

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**Овсяннікова Тетяна Олександрівна**

УДК 576.8:663.12

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПРЕСОВАНИХ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ  
ДРІЖДЖІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ І СЕЛЕНОМ**

Спеціальність

03.00.20 – біотехнологія

**АВТОРЕФЕРАТ**

**дисертації на здобуття наукового ступеня**

**кандидата технічних наук**

Одеса – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Національному Технічному Університеті «Харківський політехнічний інститут», Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: – доктор біологічних наук, професор  
**Кричковська Лідія Василівна**,  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»,  
кафедра органічного синтезу і нанотехнологій,  
завідувач кафедри

Офіційні опоненти: – доктор біологічних наук, професор  
**Юкало Володимир Глібович**,  
Тернопільський національний технічний університет  
ім. І. Пулюя, кафедра харчової біотехнології і хімії

– кандидат технічних наук, доцент  
**Килименчук Олена Олександрівна**,  
Одеська національна академія харчових технологій,  
кафедра біохімії, мікробіології та фізіології харчування

Захист відбудеться *18 грудня 2019 року о 14 годині* на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 в Одеській національній академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112 в ауд. А-234.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112

Автореферат розіслано *8 листопада 2019 року*

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради Д 41.088.02  
д.т.н., професор



Г.В. Крусір

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Роль харчування є визначною в забезпеченні нормальної життєдіяльності організму людини при будь-якому рівні розвитку суспільства. Одним з основних факторів, що визивають погіршення здоров'я є порушення принципів раціонального та збалансованого харчування. Асортимент харчових продуктів на українському ринку достатньо великий, але самий найкращий набір продуктів не може забезпечити вимоги організму сучасної людини у вітамінах і мікроелементах.

Збагачення харчових продуктів – один з найбільш ефективних механізмів корекції харчування населення, який широко використовується в багатьох економічно розвинених країнах. У зв'язку з цим виникає необхідність створення продуктів, які дозволяють здійснити профілактику і корекцію аліментарних захворювань і патологічних станів. Цю проблему можуть вирішувати продукти оздоровчої дії, тобто продукти, при систематичному споживанні яких знижується ризик розвитку захворювань, які пов'язані з харчуванням, і які поліпшують здоров'я за рахунок наявності в складі фізіологічно функціональних інгредієнтів, до яких відносять: харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини й ін.

Як показує світовий і вітчизняний досвід, найбільш ефективним і економічно доступним методом покращення забезпеченості населення мікронутрієнтами є збагачення продуктів харчування масового споживання, які є найбільш розповсюдженими і вживаються всіма групами дорослого і дитячого населення. До таких продуктів, перш за все, відносять хлібобулочні вироби.

Наукові основи виробництва хлібопекарської продукції, збагаченої мікронутрієнтами, розглянуті в працях учених: Р.Д. Поландової, Т.Б. Циганової, Л.М. Шатнюк, Г.Г. Дубцова, Р.І. Лігновського, Б.Д. Гарбузової, Н.Л. Наумової та ін.

Разом із цим розвиток науки сприяє появі нових даних про механізм впливу окремих мінеральних речовин на стан організму людини й, зокрема, встановлена важлива роль йоду і селену.

Ці мікроелементи привертають особливу увагу, тому що у теперішній час вони признані край необхідними для нормального функціонування організму людини, враховуючи їх захисну та адаптаційну функцію.

Йод і селен тісно пов'язані між собою в метаболічних процесах організму. Дія йоду пов'язана з біосинтезом гормонів щитовидної залози трийодтиронину й тироксину. Селен також бере участь у метаболізмі тиреоїдних гормонів, оскільки є компонентом дейодиназ – сімейства селеноензимів. Тому для профілактики захворювань, пов'язаних з порушенням мікроелементного гомеостазу, перспективним є одночасне використання цих мікроелементів.

В останні роки на вітчизняному ринку з'явилася велика кількість харчових добавок, що містять різні сполуки йоду, які використовуються окремо чи при виробництві харчових продуктів. Такий же напрямок профілактики існує й для захворювань, пов'язаних з недостатністю селену.

Незважаючи на те, що існує багато досліджень окремого впливу йоду і селену на клітини хлібопекарських дріжджів, дотепер теоретичні й практичні аспекти збагачення дріжджів цими мікроелементами при одночасному використанні залишаються до кінця недослідженими.

У теперішній час також перспективним є використання речовин, які здатні підсилювати накопичення мікроелементів дріжджовими клітинами.

З обліком викладеного актуальним є дослідження шляхів і методів збагачення пресованих хлібопекарських дріжджів (ХПД) йодом і селеном з підвищеним вмістом мікроелементів з метою створення групи хлібобулочних виробів для оздоровчого харчування.

Вищезазначене визначає актуальність досліджень, присвячених розробці технології виробництва хлібопекарських пресованих дріжджів, збагачених йодом і селеном.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження проводились згідно з держбюджетною темою М4821 «Новітні біотехнології солоду і пива» кафедри технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (0110U001243). Тема дисертаційної роботи входить також до науково-дослідної тематики кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства Національного університету харчових технологій м. Харкова «Розроблення теоретичних основ ресурсо-енергозберігаючих та безвідходних технологій харчового та технічного спирту, солоду, пива, вина, безалкогольних напоїв, концентратів та екстрактів оздоровчої дії» (№ 0113U007689).

**Мета і завдання досліджень.** Метою дисертаційної роботи є обґрунтування і розробка технології виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.

Для досягнення поставленої мети було визначено основні завдання дослідження:

– на основі аналізу літературних, патентних джерел та інтернет-огляду теоретично обґрунтувати доцільність використання сполук йоду та селену, а також органічних кислот у технології пресованих хлібопекарських дріжджів.

– провести порівняння фізико-хімічних показників сполук йоду та селену й здійснити їх вибір для складання комплексної збагачуючої добавки (КЗД).

– провести порівняння органолептичних та фізико-хімічних показників органічних кислот і здійснити їх вибір для використання в якості речовини, здатної підвищити накопичення мікроелементів хлібопекарськими дріжджами.

– встановити оптимальні концентрації органічної кислоти для підвищення вмісту йоду та селену в дріжджах, що дозволить частково забезпечити добову потребу організму в цих мікроелементах, а також збільшити термін зберігання ХПД.

– дослідити показники якості збагачених ХПД, зміни концентрації мікроелементів при зберіганні, визначити вплив на сторонні мікроорганізми.

– розробити технологічну схему виробництва хлібопекарських пресованих дріжджів, збагачених йодом і селеном.

– вивчити показники якості хлібобулочних виробів, виготовлених з використання збагачених пресованих хлібопекарських дріжджів у якості рецептурного компонента, дослідити зміни вмісту мікроелементів при випіканні та зберіганні готового продукту, провести медико-біологічну оцінку збагачених хлібобулочних виробів.

– провести промислову апробацію виробництва збагачених ХПД, розробити нормативну документацію та розрахувати ціну 1 т пресованих хлібопекарських дріжджів.

**Об'єкт дослідження:** технологія пресованих хлібопекарських дріжджів.

**Предмет дослідження:** пресовані хлібопекарські дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, дріжджове молоко, кінетичні закономірності процесу накопичення йоду і селену дріжджовими клітинами, хлібобулочні вироби.

**Методи дослідження:** загальноприйняті і спеціальні хімічні, біохімічні, мікробіологічні, аналітичні, математичні з використанням сучасних пристроїв і комп'ютерних технологій.

**Наукова новизна одержаних результатів** визначається тим, що в дисертаційній роботі:

- на основі теоретичних і експериментальних досліджень встановлена доцільність і показана можливість отримання пресованих хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, збагачених йодом і селеном;

- вперше науково обґрунтована і експериментально підтверджена можливість використання органічних кислот для підвищення вмісту мікроелементів в технології виробництва пресованих ХПД, збагачених йодом і селеном для підвищення вмісту мікроелементів;

- обґрунтовано спільне використання препаратів мікроелементів із оптимальним співвідношенням йоду і селену, які відносяться до незамінних речовин, і органічної кислоти, яка підсилює накопичення мікроелементів дріжджами та завдяки консервуючим властивостям подовжує термін зберігання та забезпечує мікробіологічну безпеку готового продукту;

- визначено вплив концентраційних співвідношень компонентів КЗД на органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники дріжджів;

- отримані дані про вплив збагачених ХПД на показники якості хлібобулочних виробів;

- встановлено позитивний вплив розроблених збагачених пресованих хлібопекарських дріжджів у складі хлібобулочних виробів на обмінні процеси за показниками медико-біологічних досліджень.

Новизну технічних рішень підтверджено патентом України на винахід (Пат. UA 75386C2 МПК C12N 1/18, C12N 1/16 «Спосіб виробництва дріжджів», заявл. 26.08.2003, опубл. 17.04.2006. Бюл. №4).

