

АНТОНІЮК МАРІЯ МИКОЛАЇВНА

УДК 664.665

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСНОВ
ЗБАГАЧЕННЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ СЕЛЕНОМ**

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
Арсеньова Лариса Юрївна,
Національний університет харчових технологій,
кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і
харчоконцентратів, доцент
- Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор
Мелетьєв Анатолій Євгенович,
Національний університет харчових технологій,
кафедра біотехнології продуктів бродіння,
екстрактів і напоїв, професор
- кандидат технічних наук
Каретнікова Людмила Іванівна
- Провідна установа:** Київський національний торговельно-економічний університет
Міністерства освіти і науки України,
кафедра технології та організації ресторанного господарства (м.
Київ)

Захист відбудеться “28” вересня 2006 р. об 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради
Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул.
Володимирська 68, ауд. А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових техно-
логій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий “___” серпня 2006 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради, к.т.н.

Воронцова С.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Поєднання суттєвого порушення структури харчування та незадовільної екологічної ситуації негативно позначається на стані здоров'я та тривалості життя населення України.

Одним з актуальних напрямів розвитку хлібопекарської промисловості є створення сортів хліба оздоровчо-профілактичного призначення, збагачених мікронутрієнтами, зокрема, селеном, що є відомим антиоксидантом і радіопротектором.

Добова норма споживання селену в різних країнах світу складає від 40 до 220 мкг, в Україні – 70 мкг для чоловіків і 50 мкг для жінок. Відхилення від цієї норми небезпечні: кількості селену у раціонах харчування більші за 220 мкг можуть стати причиною токсикозу, нижчі за 40 мкг – призводять до виникнення та розвитку таких серйозних захворювань, як гіпертонічна хвороба, серцева недостатність, селенодефіцитна міопатія, атеросклероз, онкологічні захворювання. У раціонах харчування переважної більшості населення України спостерігається нестача селену, що зумовлено зниженим вмістом його в ґрунтах регіонів.

Для покращення селенового статусу організму людини пропонуються в основному неорганічні форми селену у складі фармацевтичних препаратів і біологічно активних добавок, які, порівняно з органічними сполуками, погано засвоюються, мають низьку межу допустимих концентрацій і потребують чіткого дозування. У зв'язку з цим виробництво продуктів харчування спеціального призначення, збагачених селеном у біологічно доступній та безпечній формі, сприятиме підвищенню якості та середньої тривалості життя населення України.

Відповідно до вимог нутриціології щодо збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами, кількість хлібобулочних виробів, що відповідає середньодобовій нормі вживання (277 г - норма, затверджена Кабінетом Міністрів України для розрахунку споживчого кошика) повинна містити мікронутрієнт у кількості 30...50 % добової потреби в ньому. Таким чином, збагачення хлібобулочних виробів селеном необхідно проводити у межах 5...12 мкг Se/100 г.

Щоденне вживання збагачених хлібобулочних виробів сприятиме стабільному і точному корегуванню мінерального складу раціонів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконано в рамках міжнародного проекту „INCO-COPERNICUS” на тему "Поліпшені методи отримання польських та українських ферментованих продуктів" (ERB 1C15-CT98-0903) та відповідно до тематики науково-дослідної роботи кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів “Удосконалення технології хліба, борошняних, кондитерських, макаронних і харчоконцентратних виробів, використання добавок рослинного і тваринного походження з метою інтенсифікації технологічних процесів, економії сировини, розроблення нових видів виробів підвищеної якості з цілеспрямованими властивостями”.

