

На правах рукопису

Корж Тамара Володимирівна

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА З
ВИКОРИСТАННЯМ БУРИХ ВОДОРОСТЕЙ ТА
ПРОДУКТІВ ЇХ ПЕРЕРОБКИ**

Спеціальність 05.18.01 - технологія хлібопекарських, макаронних, кондитерських продуктів та харчоконцентратів.

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття вченого ступеню
кандидата технічних наук

04.61.2
Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Українському технологій.

АВ 36.642
ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00760943 (Т)

- Науковий керівник - кандидат технічних наук *Г.І.*
- Науковий консультант - доктор медичних наук Корзун В.Н.
- Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор, заслужений винахідник України, Осейко М.І.
- кандидат технічних наук, професор, Калакура М.М.
- Провідна організація - Київський хлібокомбінат № 1

Захист відбудеться "26" "серпня" 1996 року о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої ради Д 01.15.01 при Українському державному університеті харчових технологій, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці університету.

Автореферат розіслано "22" "серпня" 1996 року.

Запрошуємо Вас взяти участь в засіданні спеціалізованої ради або надіслати відгук в двох примірниках, затверджених печаткою організації, за адресою:

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

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

О.І.Семенова

Загальна характеристика роботи.

Актуальність проблеми. Через 10 років після аварії на ЧАЕС головну загрозу для здоров'я населення становить внутрішнє опромінення хронічними малими дозами радіації за рахунок добре розчинних і біологічно активних радіонуклідів Cs-137 та Sr-90, які поступають в організм людини з продуктами харчування.

Профілактика накопичення радіонуклідів в організмі людини за умов тривалого їх поступання особливо складна. В цьому випадку функціональні продукти харчування можуть бути сильним профілактичним, а також терапевтичним фактором захисту організму людини у відповідь на вплив токсичної радіоактивної речовини.

Результати літературного пошуку свідчать про те, що на фоні екологічних катастроф водорості, враховуючи в них вміст широкого спектру біологічноактивних речовин (специфічних полісахаридів, мінеральних речовин, вітамінів, фенольних сполук та др.), необхідно використовувати в харчуванні.

Численними дослідженнями вітчизняних та зарубіжних вчених встановлено, що для зниження накопичення радіостронцієв в організмі тварин та людини найбільш ефективним засобом є використання стабільного аналога кальцієв та солей альгінової кислоти.

Із наведеного вище витікає, що розробка функціональних хлібних виробів з використанням бурих водоростей та продуктів їх переробки, які б ефективно знижували всмоктування та накопичення радіонуклідів в організмі і підвищували біологічну цінність раціону, необхідна і виправдана.

МЕТА ТА ЗАДАЧІ. Мета роботи - наукове обґрунтування та розробка технології виробництва функціональних хлібних виробів для профілактики внутрішнього опромінення при тривалому аліментарному надходженні радіонуклідів стронцієв та цезієв в організм людини з використанням альгінатів натрієв та кальцієв, альгіната натрієв з клітковиною, еламіну та нетивних сухих водоростевих продуктів із ламінарії та цистозіри.

Для досягнення цієї мети необхідно було вирішити такі задачі: - вивчити гідрофільні та сорбційні властивості водоростевих продуктів: альгінатів натрієв та кальцієв, альгінатів натрієв з клітковиною, сухих водоростевих продуктів із ламінарії та цистозіри;

АН України

- визначити залежність гідрофільних та технологічних властивостей альгінатів кальцію і натрію з клітковиною від степеню знебарвлення, а також порошку ламінарії від степеню дисперсності;
- дослідити особливості реологічних характеристик тіста, встановити їх залежність від способу використання гідрофільних добавок в тісто;
- визначити оптимальну величину дозування функціональних добавок, які б забезпечували необхідний рівень якості готової продукції та ефективності радіозахисних властивостей;
- вивчити інтенсивність мікробіологічних, біохімічних, колоїдних процесів в напівфабрикатах, а також залежність реологічних характеристик вибродженого тіста від виду добавки та способу її використання;
- встановити характер змін фізико-механічних та гідрофільних властивостей м'якшину, форм зв'язку в ньому води при зберіганні та вияснити причини змін, що спостерігаються;
- вивчити харчову та фізіологічну цінність готової продукції з добавками;
- розробити технології виробництва хліба з використанням альгінатів кальцію, - натрію, - натрію з клітковиною, нативних сухих водоростевих порошків із ламінарії та цистозіри.

НАУКОВА НОВИЗНА. В роботі виконано дослідження наукова новизна яких полягає в наступному:

- доведена ефективність використання гідрофільних водоростевих добавок при виробництві функціональних хлібних виробів для лікувально-профілактичного харчування населення з метою зниження внутрішнього опромінення, викликаного такими дозоутворюючими радіонуклідами як стронцій та цезій, а також нормалізації функцій організму при використанні нативних сухих водоростевих продуктів із ламінарії та цистозіри;
- встановлена залежність сорбційної активності полісахаридів водоростей по відношенню до стронцію-90 від співвідношення уронових кислот;
- вивчено вплив гідрофільних добавок на стан білково-протеїназного та вуглеводно-амілазного комплексів тіста, стан біохімічних, мікробіологічних та колоїдних процесів в тісті, зміни його реологічних характеристик в ході визрівання;

- доведена залежність розвитку еластичних властивостей білково-полісахаридної системи тіста в залежності від способу використання функціональних добавок, вологості тіста;

- показано, що добавки альгінатів натрію та кальцію, еламіну, водоростевих продуктів із нативної сухої ламінарії та цистозіри затримують процес черствіння хліба та збагачують його такими біологічно активними компонентами, як полісахариди, клітковина, вітаміни та мінеральні речовини при зменшенні калорійності виробів;

Новизна технічних рішень підтверджена патентом України на винахід N 6688 та позитивним рішенням попередньої експертизи НДІПЕ Держпатенту за заявкою N95073526 на патент України.

На захист виносяться наступні наукові положення:

- наукове обґрунтування доцільності використання функціональних добавок водоростевого походження в технології виробництва хліба для профілактики внутрішнього опромінення шляхом зниження всмоктування та накопичення в організмі радіонуклідів стронцію та цезію, які поступають з раціоном;

- алгоритм експериментальних та клінічних досліджень по обґрунтуванню та розробці технології виробництва функціонального хліба для зниження всмоктування та накопичення в організмі радіонуклідів цезію та стронцію.

