

На правах рукопису

Молодожен Юлія Борисівна

**Розробка технології желейного мармеляду на основі  
використання продуктів переробки амаранту**

Спеціальність 05.18.01 - технологія хлібопекарських, макаронних  
та кондитерських виробів та харчоконцентратів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття вченого ступеня  
кандидата технічних наук

Київ - 1996

Ав. 35.879

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Одеській державній академії харчових технологій

Науковий керівник - академік, доктор технічних наук,  
професор  
Карнаушенко Л.І.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
Дорохович А.М.

кандидат техн. наук  
Оболкіна В.І.

Провідна організація: Одеське акціонерне товариство «Одеса»

Захист відбудеться 27 ноябре 1996 р о \_\_\_\_\_ годині на засіданні

спеціалізованої ради Д. 01.15.01 Українського державного університету харчових  
технологій, аудиторія \_\_\_\_\_,

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету,

Автореферат розіслано 25 жовтєбре 1996 р

Запрошуємо Вас взяти участь у засіданні спеціалізованої ради або надіслати

відгук у двох примірниках, затверджений печаткою організації, за адресою:

252017, Київ - 17, вул. Володимирська, 68.

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

О.І. Семенова

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00751562 (Q)

ДВ - 33, 87 - 1

## Загальна характеристика роботи

Актуальність проблеми. Одним з найважливіших питань на сучасному етапі розвитку харчової промисловості, а саме в кондитерській галузі, є забезпечення населення якісними продуктами харчування.

Після аварії на Чорнобильській АЕС зросла кількість людей, які постраждали від захворювань, спричинених високим рівнем радіації. Тому ключовим моментом у розробці й удосконаленні технологій кондитерських виробів є удосконалення структури асортименту та збільшення обсягу виробництва продуктів дієтичного та лікувально-профілактичного призначення, які мають радіопротекторні властивості, підвищену харчову та біологічну цінність та доступні за ціною для споживача.

Приділяючи увагу розширенню асортименту виробів желейної групи потрібно визнати, що вони є перспективною групою для створення продуктів лікувально-профілактичного призначення для людей зі шкідливими умовами праці, а також тих, хто постраждав від радіації. Це пов'язано з тим, що до їх складу входять полісахариди (пектин, агароїд та ін.), які мають властивість сполучати солі важких металів та виводити радіонукліди з організму людини.

Перспективним напрямком створення прогресивної технології желейного мармеладу є впровадження нової культури - амаранту, яка має цінний хімічний склад і поліфункціональні властивості.

Оскільки на цей час відсутні роботи по використанню амаранту при виробництві желейного мармеладу, виникає необхідність наукового обґрунтування й розробки нових технологій желейних виробів з використанням продуктів переробки амаранту.

МЕТА І ЗАДАЧІ. Метою даною роботи є наукове обґрунтування й розробка технології желейного мармеладу лікувально-профілактичного призначення на основі використання продуктів переробки амаранту, що дозволяє одержати готовий продукт підвищеної харчової та біологічної цінності й водночас скоротити витрати драглеутворювача, лимонної кислоти та барвних речовин.

Для досягнення цієї мети потрібно було вирішити наступні задачі:

- науково обґрунтувати й практично розробити технологію желейних виробів на основі використання продуктів переробки амаранту;
- теоретично обґрунтувати механізм взаємодії біополімерів продуктів переробки амаранту з желіруючими компонентами мармеладних мас в процесі драглеутворювання і на підставі цього скоротити вміст драглеутворювача;
- вивчити вплив добавок продуктів переробки амаранту на реологічні, хімічні та біохімічні показники желейних мас і готових виробів;

ЛНБ ім. В. С. Яворця  
АБД

- дослідити змінення показників якості желейного мармеладу, який містить продукти переробки амаранту в процесі зберігання;
- оптимізувати технологію виробництва желейного мармеладу на основі використання продуктів переробки амаранту;
- провести апробацію основних результатів досліджень та розрахувати економічну ефективність даної розробки.

**НАУКОВА НОВИЗНА** роботи полягає в тому, що на підставі теоретичного аналізу й практичного вивчення основних властивостей продуктів переробки амаранту, доведена можливість їх використання в технології виробництва желейного мармеладу. Виявлено вплив добавок амаранту на структурно- механічні, біохімічні, мікробіологічні та органолептичні властивості напівфабрикатів та готового мармеладу а також встановлено, що добавки амаранту мають радіопротекторні властивості.

Вперше дано теоретичне обґрунтування впливу біополімерів амаранту на процес драглеутворювання при виготовленні желейного мармеладу.

Науково обґрунтована й оптимізована технологія виробництва желейних виробів з використанням продуктів переробки амаранту, яка дозволяє зменшити витрати рецептурної кількості драглеутворювача й підвищити харчову та біологічну цінність виробів.

Наукова новизна розроблених технологій підтверджується позитивними рішеннями по заявах на патент України за № 95010060, 93111453, 95031048.

На захист виносяться такі наукові положення:

- наукове обґрунтування впливу біополімерів амаранту на процес утворення драглів в системах полісахарид-білок;
- встановлення впливу добавок продуктів переробки амаранту на реологічні, біохімічні та мікробіологічні властивості желейних мас та готових виробів;
- наукове обґрунтування зменшення драглеутворюючих речовин в желейному мармеладі за рахунок добавок продуктів переробки амаранту.

#### **АПРОБАЦІЯ РОБОТИ.**

За основними напрямками роботи зроблені доповіді на конференціях:

- Перша Всеукраїнська конференція по амаранту,- Вінниця, 1995 р.
- Всеукраїнська науково-технічна конференція « Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість», - Київ, 1995 р.
- Перша національна науково-практична конференція ОТІППЛ, - Одеса, 1993р.
- Международная конференция « Экология. Продукты питания»- Одесса, 1995.
- 55-а наукова конференція ОТІППЛ, - Одеса, 1993 р.
- Науково - технічна конференція ОГАПТ,- Одеса, 1996 р.

- Міжрегіональна науково-практична конференція, - Казань, 1996 р.

### ПУБЛІКАЦІЇ.

Згідно матеріалу дисертації опубліковано 18 робіт, в тому числі є позитивні рішення на видачу патентів України за трьома винаходами.

### ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РОБОТИ.

Розроблена нормативно-технічна документація, рецептури, ТУ, ПІ на виробництво желейного мармеладу « Ялинка » та « Відлуння » з добавками продуктів переробки амаранту. Запропоновані технології вироблення АТ « Одеса » з очікуваним економічним ефектом для мармеладу « Ялинка » - 119353,4 тис.крб, для мармеладу « Відлуння » - 114888Б3 тис.крб. в цінах на лютий 1996 р.

### СТРУКТУРА ТА ОБСЯГ РОБОТИ.

Дисертацію викладено на 198 сторінках друкописного тексту, вміщує 26 рисунків, 22 таблиці. Складається із вступу, 6 розділів, висновків, списку літератури, що містить 241 найменування та двох додатків.