Автор особисто брав участь у проведенні експериментальних досліджень та розробленні нормативної документації.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – на підставі експериментальних даних розробити технологічні основи збагачення хлібобулочних виробів селеном у біологічно безпечній формі. Відповідно до мети досліджень було поставлено та вирішено такі завдання:

- теоретично обґрунтувати доцільність збагачення хлібобулочних виробів в Україні мікроелементом селеном;
- підібрати методикку визначення масової частки селену в об'єктах дослідження;
- розробити технологію селенозбагачених рослинних добавок на основі пророщеного зерна злакових і бобових культур з гарантованим вмістом селену 15...18 мкг/г, для чого визначити ступінь акумуляції селену зерною масою з розчину для замочування і ступінь метаболізації селену та переходу його до складу білкової фракції; розробити нормативну документацію на ці продукти;
- дослідити вплив органічних та неорганічних носіїв селену на перебіг основних процесів під час приготування хліба за різними технологічними схемами;
- вивчити доцільність внесення селеновмісного солоду до складу напівфабрикатів хлібопекарського виробництва, що передбачають культивування мікроорганізмів (рідких дріжджів, фази активації пресованих дріжджів, молочнокислих житніх та пшеничних заквасок) – з метою підвищення якості готової продукції;
- розробити “Технологічні рекомендації” із застосування селеновмісного солоду сої у виробництві широкого асортименту хлібобулочних виробів оздоровчого призначення з вмістом селену 5...12 мкг/100 г у біологічно доступній та безпечній формі.

Об'єкт дослідження – технологія хлібобулочних виробів.

Предмет дослідження – хлібобулочні вироби, збагачені селеном; селеновмісний солод злакових і бобових культур; неорганічні та органічні носії селену як інгредієнти хлібобулочних виробів.

Методи дослідження. Визначення вмісту селену в матеріалах дослідження проводили флюорометричним методом. Дослідження якості напівфабрикатів і хлібобулочних виробів, збагачених селеном, проводили за загальноприйнятими і спеціальними методиками. Математичну обробку експериментальних даних виконували з використанням методів експериментально-статистичного моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів:

- науково обґрунтовано доцільність збагачення вітчизняних хлібобулочних виробів мікроелементом селеном в органічній формі, зокрема, у складі селенозбагаченого солоду бобових і злакових культур;

- отримано нові наукові дані стосовно переходу селену до зернової маси бобових і злакових культур під час пророщування. При внесенні неорганічної солі селену (гідроселеніту натрію) у воду на стадії замочування з розрахунку 1,5 мг селену на 1 дм³ води ступінь акумуляції мікроелемента зерновою масою сягає 97 %, при цьому до складу внутрішньоклітинної білкової фракції переходить 65...68 % акумульованого селену;
- теоретично та експериментально обґрунтовано параметри технологічного процесу одержання селеновмісного солоду бобових і злакових культур з гарантованим вмістом селену 15...18 мг/кг солоду;
- проведено порівняльний аналіз впливу чотирьох неорганічних та органічних носіїв селену на перебіг мікробіологічних, біохімічних і колоїдних процесів у напівфабрикатах хлібопекарського виробництва. Доведено позитивний вплив селеновмісного солоду сої на дріжджову клітину, активність спиртового бродіння у тісті, формостійкість, об'єм хліба, збереження його свіжості. Обґрунтовано доцільність внесення цього збагачувача у рідкі дріжджі, фазу активації пресованих дріжджів, молочнокислі житні та пшеничні закваски;
- вперше розроблено технологічні схеми одержання широкого асортименту хлібобулочних виробів високої якості з гарантованим вмістом селену 5...12 мкг/100 г у біологічно доступній та безпечній для організму людини формі, що дає змогу задовольнити 30...50 % добової потреби у селені за рахунок вживання близько 300 г збагачених виробів;
- методами експериментально-статистичного моделювання встановлено оптимальні параметри одержання селеновмісного солоду сої та побудовано математичну модель процесу культивування рідких дріжджів, збагачених селеном.

Практичне значення одержаних результатів. У результаті проведених досліджень розроблено технологію солоду зернобобових культур, збагаченого селеном. Розроблено і затверджено нормативну документацію (ТУ У 15.9 – 02070938-035-2004) на виробництво солоду селеновмісного. Підібрано та опановано флюорометричний метод визначення масової частки селену в рослинному матеріалі та хлібобулочних виробках. На основі результатів проведених досліджень розроблено та затверджено в Укрхлібпромі “Технологічні рекомендації із застосування селеновмісного солоду сої у виробництві оздоровчих та профілактичних хлібобулочних виробів, збагачених селеном”.

