

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

На правах рукопису
УДК 664.696

ТЕРЛЕЦЬКА Віта Альбертівна

**"Розроблення раціональної технології
екструзійних продуктів з використанням солоду
зернових і зернобобових культур"**

Спеціальність 05.18.01 "Технологія хлібопекарських
продуктів та харчоконцентратів "

АВТОРЕФЕРАТ
Дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1997

AB 39.533

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00725715 (R)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Українському державному університеті харчових технологій

Науковий консультант:

доктор технічних наук, професор
Дорохович Антонела Миколаївна
УДУХТ, кафедра технології хліба,
макаронних, кондитерських виробів
харчоконцентратів та зерна

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, доцент
Ковбаса Володимир Миколайович
УДУХТ, кафедра технології хліба,
макаронних, кондитерських виробів
харчоконцентратів та зерна

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор,
чл.-кор. АН ТКУ, академік МАХ
Карнаушенко Лідія Іванівна
Зав. кафедри технології хліба, кондитерських виробів і громадського харчування

кандидат технічних наук, професор
Калакура Марія Михайлівна.
Зав. кафедри технології і організації громадського харчування, Київський державний торгово – економічний університет

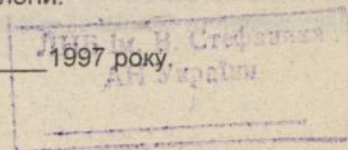
Провідна організація:

Харківська державна академія технології та організації харчування

Захист відбудеться " 28 " січня 1998 р. о 16⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26. 058. 04 Українського державного університету харчових технологій за адресою: 252033, м. Київ-33, вул. Володимирська 68, корпус А, ауд. 311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Українського державного університету харчових технологій.

Автореферат розіслано " _____ " _____



Вчений секретар
Спеціалізованої вченої ради
к.т.н.

Л.А. Федоренченко - Федоренченко Л.А.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На сьогоднішній день на вітчизняному ринку склалася ситуація, яка вимагає розробки нових, конкурентноздатних харчових продуктів.

За кордоном широкого розповсюдження набули продукти екструзійної технології – крупи, сухі сніданки, мюслі тощо, які мають підвищену засвоюваність і можуть використовуватись як в повсякденному так і в дитячому та дієтичному харчуванні.

Сьогодні на Україні обсяг виробництва готових до споживання екструзійних продуктів, їх якість і асортимент значно поступаються світовому рівневі. Конкурентноздатні вітчизняні екструзійні продукти повинні мати добрі органолептичні показники, високу харчову і біологічну цінність, а також яскраву упаковку. Вони можуть бути отримані у випадках, коли при їх виробництві використовується сировина, яка сама має покращену харчову і біологічну цінність. Такою сировиною є солод зернових і бобових культур. Виробництва екструзійних продуктів на основі солоду зернових і бобових культур немає ні на Україні, ні в країнах ближнього і дальнього зарубіжжя. Тому розробка раціональної, науково-обгрунтованої технології екструзійних продуктів покращеної харчової та біологічної цінності є актуальною і своєчасною.

Ці факти були нами враховані при формулюванні мети і завдань даної дисертаційної роботи, а також при обгрунтуванні її наукової та практичної цінності.

Тематика досліджень входила до планів науково-дослідних робіт згідно наказу Міністра сільського господарства і продовольства №8 від 29.02.96р. на виконання Указу Президента України від 18.01.96р. №63/96 "Про національну програму "Діти України".

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є розробка і наукове обгрунтування технології екструзійних продуктів покращеної якості та підвищеної харчової і біологічної цінності на основі раціонального використання солодів та нативних зернових і бобових культур.

Відповідно з поставленою метою досліджень були сформульовані такі задачі:

- вивчити фізико-хімічний склад найбільш перспективних до солододощення сортів гречки;
- розробити раціональну технологію солододощення гречки та визначити вплив основних технологічних факторів виробництва солоду на фізико-хімічні та біохімічні зміни зерна;

- визначити та науково обґрунтувати оптимальні параметри процесу екструзії гречки, кукурудзи, гороху і їх солодів та дослідити вплив технологічних параметрів на фізико-хімічні та біохімічні зміни, які відбуваються в процесі високотемпературної екструзії;

- розрахувати за допомогою математичного методу лінійного планування - симплекс методу - рецептурні композиції екструзійних сухих сніданків із збалансованим амінокислотним складом на основі раціонального використання солодів та нативних зерен;

- визначити оптимальні параметри екструзійної технології нових сухих сніданків та визначити їх якість за комплексним показником якості, керуючись основними принципами кваліметрії;

- апробувати нові технології у виробничих умовах;

- розробити нормативно-технічну документацію на нові розроблені сухі сніданки, визначити техніко-економічну доцільність випуску нової продукції.

Наукова новизна роботи.

1. Вперше для сухих сніданків покращеної якості, підвищеної харчової та біологічної цінності розроблені і науково обґрунтовані технології на основі раціонального використання нетрадиційної сировини – солоду зернових і бобових культур.

2. На основі комплексних досліджень розроблено технологію отримання солоду гречки (Патент України N 14925); систематизовано хімічний склад і технологічні властивості, всебічно досліджено вплив основних процесів солодоращення на зерно гречки; обґрунтовано теоретичні і сформульовано практичні аспекти отримання солоду гречки.