АПРОВАЦІЯ РАБОТЫ.

Головні положення дисертаційної роботи обговорювались на:

- Науково-технічній конференції "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевой и перерабатывающей отрасли АПК", Київ, 1991р.

- Російському молодіжному науковому симпозиумі, Воронеж, 1996р.

- Міжнародній науково-технічній конференції "Розробка та впровадження нових технологій у харчову та переробну галузі АПК", Київ, 1993р.

- Першій національній науково-практичній конференції "Хлібопродукти - 94", Одеса, 1994р.

- Міжнародній науково-практичній конференції "Розвиток масового харчування, готельного господарства та туризму в умовах ринкових відносин", Київ, 1994р.

- Міжнародній науково-практичній конференції, Ташкент, 1991р.

- Всеукраїнській науково-технічній конференції "Розвиток та впровадження прогресивної технології та обладнання у харчову та переробну промисловість", Київ, 1995р.

ПУБЛІКАЦІЇ. За результатами досліджень опубліковано 15 друкованих робіт, в том числі патент України на винахід та заявка на видачу патенту України.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РАБОТИ. Розроблена та затверджена нормативно-технічна документація на виробництво хліба морського ТУ 8 України 202-94 та хліба пшеничного з морською капустою ТУ 8 України 203-94.

Технологія виробництва хліба пшеничного з морською капустою впроваджена на підприємстві фірми "Алькор" м.Вишгород.

Розроблені та затверджені рецептури і технологічні інструкції на хліб кримський ТУУ 46.22.В0-14-96 та хліб з цистозірою ТУУ 46.22.В0-15-96. Технологія пройшла промислову апробацію на заводі №12 м.Києва. Технічні умови знаходяться на стадії узгодження з МОЗ України.

Центральною дегустаційною комісією Мінхлібопродуктів України ухвалена технологія виробництва хліба альгінового з кмином.

На Малинському та Овруцькому хлібозаводах Житомирського облхарчопрому впроваджена технологія виробництва хліба альгінового.

СТРУКТУРА ТА ОБСЯГ РАБОТИ. Дисертація викладена на 176 сторінках машинописного тексту, містить 24 малюнки, 44 таблиці. Складається із вступу, 8 розділів, висновків. До списку використаної літератури входить 233 джерела вітчизняних та зарубіжних авторів.

Основний зміст роботи.

Вступна частина роботи - це обґрунтування актуальності теми досліджень, наукової новизни та практичної цінності роботи.

В першому розділі зроблено огляд вітчизняної та зарубіжної літератури з основних напрямків розвитку харчової технології, визначено в ній місце та роль функціональних продуктів харчування. Розглянуті основні аспекти радіоактивного забруднення, що виникло в результаті аварії на ЧАЕС, питання профілактики внутрішнього опромінення населення та, в цьому зв'язку, розглянуто біологічну активність водоростей і їх полісахаридів, використання цієї сиро-

вини в харчовій промисловості в якості функціональних добавок або самостійних продуктів.

На основі аналізу науково-технічних даних визначені мета та задачі досліджень.

В другому розділі наведені характеристики основної сировини та методи приготування тіста. В роботі використані функціональні добавки водоростевого походження: альгінат натрію харчовий (ТУ І5-544-89), 2 зразки альгінату натрію з клітковиною та 3 зразки альгінату кальцію виробництва Архангельського водоростевого комбінату, паста еламін (ТУ України І89І-03-94) фірми "ЕЛСІКО", водоростеві порошки із ламінарії (3 зразки різної дисперсності) виробництва Архангельського Тралового флоту, порошок цистозіри надано фірмов "Біамед" (м. Обухів).

Основні показники якості сировини, напівфабрикатів та тіста досліджували методами, які використовуються в технімічному контролі хлібопекарського виробництва і регламентовані ГОСТами та ДСТУ.

Реологічні характеристики колоїдних розчинів альгінатів натрію вивчали з допомогою ротацийного віскозиметра РПЭ-ІМ. В'язкість водно-борошняної та водно-крохмальної суспензії при нагріванні досліджували з використанням віскозиметра - амілографа фірми "Брабандер" (ФРГ). Структурно-механічні властивості тіста вивчали на валориграфі QA-203, альвеографі фірми "Chopin" (Франція), а також на автоматизованому пенетрометрі AP 4/І.

Зміну форм зв'язку вологи в процесі черствіння хліба досліджували з використанням модифікованого термоаналітичного методу. Досліди проводили на дериватографі Д 3424-І000 (Угорщина). З метою полегшення опрацювання результатів дериватограм нами розроблено програму для ПК на мові програмування GBasic MS-DOS.

Ступінь свіжості хліба оцінювалась також за зміною гідрофільних властивостей м'якучки хліба (метод Катца) та його реологічних пенетраційних характеристик.

Хімічний склад хліба розраховано відповідно до прийнятої в промисловості методики.

Функціональні властивості добавок та розроблених виробів, які полягають в зниженні накопичення радіонуклідів цезію та стронцію в організмі, досліджувались на тваринах радіаційного віварію при

участі співробітників Наукового центру радіаційної медицини АМН України (НЦРМ).

Клінічні дослідження ефективності готової продукції проведено у відділенні променевої патології НЦРМ.

Результати досліджень на тваринах статистично опрацьовані та подані у вигляді середнього арифметичного та середнього квадратичного відхилення. Достовірність відмінностей перевірялась за критерієм Стьюдента.

Оптимізацію технологічних параметрів приготування тіста з функціональними добавками проводили з використанням методу багато-критеріальної оптимізації за двома вихідними параметрами та функцією бажаності. Дослідження проводили в трьох-, п'ятикратних повторностях. Результати опрацьовані на ПК IBM PC.

В розділі 3 наведені результати досліджень фізико-хімічних показників добавок, важливих для використання їх в хлібопечінні при виробництві функціональних радіозахисних виробів. Для порошоків із ламінарії це - ступінь подрібнення, гідрофільні властивості, вміст хлористого натрію та сорбційна активність по відношенню до радіонуклідів Cs та Sr.

Встановлено, що зразки ламінарії по дисперсності розміщуються таким чином - N1 - 2,03 мм, N2 - 1,05 мм, N3 - 0,39 мм.

Гідрофільні властивості порошоків із ламінарії та цистозіри, альгінатів натрію та кальцію оцінювались за ступенем набубнявіння при замочуванні у воді чи сольовому розчині.