Особистий внесок здобувача. Основна частина експериментального матеріалу, викладеного в дисертації, одержана автором особисто. Автором сформульовано мету та завдання досліджень, програму роботи, проведено аналітико-експериментальні дослідження. Запропоновано методику визначення селену в рослинному матеріалі. Розроблено спосіб одержання солоду селеновмісного та досліджено фракційний розподіл метаболізованого селену в пророщеному насінні. Розроблено технологію хлібобулочних виробів із селеном. Проведено статистичну обробку отриманих результатів

та математичне моделювання технологічного процесу приготування рідких дріжджів, збагачених селеном. Аналіз та узагальнення результатів експериментів проводилися спільно з науковим керівником к.т.н., доц. Арсеньєвою Л.Ю., к.т.н., доц. Стабніковою О.В., доцентом кафедри продуктів бродіння екстрактів і напоїв, к.т.н., доц. Хівричем Б.І.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень, наведених у дисертаційній роботі, обговорювалися на наукових, науково-практичних конференціях, з'їздах, зокрема, на наукових та міжнародних конференціях (Київ, НУХТ, 2000-2004), на II-ій Всеукраїнській науково-практичній конференції (Київ, НГУУ “КПП”, 2002), на Всеукраїнській науково-практичній конференції „Проблеми харчування населення України” (Полтава, 2003), I-ій Міжнародній конференції країн СНД „Медицина і фармація” (Одеса, 2003), II-ій Всеукраїнській науково-практичній конференції “Біотехнологія. Освіта. Наука” (Львів, 2004), X-му з'їзді Товариства мікробіологів України (Одеса, 2004).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладено у 19 друкованих працях, у тому числі 5 статтях у фахових журналах, 11 матеріалах і тезах доповідей на наукових конференціях, у 3 деклараційних патентах України на винахід.

Структура та обсяг роботи. Дисертація викладена на 125 сторінках основного тексту, складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку літературних джерел з 212 найменувань та 4 додатків. Робота ілюстрована 22 рисунками, фактичний матеріал поданий у 36 таблицях.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету та задачі досліджень, показано наукову новизну та практичне значення роботи.

У розділі 1 “Проблема нестачі селену у раціонах харчування та способи її вирішення” проведено аналітичний огляд літератури щодо значення мікроелемента селену для функціонування організму людини. Наведено характеристики відомих форм селену. Розглянуто стан забезпечення населення України селеном та проведено аналіз вмісту в різних продуктах харчування доступного для організму людини мікроелемента. Тепер для підвищення селенового статусу організму людини на ринку України пропонуються лише селеновмісні фармацевтичні препарати, більшість з яких містить селен у неорганічній формі. Технології продуктів харчування оздоровчо-профілактичного призначення, збагачених селеном, у нашій країні відсутні.

У розділі 2 “Характеристика сировини та загальна методологія досліджень” наведено характеристику носіїв селену в неорганічній (гідроселеніт натрію, препарат „Неоселен”) та органічній (селенометіонін, селеновмісний солод сої) формі, які використовували в дослідженнях з метою збагачення даним мікроелементом хлібобулочних виробів (табл. 1). Дозування носіїв селену проводили в кількості, що забезпечує 30...50 % добової потреби організму людини в мікроелементі, яка становить для чоловіків 70 мкг, жінок – 50 мкг, за рахунок споживання 277 г хліба на добу.

