

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**ШАРАН ЛАРИСА ОЛЕКСАНДРІВНА**

УДК 664. 664:661.47

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЙО-  
ДУВАННЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ**

05.18.01 – Технологія хлібопекарських  
продуктів та харчових концентратів

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

**Київ – 2006**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій  
Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** кандидат технічних наук, доцент  
**Арсеньєва Лариса Юріївна,**  
Національний університет харчових технологій,  
кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних  
виробів і харчоконцентратів, доцент

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Сирохман Іван Васильович,**  
Львівська комерційна академія,  
завідувач кафедри товарознавства продовольчих то-  
варів

кандидат технічних наук, доцент  
**Лебеденко Тетяна Євгеніївна,**  
Одеська національна академія харчових технологій,  
кафедра технології хліба, кондитерських виробів і  
громадського харчування, доцент

**Провідна установа:** Інститут харчової хімії та технології НАН України  
(м. Київ)

Захист відбудеться “ 2 ” листопада 2006 р. об 11<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська 68, аудиторія А – 311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університе-  
ту харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий “     ” вересня 2006 р.

**УЧЕНИЙ СЕКРЕТАР**  
спеціалізованої вченої ради, к.т.н.

С.І. Воронцова

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Дефіцит йоду є причиною багатьох хвороб: порушення синтезу гормонів щитовидної залози, затримки розумового та фізичного розвитку дітей, глухонімоти, погіршення зору, неврологічного кретинізму. Йоддефіцитні захворювання широко розповсюджені в усьому світі. За оцінкою ВООЗ і ЮНІСЕФ, в світі близько мільярда людей мають ризик розвитку йоддефіцитних захворювань, збільшення щитовидної залози спостерігається у 300 млн. осіб, а в 30 млн. виявлено кретинізм. Саме це стало причиною створення та реалізації міжнародних програм з профілактики та контролю за йоддефіцитними захворюваннями наряду з програмами боротьби зі СНІДом, поліомієлітом, туберкульозом.

Результати досліджень йодної забезпеченості населення України за останні десять років свідчать про наявність на території країни йодної недостатності різного ступеня - від легкої до важкої. На ендемічних щодо зобу територіях проживає близько третини населення. Проблема посилюється негативними наслідками аварії на Чорнобильській АЕС, змінами в структурі харчування українців, особливо соціально незахищених груп населення. Незважаючи на наявність в країні доступу до моря, в нових економічних умовах споживання багатих на йод риби та морепродуктів різко зменшилось. Тому однією з нагальних задач харчової промисловості є забезпечення населення продуктами, що містять йод в необхідних кількостях. В першу чергу це стосується хлібопекарської галузі, оскільки хліб є одним з щоденних основних продуктів харчування людини.

В сучасному хлібопекарському виробництві проблема збагачення хліба йодом повністю не вирішена, незважаючи на розроблені хлібобулочні вироби з йодвмісними продуктами органічної та неорганічної природи.

Питанню вибору форми внесення йоду приділяється багато уваги вітчизняними та закордонними дослідниками, але проблема й досі вивчена недостатньо. Не визначено втрати йоду з різних носіїв під час технологічного процесу виробництва хліба. Не проведено порівняльну оцінку носіїв йоду з урахуванням не лише технологічних, але й медико-біологічних та економічних аспектів збагачення. У зв'язку з цим неможливо вважати ці вироби гарантованими носіями 10...25 мкг йоду в 100 г продукту, як цього вимагають принципи збагачення продуктів харчування.

Таким чином, необхідним є визначення вмісту йоду в природних і синтетичних носіях, втрат цього елемента на окремих стадіях технологічного процесу приготування хліба, масової частки йоду в готових виробах і ступеня його засвоюваності людиною. Проведення такого комплексу досліджень дасть змогу рекомендувати фізіологічно безпечні носії йоду з мінімальними втратами цього мікронутрієнта в технологічному процесі приготування хліба та удосконалити технологічні режими виробництва йодованих хлібобулочних виробів для отримання продукції з гарантованим вмістом йоду та традиційними органолептичними показниками.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконувались відповідно до:

- "Угоди про профілактику йоддефіцитних станів у населення держав-учасниць СНД" від 31.05.2001 р.;

- постанови Кабінету Міністрів України № 1418 від 26.09.2002 р. “Державна програма профілактики йодної недостатності у населення на 2002-2005 роки”;

- науково-дослідної роботи за договором Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзеєва з Північним відділенням Полярного НДІ морського рибного господарства та океанології (м. Архангельськ, Росія) “Наукове обґрунтування та розробка засобів профілактики патології тиреоїдної, імунної та кровотворної систем у людей, що зазнали радіаційного та ендемічного впливу”, № держреєстрації 0103U005108;

- гранту Президента України для обдарованої молоді “Розробка раціонального способу для збагачення хліба йодом” (розпорядження Президента України від 14.12.2005 р. № 1276/2005).

Автор особисто брав участь у проведенні досліджень, розробці нових видів йодованих хлібобулочних виробів і відповідної нормативної документації.

**Мета і завдання досліджень.** Метою дослідження було системне проведення вибору збагачувача хлібобулочних виробів, який містить йод у легкозасвоюваній, фізіологічно безпечній та термостабільній формі, а також удосконалення технології йодування хліба для отримання продукції високої якості з гарантованим вмістом йоду в межах 10...25 мкг/100 г.

Відповідно до поставленої мети було сформульовано такі завдання:

- обрати спектр носіїв йоду, використання яких у складі харчових продуктів підтверджено дозволом санітарно-епідеміологічної служби;

- визначити масову частку йоду в обраних носіях органічної та неорганічної природи;

- визначити дозування збагачувачів хліба йодом на основі принципів збагачення продуктів харчування мікронутрієнтами, орієнтовної добової норми вживання хлібобулочних виробів населенням України та з урахуванням втрат йоду під час технологічного процесу;

- з'ясувати оптимальний гранулометричний склад і спосіб внесення порошків із фукусових водоростей в хлібобулочні вироби;

- дослідити вплив носіїв йоду на основні процеси в тісті під час його дозрівання;

- встановити органолептичні та фізико-хімічні показники якості готових виробів з обраними носіями йоду;

- проаналізувати ступінь збереження йоду в готових виробах;

- провести клінічні дослідження з метою визначення біологічної ефективності використання обраних носіїв йоду у складі хлібобулочних виробів;

- розробити раціональну технологію йодованого хліба з традиційними показниками якості та гарантованим вмістом йоду;

- здійснити апробацію лабораторних розробок у виробничих умовах і розробити нормативну документацію.

*Об'єкт досліджень* – технологія хлібобулочних виробів підвищеної мінеральної цінності.

*Предмет досліджень* – йодовані хлібобулочні вироби.

*Методи досліджень* – основні показники якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів визначали за стандартними та спеціальними методиками. Оп-

тимізацію технологічних процесів здійснювали експериментально-статистичним методом Бокса-Уїлсона.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Науково обґрунтовано необхідність розробки раціонального способу йодування хлібобулочних виробів з метою підвищення ефективності масової профілактики йоддефіцитних захворювань у населення України.

Здійснено системний підхід до вибору оптимального носія йоду і проведено порівняльну оцінку відомих (йодид і йодат калію, сухий концентрат гідролізату ламінарії “Еламіну”) і нових (йодовані білки, порошки із фукусових водоростей) носіїв йоду як сировини хлібопекарського виробництва за медико-біологічними, технологічними та економічними критеріями.

Вперше визначено ступінь втрат йоду з носіїв йоду різної природи під час технологічного процесу виготовлення хліба: з неорганічних солей йод втрачається на 72...88 %, з йодованих білків – не більше як на 2 %, із порошків фукусових водоростей - на 13...18 %, із сухого концентрату “Еламіну” – на 75...80 %.

На підставі проведених досліджень визначено дозування носіїв йоду, що забезпечують гарантований вміст цього мікроелемента у хлібобулочних виробках у межах 10...25 мкг/100 г (відповідно до вимог нутриціології до збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами).