Встановлено, що гідрофільні властивості порошоків із ламінарії та цистозіри досить високі. Ступінь набубнявіння залежить від температури води та, в меншій мірі, від дисперсності добавок і тривалості експозиції.

Процес набубнявіння порошоків ламінарії завершується в перші 6-10 хвилин, оптимальна температура - $40 \pm 10^\circ\text{C}$. Ступінь набубнявіння збільшується при збільшенні дисперсності порошку.

Ступінь набубнявіння порошоків цистозіри в розчині солі, при її концентрації 5, 15%, нижча на 75-80% порівняно з набубнявінням у воді.

Альгінат кальцію - це нерозчинний полісахарид бурих водоростей. Встановлено, що в воді він бубнявіє повільно і через 24 години ступінь набубнявіння при температурі води $20-25^\circ\text{C}$ складає 190-

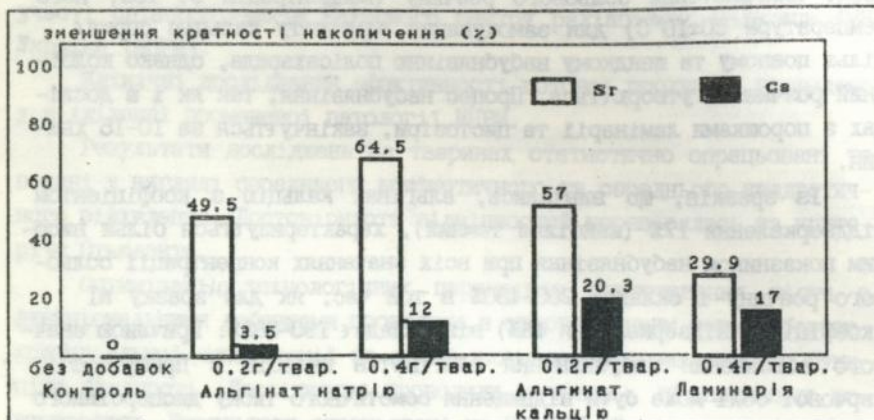
208%. Використання сольового розчину (концентрація 5, 15%, його температура $50 \pm 10^\circ\text{C}$) для замочування альгінату кальцію сприяє більш повному та швидкому набуванням полісахариду, однак колоїдний розчин не утворюється. Процес набування, так як і в дослідках з порошками ламінарії та цистозіри, закінчується за 10-15 хвилин.

Із зразків, що вивчалися, альгінат кальцію з коефіцієнтом віддзеркалення 17% (найбільш темний), характеризується більш високим показником набування при всіх значеннях концентрації сольового розчину і складає 205-430% в той час, як для зразку N1 (коефіцієнт віддзеркалення 46%) він складає 190-383%. Причиною значного збільшення набування альгінатів кальцію в присутності харчової солі може бути підвищення осмотичного тиску дисперсійного середовища, яке досягає величини достатньої для того, щоб перебороти сили когезії чи Ван-дер-Ваальсових сил неполярних ланок макромолекул. В результаті такого впливу утворюються мікрокапіляри, що спричиняє адсорбційне поглинання розчину, проникання розчинника в середину макромолекули, при цьому її об'єм збільшується.

Збільшення набування альгінатів кальцію в розчині харчової солі можна розглядати також з точки зору теорії поліелектролітів (альгінати відносяться до поліаніонів), згідно з якою, всі високомолекулярні електроліти розчиняються в полярних розчинниках. Макромолекули з йоногенними групами взаємодіють з полярними рідинами сильніше ніж з неполярними, в результаті чого молекула розпрямлюється. "Містки", що утворюють йони кальцію, не дозволяють молекулі полісахариду повністю випрямитись та перейти в розчин, тому порошки тільки обмежено набувають.

Порівняно з альгінатом натрію альгінати натрію з клітковиною розчиняються в воді швидше, але утворюють колоїдні розчини меншої в'язкості. Додавання харчової солі скорочує процес розчинення альгінату натрію в 3-6 раз, але при цьому знижується в'язкість колоїдного розчину.

Сорбційну активність раціонів, що містять 0,20; 0,40 г/тварину альгіната натрію, 0,2 г/тварину альгінату кальцію і 0,4 г/тварину порошку ламінарії, вивчали в хронічних дослідках на щурах. На протязі 30 днів в раціон тварин додавалась суміш ізотопів Cs-137 (40,4 кБк/тварину) та Sr-85 (0,8 кБк/тварину). Спектромет-



Мал.І. Вплив раціонів, що містять альгінат натрію та кальцію, порошок ламінарії, на зниження кратності накопичення радіонуклідів Cs і Sr.

ричні вимірювання накопичення радіонуклідів в тілі щурів показали, що зниження кратності накопичення Sr-85 в дослідних групах складає 49,6-64,5% для раціону з альгінатом натрію, 57% для раціону з альгінатом кальцію та 29,9% для раціону з ламінарією (мал.І). Ефективність раціонів з добавками по відношенню до Cs-137 нижча та складає 3,5%-12%, 20,3% і 17% відповідно. В перерахунку на вміст альгінової кислоти ефективність порошоків із ламінарії перевищує ефективність чистих полісахаридів. Такий ефект можливо пояснити високим вмістом макро- та мікроелементів, а також інших біологічно активних речовин.

Із літературних джерел відомо, що сорбційна активність альгінатів по відношенню до радіонуклідів стронцію залежить від вмісту залишків гулуринової кислоти. На підтвердження цього, нами були досліджені природні альгінати натрію, які одержані із різних водоростей (ламінарії, костарії та цистозіри), та їх частин (пластин, черешків, ризоїдів). Для вказаних альгінатів методом ВРХ визначено коефіцієнт відношення вмісту манурового та гулуринового компонентів (G/M). Встановлено, що найбільш ефективні альгінати натрію із цистозіри (70,6%) та одержані із черешків і ризоїдів (68,9%). Для цих альгінатів характерно більш високий вміст гулуринової кислоти.

В четвертому розділі подані результати досліджень впливу сухих водоростевих порошоків ламінарії та цистозіри, альгінатів та еламіну на стан вуглеводно-амілазного та білково-протеїназного комплексів тіста.