### Основний зміст роботи.

У вступі обгрунтована актуальність теми досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність роботи.

В першому розділі здійснено огляд науково-технічної вітчизняної та закордонної літератури по використанню продуктів, які містять білки рослинного походження у виробництві кондитерських виробів, показана роль раціонального харчування в процесі життя людини. Розглянуто розробки по використанню нових видів нетрадиційної сировини, що дає можливість виробляти продукцію з підвищеною харчовою та біологічною цінністю лікувально-профілактичного призначення, а також скоротити витрати основної сировини.

Чималий внесок по вивченню та використанню нетрадиційної сировини в кондитерському виробництві зробили Дробот В.І., Дорохович А.М., Парфененко В.В., Зубченко А.В., Перцевої Ф.В., Карнаушенко Л.І., Мачіхін Ю.А., Маршалкін Г.А., Циганова Т.Б., Сілагадзе М.А. та ін.

На основі аналізу літературних джерел визначено мету та задачі досліджень.

У другому розділі наведені характеристики сировини, яка використовувалась при дослідженні та методи досліджень, як загальноприйняті, так і спеціальні фізико-хімічні, мікробіологічні та біохімічні. Використовувались добавки продуктів переробки амаранту, а саме, борошно з насіння амаранту (БНА) та порошок з листу амаранту (ПЛА), хімічний склад яких подан в таблицях 1, 2, 3.

У третьому розділі наведені результати експериментальних досліджень впливу добавок продуктів переробки амаранту на якість желейних мас та готових виробів.

Таблиця 1.

Характеристика зразків борошна  
з насіння амаранта різних сортів.

| №   | Показники                   | Сорти    |             |
|-----|-----------------------------|----------|-------------|
|     |                             | «Антей»  | «Шварцкопф» |
| 1.  | Колір насіння               | кремовий | чорний      |
| 2.  | Колір борошна               | кремовий | темно-сірий |
| 3.  | Білок, масова частка, %:    | 19,21    | 16,8        |
| 4.  | Вологість                   | 10,0     | 9,0         |
| 5.  | Ефіророзчинні               | 12,4     | 8,0         |
| 6.  | Сира клітковина             | 3,5      | 2,3         |
| 7.  | Зола                        | 3,2      | 3,0         |
| 8.  | Легкогідролізуемі пентозани | 61,3     | 59,0        |
| 9.  | Крохмаль                    | 54,3     | 41,2        |
| 10. | Редукуючі речовини          | 0,42     | 0,5         |

Таблиця 2.

Хімічний склад борошна з насіння амаранту

| Елементи            | Кількість, мг/кг            |
|---------------------|-----------------------------|
| Залізо              | 1,9                         |
| Мідь                | 23,4                        |
| Марганец            | 80,0                        |
| Кремній             | 40,0                        |
| Цинк                | 47,9                        |
| Фосфор              | 53,9                        |
| Калій               | 22,3                        |
| Кальцій             | 23,5                        |
| Натрій              | 73,0                        |
| Фтор                | 22,0                        |
| <b>Вітаміни</b>     | <b>Кількість, мг/100 г.</b> |
| Тіамін              | 0,6                         |
| Рібофлавін          | 0,2                         |
| Никотинова кислота  | 1,5                         |
| Токоферолі          | 2,0                         |
| Каротиноїди         | 2,7                         |
| Аскорбінова кислота | 7,0                         |
| Фолієва кислота     | 42,1                        |

Таблиця 3.

Хімічний склад порошку  
сухого листя амаранту.

| <i>Показники</i>            | <i>Насова частка, %</i> |
|-----------------------------|-------------------------|
| Вологість                   | 8,4                     |
| Зольність                   | 18,5                    |
| Клітковина                  | 25,8                    |
| Сирий протеїн               | 21,99                   |
| Легкогідролізуемі пентозани | 7,6                     |
| Органічні кислоти           | 1,93                    |
| Вільні сахара               | 1,1                     |
| Інгібітор трипсину          | 21,2                    |
| Інгібітор хімотрипсину      | 23,3                    |
| Мінеральні елементи, мг/кг  |                         |
| Калій                       | 34,8                    |
| Кальцій                     | 32,3                    |
| Натрій                      | 57,0                    |
| Залізо                      | 67,04                   |
| Цинк                        | 4,8                     |
| Мідь                        | 1,44                    |
| Вітаміни, мг/100 г.         |                         |
| Тіамін                      | 0,1                     |
| Рібофлавін                  | 0,25                    |
| Аскорбінова кислота         | 97,0                    |
| Токоферол                   | 2,5                     |
| Каратиноїди                 | 4,5                     |

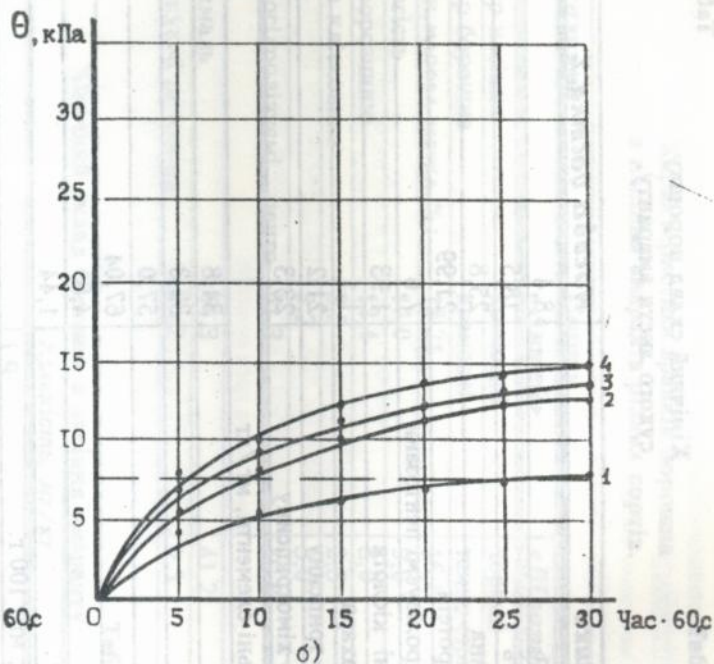
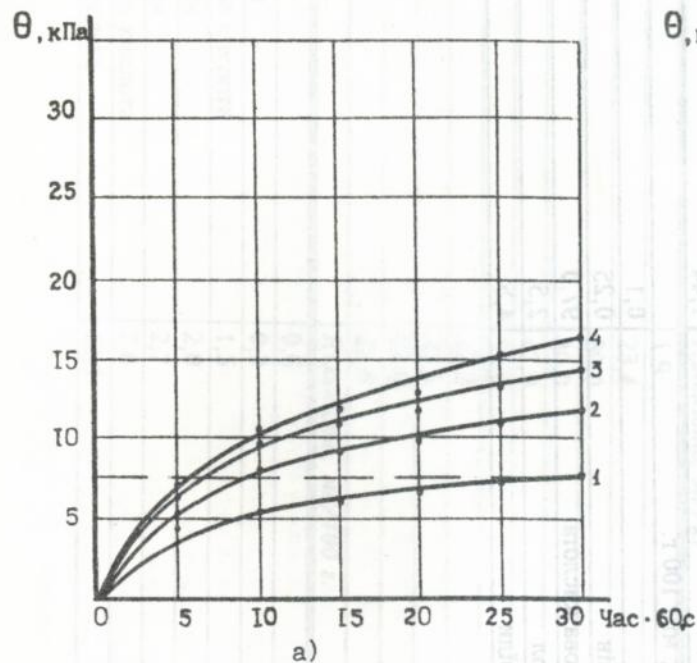


Рис. 10. Змінення міцності желевого мармеладу при зменшеному вмісті агароїла з добавками: а) БНА, 1-0 %; 2-2,5 %; 3-2,9 %; 4-3,3 %, б) ПМА, 1-0 %, 2-0,3 %, 3-0,6 %, 4-0,9 % від часу драглетування при вмісті СР = 70 %.