Встановлено, що у визначених кількостях носії йоду зсувають окисно-відновний потенціал тіста в бік окисних умов, що призводить до уповільнення в тісті біохімічних перетворень і пригнічення активності та кількості колонії утворюючих одиниць молочнокислих бактерій. Проте вплив носіїв йоду на морфологію, активність і ріст дріжджових клітин позитивний.

Доведено, що присутність йоду в хлібобулочних виробках, незалежно від форми його внесення, пригнічує розвиток картопляної хвороби (неорганічні носії – на 35,5 – 60,0 %, органічні носії – на 2,3 – 41,0 %) та пліснявіння хліба (неорганічні носії – на 5,2 – 58,2 %, органічні носії – на 0,4 – 65,5 %).

Біологічну ефективність нових видів йодованих виробів для нормалізації кількості йоду в організмі підтверджено в клінічних умовах.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі досліджень розроблено та затверджено нормативну документацію на йодовані хлібобулочні вироби: ТУУ 15.8-32645368.001-2004 “Вироби хлібобулочні з Йодказеїном. Технічні умови” та ТУУ 15.8 – 020 709 38049 – 05 “Вироби хлібобулочні підвищеної мінеральної цінності. Технічні умови”. Результати лабораторних досліджень підтверджено у виробничих умовах хлібокомбінату № 1 м. Суми.

Промисловий випуск і реалізація розроблених хлібобулочних виробів, збагачених йодом, сприятиме профілактиці порушень здоров'я, викликаних йоддефіцитними захворюваннями, підвищенню інтелектуального розвитку дітей і продуктивності праці дорослого населення України.

Очікуваний соціально-економічний ефект від впровадження результатів досліджень у практику хлібопекарських підприємств полягає у зниженні вартості профілактики йоддефіциту для пересічного громадянина України. Вживання йодованих хлібобулочних виробів у 6...14 разів дешевше порівняно з іншими

відомими засобами профілактики йоддефіцитних станів (вживання йодованої води, фармацевтичних засобів тощо).

**Особистий внесок здобувача полягає** у відпрацюванні методик дослідження, проведенні експериментів з визначення оптимального дозування носіїв йоду органічної та неорганічної природи, їх впливу на показники якості хліба, мікробіологічні, біохімічні процеси під час його виготовлення, структурно-механічні властивості тіста, мінеральну цінність і свіжість готових виробів, у розробленні нормативної документації на хлібобулочні вироби з використанням водоростей *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* та йодованого білка Йодказеїну.

Аналіз та узагальнення результатів проведено спільно з науковим керівником к.т.н., доц. Арсенєвою Л.Ю. Біологічну ефективність нових видів хлібобулочних виробів із фукусовими водоростями досліджено за допомогою працівників клініки Центру радіаційної медицини АМН України та Інституту гігієни і медичної екології ім. О.М. Марзєєва під керівництвом д.м.н., проф. Корзуна В.Н.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на Міжнародній конференції молодих учених, аспірантів і студентів (НУХТ, Київ, 2002 р.), 69 - 72-й наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів (НУХТ, Київ, 2003 - 2006 р.р.), науково-технічній конференції “Безпечність продуктів харчування вітчизняного виробника” (Київ, 2003 р.), Міжнародній науково-технічній конференції “Управління та первинна медико-санітарна допомога” (Ужгород, 2003р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції “Проблеми харчування населення України” (Полтава, 2003 р.), науково-технічній конференції “Харчові добавки, інгредієнти, БАДи: їх властивості та використання у виробництві продуктів і напоїв” (Феодосія, 2003 р.), Міжнародній конференції країн СНГ “Медицина та фармація” (Одеса, 2003 р.), на XIV з’їзді гігієністів України “Гігієна, наука та практика на рубежі століть” (Дніпропетровськ, 2004 р.) та Другій міжнародно-практичній конференції “Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки” (Архангельськ, 2005 р.).

Результати роботи представлено на Всеукраїнському конкурсі на кращу наукову роботу з питань розвитку харчової технології (м. Одеса, 2003 р.) і одержано диплом третього ступеня.

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 19 робіт, у тому числі 3 статті у фахових журналах і збірниках наукових праць, перелік яких затверджено ВАК України, 12 тез конференцій, 3 деклараційні патенти України на винахід.

**Структура дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків та 11 додатків. Список використаної літератури нараховує 227 джерела вітчизняних та іноземних авторів. Робота викладена на 133 сторінках основного тексту, містить 34 таблиці та 49 рисунків.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми, її значущість, сформульовано мету та основні напрями досліджень. Визначено наукову новизну та практичну цінність роботи.

**У першому розділі “ПРОБЛЕМА НЕСТАЧІ ЙОДУ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ І СПОСОБИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ”** проведено аналіз наукових публікацій і патентних матеріалів, а також даних всесвітньої мережі Internet, на підставі чого визначено конкретні завдання.

Охарактеризовано значення йоду в житті людини. Наведено основні дані стосовно добової потреби організму людини в йоді та наслідки, які виникають при постійній його нестачі. Описано основні способи подолання йоддефіцитних станів. Обґрунтовано доцільність йодування хлібобулочних виробів для попередження йоддефіцитних захворювань у населення. Проаналізовано відомі носії йоду, їх дозування та способи внесення у виробництві йодованих хлібобулочних виробів. Зроблено висновок про відсутність системи знань щодо втрат йоду з різних носіїв під час випікання, ступінь засвоюваності цього елемента з йодвмісної сировини та рівень біологічної ефективності відомих йодованих виробів. Розглянуто методи, які використовуються для визначення йоду в хлібобулочних виробах і зазначено їх переваги та недоліки. Встановлені основні напрями виконання досліджень.

**У другому розділі “ЗАГАЛЬНА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ”** наведено характеристику носіїв йоду обраних для проведення досліджень, описано план і методики експерименту та математичної обробки експериментальних даних. Під час проведення досліджень було використано борошно пшеничне та житне з середніми хлібопекарськими властивостями, а також різні носії йоду: йодид та йодат калію, що відповідали вимогам ГОСТ 4204–75, йодовані білки виробництва Росії: Йодказеїн (ТУ 9229 – 001 – 48363077 - 99), Тіреойод (ТУ 9224 – 71 – 48365188 – 99), Вітайод (ТУ 9224 – 702 – 48365188 – 01), водоростеві порошки *Fucus vesiculosus* та *Ascophyllum nodosum* виробництва Архангельського дослідного водоростевого комбінату (Росія), сухий концентрат “Еламіні” (ТУУ 00382119–02–99 виробництва Київського заводу молочної кислоти).

Дослідження з визначення якості борошна, напівфабрикатів і готових виробів проводили з використанням загальноприйнятих і спеціальних методів. Для визначення масової частки йоду в носіях, тісті та хлібобулочних виробах застосовували методики, наведені в ТУУ 18.446–97, ГОСТ 26185–84, ГОСТ 25832-89, ТУ 9110-273-05747152-98, а також МВВ № 081/12–0092–03, вміст йоду в сечі під час клінічних досліджень визначали за методом Сандел-Кольтчифа.

Гранулометричний склад порошоків із водоростей визначали шляхом розсіювання їх через систему сит. Розчинність і водопоглинальну здатність продуктів переробки морських водоростей визначали методом Шоха. Вміст загального та водорозчинного азоту проводили модифікованим методом Кьельдаля. Пружно-еластичні властивості тіста з носіями йоду вивчали за допомогою валориграфа фірми Brabender. Зміну в'язко-пластичних властивостей модельних опар аналізували на ротаційному віскозиметрі “Реотест-2”.

Вплив йодвмісних добавок на зміну патогенної мікрофлори хліба досліджували шляхом вимірювання площі враження колоніями бактерій *Bacillus mesentericus* (картопляна паличка) та міцелієм грибів *Penicillium chrisogenum* і *Aspergillus niger* м'якушки хлібобулочних виробів.

