

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**ДЕКУША ГАННА ВАЛЕРІЇВНА**

УДК 641.562

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СУХИХ СУМІШЕЙ  
З ГІДРОЛІЗОВАНИМ БІЛКОМ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ**

Спеціальність 05.18.16 – технологія продуктів харчування

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук



Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті технічної теплофізики Національної академії наук України.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, академік НАН України,  
**Долінський Анатолій Андрійович,**  
Інститут технічної теплофізики НАН України,  
директор

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Тележенко Любов Миколаївна,**  
Одеська національна академія харчових  
технологій, кафедра технології харчування  
та ресторанного сервісу, завідувач кафедри;

кандидат технічних наук, доцент  
**Скорченко Тетяна Анатоліївна,**  
Національний університет харчових технологій,  
м. Київ, кафедра технології молока  
та молочних продуктів, доцент кафедри.

Захист відбудеться *10 червня 2009 року о 14<sup>30</sup>* годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 Одеської національної академії харчових технологій (65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112) в ауд. А – 234.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий «10» червня 2009 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради,  
д.т.н., професор

Г.М. Станкевич

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Потреба створення сучасних вітчизняних спеціальних сумішей для штучного годування малят на першому році життя сьогодні є нагальною. За даними ДУ «Інститут педіатрії, акушерства та гінекології» Академії медичних наук України (ІПАГ АМН України) біля третини дітей грудного та раннього віку, що знаходяться на штучному вигодовуванні страждають харчовою алергією до білків коров'ячого молока, шлунково-кишковими розладами та іншими ускладненнями.

Сьогодні в світі активно розробляються та випускаються адаптовані гіпоалергенні суміші для малят. За кордоном широко представлено виробництво продуктів на основі гідролізатів білків коров'ячого молока та білків сої, що легко засвоюються. Накопичений досвід ефективності їх використання у харчуванні свідчить, що такі сучасні імпорتنі суміші адаптовані, повністю забезпечують потреби дитини на першому році життя і можуть тривалий час використовуватися як замітники жіночого молока.

В Україні промисловий випуск продуктів дитячого харчування спеціального призначення не налагоджений, так як потребує вирішення комплексу наукових, технологічних та інвестиційних задач. В зв'язку з цим розробка та впровадження технології виробництва сухих адаптованих сумішей з гідролізованим білком для дитячого харчування на підприємствах України є актуальними. Використання вітчизняного ефективного енергоощадного обладнання, принцип роботи якого заснований на ефектах дискретно-імпульсного вводу енергії (ДІВЕ), дозволить створити новий продукт високої харчової та біологічної цінності, що не поступається за якістю імпортним аналогам, але значно меншої собівартості.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота є узагальненням результатів науково-дослідних робіт Інституту технічної теплофізики НАН України (ІТТФ) 2003-2006 р.р. в рамках державної програми «Діти України» за тематиками: «Розробка рецептур, відпрацювання технологічних режимів та виготовлення дослідних партій концентратів сухих на основі сої. Розробка та затвердження технологічної інструкції на їх виробництво» (номер державної реєстрації № 0103U006093, 2003 р.), «Дослідження і аналіз амінокислотного складу білкових продуктів з метою створення на їх основі спеціалізованих сумішей із заданими властивостями для дитячого лікувального харчування» (№ 0104U007538, 2004 р.), «Розробка технології виробництва збалансованих продуктів лікувального і профілактичного призначення на основі гідролізованих білків, збалансованих по амінокислотному складу для дітей грудного віку» (№ 0105U003052, 2005 р.), «Удосконалення технології виробництва сухих адаптованих сумішей з гідролізованим білком для дитячого лікувального харчування» (№ 0106U004064, 2006 р.), які проводилися спільно з ІПАГ Академії медичних наук згідно з договорами № 603 від 04.04.2003 р., № 604 від 20.01.2004 р., № 605 від 14.01.2005 р. та № 607 від 10.01.2006 р. відповідно, а також при виконанні науково-технічного проекту «Використання ефекту дискретно-імпульсного вводу енергії при розробці та впровадженні енергоресурсозберігаючої технології виробництва сухих багатокомпонентних сумішей» за завданням Національної академії наук України (№ 0107U005173, 2007 р.).

**Мета та завдання дослідження.** Мета – розробка науково обгрунтованої технології гіпоалергенної сухої адаптованої суміші з гідролізованим білком для дитячого харчування спеціального призначення (САСГБ) «Малютка ГА», що за амінокислотним складом максимально наближена до складу білків жіночого молока.

Відповідно до мети досліджень визначено наступні завдання:

- провести аналіз існуючих технологій сухих адаптованих гіпоалергенних сумішей для дитячого харчування;
- визначити раціональні параметри ферментативного гідролізу білкових компонентів сумішей «Малютка ГА» з певним розподілом низькомолекулярних пептидів та частково гідролізованих білків;
- визначити молекулярну масу отриманих пептидів;
- збалансувати склад незамінних амінокислот суміші ізольованого соєвого білка та концентрату білкового із молочної сироватки щодо складу незамінних амінокислот жіночого молока;
- оцінити ефективність використання роторно-пульсаційного апарату (РПА), принцип роботи якого заснований на ефектах ДІВЕ, при гомогенізації нормалізованої суміші у порівнянні з стандартним обладнанням, визначити ступінь дисперсності жирової фази готової відновленої суміші «Малютка ГА»;
- науково обгрунтувати та розробити рецептури сумішей на основі гідролізованих білків «Малютка ГА», які б за своїм складом наближались до складу жіночого молока, розробити та затвердити нормативну документацію на виробництво сумішей;
- провести промислові випробовування розробленої технології суміші «Малютка ГА», обладнання та впровадити їх у виробництво;
- провести медико-біологічні дослідження нового продукту – гіпоалергенної суміші з гідролізованим білком «Малютка ГА».