Встановлено, що додавання добавок БНА та ПЛА в желейну масу сприяє зростанню міцності драглів та скороченню тривалості драгліття ( Рис.1, ), що дає можливість зменшити витрати драглеутворювача (агароїда) з 27 кг на 1 т готової продукції до 16 кг, тобто на 40% при використанні БНА й до 21 кг, тобто на 30% при використанні ПЛА.

Зміцнення драглів обумовлено наявністю білка у добавках, а також завдяки утворенню просторових структур та комплексних сполук під впливом високої температури, денатурації білка та утворення міжмолекулярних зв'язків між іонами полівалентних металів.

Експериментальні дані були оброблені на комп'ютері й одержані математичні залежності міцності мармеладу від кількості добавки - а,%, часу драглеутворювання - Ч, хв та вмісту сухих речовин- СР, %.

Для мармеладу з БНА

$$\Theta = \exp(-4.0712+0.1875a+0.0535Ч+0.0641СР) \quad (1)$$

При коефіцієнті кореляції R=0,93

Для мармеладу з ПЛА

$$\Theta = \exp(-5.634+0.1765a+0.04917Ч+0.0463СР) \quad (2)$$

R=0,93

Дослідження зміни в'язкісних властивостей желейних мас від механічного втручання та від швидкості зсуву показало, що додавання добавок БНА та ПЛА підвищує ефективну в'язкість ( Рис.2,3 ). Але при тривалості механічного втручання від 0 до 40 хвилин ефективна в'язкість знижується, при чому значне зниження спостерігається на протязі 10-15 хвилин.

Аналізуючи криві течії желейних мас встановили, що з підвищенням швидкості зсуву -  $\dot{\gamma}$  напруження зсуву-  $\tau$  теж підвищується, як у зразках з БНА так і з добавками ПЛА. Залежність зміни величини напруження зсуву описується степеневим рівнянням:

$$\tau = K \dot{\gamma}^n \quad (3)$$

Обробивши експериментальні дані отримали реологічні рівняння желейних мас, які надані в таблиці 4

Підвищення в'язкості желейних мас пов'язано з тим, що при додаванні добавок продуктів переробки амаранту вводяться білок та крохмаль, які в присутності води набувають і утворюють колоїдні розчини з підвищеною в'язкістю. Додавання добавок БНА та ПЛА підвищує також щільність та кінематичну в'язкість желейних мас.

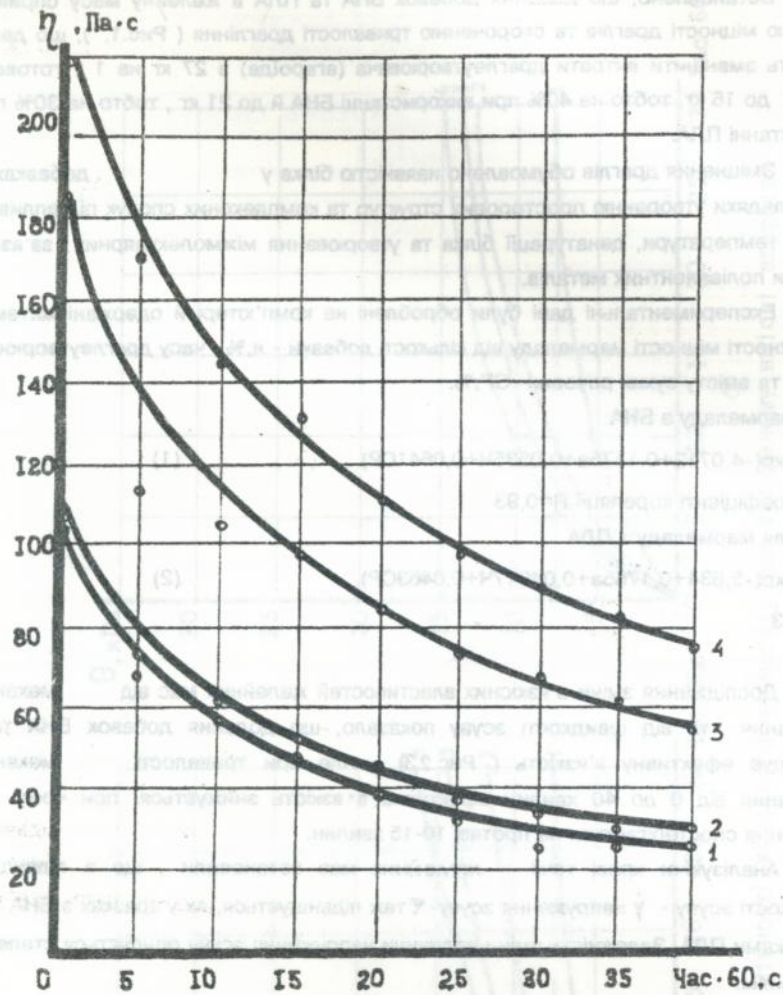


Рис. 2.6. Залежність ефективної в'язкості желеєних мас з добавками ПЛА: 1-0 %; 2-0,3 %; 3-0,6 %; 4-0,9 % від часу втручання (вміст СР-70 %).