У третьому розділі “ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНО ВАЖЛИВИХ ХАРАКТЕРИСТИК НОСІВ ЙОДУ” систематизовано основні аспекти фортифікації хлібобулочних виробів йодом (технологічні, медико-біологічні та економічні), обрано спектр носіїв йоду, досліджено технологічні властивості продуктів переробки бурих водоростей, визначено вміст йоду в добавках і втрати його на окремих стадіях технологічного процесу виробництва хліба, на основі чого розраховано дозування усіх носіїв йоду, що забезпечують засвоєння його з готової продукції у межах 10...25 мкг/100 г.

У зв'язку з тим, що використання фукусових водоростей у технології хліба до цього часу не відомо, і за органолептичними показниками вони відрізняються від відомої ламінарії, провели серію досліджень з визначення оптимальної крупності частинок і параметрів гідратації порошків із водоростей *Fucus vesiculosus* і *Ascophyllum nodosum*.

Дослідження гранулометричного складу водоростевих добавок показало, що оптимальним середнім розміром частинок фукусових порошків слід вважати 0,5 мм для забезпечення балансу органолептичних показників якості готової продукції та мінімізації втрат йоду. Слід зазначити, що найменший ступінь втрат йоду мають водоростеві порошки з розміром частинок 1,0 мм, а найбільший – з розміром частинок 0,27 мм. Це обумовлюється тим, що частинки водоростей з розміром 0,27 мм мають найбільшу питому поверхню, інтенсивніше прогриваються під час озолення, порівняно з частинками більшими за розміром, і швидше втрачають йод. Тому для використання в технологічному процесі слід обрати максимально можливі розміри частинок водоростей. Оптимальний середній розмір частинок сухого концентрату “Еламіну” становить 0,36 мм.

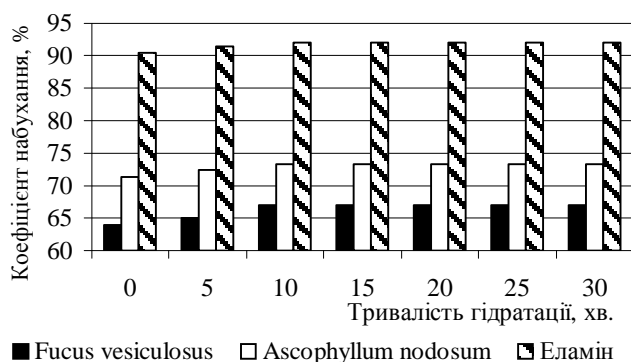


Рис. 1 Коефіцієнти набухання водоростей з розміром частинки 0,5 мм при різній тривалості гідратації. клітинних стінок і вивільнення значної кількості альгінатів натрію. Для водоростевих порошків ці показники нижчі пропорційно вмісту в них гідрофільних полісахаридів.

Тривалість гідратування, достатня для повного набухання частинок водоростей становить,  $10 \pm 5$  хв. при  $40 \pm 5^\circ\text{C}$  для порошків із водоростей та  $100^\circ\text{C}$  - для сухого концентрату “Еламіну” (рис. 1).

Визначення масової частки йоду в носіях проводили інверсійно-вольтамперометричним методом (табл. 1).

Для визначення параметрів попередньої гідратації продуктів із морських водоростей встановлювали коефіцієнти їх набухання (рис. 1), водопоглинальну здатність і показники розчинності. Найбільші значення цих параметрів (92 %;  $6,7 \text{ Г}_{\text{вол.}}/\text{Г}_{\text{прод.}}$  і 89,9 % відповідно) має сухий концентрат “Еламіну”, оскільки технологія його виготовлення передбачає проведення лужного гідролізу



## Характеристика носіїв йоду

Збагачувач	Вміст йоду в 1 кг носія	Підготовчі операції	Характеристика засвоюваності йоду та безпеки
1. Йодид калію (KI)	765±12 г	Розчинення у воді	Легко та повністю засвоюється, при надмірному вживанні викликає ефект передозування йоду
2. Йодат калію (KIO <sub>3</sub> )	593±10 г		
3. Йодказеїн	80±14 г	Розчинення у 0,5 %-му розчині харчової соди	Засвоюється індивідуально залежно від ступеня недостатності, передозування йоду вважають неможливим
4. Тиреойод	70±15 г	Розчинення у воді	
5. Вітайод	75±10 г		
6. Fucus vesiculosus	0,041±0,010 г	Попередня гідратація при 40±5°C протягом 10±5 хв.	За літературними даними, засвоюється не більше 30 %, проте передозування йоду вважають неможливим
7. Ascophyllum nodosum	0,081±0,010 г		
8. Сухий концентрат „Еламіну”	4,72±0,50 г	Попередня гідратація при 100°C протягом 10±5 хв.	Засвоюється індивідуально залежно від ступеня недостатності, передозування йоду вважають неможливим

Для визначення загальних втрат йоду під час технологічного процесу на основі отриманих даних про вміст йоду в носіях розраховували їх кількість для збагачення хліба йодом відповідно до вимог нутриціології, тобто для забезпечення вмісту мікронутрієнта 50 мкг (30 % добової потреби) у щодобовій нормі вживання хліба (277 г), а в 100 г хліба – 18...19 мкг. Під час розрахунку дозування водоростів враховували те, що ступінь засвоюваності йоду з них, за літературними даними, не перевищує 30 %, оскільки міцні клітинні стінки водоростів важко піддаються розщепленню травними ферментами у кишково-шлунковому тракті людини. Відповідно розраховували таку кількість порошоків із водоростів, щоб забезпечити вміст у 100 г хліба 70 мкг йоду. Хліб готували безопарним способом і після охолодження в ньому визначали вміст йоду, який порівнювали з розрахунковим (табл. 2).

Встановлено, що найменші втрати йоду (не більше 2 %) характерні для йодованих білків за рахунок хімічного зв'язку йоду з амінокислотами (переважно з тирозином). Найбільшою мірою йод втрачається з неорганічних солей та сухого концентрату “Еламіну” (72...88 %).

З урахуванням втрат йоду з носіїв при виготовленні хлібобулочних виробів (табл. 2) визначено дозування збагачувачів для забезпечення 30 % добової потреби в цьому мікронутрієнті при споживанні 277 г хліба.

Досліджували вплив стадії внесення носіїв йоду (опара чи тісто) на ступінь втрат під час технологічного процесу. Встановлено (табл. 3), що носії йоду доцільно вносити при замішуванні тіста. Це дає змогу знизити загальні втрати йоду на 0,5 – 4,0 % порівняно з внесенням носіїв в I фазу.

Таблиця 2

**Втрати йоду з носіїв та їх рекомендовані дозування у технології  
хлібобулочних виробів**

Носії йоду у складі хліба	Загальні втрати йоду, % до розрахункового вмісту	Рекомендовані дозу- вання носія, % до маси борошна
1. Йодид калію (KI)	86,0±2,0	0,000020
2. Йодат калію (KIO <sub>3</sub> )	73,0±1,5	0,000013
3. Йодказеїн	1,5±0,3	0,000320
4. Тіреойод	1,5±0,3	0,000340
5. Вітайод	1,5±0,3	0,000360
6. Fucus vesiculosus з середнім розміром частинок 0,5 мм	15,0±2,6	3,00
7. Ascophyllum nodosum з середнім розміром частинок 0,5 мм	15,0±2,6	1,50
8. Сухий концентрат “Еламініу” з середнім розміром частинок 0,36 мм	80,0±2,6	0,03

