

Автор реф.
Е-40

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЄФІМЕНКО ОЛЕНА АНАТОЛІВНА

Єфименко

УДК [664+636.085/.087]:635.655.002.33

**ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЇ ДОБАВКИ
ПРИ ПЕРЕРОБЦІ БОБІВ СОЇ В СОЄВЕ МОЛОКО**

Спеціальність 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів
та комбікормів

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2006

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор, член – кор. УААН
Левицький Анатолій Павлович,
Одеська національна академія харчових технологій,
кафедра технології комбикормів, професор кафедри

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Мерко Іван Тимофійович,
Одеська національна академія харчових технологій,
кафедра технології переробки зерна, професор кафедри

ОНАХТ 22.12.11
Технологія отримання



v017628

кандидат технічних наук, доцент
Шерстобітов Валерій Валентинович,
Сільськогосподарське підприємство „Укрсоя-21”,
заступник директора

Провідна установа: Національний університет харчових технологій,
кафедра технології зберігання та переробки зерна,
Міністерство освіти і науки України, м. Київ.

Захист відбудеться “14” листопада 2006 р. о 13³⁰ годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 Одеської національної академії
харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

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

12

рада 2006 року.

К.Г. Іоргачова

v. B. 17628

ОНАХТ

БІБЛІОТЕКА

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Проблема білкового дефіциту, яка привертає до себе підвищену увагу в останні роки, знайшла своє вирішення шляхом найбільш ефективного і економічно вигідного використання рослинних білкових ресурсів. У цьому напрямку бобові культури і насамперед соя, як важливе джерело білка, набувають особливого значення [Абд Эль Басир Шараф Эль Сайед Имам, Ф.Ф.Адамень, і др.].

Встановлено, що соя містить високоцінний, досить збалансований за амінокислотним складом білок, прирівняний за біологічною цінністю до білків молока, риби і яловичини, причому імунохімічна реактивність більшості компонентів сої легко усувається при теплової обробці.

Відомо, що соя крім білка і жиру містить значну кількість антипоживних речовин, що робить неможливим її пряме використання без попередньої фізико-хімічної обробки. Однак, часто ці речовини є дуже цінними для використання їх в комбікормовій, медичній, фармацевтичній та мікробіологічній галузях народного господарства.

Для усунення шкідливих речовин із харчових і кормових продуктів часто застосовують процес екстракції. Однак різні види устаткування не завжди забезпечують отримання високоякісних продуктів, тому що до цього часу не достатньо досліджені режими водо – теплової екстракції і диспергування соєвих бобів. Відсутні характеристики процесу екстракції для виробництва соєвого молока і соєвого екстракту. Не розроблено програму та рівняння регресії, що описують процес екстракції для соєвих бобів, також не встановлено критеріальне рівняння, що описує процес диспергування соєвих бобів. Тому дослідження процесів екстракції та диспергування при використанні сої на харчові і кормові продукти, вивчення властивостей рафінованої сої і розробка устаткування для водо – екстракційно-теплової переробки сої є важливим.

Одним з найбільш поширених напрямків використання сої є її переробка в соєве молоко. При цьому отримують два продукти - соєве молоко та окару. Подальше вдосконалення технології комплексної переробки соєвих бобів можливо шляхом отримання трьох продуктів – соєвого молока, соєвого екстракту та окари, що забезпечить підвищення ефективності використання сої.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження пов'язані з науковими розробками, виконаними ОНАХТ, зокрема: "Розробка науково – технічних основ комплексної переробки сої на харчові та кормові продукти" (Тема №10/2001-П) № держресстрації 0101U000964.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає в удосконаленні технології комплексної переробки сої з отриманням біологічно активної добавки - соєвого екстракту поряд з отриманням соєвого молока підвищеної якості.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі взаємозалежні задачі:

- дослідити процес екстракції із соєвих бобів розчинних білків, а також інгібіторів протеаз, галактосахарів, ізофлавонів;

- дослідити новий додатковий продукт у виробництві соєвого молока - соєвий екстракт, вивчити його властивості і намітити напрямки його використання;

- дослідити вплив різних факторів (температури, гідромодуля, рН, заморожування, дефростації) на ефективність процесу диспергування соєвих бобів;

- одержати математичний опис процесів екстракції та диспергування соєвих бобів і розробити програму розрахунку характеристик процесу екстракції, регресійне рівняння, яке описує процес екстракції, і критеріальне рівняння, що описує процес диспергування при виробництві соєвого молока;

- провести порівняльну оцінку якості соєвого молока, отриманого традиційними методами та за новою технологією;

- розробити шляхи удосконалення апаратурного оформлення процесу водо-екстракційно-теплової обробки сої;

- провести зоотехнічні дослідження годування тварин соєпродуктами та визначити економічну ефективність комплексної переробки сої з виділенням соєвого екстракту.

Об'єкт дослідження – технологія комплексної переробки сої з отриманням біологічно активної добавки - соєвого екстракту поряд з отриманням соєвого молока підвищеної якості.

Предмет дослідження – соя сорту Аркадія Одеська врожаю 2001 – 2002 років (боби соєві лущені, боби соєві нелущені, оболонки соєвих бобів), екстракт соєвий, боби соєві рафіновані, молоко соєве, осад соєвого молока, отриманий з бобів соєвих лущених і бобів соєвих нелущених, процес екстракції, процес диспергування, хімічний склад, кормові і харчові властивості продуктів комплексної переробки бобів сої.

Методи дослідження – традиційні та модифіковані фізико-хімічні, технологічні, біохімічні, мікробіологічні, зоотехнічні методи.

Наукова новизна одержаних результатів:

- запропоновано та науково обгрунтовано отримання біологічно активної добавки-соєвого екстракту при переробці бобів сої в соєве молоко;

- визначено хімічний склад і властивості соєвого екстракту, що містить ізофлавонони, інгібітори протеаз і галактоцукри, і розглянута доцільність використання його в якості кормової, харчової і лікувально-профілактичної добавки;

- вперше всебічно обгрунтована комплексна технологія отримання соєвого молока з використанням процесу попередньої водо-екстракційно-теплової обробки соєвих бобів для вилучення ізофлавононів, інгібіторів протеаз та галактоцукрів;

- розроблено раціональні режими проточної (або циркуляційної) екстракції та диспергування соєвих бобів;

- розроблено рівняння регресії та програму (мовою Turbo Pascal), що описує процес екстракції соєвих бобів;

- розроблено критеріальне рівняння, що описує процес диспергування соєвих бобів.