Вплив добавки порошку із ламінарії (5%) на білково-протеїназний комплекс проявляється в зниженні вмісту клейковини на 6,9 - 7,7%, її здатності розтягуватись, вологості та гідратаційної здатності, збільшенні пружних властивостей. Встановлено, що вміст та якість клейковини залежить від дисперсності ламінарії: із збільшенням степеню дисперсності частинок збільшуються пружні властивості клейковини (на 16,2 - 37,1%), знижується її здатність розтягуватись, вологість (на 3,5% - 5,0%) та гідратаційна здатність.

Підвищення дисперсності сухої подрібненої ламінарії до середнього розміру $d=0,39$ мм позитивно впливає на газоутворюючу здатність тіста (по відношенню до двох інших).

Вплив цистозіри в кількості 3%, 5% на стан білково-протеїназного комплексу тіста аналогічний до впливу порошку з ламінарії: знижується вихід клейковини (на 3,5 та 7,8% відповідно) її здатність розтягуватись, вологість та гідратаційна здатність; збільшуються пружність.

Альгінати кальцію не впливають на кількість та якість клейковини, на швидкість газоутворення. Зменшення розпливання кульки тіста свідчить про вплив альгінату кальцію на в'язкість системи, обумовленого зміною кількості його рідкої фази. Кількість водорозчинних речовин при визначенні автолітичної активності модельної суміші (2% альгінату кальцію) знижується на 0,9%.

Степінь очистки альгінатів кальцію від фарбуєчих речовин водоростей не впливає суттєво на його технологічні властивості.

Альгінати натрію (2%) та еламін (5%, 15%) більш інтенсивно впливають на білково-протеїназний комплекс тіста, ніж на вуглеводно-амілазний. Встановлено зниження кількості клейковини, що відмівається, її вологості та гідратаційної здатності, збільшення пружних властивостей.

Із альгінатів, альгінат натрію з клітковиною (2% до маси борошна), в силу своїх гідрофільних властивостей, при замісі тіста бубнявіє швидше та інтенсивніше перешкоджає утворенню клейковинного каркасу. В процесі відмивання клейковини з такого тіста не ут-

Таблиця І

Вплив альгінатів натрію та кальцію, порошоків ламінарії різної дисперсності, цистозіри на вихід та якість клейковини.

Тісто з добавками	Вміст клейковини, %	Показники якості клейковини		
		здатність розтягуватись, см	показник ИДК, од. приладу	гідратаційна здатність, %
Контроль N1 (без добавок)	27,5	20	95,5	216,5
Порошок ламінарії (5%)				
- d _{сер.} 2мм	19,8	15	80,0	215,5
- d _{сер.} 1,05мм	20,6	14	67,0	194,0
- d _{сер.} 0,39мм	20,6	13	60,0	185,0
Контроль N2 (без добавок)	28,2	16	89,2	203,0
Порошок цистозіри (3%)	27,0	13	80,6	178,6
Порошок цистозіри (5%)	26,0	11	75,0	163,2
Контроль N3 (без добавок)	24,6	11	67,6	203,0
Альгінат кальцію (2%)				
- N1 (P=46%)	23,2	11	68,0	213,0
- N2 (P=23%)	24,1	11	68,0	215,0
- N3 (P=17%)	24,1	11	67,5	213,0
Контроль N4 (без добавок)	28,9	14	81,5	198,5
Альгінат натрію (2%)	17,3	11	50,0	160,2
Контроль N5 (без добавок)	26,2	11,5	61,0	156,4
Еламін (15%)	22,0	9,5	35,0	129,8

ворється суцільна маса.

Своєрідність структури та складу макромолекул вказаних аніонних полісахаридів обумовлюють особливості процесу їх взаємодії з білками борошна та утворення розчинних і нерозчинних комплексів.

Структура тіста, утворена альгінатом натрію з клітковиною та білками борошна, характеризується меншою жорсткістю системи. Результат такої взаємодії проявляється більшим розпливанням кульки тіста та підвищенням його газотримувачої здатності.

В розділі п'ять представлено результати досліджень про вплив водоростевих добавок на структурно-механічні властивості тіста (табл.2).

Вплив порошків з ламінарії в кількості 2; 5% на реологічні властивості тіста за результатами досліджень на валориграфі полягає в наступному: збільшується водопоглинальна здатність на 0,8-11%, пружність - на 5-30 одиниць приладу, збільшується стійкість тіста до механічного впливу, але сповільнюється тривалість його утворення та знижується розрідження.

Альвеограми тіста показують, що при високих значеннях пружності тіста, значно зменшується здатність клейковинних білків розтягуватись. Необхідно відзначити, що збільшення дисперсності ламінарії приводить до підвищення пружності тіста, а його здатність розтягуватись, практично, не змінюється. Встановлено, що вплив цистозіри на реологічні властивості тіста за характером та величиною близький до впливу ламінарії.

Інтенсивність дії водоростей на властивості тіста із слабого борошна значно вища, а рівний ефект дії досягається при меншій їх дозівовці. Так результати впливу 1% цистозіри на властивості клейковини, що надмірно розтягується, аналогічний впливу 2% добавки на властивості борошна середньої якості.

Дія альгінатів натрію, альгінатів натрію з клітковиною, альгінатів кальцію та еламіну полягає в збільшенні водопоглинальної здатності тіста, його пружних властивостей при одночасному зменшенні розтягуватись.

Ліофільний аніонактивний полісахарид альгінат натрію утворює з білками борошна пружні, але більш еластичні комплекси, ніж альгінати натрію з клітковиною, альгінати кальцію та водорості.

Покращення реологічних характеристик тіста із слабого борошна можна пояснити зменшенням гідратації клейковинних білків та утворенням пружно-пластичних комплексів полісахаридів з розчинними білками.

Альгінати натрію з клітковиною спричиняють більш інтенсивну

Таблиця 2.

Вплив альгінатів натрію, альгінатів кальцію та еламіну на показники альвеограм.