**Практичне значення одержаних результатів.** На підставі отриманих результатів досліджень, розроблено технологію одержання пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном для харчової промисловості. Отриманий продукт рекомендовано використовувати в хлібобулочних виробках для корекції порушень метаболічних процесів, пов'язаних з дефіцитом йоду та селену. Розроблено нормативну документацію на дріжджі пресовані хлібопекарські, збагачені йодом і селеном; технологія апробована на ТОВ «Хлібозавод «Салтівський»», проведено медико-біологічну оцінку збагачених хлібобулочних виробів на лабораторних щурах в лабораторії відділу лабораторної діагностики та імунології з клініко-діагностичною лабораторією ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» (м. Харків). Додаються акти.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є самостійною роботою автора. Експериментальна робота виконана особисто здобувачем, забезпечено методичне оформлення роботи, виконано аналітичну та експериментальну роботу, проведено аналіз і узагальнення отриманих результатів, сформульовано висновки і рекомендації, підготовлено матеріали досліджень до публікацій у вигляді статей і тез, розроблено нормативну документацію, проведено промислову апробацію розробленої технології. Особистий внесок здобувача підтверджується наданими документами і науковими публікаціями.

Обговорення та аналіз одержаних результатів виконано разом з науковим керівником.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати роботи доповідалися на таких наукових конференціях, зокрема: 1-й Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих учених, (Київ, 2003 р.), 2-му Міжнародному Конгресі «Біотехнологія: стан і перспективи розвитку» (Москва, 2003 р.), 2-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Біотехнологія. Освіта. Наука» (Львів, 2004 р.), 1-й Міжнародній науково-практичній конференції «Химия, био- и нанотехнология, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности» (Щьолкіно, 2013 р.), VIII-й Міжнародній Біогеохімічній Школі, присвяченій 150-річчю з дня народження академіка В.І. Вернадського (Гродно, 2013 р.), 2-й Міжнародній науково-практичній конференції «Химия, био- и нанотехнология, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности», (Харків, 2014 р.), XXII Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (Харків, 2014 р.), XXIII Міжнародній науково-практичній конференції (Харків, 2015 р.), 3-й Міжнародній науково-практичній конференції «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности», (Харків, 2015 р.), XXIV Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (Харків, 2016 р.), 4-й Міжнародній науково-практичній конференції «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности», (Харків, 2016 р.).

**Публікації.** Результати дисертації опубліковано в 18 друкованих роботах, з них 5 статей в фахових виданнях, у тому числі: 1 з яких – у виданні України, що включене до міжнародних наукометричних баз, 1 стаття у зарубіжному періодичному науковому фаховому виданні, тези 12 доповідей в матеріалах наукових та науково-практичних конференцій, 1 патент України на винахід.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається з анотації та списку публікацій здобувача на двох мовах, вступу, п'яти основних розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації складає 191 сторінку, включаючи 15 рисунків (на 8 стор.); 22 таблиці (на 10 стор.), 6 додатків (на 29 стор.). Список використаних джерел інформації містить 233 найменувань (на 23 стор.).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі викладено актуальність теми дисертаційної роботи, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету і завдання досліджень, висвітлено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, надано відомості щодо апробації результатів роботи. Зазначено особистий внесок здобувача в проведених дослідженнях і публікаціях з теми дисертаційної роботи.

У першому розділі на базі аналізу літературних і патентних джерел, а також інтернет-огляду надано характеристику продуктів оздоровчої дії України. Наведена класифікація хлібопекарських дріжджів. На основі огляду дріжджового ринку України визначено, що виробництво хлібопекарських дріжджів займає близько 95 % об'єму ринку. Охарактеризовано вплив йоду та селену на організм людини. Наведені сучасні методи корекції йодо- та селенодефіцитних станів.

У другому розділі «Матеріали і методи досліджень» викладено інформацію про матеріали і методи досліджень та наведено схему програми дисертаційного дослідження (рис 1).

Основні етапи роботи виконані на АТЗТ «Харківський дріжджовий завод», кафедрі органічного синтезу та нанотехнологій та на кафедрі біотехнології та аналітичної хімії НТУ «ХП», м. Харків. Деякі дослідження виконані у дослідницької лабораторії НТІ ТТР м. Харкова, акредитованої в системах Держстандарту та Держсанепідслужби України, у виробничих лабораторіях АТЗТ «Харківський дріжджовий завод», м. Харків, у лабораторії з контролю виробництва ТОВ «Хлібозавод «Салтівський»», м. Харків, у лабораторії відділу лабораторної діагностики та імунології з клініко-діагностичною лабораторією ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків.

Об'єктами досліджень у даній дисертаційній роботі на різних етапах було дріжджове молоко, отримане при бродінні різних рас хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси *Одеська 14, 722, LK 14, 739* із музею АТЗТ «Харківський дріжджовий завод», збагачені пресовані дріжджі, хлібобулочні вироби, які були виготовлені з використанням збагачених дріжджів.

В якості джерела йоду використовували йодид калію KI (ТОВ Кодак-Реактив, чда), джерела селену – селеніт натрію  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  (ТОВ НВП Хемел, хч), для підвищення вмісту мікроелементів в дріжджах – 40 % молочна кислота (ТОВ Укрторгсировина, чда)

Наведено стандартні, загальноприйняті та модифіковані органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні методи досліджень. Описано методи визначення ферментативної активності дріжджів за допомогою мікрогазометру системи І.К. Єлецького, метод визначення піднімальної сили дріжджів. Підрахунок дріжджових клітин здійснювали за допомогою камери Горяєва. Вміст йоду та селену в збагачених пресованих хлібопекарських дріжджах і хлібобулочних виробах визначено методом рентгенофлуориметричного аналізу.



Рис. 1. Програма проведення досліджень

У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень, пов'язаних з одержанням пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.

Об'єктами досліджень стали наступні раси хлібопекарських дріжджів: *Одеська 14*, *722*, *LK 14* і *739*. Після отримання пресованих дріжджів досліджуваних рас було визначено зимазну і мальтазну активність, а також піднімальну силу (табл.1).

Таблиця 1  
Ферментативна активність хлібопекарських дріжджів рас *Одеська 14*, *722*, *LK 14*, *739*  
(n=5, p≤0,05)

Раси дріжджів	Зимазна активність, хв	Мальтазна активність, хв	Піднімальна сила, хв
<i>Одеська 14</i>	45±2	95±1	46±1
<i>722</i>	43±1	54±2	46±1
<i>LK 14</i>	40±1	89±1	37±1
<i>739</i>	54±3	61±2	56±2

Найкращі результати зимазної активності показали раси *722*, *Одеська 14* та *LK 14*; мальтазної активності – *722*, *739*; піднімальної сили – *LK 14*. Найважливішим з тих показників є показник піднімальної сили, тому що він характеризує здатність до зброджування цукрів (глюкози, сахарози, мальтози) і є результатом взаємодії ферментів дріжджів і ферментів борошна.

Таким чином, для подальших досліджень була обрана раса *LK 14*, яка має найкращі характеристики.

Проведено підбір оптимального джерела йоду та селену для збагачення хлібопекарських дріжджів. В якості обраного джерела йоду використовували йодид калію – KI, джерела селену – селеніт натрію Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>.

Проведено підбір оптимальної органічної кислоти для підвищення здатності дріжджів накопичувати мікроелементи. Нами було обрано молочну кислоту, тому що вона безпечна, є природним консервантом, поліпшує смак продуктів, діє профілактично, позитивно впливає на діяльність шлунково-кишкового тракту (табл. 2).

Таблиця 2  
Вплив органічних кислот на діяльність шлунково-кишкового тракту

Назва кислоти	Антибактеріальні властивості, %	Затримка росту плісняви, %	Ріст кишкових ворсинок, %
Оцтова	40	25	50
Пропіонова	35	100	75
Молочна	56	35	10
Лимонна	50	25	10

Обґрунтовано відсутність взаємодії між собою йодиду калію та селеніту натрію для попередження можливості утворення комплексів, які можуть негативно впливати на показники якості хлібопекарських дріжджів.

Для цього були розглянуті діаграми Пурбе, з яких видно, що електричний потенціал йодиду калію (0,9) і селеніту натрію (1,2) в присутності молочної кислоти (рН 5...5,5) практично однаковий. Це свідчить про те, що KI і Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> не є окиснювачами і відновлювачами по відношенню один до одного. Таким чином,

вивчення взаємного впливу йодиду калію та селеніту натрію один на одного при рН 5,0...5,5 показало, що компоненти збагачуючої добавки між собою в реакцію не вступають.

Рівень збагачення дріжджів визначався нами з обліком декількох факторів (табл. 3), у першу чергу, виходячи із вмісту йоду та селену у хлібобулочних виробках та періодичності їх вживання в раціоні.

Таблиця 3

**Визначальні фактори при розрахунках рівня збагачення ХПД**

Показник	Значення		Одиниці вимірювання
	I	Se	
Середній рівень вживання хліба	300-350		г/доба
Рекомендована норма вживання мікроелементу	150	55-75	мкг/доба
Закладка дріжджів при випічці хлібобулочних виробів:			
- хліб пшеничний		1	%
- батон пшеничний		2	%

Сполуки йоду та селену, які обрані для збагачення дріжджів, є досить токсичними, тому необхідно було визначити рівень біобезпеки компонентів збагачуючої добавки.