Практична цінність одержаних результатів:

- розроблено раціональні режими отримання водного екстракту із соєвих бобів і соєвого молока високої якості;

- вдосконалено екстрактор для водо-екстракційно-теплової обробки соєвих бобів;

- рекомендовано використовувати соєвий екстракт в якості кормової, харчової і лікувально-профілактичної добавки;
- отримано патент на засіб переробки соєвих бобів;
- отримано патент на екстрактор для водо-екстракційно-теплової обробки соєвих бобів;
- рекомендовано використовувати запропонований екстрактор в комбікормовій, харчовій, фармацевтичній та медичній промисловості.

Практична цінність проведених досліджень підтверджена промисловим впровадженням на Веселинівському заводі СЗМ (сухого знежиреного молока) (Миколаївська обл.), в Інституті стоматології АМНУ, на ВАТ "Отрадівська пгахофабрика" та на фермі дослідного господарства Одеського аграрного університету.

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок здобувача полягає у виконанні аналітичної та експериментальної роботи, аналізі та узагальненні отриманих даних, формулюванні висновків і рекомендацій, підготовці матеріалів досліджень до публікацій, участі у розробці наукової документації та оформленні роботи. Особистий внесок здобувача підтверджений представленими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались та обговорювались на наукових конференціях професорсько-викладацького складу ОНАХТ (м. Одеса).

Публікації. Результати дисертації відображені у 5 наукових працях, у тому числі: 3 - у наукових фахових виданнях, 1 - деклараційний патент України на винахід, 1 - деклараційний патент України на корисну модель.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Дисертаційна робота викладена на 153 сторінках, включаючи 56 рисунків (на 28 сторінках), 40 таблиць (на 16 сторінках), 24 додатки (на 91 сторінці). Список використаних джерел містить 224 найменування.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми досліджень, сформульовано мету та задачі досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність результатів роботи.

У першому розділі зроблено огляд літературних джерел, які стосуються питань, що пов'язані з харчовою та кормовою цінністю сої, технологіями переробки соєвих бобів в соєве молоко, екстрактивними речовинами сої, розглянуті шляхи вдосконалення технології комплексної переробки соєвих бобів, а також устаткування для переробки соєвих бобів. Водо – екстракційно – теплова обробка соєвих бобів дозволяє здійснювати комплексну безвідхідну переробку сої з максимально можливим використанням усіх корисних компонентів. При водо – екстракційно – тепловій обробці соєвих бобів отримують соєвий екстракт і боби соєві рафіновані з подальшою їх переробкою в соєве молоко. У процесі водо – екстракційно – теплової обробки соєвих бобів значна частина водорозчинних речовин, які мають певні цінні властивості, переходить у соєвий екстракт. Крім того, за рахунок рафінації вдається у достатній мірі очистити соєві боби від усіх супутніх антипоживних, токсичних речовин і речовин, які мають специфічний запах.

У другому розділі визначені науково – методичні основи проведення досліджень, експериментальна база, визначено об'єкт і предмет дослідження. Розроблено схему проведення досліджень (рис.1).

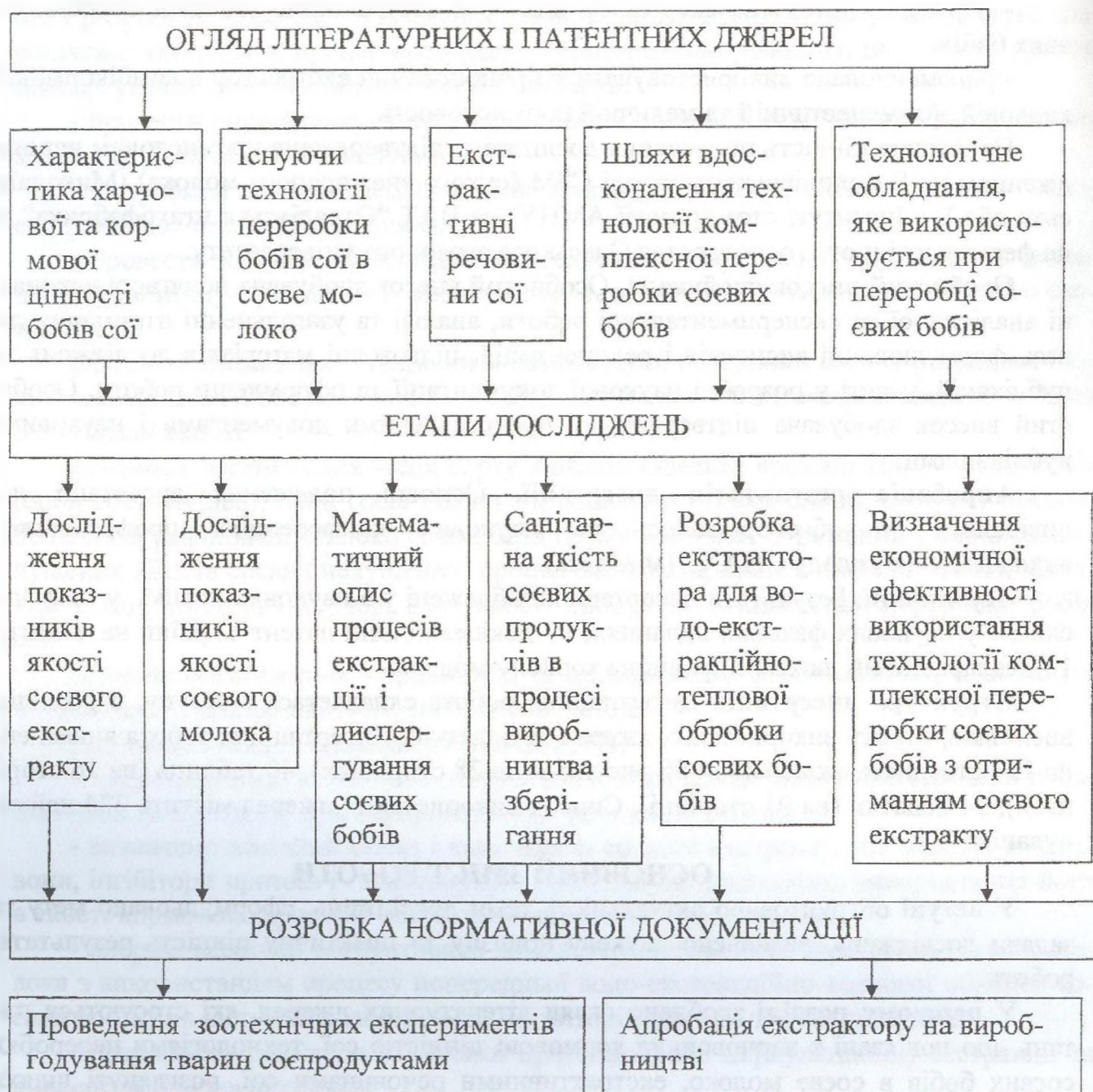


Рис.1. Програма та головні напрямки досліджень.