Тісто з добавками	Показники альвеограм				
	Пружність тіста, мм	Здатність тіста розтягуватись, мм	Відношення P/L	Площа альвеограм, см ²	Питома енергія, Дж × 10 ⁴
Контроль N1 (без добавок)	69,0	93,0	0,75	27,5	180,0
Альгінат натрію (1%)					
- N1	89,8	83,0	1,1	35,8	233,8
- N2	123,3	51,0	2,4	37,2	243,0
- N3	133,7	54,0	2,5	40,7	266,4
Контроль N2 (без добавок)	97,3	73,8	1,3	34,4	224,7
Альгінат натрію N1 (2%)	139,7	62,5	2,4	44,2	289,1
Альгінат кальцію (2%)					
- N1	107,5	33,0	3,3	21,0	137,4
- N2	141,0	37,0	3,8	36,5	238,4
- N3	100,9	49,0	2,1	27,7	181,4
Еламін,					
- 2%	109,9	64,0	1,7	36,0	235,1
- 15%	147,0	48,0	3,1	42,6	278,6

дегідратацію білкових гідроколоїдів борошна та обумовлюють більш глибокі зміни їх функціональних властивостей, як наслідок, реологічних характеристик колоїдної системи.

Нерозчинні альгінати кальцію є наповнювачами гідратованої білкової матриці тіста та утворюють більш жорстку і менш пластичну структуру порівняно з альгінатами натрію та еламіном.

В шостому розділі подано результати по розробці технології виробництва хліба з використанням бурих водоростей та альгінатів.

Процес гідратації нерозчинного в воді альгінату кальцію пе-

редбачає замочування його за запропонованою вище схемою. Така технологічна операція сприяє покращенню газотримувачої здатності тіста за рахунок покращення його пружно-еластичних властивостей, підвищення водопоглинальної здатності системи на 2,9% по відношенню до тіста з альгінатом кальцію без попереднього замочування, покращення структурно-механічних властивостей м'якучки хліба.

Розчинні водоростеві полісахариди - альгінати натрію та альгінати натрію з клітковиною доцільно вносити при замісі тіста в вигляді 4% гідрогеля. Цей технологічний прийом сприяє підвищенню водопоглинальної здатності тіста, стійкості його до розрідження, збільшенню стабільності, а також розвитку еластичних властивостей системи.

Альгінати натрію є регуляторами фізичних властивостей тіста. Інтенсивність дії розчинних полісахаридів збільшується при використанні слабого борошна.

Для трьох зразків розчинних полісахаридів, що розглядаються, вибрані оптимальні параметри приготування тіста, які забезпечують максимальний питомий об'єм формового хліба та відношення h/d з використанням методу математичного моделювання. Рівняння регресії мають вигляд:

$$y_v^1 = 300,3 + 8,25x_1 + 4x_2 + 3,5x_1x_2 \quad (1)$$

$$y_{h/d}^1 = 0,495 - 0,02x_1 + 0,005x_2 \quad (2)$$

$$y_v^2 = 297,0 + 4,5x_1 + 4,5x_2 + 8x_1x_2 \quad (3)$$

$$y_{h/d}^2 = 0,518 - 0,125x_1 - 0,0075x_2 + 0,0025x_1x_2 \quad (4)$$

$$y_v^3 = 262,75 + 2,75x_1 - 2x_2 - 9x_1x_2 \quad (5)$$

$$y_{h/d}^3 = 0,519 - 0,021x_1 - 0,014x_2 - 0,004x_1x_2 \quad (6)$$

де: y_v^1, y_v^2, y_v^3 и $y_{h/d}^1, y_{h/d}^2, y_{h/d}^3$ - закодовані значення питомого об'єму хліба та відношення h/d для виробів з альгінатом натрію, альгінатом натрію з клітковиною світлого та темного відно; x_1, x_2 - закодовані значення вологості тіста та тривалості його бродіння.

Використання рецептурної кількості солі чи сольового розчину сприяє скороченню процесу набубнявіння альгінату натрію та покращення

ценню газотримувачої здатності тіста, і його структурно-механічних властивостей.

Попереднє замочування подрібнених водоростевих продуктів та збільшення вологості тіста сприяє збільшенню його водопоглинальної здатності і покращенню технологічних властивостей.

При однаковій дозирівці і близькій дисперсності водоростей ламінарії та цистозіри їх вплив на реологічні властивості тіста можна вважати ідентичними.

Вплив водоростевих добавок на структурно-механічні властивості тіста збільшувалось при використанні борошна з надмірною здатністю до розтягування. Ці добавки можуть використовуватись в якості поліпшувачів хлібопекарських властивостей слабкого борошна. Попереднє замочування водоростей і в даному випадку позитивно впливає на властивості тіста.

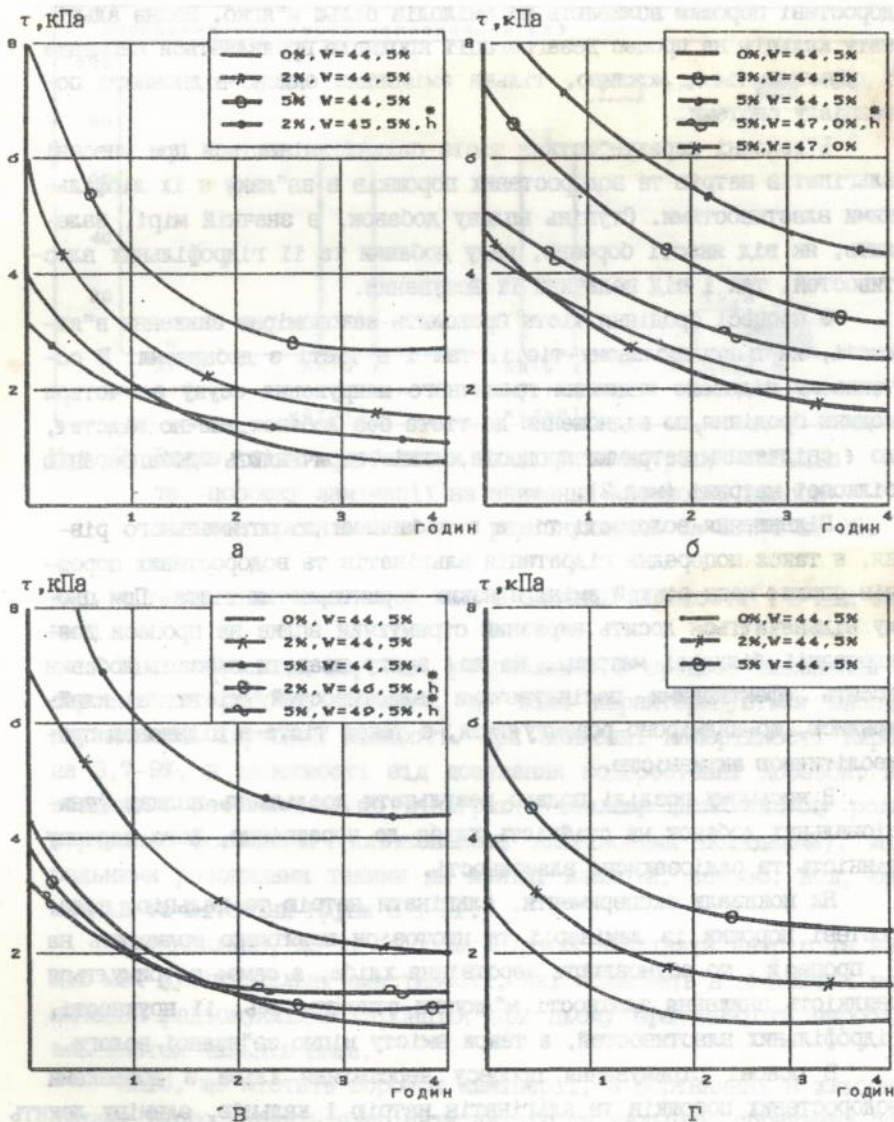
На основі запропонованої технології розроблено та затверджено нормативно-технічну документацію на два види виробів з ламінарії. Розроблено також ТУ на два види хліба з цистозірою. Документація затверджена Управлінням хлібопродуктів та знаходиться на узгодженні з МОЗ України.