Для визначення гострої токсичної дії розчину хімічних сполук було проведено короткочасне біотестування (до 96 год), яке проводилося на тест-організмах *Daphnia magna Straus* віком до 24 год. У кожен дослідний розчин йодиду калію (концентрації 100,0...500,0 мг/дм<sup>3</sup>) і селеніту натрію (концентрації 1,0...6,0 мг/дм<sup>3</sup>) поміщали по 10 дафній. Кількість повторів у досліді і контролі для дафній не менше 2. Наприкінці випробувань (через 24, 48, 96 год) підраховували кількість живих ракоподібних у кожній посудині, яку порівняли з контролем. Для кожної дослідної концентрації (йодид калію – 100,0...500,0 мг/дм<sup>3</sup>, селеніт натрію – 1,0...6,0 мг/дм<sup>3</sup>) і кожного контролю використовували не менше ніж 20 дафній. Аналіз результатів експерименту показав, що ЛК<sub>50-96</sub> йодиду калію дорівнює 400,0 мг/дм<sup>3</sup>, ЛК<sub>50-96</sub> селеніту натрію – 5,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Відомо, що дріжджові клітини можуть накопичувати мікроелементи, зокрема йод, з живильного середовища, але у зв'язку з тим, що деяка кількість йоду залишається у рідині після фільтрації, то виникає питання про підвищення здатності дріжджів накопичувати мікроелементи.

У роботі Тулякової Т.В. зі співавторами показано, що при впливі на сформовану дріжджову клітину сильним окиснювачем у присутності йоду і джерела вуглеводів йод вбудовується в клітинну оболонку. Тому використання пероксиду водню, в якості окиснювача, на стадії товарних дріжджів призводило до підвищення поглинання йоду дріжджами від 50 до 75 %.

Для підтвердження чи заперечення цього висновку були виготовлені модельні зразки дріжджового молока (вміст дріжджів у дріжджовому молоці 500,0 г/дм<sup>3</sup>) з концентраціями йоду (7,0 мкг/дм<sup>3</sup>) та пероксиду водню – від 0,1 % до 1,7 %. Для активації дріжджів в кожен зразок додавали 2,5 % глюкози. Після ретельного перемішування дріжджове молоко відфільтровували на воронці Бюхнера, в

отриманих пресованих хлібопекарських дріжджах визначали вміст йоду методом рентгенофлуоресцентного аналізу на приладі фірми ELVAX (рис. 2).

Встановлено, що, при додаванні 0,1...1,7 % пероксиду водню в дріжджове молоко накопичення йоду клітинами збільшується на 50...51 % у порівнянні з контролем, де накопичують близько 24...25 % введеного мікроелементу ( $3,5 \pm 0,01$  мкг/1 г).

Найкращий результат показав зразок №5 (0,9 % пероксиду водню) – вміст йоду склав 75 % ( $10,0 \pm 0,01$  мкг/1 г). При подальшому підвищенні концентрації пероксиду водню до 1,7 % з'явилася стійка тенденція до зменшення вмісту йоду в дріжджах.

Для перевірки ефективності застосування молочної кислоти в якості речовини, яка здатна підвищити накопичення мікроелементу дріжджами, досліджували зразки дріжджового молока №1 – контроль (йодид калію  $7,0$  мг/дм<sup>3</sup>); №2 – йодид калію ( $7,0$  мг/дм<sup>3</sup>) + пероксид водню (0,9 %); №3 – йодид калію ( $7,0$  мг/дм<sup>3</sup>) + молочна кислота (0,9 %). До кожного зразку додавали 2,5 % глюкози. Після ретельного перемішування дріжджове молоко відфільтровували на воронці Бюхнера. Вміст йоду в отриманих пресованих хлібопекарських дріжджах визначали методом рентгенофлуоресцентного аналізу.

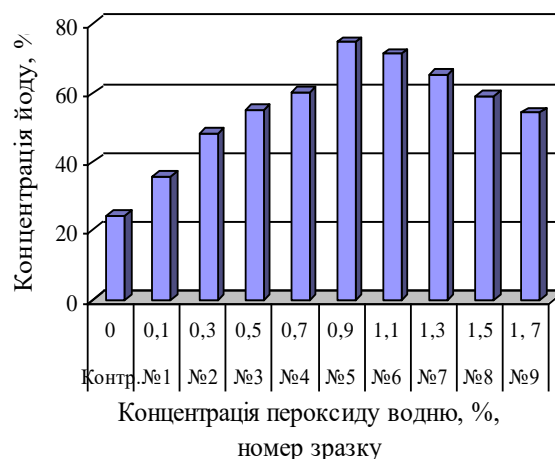


Рис. 2. Динаміка змін концентрації йоду в дріжджах від концентрації введеного пероксиду водню

Таблиця 3

**Ефективність застосування пероксиду водню та молочної кислоти для підвищення концентрації йоду в дріжджах**

(n=5, p≤0,05)

Зразок	Концентрація йоду, мг/0,5 кг	Концентрація йоду, мг/1 г	Концентрація йоду, мкг/1 г	Концентрація йоду, %
Контроль	$1,74 \pm 0,01$	$0,0035 \pm 0,0001$	$3,5 \pm 0,01$	24,9
№1 (йодид калію $7$ мг/дм <sup>3</sup> + пероксид водню 0,9 %)	$5,24 \pm 0,01$	$0,0100 \pm 0,0001$	$10,0 \pm 0,01$	74,8
№2 (йодид калію $7$ мг/дм <sup>3</sup> + молочна кислота 0,9 %)	$6,22 \pm 0,02$	$0,0124 \pm 0,0001$	$12,4 \pm 0,01$	88,9

Визначено, що при використанні молочної кислоти в тих же умовах, дріжджові клітини накопичували близько 89 % від кількості йоду, що вводився, а це на 14 % більше, чим з використанням пероксиду водню.

Отримані результати засвідчують переваги використання молочної кислоти в якості речовини, яка підвищує вміст йоду в хлібопекарських дріжджах та підтверджує перспективність продовження досліджень.

У зв'язку з тим, що високі концентрації хімічних речовин здатні погіршувати або припиняти фізіологічні процеси в клітинах, виникає необхідність визначення оптимальних концентрацій молочної кислоти, при яких накопичення мікроелементу буде максимальним.

Для цього були виготовлені модельні зразки дріжджового молока з концентрацією йодиду калію  $7,0 \text{ мг/дм}^3$ , молочної кислоти – від 0,1 до 1,7 %, 2,5 % глюкози, після фільтрації в пресованих ХПД рентгенофлуоресцентним методом було визначено вміст йоду (рис. 3).

Результати експерименту свідчать про те, що дріжджі накопичують максимальну концентрацію йоду, яка складає 87...89 % (12,4...12,2 мкг/1 г) дріжджів, при внесенні до дріжджового молока молочної кислоти в концентрації 0,9...1,1 %.

Проведені дослідження показали принципову можливість використання різних хімічних речовин для посилення накопичення мікроелементу дріжджів.

Оскільки планується збагачення дріжджів двома мікроелементами, тому необхідно з'ясувати, яка буде динаміка накопичення селену дріжджовими клітинами після введення молочної кислоти.

Для вирішення цього питання були виготовлені зразки з такими концентраціями: селену –  $2,5 \text{ мг/дм}^3$ , молочної кислоти – 0,1...1,7 %, глюкози – 2,5 %.

Визначено, що при внесенні 0,9...1,1 % молочної кислоти у дріжджове молоко максимальний вміст (89...90 %) селену у пресованих дріжджах складає (4,45 мкг/1 г).

Підсумовуючі дані рисунків 3 та 4, можна зробити висновок, що завдяки внесенню 0,9...1,1 % молочної кислоти дріжджі здатні накопичити близько 87...90 % мікроелементів від кількості, що вводилася.

Для підвищення збродувальної активності дріжджів, скорочення періоду адаптації проводиться їх активація, найпростіший спосіб активації ХПД –



Рис. 3. Динаміка змін концентрації йоду в дріжджах від концентрації внесеної молочної кислоти

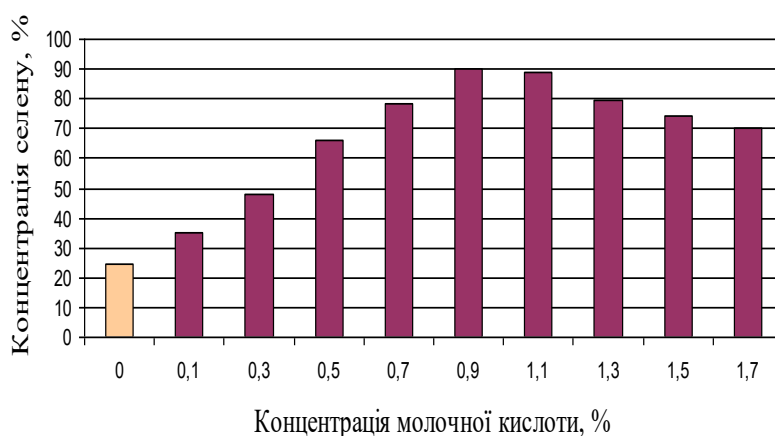


Рис. 4. Динаміка змін концентрації селену в дріжджах від концентрації внесеної молочної кислоти

додавання цукру. Активація дріжджів необхідна при виготовленні хлібобулочних виробів, але у виробництві хлібопекарських дріжджів активація не допускається.