Експериментальна частина дисертації виконувалась у лабораторних умовах кафедри технології комбікормів Одеської національної академії харчових технологій, в лабораторіях науково-дослідного центру НВА „Одеська біотехнологія”, в лабораторії біохімії Селекційно-генетичного інституту - Національного центру насінництва та сортовивчення (СПГ – НАЦ НАІС), у виробничих умовах Веселинівського заводу СЗМ (Миколаївська обл.), у віварії Інституту стоматології АМНУ, на ВАТ “Отрадівська птахофабрика” та на фермі дослідного господарства Одеського державного аграрного університету.

Якість соєвого екстракту та соєвого молока характеризується комплексом показників, що визначають їхні біохімічні і фізико – технологічні властивості. Точність проведених досліджень відповідає діючим ДСТУ. Експериментальні дослідження технологічних операцій та їх режимів проведено на спеціальних лабораторних установах. Обробку результатів здійснювали шляхом математичного моделювання.

Була запропонована лабораторна установка, що дозволяє екстрагувати корисні речовини сої способом проточної (або циркуляційної) екстракції. Установка складається з ультратермостату (1), колонки з водяною сорочкою (2), яка з'єднана з термостатом за допомогою шлангів, колби з дистильованою водою, що розташована в термостаті, та колби для соєвого екстракту (3) (рис.2).

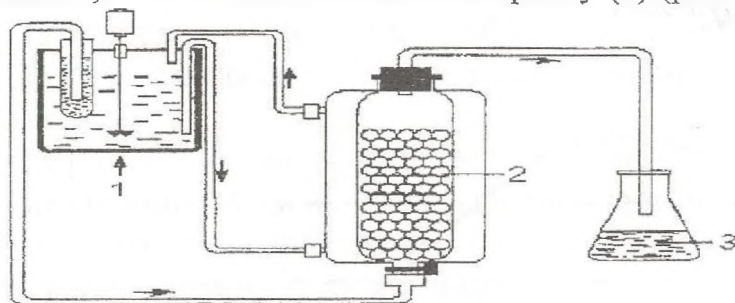


Рис.2. Лабораторна установка для екстракції соєвих бобів: 1 - ультратермостат; 2 - колонка з водяною сорочкою; 3 - колба для соєвого екстракту.

Попередньо підготовлені соєві боби завантажували в колонку з водяною сорочкою, де відбувався процес проточної (або циркуляційної) екстракції сировини. Пройшовши шар соєвих бобів, екстракт був направлений в колбу для соєвого екстракту.

У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень отримання соєвого екстракту в лабораторних умовах.

Соєві екстракти були отримані при температурах $+50^{\circ}\text{C}$, $+60^{\circ}\text{C}$, $+70^{\circ}\text{C}$, $+80^{\circ}\text{C}$ з різною витратою розчинника (води): 102 мл/год, 240 мл/год, 300 мл/год, 360мл/год ($0,0283 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$, $0,0667 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$, $0,0833 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$, $0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$ відповідно).

Аналогічні досліди були проведені для бобів соєвих лущених і нелущених. В результаті обробки експериментальних даних були отримані ідентичні залежності з тією різницею, що із сої лущеної в екстракт переходить більше білка, жиру, сухих речовин, ізофлавонів, інгібіторів протеаз.

На підставі проведених експериментів встановлено, що оптимальною температурою водної екстракції розчинного білка, ізофлавонів із соєвих бобів є $+70^{\circ}\text{C}$ (рис.3, рис.4), раціональною витратою розчинника (води) – 240 мл/год ($0,0667 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$). Збільшення витрат розчинника дає лише незначне підвищення виходу сухих речовин і білка, тому є економічно невигідним.

Для екстракції інгібіторів протеаз температура повинна бути не вище $+70^{\circ}\text{C}$, тому що більш висока температура викликає денатурацію інгібіторів протеаз (рис.5).

Найбільша кількість галактоукрів та сухих речовин переходить в екстракт при температурі вище $+70^{\circ}\text{C}$.

Проведені досліді дозволяють зробити також висновок про збільшення екстрактивності сої з ростом рН розчинника.

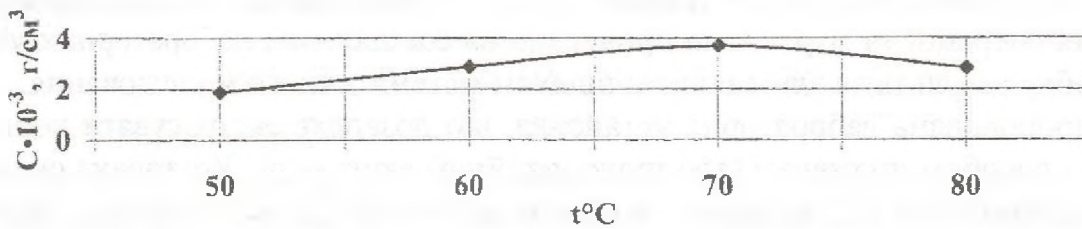


Рис.3. Залежність концентрації білка від температури екстракції при витраті води 240 мл/ч ($0,0667 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$) (соя лущена).

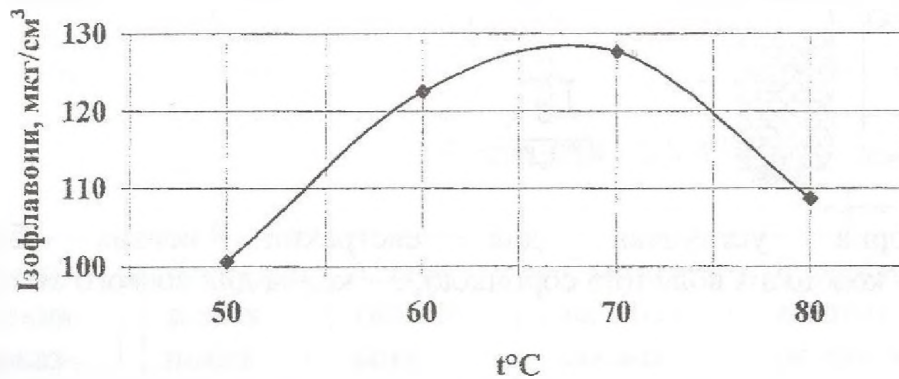


Рис.4. Залежність концентрації ізофлавононів від температури одержання екстракту при витраті води 240 мл/ч ($0,0667 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$) (соя лущена).

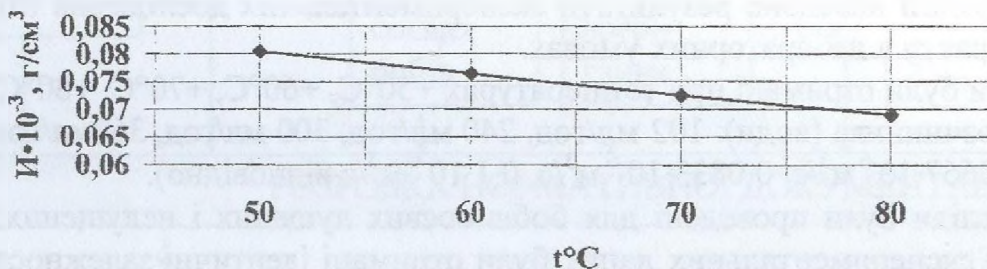


Рис.5. Залежність концентрації інгібіторів протеаз від температури екстракції при витраті води 240 мл/ч ($0,0667 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$) (соя лущена).