В сьомому розділі наведені результати досліджень мікробіологічних та біохімічних процесів, що проходять при приготуванні хліба.

Дослідженнями встановлено, що альгінати натрію та кальцію, не впливають на бродильну активність дріжджів в той час, як водоростеві порошки стимулюють їх активність в тісті. Такий позитивний вплив сухих нативних водоростевих добавок на активність бродильної мікрофлори можна пояснити значним вмістом в них мінеральних речовин, вітамінів групи В та РР, а також значної кількості небілкового азоту, аспарагінової та глютамінової кислот.

В тісті з добавками альгінатів натрію та кальцію, а також водоростевих порошоків затримувались окисно-відновні процеси, що підтверджується зниженням загальної його кислотності та підвищенням в ньому рН.

Зменшення накопичення редуруючих цукрів в тісті з альгінатом натрію та водоростевими порошками пов'язане з можливим їх впливом на активність β -амілази та зменшенням окисно-відновного потенціалу системи в сторону зменшення відновних властивостей, при цьому во-



Мал. 2. Вплив добавок на реологічні властивості тіста в процесі бродіння

а) порошок з ламінарії

б) порошок з цистозіри

в) альгінат натрію

г) альгінат кальцію.

h^е - добавки в вигляді гелю або після набубнявіння.

доростеві порошки впливають на амілоліз більш м'якко. Вплив альгі-
нату кальцію на процес дезагрегації крохмалю проявляється найменше
і обумовлюється, можливо, тільки зміщенням окисно-відновного по-
тенціалу системи.

В'язкісні характеристики тіста сильно змінилися при внесенні
альгінатів натрію та водоростевих порошоків в зв'язку з їх ліофіль-
ними властивостями. Ступінь впливу добавок, в значній мірі, зале-
жить, як від якості борошна, виду добавки та її гідрофільних влас-
тивостей, так і від величини їх дозування.

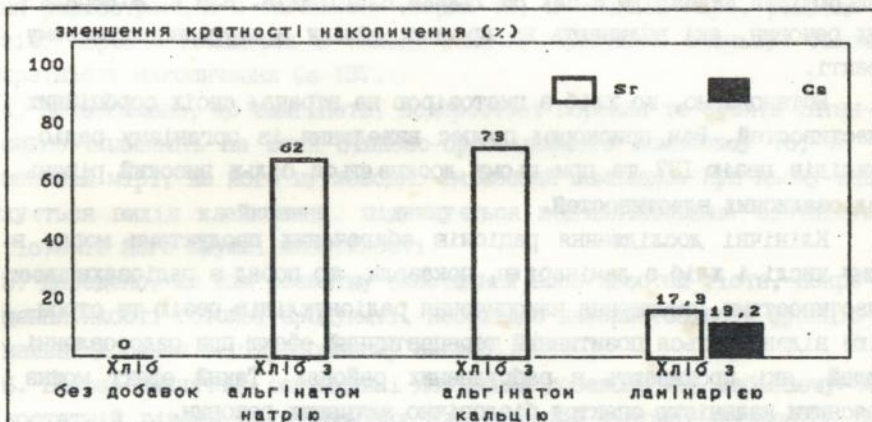
В процесі бродіння тіста проходить закономірне зниження в'яз-
кості, як в контрольному тісті, так і в тісті з добавками. В ос-
танньому відносно зниження граничного напруження зсуву за чотири
години бродіння, по відношенню до тіста без добавок, значно відстає,
що є свідченням затримки процесів, які спричиняють дезагрегацію
білкової матриці (мал.2).

Підвищення вологості тіста з добавками до оптимального рів-
ня, а також попередня гідратація альгінатів та водоростевих порош-
ків сприяє менш різкій зміні в'язких характеристик тіста. При цьо-
му відзначається досить виразний стримувачий вплив на процеси дез-
агрегації білкової матриці. Це дає змогу вважати вказані добавки
досить ефективними полішувачами властивостей тіста з клей-
ковиною, що надмірно розтягується, а також тіста з підвищеною про-
теолітичною активністю.

В восьмому розділі подано результати досліджень впливу функ-
ціональних добавок на стійкість хліба до черствіння, його харчову
цінність та радіозахисні властивості.

Як показали експерименти, альгінати натрію та кальцію, водо-
ростеві порошки із ламінарії та цистозіри позитивно впливають на
процеси, що обумовлюють черствіння хліба, а саме: затримується
швидкість зниження здатності м'якушки стискуватись, її пружності,
гідрофільних властивостей, а також вмісту міцно зв'язаної вологи.

В основі стримування процесу черствіння хліба з добавками
водоростевих порошоків та альгінатів натрію і кальцію, еламіну лежить
утворення в процесі випічки складної колоїдної системи білок-
крохмаль-полісахарид. У виробках, що містять водоростеві порошки
ламінарії та цистозіри певну роль в збереженні свіжості хліба від-
іграють також такі полісахариди як клітковина, ламінаран, фукої-



Мал. 3. Вплив хліба з добавками альгінатів натрію, -кальцій та порошку ламінарії на зниження кратності накопичення в організмі тварин радіонуклідів Cs-137 і Sr-85.