Попередні дослідження визначення динаміки накопичення мікроелементів дріжджами проводилися з внесення до зразків глюкози. Тому необхідно було встановити, як проходить накопичення мікроелементів без внесення глюкози (рис. 7, 8). Концентрації йодиду калію та селеніту натрію у зразках були відповідно  $7,0 \text{ мг/дм}^3$  та  $2,5 \text{ мг/дм}^3$ .

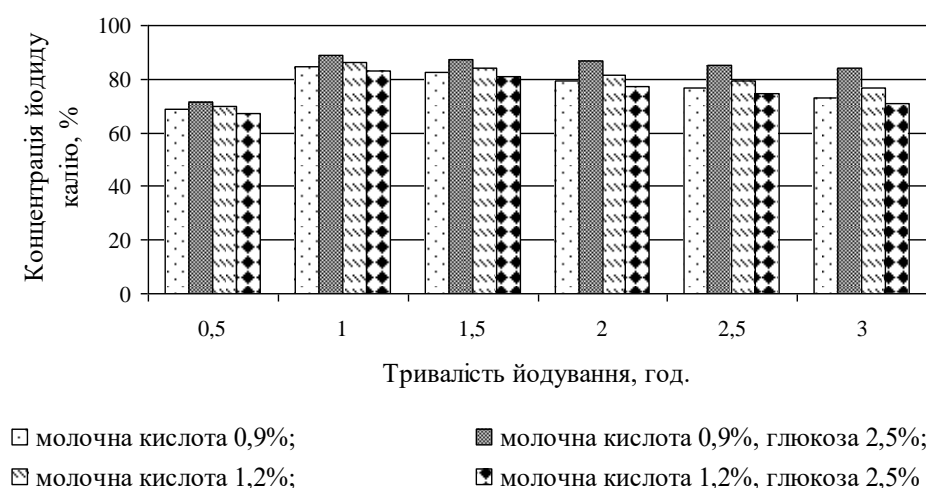


Рис. 7. Динаміка змін концентрації йоду від концентрацій молочної кислоти та глюкози

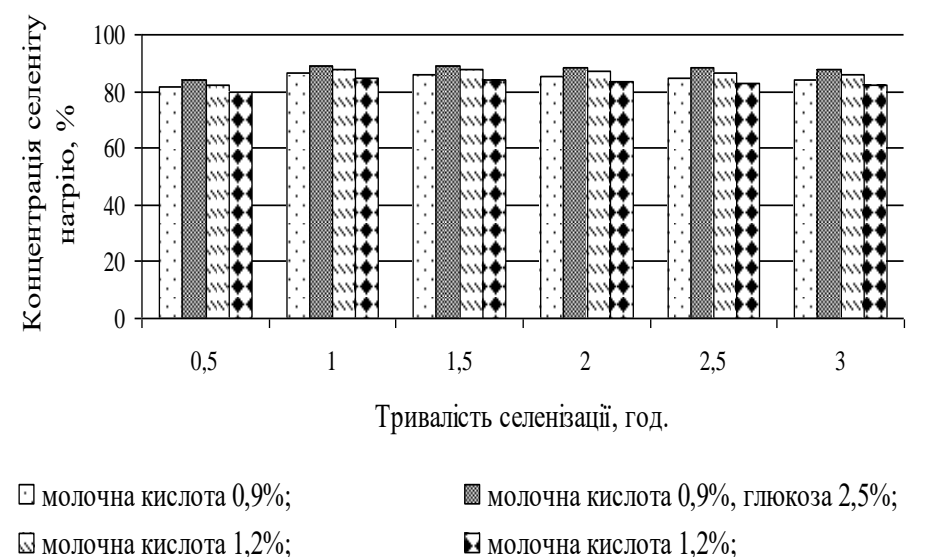


Рис. 8. Динаміка змін концентрації селену від концентрацій молочної кислоти та глюкози

Встановлено, що зразок складу: 0,9 % молочної кислоти + 2,5 % глюкози показав кращий результат, ніж зразок з 0,9 % молочної кислоти. У той же час збільшенні концентрації молочної кислоти до 1,2 % + 2,5 % глюкози призводять до зниження накопичення мікроелементів дріжджами у порівнянні із дріжджами з 1,2 % молочної кислоти. Це явище пояснюється незбалансованістю енергетичних і біосинтетичних процесів при наявності різних джерел вуглецю. Якщо глюкоза міститься в незначній концентрації, то обидва субстрати використовуються одночасно. При надмірному збільшенні в середовищі джерела вуглецю в клітинах активуються процеси катаболізму і накопичення мікроелементів знижується.

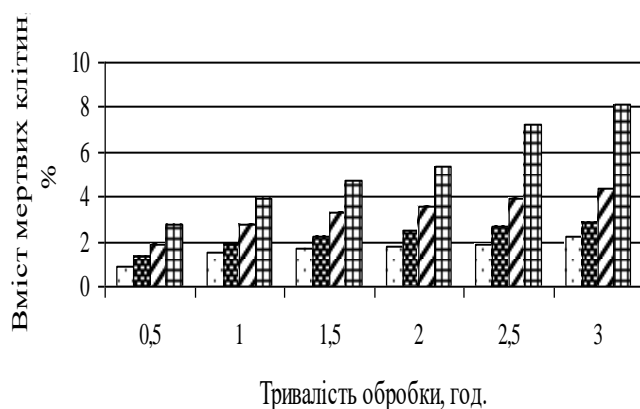
Проведені дослідження показали, що введення глюкози суттєво не впливає на накопичення дріжджами мікроелементів і є недоцільним.

У четвертому розділі представлено результати досліджень які здатні максимально виявити всі позитивні й негативні наслідки внесення йоду, селену та молочної кислоти на морфологію і фізіологію дріжджових клітин.

Виявлено, що додавання пропонованої нами концентрації збагачуючої добавки в дріжджі не викликало яких-небудь змін структури дріжджових клітин.

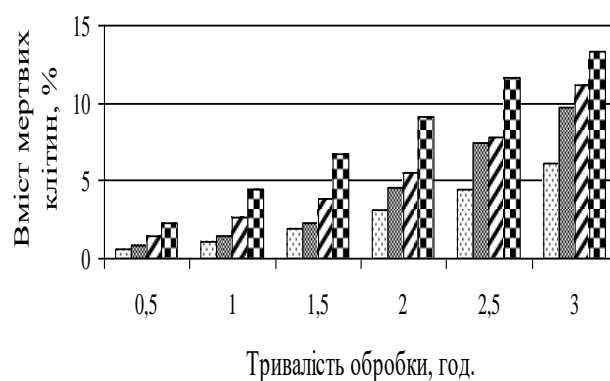
Для оптимізації технологічного процесу було визначено оптимальний час взаємодії збагачуючої добавки з дріжджами для максимального накопичення мікроелементів без погіршення якості дріжджів.

Для визначення оптимального часу взаємодії йодиду калію і селеніту натрію з дріжджами були виготовлені зразки дріжджового молока з концентрацією йоду 5,0...11,0 мг/дм<sup>3</sup>, потім – з концентрацією селену 2,0...3,5 мг/дм<sup>3</sup>. Зі збагачених дріжджів готували мазки, фарбували їх метиленовим синім і визначали відсоток мертвих клітини за допомогою камери Горяєва.



□ Зразок №1 С (KI) 5 мг/дм<sup>3</sup>    ▤ Зразок №2 С (KI) 7 мг/дм<sup>3</sup>  
 ▨ Зразок №3 С (KI) 9 мг/дм<sup>3</sup>    ▩ Зразок №4 С (KI) 11 мг/дм<sup>3</sup>

Рис. 9. Динаміка змін концентрації мертвих клітин від концентрації йодиду калію та часу йодування



□ Зразок №1 С (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) 2 мг/дм<sup>3</sup>    ▤ Зразок №2 С (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) 2,5 мг/дм<sup>3</sup>  
 ▨ Зразок №3 С (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) 3 мг/дм<sup>3</sup>    ▩ Зразок №4 С (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) 3,5 мг/дм<sup>3</sup>

Рис. 10. Динаміка змін концентрації мертвих клітин від концентрації селеніту натрію та часу селенізації

Доведено, що краща збалансованість показників концентрації збагачуючих добавок з часом експозиції спостерігається при внесенні 7,0 мг/дм<sup>3</sup> йодиду калію та 2,5 мг/дм<sup>3</sup> селеніту натрію протягом 1...1,5 годин, подальше збільшення часу взаємодії економічно недоцільно.