Таблиця 3

**Вплив стадії внесення носіїв йоду на втрати елемента  
під час технологічного процесу**

Носії йоду	Спосіб приготування хліба, стадія внесен- ня збагачувача	Вміст йоду в хлібі, мкг/100 г хліба		Втрати йоду, % до розрахунко- вого вмісту
		розрахунковий	фактичний	
1. Йодид ка- лію (KI)	безопарний: (у тісто)	18,0	2,5±1,5	88,0±2,0
	опарний: - в опару - у тісто	18,0	2,5±1,5 3,0±2,0	88,0±2,0 85,0±2,0
2. Йодат ка- лію (KIO <sub>3</sub> )	безопарний: (у тісто)	18,0	5,0±3,0	73,0±1,5
	опарний: - в опару - у тісто	18,0	4,0±3,0 5,0±3,0	75,0±1,5 71,0±1,5
3. Йодказеїн	безопарний: (у тісто)	18,0	17,0±5,0	1,5±0,3
	опарний: - в опару - у тісто	18,0	16,0±5,0 17,0±5,0	2,0±0,3 1,5±0,3
4. Тіреойод	безопарний: (у тісто)	18,0	17,0±5,0	1,5±0,3
	опарний: - в опару - у тісто	18,0	16,0±5,0 17,0±5,0	2,0±0,3 1,5±0,3
5. Вітайод	безопарний: (у тісто)	18,0	17,0±5,0	1,5±0,3
	опарний: - в опару - у тісто	18,0	16,0±5,0 17,0±5,0	2,0±0,3 1,5±0,3

У четвертому розділі “ВПЛИВ НОСІЇВ ЙОДУ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ТІСТА” наведено експериментальні дані з впливу носіїв йоду на кислотонакопичення в тісті, активність і кількість колонії утворюючих одиниць молочнокислих бактерій і дріжджів, стан вуглеводно-амілазного комплексу, динаміку азотистих сполук в тісті та газоутворення ньому.

Встановлено позитивний вплив усіх носіїв йоду на стан дріжджів: підвищується її активність та кількість колоній утворюючих одиниць (КУО), збільшується розмір дріжджової клітини. Особливо це помітно у зразках з водоростевими порошками за рахунок внесення з ними додаткової кількості гексоз і мінеральних елементів. Водночас, ці добавки пригнічують активність і здатність до розмноження молочнокислих бактерій (табл. 4). Так, незважаючи на незначне збільшення початкового значення титрованої кислотності у напівфабрикатах з водоростевими порошками, що обумовлюється внесенням з ними додаткової кількості альгінової, сірчаної та ненасичених жирних кислот, процес кислото-накопичення в тісті з водоростевими порошками уповільнюється.

Таблиця 4

#### Характеристика росту дріжджів і молочнокислих бактерій із модельних опар з носіями йоду

Зразок опари	Кількість КУО	
	дріжджів, $\times 10^6$	молочнокислих бактерій, $\times 10^8$
Без добавок (контроль)	73 $\pm$ 1	104 $\pm$ 2
З добавкою :		
Йодиду калію (KI)	77 $\pm$ 1	60 $\pm$ 3
Йодату калію (KIO <sub>3</sub> )	103 $\pm$ 1	23 $\pm$ 1
Йодказеїну	117 $\pm$ 1	110 $\pm$ 15
Тіреойоду	88 $\pm$ 1	105 $\pm$ 2
Вітайоду	95 $\pm$ 1	108 $\pm$ 3
Fucus vesiculosus	89 $\pm$ 1	27 $\pm$ 3
Ascophyllum nodosum	80 $\pm$ 1	19 $\pm$ 3
Сушого концентрату “Еламіну”	132 $\pm$ 1	20 $\pm$ 3

Окисно-відновний потенціал з усіма носіями йоду змінюється в бік зниження відновних властивостей (рис. 2). Окрім того, водоростеві добавки у своєму складі містять високомолекулярні вуглеводи (фукоїдан, ламінаран, маніт і пентозани), які здатні утворювати колоїдні розчини під час розчинення у воді. При цьому полісахаридний гель обволочує молекули субстрату тонкою, але щільною плівкою і таким чином перешкоджає контакту їх з протеолітични-

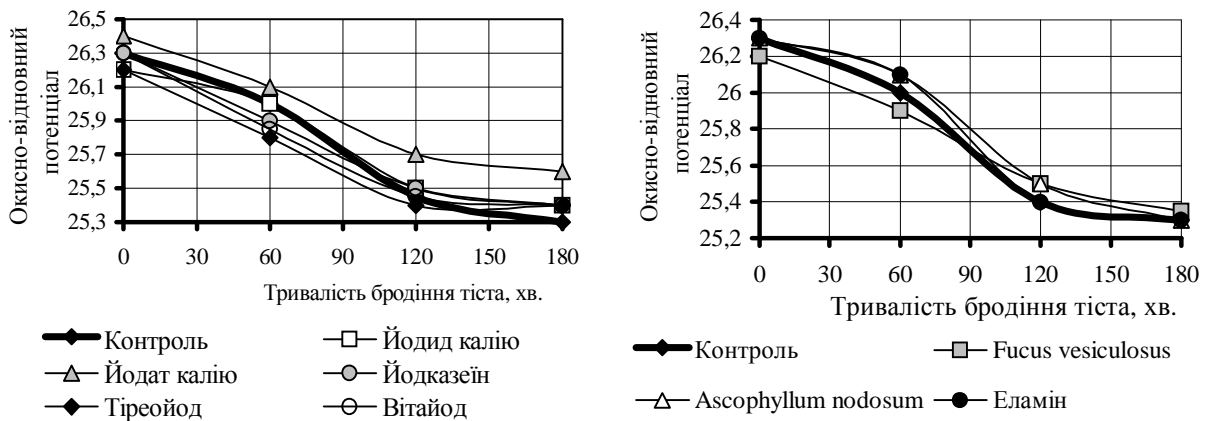


Рис. 2 Зміна окисно-відновного потенціалу в тісті з різними носіями йоду.

ми та амілолітичними ферментами. Це зумовлює уповільнення активності амілаз і протеїназ в тісті та відповідне зниження накопичення редуруючих цукрів відносно контролю на 8,1 – 16,9 % та водорозчинного азоту на 3,8 – 47,2 %, що призводить до невеликого (не більше 4,5 %) зниження інтенсивності газоутворення в тісті.

У п'ятому розділі “ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НОСІВ ЙОДУ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНАЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА” досліджено вплив носіїв йоду на пружно-еластичні та в'язко-пластичні властивості тіста, а також на кількість та якість клейковини в ньому.

Встановлено, що внесення порошків із морських водоростей *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* та сухого концентрату “Еламіну” у визначених кількостях підвищує водопоглинальну здатність тіста, збільшує його стабільність, знижує здатність до розрідження порівняно з контрольним зразком. Водночас, йодат калію та продукти переробки морських водоростей сприяють підвищенню ефективної в'язкості напівфабрикатів хлібопекарського виробництва, зменшенню розпливання (рис. 3) та газоутримуючої здатності тіста, укріпленню клейковинного каркасу за рахунок окисного ( $KIO_3$ ) або дегідратуючого (водоростеві порошки) впливу.

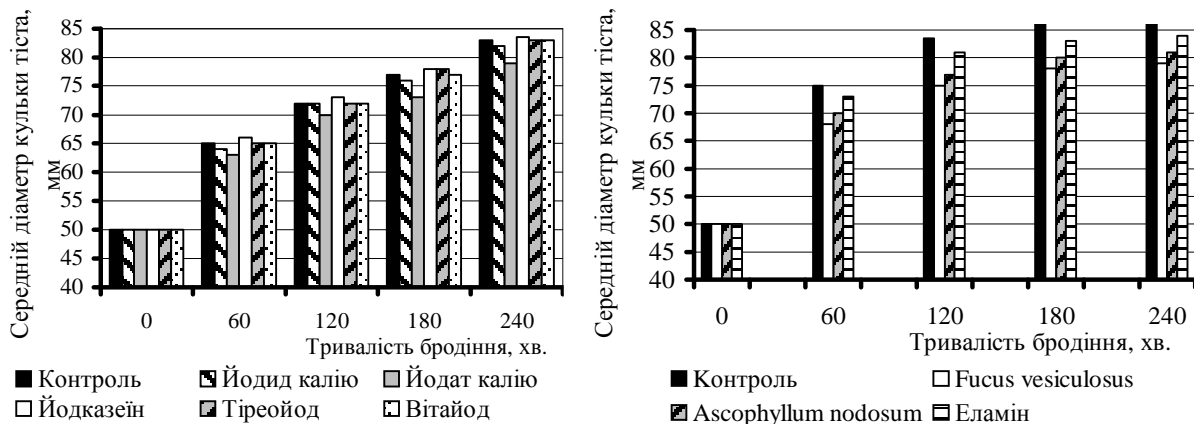


Рис. 3 Вплив носіїв йоду на динаміку розпливання кульки тіста.