Була розроблена програма (мовою Turbo Pascal) розрахунку характеристик процесу екстракції при одержанні соєвого екстракту. Завдяки отриманій програмі можливо розрахувати характеристики процесу екстракції в будь-який момент часу при різних температурах, швидкостях потоку розчинника (води), розмірах соєвих бобів.

Отримано рівняння регресії, яке описує кінетику процесу екстракції соєвих бобів:

$$E = \tau / (a + b \cdot \tau), \quad (1)$$

де E - екстрактивність, $\cdot 10^{-3}$, кг;

τ - тривалість екстракції, $\cdot 3600$, с;

a, b - коефіцієнти, які визначаються на основі експериментальних даних;

$$a=0,7035-0,00475\cdot t-0,001364\cdot v+0,00000769\cdot t\cdot v; \quad (2)$$

$$b=0,001262\cdot t+0,0004907\cdot v-0,00000465\cdot t\cdot v; \quad (3)$$

t - температура екстрагента, $^{\circ}\text{C}$;

v - витрата розчинника, $\text{м}^3/\text{с}$.

Наведено результати експериментальних досліджень отримання соєвого молока в лабораторних умовах. Процес диспергування вивчено в процесі одержання соєвого молока, тобто додавання до подрібнених соєвих бобів рафінованих води (гідромодуль 1:5, 1:8, 1:10), перемішуванням цієї суміші в термостаті протягом однієї години при температурах $+60^{\circ}\text{C}$, $+70^{\circ}\text{C}$, $+80^{\circ}\text{C}$, $+90^{\circ}\text{C}$. Установка для одержання соєвого молока складалася з ємкості для водо-соєвої суміші, термостата і мішалки з двигуном.

Одержано ідентичні залежності для молока, виробленого з бобів соєвих лущених і нелущених. Відмінністю між відповідними залежностями для молока, одержаного із сої лущеної і сої нелущеної, була більш висока концентрація білка, жиру, сухих речовин у молоці із сої лущеної.

Вивчення впливу температури води на одержання соєвого молока (рис.3, 4, 5) дозволяє зробити висновок, що раціональною температурою для одержання соєвого молока є температура $+70^{\circ}\text{C}$. У цьому разі спостерігається максимальний вихід білка (рис.6) і досить високий вихід жиру (рис.7). Подальше нагрівання приводить до денатурації білків, про що свідчить зниження концентрації білка в молоці, отриманому при більш високих температурах. У той же час максимальна кількість жиру та сухих речовин екстрагується при температурі більше, ніж $+70^{\circ}\text{C}$ (рис.7, рис.8).

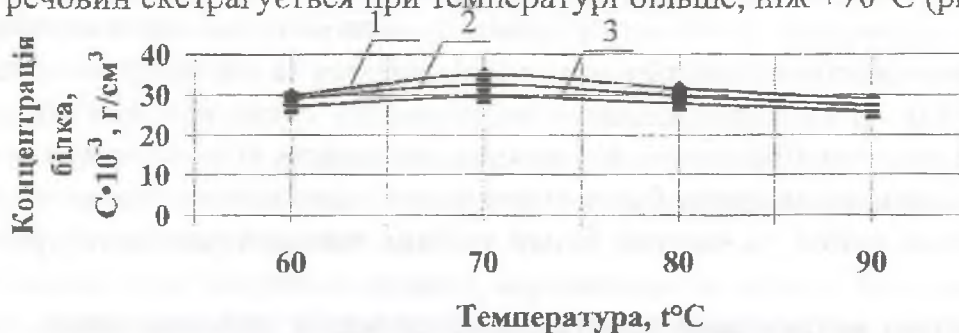


Рис.6. Залежність концентрації білка у соєвому молоці із сої лущеної від температури отримання та гідромодуля: 1 - 1:5; 2 - 1:8; 3 - 1:10.

Максимальна питома концентрація білка та жиру спостерігається при гідромодулі 1:8, а максимальна питома концентрація сухих речовин спостерігається при гідромодулі 1:10.

З метою дослідження впливу рН на якість соєвого молока було одержано соєве молоко із подрібнених бобів соєвих рафінованих шляхом змішування бобів з буферними розчинами з рН 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 8,5; 9,5; 10,5 у співвідношенні 1:8 протягом 1 години при температурі $+70^{\circ}\text{C}$.

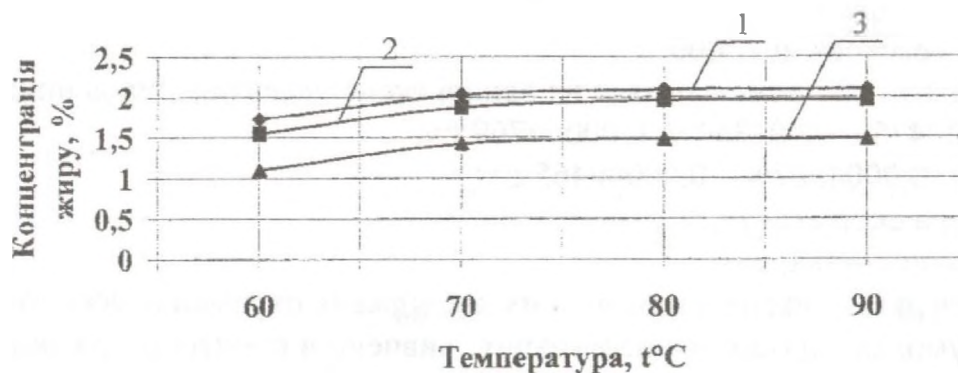


Рис.7. Залежність концентрації жиру у соєвому молоці із сої лущеної від температури отримання та гідромодуля: 1 - 1:5; 2 - 1:8; 3 - 1:10.



Рис.8. Залежність концентрації сухих речовин у соєвому молоці із сої лущеної від температури отримання і гідромодуля: 1 - 1:5; 2 - 1:8; 3 - 1:10.

На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що максимальний вміст сухих речовин при водо-екстракційно-тепловій обробці та диспергуванні спостерігається при рН 9,0 – 10,5. Імовірно, збільшення вмісту сухих речовин відбувається за рахунок того, що при збільшенні рН зростає активність гідроксильних іонів ОН та відбувається іонізація молекул білка, у результаті чого конгломерати часток розпадаються на більш дрібні, та частина більш дрібних часток переходить у розчинний стан.