3. Експериментально визначені і теоретично обґрунтовані оптимальні параметри екструдкування для нативних зернових і солодів різних культур. Визначено, що екструдкування солодів проводять при більш м'яких параметрах в порівнянні з нативними зерновими.

4. Вперше експериментально встановлено і науково обґрунтовано, що при тепловому екструзійному обробленні зернових і бобових культур та їх солоду відбуваються глибокі зміни в білкових молекулах – спостерігається зменшення низькомолекулярних фракцій за рахунок збільшення високомолекулярних, тобто відбувається процес комплексоутворення. Експериментально доведено, що комплексоутворення відбувається за рахунок утворення нових дисульфідних, водневих і гідрофобних зв'язків.

5. За допомогою нової інструментальної техніки і сучасних спектрофотометричних, спектроколориметричних, візкозиметричних,

хроматографічних методів розкрита закономірність фізико-хімічних і біохімічних змін, що відбуваються в процесі солододорощення гречки та екструзійного оброблення зернових і бобових культур.

6. Проведена оптимізація технологічних параметрів і якості готових сухих сніданків за допомогою обробки експериментальних даних на ЕОМ по прикладних програмах, розроблених на кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів, харчоконцентратів та зерна:

- встановлені оптимальні технологічні параметри екструзування солодів і зерна гречки, гороху, кукурудзи;

- оптимізовані рецептурні композиції сухих сніданків відносно амінокислотного СКОРa есенціальних амінокислот;

- дана, згідно основних принципів кваліметрії, оцінка якості нових сухих сніданків за комплексним показником, що враховує харчову, біологічну цінність, органолептичні і структурно-механічні характеристики.

Практична цінність та реалізація результатів роботи.

Розроблені технології і нові види сухих сніданків покращеної якості і підвищеної харчової та біологічної цінності за рахунок раціонального використання традиційної і нетрадиційної сировини: рецептурний склад сухого сніданку «Веселка» включає солод гречки і пшеничне борошно, «Барвінок» - солод гречки і пшеничне борошно, «Ласунчик» - солод гречки і кукурудзяну крупку, «Любимі» - солод гречки і кукурудзяну крупку, «Сніжок» - солод гороху і рисове борошно, «Золотисті» - солод гороху і пшеничне борошно, «Ніжні» - солод гороху і гречане борошно.

На нові види сухих сніданків розроблені та затверджені рецептури, технологічні інструкції та технічні умови.

Нові технології впроваджені на заводі продтоварів у м.Бориспіль, вироблені дослідні партії продукції, які були апробовані в дитячих клініках ІПАГ АМН України. Медико-біологічні дослідження нових видів сухих сніданків показали ефективність їх використання як продуктів дитячого харчування, а також в дієтичному харчуванні людей різного віку, які страждають порушенням білково-мінерального обміну.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведені дослідження по визначенню оптимальних параметрів виробництва солоду гречки, розраховані рецептурні композиції підвищеної харчової та біологічної цінності; визначена перетравлюваність сухих сніданків в умовах *in vitro*, зміни вуглеводного та білкового комплексу зернових в процесі екструзії. Ряд досліджень виконані в співавторстві з співробітниками кафедри.

Апробація результатів роботи. Основні результати роботи доповідалися на: Всеукраїнській науково-технічній конференції «Разработка и внедрение прогрессивных технологий и оборудования в пищевой и перерабатывающей промышленности» (Київ, 1995 р.), Міжнародній науково-технічній конференції «Рациональные пути использования вторичных ресурсов агропромышленного комплекса» (Краснодар, 1997р.), Міжнародній науково-технічній конференції «Розроблення та впровадження ресурсоощадних технологій та обладнання в харчову та переробну промисловість» (Київ, УДУХТ, 1997р.).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, шести глав, висновків, списку бібліографічних джерел з 200 найменувань та додатків. Робота викладена на 187 сторінках машинописного тексту, має 38 рисунків та 35 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Розглянуті положення нутриціології відносно раціонального, збалансованого харчування.

Дана характеристика сухих сніданків, які випускаються на Україні, в країнах дальнього та ближнього зарубіжжя.

Приведений аналіз зернових культур - сировини для сухих сніданків.

Розглянута технологія екструзійної обробки харчових продуктів, а також вплив високотемпературного екструдювання на фізико-хімічні зміни зернової сировини.

Проаналізовано фізико-хімічні зміни в складі зернових культур в процесі солодорощення.

Вибрані основні напрямки та сформульовані конкретні задачі досліджень.

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

На час досліджень використовували зерно кукурудзи рядової зубовидної, напівзубовидної (ГОСТ 13634), солод кукурудзи (ГОСТ 1589-80), горох (ГОСТ 28674), солод гороху (ТУУ 18.186-94), гречку різновиду алята сортів Богатир і Шатилівська-5 (ГОСТ 19092).

Основні показники якості гречки і солоду визначали за загальноприйнятими методиками, викладеними в спеціальній літературі.