*Об'єкт дослідження* – технологія виробництва САСГБ.

*Предмет дослідження* – ізольований соєвий білок, концентрат білковий із молочної сироватки, казеїн та їх білкові гідролізати, САСГБ.

*Методи дослідження* – загальноприйняті, біохімічні, фізико-хімічні, органолептичні, медико-біологічні, хімічні та модифіковані з використанням сучасних пристроїв і комп'ютерних технологій.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Встановлено доцільність використання гідролізованої суміші білків рослинного та тваринного походження у продуктах спеціального призначення для харчування дітей першого року життя з алергією до білків коров'ячого молока та шлунково-кишковими розладами.

Науково обгрунтовано вибір раціональних режимних параметрів процесу ферментативного гідролізу білків та встановлено, що при запропонованих умовах ступінь гідролізу білків становить 65...80 %.

Визначено молекулярні маси отриманих низькопептидних фракцій, які становлять 1000...3000 Да, що дозволяє рекомендувати їх для використання в продуктах дитячого харчування спеціального призначення.

Охарактеризовано кількісний та якісний амінокислотний склад отриманих гідролізатів щодо амінокислотного складу білків жіночого молока. Підібрано

оптимальне співвідношення соєвих білків та білків молочної сироватки, що за амінокислотним складом наближене до жіночого молока.

Обґрунтовано рецептури САСГБ, що дають змогу отримати повноцінний продукт зі збалансованим амінокислотним та хімічним складом, ефективність яких підтверджено клінічною апробацією.

Визначено, що використання ефектів ДІВЕ при змішуванні та гомогенізації нормалізованої суміші САСГБ на РПА циліндричного типу дозволяє отримати високоякісний тонкодисперсний продукт при низькому рівні енерговитрат.

Новизна наукових рішень, які містяться в роботі, підтверджується патентами України на корисну модель «Композиція для дитячого харчування» (№ 28681), «Спосіб отримання гідролізованого білкового продукту» (№ 35711) та «Спосіб виробництва гідролізованих білкових продуктів для дієтичного та лікувально-оздоровчого харчування» (№ 23283).

**Практичне значення одержаних результатів.** На підставі комплексних експериментальних досліджень розроблено та впроваджено нову технологію САСГБ „Малютка ГА”. Запропонована технологія дозволяє отримати продукт, білковий компонент якого містить комплекс низькомолекулярних пептидів та амінокислот, що знижують вміст алергенів та покращують харчову цінність, і призначений для використання при хворобах шлунково-кишкового тракту та харчових алергіях до білків коров'ячого молока дітей грудного та раннього віку.

На новий продукт розроблено та затверджено нормативно-технічну документацію ТУ У 15.8-05417118-033:2005 «Суміші сухі адаптовані з гідролізованим білком для дитячого лікувального харчування», отримано висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи Міністерства охорони здоров'я України “Суміші сухі адаптовані з гідролізованим білком для дитячого харчування” № 05.03.02-06/32334 від 21.07.2005 р.

Результати роботи підтверджено медико-біологічними дослідженнями розробленого продукту, що були проведені у відділенні проблем харчування і соматичної патології дітей раннього віку ШПАГ АМН України. Встановлено, що САСГБ «Малютка ГА» є високоцінним продуктом, який легко засвоюється, для штучного та змішаного харчування малят з ризиком появи чи проявами харчової алергії до білків тваринного походження і білків сої, патологією шлунково-кишкового тракту.

Розроблена технологія та обладнання успішно пройшли промислові випробовування і наразі впроваджені на ВАТ «Хорольський молококонсервний комбінат дитячих продуктів».

**Особистий внесок здобувача.** Автор особисто сформулював мету та завдання досліджень, приймав участь у складанні програми роботи, а також проводив експериментальні дослідження щодо визначення впливу режимних параметрів на процес ферментативного гідролізу високобілкових продуктів, визначенні молекулярних мас отриманих білкових гідролізатів, розробленні рецептур, технології та напрацюванні дослідних партій САСГБ «Малютка ГА», впровадженні та патентуванні розробок, підготовці та опублікуванні результатів досліджень.

Аналіз та узагальнення результатів роботи проведено спільно з науковим керівником д.т.н., акад. НАН України А.А. Долінським та к.т.н. Н.О. Шарковою.

Визначення амінокислотного складу білків, білкових гідролізатів та амінокислотного складу САСГБ проведено спільно з співробітниками Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України. Аналіз результатів медико-біологічних досліджень проведено разом із співробітниками ПАГ АМН України. Відпрацювання технологічних режимів виробництва «Малютки ГА» та напрацювання дослідно-промислових партій проведено разом з працівниками ВАТ «Хорольський молококонсервний комбінат дитячих продуктів». Особистий внесок здобувача підтверджується поданими документами та науковими публікаціями.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідались на IV міжнародній конференції «Проблеми промислової теплотехніки» (м. Київ, 2003 р., 2005 р.), на другій міжнародній науково-практичній конференції «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы) СЭТТ-2005» (м. Москва, 2005 р.), на науково-практичній конференції молодих вчених «Теплоэнергетика: моделювання, оптимізація, енергоощадність» (м. Київ, 2004 р.), на IX Українському біохімічному з'їзді (м. Харків, 2006 р.) на 12-й міжнародній науково-практичній конференції «Совершенствование процессов и оборудования пищевых и химических производств» (м. Одеса, 2008 р.) та на наукових семінарах ІТТФ НАН України. Робота була представлена на 5-му конкурсі науково-технічних проектів «Інтелектуальний потенціал молодих вчених – місту Києву» (2005 р.), організований Київською міською держадміністрацією та Національною академією наук України. Представлений проект нагороджено I премією та відзначено дипломом.

