А21D13/08. Спосіб виробництва пряників «Бадьорість» / Євлаш В. В., Погожих М. І., Неміріч О. В., Віннікова В. О. ; заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна). – № u200700379 ; заявл. 15.01.2007 ; опубл. 10.10.2007, Бюл. № 16. – 5 с.

31. Пат. 38852 U Україна, МПК А23С7/00. Спосіб виробництва десертів з кисломолочного сиру / Погожих М. І., Євлаш В. В., Неміріч О. В. ; заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна). – № u200808923 ; заявл. 08.07.2008 ; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2. – 4 с.

32. Головка М. П. Технологія нової поліфункціональної біологічно активної добавки «Кальцій-Гем» / М. П. Головка, В. В. Євлаш // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі : Міжнар. наук.-метод. конф., 24 жовтня 2002 р. – Х., 2002. – С. 104–105.

33. Лерина И. В. Биологически активные добавки из крови и их использование в производстве продуктов питания повышенной биологической ценности / И. В. Лерина, В. В. Євлаш,

В. А. Коваленко, В. Г. Горбань // Управлінські та технологічні аспекти розвитку підприємств харчування та торгівлі : Міжнар. наук.- практ. конф., 19 листопада 2003 р. – Х., 2003. – С. 105–106.

34. Евлаш В. В. Железосодержащая пищевая добавка из крови убойных животных / В. В. Евлаш, В. А. Коваленко, К. Д. Розанова, В. Г. Горбань // Наука і соціальні проблеми суспільства: медицина, фармація, біотехнологія : III Міжнар. наук.- практ. конф., 21-23 травня 2003 р. – Х., 2003. – Ч. 2. – С. 262.

35. Погожих М. І. Стабілізація форм гемоглобіна сорбцією. Проблеми біологічної і медичної фізики / М. І. Погожих, В. В. Євлаш // I Українська наукова конференція з міжнародним представництвом : укр. наук. конф., 20-22 вересня 2004 р. – Х., 2004. – С. 192.

36. Евлаш В. В. Биологически активная добавка нового поколения противоанемического действия и актуальность продвижения ее на ранке Украины / В. В. Евлаш, А. В. Немирич, В. А. Винникова, В. А. Коваленко // Актуальні проблеми розвитку реклами в Україні : Всеукр. наук.-практ. конф., 14-15 квітня 2004 р. – Х., 2004. – С. 16–20.

37. Евлаш В. В. Биологическая ценность новой пищевой добавки «Гемовитал» лечебно-профилактического назначения / В. В. Евлаш, В. А. Винникова, А. В. Гавриш Л. А. Чернова // Товарознавство та ринок споживчих товарів у 3-му тисячолітті : Міжнар. наук.-практ. конф., 14-15 жовтня 2004 р. – Донецьк, 2004. – С. 22–23.

38. Евлаш В. В. Разработка технологии пшенично-ржаного хлеба направленного противанемического действия. Пути повышения качества услуг общественного питания / В. В. Евлаш // Технология продуктов общественного питания : Междунар. научн.-практ. конф., 23-24 декабря, 2005 г. – Саратов, 2005. – С. 110–112.

39. Евлаш В. В. Технологии переработки крови крупного рогатого скота для пищевых целей / В. В. Евлаш, М. І. Погожих // Пищевые технологии – 2005 : Междунар. научн.-практ. конф., 12-14 ноября 2005 г. – Одеса, 2005. – С. 131.

40. Євлаш В. В. Хлібобулочні продукти для лікувально-профілактичного харчування / В. В. Євлаш, М. І. Погожих // Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодні і перспективи : IX Міжнар. наук.-техн. конф., 17-19 жовтня 2005 р. – К., 2005. – С. 120.

41. Євлаш В. В. Спосіб стабілізації гемового заліза та його кількісне визначення в багатокомпонентних харчових системах / В. В. Євлаш, Н. І. Погожих, К. Д. Розанова, В. О. Віннікова // Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка : Міжнар. наук.-практ. конф., 8-9 вересня 2005 р. – Святогірськ, 2005. – С. 86–87.