У шостому розділі “ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НОСІВ ЙОДУ НА ЯКІСТЬ І ХАРЧОВУ ЦІННІСТЬ ХЛІБА” досліджено вплив носіїв йоду на фізико-хімічні та органолептичні показники якості хліба, стійкість до черствіння, його харчову цінність і біологічну ефективність.

При дослідженні впливу носіїв йоду на зміну органолептичних і фізико-хімічних показників якості хлібобулочних виробів (табл. 5 і 6), встановлено, що неорганічні носії йоду не сприяють покращанню якості готових виробів з пшеничного борошна. Використання йодату калію у визначених дозуваннях у разі переробки борошна з середньою або сильною клейковиною може призвести до “затягування” тіста, що спричиняє зменшення питомого об'єму, пористості та загальної деформації м'якушки хліба. Це пояснюється сильними окисними властивостями йодату калію.

Порошки із водоростей не погіршують якість готових виробів (табл. 6), але на поверхні скоринки хліба з водоростями *Fucus vesiculosus* і *Ascophyllum nodosum* помітні включення їх частинок, спостерігається незначне затемнення м'якушки.

Таблиця 5

**Показники якості хліба з йодвмісними добавками органічної та неорганічної природи**

Показники якості	Хліб					
	без добавок (контроль)	з додаванням				
		КІ	КІО <sub>3</sub>	Тіреойод	Вітайод	Йодказеїн
<b>Фізико-хімічні показники</b>						
Вологість хліба, %	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Кислотність хліба, град.	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	2,73±0,04	2,72±0,04	2,70±0,03	2,73±0,03	2,72±0,04	2,73±0,03
H/D	0,43±0,01	0,43±0,01	0,44±0,01	0,43±0,01	0,43±0,01	0,43±0,01
Пористість, %	75±0,5	75±0,5	74±0,5	75±0,5	75±0,5	75±0,5
Деформація м'якушки через 3 год після випікання, од. пенетрометра						
загальна	95±2	95±2	93±2	95±2	95±2	98±2
пружна	10±1	10±1	8±1	10±1	10±1	10±1
пластична	85±1	85±1	85±1	84±1	85±1	88±1

Таблиця 6

**Показники якості хліба з продуктами переробки морських водоростей**

Показники якості	Хліб			
	без добавок (контроль)	з додаванням		
		Fucus vesiculosus	Ascophyllum nodosum	сухого концентрату "Еламіну"
<b>Фізико-хімічні показники</b>				
Вологість хліба, %	42,0	42,4	42,2	42,1
Кислотність хліба, град.	2,6	2,6	2,6	2,6
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	2,73±0,04	2,69±0,04	2,70±0,04	2,72±0,04
H/D	0,43±0,01	0,46±0,01	0,45±0,01	0,44±0,01
Пористість, %	75±0,5	73±0,5	74±0,5	75±0,5
Деформація м'якушки через 3 год після випікання, од. пенетрометра				
загальна	95±2	93±2	94±2	95±2
пружна	10±1	8±1	9±1	10±1
пластична	85±1	86±1	86±1	86±1

Успіх розроблення технології таких виробів залежить насамперед від величини дозування носія ( $X_1$ ), розміру його частинок ( $X_2$ ) і температури гідратування ( $X_3$ ). В результаті досліджень отримано математичні моделі (в натуральному вигляді) технологічного процесу виготовлення хліба, збагаченого *Fucus vesiculosus*, які адекватно описують вплив параметрів технологічного процесу на якість хлібобулочних виробів з підвищеним вмістом йоду. Встановлено такі значення керованих параметрів для одержання виробів оптимальної якості: дозування порошку із водорості 3,0 % до маси борошна, середній розмір частинок 0,5 мм, температура гідратування 40°C.

Показник білості м'якушки хліба

$$Y_1 = 104,151 - 29,015 X_1 + 123,988 X_2 - 0,078 X_3 - 26,460 X_1 X_2.$$

Формостійкість хліба

$$Y_2 = 0,606 + 0,065 X_1 - 1,045 X_2 - 0,004 X_3 + 0,003 X_2 X_3 + 0,001 X_1 X_3.$$

При дослідженні впливу носіїв йоду на черствіння хліба встановлено, що показники свіжості хліба з *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* протягом трьох діб зберігання залишаються вищими, порівняно з контролем, за рахунок утримання вологи гідрофільними складовими порошків із водоростей.

Відомо, що йод має бактерицидні властивості. У зв'язку з цим представляло інтерес дослідити вплив носіїв йоду на розвиток збудників пліснявіння (*Penicillium chrisogenum*, *Aspergillus niger*) та картопляної хвороби (*Bacillus mesentericus*) хліба у процесі зберігання за площею враження виробу культурами (табл. 7). Встановлено, що внесення у хліб носіїв йоду незалежно від його форми призводить до пригнічення росту збудників картопляної хвороби та пліснявіння хліба.

Таблиця 7

**Площа враження хліба плісневими грибами та картопляною паличкою, мм<sup>2</sup>**

Назва зразка	Мікроорганізми-збудники			
	<i>Bacillus mesentericus</i>		<i>Penicillium chrisogenum</i>	<i>Aspergillus niger</i>
	нестерильна проба хліба	стерильна проба хліба		
Контроль (без добавок)	383±8	812±16	718±14	460±10
З додаванням:				
Йодиду калію (KI)	220±4	524±11	300±6	436±8
Йодату калію (KIO <sub>3</sub> )	200±5	324±7	426±8	378±8
Йодказеїну	365±7	792±15	356±7	452±9
<i>Fucus vesiculosus</i>	226±5	576±12	440±9	444±9
<i>Ascophyllum nodosum</i>	280±6	781±15	248±15	356±10
Сухого концентрату "Еламіну"	374±8	693±14	444±9	458±9

При остаточному виборі йодвмісних добавок для подальшого розроблення нових видів йодованих хлібобулочних виробів враховували біологічну небезпечність мінеральних носіїв через можливість випадкового передозування

йоду, високу собівартість Тіреойоду та Вітайоду, наявність на ринку хлібобулочної продукції з “Еламіном”.

Таким чином, з метою поширення асортименту йодованих хлібобулочних виробів з традиційними органолептичними, фізико-хімічними показниками якості та гарантованим вмістом йоду у біологічно безпечній формі доцільно використовувати як носії йоду Йодказеїн і порошки з морських водоростей *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*.

На основі проведених досліджень розроблено та затверджено з реєстрацією в УкрЦСМ НД на широку групу хлібобулочних виробів, збагачених Йодказеїном (ТУУ 15.8-32645368.001-2004 “Вироби хлібобулочні з Йодказеїном. Технічні умови”) та порошками з морських водоростей (ТУУ 15.8-02070938.049-2005 “Вироби хлібобулочні підвищеної мінеральної цінності. Технічні умови”).

Технологія виготовлення розроблених хлібобулочних виробів передбачає приготування тіста безопарним, опарним способом, з використанням заквасок і заварок за традиційною схемою, але з введенням додаткової операції з підготовки НЙ та внесенням добавки на стадії замішування тіста для найбільшого ступеня збереження йоду. Виготовлення йодованих виробів може бути здійснено відповідно до апаратурно-технологічної схеми (на рис. 4).