**Публікації.** Результати дисертаційної роботи опубліковано в 13 друкованих роботах, серед них 6 статей у фахових виданнях, перелік яких затверджено ВАК України, 3 патенти України на корисну модель та 4 тези міжнародних та всеукраїнських конференцій.

**Структура і обсяг дисертації.** Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків.

Дисертаційна робота викладена на 125 сторінках основного тексту, містить 26 рисунків (19 сторінок), 39 таблиць (16 сторінок), 7 додатків (19 сторінок). Список використаних літературних джерел складає 132 найменувань (13 сторінок).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** дисертації обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету та завдання досліджень, наведено наукову новизну, практичну цінність отриманих результатів та особистий внесок здобувача при проведенні досліджень та публікації за темою дисертаційної роботи.

**У першому розділі** «Асортимент сухих сумішей для дитячого харчування спеціального призначення. Аналіз білків, сировини та технологій» наведено характеристику основних видів існуючих сухих адаптованих сумішей для дитячого харчування. Здійснено огляд основних технологій сумішей в працях В.Д. Отт, П.Ф. Крашенініна, Г.Б. Рудавської, К.С. Ладодо, Л.В. Голубевої, І.Я. Коня та енергоресурсоощадного обладнання в працях А.А. Долінського, Б.І. Баска, М.А. Промптова.

Проведено аналіз високобілкових продуктів рослинного та тваринного походження та протеолітичних ферментних комплексів, що представлені на ринку України. Здійснено огляд способів гідролізу харчових білків та показано доцільність їх ферментативного гідролізу при створенні гіпоалергенних продуктів харчування. Обґрунтовано необхідність розроблення вітчизняної технології виробництва САСГБ для дитячого харчування, що за амінокислотним складом наближені до білків жіночого молока. На підставі аналізу літературних та патентних джерел запропоновано напрямки проведення наукових досліджень.

У другому розділі «Постановка експерименту. Матеріали і методи досліджень» викладено відомості про предмети, обладнання і методи досліджень. Схему напрямків проведення досліджень наведено на рис. 1.



Рис. 1. Схема проведення досліджень. виконано у відділі тепломасообміну в дисперсних системах ІІІФ НАН України, окремі дослідження – в Інституті біохімії ім. акад. О.В. Палладіна. Медико-біологічні дослідження суміші «Малютка ГА» проведено в ДУ „Інститут педіатрії, акушерства та гінекології” АМН України. Виробничі випробовування технології та обладнання проведено на ВАТ «Хорольський молококонсервний комбінат дитячих продуктів».

В роботі використані загальноприйняті та модифіковані методи. Ступінь ферментативного гідролізу білків визначали спектрофотометричним методом; величину молекулярної маси гідролізатів – методом гель-хроматографії; амінокислотний склад – методом іонообмінної рідинно-колоночної хроматографії; ступінь дисперсності в готовому продукті – оптичним методом (за В. Вайткусом, Е. Казлаускайте) та методом оптичної мікроскопії. Дослідження реологічних властивостей компонентів проводили на цифровому віскозиметрі Brookfield digital viscometer DV-E (США).

**У третьому розділі** «Вплив технологічних режимів на якісні та кількісні показники гідролізатів білків. Розробка рецептур сумішей «Малютка ГА» наведено результати досліджень ступеня ферментативного гідролізу білків в залежності від режимних параметрів, на підставі яких підібрано раціональні умови ведення процесу. Визначено молекулярні маси отриманих білкових гідролізатів та їх амінокислотний склад; проведено балансування білкової основи щодо складу незамінних амінокислот жіночого молока та корегування жирнокислотного складу; досліджено функціонально-технологічні показники сухих компонентів суміші, реологічні властивості компонентів; обґрунтовано та розроблено рецептури САСГБ «Малютка ГА».

Для проведення ферментативного гідролізу білків використовували протеолітичні ферментні препаратати з широким діапазоном дії, що застосовуються для отримання харчових продуктів: «Протеаза «С», «Біопротеаза», «Профікс».

Експериментальні дослідження щодо визначення ступеня ферментативного гідролізу білків проводили в залежності від наступних параметрів:

- масової частки білка  $\omega_6$  в водному середовищі ( $\omega_6 = 2,2; 3,3; 6,7; 10$  та  $14,3$  %) при масовій частці ферментного препарату  $\omega_\phi = 5$  % по відношенню до маси білка та тривалості гідролізу  $\phi = 60$  хв;
- масової частки ферментного препарату  $\omega_\phi$  ( $\omega_\phi = 0,25; 0,5; 1; 2,5; 5; 10$  та  $20$  %) по відношенню до маси білка при  $\omega_6 = 6,6$  % та часі гідролізу  $\phi = 60$  хв;
- тривалості процесу гідролізу  $\phi$  ( $\phi = 0; 60; 120; 180, 240$  хв) при  $\omega_6 = 6,6$  % і  $\omega_\phi = 5$  %;
- масових часток ферментних препаратів  $\omega_\phi$  у різних співвідношеннях на окремі білки,  $\omega_6 = 6,6$  %, тривалість ферментативного гідролізу білка  $\phi = 60$  хв;
- масових часток ферментних препаратів  $\omega_\phi$  у різних співвідношеннях на суміш білків (ізольований соєвий білок:концентрат білків із молочної сироватки 30:70 відповідно) при  $\omega_6 = 6,6$  % та тривалості ферментативного гідролізу білків  $\phi = 60$  хв.