42. Євлаш В. В. Технологія харчових добавок лікувально-профілактичної дії з крові забійних тварин / В. В. Євлаш, В. О. Віннікова // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини : I міжгалуз. Міжнар. наук.-практ. конф., 8-9 квітня 2005 р. – Донецьк, 2005. – С. 52–54.

43. Евлаш В. В. Разработка и обоснование количественного метода определения гемового железа в многокомпонентных биологически-активных добавках / В. В. Евлаш, К. Д. Розанова, А. М. Ермоленко, В. В. Литинская, В. А. Винникова // Досягнення та перспективи розвитку фар-

мацевтичної галузі України : 6 Нац. з'їзд фармацевтів України, 28-30 вересня 2005 р. – Х., 2005. – С. 397–398.

44. Евлаш В. В. Клинико-лабораторное исследование диетической добавки – Гемовитал при введении ее в рационы питания / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : IV Міжнар. наук.-практ. конф., 23-24 травня 2006 р. – У 2 ч. – Х., 2006. – Ч. 1. – С. 145–147.

45. Погожих Н. И. Механизмы стабилизации гемового железа в коллоидном растворе натрий-карбоксиметилцеллюлозы / Н. И. Погожих, В. В. Евлаш, Н. Т. Малафеев, К. Д. Розанова // Дисперсные системы : 22 научн. конф. стран СНГ, 18-22 сентября 2006 г. – Одесса, 2006. – С. 270–271.

46. Погожих Н. И. Использование пищевых добавок, содержащих гемовое железо для функциональных продуктов питания / Н. И. Погожих, П. А. Карпенко, В. В. Евлаш // Актуальні питання гігієни харчування та безпечності продуктів. Міжнародні, європейські і національні підходи до вирішення. Нові критерії оцінки ризику, показники, методи та регламенти. Питна вода – харчовий продукт №1. Проблема функціонального харчування : IV Міжнар. наук.-практ. конф., 25-26 жовтня 2006 р. – К., 2006. – С. 69–70.

47. Евлаш В. В. Диетические добавки в технологиях функциональных продуктов питания / В. В. Евлаш, В. А. Винникова, В. А. Коваленко, В. Г. Горбань, О. В. Москаленко // Валеологія: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку : V Міжнар. наук.-практ. конф., 12-14 квітня 2007 р. – У 2 т. – Х., 2007. – Т. 1. – С. 61–67.

48. Погожих М. И. Технології харчових продуктів для профілактики залізодефіцитної анемії / М. И. Погожих, В. В. Євлаш, М. О. Кадикова // Актуальні проблеми харчування. Технологія та обладнання, організація і економіка : V Міжнар. наук.-практ. конф., 12-14 вересня 2007 р., м. Святогірськ – Донецьк, 2007. – С. 33–34.

49. Евлаш В. В. Научные основы технологии продуктов питания, обогащенных гемовым железом : механизм стабилизации гемового комплекса / В. В. Евлаш // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке : III Междунар. научн.-техн. конф., 13-15 ноября 2007 г. – Санкт-Петербург, 2007. – С. 302–309.

50. Євлаш В. В. Дослідження в'язкості десертів сиркових при введенні дієтичної добавки «Гемовітал» / В. В. Євлаш, А. І. Задера, М. Т. Малафаєв // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства : Всеукр. наук. конф. студентів та аспірантів, 11 квітня 2008 р. – Х., 2008. – С. 63.

51. Евлаш В. В. Способы обогащения мучных кондитерских изделий гемовым железом / В. В. Евлаш, О. Т. Старчаенко, В. А. Акмен // Технология и продукты здорового питания : II Междунар. научн.-практ. конф., 2008 г. – Саратов, 2008. – С. 45–46.

52. Погожих Н. И. СТП-сушка крови КРС с дисперсностями растительного происхождения / Н. И. Погожих, В. В. Евлаш, Н. М. Цуркан // Проблеми ефективності та якості в процесах сушіння харчування сировини : Всеукр. наук.-практ. конф., 31 жовтня 2008 р. – Х., 2008. – С. 13–14.