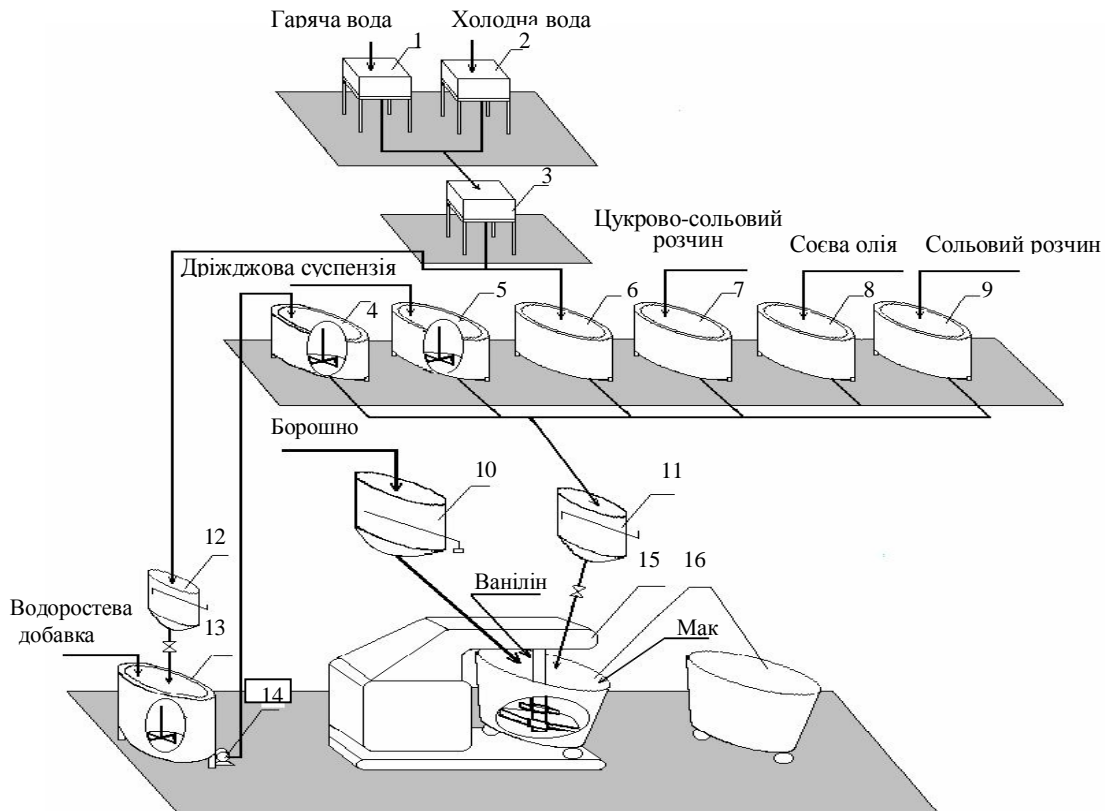


Рис. 4 Апаратурно-технологічна схема ділянки тістоприготування булочки “Маківка чорноморська”: 1, 2, 3 - водомірні бачки, відповідно для гарячої, холодної та теплої води; 4, 5, 6, 7, 8, 9 – напірні ємності для суспензії водоростей, дріжджової суспензії, цукрово-сольового та сольового розчинів, теплої води та соєвої олії; 10 - дозатор сипких компонентів; 11, 12 – дозатор рідких компонентів; 13 – ємність для гідратації порошку з водорості; 14 – насос; 15 – тістомісильна машина; 16 - діжка для бродіння тіста

Аналіз хімічного складу розроблених виробів показав, що за рахунок споживання 277 г такого хліба організм людини отримує гарантовану кількість йоду, що відповідає третині добової потреби у цьому елементі. Вироби з водоростями додатково збагачені такими мінеральними елементами як кальцій, фосфор, залізо, магній та селен.

Дослідження з визначення біологічної ефективності булочних виробів з *Fucus vesiculosus* і *Ascophyllum nodosum*, проведені в умовах клініки НЦРМ АМН України, показали позитивний вплив йодованих хлібобулочних виробів на йодний статус організму дітей віком від 8 до 15 років двох дослідних груп (табл. 8) – підвищувався рівень екскреції йоду з сечею, що свідчить про достатню насиченість організму людини цим мікронутрієнтом, покращились показники крові та імунного статусу, поліпшився загальний стан організму дітей.

Таблиця 8

### Вміст йоду у сечі до та після вживання збагачених булочок

Група дітей	Рівень екскреції йоду з сечею, мкг·л <sup>-1</sup>		
	до	в середині	в кінці дослідю
1 група - вживали булочки з водорістю <i>Fucus vesiculosus</i>	106,22±3,57	208,86±5,21	180,79±7,09
2 група - вживали булочки з водорістю <i>Ascophyllum nodosum</i>	63,85±6,81	156,05±3,09	162,49±4,36

На основі результатів клінічних досліджень з оцінки біологічної ефективності водоростей та Йодказеїну (дослідження Радіаційного Медичного Накового Центру Росії) можна вважати доведеним, що хлібобулочні вироби з Йодказеїном і водоростями *Fucus vesiculosus* та *Ascophyllum nodosum* ефективно використовувати як засоби профілактики та лікування йоддефіцитних станів у населення.

### ВИСНОВКИ

На основі проведеного комплексу досліджень обґрунтовано та розроблено раціональні технології йодованих хлібобулочних виробів з використанням продуктів, що містять йод в органічній формі.

1. Загальні втрати йоду під час технологічного процесу виготовлення хліба становлять: у разі використання йодованих білків – 1...2%, водоростевих порошоків – 7,5...21,5 %, сухого концентрату “Еламіну” - 73...84 %, неорганічних носіїв – 71...88 %.

2. При виготовленні йодованих хлібобулочних виробів двофазним способом носії йоду доцільно вносити у другу фазу (тісто). Це знижує технологічні втрати йоду на 0,5 – 4,0 %.

3. З урахуванням втрат йоду з носіїв при виготовленні хлібобулочних виробів і ступеня його засвоєваності організмом людини визначено дозування збагачувачів, що забезпечать 30 % добової потреби в цьому мікронутрієнті при споживанні 277 г хліба (середньодобова норма): йодиду калію – 0,0002 %, йодату калію – 0,00013 %, Йодказеїну – 0,00032 %, Тіреойоду – 0,00034 %, Віта-



йоду – 0,00036 %, *Fucus vesiculosus* – 3,0 %, *Ascophyllum nodosum* – 1,5 % та сухого концентрату “Еламіну” – 0,03 % до маси борошна.

4. Для одержання хлібобулочних виробів традиційної якості оптимальним середнім розміром частинок подрібнених сухих водоростей *Fucus vesiculosus* і *Ascophyllum nodosum* є 0,5 мм. Перед використанням їх слід гідратувати при температурі  $40 \pm 5^\circ\text{C}$  впродовж  $10 \pm 5$  хв.

5. Збільшення початкового значення титрованої кислотності у зразках тіста з водоростевими порошками на 0,1 – 0,2 град. обумовлюється внесенням з ними додаткової кількості альгінової, сірчаної та ненасичених жирних кислот, проте процес кислотонакопичення в тісті з порошками з водоростей уповільнюється.

6. Органічні носії йоду, особливо Йодказеїн і водоростеві порошки, позитивно впливають на стан дріжджів: збільшується розмір дріжджової клітини, підвищується її ферментативна та бродильна активність і здатність до розмноження. Водночас ці добавки пригнічують активність та здатність до розмноження молочнокислих бактерій.

7. Показники окисно-відновного потенціалу тіста з носіями йоду зсуваються у бік зниження відновних властивостей, що призводить до уповільнення гідролітичних процесів в системі. Це зумовлює уповільнення активності амілаз і протеїназ в тісті та відповідне зниження накопичення редуруючих цукрів на 8,1 – 16,9 % та водорозчинного азоту на 3,8 – 47,2 % відносно контролю. Це призводить до зниження інтенсивності газоутворення в тісті на 0,6 – 4,4 % порівняно з контролем.