Амінокислотний склад білків зерна солоду і екструдатів вивчали на амінокислотному аналізаторі LC-5001 (Biotronik, ФРН) з хроматографічною колонкою (230* 3,2 мм), яка заповнена катіонообмінною смолою ВТС - 2710.

Вміст загального білку визначався, за К'ельдалем, розчинного азоту - по Лундіну, вміст амінного азоту методом формольного титрування, кількість редуруючих речовин - йодометричним методом, вміст масової частки декстринів і амілози - методом М.П. Попова і Є.Ф. Шаненко.

Кількість альбумінів, глобулінів, проламінів і глютелінів визначали методом Лоурі по калібрувальним кривим після фотометрування на електронному спектрофотометрі при $\lambda=690$ нм. Фракційний склад білків досліджували методом електрофорезу.

Визначення вільних жирних кислот проводили за допомогою газорідної хроматографії на хроматографі Carlo Erba (Італія) з полум'яно-іонізаційним детектором на скляній колонці (1250* 3 мм), яка заповнена 10% фазою SP - 2300 (Silar 5 CP).

Дослідження структурно-механічних властивостей дисперсій екструдатів проводили на ротаційному візкозиметрі «Реотест-2».

Харчову цінність і амінокислотний СКОР розраховували з використанням методики ВНДІХПа.

Ступінь атакованості ферментами білкового складу визначали в дослідженнях *in vitro* за методом Покровського А.А., Ертанова І.Д.

Коефіцієнт спучування визначали як відношення діаметра екструдату до діаметра матриці.

Оцінку якості нових продуктів екструзійної технології проводили згідно принципів кваліметрії.

Оптимізацію технологічного процесу екструзії продуктів на основі солоду зернових культур проводили згідно методології експериментально-статистичного моделювання (ЕСМ).

* При виконанні даних робіт використовували класи задач «технологія - властивості» (ТQ).

Математичні залежності зміни коефіцієнта спучування від параметрів процесу отримали шляхом апроксимації отриманих експериментальних даних.

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧАНОГО СОЛОДУ

Для досліджень було взято сорти гречки культурної «Богатир» і «Шатилівська-5», яким властиве крупне вирівнене зерно; білок представлено здебільшого водо- і солерозчинними фракціями, частка яких складає 49,2 - 56,5% від загального білку. Активність протеолітичних ферментів в зерні незначна.

В отриманих зразках визначали технологічні показники - екстрактивність, вміст редуруючих речовин, аміний азот (табл. 1).

Аналіз даних (табл. 1) показав, що солод, отриманий із гречки

Таблиця 1.

Технологічні показники солоду з різних сортів гречки

Найменування сорту гречки	Екстрактивність, % на СР	Вміст редуруючих речовин, г на 100г екстракту	Вміст амінного азоту, мг на 100 г екстракту
«Богатир»	67,34	71,70	120,12
«Шатилівська-5»	65,44	69,77	115,23

сорту «Богатир» за всіма технологічними показниками перевищує солод з сорту «Шатилівська-5». В подальших дослідженнях використовували сорт «Богатир», як найбільш перспективний для солододорощення.

При проведенні дослідження впливу температури води та режиму замочування гречки на процес водопоглинання зерна та його пророщування, встановлено, що специфічна будова горішка гречки потребує більш тривалих повітряних пауз, тому замочування гречки краще проводити в повітряно-водяному режимі з тривалими повітряними паузами, при температурі води 20-25 °С.

Вивчення впливу технологічних параметрів солододорощення (температури і тривалості) на якість готового солоду показало, що збільшення температури солододорощення приводить до збільшення екстрактивності внаслідок підвищення ферментативної активності, в результаті чого кількість розчинних речовин збільшується. Збільшення амінного азоту спостерігається протягом усього періоду солододорощення. Встановлено, що у солоді, пророщеному протягом 6 діб при температурі 20 °С, вміст амінного азоту менший, ніж у солоді, який пророщували 6 діб при температурі 17 °С. Це викликано більш інтенсивним розвитком вегетативних частин зерна і великими витратами амінного азоту на синтез нових високомолекулярних речовин у тканинах листків та корінців. Збільшення температури солододорощення приводить до більш високого вмісту редууючих речовин, що свідчить про інтенсивне проходження гідролізу крохмалю.

Ступінь гідролізу білків гречаного солоду оцінювалася за кількістю загального розчинного азоту і за величиною його високо-, середньо- і низькомолекулярних фракцій (А, В і С). Встановлено, що збільшення температури солододорощення сприяє гідролізу білкових речовин, але при підвищенні до 20 °С посилюється ріст вегетативних частин зерна, що приводить до зниження низькомолекулярної фракції С.

Досліджено вплив солодоращення на жирокислотний склад гречки. Встановлено, що в процесі пророщування збільшується вміст вільних жирних кислот, що пояснюється гідролітичним розщепленням жирів під дією ліпази.

Дослідження сушки солоду показали, що процес сушки необхідно вести в 2 етапи: 1 етап - при температурі від 60 до 70 °С протягом 12 годин, 2 етап - при температурі 100 -105 °С протягом 5-6 хв.

РОЗРОБЛЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ЕКСТРУЗІЇ НАТИВНИХ ЗЕРНОВИХ І СОЛОДУ

З метою розробки раціональних режимів екструзії сухих сніданків з покращеною харчовою та біологічною цінністю, необхідно було дослідити і встановити раціональні параметри екструдуювання (температура, масова частка вологи, ступінь навантаження на шнеки та гранулометричний склад) кожного сировинного компоненту, а саме зерна і солоду.

Досліджено вплив температури екструдуювання на один з показників якості екструдатів - коефіцієнт спучування при сталих вологості сировини, ступеню навантаження на шнеки та гранулометричному складі.

Аналіз отриманих залежностей коефіцієнту спучування від температури показав, що зі збільшенням температури екструдуювання до певної величини коефіцієнт спучування збільшується, що пов'язано з величиною градієнту температури, який діє на екструдат на виході з матриці. Із зростанням градієнту температури збільшується кількість повітряних пор невеликого розміру, їх стінки стають тонкими та крихкими, подальше збільшення температури екструдуювання призводить до зменшення цього показника, що викликано термічною деструкцією компонентів сировини. (рис. 1) Так, для гречки максимальний коефіцієнт

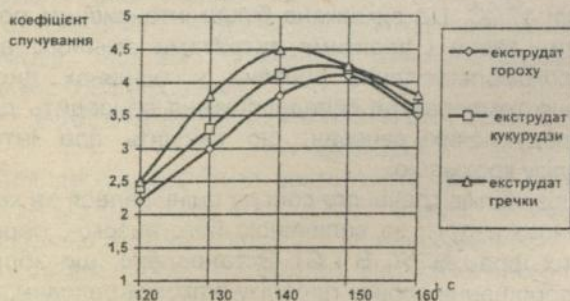


Рис. 1. Вплив температури екструдуювання на коефіцієнт спучування

случування досягається при температурі екструзування 140 °С, для солоду гречки - 130 °С, для кукурудзи - 145 °С, для солоду кукурудзи-138 °С, для гороху - 150 °С, для солоду гороху - 142 °С.

Така різниця в раціональних температурах екструзування нативних зернових та солодів пояснюється попередньою обробкою сировини.

Так, в солоді після висушування частина крохмалю клейстеризована, а молекулярні сили зчеплення між зернами послаблені, білок частково денатурований, тому, для порушення структури біополімерів в процесі екструзії і для одержання нової структури необхідно витратити менше енергії, ніж для таких самих перетворень в нативних зернових.

Аналогічним чином отримані залежності коефіцієнту случування від вологості сировини при постійних раціональній температурі екструзування і навантаженості на шнеки, від ступеня навантаження на шнеки та гранулометричного складу.

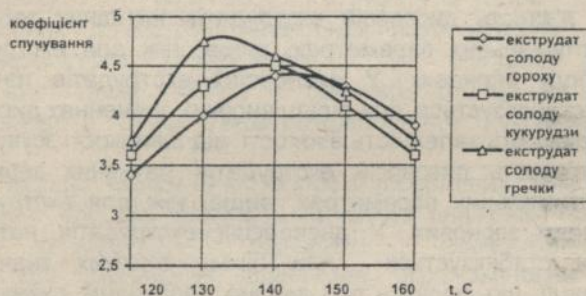


Рис. 2. Вплив температури екструзування на коефіцієнт случування

Із збільшенням вологості сировини до певного значення коефіцієнт случування збільшується, а далі відбувається його зменшення. Для гречки найбільш раціональна масова частка води - 14,1%, для солоду гречки - 12,8%, для кукурудзи - 14,8%, для солоду кукурудзи - 13,8%, для гороху - 16,2%, для солоду гороху - 15,3%.

Досягнення солодами максимальних значень коефіцієнту случування при більш низькій вологості, пояснюється тим, що частина крохмалю в солодах клейстеризована, тому води для клейстеризації потрібно менше.

Статистична обробка результатів дозволила отримати регресивні рівняння залежності коефіцієнту случування (Y) від параметрів процесу.

Оптимізація поліномів з умовою досягнення вихідною змінною коефіцієнтом спучування свого максимального значення, дозволила отримати оптимальні значення температури (t) екструзування, вологості сировини (w), ступеня навантаження на шнеки (n), діаметра ситової поверхні (d).

Отримані регресійні рівняння мають наступний вигляд:

для гречки

$$Y = 4,4992 + 15,2931 \cdot t + 50,8334 \cdot t^2 + 38,7885 \cdot t^3 - 194,2598 \cdot t^4;$$

$$Y = 4,4000 - 0,6164 \cdot w - 0,6538 \cdot w^2 + 0,7914 \cdot w^3 - 0,3212 \cdot w^4;$$

$$Y = 4,6999 + 0,4983 \cdot n - 0,9001 \cdot n^2 - 1,7583 \cdot n^3 + 1,5092 \cdot n^4;$$

$$Y = 4,3057 + 0,4399 \cdot d - 0,9539 \cdot d^2 - 0,6899 \cdot d^3 + 0,8982 \cdot d^4;$$

З метою вивчення структурно-механічних властивостей і підтвердження вибору оптимальних параметрів екструзування гречки, кукурудзи, гороху та їх солодів вивчалися властивості 3%-их дисперсій екструдатів.