Однак, з метою виключення реакції гідролізу жирів, рекомендовано значення рН не вище 9,0.

У соєвому молоці також можуть відбуватися реакції омилення (при лужному рН), і в результаті цього спостерігається приріст сухих речовин. Причому зі збільшенням рН реакції омилення відбуваються більш інтенсивно.

Отримано зразки соєвого молока без заморожування бобів і з бобів, які заморожували при -5°C , -18°C , -25°C протягом 20 годин. Заморожування проводилося в герметичному агрегаті ВСэ1250(2).

Проведені експерименти дозволяють дійти висновку, що зі зниженням температури збільшується вихід екстрактивних речовин в сосве молоко, однак, заморожування соєвих бобів нижче -25°C викликає підвищені витрати холоду, тому можна вважати, що подальше заморожування соєвих бобів для виробництва соєвого молока є економічно недоцільним.

Також були отримані зразки соєвого молока із бобів соєвих лущених і бобів соєвих нелущених які не піддавали заморожуванню, та які піддавали 1-кратному заморожуванню протягом 4 годин і протягом 8 годин, а також 2-кратному заморожуванню протягом 8 годин при температурі -18°C .

Отримані дані підтверджують висновок, що при заморожуванні відбувається денатурація білків, і дозволяють дійти висновку, що кратність заморожування і денатурація пов'язані прямою залежністю, а також, що концентрація сухих речовин у соєвому молоці збільшується зі збільшенням кратності заморожування. Імовірно, це пов'язано з підвищенням процесів деструкції біокомплексів сої.

Розроблено критеріальне рівняння, яке описує процес диспергування при виробництві соєвого молока:

$$\text{Nu}_d = 0,0195 \cdot \text{Re}^{0,32} \cdot \text{Pr}^{0,33} \cdot \Gamma^{0,22} \quad (4)$$

де Re - число Рейнольдса, яке характеризує гідродинамічну схожість при обтіканні частки рідиною;

Pr - число Прандтля, яке характеризує поле теплофізичних величин потоку рідини або газу;

Γ - гідромодуль.

Оцінка санітарної якості соєвих продуктів в процесі виробництва і зберігання виявила кращі показники у зразків соєвого молока, одержаних за новою технологією, у порівнянні з зразками соєвого молока, одержаними за традиційною технологією.

У четвертому розділі розглянуті схеми технологічного процесу виробництва соєвого молока.

На рис.9 наведена технологічна схема виробництва соєвого молока за новою технологією з виділенням соєвого екстракту.

Основна відмінність схеми на рис.9 від традиційної схеми виробництва соєвого молока полягає в тому, що при виробництві соєвого молока за традиційною технологією не отримують соєвого екстракту - дорогого і дуже цінного продукту, що може використовуватись у тваринництві, у фармацевтичній, харчовій, медичній та мікробіологічній промисловостях.

Показники якості соєвого молока, одержаного за новою технологією, відрізняються від показників якості соєвого молока, отриманого за традиційною технологією. Соєве молоко, отримане за новою технологією, містить значно меншу кількість ізофлавонів, інгібіторів протеаз, вуглеводів і більшу кількість білків, жиру та жиророзчинних вітамінів.

Наведено опис та принцип дії запропонованого екстрактора для водо – екстракційно – теплової обробки сої.

Запропонований апарат належить до пристроїв для екстрагування у системі „тверде тіло – рідина”. В основу розробки покладена задача – забезпечити значне спрощення конструкції, підвищення надійності та зменшення енерговитрат.

Поставлена задача розв'язана в конструкції екстрактора завдяки тому, що він додатково містить ємкість для рідкої фази, що розташована під вертикальним циліндричним корпусом з конічною нижньою частиною, - при цьому у верхній частині ємкості розташований перфорований лоток, а нижня частина ємкості за допомогою трубопроводу, що подає, через насос з'єднана з нижньою частиною вертикального

циліндричного корпусу, крім того, патрубок для виведення рідкої фази зв'язаний за допомогою триходового крану з переточним трубопроводом, приєднаним до верхньої частини ємкості, а пристрій для вивантаження твердої фази виконано у вигляді клинкетної засувки.