Результати досліджень залежності ступеня ферментативного гідролізу від концентрації білка у водному середовищі (рис. 2) свідчать, що зменшення масової частки білка покращує ступінь гідролізу.

Найбільшу глибину гідролізу білків відмічено при масовій частці білка  $\omega_6 = 2,2$  %. У ізолюваного соєвого білка вона була найбільшою і становила – 94 % комплексом «Протеаза «С», найменша – у концентраті білків із молочної сироватки – 27 % «Біопротеазою». Невисокий ступінь гідролізу в казеїні – 30...44 %.

При гідролізі білкових продуктів із збільшенням масової частки протеолітичних ферментів  $\omega_{\phi}$  у всіх випадках спостерігали зростання ступеня гідролізу (рис. 3).

Встановлено, що у всіх випадках, крім казеїну, досягнуто високого ступеня ферментативного гідролізу білків, при  $\omega_{\phi} = 20$  % він складав: для ізолюваного соєвого білка 67...82 %, для концентрату білкового із молочної сироватки – 70...93 %.

Результати досліджень ступеня ферментативного гідролізу білкових субстратів протеолітичними ферментними препаратами в залежності від часу (рис. 4) показали, що найбільшою швидкістю гідролізу була впродовж першої години процесу. Після чого процес уповільнювався і подальше проведення гідролізу визначалося незначним наростанням пептидів. Винятком був гідроліз казеїну препаратом «Профікс», розщеплення якого продовжувало зростати до 85 % впродовж 240 хв.

Ступінь гідролізу ізолюваного соєвого білка через 60 хв. становив 43...65 %, концентрата білкового із молочної сироватки – 23...49 %, казеїну – 16...41 %.

В табл. 1 наведено результати досліджень ступеня гідролізу білкових продуктів різними ферментними протеолітичними препаратами.

Таблиця 1

**Ступінь ферментативного гідролізу високобілкових продуктів  
протеолітичними препаратами**

Найменування білкового продукту	Ступінь ферментативного гідролізу, %		
	Протеаза «С»	«Біопротеаза»	«Профікс»
Ізолюваний соєвий білок	55...58	52...55	35...37
Концентрат білків із молочної сироватки	50...52	22...26	35...40
Казеїн	15...18	25...28	37...40

При поєднанні протеолітичних ферментних препаратів величина гідролізу білків значно підвищується і складає в середньому вже 75 % для ізолюваного соєвого білка і 80 % для концентрата білкового із молочної сироватки.

Результати проведених досліджень показали, що в залежності від часу інкубації, концентрації білка та ферменту можна отримати заданий ступінь гідролізу високобілкових продуктів і, як наслідок, пептиди з різними молекулярними масами.

В результаті проведеного комплексу досліджень встановлено раціональні параметри ферментативного гідролізу високобілкових компонентів рослинного та тваринного походження для отримання гідролізованої основи суміші:  $\omega_6 = 6$  %,  $\omega_{\phi} = 5$  % (2,5 % «Біопротеази» та 2,5 % «Профікса»),  $\phi = 60$  хв. Ступінь гідролізу білків при цьому складає 65...80 %.

Наступний етап роботи – визначення молекулярної маси отриманих білкових гідролізатів (пептидів) методом гель-хроматографії. Вважається, що пептиди з молекулярною масою меншою 6000 Да не є антигенами і можуть використовуватися при створенні гіпоалергенних сумішей для дитячого харчування спеціального призначення. Молекулярний склад фракцій білкових гідролізатів після протеолізу різними ферментними препаратами наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Молекулярний склад фракцій пептидів  
після протеолізу ферментними препаратами**

Найменування високобілкового продукту	«Протеаза «С»		«Біопротеаза»		«Профікс»	
	Межа молекулярної маси, Да	Розподіл пептидів за молекулярними масами, %	Межа молекулярної маси, Да	Розподіл пептидів за молекулярними масами, %	Межа молекулярної маси, Да	Розподіл пептидів за молекулярними масами, %
Ізольований соєвий білок	45000 18500 7000 2800	2,7 6,8 14,7 75,8	1200	100	2800	100
Концентрат білків із молочної сироватки	15000 <1000	2,6 97,4	<1000	100	1200	100
Казеїн	<1000	100	2800 <1000	15,3 84,7	6500	100

При запропонованих умовах ведення процесу гідролізу можна розщепити більше 65 % білків, при цьому утворюються низькомолекулярні білкові гідролізати з молекулярною масою 1000...3000 Да, які не проявляють імуногенних властивостей. Такі пептиди можуть бути використані як повноцінний гіпоалергенний білковий компонент у адаптованих сумішах для дитячого харчування при алергії до білків. Гідроліз білків та включення отриманих гідролізатів до складу адаптованих сумішей знижують вміст алергенів та покращують біологічну цінність продуктів.

На підставі порівняльного аналізу складу незамінних амінокислот білкових продуктів визначено оптимальне співвідношення концентрату білків із молочної сироватки та ізольованого соєвого білку, що становить 70:30 відповідно, та за амінокислотним складом наближене до білків жіночого молока.

Гістограму складу незамінних амінокислот САСГБ «Малютка ГА» у порівнянні зі складом незамінних амінокислот білків жіночого молока та гіпоалергенної суміші NAN 1 ГА (фірма «Nestle») наведено на рис. 5.

Як видно з рис. 5, до складу гідролізованої білкової суміші входять всі незамінні амінокислоти у необхідній кількості, які забезпечують харчові потреби дитячого організму в білку, що підтверджує їх високу біологічну цінність. Вміст аргініну, незамінної амінокислоти для дітей грудного віку, складає 41 мг/білка.