Структурна в'язкість дисперсій екструдатів нативних зернових, отриманих при оптимальних параметрах, вища, ніж для екструдатів, отриманих із солоду зернових. У дисперсіях екструдатів нативних зернових в'язкість стабілізується при більш високих значеннях дисперсій екструдатів, які виражають залежність в'язкості від швидкості зсуву.

Структурна в'язкість дисперсій екструдатів нативних зернових, отриманих при оптимальних параметрах, вища, ніж для екструдатів, отриманих із солоду зернових. У дисперсіях екструдатів нативних зернових в'язкість стабілізується при більш високих значеннях швидкості деформації, що свідчить про значно повільніше руйнування структури, ніж у дисперсіях екструдатів солодів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСТРУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ НА БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В ЗЕРНІ ТА СОЛОДІ

Високотемпературне екструзійне оброблення матеріалів відрізняється тим, що цей процес відбувається при високій температурі, тиску, напрузі зсуву, при невеликій вологості сировини і протягом короткого часу. Таке оброблення змінює кількісно і якісно структуру, склад і харчову цінність продуктів.

Досліджені зміни, що відбуваються з углеводним комплексом в процесі екструзії (табл. 2.). Встановлено зменшення вмісту крохмалю, що зумовлено гідролітичним розщепленням полісахаридного ланцюгу на фрагменти з меншою молекулярною масою; зменшується кількість амілопектину. Внаслідок великого розміру молекул при низькій вологості

відбувається їх механічне пошкодження. Паралельно з цим молекули гідролізуються по зв'язках α -1-4, на фрагменти, які не містять розгалуджень і за масою не є декстринами, що є причиною накопичення амілози. Кількість редуруючих цукрів в процесі екструзії зменшується,

Таблиця 2.

Зміни вуглеводного комплексу в процесі екструзії

Сировина	Кількість*, % СР		
	Крохмаль	Амілоза	Редуруючі Цукри
Гречка	65,3 / 49,5	0,161 / 1,329	1,34 / 0,25
Солод гречки	47,4 / 32,9	0,136 / 1,129	7,75 / 1,25
Кукурудза	70,3 / 61,4	0,057 / 1,384	2,12 / 0,31
Солод кукурудзи	61,7 / 43,1	0,028 / 1,269	5,06 / 1,12
Горох	44,4 / 33,4	0,259 / 1,456	5,55 / 0,69
Солод гороху	39,2 / 26,1	0,143 / 1,416	10,50 / 1,89

* - Чисельник - до екструзії, знаменник - після екструзії.

що пояснюється зв'язуванням за рахунок реакційноздатної карбонільної групи ($=C=O$) з білковим компонентом і утворенням меланоїднів, а також терморозщепленням цукрів до карамельних речовин.

В процесі екструзійної обробки особливих змін зазнають білки. Екструзійна обробка викликає незначне зниження вмісту загального білку в екструдатах у порівнянні з необробленою сировиною. Відбувається зменшення практично всіх амінокислот, що можна пояснити результатом окисно-відновних реакцій між редуруючими цукрами і білковими речовинами, за рахунок наявності вільних аміно груп ($-NH_2$) у амінокислот і карбоксильної у цукрів.

В екструдатах нативних зернових та їх солоду кількість водорозчинних білків зменшується на 20-30%, а соле-, лужно- та спирторозчинних збільшується на 10 -16%.

Нерозчинність перегрітого білку є результатом денатураційних процесів. Дослідження фракційного складу білків, за методом електрофоретичного розділення за їх рухомістю, виявляє чітко виражений перерозподіл співвідношення фракцій в сторону зменшення низькомолекулярної фракції та збільшення високомолекулярної (табл.3).

Це пояснюється утворенням в процесі екструзії дисульфідних зв'язків із сульфгідрильних груп, що може викликати ковалентне зв'язування поліпептидних ланцюгів молекули білку. Міжмолекулярна

Таблиця 3.

Вплив екструзійного оброблення
на фракційний склад білків

Зразки	Фракції білка, %			
	Малорухома	Середньо-рухома	Високорухома	Яка не визначається
Гречка	28,0	31,3	29,3	11,38
Солод гречки	17,0	34,2	48,4	0,33
Екструдат гречки	36,3	29,4	28,3	12,9
Екструдат солоду гречки	39,2	21,2	35,4	4,1

взаємодія реакційноздатних груп білків сприяє виникненню великої кількості ковалентних, водневих та інших видів зв'язків електростатичного походження і призводить до утворення достатньо стійких високомолекулярних білкових речовин. Для дослідження хімічної природи цих зв'язків та їх міцності визначали реологічні властивості суспензій зразків у різних розчинах (рис. 3).