Для дослідження вмісту мікроелементів у залежності від вмісту молочної кислоти і часу експозиції використовували трирівневий план для двохфакторної функції відгуку. Для визначення залежності вмісту мікроелементів від кількості внесеної молочної кислоти та часу експозиції обрано метод багатфакторної регресії з побудовою поверхонь відгуку.

Для побудови моделі використовували метод повного факторного експерименту. В якості факторів експерименту розглядалися: кількість внесеної

молочної кислоти (від 0 до 10,0 мл/кг дріжджів), час експозиції (від 20 до 150 хв.), кількість мікроелементів у дріжджах (мг/кг).

За результатами обробки експериментальних даних отримані рівняння регресії. Адекватність рівнянь перевіряли по критерію Фішера. Залежність вмісту йоду в дріжджах при  $C_{KI} 7,0 \text{ мг/дм}^3$  від кількості введеної молочної кислоти та часу експозиції виражається рівнянням регресії (1):

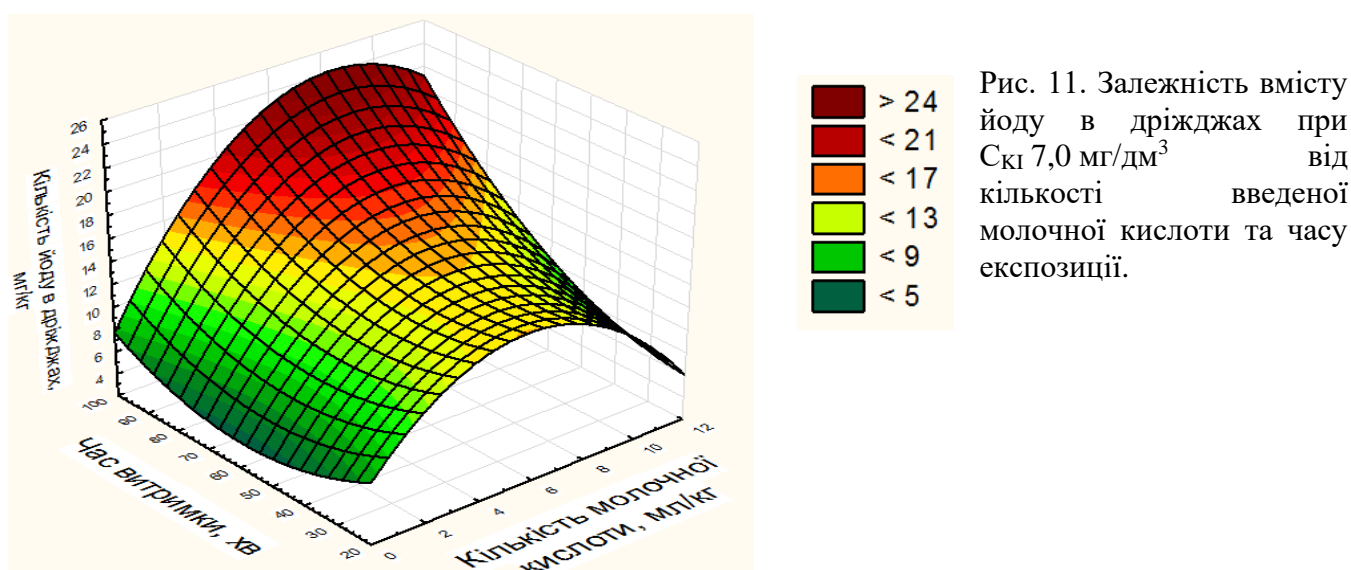
$$C_{J2}(C_{LA}, \tau) = 11,4126 + 2,3644 \cdot C_{LA} - 0,2402 \cdot \tau - 0,2327 \cdot C_{LA}^2 + 0,0155 \cdot C_{LA} \cdot \tau + 0,002 \cdot \tau^2, \quad (1)$$

де  $C_{J2}(C_{LA}, \tau)$  – вміст йоду в товарних дріжджах при  $C_{KI} 7,0 \text{ мг/дм}^3$ ;

$C_{LA}$  – кількість введеної у дріжджове молоко молочної кислоти, мл/кг;

$\tau$  – час експозиції, хв (в інтервалі  $\tau=20 \dots 150$  хв).

Поверхню залежності вмісту йоду в дріжджах при  $C_{KI} 7,0 \text{ мг/дм}^3$  від вмісту молочної кислоти та часу експозиції представлено на рис. 11.



Таким чином, рівняння 1, яке отримано шляхом апроксимації даних, адекватно описує залежність, значення коефіцієнту кореляції  $R=0,925$  свідчить про прямий зв'язок між кількістю введеною молочної кислоти, вмістом йоду в дріжджах та часом експозиції.

Залежність вмісту селену в дріжджах при  $C_{Na2SeO3} 2,5 \text{ мг/дм}^3$  від вмісту молочної кислоти та часу експозиції виражається рівнянням регресії (2):

$$C_{Na2SeO3}(C_{LA}, \tau) = 36,1601 + 4,9187 \cdot C_{LA} - 0,9372 \cdot \tau - 0,5923 \cdot C_{LA}^2 + 0,0322 \cdot C_{LA} \cdot \tau + 0,007 \cdot \tau^2, \quad (2)$$

де  $C_{Na2SeO3}(C_{LA}, \tau)$  – вміст селену в дріжджах при  $C_{Na2SeO3} 2,5 \text{ мг/дм}^3$ ;

$C_{LA}$  – кількість введеної у дріжджове молоко молочної кислоти, мл/кг;

$\tau$  – час експозиції, хв.

Поверхню залежності вмісту селену в дріжджах при  $C_{Na2SeO3} 2,5 \text{ мг/дм}^3$  від вмісту молочної кислоти та часу експозиції представлено на рис. 12.

Таким чином, рівняння 2, яке отримано шляхом апроксимації даних, також адекватно описує залежність, значення коефіцієнту кореляції  $R=0,93$  свідчить про прямий зв'язок між кількістю введеною молочної кислоти та вмістом селену в товарних дріжджах.

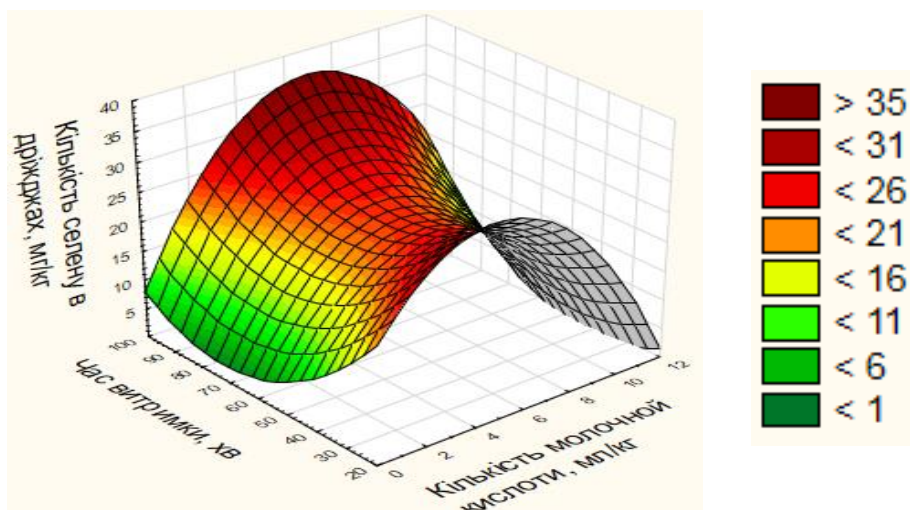


Рис. 12. Залежність вмісту селену в товарних дріжджах при  $C_{Na_2SeO_3}$  2,5 мг/дм<sup>3</sup> від кількості введеної молочної кислоти та часу експозиції.

Досліджено вплив комплексної збагачувальної добавки на сторонню мікрофлору дріжджів. Визначено, що наприкінці строку зберігання кількість бактерій (коки та палички) була на 35,0 % і 40,0 % меншим, чим у контрольному зразку.

При оцінці органолептичних показників збагачених дріжджів визначено, що вони відповідають показникам ДСТУ 4812:2007. Показано, що внесення селеніту натрію в концентраціях вище 5,0 мг/дм<sup>3</sup> змінило колір пресованих дріжджів з ясно-жовтого на ясно-жовтий із легким рожевим відтінком, яке після згущення дріжджового молока за допомогою воронки Бюхнера посилювалося. Таким чином, змінення кольору дріжджів може бути ідентифікаційною ознакою надлишкового збагачення селеном і згідно ДСТУ 4812:2007 неприпустимо.

Доведено, що КЗД підвищує стійкість дріжджів на 15,6 % (22 год) у порівнянні з контролем і на 42,9 % (81 год) – з ДСТУ 4812:2007.