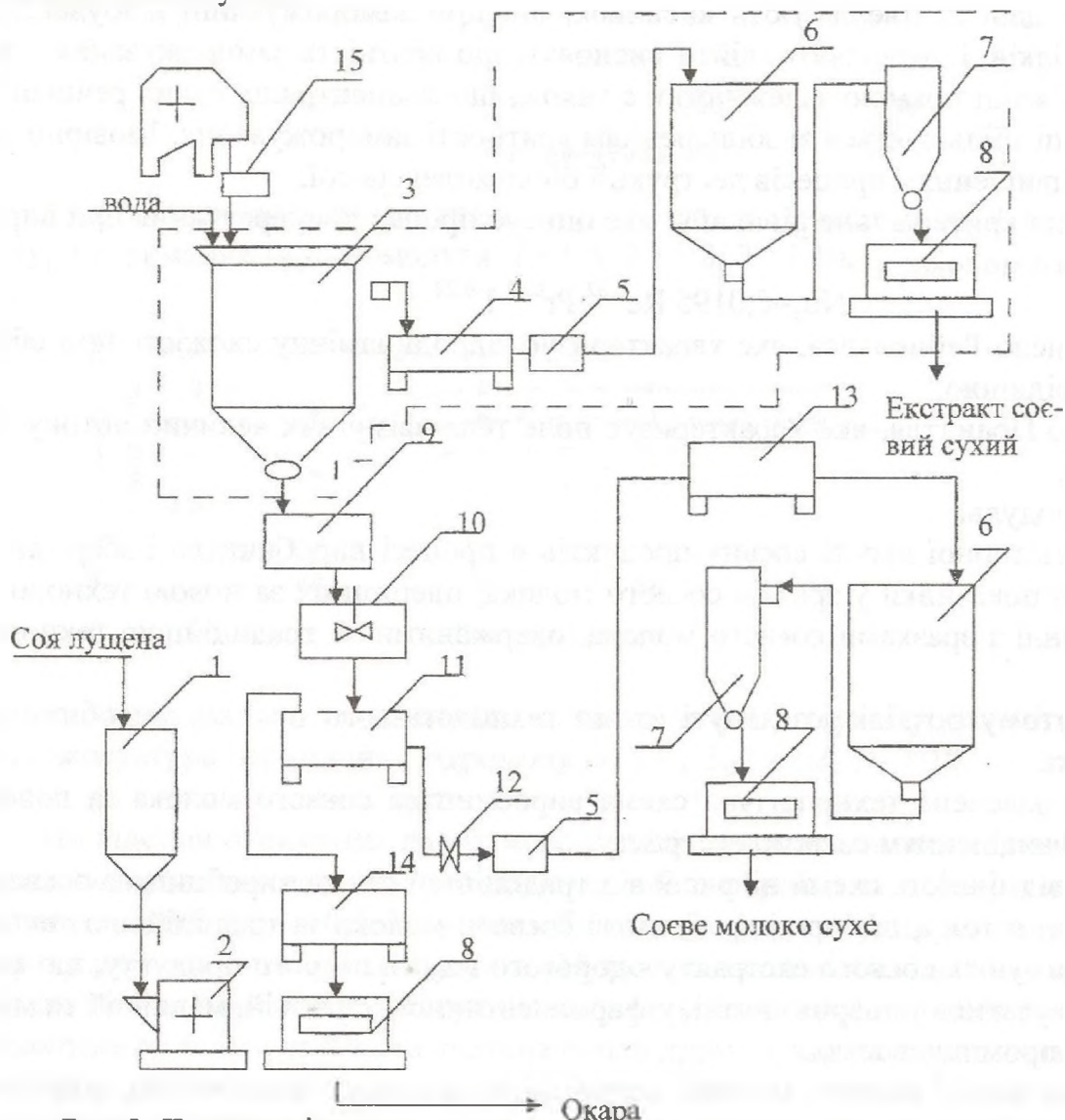


Рис.9. Технологічна схема приготування соєвого молока за новою технологією з виділенням соєвого екстракту: 1 - бункер; 2 - норія; 3 - апарат для водо-екстракційно-теплової обробки сої; 4 - ємкість для екстракту; 5 - насос; 6 - розпилювальна сушарка; 7 - циклон; 8 - пакувальний апарат; 9 - подрібнювач; 10 - реактор зі швидкісною мішалкою; 11 - протиральна машина; 12 - вентиль; 13 - накопичувальна ємкість; 14 - ємкість для окари; 15 - магнітна колонка.

Конструкція запропонованого екстрактора зображена на рис.10.

Екстрактор працює таким чином. Підготовлена сировина, наприклад, соєві боби, надходить у приймальний бункер (3) і далі спрямовується у вертикальний циліндричний корпус (2).

Ємкість (8) заповнюється водою чи іншою екстрагуючою рідиною, що по трубопроводу (11) за допомогою насоса (12) через впускний патрубок подається у вертикальний циліндричний корпус (2), у якому відбувається процес проточної (або

циркуляційної) екстракції сировини. Пройшовши шар сировини, екстракт піднімається до випускного патрубку виведення рідкої фази (5), що через триходовий кран (6) з'єднаний з переточним трубопроводом (7). За допомогою триходового крану (6) екстракт можна направити в ємкість (8) на повторну екстракцію, чи, по закінченню процесу екстракції, вивести насичений екстракт.

По закінченню екстракції сировини, клинкетна засувка (4) відкривається і проекстрагована сировина вивантажується на перфорований лоток (10), а залишки екстракту попадають у ємкість (8). Запропонований екстрактор для системи тверде тіло - рідина був використаний для безперервної, протягом трьох годин, водо-теплової екстракції соєвих бобів. У результаті був одержаний високоякісний концентрований екстракт.

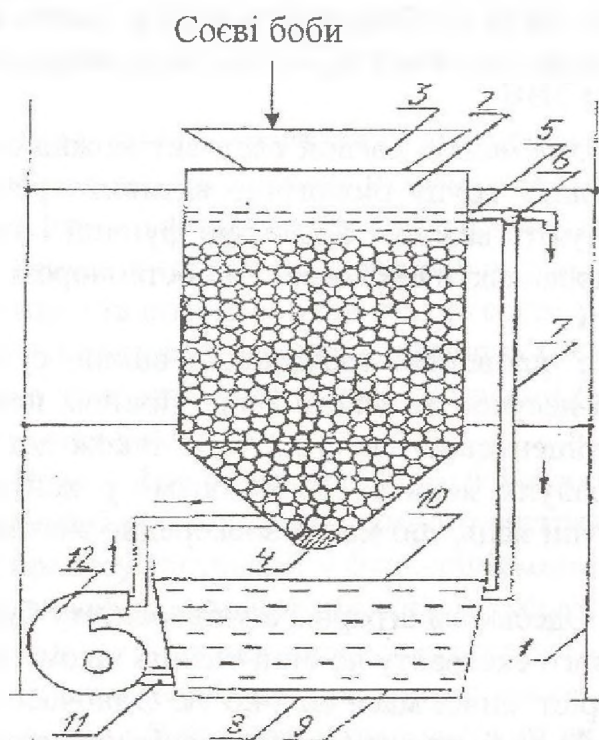


Рис.10. Схема екстрактору: 1 - опора; 2 - вертикальний циліндричний корпус; 3 - прийомний бункер; 4-клинкетна засувка; 5 - випускний патрубок виведення рідкої фази; 6 - триходовий кран; 7 - переточний трубопровід; 8 - ємкість; 9 - нагрівальний елемент; 10 - перфорований лоток; 11 - трубопровід; 12 - насос.

Представлені дані промислової апробації технології виробництва соєвого екстракту з використанням запатентованого екстрактора для водо-екстракційно-теплової обробки соєвих бобів на Веселинівському заводі СЗМ (Миколаївська обл.).

Завдяки отриманим даним можна дійти висновку, що процес екстракції сухих речовин із соєвих бобів відбувається більш інтенсивно протягом перших 2 годин.

Варто помітити, що криві переходу сухих речовин в екстракт та криві екстрактивності, побудовані за даними випробування екстрактору на Веселинівському заводі СЗМ, мають той же характер, що і криві, побудовані за даними, отриманими на лабораторній установці.

У п'ятому розділі наведено характеристики продуктів комплексної переробки соєвих бобів та розглянута фізико-хімічна і біологічна цінність біологічно активної добавки з соєвих бобів - соєвого екстракту.

Водо-екстракційно-теплова обробка сої дозволяє одержувати боби з хорошими органолептичними показниками (колір, смак, запах), видаляти з них практично всі небажані речовини (інгібітори, лектіни, галактоцукри, ізофлавоноїди, алкалоїди, антивітаміни) і знижувати твердість бобів.

Побічним продуктом при водо-екстракційно-тепловій обробці сої, є соєвий екстракт. Загальний вміст азотвмісних речовин в сухому соєвому екстракті складає в середньому 22 %. Білки і пептиди соєвого екстракту збалансовані за амінокислотним складом і представлені як заміінними, так і незамінними амінокислотами. Серед білків соєвого екстракту важливе місце займають інгібітори протеаз, які мають властивості протизапальних речовин і які можуть використовуватися як протипухлинний засіб.

За вмістом вітамінів, макро- і мікроелементів соєвий екстракт можна віднести до біологічно активних препаратів. Велику групу біологічно активних речовин в ньому складають ізофлавоноїди, які виконують важливі біологічні функції і які знайшли своє використання як лікувально-профілактичний засіб при остеоопорозі, карієсі зубів, пародонтозі і при переломах кісток.