Збільшення в'язкості суспензії екструдату з сечовиною у порівнянні з суспензією неекструдованої сировини пояснюється тим, що в утворенні структури білкових речовин певна роль належить водневим зв'язкам;

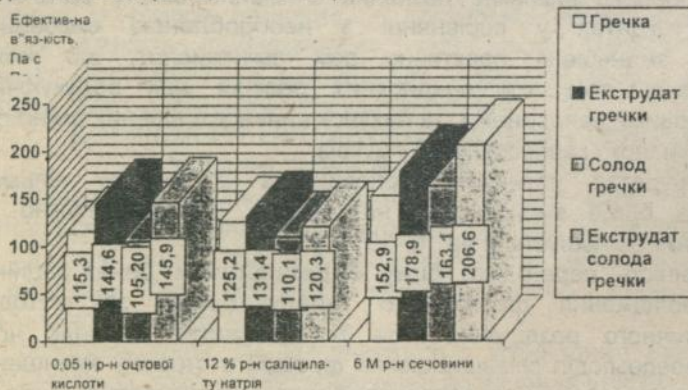


Рис. 3. Вплив екструзійної обробки на ефективну в'язкість в різних розчинах.

окрім них після екструзії має місце утворення дисульфідних зв'язків, що підтверджується меншою розчинністю в саліцилаті натрію; більш висока в'язкість суспензій екструдатів в оцтовій кислоті припускає наявність електростатичних взаємодій.

Досліджені зміни вільних жирних кислот, в процесі екструзійної обробки показали їх кількісне зменшення, що викликано їх здатністю утворювати комплекси за рахунок карбоксильної групи та функціональних груп інших компонентів зерна.

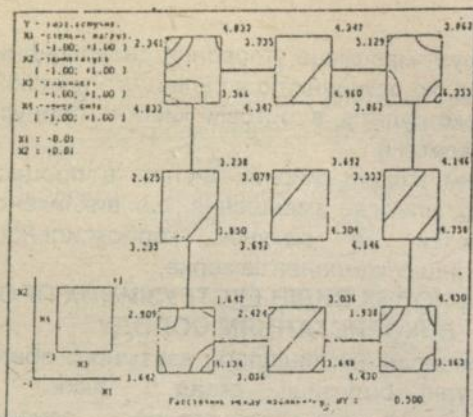
РОЗРОБКА НОВИХ ВИДІВ ЕКСТРУЗІЙНИХ ПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СОЛОДУ

Керуючись принципом нутриціології, взаємного збагачення білків, розраховано рецептурні композиції, склад яких максимально наближається до еталону по збалансованості основних харчових компонентів.

Оптимізація рецептур здійснювалася за допомогою багатofакторного симплекс-методу. На основі цього методу розраховано сім рецептурних композицій на основі солоду гречки та солоду гороху. Сухі сніданки «Веселка», «Барвінок», «Ласунчик», «Любимі», «Сніжок», «Золотисті» та «Ніжні» можна віднести до продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності.

Перетравлюваність білків сухих сніданків на основі солоду гречки «Веселка» та «Ласунчик» відповідно в 1,6 та 1,4 рази вища у порівнянні з екструдатом із гречки, а перетравлювальна здатність сухих сніданків на основі солоду гороху «Ніжні», «Золотисті» та «Сніжок» в 1,4; 1,5; 1,6 рази вища у порівнянні з екструдатом із гороху. Це пояснюється руйнуванням в процесі солодощення частини пептидних зв'язків, тому в екструзійних продуктах, що містять солод, протеоліз протікає швидше і вміст сумарного азоту в гідролізатах буде більший.

Для визначення оптимальних параметрів екструдування сумішей із збалансованим хімічним складом використовували методологію експериментально-статистичного моделювання. Як параметр оптимізації був вибраний один з показників якості екструдату - коефіцієнт спучування. Реалізація задачі «технологія - властивості» дозволила отримати рівняння регресії, які адекватно відображають процес екструдування продуктів на основі солоду. Графічна інтерпретація результатів обчислень (рис.4) за математичною моделлю дозволяє на практиці не тільки прогнозувати коефіцієнт спучування готових продуктів при конкретних значеннях вихідних параметрів, але й навпаки, дозволяє



$$Y = 4,7587 + 1,0399 \cdot X_1 - 1,3184 \cdot X_2 + 0,2194 \cdot X_3 - 0,3027 \cdot X_4 - 1,0844 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,0626 \cdot X_2 \cdot X_4 - 0,1645 \cdot X_1^2 + 1,1735 \cdot X_4^2.$$

Рис. 4. Діаграма "квадрат на квадраті" з ізолініями коефіцієнту случування (сухий сніданок "Ласунчик")

вибирати температуру екструзії, ступінь подрібнення і ступінь навантаження на шнеки та вологість сировини, щоб отримати продукт з потрібним коефіцієнтом случування

Для нових видів сухих сніданків розрахований хімічний склад. Встановлено, що внесення солоду гречки та солоду гороху збагачує продукти клітковиною, білком, вільними жирними кислотами, вітамінами.

Якість нових виробів оцінювали за комплексним показником, в розрахунку якого використовували основні принципи кваліметрії. Розроблено дерево властивостей, що має 4 рівні та враховує харчову цінність, органолептичні та структурно-механічні показники продукту. Проведений розрахунок комплексної оцінки якості показав, що в розроблених виробках показник якості на 20 -30% вищий комплексного показника якості базового зразка (подушечки «Шкільні»).

ВИСНОВКИ

1. На основі системного аналізу та узагальнення теоретичного та експериментального матеріалу розроблена технологія сухих сніданків з використанням у складі рецептурних компонентів солодів гречки, кукурудзи і гороху, з урахуванням основних принципів нутриціології, кваліметрії, що забезпечують покращення харчової та біологічної цінності.