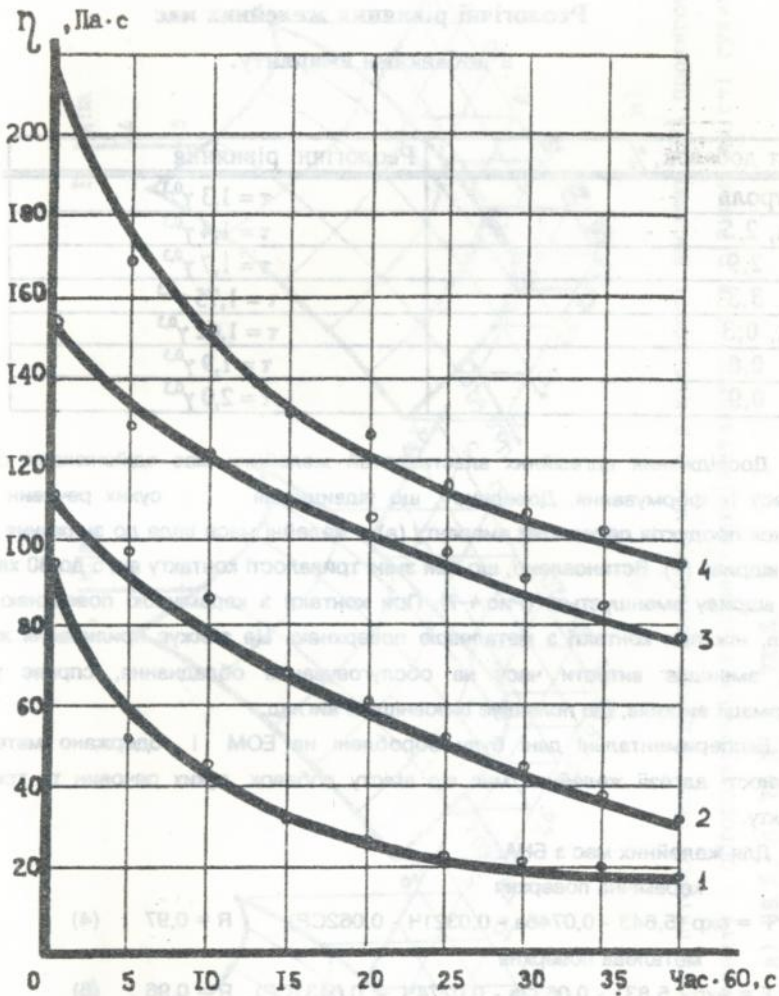


Рис. 3.6. Залежність ефективної в'язкості желейних мас з добавками БНА: 1-0 %; 2-2,5 %; 3-2,9 %; 4-3,3 % від часу втручання (вміст СР=70 %).

**Реологічні рівняння желейних мас  
з добавками амаранту.**

| Вміст добавок, % | Реологічні рівняння        |
|------------------|----------------------------|
| Контроль         | $\tau = 1,3 \gamma^{0,3}$  |
| БНА, 2,5         | $\tau = 1,4 \gamma^{0,3}$  |
| 2,9              | $\tau = 1,7 \gamma^{0,3}$  |
| 3,3              | $\tau = 1,75 \gamma^{0,3}$ |
| ПЛА, 0,3         | $\tau = 1,62 \gamma^{0,3}$ |
| 0,6              | $\tau = 1,9 \gamma^{0,3}$  |
| 0,9              | $\tau = 2,0 \gamma^{0,3}$  |

Дослідження адгезійних властивостей желейних мас здійснювали стосовно процесу їх формування. Доведено, що підвищення сухих речовин (СР) та добавок продуктів переробки амаранту (а) в желейні маси веде до зниження питомої сили відриву (F). Встановлено, що при зміні тривалості контакту від 5 до 30 хв питома сила відриву зменшується (Рис.4-7). При контакті з керамічною поверхнею адгезія менша, ніж при контакті з металевою поверхнею. Це знижує прилипання желейної маси, зменшує витрати часу на обслуговування обладнання, сприяє усуненню деформації виробів, що поліпшує їх зовнішній вигляд.

Експериментальні дані були оброблені на ЕОМ і одержано математичні залежності адгезії желейних мас від вмісту добавок, сухих речовин та тривалості контакту.

Для желейних мас з БНА:

керамічна поверхня

$$F = \exp(5,643 - 0,0746a - 0,03214 - 0,062СР), \quad R = 0,97 \quad (4)$$

металева поверхня

$$F = \exp(5,831 - 0,0632a - 0,02744 - 0,0431СР), \quad R = 0,96 \quad (5)$$

Для желейних мас з ПЛА:

керамічна поверхня

$$F = \exp(7,321 - 0,091a - 0,02444 - 0,1082СР), \quad R = 0,97 \quad (6)$$

металева поверхня

$$F = \exp(7,262 - 0,101a - 0,02034 - 0,1075СР), \quad R = 0,97 \quad (7)$$

Аналіз мікробіологічного дослідження желейних виробів показав, що у мармеладі з добавками БНА та ПЛА загальна кількість мікроорганізмів не перевищує

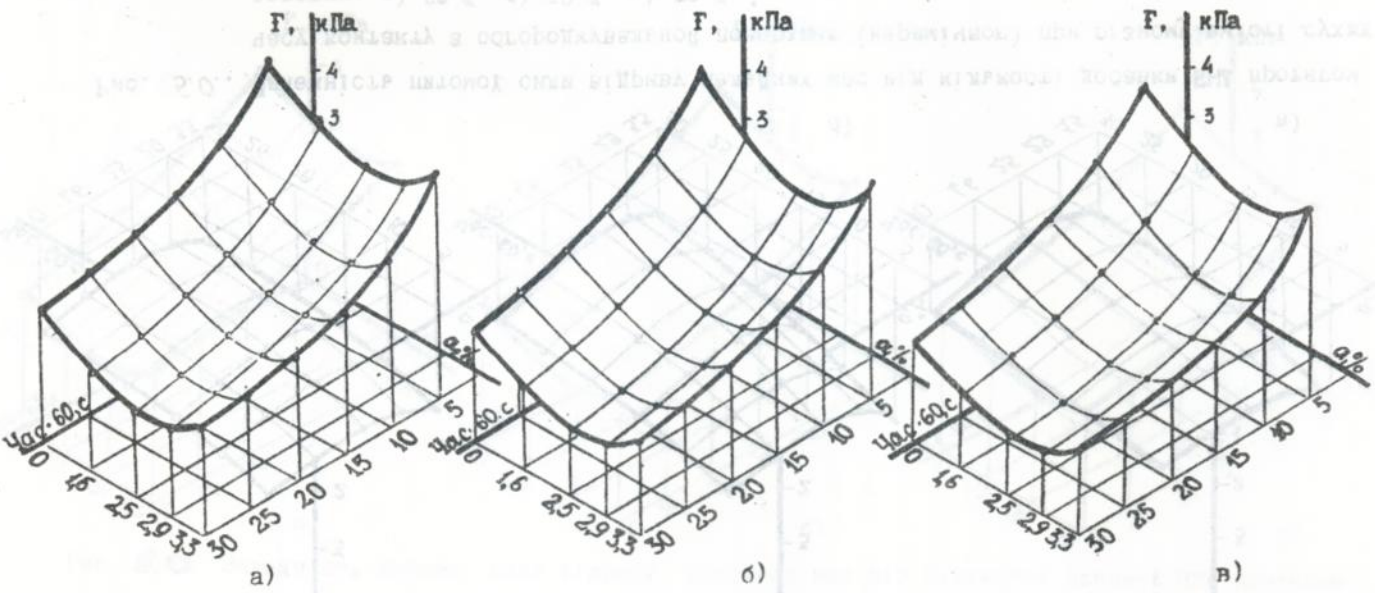


Рис. 4. D. Залежність питомої сили відриву желейних мас від кількості добавки БНА протягом часу контакту з обгороджувальною поверхнею (металевою) при різному вмісті сухих речовин: а) 68 %, б) 70 %, в) 72 %.