Характеристика відомих носіїв селену

Носій	Вміст селену, %	Дозування носія в тісто		
		кількість, % до маси борошна	робочий водний розчин носія	
			концентрація, %	кількість розчину, см ³ /100 г борошна
Гідроселеніт натрію	52	$(4,0...6,7) \cdot 10^{-5}$	0,0020	2,0...3,5
„Неоселен”	$23 \cdot 10^{-3}$	0,09...0,15	0,0005	9,1...15,2
Селенометіонін	40,3	$(5,2...8,7) \cdot 10^{-5}$	0,0025	2,0...3,5

З метою дослідження можливості одержання органічної форми селену у складі солоду зернових і бобових культур (пшениці, ячменю, сої, гороху, віки) насіння пророщували з попереднім його замочуванням у водних розчинах гідроселеніту натрію з різною концентрацією мікроелемента (від 0,5 до 2,5 мкг/см³).

Масову частку селену в досліджуваних зразках визначали флюорометричним методом на флуорометрі фірми “Turner”.

Про ступінь конверсії селену в органічну форму при пророщуванні насіння робили висновок на основі аналізу масової частки мікроелемента в різних фракціях селеновмісного солоду (позаклітинній водній, внутрішньоклітинній білковій та ліпофільній).

Збагачення хлібобулочних виробів селеном за рахунок додавання селеновмісних рослинних добавок солоду сої проводили при різних способах тістоприготування: безопарному, на густих опарах, на концентрованих молочнокислих заквасках (КМКЗ), із попередньою активацією дріжджів, на рідких дріжджах. Для проведення модельних дослідів використовували чисті культури дріжджів і молочнокислих бактерій.

Основні показники якості сировини, напівфабрикатів та хліба визначали стандартними методами технохімічного контролю хлібопекарського виробництва. У процесі досліджень вивчали вплив додавання різних носіїв селену на перебіг біохімічних, мікробіологічних процесів та структурно-механічні властивості тіста. Кількісний облік мікроорганізмів у напівфабрикатах проводили за методом Коха. Зміну пружно-еластичних властивостей тіста вивчали на фаринографі фірми “Брабендер” та альвеографі фірми “Шопен”.

Математичне оброблення результатів проводили з використанням комп’ютерних програм та експериментально-статистичних методів аналізу.

У розділі 3 “Розробка способу збагачення солоду сої селеном та оцінка його якості” з метою вивчення можливості збагачення проростків зернобобових культур селеном досліджували процес проростання зерна бобових (сої, гороху, віки) та злакових (пшениці, ячменю) культур у разі їх замочування у водних розчинах гідроселеніту натрію. Було обрано повітряно-водяний режим замочування як найбільш поширений у практиці солодоращення.

Встановлено, що при внесенні селену у кількості від 20 до 100 мкг селену на 1 г вихідного зерна, майже весь селен акумулюється насінням у процесі замочування протягом 48 год. Вміст селену в масі всіх досліджуваних культур при однотипному режимі замочування був практично однаковим (табл. 2). Більше накопичення селену відмічено для насіння сої, яке обрано для подальших досліджень.

Таблиця 2

Вміст селену в насінні при різній концентрації його в розчині після 24 і 48 год. замочування, мкг селену/г абсолютно сухої маси

Зернобобові культури	Початкова концентрація селену, мкг/ г вихідного зерна					
	20		50		100	
	24 год.	48 год.	24 год.	48 год.	24 год.	48 год.
Соя	22	23	52	54	106	126
Горох	17	22	49	51	107	123
Пшениця	19	20	49	55	109	116
Ячмінь	19	20	48	51	103	106
Віка	20	21	49	53	108	110
Середнє значення	19,4±1,8	21,2±1,3	49,0±1,5	52,0±1,7	106,0±2,3	116,0±8,4

Основним критерієм вибору оптимальної концентрації селену в розчині для замочування насіння слугував відсоток проростання зерна після насичення його селеном.

Дослідні зразки у кількості 1000 штук замочували протягом 48 год. у розчинах з різною концентрацією селену від 0,5 до 2,5 мкг в 1 см³, що у перерахунку 1 г абсолютно сухої маси зерна становило 4,0...40,0 мкг селену. Через 6 діб визначали відсоток пророслого насіння та ступінь акумуляції селену.