8. Внесення порошків із морських бурих водоростей *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* у визначених кількостях підвищує водопоглинальну здатність тіста – на 0,1 – 0,4 % <sup>abc</sup>, збільшує його стабільність, знижує здатність до розрідження на 5 – 38,9 % порівняно з контрольним зразком. Водночас, йодат калію, водорості *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* і сухий концентрат “Еламіну” сприяють підвищенню в’язкості напівфабрикатів хлібопекарського виробництва – на 6 – 74 %, зменшенню розпливання тіста на 2,2 – 6,8 % і укріпленню клейковинного каркасу за рахунок окисного ( $\text{KIO}_3$ ) або дегідратуючого (водорості) впливу.

9. Досліджувані носії йоду не погіршують показників якості хлібобулочних виробів. Але з урахуванням медико-біологічних та економічних аспектів як найраціональніші носії йоду рекомендовано до використання йодований білок Йодказеїн і порошки бурих водоростей *Fucus vesiculosus* та *Ascophyllum nodosum*.

10. Запропоновано технологію функціональних хлібобулочних виробів з йодованим білком Йодказеїном і порошками з водоростей *Fucus vesiculosus* та *Ascophyllum nodosum*, що дає змогу одержати хліб з традиційними органолептичними та фізико-хімічними показниками якості та гарантованим вмістом йоду у його біологічно безпечній формі.

11. Наявність у складі хліба йоду незалежно від форми внесення пригнічує на 2,3...60,0 % розвиток картопляної хвороби та на 0,4...65,5 % пліснявіння хліба.

12. Показано, що водорості *Fucus vesiculosus* і *Ascophyllum nodosum* є збагачувачами хліба не лише йодом, але й іншими мінеральними елементами: кальцієм,

фосфором, залізом, магнієм, селеном тощо. Завдяки гідрофільним складовим порошки з водоростів сприяють уповільненню процесу черствіння хліба.

13. Клінічними дослідженнями підтверджено біологічну ефективність хлібобулочних виробів, збагачених водоростями *Fucus vesiculosus* і *Ascophyllum nodosum* як засобу профілактики та лікування йоддефіцитних станів у населення. Споживання таких виробів у кількості, що відповідає щодобовій нормі (277 г) забезпечує потребу організму в йоді на 30 %.

#### ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. *Арсеньєва Л.Ю., Дробот В.І., Герасименко Л.О.* Хліб збагачений йодом // *Зерно і хліб.* – 2003. - № 1. – С. 26-28.

2. *Арсеньєва Л.Ю., Герасименко Л.О., Антонюк М.М.* Корекція мінерального складу хліба // *Вісник Харківського державного університету сільського господарства.* – Харків, 2003. - № 16. – С. 338-343.

3. *Збагачення пшеничного хліба мікронутрієнтами / Л.Ю. Арсенєва, Л.О. Герасименко, М.М. Антонюк, В.Ф. Доценко // Наукові праці НУХТ.* – К., 2003. - № 14. – С. 51-53.

4. *Арсеньєва Л.Ю., Герасименко Л.О., Антонюк М.М.* Досвід і перспективи збагачення хліба йодом // *Проблеми харчування.* – К., 2004. - № 1. – С. 35-43.

5. *Пат. 59312 А України, МПК<sup>7</sup> А21D8/02.* Композиція для збагачення мінерального складу хліба / *Л.Ю. Арсенєва, Л.О. Герасименко* - № 20021210621; - Заявл. 26.12.02; Опубл. 15.08.2003, Бюл. № 8. – 6 с.

6. *Пат. 62459 А України, МПК<sup>7</sup> А21D8/02.* Композиція для збагачення мікронутрієнтного складу хліба / *Л.Ю. Арсенєва, Л.О. Герасименко, М.М. Антонюк* - № 2003032649; - Заявл. 27.03.03; Опубл. 15.12.2003, Бюл. № 12. – 6 с.

7. *Пат. 4512 А України, МПК А 21D8/02.* Пшеничний хліб функціонального призначення / *Л.Ю. Арсенєва, Л.О. Герасименко, Л.П. Дерев'янка, М.М. Антонюк, Б.І. Хіврич* - № 20040503811; - Заявл. 20.05.04; Опубл. 17.01.2005, Бюл. № 1. – 8 с.

8. *Герасименко Л.О., Арсенєва Л.Ю.* Збагачення хліба йодом // *Матер. Міжнар. наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів.* – К.: НУХТ, 2002. – Ч. 2. – С. 59.

9. *Герасименко Л.О., Арсенєва Л.Ю.* Вплив добавок мінеральних елементів на технологічний процес приготування хліба і його споживчі властивості // *Матер. 69-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів.* – К.: НУХТ, 2003. – Ч. 2. – С. 59.

10. *Герасименко Л.О., Антонюк М.М., Арсенєва Л.Ю.* Технологічні аспекти одночасного збагачення хліба йодом та селеном // *Матер. 70-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів.* – К.: НУХТ, 2004. – Ч. 2. – С. 55.

11. *Арсеньєва Л.Ю., Герасименко Л.О., Дробот В.І.* Збагачення йодом хлібобулочних виробів // *Матер. наук.-техн. конф. “Безпечність продуктів харчування вітчизняного виробництва”.* – К., 2003. – С. 51.

12. *Арсеньєва Л.Ю., Герасименко Л.О., Дробот В.І.* Збагачення йодом хлібобулочних виробів // *Матер. Міжнар. наук.-техн. конф. “Управління і первинна медико-санітарна допомога”.* – Ужгород, 2003. – С. 7.

13. *Арсеньєва Л.Ю., Герасименко Л.О., Антонюк М.М.* Вплив мікронутрієнтів на мікробіологічні показники напівфабрикатів хліба // Матер. Всеукраїнської наук.-практ. конф. “Проблеми харчування населення України” 27 – 28 лютого. – Полтава, 2003. – С. 167-169.

14. *Йодування хліба – один зі способів вирішення проблеми йоддефіциту / Л.Ю. Арсенєва, В.І. Дробот, Л.О. Герасименко, В.Ф. Доценко // Матер. XIV з'їзду гігієністів України “Гігієнічна наука та практика на рубежі століть”. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 350 - 353.*

15. *Арсеньєва Л.Ю., Герасименко Л.О., Антонюк М.М.* Збагачення мікронутрієнтного складу хліба композиційною сумішшю // Матер. наук.-техн. конф. “Харчові добавки, інгредієнти, БАДи: їх властивості та використання у виробництві продуктів і напоїв”. – Феодосія, 2003. – С. 36-37.

16. *Арсеньєва Л.Ю., Герасименко Л.А., Антонюк М.Н.* Йодирование хлеба – один из путей решения проблемы йоддефицита // Матер. I Межд. конф. стран СНГ “Медицина и фармацевция”. – Одесса, 2003. – С. 16-20.

17. *Шаран Л.О., Арсенєва Л.Ю.* Удосконалення технології йодування хліба // Матер. 71-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів. – К.: НУХТ, 2005. – Ч. 2. – С. 52.

18. *Разработка и медико-биологическая оценка хлебобулочных изделий с фукусами / Л.Ю. Арсенєва, В.Н. Корзун, Л.А. Герасименко и др. // Матер. Второй Междунар. науч.-практ. конф. “Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки”. – Архангельск, 2005. – С. 247-252.*

19. *Дослідження впливу йодвмісних добавок на шкідливу мікрофлору хліба / Л.О. Шаран, М.М. Антонюк, Л.Ю. Арсенєва, В.Ф. Доценко // Матер. 72-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів. – К.: НУХТ, 2006. – Ч. II. – С. 55 - 56.*

*Особистий внесок:*

1) аналіз літературних джерел, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації [1, 2];

2) проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів [3, 4, 11, 12, 14, 15, 16, 18];

3) аналіз нормативної документації та літературних джерел, узагальнення результатів, підготовка матеріалів заявки [5, 6, 7];

4) аналіз літературних джерел, проведення експериментальних досліджень, прийняття участі у підготовці тез доповіді [8, 9, 10, 13, 17, 19].