дан, а також інші пентозани, які в значній кількості є в цій сировині.

Хімічний склад виробів, розроблених в процесі виконання дисертаційної роботи, показує, що вони характеризуються високими показниками харчової цінності. При зниженні калорійності виробів на 3,7-9%, в залежності від дозування водоростевих добавок, вони збагачені речовинами, що відіграють важливу фізіологічну роль - харчовими волокнами (клітковиною, альгїновими похідними), мінеральними речовинами такими як калій, кальцій, залізо, йод, бром, магній та вітаміни групи B і PP.

Встановлено, що хліб, який містить альгінати натрію та кальцій має функціональні властивості, які полягають в зменшенні накопичення радіонуклідів стронцію, при цьому ефективність виробів з альгінатом кальцію вища.

Хліб, що містить порошок ламінарії, в порівнянні з хлібом до складу якого входять альгінати натрію та кальцій, спричиняє позитивний вплив не тільки на динаміку зменшення радіостронцію, але й радіоцезію. Цей показник значно вищий в порівнянні з результатами для групи тварин, що одержували з кормом нативний альгінат кальцій та натрію. Висока ефективність хліба з водоростевими добавками

пояснюється наявністю в них не тільки альгінатів, але й мінеральних речовин, які впливають на процеси обміну в шлунково-кишковому тракті.

Встановлено, що хліб з цистозіров не втрачає своїх сорбційних властивостей. Він прискорює процес виведення із організму радіонуклідів цезію-137 та при цьому досягається більш високий рівень радіозахисних властивостей.

Клінічні дослідження раціонів збагачених продуктами моря, в тому числі і хліб з ламінарій, показали, що поряд з радіозахисними властивостями (зменшення накопичення радіонуклідів цезію та стронцію) відзначається позитивний терапевтичний ефект при оздоровленні людей, які проживають в забруднених районах. Такий ефект можна пояснити наявністю спектру біологічно активних речовин.

Враховуючи хороші органолептичні показники якості хліба, затримування процесу черствіння, зменшення калорійності раціону при підвищеному вмісті харчових волокон та мінеральних речовин, високі сорбційні властивості по відношенню до радіостронцію та радіоцезію, а також позитивний вплив на стан функцій організму, доцільно рекомендувати ці вироби для лікувально-профілактичного харчування всіх вікових груп населення та особливо для тих, хто попадає під тривалий вплив малих доз радіації внаслідок споживання продуктів харчування, забруднених радіонуклідами цезію та стронцію.

ВИСНОВКИ.

1. Науково обгрунтована доцільність використання альгінатів натрію та кальцію, сухих водоростевих порошоків із ламінарії та цистозіри, в якості добавок при виробництві функціональних хлібних виробів для профілактики внутрішнього опромінення, обумовленого хронічним поступанням радіонуклідів Cs та Sr в організм людини з харчовими продуктами.

2. Встановлено, що сорбційна активність природних полісахаридів, одержаних із цистозіри, черешків та ризоїдів водоростей, для яких властивий більш високий вміст залишків гулурунової кислоти, по відношенню до радіостронцію, вище активності полісахаридів, одержаних із пластин ламінарії.

3. Експериментально доведено, що альгінати натрію та кальцію в складі раціону харчування ефективно зменшують кратність накопичен-

- ня радіостронцій в організмі тварин та, в меншій мірі, радіоцезію. Порошок ламінарії в складі раціону ефективно зменшує також кратність накопичення Cs-137.
4. Встановлено, що альгінати, водоростеві порошки та еламін інтенсивно впливають на стан білково-протеїназного комплексу та, в меншій мірі, на його вуглеводно-амілазний комплекс. При цьому знижується вихід клейковини, підвищується водопоглинальна здатність тіста та його пружні властивості.
5. Доведено, що для розвитку еластичних властивостей тіста, покращення якості готової продукції, необхідно використовувати функціональні добавки в гідратованому вигляді.
6. Вперше визначено оптимальні дозировки добавок, які забезпечують достатній рівень радіозахисних властивостей готової продукції та хорошу їх якість.
7. Встановлено, що добавки альгінату натрію, альгінату кальцію, порошоків із ламінарії та цистозіри затримують процес черствіння хліба.
8. Встановлено, що радіозахисні властивості полісахаридів та водоростеві порошки в складі хліба не втрачають своїх сорбційних властивостей.
9. Клінічними дослідженнями доведено, що раціони харчування, збагачені продуктами моря, в тому числі хліб з ламінарією, позитивно впливають на стан здоров'я людей, які проживають на територіях, забруднених радіонуклідами Cs та Sr.
10. Розроблена та затверджена нормативно-технічна документація на хліб пшеничний з ламінарією (2%), хліб морський (5% ламінарії), хліб з цистозіром (3%) та кримський (5% цистозіри), хліб альгіновий (2%).
11. Нові технології пройшли апробацію на підприємствах м.Києва, м.Вишгорода, м.Малина, м.Обухова.
12. Очікуваний економічний ефект від впровадження нових технологій складає 170268 гривень на рік.

СПИСОК РОБІТ ОПУБЛІКОВАНИХ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

- I. Скорикова А.И., Степаненко Т.А., Корж Т.В., Рогальская Л.А. Новые сорта хлеба, обогащенные пищевыми волокнами. Тез. докл., Ташкент, 1991, с.120.