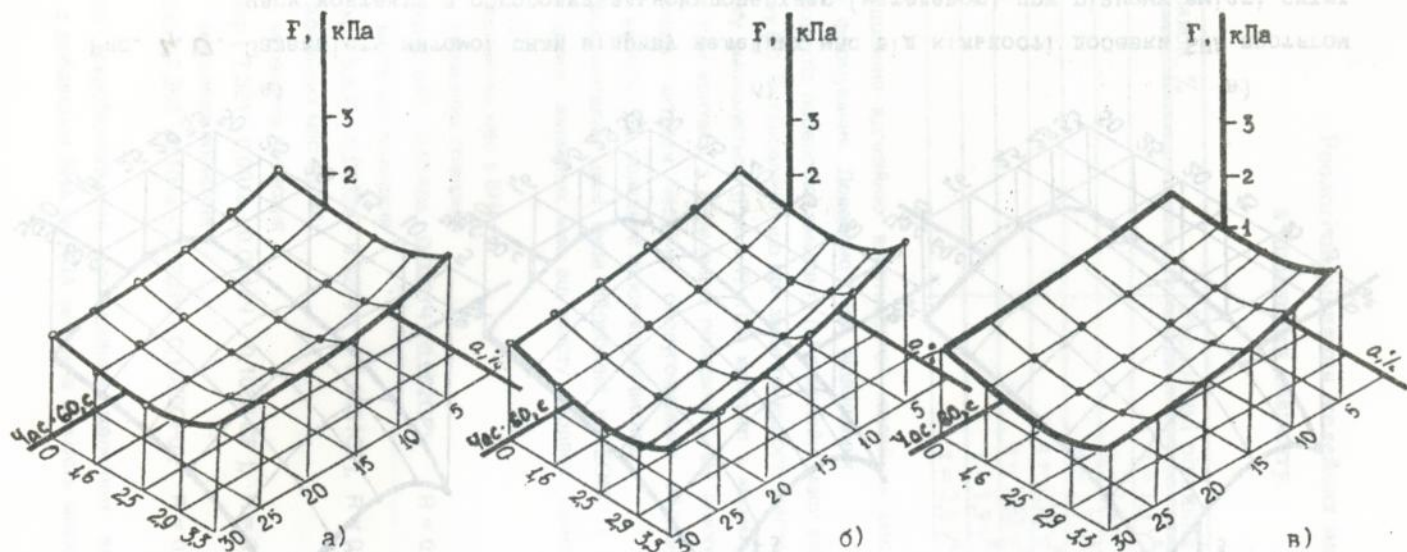


Рис. 5.0.. Залежність питомої сили відриву желеєних мас від кількості добавки БНА протягом часу контакту з обгороджувальною поверхнею (керамічною) при різному вмісті сухих речовин: а) 68 %, б) 70 %, в) 72 %.

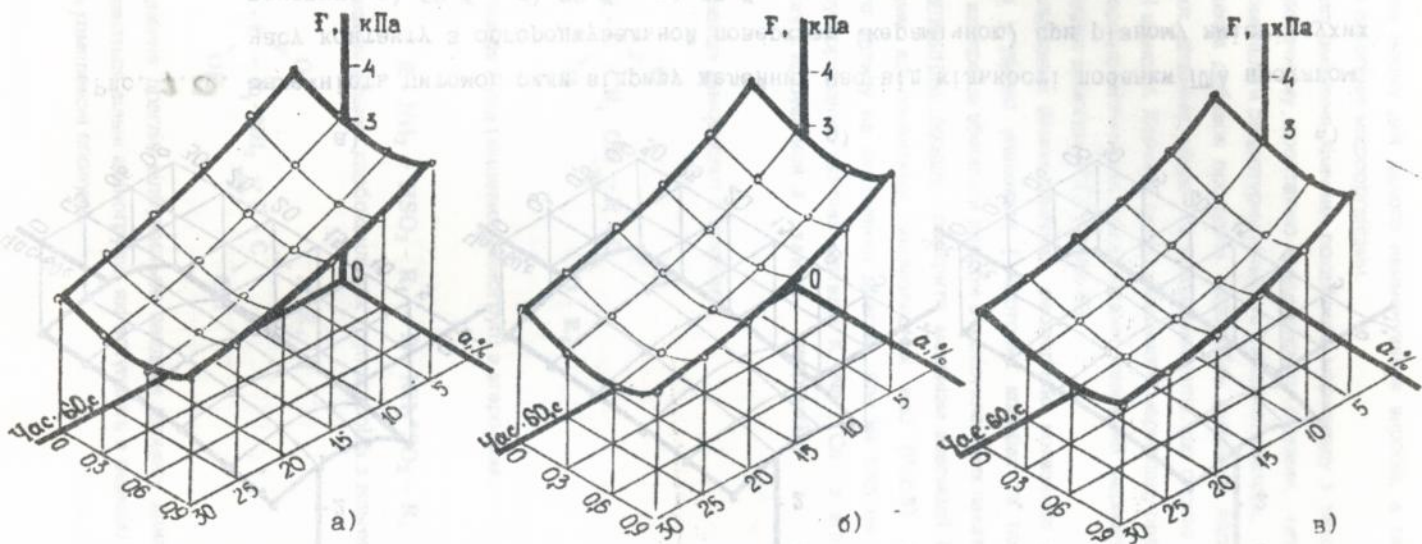


Рис. 6.0. Залежність питомої сили відриву желейних мас від кількості добавки ПЛА протягом часу контакту з обгороджувальною поверхнею (металевою) при різному вмісті сухих речовин: а) 68 %, б) 70 %, в) 72 %.