АНОТАЦІЯ

Свляш В.В. Наукове обґрунтування технології дієтичної добавки та харчових продуктів антианемічного спрямування зі стабілізованим гемовим залізом. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія продуктів харчування. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2009 р.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та розробці технології харчових продуктів антианемічного спрямування шляхом збагачення їх дієтичною добавкою зі стабілізованим гемовим залізом.

Встановлено, що для лікування та профілактики залізодефіцитних станів (ЗДС) в раціони харчування населення повинні бути включені залізовмісні дієтичні добавки та харчові продукти, що містять гемове залізо переважно в двовалентній формі та всі необхідні компоненти для метаболізму заліза.

Науково обґрунтовано та розроблено технологію дієтичної добавки з крові великої рогатої худоби (ВРХ). Доведено, що для формування необхідних функціонально-технологічних та фізіологічних властивостей дієтичної добавки необхідно стабілізувати гемовий комплекс при переробці крові ВРХ. Реологічними та молекулярно-кінетичними дослідженнями підтверджено ефективність принципу стабілізації гемового комплексу просторовою структурою гелю, утвореного Na-КМЦ.

Розроблено концепцію збагачення харчових продуктів гемовим залізом для профілактики та лікування ЗДС, згідно якої науково обґрунтовано та розроблено технологію харчових продуктів антианемічного спрямування: м'ясних січених виробів, десертів з кисломолочного сиру, хлібобулочних виробів, пряників. Одержано нові данні про вплив дієтичної добавки «Гемовітал» на фізико-хімічні, функціонально-технологічні, структурно-механічні, мікробіологічні характеристики цих продуктів. Визначені основні показники якості та безпеки розробленої продукції.

Доведено, що у нових харчових продуктах гемове залізо знаходиться переважно у двовалентній формі.

Наведено результати клінічних досліджень, розраховано економічну ефективність впровадження нових технологій у народне господарство.

Ключові слова: стабілізоване гемове залізо, дієтична добавка «Гемовітал», харчові продукти антианемічного спрямування, м'ясні січені вироби, десерти з кисломолочного сиру, хлібобулочні вироби, пряники.

АННОТАЦИЯ

Евляш В.В. Научное обоснование технологии диетической добавки и пищевых продуктов антианемической направленности со стабилизированным гемовым железом. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.16 – технология продуктов питания. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2009 г.

Диссертация посвящена научному обоснованию и разработке технологии пищевых продуктов антианемической направленности путем обогащения их диетической добавкой со стабилизированным гемовым железом.

Установлено, что для лечения и профилактики железодефицитных состояний (ЖДС) в рационы питания населения должны быть включены железосодержащие диетические добавки и пищевые продукты, содержащие гемовое железо преимущественно в двухвалентной форме. Определено, что одним из направлений получения железосодержащей диетической добавки является разработка технологии переработки крови крупного рогатого скота (КРС) как естественного источника гемового железа.

Научно обоснована и разработана технология диетической добавки из крови КРС. Доказано, что для формирования необходимых функционально-технологических и физиологических свойств диетической добавки необходимо стабилизировать конформационную структуру гемового комплекса. С этой целью разработана феноменологическая модель молекулы гемоглобина, рассмотрена динамика поведения молекулы в присутствии других компонентов крови и ингредиентов рецептуры. Реологическими и молекулярно-кинетическими исследованиями подтверждено эффективность стабилизации гемового комплекса пространственной структурой геля, образованного набухшей в крови КРС Na-КМЦ.

Доказано, что низкотемпературный гемолиз эритроцитов является наиболее эффективным с точки зрения сохранения двухвалентного железа. Найдено, что степень гемолиза незначительно зависит от температуры заморозки, а в большей степени от длительности экспозиции.