На ВАТ "Оградівська птахофабрика" проведено дослідження впливу сухого соєвого екстракту на яйценоскість курей-несучок та якість яєць. Прийом препарату викликав у курей-несучок підвищення яйценоскості на 12,8 %, а також достовірне підвищення відносної щільності шкаралупи яєць з $2331 \pm 8 \text{ кг/м}^3$ у контролі до $2364 \pm 1 \text{ кг/м}^3$, а отже і міцність шкаралупи яєць, що має безпосереднє значення для зменшення втрат від бою яєць.

На фермі дослідного господарства Одеського аграрного університету було проведено дослідження впливу сухого соєвого екстракту на стан телиць віком 16-20 місяців. Прийом препарату збільшив приріст живої маси на 44,6 %. Одночасно збільшується концентрація білків у сироватці крові, при цьому протеолітична активність зменшується більш ніж у 2 рази. Наведені дані свідчать про анаболічну дію сухого соєвого екстракту. Показано, що препарат збільшує активність фосфатаз та вміст неорганічного фосфату і знижує концентрацію кальцію в сироватці крові (мінералізуюча дія).

Визначена зоотехнічна оцінка якості соєвого молока, яка підтвердила високу кормову цінність соєвого молока, отриманого за новою технологією. Маса пацюків, що одержували сухе соєве молоко, отримане за новою технологією, за час експерименту зросла на 251,9 %, тоді як в контролі - лише на 172,3 %.

У шостому розділі розглянутий аналіз матеріального балансу комплексної переробки соєвих бобів. При отриманні сухого соєвого молока традиційним способом вихід сухого соєвого молока складає 60 % - 70 %, окари 27 % - 30 % від загальної маси сої.

При отриманні сухого соєвого молока новим способом вихід сухого соєвого молока складає 76 % - 80 %, окари 7 % - 10 %, екстракту соєвого сухого 9 % - 12 % від загальної маси сої.

Таким чином, використання нової технології виробництва соєвого молока значно збільшує вихід сухого соєвого молока, отже переваги нової технології виробництва соєвого молока є очевидними.

Визначена економічна ефективність виробництва сухого соєвого молока за новою технологією (з отриманням соєвого екстракту) та за традиційною технологією. Строк окупності проекту виробництва сухого соєвого молока за новою технологією (з отриманням соєвого екстракту) складає 3 місяці, рентабельність виробництва складає 66,58 %, прибуток, одержаний при виробництві сухого соєвого молока, отриманого за новою технологією (з отриманням соєвого екстракту), при переробці 1 т соєвих бобів складає 4996 грн. Строк окупності проекту виробництва сухого соєвого молока за традиційною технологією складає 2 роки, рентабельність виробництва складає 13,68 %. Прибуток, одержаний при виробництві сухого соєвого молока за традиційною технологією, складає 710 грн на 1 т сої.

ВИСНОВКИ

1. В результаті проведених досліджень було розроблено технологію отримання біологічно активної добавки - соєвого екстракту при переробці бобів сої в соєве молоко, шляхом використання попередньої водо-екстракційно-теплової обробки сої. Запропонована технологія дозволяє отримувати соєвий екстракт з більшим вмістом ізофлавонів та інгібіторів протеаз та соєве молоко підвищеної якості.

2. Встановлено, що для отримання соєвого екстракту раціональної якості оптимальною температурою водної екстракції білка і ізофлавонів з соєвих бобів є $+70^{\circ}\text{C}$ і рН не вище 9,0.

3. Розроблена програма (на мові Turbo Pascal) розрахунку характеристик процесу екстракції при отриманні соєвого екстракту, яка дозволяє розрахувати характеристики процесу екстракції у будь-який момент часу при різних температурах, швидкостях потоку розчинника (води), розмірах соєвих бобів. Отримано рівняння регресії, яке описує кінетику процесу екстракції соєвих бобів.

4. Встановлено, що для отримання соєвого молока раціональної якості максимальний вихід білка і достатньо високий вихід жиру спостерігається при $+70^{\circ}\text{C}$. Подальше нагрівання приводить до денатурації білків, про що свідчить зниження концентрації білка в соєвому молоці. Максимальна екстрактивність білка і жиру спостерігається при гідромодулі 1:8, а максимальна екстрактивність сухих речовин спостерігається при гідромодулі 1:10.

5. Встановлено, що попереднє заморожування соєвих бобів при виробництві соєвого молока приводить до збільшення виходу екстрактивних речовин у соєве молоко, причому, чим нижчою є температура заморожування, тим більш високим спостерігається вихід екстрактивних речовин. Також встановлено, що чим більшою є кратність заморожування, тим сильніше відбувається денатурація білків соєвих бобів.

6. Розроблено критеріальне рівняння для опису процесів диспергування при виробництві соєвого молока, на основі якого можна розрахувати критерії отримання соєвого молока при різних температурах і гідромодулях.

7. Запатентований екстрактор для водо-екстракційно-теплової обробки соєвих бобів, в якому завдяки введенню додаткових елементів та раціональному взаємному розташуванню та з'єднанню відомих та нових елементів забезпечено значне спро-

щення конструкції, підвищення надійності та зменшення енерговитрат. Запатентований екстрактор пройшов успішну апробацію на Веселіновському заводі сухого знежиреного молока.

8. Встановлено, що при дослідженні впливу сухого соєвого екстракту на яйцекіткість курей-несучок та якість яєць у групі курей-несучок, що одержували сухий соєвий екстракт, спостерігалось підвищення яйцекіткості на 12,8 %, достовірно збільшення відносної щільності шкаралупи яєць з 2331 ± 8 кг/м³ в контролі до 2364 ± 1 кг/м³ в досліді, а отже і збільшення міцності шкаралупи яєць, що має безпосереднє значення для зменшення втрат від бою яєць.

Встановлено, що при дослідженні впливу сухого соєвого екстракту на стан телиць віком 16-20 місяців прийом препарату збільшив приріст живої маси на 44,6 % в групах, які одержували сухий соєвий екстракт. Одночасно збільшується концентрація білка в сироватці крові, а протеолітична активність знижується більш ніж в 2 рази, що свідчить про анаболічну дію сухого соєвого екстракту. Показано, що препарат збільшує активність фосфатаз та вміст неорганічного фосфату і знижує концентрацію кальцію в сироватці крові, тобто має стимулюючий вплив на процеси мінералізації.

Проведено зоотехнічну оцінку впровадження нової технології отримання соєвого молока, яка підтвердила її високу ефективність. Жива маса пащуків, що отримували сухе соєве молоко, отримане за новою технологією, за час експерименту збільшилася на 251,9 %, тоді як в контролі - на 172,3 %.