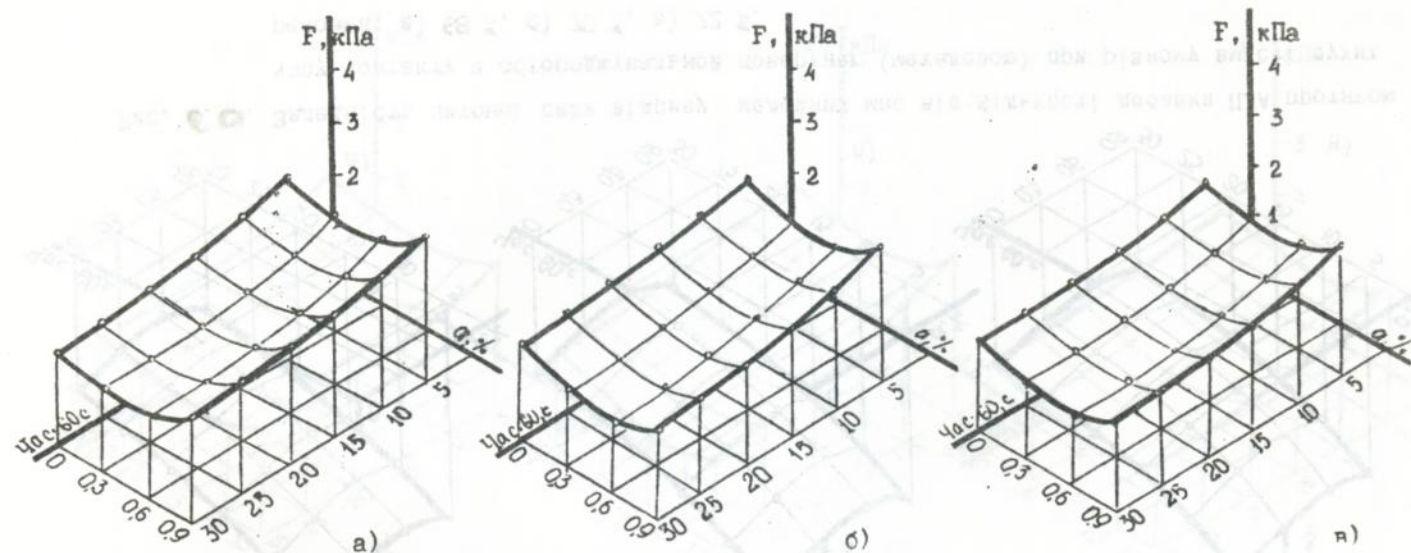


Рис. 7.0. Залежність питомої сили відриву желейних мас від кількості поавки ПУА протягом часу контакту з обгороджувальною поверхнею (керамічною) при різному вмісті сухих речовин: а) 68 %, б) 70 %, в) 72 %.

встановлену норму для даного найменування виробів, а також відсутні коліморфні бактерії та патогенні мікроорганізми.

Аналіз змінення хімічних показників мармеладу з використанням БНА та ПЛА сприяє незначному зростанню редуруючих речовин, титруємої кислотності, що дозволяє зменшити рецептурну кількість лимонної кислоти.

Додавання добавок продуктів переробки амаранту веде до збільшення вмісту амінокислот, вітамінів, мікро- та макроелементів, що сприяє підвищенню харчової та біологічної цінності. Хімічний склад желейного мармеладу подан в таблиці 6

За органолептичними показниками желейний мармелад з добавками БНА та ПЛА відповідає вимогам ГОСТу 6442-89.

Дослідження фізико-хімічних, реологічних показників готових виробів під час зберігання у різних упаковках ( картоних коробах та поліетиленових пакетах ) показало, що краще зберігати вироби в поліетиленових пакетах.

У четвертому розділі розкрито механізм взаємодії біополімерів амаранту з желіруючими компонентами мармеладних мас (Рис.8). Крохмаль не робить особливого впливу на зміцнення драглів. Але не слід не враховувати можливість комплексоутворювання катіонів металів К, Na , Са з агароїдом. На наш погляд реакції можуть відбуватися з таких напрямків:

1. Реакція амінокислот з цукром:



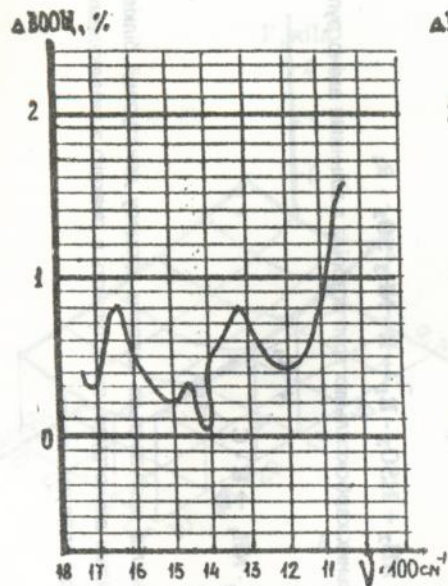
2. Реакція білка (кінцевих аміногруп) з агароїдом:



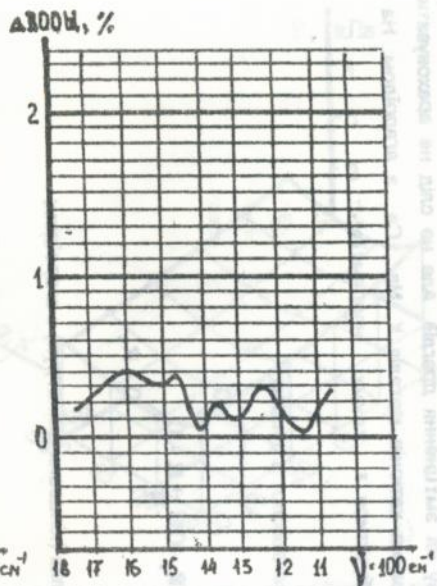
3. Реакція вільних карбоксильних груп агароїда з вільними аміногрупами білка.



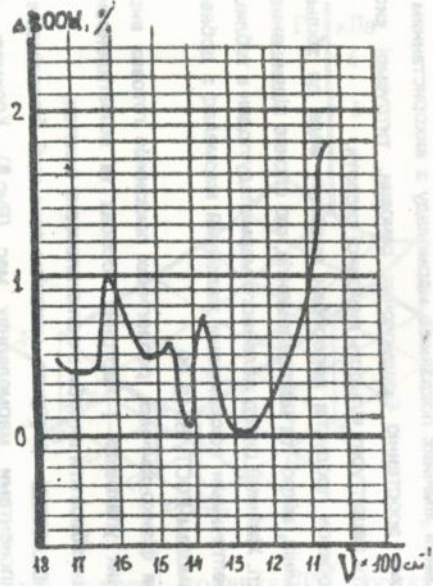
Зміцнення драглів відбувається завдяки процесу денатурації білків амаранту, коли з'являються вільні аміногрупи, які вступають в реакцію з молекулами агароїду і утворюють комплексні сполуки.



а)



б)



в)

Рис. 8. Розрахункові диференційні інфра-червоні спектри систем : а) агароїд-крохмаль-білок, б) агароїд-крохмаль, в) агароїд-білок.