Установлены рациональные соотношения рецептурных компонентов: кровь КРС – 98,4%, аскорбат натрия – 0,1%, Na-КМЦ – 1,5%. Определены рациональные способы и режимы получения диетической добавки: нагревание смеси до температуры $85 \pm 2^\circ \text{C}$; СТП-сушка при температуре $75 \pm 2^\circ \text{C}$ длительностью $(90 \dots 100) \times 60$ с, измельчение до размеров частиц в основной фракции $d = (25 \dots 30) \times 10^{-6}$ м. При этом достигается оптимальное соотношение двух- и трехвалентного железа (HbO₂) – оксигемоглобин (Fe⁺²) – 10%, (Hb) – дезоксигемоглобин (Fe⁺²) – 40%, (MetHb) – метгемоглобин (Fe⁺³) – 50%.

Разработана концепция обогащения пищевых продуктов гемовым железом, согласно которой научно обоснованы и разработаны технологии пищевых продуктов антианемической направленности: мясных рубленых изделий, десертов из творога, хлебобулочных изделий, пряников.

Получены новые данные о влиянии диетической добавки «Гемовитал» на физико-химические, структурно-механические, функционально-технологические свойства, а именно: повышение влагосвязывающей способности, увеличение выхода готовых изделий, повышение пищевой и биологической ценности, увеличение содержания гемового железа (4,4 мг/100 г продукта), увеличение динамической вязкости и снижение предельного напряжения сдвига, формирование цвета, положительное влияние на жизнеспособность бродильной микрофлоры заквасок – дрожжей и молочнокислых бактерий, продление сроков хранения продуктов.

Установлено, что в новых пищевых продуктах гемовое железо находится преимущественно в двухвалентной форме.

Клиническими исследованиями доказана целесообразность и перспективность использования разработанных пищевых продуктов для профилактики и лечения ЖДС.

Основные результаты работы внедрены в производство. Обоснована их социально-экономическая эффективность.

Ключевые слова: стабилизированное гемовое железо, диетическая добавка «Гемовитал», пищевые продукты антианемической направленности, мясные рубленые изделия, десерты из творога, хлебобулочные изделия, пряники.

ANNOTATION

Evlash V.V. Scientific substantiation of the technology of food additive and food stuffs of anti-anemic action with the stabilized hem iron. – Manuscript.

Dissertation for the Doctor's degree by speciality 05.18.16 – food products technology. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade at the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2009.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation and development of the technology of food products with antianemic action through their enrichment by dietetic additive with the stabilized hem iron.

It is determined that for medication and preventive measures of iron-deficit conditions (IDC) in the diet of population iron-containing dietary additives and food stuffs with hem iron mostly in bivalent form and all components necessary of the iron metabolism should be included.

Technology of dietary additive from the cattle blood is scientifically substantiated and developed. It is proved that it is necessary to stabilize hem complex during the processing of cattle blood for the formation of necessary functional-technological and physiologic properties of dietary additive. Rheological and molecular-kinetic investigations proved efficiency of the stabilization principle of hem complex by the dimensional structure of gel created by sodium of carboxymethylcellulose.

The author worked out the concept of food products' enrichment by hem iron for prophylaxis and medication, according to which the technology for antianemic food products – minced meat products, desserts from lactic cheese, bakery products, gingerbreads - is substantiated and developed. New data about the influence of "Hemovital" dietary additive on physical-chemical, functional-technological, structural-mechanical, microbiological characteristics of these products are received. Main safety and quality parameters of the developed products are determined.

It is proved that hem iron in new food products is found mostly in bivalent form.

Results of clinical investigations are presented, economic efficiency of inculcating new technologies into national economy are presented.

Key words: stabilized hem iron, "Hemovital" dietary additive, antianemic food products, minced meat products, desserts from lactic cheese, bakery products, gingerbread.

Підп. до друку 23.04.2009 р. Формат 60×90/16. Папір офсет. Друк офсет.

Обл.-вид. арк. 1,7. Ум. друк. арк. 1,9.

Тираж 100 прим. Замов. №124

ДОД ХДУХТ, вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051