Жировий компонент САСГБ складається з суміші рослинних олій (кукурудзяної та льняної) у кількості, що забезпечує оптимальне співвідношення есенціальних поліненасичених жирних кислот (омега-3:омега-6) – 1:10, покращує

засвоєння та обмін ліпідів. Вміст лінолевої кислоти ( $C_{18:2}$ ) складає 14,5 мг/100 г сухої суміші, ліноленової ( $C_{18:3}$ ) – 1,5 мг/100 г сухої суміші.

Вуглеводні компоненти продукту представлено лактозою, мальтодекстрином та кукурудзяним модифікованим крохмалем в якості стабілізатора. До рецептури сумішей «Малютка ГА біфідогенна» додатково введено концентрат лактулози, як пребіотичний фактор.

З метою адаптації запропонованого продукту до складу жіночого молока до рецептури введено жири, вуглеводи, вітамінні та мінеральні добавки згідно рекомендованих норм і стандартів: “Детские молочные смеси CODEX STAN 72 – 1994 г.”

Продукт додатково збагачений біологічно активними речовинами, які для дітей грудного віку є незамінними – таурином, L-карнітином, холіном та інозитолом. Харчову цінність продукту наведено в табл. 3.

Енергетична цінність 100 г сухої суміші – 2185,1 кДж, енергетична цінність 100 г відновленої суміші – 273,2 кДж. Осмолярність 100 мл «Малютки ГА» – 280...300 мОсм/л.

Таблиця 3

**Харчова цінність сухої адаптованої суміші з гідролізованим білком, г**

Компоненти	Кількість у 100 г сухої суміші	Кількість у 100 мл відновленої суміші
Білок	12,8	1,60
Жир	27,9	3,49
Вуглеводи	54,8	6,85
Зола	0,5	0,06
Волога	4	88,00

В роботі досліджено функціонально-технологічні показники складових компонентів САСГБ, оскільки вони значною мірою визначають технологічні режими отримання продукту. Визначено насипну густину сухих компонентів, індекс розчинності, водо- та жирутримуючу здатності білкових компонентів, реологічні властивості.

Рецептури та хімічний склад САСГБ для дитячого харчування узгоджено з керівником відділення харчування здорових та хворих дітей раннього віку ПАГ АМН України; отримано висновок, що САСГБ «Малютка ГА» є повноцінним продуктом високої біологічної та харчової цінності і може бути призначена для штучного та змішаного харчування дітей грудного і раннього віку, починаючи з перших днів життя.

У четвертому розділі «Розробка технології сухих адаптованих сумішей з гідролізованим білком для дитячого харчування» викладено етапи розроблення технології виробництва САСГБ. Виробничі випробування технології продукту проводились на ВАТ «Хорольський молококонсервний комбінат дитячих продуктів». Загальну апаратурно-технологічну схему виробництва САСГБ подано на рис. 6.

Встановлено, що при приготуванні водного розчину суміші білкових компонентів оптимальна величина  $\omega_6 = 6,5...6,7 \%$ , температура змішування –  $t = 35...45 \text{ }^\circ\text{C}$ , тривалість процесу –  $8...10 \text{ хв}$ .

Перевірка роботи РПА циліндричного типу показала його високу ефективність при відновленні сухих компонентів суміші, змішуванні та гомогенізації багатокomпонентної нормалізованої суміші (до 42 % сухих речовин) перед подачею на розпилювальне сушіння.

Встановлено, що середній діаметр частинок жирової фази відновленої САСГБ після обробки на РПА циліндричного типу складає близько  $1,8...2,3 \text{ мкм}$ , що дає можливість рекомендувати такий апарат на даному технологічному етапі.

Для інактивації протеолітичних ферментних препаратів та патогенної мікрофлори, гомогенну нормалізовану суміш піддавали тепловій обробці – пастеризували



в трубчастому пастеризаторі при температурі 85...90 °С впродовж 2 хв. та направляли на розпилювальне сушіння.

У розробленій технології процес сушіння вели на сушильній установці комбінованого типу («Ніро-Атомайзер», Данія), що оснащена інстантайзером. Сушіння продукту проводили при наступних режимах:

- температура повітря на вході в сушильну башту –  $t = 170...180$  °С;
- температура повітря на виході із сушильної башти –  $t = 76...82$  °С.

Суха суміш із сушильної башти потрапляла в інстантайзер, який виконує функції вібраційної конвективної сушарки. У перших двох секціях інстантайзера про-

дукт досушувався за рахунок подачі в нього нагрітого в калориферах гарячого повітря. В третій секції продукт охолоджувався холодним повітрям, що поступав із повітряного охолоджувача.

Температура повітря, що надходила у віброапарат становила для: першої секції –  $t = 20...40$  °С, другої секції –  $t = 10...20$  °С; третьої секції –  $t = 10...12$  °С. Температура сухого порошку на виході з інстантайзера не перевищувала 20 °С.

Встановлено, що кількість відновленої суміші якісних відходів була не вище 15 % загальної кількості сумішей.

Органолептичними та мікробіологічними дослідженнями визначено, що оптимальний термін зберігання суміші «Малютка ГА» в упакованому вигляді – 12 місяців з моменту закінчення технологічного процесу при температурі від 0 до 10 °С та відносній вологості не більше 80 %.

Розроблена технологія впроваджена на ВАТ «Хорольський молококонсервний комбінат дитячих продуктів» і не потребує суттєвих капіталовкладень на додаткове апаратне оснащення. Економічний ефект від впровадження нової технології досягається також за рахунок використання енергоресурсоощадного обладнання – РПА, принцип роботи якого заснований на ефектах ДІВЕ. У порівнянні з імпортними аналогами вартість «Малютки ГА» менша в середньому в 1,5...2 рази.