Таблиця 6

Хімічний склад желейного мармеладу з добавками

| Компоненти              | Вміст компонентів (на 100 г продукту) |       |        |       |                |        |       |        |
|-------------------------|---------------------------------------|-------|--------|-------|----------------|--------|-------|--------|
|                         | Мармелад з БНА                        |       |        |       | Мармелад з ПЛА |        |       |        |
| Масова частка, %        | 0                                     | 2,5   | 2,9    | 3,3   | 0              | 0,3    | 0,6   | 0,9    |
| Сухі речовини,          | 75                                    | 75    | 75     | 75    | 75             | 76     | 76    | 76     |
| Білки, г                | -                                     | 0,5   | 0,7    | 1,0   | -              | 0,7    | 0,9   | 1,7    |
| Клітковина              | -                                     | 0,2   | 0,3    | 0,4   | -              | 0,5    | 0,6   | 0,7    |
| Органічні к-ти          | 1,0                                   | 1,1   | 1,13   | 1,14  | 1,0            | 1,4    | 1,5   | 1,6    |
| Зола                    | 0,1                                   | 0,13  | 0,15   | 0,18  | 0,1            | 0,12   | 0,14  | 0,17   |
| Вітаміни, мг%           |                                       |       |        |       |                |        |       |        |
| Тіамін                  | -                                     | 0,009 | 0,013  | 0,016 | -              | 0,0003 | 0,005 | 0,008  |
| Рібофлавін              | -                                     | 0,003 | 0,004  | 0,005 | -              | 0,006  | 0,013 | 0,019  |
| Аскорбінова кислота     | -                                     | 0,112 | 0,147  | 0,189 | -              | 2,414  | 4,910 | 7,420  |
| Фолієва к-та            | -                                     | 0,673 | 0,884  | 1,137 | -              | -      | -     | -      |
| Токофероли              | -                                     | 0,032 | 0,042  | 0,054 | -              | 0,064  | 0,13  | 0,193  |
| Мінеральні елементи, мг |                                       |       |        |       |                |        |       |        |
| Натрій                  | -                                     | 1,17  | 1,53   | 1,97  | -              | 1,453  | 2,907 | 4,361  |
| Калій                   | -                                     | 0,357 | 0,468  | 0,602 | -              | 0,887  | 1,775 | 4,662  |
| Кальцій                 | 9,0                                   | 0,38  | 0,494  | 0,634 | 9,0            | 0,824  | 1,667 | 12,470 |
| Магній                  | -                                     | 0,02  | 0,06   | 0,070 | -              | 0,030  | 0,050 | 0,070  |
| Фосфор                  | -                                     | 0,864 | 1,1319 | 1,455 | -              | 0,725  | 1,125 | 1,143  |
| Залізо                  | -                                     | 0,03  | 0,04   | 0,050 | -              | 1,709  | 3,419 | 4,899  |
| Мідь                    | -                                     | 0,374 | 0,491  | 0,632 | -              | 0,037  | 0,073 | 0,110  |

У п'ятому розділі проведено оптимізацію технології желейного мармеладу з використанням добавок БНА та ПЛА. Для наукового обґрунтування розробки технології желейного мармеладу необхідно отримати залежність вихідних параметрів від вхідних:

$$Y = f(X_1; X_2),$$

де  $Y$  - вихідні параметри, а  $X_1$  - внутрішні вхідні,  $X_2$  - зовнішні вхідні.

При оптимізації технології виробництва желейного мармеладу використовували метод математичного планування експерименту зі складанням повного двофакторного та трьохфакторного плану експериментів типу  $2^3$ .

Обробивши отримані дані на ЕОМ знайшли коефіцієнти рівнянь регресії і отримали рівняння у закодованому вигляді:

Для мармеладу з БНА:

$$Y_1 = 9,96 + 9,67X_1 + 6,35X_2 + 6,38X_1^2 + 7,38X_1X_2 \quad (11)$$

$$R = 0,99$$

$$Y_2 = 9,92 + 1,77X_1 - 1,56X_2 + 1,22X_3 \quad (12)$$

$$R = 0,96$$

$$Y_3 = 3,23 + 0,21X_1 + 0,115X_2 - 0,180X_3 + 1,183X_1^2 \quad (13)$$

$$R = 0,96$$

Для мармеладу з ПЛА:

$$Y_1 = 7,04 + 8,35X_1 + 5,13X_2 + 7,95X_1^2 + 7,05X_1X_2 \quad (14)$$

$$R = 0,98$$

$$Y_2 = 10,43 - 2,195X_1 - 1,070X_2 + 0,67X_1^2 - 2,442X_1^2 \quad (15)$$

$$R = 0,96$$

$$Y_3 = 2,937 + 0,325X_1 + 0,435X_2 - 0,185X_3 + 0,84X_1^2 \quad (16)$$

$$R = 0,98$$

де  $Y_1, Y_2, Y_3$  - закодовані значення часу драглеутворювання, питомий опір зсуву, питома сила відриву;  $X_1, X_2, X_3$  - закодовані значення кількості добавок, вміст сухих речовин в желейній масі, температура розливання маси.

За основний критерій оптимізації обрали технологічний параметр - час драглеутворювання желейної маси -  $Ч$ , хв. Значення параметрів оптимізації після математичної обробки подані в таблиці 6.

Розкодувавши значення вхідних параметрів одержали дані, які є оптимальними для виробництва желейного мармеладу.

Таблиця 6

**Оптимальні значення параметрів параметричної моделі технології виробництва желейного мармеладу з добавками БНА та ПЛА**

| Найменування виробів | Фактори |       |       | Значення параметрів |       |       |
|----------------------|---------|-------|-------|---------------------|-------|-------|
|                      | $X_1$   | $X_2$ | $X_3$ | $Y_1$               | $Y_2$ | $Y_3$ |
| Мармелад з БНА       | -0,3    | 0     | -1    | 4,9                 | 10,4  | 3,2   |
| Мармелад з ПЛА       | 0       | -1    | 0     | 6,3                 | 10,2  | 4,5   |

Для мармеладу з БНА оптимальна кількість добавок складає 2,7 %, масова частка сухих речовин - 70 %, температура розливання маси - 76 ° С. Для мармеладу з ПЛА оптимальна кількість добавки складає - 0,6 %, масова частка сухих речовин - 68 %, температура розливання маси - 76 ° С.

У шостому розділі падає нормативно-технічна документація, рецептури, ТУ, ТІ на виробництво желейного мармеладу «Ялинка» та «Відлуння» з добавками продуктів переробки амаранту.

#### ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Науково обґрунтована й доведена можливість використання продуктів переробки амаранту ( борошна з насіння й порошку з листя амаранту ) в технології виробництва желейного мармеладу.

2. Вперше науково розкрито механізм взаємодії рослинних біополімерів амаранту з желіруючими компонентами желейних мас, який пояснює зміцнення желейних драглів при зменшеному вмісті агароїду. Це відбувається завдяки утворенню міцних хімічних зв'язків між макромолекулами білка та агароїду під впливом високих температур та процесу денатурації

3. Експериментально доведено, що в'язкість желейних мас з добавками продуктів переробки амаранту описується степеневим рівнянням Оствальда-де-Віля, тому желейні маси з добавками амаранту належать до псевдопластичних рідин з аномальною в'язкістю. Введення добавок амаранту підвищує також кінематичну в'язкість та щільність желейних мас.

4. Досліджено вплив добавок продуктів переробки амаранту на зниження адгезійних властивостей желейних мас з обгороджувальною поверхнею, при контакті з металевою поверхнею сили адгезії вище, ніж з керамічною, що є важливим для технологічного процесу під час виймання мармеладу з форм.

5. Встановлено, що використання добавок амаранту дозволяє скоротити використання лимонної кислоти (до 50 %) за рахунок присутності органічних кислот

та виключити застосування барвних речовин завдяки реакції мелаїдіноутворення.

6. Еспериментально встановлено, що з введенням в желейний мармелад добавок амаранту спостерігається підвищення харчової та біологічної цінності виробу- збагачення вітамінами, білком, мікро- та макроелементами.