2. Вперше розроблена технологія отримання солоду гречки. Комплексно досліджений вплив основних параметрів солодоращення на біохімічні та хімічні зміни компонентів зерна, систематизований хімічний склад і технологічні властивості солоду гречки.

3. Науково обгрунтовані та експериментально підтверджені оптимальні параметри екструдуювання гречки, кукурудзи, гороху та їх солодів. Встановлено, що екструдуювання солоду зернових і зернобобових культур необхідно проводити при більш низьких параметрах у порівнянні з нативними зерновими. Апроксимацією експериментальних даних отримані математичні залежності зміни якісних показників екструдатів від технологічних параметрів процесу.

4. Отримані дані про біохімічні зміни компонентів зерна і солоду свідчать про зміни білкових речовин, вуглеводів та вільних жирних кислот. Експериментально встановлено, що в процесі екструзійної обробки відбувається зменшення водорозчинних білків та збільшення соле-, луго- і спирторозчинних фракцій білка, а також зменшення низькомолекулярної фракції та збільшення високомолекулярної. Доведено, що процес екструзії призводить до кількісного зменшення крохмалю та збільшення амілози та декстринів. В результаті гідротермічної обробки відбувається зменшення вільних жирних кислот внаслідок процесів комплексоутворення та окислення.

5. Проведена оптимізація за допомогою методів лінійного програмування рецептурних композиції нових продуктів екструзійної технології згідно вимог нутриціології із збалансованим складом есенціальних амінокислот.

6. На основі широкого використання методів експериментально-статистичного моделювання, класів задач «технологія - властивості» розроблені методики математичного моделювання технологічного процесу екструдуювання нових продуктів.

7. Вивчено зміни структурно-механичних властивостей 3%-их дисперсій екструдатів. Незалежно від сировини реологічні криві мають однаковий вигляд. При підвищенні швидкості зсуву до певної величини відбувається зменшення в'язкості дисперсій, подальше збільшення швидкості зсуву викликає руйнування структури дисперсій.

При оптимальних параметрах екструдуювання в'язкість дисперсій екструдатів нативних зернових вища, ніж для екструдатів, що одержані з солоду.

8. Вивчені гігроскопічні властивості екструдатів, що одержані з гречки, кукурудзи, гороху, їх солодів та продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності. При відносній вологості повітря 60-75% рівноважна вологість екструдованих продуктів одержаних на основі солоду гороху та солоду гречки, становить 9-11,5%.

9. Запропонована математична модель, яка дозволяє на основі принципів кваліметрії оцінювати якість продуктів екструзійної технології. Вона враховує харчову та біологічну цінності, органолептичні і структурно-механічні показники готових продуктів. При оцінці харчової цінності продукту враховується вміст білків, жирів, вуглеводів, есенціальних аміно- і жирних кислот, засвоєваних та незасвоєваних вуглеводів, вітамінів, макро- і мікроелементів. Розраховані показники якості запропонованих продуктів екструзійної технології з використанням солоду дозволяють кількісно встановити їх перевагу над існуючими зразками.

10. Розроблені та затверджені рецептури, технологічні інструкції і технічні умови на нові види екструзійних продуктів з використанням солоду гороху і гречки. Отримані позитивні заключення Мінздраву України і дитячих клінік ІПАГ АМН України на представлені нові види продуктів.

11. Технології нових видів сухих сніданків пройшли виробничі випробування на Бориспільському заводі продтоварів.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ЩО ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Перетворення білкових речовин у процесі екструзійної обробки / Ковбаса В.М., Миронова Н.Г., Ковальов О.В., Гайдук В.В., Терлецька В.А., Дячук О.В. - К.: УкрІНТЕІ, 1996. - 20 с

2. Розробка продуктів екструзійної технології з використанням пророщеного зерна / Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Єгорова І.К., Хіврич Б.І., Миронова Н.Г., Дорохович А.М., Кобилінська О.В.. - К.: УкрІНТЕІ, 1996. - 20 с.

3. Терлецькая В.А., Ковбаса В.Н., Кобылинская Е.В. Определение оптимальных параметров экструдирования кукурузной крупы // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. - М., 1997. - N4. - С: 17-18.

4. Терлецька В.А., Ковбаса В.М., Кобилінська О.В. Зміни сірковмісних амінокислот в процесі екструзії // Експрес - новини. - К.: УкрІНТЕІ, 1996. - С. 8-9.

5. Терлецька В.А., Ковбаса В.М., Кобилінська О.В. Розробка технології гречаного солоду і продуктів екструзійної технології на його основі // Вісник аграрної науки. - К., 1997. - N10. - С.65-66

6. Ковбаса В.М., Дорохович А.М., Терлецька В.А., Дячук О.В., Варгатай О.Л. Нові продукти екструзійної технології підвищеної біологічної цінності. // Новые технологии и актуальные проблемы развития торговли и общественного питания. - Харків, 1995. - С. 143-146

7. Ковбаса В.М., Дорохович А.М., Дячук О.В., Терлецька В.А. Вплив процесу екструзії на зміни вуглеводів при обробленні деяких видів зернових // Праці Всеукр. наук.-техн. конф. «Розробка і впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість». - К., 1995. - С. 17.