В результаті клінічної апробації, яку проведено у відділенні проблем харчування і соматичної патології дітей раннього віку ШПАГ АМН України, встановлено, що САСГБ «Малютка ГА» є високоцінним продуктом, що легко засвоюється, і може бути призначена для штучного та змішаного харчування дітей з ризиком появи чи проявами харчової алергії до білків тваринного походження і соєвих білків, починаючи з перших днів життя. Відзначено високу біологічну та харчову цінність та приємні смакові властивості продукту. У відновленому вигляді суміш – однорідна рідина без осаду білого з кремовим відтінком кольору, з приємним солодкуватим смаком з легкою гірчинкою та запахом, властивим даному виду продукції. Продукт може бути віднесений до продуктів функціонального харчування.

## ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу існуючих технологій сумішей для дитячого харчування, досліджень процесу ферментативного гідролізу білків та використання методу дискретно-імпульсного вводу енергії вперше в Україні розроблено та науково

обґрунтовано технологію сухих гіпоалергенних сумішей з гідролізованим білком для дитячого харчування «Малютка ГА».

2. Визначено раціональні режимні параметри ферментативного гідролізу білкових компонентів, що входять до рецептури продукту, при якому ступінь гідролізу складає 65...80 %, а саме: концентрація білкового розчину становить  $C_6 = 6,7 \%$ , масові частки протеолітичних ферментних препаратів «Біопротеаза N100L» та «Профікс 6500» складають по 2,5 % по відношенню до маси білка, тривалість процесу  $\phi = 60$  хв., температура  $t = 60...65$  °C, рН = 6,5...8,0.

3. Експериментально встановлено, що при заданих умовах ферментативного гідролізу білків утворюються низькомолекулярні пептиди з молекулярною масою 1000...3000 Да, які не викликають алергічних реакцій і тому можуть використовуватись в складі гіпоалергенних продуктів спеціального призначення.

4. В результаті балансування кількісного та якісного складу незамінних амінокислот білків суміші щодо амінокислотного складу жіночого молока встановлено оптимальне співвідношення ізольованого соєвого білка та концентрату білків із молочної сироватки, яке складає 30:70 відповідно.

5. В ході проведення експериментальних досліджень визначено, що використання роторно-пульсаційного апарату циліндричного типу, принцип роботи якого заснований на ефектах дискретно-імпульсного вводу енергії, дозволило отримати гомогенну суміш при низькому рівні матеріало- та енергозатрат у порівнянні з стандартним обладнанням. Результати досліджень підтверджено даними дисперсного складу жирової фази готового відновленого продукту. Ступінь дисперсності жиру у відновленій суміші складає 1,8...2,3 мкм, що відповідає вимогам виробництва продуктів дитячого харчування.

6. Науково обґрунтовано та розроблено 3 рецептури гіпоалергенних сумішей на основі гідролізованих білків: «Малютка ГА», «Малютка ГА безлактозна», «Малютка ГА біфідогенна». На виробництво нового продукту розроблено, узгоджено та затверджено Міністерством охорони здоров'я України нормативно-технічну документацію: ТУ У 15.8 – 05417118-033 : 2005 «Суміші сухі адаптовані з гідролізованим білком для дитячого лікувального харчування» та технологічну інструкцію.

7. Економічний ефект від впровадження запропонованої технології досягається за рахунок використання енергоощадного обладнання – роторно-пульсаційного апарату, принцип роботи якого оснований на ефектах ДІВЕ та існуючих технологічних ліній на вітчизняних підприємствах з виробництва продуктів дитячого харчування. Вартість продукту у порівнянні з імпортними аналогами менша в 1,5...2 рази.

8. Технологія виробництва сумішей «Малютка ГА» та обладнання успішно пройшли випробування в промислових умовах та впроваджені на ВАТ «Хорольський молококонсервний комбінат дитячих продуктів».

9. Медико-біологічні дослідження довели, що гіпоалергенну адаптовану суміш з гідролізованим білком «Малютка ГА» можна віднести до продуктів спеціального призначення для харчування дітей грудного та раннього віку з алергією до тваринних білків та білків сої.

### Список наукових праць, опублікованих за темою дисертації:

1. Розробка технології сухих адаптованих сумішей з гідролізованим білком для дитячого харчування / Н.О. Шаркова, Я.Т. Терлецька, Г.В. Гріщенко\* [та ін.] // Наукові праці. – 2008. – № 32. – С. 248–251 (особистий внесок – *участь в проведенні експериментальних досліджень, напрацюванні дослідних партій продукту*).

2. Использование метода дискретно-импульсного ввода энергии при подготовке многокомпонентной смеси к распылительной сушке / Н.А. Шаркова, Л.Ю. Авдеева, Э.К. Жукотский, А.В. Грищенко [та ін.] // Тр. Третьей международной научно-практической конференции «СЭТТ – 2008» – Москва, 2008. – Т. 1. – С.212–215 (особистий внесок – *участь в напрацюванні дослідних партій продукту*).

3. Исследование массообменных процессов при ферментативном гидролизе пищевых белков с целью разработки технологии производства гипоаллергенных продуктов / Н.А. Шаркова, Э.К. Жукотский, А.В. Грищенко [та ін.] // Промышленная теплотехника. – 2007. – Т.29, № 3. – С. 55–59 (особистий внесок – *проведення експериментальних досліджень*).

4. Шаркова Н.О., Жукотський Е.К., Гріщенко Г.В. Особливості технології виробництва соєвих продуктів // Промышленная теплотехника. – 2004. – Т. 26, № 6. – С. 93–96 (особистий внесок – *обробка літературних джерел, узагальнення результатів*).