9. Визначено економічну ефективність виробництва сухого соєвого молока за новою технологією. Термін окупності сухого соєвого молока, одержаного за новою технологією (з отриманням сухого соєвого екстракту) складає 3 місяці, рентабельність виробництва складає 66,58 %, прибуток, який одержано при виробництві сухого соєвого молока за новою технологією при переробці 1 т соєвих бобів складає 4996 грн.

Перелік праць, що опубліковані за темою дисертації.

1. Левицкий А.П. Оптимизация технологии получения соевого молока / А.П.Левицкий, Е.А.Ефименко // Хранение и переработка зерна.- 2003.- № 3 (45). - С.59-61.

Особистий внесок: проведено експериментальні дослідження щодо оптимізації технології виробництва соєвого молока; наукове обґрунтування результатів; підготовка роботи до публікації.

2. Ефименко Е. Водная экстракция соевых белков / Е. Ефименко // Комбикорма.- 2003.- № 4. - С.35.

Особистий внесок: на підставі експериментальних досліджень встановлено оптимальну температуру водної екстракції соєвих білків; наукове обґрунтування результатів; підготовка роботи до публікації.

3. Левицкий А.П. Влияние рН среды на эффективность производства соевого молока / А.П.Левицкий, Е.А. Ефименко // Хранение и переработка зерна. - 2003.- № 10 (52). - С.52-53.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень; наукове обґрунтування результатів; підготовка роботи до публікації.

4. ПАТ. 60036 А Україна, 7 В 01 D 11/02 Екстрактор / А.П.Левицкий, О.А. Ефименко. - № 2003010361; Заявл.15.01.2003; Опубл. 15.09.2003, Бюл.№ 9.

Особистий внесок: участь у розробленні патенту.

5. ПАТ. 8366 Україна, 7 А 23 L 1/20. Спосіб переробки соєвих бобів в харчовий продукт / А.П. Левицький, О.А. Єфименко. - № 20040604177; Заявл.01.06.2004; Опубл. 15.08.2005, Бюл.№ 8.

Особистий внесок: участь у розробленні патенту.

АНОТАЦІЯ

Єфименко О.А. Технологія отримання біологічно активної добавки при переробці бобів сої в соєве молоко. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів та комбікормів.- Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2006 р.

Дисертацію присвячено удосконаленню технології комплексної переробки сої з отриманням біологічно активної добавки - соєвого екстракту поряд з отриманням соєвого молока підвищеної якості. В результаті проведених досліджень була розроблена технологія отримання біологічно активної добавки - соєвого екстракту, при переробці бобів сої в соєве молоко, шляхом використання попередньої водо-екстракційно-теплової обробки сої. Були розроблені раціональні режими проточної (або циркуляційної) екстракції та диспергування соєвих бобів з метою одержання соєвого екстракту та соєвого молока високої якості. Розроблено рівняння регресії та програму (мовою Turbo Pascal), що описує процес екстракції соєвих бобів, також розроблено критеріальне рівняння, що описує процес диспергування соєвих бобів.

Був розроблений новий екстрактор для водо – екстракційно – теплової обробки соєвих бобів. В основу винаходу було покладено задачу – забезпечити значне спрощення конструкції, підвищення надійності та зменшення енерговитрат.

Ключові слова: соя, соєвий екстракт, екстрактор, водо – екстракційно – теплова обробка, соєве молоко.

АННОТАЦИЯ

Ефименко Е.А. Технология получения биологически активной добавки при переработке бобов сои в соевое молоко. - Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.02 – технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов.- Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2006 г.

Диссертация посвящена совершенствованию технологии комплексной переработки сои с получением биологически активной добавки – соєвого екстракта наряду с получением соєвого молока підвищеного качества. В результате проведенных исследований была разработана технология получения биологически активной добавки – соєвого екстракта при переработке бобов сои в соєве молоко путем использования предварительной водо-экстракционно-тепловой обработки сои.

Водо – екстракційно – теплова обробка соєвих бобів дозволяє здійснювати комплексну безотходную переработку сои с максимально возможным использованием всех полезных компонентов. В процессе водо – екстракційно – теплової обробки соєвих бобів значительная часть водорастворимых веществ, обладающих определёнными ценными свойствами, переходит в соєвий екстракт. Кроме



того, за счёт рафинации удаётся в достаточной степени очистить соевые бобы от всех сопутствующих антипитательных, токсических и специфически пахнущих веществ.

Определен химический состав и свойства соевого экстракта и рассмотрена перспектива использования его в качестве кормовой, пищевой и лечебно-профилактической добавки.

Были разработаны рациональные режимы проточной (или циркуляционной) экстракции и диспергирования соевых бобов с целью получения соевого экстракта и соевого молока высокого качества. Было исследовано влияние процессов замораживания – размораживания на диспергирование соевых бобов.

Разработано уравнение регрессии и программу (на языке Turbo Pascal), которые описывают процесс экстракции соевых бобов. Разработано критериальное уравнение, описывающее процесс диспергирования соевых бобов.

Был разработан новый экстрактор для водо – экстракционно – тепловой обработки соевых бобов. В основу изобретения была поставлена задача – создать экстрактор, в котором вследствие того, что нижняя часть корпуса конической формы, а также, введением дополнительных элементов и другого взаимного расположения и соединения известных и новых элементов, обеспечить значительное упрощение конструкции, повышение надежности и уменьшение энергозатрат.

Ключевые слова: соя, соевый экстракт, экстрактор, водо – экстракционно – тепловая обработка, соевое молоко.

SUMMARY

Yefimenko O.A. The production technology of biologically active adding during processing of soybeans into soymilk. - Manuscript.

Thesis for academic degree of a Candidate of technical sciences by speciality 05.18.02 - technology of grain, bean, cereals products and mixed fodders. - Odessa National Academy of Food Technologies of Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2006.

The thesis is devoted to enhancement of complex technology of soybean remaking with getting a biologically active adding – soybean extract and soybean milk of higher quality. As a result of researches it was elaborated the technology of producing of biologically active adding - soybean extract, during remaking of soybeans into soymilk by means of use preliminary water-extractive-heat treatment of soybeans.

There were elaborated the optimum regimens of flowing (or circulating) extraction and dispersion of soybeans with the purpose of getting soybean extract and soybean milk of high quality. There were elaborated regression equation and program (on Turbo Pascal language) which describe the process of extraction of soybeans, and criterion equation which describes the process of dispersion of soybeans.

There were investigated the equipment for extraction of nutrient materials from soybeans: „the soybean cows”, extractors and lines of soybean milk producing. As a result of these researches the new extractor for water-extractive-heat treatment of soybeans was designed. In the basis of the invention there are considerable simplification of design, increasing of a reliability and reduction of energy consumption.

Key words: soybeans, soybean extract, extractor, water-extractive-heat treatment, soybean milk.