2. Скорикова А.И., Степаненко Т.А., Корж Т.В. Новые хлебные продукты, обладающие радиозащитными свойствами.// Научн. техн. конф. КТИП: Тез. докл.- Київ, 1991, с.305
3. Патент України №6688, А 2ГД 8/02. Спосіб виробництва хліба./ Скорикова А.И., Корзун В.Н., Корж Т.В., Бокова Е.М., Малигіна М.А., Волянська Л.В., Іванов В.С.- 1995.- Бл. №8-1
4. Скорикова Г.І., Корзун В.Н., Корж Т.В. Дослідження технологічних властивостей альгінату кальцію.// Міжнародн. наук.- техн. конф. КТІХП:- Київ, 1993, с.317.
5. Скорикова А.И., Корж Т.В., Корзун В.Н. Перспектива использования альгината кальция в хлебопечении.// Деп. рукопись в ГНТБ Украины 29.06.93, №1280-Ук. 93, 12с.
6. Скорикова Г.І., Корж Т.В., Корзун В.Н. Продукти з морської капусти. // Переробна промисловість, 1993, №10, с.12
7. Корж Т.В., Скорикова Г.І. Нові сорти хліба з домішками морських водоростей. Матер. першої національної наук.-практ. конф. "Хлібопродукти -94", Одеса, 1994, с.123
8. Корж Т.В., Скорикова Г.І. Дослідження реологічних властивостей тіста, що містить ламінарію та її похідні. Тез. доп. міжн. наук.-практ. конф. "Розвиток масового харчування, готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин", Київ, 1994, с. 107-108.
9. Корж Т.В., Скорикова Г.І., Корзун В.Н. Хліб з ламінарією - продукт лікувально-профілактичного призначення. Тез. доп. міжн. наук.-практ. конф. "Розвиток масового харчування, готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин", Київ, 1994, с.67-68.
10. Корж Т.В., Скорикова Г.І. Використання альвеографа для оцінки реологічних властивостей тіста, що містить домішки водоростей та їх похідні. Тез. допов. Всеукр. наук.-практ. конф. "Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість", Київ, 1995, с.208.
- II. Корж Т.В., Скорикова Г.І. Вплив водоростевих домішок на швидкість черствіння хліба. Тез. доп. Всеукр. наук.-практ. конф. "Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість", Київ, 1995, с.216.

12. Скорикова Г.И., Корж Т.В., Корзун В.Н. Високоэффективный природный сорбент в хлебопечении.- Харькова промисловість, 1996, №41, с.18-21.
13. Корж Т.В., Скорикова Г.И. Оптимизация процесса приготовления теста, содержащего полисахариды водорослей.- Матер. рос.молодежн. научн.симпоз. Книга 2, 25-28 марта, Воронеж, 1996, с.141.
14. Давидюк Л.А., Корж Т.В., Скорикова Г.И. Особливості використання цистозіри в хлебопечінні. Тез. допов. 62 студентської наук. конф., Київ, 1996, с.58
15. Скорикова Г.И., Корж Т.В., Корзун В.Н. Способ производства хлеба. Заявка №95073526 от 26.06.1995.

Корж Т.В. Разработка технологии производства хлеба с использованием бурых водорослей и продуктов их переработки.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 - Технология хлебопекарных, макаронных, кондитерских продуктов и пищевых концентратов. Украинский Государственный Университет пищевых технологий, Киев, 1996г.

Защищается 13 научных работ, патент Украины на изобретение и положительное решение по заявке на патент Украины, в которых содержатся результаты экспериментальных исследований влияния альгинатов натрия и кальция, сухих водорослевых порошков из ламинарии и цистозиры на коллоидные, биохимические, микробиологические процессы, происходящие в тесте, с целью выбора оптимальной дозировки и технологии приготовления функциональных хлебных изделий для профилактики снижения внутреннего облучения малыми дозами, обусловленного хроническим поступлением радионуклидов Cs и Sr с рационом питания. Установлено, что функциональные добавки повышают влагоемкость теста, выход готовой продукции, сдерживают процессы черствения хлеба, повышают его пищевую и биологическую ценность, могут быть рекомендованы для переработки муки с чрезмерноэластичной клейковиной. Изделия рекомендованы для профилактики внутреннего облучения населения, проживающего в загрязненных, указанными радионуклидами, районах.


Ключевые слова: бурые водоросли, ламинария, цистозира, альгинаты, тесто, хлеб, внутреннее облучение, радионуклиды, цезий, стронций.

Korzh T.V. Development of a technology
for bread production using
brown algae and processing
products thereof

<Dissertation for the degree of Cand. Sci. in speciality 05.18.01 "Technology of breadbaking, macaroni, confectionery, and food concentrates". Ukrainian State University Food Technology. Kyiv, 1996>

Presented for consideration are 13 published research papers, an Ukraine patent on invention, and a positive decision on an application for an Ukraine patent. These describe the results of experimental research to reveal the influence of sodium alginate, calcium alginate, dried algal powders of laminaria and cystozira on colloid, biochemical, and microbiological processes in dough, with the aim to identify optimum dosage and technology of producing functional bakery foods for prophylactic use in reducing low-dose internal irradiation caused by chronic Cs and Sr consumption through food chains. It is established that the functional additives improve the moisture capacity of dough, production outcome, inhibit bread-hardening processes, enhance the nutritious and biological value of bread, and can be recommended for use in processing dough with an excessively gluten. The bread foods in question are recommended for prophylactic use against internal irradiation of the general public residing in the areas contaminated with radionuclides.

Key words: brown algae, laminaria, cystozira, alginate, dough bread,
internal irradiation, radionuclides, cesium, strontium.



Лит. фонд № 18.11.96. Фонд 50х84/16
Лит. фонд № 5. Од. выд. № 1. Тираж 80 экз.
Зем. № 269

Лит. фонд № 18.11.96. Фонд 50х84/16
Лит. фонд № 5. Од. выд. № 1. Тираж 80 экз.
Зем. № 269

2010/10/2

Book 1. Development of technology
for bread production using
brown algae and genetically
modified wheat

Contribution for the *Journal of Food Science and Technology*, Department of
Food Safety, Inspection, and Control, University of Guelph, Ontario, Canada
University of Technology, Kato, 1996

Presented for consideration are 12 published manuscripts, which contain results of
research and a positive design of an application for an Ukraine patent. These design
the results of experimental research to reveal the influence of sodium alginate, collagen
alginate, dried yeast, provitamins and vitamins on cultural, biochemical, and
microbiological processes in dough, with the aim to identify optimum dosage and technology
of production functional bakery goods for patients with chronic diseases. Internal
diseases caused by chronic Co and Sr anemias, through the study. It is established
that the functional additives improve the nutritive capacity of dough, production optimum
breads, bread-baking process, enhance the nutritive and biological value of bread, and
due to technological factors in proceeding dough with an extensively gluten. The bread made
in experimental technology for patients with chronic internal diseases of the general
public, including in the case of chronic work, is considered.

Key words: bread, yeast, provitamins, vitamins, sodium alginate, collagen
alginate, dried yeast, provitamins, vitamins, internal diseases.

Підп. до друку 18.11.96. Формат 50x84/16
Папір друк. №3. Обл. видарк 1.4. Тираж 80 прим.
Зам. №569.

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

440962

AR 365145

AB 36.642