5. Грищенко А.В. Разработка высокобелковых композиций на соевой основе для лечебно-профилактического питания / А.В. Грищенко, Я.Т. Терлецькая, Н.А. Шаркова, Э.К. Жукотский // Промышленная теплотехника (приложение к журналу). – 2003. – Т. 25, № 4. – С. 115–116 (особистий внесок – *огляд літературних джерел, участь в експериментальних дослідженнях*).

6. Нові види соєвих напоїв / Н.О. Шаркова, Л.Ю. Авдеева, Г.В. Гріщенко [та ін.] // Промышленная теплотехника (приложение). – 2002. – Т. 24, № 4. – С. 134–136 (особистий внесок – *опрацювання літературних джерел, участь в проведенні експериментальних досліджень, підготовка матеріалів до публікації*).

7. Пат. 23283. Україна. МПК (2006) A23C 9/00, A23C 9/13. Спосіб виробництва гідролізованих білкових продуктів для дієтичного та лікувально-оздоровчого харчування / Долінський А.А, Шаркова Н.О., Терлецька Я.Т., Гріщенко Г.В. [та ін.] // Заявл. 15.12.2006 р.; Опубл. 25.05.2007. Бюл. № 7. – 4 с. (особистий внесок – *проведення літературного та патентного пошуку, узагальнення та систематизація отриманих експериментальних даних, оформлення заявки на патент*).

8. Пат. 28681. Україна МПК (2006) A23C 9/00 Композиція для дитячого харчування / Долінський А.А, Шаркова Н.О., Гріщенко Г.В. [та ін.] Заявл. 25.04.2007 р.; Опубл. 25.12.2007. Бюл. № 21. – 6 с. (особистий внесок – *проведення літературного та патентного пошуку, узагальнення та систематизація отриманих експериментальних даних, оформлення заявки на патент*).

9. Пат. 35711. Україна. МПК (2006) A23L 1/305, A23J 3/00, A23L 1/302 Спосіб отримання гідролізованого білкового продукту / Долінський А.А, Шаркова Н.О., Терлецька Я.Т., Гріщенко Г.В. [та ін.] Заявл. 15.11.2006 р.; Опубл. 10.10.2008.

Бюл. № 19. – 4 с. (особистий внесок – літературний та патентний пошук, узагальнення експериментальних даних).

10. Біохімічні аспекти дитячого лікувально-оздоровчого харчування / Н.О. Шаркова, В.Д. Отт, Г.В. Гріщенко [та ін.] // Матеріали ІХ Українського біохімічного з'їзду: У 2 т. – Харків, 2006. – Т. 2. – С. 232–233 (особистий внесок – здійснено патентний аналіз, участь в експериментальних дослідженнях, результати яких покладені в основу винаходу).

11. Способы и методы улучшения качества и повышения эффективности продуктов лечебно-профилактического назначения / Н.А. Шаркова, Л.Ю. Авдеева, А.В. Грищенко [и др.] // Тр. IV междунар. конф. «Проблемы промышленной теплотехники». – К.: 2005. – С. 200 (особистий внесок – проведення експериментальних досліджень, обробка та аналіз отриманих даних, підготовка матеріалів до друку).

12. Особенности тепловой обработки сои при получении пищевых продуктов / Н.А. Шаркова, Л.Ю. Авдеева, Э.К. Жукотский, А.В. Грищенко // Тр. 2-й междунар. науч.-практ. конф. «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы) СЭТТ-2005»: В 2 т. – М.: 2005. – Т. 2. – С. 75–77 (особистий внесок – участь в експериментальних дослідженнях, обробка та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації).

13. Нові функціональні продукти – соєві напої / В.Д. Отт, Н.О. Шаркова, Г.В. Гріщенко [та ін.] // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2004. – Т. 10, № 1. – С. 67 (особистий внесок – участь в експериментальних дослідженнях, підготовка матеріалів до друку).

\* Гріщенко Г.В. – дівоче прізвище Декуші Г.В.

## АНОТАЦІЯ

Декуша Г.В. Розробка технології сухих сумішей з гідролізованим білком для дитячого харчування. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія продуктів харчування. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, м. Одеса, 2009.

Дисертаційна робота присвячена науковому обґрунтуванню та розробці технології сухих адаптованих сумішей з гідролізованим білком для дитячого харчування «Малютка ГА». Визначено раціональні режими процесу ферментативного гідролізу білкового комплексу, в результаті якого утворюються гідролізати, що містять 65...80 % пептидів молекулярною масою до 6000 Да. За складом незамінних амінокислот продукт збалансований щодо білків жіночого молока.

Експериментально підтверджено ефективність використання ефектів ДІВЕ при диспергуванні та гомогенізації нормалізованої багатокомпонентної суміші на РПА циліндричного типу.

Проведений комплекс широких медико-біологічних досліджень показав перспективність і доцільність використання суміші гідролізованих білків рослинного та тваринного походження при створенні гіпоалергенних продуктів харчування.

Розроблено технологію, рецептури та нормативну документацію (“Суміші сухі адаптовані з гідролізованим білком для дитячого лікувального харчування”, ТУ У 15.8–05417118–033:2005), проведено патентне супроводження на продукт.

Технологію сухих адаптованих сумішей з гідролізованим білком «Малютка ГА» впроваджено на ВАТ «Хорольський молококонсервний комбінат дитячих продуктів».

**Ключові слова:** харчова алергія, технологія, білковий гідролізат, ферментативний гідроліз білків, амінокислоти, молекулярна маса, роторно-пульсаційний апарат, гомогенізація, суха адаптована суміш.