Досліджено вплив комплексної добавки на кислотність і піднімальну силу хлібопекарських дріжджів, а також зимазну та мальтазну активність. Встановлено, що кислотність дріжджів повільно збільшувалася на протязі всього терміну дослідження, але її значення на 40-у добу не перебільшувало значення кислотності, яке зазначене в ДСТУ на 12-у добу зберігання. Така ж тенденція відмічалась стосовно показника піднімальної сили. З'ясовано, що КЗД практично не впливає на зимазну та мальтазну активність дріжджів.

Досліджено динаміку змін втрат йоду та селену при зберіганні пресованих ХПД. Визначено що втрати йоду у якості монодобавки (зразки №1 та №2) до закінчення терміну зберігання (40 діб) склали 6,9 %, втрати селену – 0,4 %. При внесенні в дріжджі йоду та селену у складі КЗД (зразок №3), втрати мікроелементів зменшуються і складають 4,8 % та 0,1 % відповідно (рис. 13).

Враховуючи те, що промиті та згущені до 450...600 г/дм<sup>3</sup> дріжджі можуть деякий час зберігатися у вигляді дріжджового концентрату у збірниках при  $t=4...6$  °С, були проведені додаткові дослідження для визначення змін КЗД при зберіганні хлібопекарських дріжджів у вигляді дріжджового концентрату у збірниках.

Визначено що на протязі всього терміну дослідження (7 діб) суттєвих змін вмісту селену не відмічено, однак спостерігається зменшення вмісту йоду на 0,8 %, Це доводить, що тривале зберігання збагачених дріжджів у вигляді дріжджового молока у збірниках дріжджового концентрату економічно не доцільно.

Розроблена технологія виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.

Принципова технологічна схема виробництва представлена на рис. 14.

Розрахована ціна 1 т дріжджів, збагачених йодом і селеном, яка склала 12359,2 грн. Визначено, що частка добавки, що збагачує, в собівартості готових дріжджів становить 2,99 %. Використання КЗД у технології пресованих хлібопекарських дріжджів призводить до подорожчання хлібобулочних виробів на 0,17...0,19 грн.

Розроблено нормативну документацію на виробництво пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном. Проведено промислову апробацію розробленої технології на ТОВ «Хлібозавод «Салтівський»», м. Харків.

**У п'ятому розділі** визначено вплив КЗД у складі пресованих хлібопекарських дріжджів на показники якості хліба з пшеничного борошна (ДСТУ 7517:2014) та батона нарізного (ДСТУ 4587:2006) з пшеничної муки вищого ґатунку (ДСТУ 46.004-99).

Визначено, що при оцінці органолептичних показників, дослідні зразки збагачених хлібобулочних виробів не відрізняються від контрольних. При оцінці фізико-хімічних показників хлібобулочних виробів визначали пористість, вологість, кислотність. У дослідних зразках відмічено підвищення пористості на 2,9...4,9 % та зменшення вологості на 0,9...1,2 %, кислотність м'якушки суттєво не відрізнялася від контролю.

Досліджено зміни концентрації йоду та селену при випіканні і зберіганні хлібобулочних виробів. Визначено, що концентрація мікроелементів у м'якушці та кірці відрізняється, це пов'язано з температурою на поверхні та всередині хлібобулочного виробу. Для обох мікроелементів цей показник становив 5 % та 9 % (для йоду – у бік зменшення, для селену – у бік збільшення).

Визначено зміни вмісту збагачуючої добавки при зберіганні хлібобулочних виробів протягом 6 днів. Дослідження проводилося у контрольних і дослідних зразках, які зберігалися у харчовій плівці за температури 22...24 °С. Результати експерименту показали, що на 6-у добу дослідження у дослідних зразках вміст йоду зменшився на 0,1 %, вміст селену збільшився на 0,1 %.

Враховуючи те, що строк реалізації хліба і хлібобулочних виробів становить

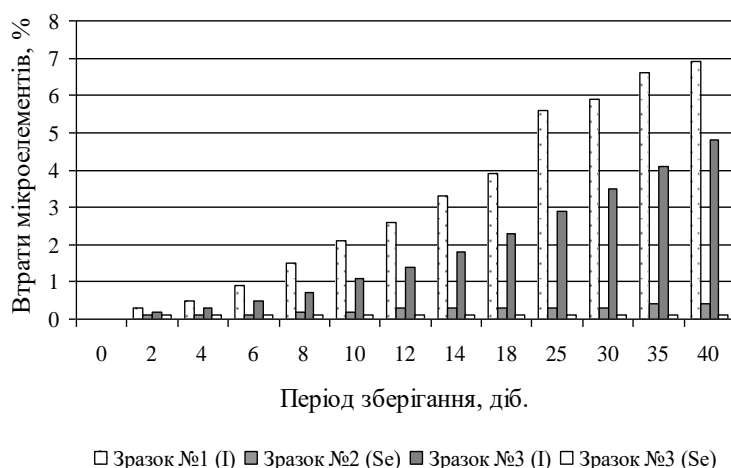


Рис. 13. Динаміка змін втрат йоду та селену при зберіганні ХПД

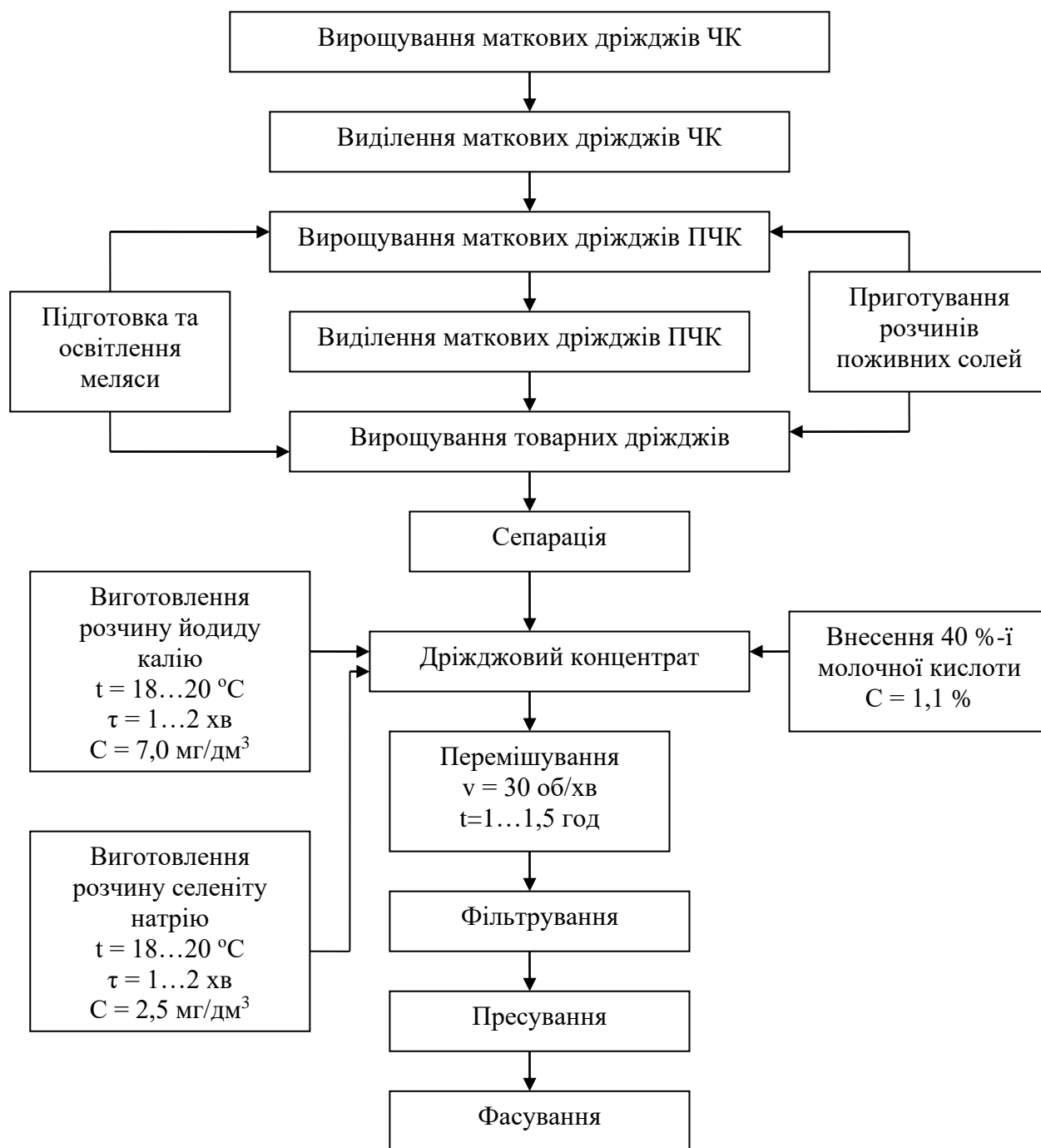


Рис. 14. Технологічна схема виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном

від 16 до 48 годин, а строк вживання в середньому – до 120 годин, подальші дослідження були не доцільні.