8. Терлецькая В.А., Ковбаса В.Н., Сергеев А.Д. Изменение фракционного состава белков солода гречки в результате экструзионной обработки. // Труды Межд. науч. - техн. конф. «Рациональные пути использования вторичных ресурсов агропромышленного комплекса». - Краснодар, 1997.

9. Терлецька В.А., Ковбаса В.М., Хіврич Б.І., Єгорова І.К., Чернишов С.А. Зміни ненасичених жирних кислот в процесі пророщування та екструзійного оброблення зернових культур. // Праці Міжн. наук. - техн. конф. «Розроблення та впровадження прогресивних ресурсощадних технологій та обладнання в харчову та переробну промисловість». - К., 1997. - С. 83.

10. Патент на винахід N14925 А. Спосіб виробництва гречаного солоду / Дорохович А.М., Ковбаса В.М., Терлецька В.А.

11. Рішення про видачу патенту України на винахід без проведення експертизи по суті N97020563 від 19.06.97р. Склад для сухого сніданку / Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Дорохович А.М., Кобилінська О.В., Єгорова І.К., Сташейко В.І., Степаненко Т.О.

12. Рішення про видачу патенту України на винахід без проведення експертизи по суті N97020562 від 19.06.97р. Склад для сухого сніданку / Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Дорохович А.М., Емельянова Н.О., Сташейко В.І., Сергеев А.Д., Недєліна Л.М.

13. Рішення про видачу патенту України на винахід без проведення експертизи по суті N97041844 від 03.07.97р. Склад інгредієнтів для сухого сніданку / Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Кобилінська О.В., Хіврич Б.І.

14. Рішення про видачу патенту України на винахід без проведення експертизи по суті N97041948 від 26.06.97р. Склад для сухого сніданку з пшеницею та солодом гречки / Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Кобилінська О.В., Сташейко В.І.

Анотація

Терлецька В.А. Розроблення раціональної технології екструзійних продуктів з використанням солоду зернових та зернобобових культур

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів та харчоконцентратів, Київ, 1997

Дисертація присвячена питанням розробки продуктів екструзійної технології на основі солода зернових та зернобобових культур.

Розроблена нова технологія виробництва солода гречки, яка дає можливість отримати зерно із спрощеною структурою біополімерів вуглеводів, з підвищеною концентрацією вітамінів, а також із збільшеним вмістом легкорозчинних фракцій білка та незамінних амінокислот.

Запропоновані раціональні параметри екструджування зернових, зернобобових культур та їх солодів, а також продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності, ефективність яких обґрунтована теоретично та підтверджена практично.

Проведені промислові випробування за основними результатами роботи.

Ключові слова: зерно, солод, екструзія, білки, крохмаль, незамінні амінокислоти, рецептурні композиції, кваліметрія.

Аннотация

Терлецкая В.А. Разработка рациональной технологии экструзионных продуктов с использованием солода зерновых и зернобобовых культур

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 "Технология хлебопекарных продуктов и пищекокцентратов", Украинский государственный университет пищевых технологий, Киев, 1997

Диссертация, посвящена вопросам разработки продуктов экструзионной технологии на основе солода зерновых и зернобобовых культур. Разработана новая технология получения солода гречки, которая дает возможность получить зерно с упрощенной структурой биополимеров углеводов, повышенной концентрацией витаминов, с увеличенным содержанием легкорастворимых фракций и незаменимых аминокислот.

Предложены рациональные параметры экструдирования зерновых, зернобобовых культур и их солодов, а также продуктов повышенной пищевой и биологической ценности, эффективность которых обоснована теоретически и подтверждена практически.

Проведены производственные испытания по основным результатам работы.

Ключевые слова: зерно, солод, экструзия, белки, крахмал, незаменимые аминокислоты, рецептурные композиции, кваліметрія.

SYNOPSIS

Terletskaia V.A. Development of judicious technology of extrusion products using malt from cereals and cereal-leguminous crops

Thesis for the degree of Candidate of technical sciences in speciality 05.18.01 "Technology for bakery, macaroni, confectionery production and food concentrates", Ukrainian State University of food technologies, Kiev, 1997

The Thesis is devoted to the problems of products development using extrusion technology based on cereals and cereal-leguminous crops malt. A new technology for production of malt from buckwheat provides a way for manufacturing grains with simplified structure of carbohydrates biopolymers, increased concentration of vitamins, increased concentration of easy soluble fractions and irreplaceable amino acids.

Judicious parameters of extrusion of cereals, cereal-leguminous and malt as well as products of increased food and biological value effectiveness of which substantiated theoretically and proved in practice.

Key results of the work have been tested in manufacturing.

Key words: grain, malt, extrusion, albumen, starch, irreplaceable amino acids, compounding compositions, qualimetry.

Підп. до друку 16.12.97 Формат 60×84 1/16 Папір друк. № . Друк
офсетний. Умовн. друк арк. . Умовн. фарбо-відб. . Облік-вид арк.
. Наклад 100 прим. Зам. № 990 .

РВЦ УДУХТ, 252033 Київ-33, вул. Володимирська, 68

437279

AB 39.533

AB 39.533