7. Використання продуктів переробки амаранту в желейному мармеладі сприяє більш тривалому зберіганню готових виробів протягом тридцяти діб.

8. Встановлено, що введення добавок продуктів переробки амаранту сприяє зміцненню желейних драглів, що дозволяє скоротити рецептурний вміст драглеутворювача (агаріда) в желейному мармеладі до 40 % з використанням борошна насіння амаранту та до 30 % з використанням порошку листу амаранту і водночас скоротити час застигання желейної маси.

9. На підставі оптимізації технології желейного мармеладу науково обгрунтована можливість використання продуктів переробки амаранту, що дозволяє розширити асортимент виробів лікувально-профілактичного призначення з підвищеною харчовою та біологічною цінністю та радіопротекторними властивостями.

10. Розроблена й стверджена нормативно-технічна документація ( ТУ, Ті, рецептури ) на нові види желейного мармеладу, які пройшли виробничу апробацію на АТ «Одеса» .

#### **Зміст дисертації викладано в таких роботах.**

1. Карнаушенко Л.И., Устименко Ю.Б. Влияние добавок из продуктов переработки амаранта на реологические свойства желейных масс. //Перша Всеукр.конф. по амаранту: Тез. допов.- Винница, 1995, с.82.

2. Карнаушенко Л.И., Устименко Ю.Б. Технология производства желейного мармелада с использованием продуктов переработки амаранта.//Перша Всеукр. конф. по амаранту: Тез. допов.- Винница, 1995, с.84.

3. Карнаушенко Л.И., Устименко Ю.Б., Юрчачова К.Г. Амарант в желейному мармеладі.//Всеукр.наук.техн.конф.:Тез. допов.- Київ, 1995, с.241.

4. Карнаушенко Л.И., Ткаченко Т.З., Осташевская Е.В., Устименко Ю.Б. Технология производства хлебулочных и мучных кондитерских изделий на основе продуктов переработки амаранта. //Первая национ.научно-практич. конфер.:Тез. докл.- Одесса, 1994, с.135.

5. Карнаушенко Л.И., Устименко Ю.Б. Амарант в желейному мармеладі. //Харчова і перер. пром-ть, 1996, N2, с.23.

6. Карнаушенко Л.И., Иоргачова Е.Г., Устименко Ю.Б. Кондитерские изделия профилактического назначения.// Междунар. конф. "Экология. Продукты питания.": Тез.докл.- Одесса, 1995, с.110.
7. Карнаушенко Л.И., Иоргачова Е.Г., Устименко Ю.Б. Использование сухого листа амаранта при производстве желейного мармелада.//55-я научн. конф. ОТИППЛ. - Одесса, 1995,с.101.
8. Карнаушенко Л.И., Иоргачова Е.Г., Устименко Ю.Б. Использование муки амаранта при производстве желейного мармелада.//55-я научн.конф. ОТИППЛ.- Одесса, 1995, с.102.
9. Карнаушенко Л.И., Иоргачова Е.Г., Устименко Ю.Б. Влияние добавки муки амаранта на изменение показателей качества помадных конфет при хранении.// 55-я науч.конф. ОТИППЛ.- Одесса, 1995, с.117.
10. Карнаушенко Л.И., Устименко Ю.Б. Реологічні та біохімічні властивості мармеладних мас з амарантом. /Наукові праці:Вип.16, Одес.держ.акад.харчових технології.- Одеса, 1996,с.
11. Карнаушенко Л.И., Молодожен Ю.Б. Влияние продуктов переработки амаранта на студнеобразование желейных масс.//Научн.техн. конф. ОГАПТ:Тез.докл.- Одесса, 1996,с.
12. Карнаушенко Л.И., Молодожен Ю.Б. Оптимизация технологии желейного мармелада с использованием продуктов переработки амаранта. //Науч.техн.конф. ОГАПТ:Тез.докл.- Одесса, 1996, с.
13. Карнаушенко Л.И., Молодожен Ю.Б. Влияние продуктов переработки амаранта на качество желейного мармелада.// Научн.конф.: Тез.докл.- Казань, 1996, с.
14. Карнаушенко Л.И., Молодожен Ю.Б. Изучение влияния биополимеров амаранта на процесс студнеобразования желейных мас методом ИК - спектроскопии. / сб.научных работ ХТИОП, Харьков, 1996.
15. Лукина Г.Д., Карнаушенко Л.И., Липовецька С.П., Устименко Ю. Вивчення процесу взаємодії рослинних біополімерів при виготовленні желейованих продуктів.//Всеукр.наук.техн.конф.:Тез. допов.-Київ, 1995,с.149.
16. Лукина Г.Д., Липовецкая С.П., Устименко Ю.Б. Химический состав муки амаранта./ Тез. докл. научн. конф. ОГАПТ, 1996, с.34.

-22-

Молодожен Ю.Б. Разработка технологии жележного мармелада на основе использования продуктов переработки амаранта.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 - Технология хлебопекарных, макаронных и кондитерских продуктов и пищевых концентратов, Одесская государственная академия пищевых технологий, Одесса, 1996 г.

Защищается 16 научных работ, 3 положительных решения по заявкам на патент Украины, которые содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния продуктов переработки амаранта на биохимические, микробиологические и физико-химические показатели жележных масс и готового мармелада. Установлено, что мармелад с добавками продуктов переработки амаранта обладает пищевой и биологической ценностью, а также радиопротекторными свойствами. Раскрыт механизм взаимодействия биополимеров амаранта с желирующими компонентами мармеладных масс, что позволяет сократить расход рецептурных компонентов. Осуществлено внедрение в промышленность предложенных технологий.

Ключевые слова:

амарант, биополимер, мармелад, студнеобразователь.

Julia B. Molodozon.

Elaboration of technology of candied fruit jelly on the basis of utilisation of processing amaranths products.

The thesis competing for candidate's degree of technical sciences speciality 05.18.01 - technology of breadmaking, makaroni and confectionary and food concentrates, Odessa state Akademi of food technology, Odessa, 1996

It is defended 16 scientific works, 3 positive desisions for patents of the Ukraine, whicy contain theoretikal and experimental inwestigation results of the influence of prozessing amarants produkths on biochemical mikrobiologikal and physikal-chevikal indices of jelly mass and prepared of candied fruit gelly. It is stated that a candied fruit gelly which additions of processing amaranths products has heightened food and biologikal value, and radio-protective characteristics. Opened the mechanism of reciprocity, biopolimers of amaranth with gelly generate components of candied fruit jelly masses. It allows cut down expenses of recipe components. Offered technologies wereput into productions.

Key words:

amaranth, biopolymer, candied fruit jelly, jellygenerater.

*Y. Molodozen*

---

Підв. до друку 21.10.96. Формат 60x84<sup>1</sup>/16. Папір друк. В В.  
Обл.-вид. арк. 1,4 . Тираж 100 прим. Зам. № 1414

---

Український державний університет харчових технологій  
252601 Київ-17, вул. Володимирська, 68



44146

AB. 35.879

**AB 35.879**