Встановлено, що додаванні збагачених дріжджів до рецептури хліба з пшеничного борошна гарантійний термін зберігання хліба збільшується у 1,8 разів (до 156 год), при додаванні збагачених дріжджів до рецептури батона нарізного – у 1,6 разів (до 139 год).

У додатках наведено проекти технічних умов та технологічні інструкції, акт промислової апробації хлібобулочних виробів, виготовлених з використанням

пресованих ХПД, збагачених йодом і селеном у випробувальній лабораторії з контролю виробництва ТОВ «Хлібо завод «Салтівський»», висновок по медико-біологічному дослідженню батона «Слобожанський», виготовленого з використанням збагачених пресованих дріжджів, акт впровадження результатів роботи в навчальний процес НТУ «ХП».

## ВИСНОВКИ

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню наукового завдання – обґрунтуванню і розробці технології виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.

На підставі системного аналізу науково-технічних джерел інформації, узагальнення теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано наступні висновки:

1. Проведений порівняльний аналіз властивостей різних рас дріжджів дозволив обґрунтувати вибір раси LK 14, порівняльний аналіз компонентів КЗД дозволив обґрунтувати вибір йодиду калію, селеніту натрію та молочної кислоти.

2. На підставі результатів експериментальних досліджень визначено рівень збагачення дріжджового молока мікроелементами, а саме: 7,0 мг/дм<sup>3</sup> йодидом калію, 2,5 мг/дм<sup>3</sup> селенітом натрію. Підтверджена доцільність внесення 1,1 % 40 %-ї молочної кислоти у дріжджове молоко, що дозволяє збільшити вміст мікроелементів у дріжджах на 64...66 % у порівнянні з контролем (24...25 %).

Встановлено, що для забезпечення функціонально-технологічних властивостей пресованих хлібопекарських дріжджів рекомендовано вносити КЗД у дріжджове концентрат, перемішування проводити 1...1,5 годин при 30 об/хв.

3. Застосування комплексної збагачуючої добавки позитивно впливає на стійкість дріжджів, яка збільшилася на 15,6 % (22 год) у порівнянні з контролем і на 42,9 % (81 год) – з ДСТУ.

Досліджено динаміку змін втрат мікроелементів при зберіганні пресованих ХПД на протязі всього терміну зберігання (40 діб), встановлено, що втрати йоду та селену на 40-у добу складають 4,8 % та 0,1 % відповідно.

4. На підставі проведених фізико-хімічних і мікробіологічних досліджень пресованих хлібопекарських дріжджів, встановлено, що за рахунок додавання до їх складу йодиду калію, селеніту натрію та молочної кислоти, збільшується гарантійний термін їх зберігання до 40 діб. Підтверджена доцільність спільного використання йодиду калію та молочної кислоти, що дозволяє зменшити кількість сторонніх бактерій (коків та паличок) на 35,0 % і 40,0 % відповідно.

5. Доведено, що покращуються фізико-хімічні показники хлібобулочних виробів, виготовлених з використанням збагачених ХПД у якості рецептурного компоненту: підвищується пористість на 2,9...4,9 %, вологість зменшується на 0,9...1,2 %.

6. Встановлено зміни вмісту мікроелементів в хлібобулочних виробах після випікання: концентрація мікроелементів у м'якушці та кірці між собою відрізняється. Для обох мікроелементів цей показник становив 5,0 % та 9,0 % (для йоду – у бік зменшення, для селену – у бік збільшення). Визначено, що на 6-у добу

зберігання у дослідних зразках хлібобулочних виробів вміст йоду зменшився на 0,1 %, вміст селену збільшився на 0,1 %.

7. На підставі експериментальних досліджень визначено, що збагачення хлібопекарських дріжджів йодидом калію в кількості 11,53 мкг% та селеніту натрію – 4,77 мкг% дозволяє забезпечити 23 % добової потреби в йоді, 26 % – в селені.

8. Медико-біологічними дослідженнями хлібобулочних виробів, виготовлених з використання збагачених пресованих ХПД, встановлено їх вплив на організм тварини. Доведено, що додавання збагачених хлібобулочних виробів до раціону харчування щурів впливає на метаболічні процеси організму. Зокрема, зменшилася кількість малонового альдегіду та дієнових кон'югатів у сироватці крові щурів на 0,1 нмоль/мл і 0,15 нмоль/мл, відповідно, які є маркерами пероксидного окиснення ліпідів, а також зменшився відсоток гемолізу еритроцитів на 4,02 %, що свідчить про мембранопротекторні властивості збагаченого продукту.

9. Розроблено проекти технічних умов і технологічної інструкції на пресовані хлібопекарські дріжджі, збагачені йодом і селеном. Вироблені дослідні партії хлібобулочних виробів з використанням збагачених ХПД та проведено їх апробацію в умовах ТОВ «Хлібозавод «Салтівський»», м. Харків. Отримано акт впровадження.

Розрахована ціна 1 т дріжджів, збагачених йодом і селеном, яка склала 12359,2 грн. Визначено, що частка добавки, що збагачує, в собівартості готових дріжджів становить 2,99 %. Використання КЗД у технології пресованих хлібопекарських дріжджів призводить до подорожчання хлібобулочних виробів на 0,17...0,19 грн.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Стаття у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних науко метричних баз даних:

1. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В. Влияние молочной кислоты на качество хлебобулочных изделий и потери микроэлементов при выпекании и хранении. Харчова наука і технологія. Одеса, 2016. №10(2). С. 37-41. *Особистий внесок здобувача – експеримент, аналіз результатів дослідження, підготовка до друку.*

### Статті у наукових фахових виданнях України:

2. **Овсяннікова Т.О.**, Кричковська Л.В. Вивчення впливу молочної кислоти на процес йодування дріжджів. Науковий вісник Національного Університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Технічні науки, серія «Харчові технології». Львів, 2014. Вип. 2 (59). Т. 16 (ч. 4). С. 137-142. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

3. Синкевич И.В., **Лагутина Т.А.** Изучение влияния различных химических соединений на процесс йодирования дрожжей. Вестник НТУ «ХПИ». Харьков, 2004. №15. С. 89-94. *Особистий внесок здобувача – експеримент та аналіз результатів.*

4. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В. Исследование влияния молочной кислоты на качество хлебопекарных дрожжей, обогащенных микроэлементами. Харчова наука і технологія. Одеса, 2015. №1(30). С. 137-142. *Особистий внесок здобувача – експеримент, аналіз результатів дослідження, підготовка до друку.*

### Стаття у наукових періодичних виданнях інших держав:

5. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В., Дубонос В.Л. Обогащение дрожжей микроэлементами. Пищевая промышленность: наука и технологии. Минск, 2014. №2(24). С. 56-59. *Особистий внесок здобувача – експеримент та обговорення результатів.*

### Стаття в інших наукових виданнях

6. **Овсянникова Т.О.**, Кричковська Л.В., Дубонос В.Л. Вплив молочної кислоти на морфологічні, культуральні та фізико-хімічні властивості хлібопекарських дріжджів, збагачених мікроелементами. Вісник НТУ «ХП». Харків, 2015. №50. С. 79-84. *Особистий внесок здобувача – експеримент та обговорення результатів*

### Тези доповідей

7. **Лагутіна Т.О.**, Сінкевич І.В., Петров І.В. Вплив фізіологічно-активних речовин на якість дріжджової біомаси. Тези доповідей учасників 1 Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Біотехнологія. Освіта. Наука». Київ, 2003. С. 54-55. *Особистий внесок здобувача – проведення досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.*

8. Клещев Н.Ф., **Лагутіна Т.А.**, Клещев Н.Ф., Синкевич І.В., Петров І.В. Электрохимический контроль содержания йода в йодированных дрожжах. Тезисы докладов участников 2 Московского международного Конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва, 2003. Т. 2. С. 114. *Особистий внесок здобувача – експеримент та аналіз результатів дослідження.*

9. **Лагутіна Т.О.**, Петров І.В. Визначення впливу фізіологічно-активних речовин на ферментативну активність дріжджової біомаси. Тези доповідей учасників 2 Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Біотехнологія. Освіта. Наука». Львів, 2004. С. 135. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження, експеримент та аналіз результатів дослідження.*

10. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В., Дубонос В.Л. Влияние микроэлементов на морфологические и ростовые свойства дрожжей. Сборник материалов I Международной научно-практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности». Щёлкино, 2013. С. 56-59. *Особистий внесок здобувача – експеримент та обговорення результатів.*

11. Кричковская Л.В., **Овсянникова Т.А.** Нормирование микроэлементов в биотехнологии дрожжей Биогеохимия и биохимия микроэлементов в условиях техногенеза биосферы. Материалы VIII Международной Биогеохимической Школы, посвященной 150-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского. Гродно, 2013. С. 492-494. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

12. **Овсянникова Т.А.** Применение молочной кислоты в технологии производства хлебопекарных дрожжей, обогащенных микроэлементами. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности».