## АННОТАЦІЯ

Декуша А.В. Разработка технологии сухих смесей с гидролизированным белком для детского питания. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.16 – технология продуктов питания. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2009.

Диссертация посвящена научному обоснованию и разработке технологии сухих адаптированных смесей с гидролизированным белком для питания детей раннего возраста.

В работе исследовано гидролитическое действие протеолитических ферментных препаратов на высокобелковые продукты растительного и животного происхождения в зависимости от режимных параметров – массовых долей белка в водной среде, протеолитических ферментных препаратов и длительности процесса.

На основе полученных результатов исследований определены рациональные технологические режимы получения гидролизированных белков со степенью гидролиза 65...80 %. Результаты исследований показали, что при предложенных условиях ведения процесса ферментативного гидролиза белков образуются низкомолекулярные пептиды с молекулярной массой 1000...3000 Да, которые не проявляют антигенных свойств и могут использоваться в продуктах для детского питания специального назначения.

В результате анализа аминокислотного состава изолированного соевого белка, концентрата белкового из молочной сыворотки, казеина и их белковых гидролизатов сбалансирован количественный и качественный состав незаменимых аминокислот смеси изолированного соевого белка и концентрата белкового из молочной сыворотки относительно аминокислотного состава белков женского молока. Исследованы функционально-технологические свойства белковых компонентов, которые входят в состав продукта.

Для обеспечения оптимального соотношения эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот (омега-3:омега-6), при котором улучшается усвоение и обмен липидов в детском организме, в рецептуре продукта проведена корректировка жирнокислотного состава. В качестве жировых компонентов предложено вводить смесь кукурузного масла и, как источник незаменимой полиненасыщенной линоленовой кислоты – льняное масло.

В рецептуру смеси «Малютка ГА бифидогенная» предложено вводить концентрат лактулозы, как пребиотический фактор.

В состав продуктов входят все необходимые водо- и жирорастворимые витамины и минералы в необходимом для детского организма количестве с учетом потерь при производстве. Продукт дополнительно обогащен таурином, L-карнитином, холином, инозитолом – незаменимыми компонентами для детей грудного возраста.

Разработаны 3 рецептуры сухой адаптированной смеси с гидролизированным белком «Малютка ГА», нормативная документация на производство нового продукта («Смеси сухие адаптированные с гидролизированным белком для детского лечебного питания», ТУ У 15.8–05417118–033:2005). Проведена санитарно-гигиеническая экспертиза продукта и получено заключение государственной санитарно-гигиенической экспертизы Министерства охраны здоровья Украины «Суміші сухі адаптовані з гідролізованим білком для дитячого харчування» № 05.03.02-06/32334 от 21.07.2005 г.

Разработана новая технология сухих адаптированных смесей с гидролизированным белком «Малютка ГА».

При проведении промышленных испытаний производства смесей отработаны технологические режимы ферментативного гидролиза белков, восстановления белковых компонентов, смешения и гомогенизации многокомпонентной смеси на роторно-пульсационном аппарате цилиндрического типа, принцип работы которого основан на методе дискретно-импульсного ввода энергии. Экспериментально подтверждена эффективность использования данного метода при восстановлении сухих сыпучих компонентов, диспергировании жировой фазы продукта и гомогенизации многокомпонентной смеси. Обработанная на роторно-пульсационном аппарате эмульсия с содержанием сухих вещества до 42 % – стойкая, гомогенная и тонкодисперсная смесь.

Новая технология «Малютки ГА» и роторно-пульсационный аппарат цилиндрического типа прошли успешные промышленные испытания и внедрены на ОАО «Хорольский молококонсервный комбинат детских продуктов».

В результате медико-биологических исследований, которые проводились в отделении проблем питания и соматической патологии детей раннего возраста ГП «Институт педиатрии, акушерства и гинекологии» Академии медицинских наук Украины, установлено, что «Малютка ГА» – высокоценный легкоусваиваемый продукт для искусственного и смешаного питания детей с риском появления или проявлениями пищевой аллергии к белкам животного происхождения и при непереносимости соевых белков, патологией желудочно-кишечного тракта, начиная с первых дней жизни.

Проведен технико-экономический анализ эффективности производства нового продукта.

**Ключевые слова:** технология, ферментативный гидролиз, белковый гидролизат, аминокислоты, молекулярная масса, роторно-пульсационный аппарат, сухая адаптированная смесь.

## THE SUMMARY

Dekusha G.V. Process engineering of dried adapted mixtures with hydrolyzed proteins for children's nutrition. – Manuscript.

Thesis for a Degree of the Candidate of Sciences in Engineering; Speciality 05.18.16 – Technology of food. – Odessa National Academy of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2009.

The issues of dissertation are devoted to a scientific grounds of the technology of dried adapted mixtures with hydrolyzed proteins for children's dietotherapy.

It is established, that using of hydrolyzed proteins at making hypoallergenic products are available and practical. The rational procedures of the protein's enzymic hydrolysis with specified degree of hydrolysis are defined.

The efficiency of using a method of discrete and pulse energy input in the rotor-pulse apparatus at homogenization of polyphase mediums is confirmed experimentally.

The normative documents have been developed.

The developed technology has been tested and applied in industry.

**Key words:** food allergy, technology, protein hydrolyzate, enzymic hydrolysis, amino acids, molecular weights, rotor-pulse apparatus, homogenizing, dry adapted mixture.

Підписано до друку 23.04.2009 р. Формат 60х90/16.  
Об'єм 0,9 умов. аркушів. Замовлення № 45 Тираж 100 прим.

---

ОНАХТ, 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112