## АНОТАЦІЯ

**Шаран Л.О. Обґрунтування та розробка раціональної технології йодування хлібобулочних виробів. - Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2006.

Дисертацію присвячено обґрунтуванню та розробці раціональної технології йодування хлібобулочних виробів. Проведено порівняльну оцінку неорганічних (йодид і йодат калію) та органічних (йодовані білки, продукти переробки морсь-

ких водоростей) носіїв йоду як сировини хлібопекарського виробництва з урахуванням не лише технологічних, але й медико-біологічних та економічних аспектів. Для визначення масової частки йоду в носіях і готових виробів застосовано інверсійно-вольтамперометричний метод (прилад АВА-2). Досліджено ступінь втрат йоду на окремих стадіях технологічного процесу приготування хлібобулочних виробів; на основі чого уточнено дозування йодвмісних добавок. Досліджено вплив носіїв йоду на якість хліба, на перебіг мікробіологічних, біохімічних процесів у напівфабрикатах, їх структурно-механічні властивості. Розроблено та затверджено з реєстрацією в УкрЦСМ НД на йодовані хлібобулочні вироби, розраховано соціально-економічну ефективність впровадження нових видів продукції та доведено в клінічних умовах їх біологічну ефективність.

*Ключові слова:* носії йоду, хлібобулочні вироби, неорганічні солі йоду, йодовані білки, продукти переробки морських водоростей, ступінь втрат, біологічна ефективність.

### АННОТАЦИЯ

**Шаран Л.О. Обоснование и разработка рациональной технологии йодирования хлебобулочных изделийю. - Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Технология хлебопекарных продуктов и пищевых концентратов – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2006.

Диссертация посвящена обоснованию и разработке рациональной технологии йодирования хлебобулочных изделий. В работе систематизированы медико-биологические, технологические и экономические аспекты выбора носителей йода, с учетом которых проанализированы следующие носители микронутриента: минеральные соли (йодид и йодат калия), йодированные белки (Йодказеин, Тиреойод, Витайод) и продукты переработки морских водорослей (порошки из водорослей *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*, сухой концентрат гидролизата ламинарии “Еламин”). Установлено, что общие потери йода во время технологического процесса изготовления хлеба составляют: при использовании йодированных белков – 1...2 %, водорослевых порошков – 7,5...21,5 %, сухого концентрата “Еламина” – 73...84 %, неорганических носителей – 71...88 %. При изготовлении йодированных хлебобулочных изделий двофазным способом носители йода лучше вносить во вторую фазу (тесто).

Изучены физико-химические характеристики продуктов переработки морских водорослей. Установлено, что наибольшая степень набухания достигается при гидратировании порошков из водорослей при температуре воды 40 °С (*Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*) и 100 °С (сухой концентрат “Еламин”) в течение 10±5 мин. Оптимальный средний размер частиц продуктов из водорослей для достижения максимального сохранения йода без снижения качества готовой продукции составляет 0,5 мм. С учетом потерь йода и степени его биологической усвояемости определены дозировки носителей, внесение которых обеспечит покрытие 30 % суточной потребности в йоде при потреблении 277 г (среднесуточная норма) готовых изделий: йодида калия – 0,0002 %, йодата калия – 0,00013 %, Йод-

казеина – 0,00032 %, Тиреойода – 0,00034 %, Витайода – 0,00036 %, *Fucus vesiculosus* – 3,0 %, *Ascophyllum nodosum* – 1,5 % и сухого концентрата “Еламина” – 0,03 % к массе муки.

Исследовано влияние носителей йода на ход микробиологических и биохимических процессов в полуфабрикатах. Установлено позитивное влияние на дрожжевую клетку за счет дополнительного питания (гексоз, минеральных элементов). В тесте с носителями йода окислительно-восстановительный потенциал сдвигается в сторону окислительных условий, что приводит к замедлению гидролитических процессов. При этом уменьшается накопление водорастворимого азота, редуцирующих сахаров, что обуславливает некоторое снижение интенсивности газообразования.

При исследовании структурно-механических свойств теста установлено, что продукты переработки морских водорослей повышают его водопоглотительную способность, увеличивают стойкость, уменьшают разжижение относительно контрольного образца. Йодат калия и порошки из водорослей повышают вязкость полуфабрикатов, упругость клейковинного каркаса за счет соответственно окислительного и дегитратирующего влияния этих носителей йода.

Исследованные носители йода не ухудшают качества хлеба, за исключением йодата калия, использование которого в установленном количестве может привести к “затягиванию” теста из пшеничной муки из сильной клейковиной. Кроме того, потребление более 300 г в сутки хлеба, йодированного неорганическими солями йода, может вызвать эффект передозировки элемента. В связи с этим, с учетом экономических аспектов и наличия на рынке Украины, для использования в хлебопечении рекомендованы лишь органические формы йода, а именно йодированный белок Йодказеин и продукты переработки морских водорослей.

С использованием экспериментально-статистического метода оптимизации разработана математическая модель, адекватно описывающая процесс приготовления йодированного хлеба с продуктами переработки морских водорослей. Установлены оптимальные значения технологических параметров для получения хлеба с гарантированным содержанием йода в его биологически доступной форме, с традиционными показателями качества.

Установлено, что показатели свежести хлеба с продуктами переработки морских водорослей в течение 3 суток хранения остаются более высокими, по сравнению с контролем, за счет удерживания влаги гидрофильными компонентами водорослевых порошков.

Показано, что носители йода независимо от формы связи и происхождения угнетают развитие культур *Penicillium chrisogenum*, *Aspergillus niger* (возбудители плесневения хлеба) *Vacillus mesentericus* ( возбудитель картофельной болезни).

При определении химического состава такого хлеба, установлено, что водорослевые порошки обогащают готовые изделия не только йодом, но и другими минеральными элементами: кальцием, фосфором, железом, магнием и селеном.

Исследование биологической эффективности булочных изделий с порошками из водорослей проведено в условиях клиники Центра радиационной ме-

дицины АМН Украины. Установлено позитивное влияние йодированных изделий на йодный и иммунный статус организма.

На основании проведенных исследований разработана нормативная документация на хлебобулочные изделия с йодированным белком Йодказеином и порошками из водорослей *Fucus vesiculosus* и *Ascophyllum nodosum*.

Таким образом, результатом работы являются новые виды йодированных хлебобулочных изделий с гарантированным содержанием йода (10...25 мкг/100 г хлеба) в биологически эффективной и безопасной форме, с традиционными органолептическими характеристиками.

*Ключевые слова:* носители йода, хлебобулочные изделия, неорганические соли йода, йодированные белки, продукты переработки морских водорослей, степень потерь, биологическая эффективность.

#### ANNOTATION

**Sharan L.O. The rational technology substantiation and development of iodination of bakery products. - The manuscript.**

Thesis work for obtaining of degree of Candidate of engineering sciences in specialty 05.18.01 - Technology of bread-making products and food concentrates. - National University of Food Technology of Ministry of education and science of Ukraine, Kyiv, 2006.

The thesis work is dedicated to the substantiation and development of rational technology of iodination of bakery products. The inorganic salts has been compared with organic transmitters of iodine as raw materials of bakery. The technologic, medical-biological and economic aspect has been taken into account in this case. The inversion-voltsamperemetric method used for iodine content determination. The level of iodine losses has been researched by the steps of bread making; the dosage of inorganic and organic additions have been estimated on this base. The influence of the iodine transmitters to quality properties of bread and currents of microbiological, biochemical processes in semi-products and also on their structurally-mechanical properties has been researched. The technical papers for wide group of bakery products of iodine enriched are developed and signed by UkrCSM. The socio-economic efficiency of introduction of this type of products is calculated. The biological efficiency of developed of bakery products enriched of iodine has been researched in clinical terms.

*Keywords:* transmitters of iodine, bakery products, inorganic salts of iodine, iodine-treated protein, products of seaweed processing, degree of loses, biological efficiency.