промисленості». Харків, 2014. С. 248-249. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження, аналіз результатів, висновки за результатами експерименту, підготовка до друку.*

13 Кричковська Л.В., **Овсяннікова Т.О.** Вплив комплексного використання йоду і селену на морфологію і фізико-хімічні властивості хлібопекарських дріжджів. XXII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (ч. II). Харків, 2014. С. 318. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

14. Кричковська Л.В., **Овсяннікова Т.О.** Обґрунтування переваг застосування молочної кислоти в харчових виробництвах. XXIII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (ч. II). Харків, 2015. С. 249. *Особистий внесок здобувача – експеримент, аналіз результатів дослідження, підготовка до друку.*

15. **Овсяннікова Т.А.**, Кулиничев Ю.Н. Потери микроэлементов при термической обработке и хранении хлебобулочных изделий, изготовленных с использованием дрожжей с молочной кислотой. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности». Харків, 2015. С. 24. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження експеримент, аналіз результатів дослідження.*

16. Кричковська Л.В., **Овсяннікова Т.О.** Вплив молочної кислоти у складі дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на мікроорганізми, що викликають картопляну хворобу хліба. XXIV Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (ч. II). Харків, 2016. С. 264. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

17. **Овсяннікова Т.О.** Активация дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* молочною кислотою у хлібопекарському виробництві. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности». Харків, 2016. С. 187-188. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження, аналіз результатів, висновки за результатами експерименту, підготовка до друку.*

#### Патент

18. Клещев М.Ф., Кравчук М.О. Пинзар В.К., Сінкевич І.В., **Лагутіна Т.О.** Пат. на винахід UA 75386C2, МПК (2006) C12N 1/18, C12N 1/16. Спосіб виробництва дріжджів. №2003087965; заявл. 26.08.2003; опубл. 17.04.2006, Бюл. №4. *Особистий внесок здобувача – запропоновано спосіб виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.*

#### АНОТАЦІЯ

**Овсяннікова Т.О.** Розробка технології пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія. – Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут” Міністерства освіти і науки України, Харків, 2019.

Дисертацію присвячено розробці технології виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.

Проведений порівняльний аналіз властивостей різних рас дріжджів дозволив обґрунтувати вибір раси LK 14, порівняльний аналіз компонентів КЗД – вибір йодиду калію, селеніту натрію та молочної кислоти.

На підставі результатів експериментальних досліджень визначено оптимальні концентрації збагачуючих добавок: 7,0 мг/дм<sup>3</sup> йодиду калію, 2,5 мг/дм<sup>3</sup> селеніту натрію. Підтверджена доцільність внесення 1,1 % 40 %-ї молочної кислоти у дріжджовий концентрат, час витримки складає 1...1,5 годин при постійному перемішуванні, що дозволяє збільшити вміст мікроелементів у дріжджах на 64...66 % у порівнянні з контролем.

Досліджено органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості збагаченого продукту. Розроблено технологічну схему отримання пресованих ХПД, збагачених йодом і селеном. Розрахована ціна 1 т збагачених дріжджів. Вироблені дослідні партії хлібобулочних виробів з використанням збагачених ХПД та проведено їх апробацію в умовах ТОВ «Хлібозавод «Салтівський»», м. Харків. Розроблено нормативну документацію на виробництво пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном. Проведено медико-біологічні дослідження.

Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес на кафедрі органічного синтезу та нанотехнологій НТУ «ХПІ».

*Ключові слова:* дріжджі, *Saccharomyces cerevisiae*, йодид калію, селеніт натрію, молочна кислота.

## ABSTRACT

**Ovsyannikova T. Development of the technology of pressed bakery yeast enriched with iodine and selenium.** – The manuscript.

Thesis for a candidate degree of technical sciences by specialty 03.00.20 – biotechnology. – National Technical University “Kharkov Polytechnic Institute”. Department of Education and Science of Ukraine, Kharkov, 2019.

The thesis is devoted to the development of production technology of pressed bakery yeast enriched with iodine and selenium with long shelf life.

Bread yeast *Saccharomyces cerevisiae* is enriched with micronutrients by the addition of potassium iodide and sodium selenite in to the collections of yeast concentrate, after thorough mixing lactic acid is added, the exposure time is 1...1,5 hour with constant stirring.

It is experimentally proved that the addition of lactic acid in the enrichment of bakery yeast with the introduction of enriched yeast into the cookery recipes of bakery the deterioration of bakery product quality wasn't observed.

It is shown that the by chosen concentrations of enriching selected additives do not impair the organoleptic and physico-chemical properties of bakery yeast. By means of mathematical modeling the settings of enrichment process are optimized. The price of 1 kg yeast enriched by micronutrients with lactic acid is estimated.

A production test technology was carried out at bread-baking plant "Saltovskiy". The normative documentation on production of pressed bakery yeast enriched with iodine and selenium with long shelf life is worked out.

Results of the investigations have been used in the educational process at the Department of Organic Synthesis and nanotechnology NTU "KhPI".

*Key words:* yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, potassium iodide, sodium selenite, lactic acid.

## АННОТАЦИЯ

**Овсянникова Т.А. Разработка технологии прессованных хлебопекарских дрожжей, обогащенных йодом и селеном – На правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 03.00.20 – биотехнология. – Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт" Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2019.

Диссертация посвящена разработке технологии производства прессованных хлебопекарских дрожжей, обогащенных йодом и селеном.

На первом этапе проведенный сравнительный анализ свойств разных рас дрожжей позволил обосновать выбор расы ЛК 14, в качестве оптимальных источников микроэлементов были выбраны йодид калия – KI и селенит натрия – Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>.

На основании результатов экспериментальных данных определены оптимальные концентрации обогащающих добавок: 7 мг/дм<sup>3</sup> йодида калия, 2,5 мг/дм<sup>3</sup> селенита натрия.

Проведен подбор оптимальной органической кислоты для повышения способности дрожжей накапливать микроэлементы. Подтверждена целесообразность внесения 1,1 % 40 %-й молочной кислоты, что позволяет повысить содержание микроэлементов на 64...66 % по сравнению с контролем.

Установлено, что для обеспечения функционально-технологических свойств прессованных хлебопекарских дрожжей, рекомендовано вносить комплексную обогащающую добавку (КОД) в дрожжевой концентрат, перемешивание проводить 1...1,5 часа.

Изучены органолептические показатели обогащенных хлебопекарских дрожжей, определено, что внесение селенита натрия в концентрациях выше 5,5 мг/дм<sup>3</sup> изменило цвет прессованных дрожжей, это может быть идентификационным признаком чрезмерного обогащения селеном.

Изучено влияние КОД на морфологические и физико-химические свойства хлебопекарских дрожжей. Показано, что выбранные концентрации обогащающих добавок позитивно влияют на стойкость дрожжей, которая увеличилась на 15,6 % (22 ч) по сравнению с контролем и на 42,9 % (81 ч) – с ГОСТ.

Установлено, что за счет введения компонентов КЗД, увеличивается гарантийный срок хранения прессованных ХПД до 40 суток.

Исследована динамика потерь микроэлементов при хранении прессованных ХПД в течение всего срока хранения, установлено, что на 40-е сутки потери йода составили 4,8 %, селена – 0,1 %.

Подтверждена целесообразность одновременного применения йодида калия и молочной кислоты по отношению к посторонней микрофлоре дрожжевого производства. На 40-е сутки хранения количество бактерий (кокки и палочки) в обогащенных ХПД было на 40,0 % меньше, чем в контрольном образце.

При введении обогащенных дрожжей в рецептуру хлебобулочных изделий, в них повысилась пористость на 2,9...4,9 % и понизилась влажность на 0,9...1,2 %.

Исследована динамика изменений содержания микроэлементов в хлебобулочных изделиях после выпечки, определено, что концентрация микроэлементов в мякише и корке отличаются. Для обоих микроэлементов этот показатель составил 5 % та 9 % (для йоду – в сторону уменьшения, для селена – в сторону увеличения).

Определено, что при хранении обогащенных хлебобулочных изделий на 6-е сутки содержание йода уменьшилось на 0,1 %, селена – увеличилось на 0,1 %.

Разработана нормативная документация на производство прессованных хлебопекарских дрожжей, обогащенных йодом и селеном. В условиях ООО «Хлебозавод «Салтовський»» произведены опытные партии обогащенных хлебобулочных изделий. Проведены медико-биологические исследования, которые показали положительное влияние обогащенных хлебобулочных изделий на метаболические процессы организма. Результаты диссертационная работа внедрены в учебный процесс на кафедре органического синтеза и нанотехнологий НТУ «ХПИ».

*Ключевые слова:* дрожжи, *Saccharomyces cerevisiae*, йодид калия, селенит натрия, молочная кислота.

Підписано до друку 5.11.2019 р. Формат 60-90/16  
Об'єм 0,9 умов. друк. арк. Замовлення № 1166. Тираж 100 прим.

ОНАХТ, 65039, м. Одеса-39, вул. Канатна, 112.