Результати проведених досліджень (табл. 3) свідчать, що концентрації мікроелемента вищі за 1,5 мкг/см³ пригнічують розвиток ростків у процесі солодощення, що призводить до псування свіжопророслого солоду. При початковій концентрації селену в розчині 1,5 мкг/см³ спостерігався найкращий ріст ростків, а накопичення селену було оптимальним.

Таблиця 3

Вплив різних концентрацій селену на процес акумуляції його насінням сої та активність проростання

Показники	Початкова концентрація селену у воді для замочування, мкг/см ³				
	0	0,5	1,0	1,5	2,5
Відсоток проростання насіння, %	95	95	96	97	72
Масова частка селену в пророслому насінні, мкг/г сухого матеріалу	0,05	4,00	8,00	20,00	40,00

Визначали масову частку мікроелемента в різних частинах пророщеного насіння сої. Встановлено, що накопичення селену відбувається переважно в зеленій масі - ростках (28,0 мкг/г сухої маси), однак зважаючи на гіркий присмак ростків та їх незначну кількість по відношенню до загальної маси пророслого зерна, доцільним вважали використання солоду сої без ростків, середній вміст селену в якому становив 12,3 мкг/г сухої маси.

З метою визначення кількості метаболізованого селену, що входить до складу рослинної біомаси, проводили фракціонування селенозбагаченого солоду сої за методом Інституту харчування РАМН. Розподіл селену за фракціями досліджували у селенозбагаченому солоді сої з вмістом селену 18 мкг в 1 г зразка (табл. 4).

Таблиця 4

Результати фракціонування селену у складі селеновмісного солоду сої

Фракції							
позаклітинна водна		внутрішньоклітинна				сума	
		ліпофільна		білкова			
мкг Se в 1г солоду	% до загального вмісту селену в солоді	мкг Se в 1г солоду	% до загального вмісту селену в солоді	мкг Se в 1г солоду	% до загального вмісту селену в солоді	мкг Se в 1г солоду	% до загального вмісту селену в солоді
4,1	22,8	1,1	6,4	12,2	67,6	17,4	96,8

На основі фракційного аналізу вмісту селену в селенозбагаченому солоді сої доведено, що селен у рослинному об'єкті більше, ніж на 67 % знаходиться у складі білкової фракції. Це свідчить про трансформацію селену в процесі пророщування насіння. Можна припустити, що селен у солоді міститься в органічно зв'язаній з білками формі, тобто у складі сірковмісних амінокислот.

Для виявлення впливу селену на активність ферментів солоду сої, збагаченого селеном, визначали активність α -, β -амілази та уреаз (табл. 5).

Таблиця 5

Показники активності ферментів пророщеного насіння сої

Зразок	α -амілаза, мг гідролізованого крохмалю/год.	β -амілаза, мг гідролізованого крохмалю/год.	Уреаз, од. рН
Солод сої	11,1 \pm 0,4	21,7 \pm 1,3	2,43 \pm 0,01
Селеновмісний солод сої	13,1 \pm 0,5	18,7 \pm 1,7	2,40 \pm 0,01

Відмічено, що за рахунок збагачення насіння сої селеном підвищується активність α -амілази і знижується активність β -амілази, однак сумарна активність цих ферментів у селеновмісному солоді нижча, порівняно з контролем.

Проведено вибір раціональної технології одержання селеновмісного солоду сої та встанов-

лено оптимальні параметри повітряно-водяного режиму замочування, пророщування насіння та сушіння свіжопрослого солоду. За допомогою методу експериментально-статистичного моделювання отримано таке адекватне рівняння регресії:

$$Y = 39,52 - 44,25X_1 - 0,61X_2 + X_3 - 0,22X_1X_3 + 0,03X_2X_3.$$

Визначено, що оптимальне значення вмісту селену в солоді селеновмісному $Y=17,8$ мкг селену/г сухої маси можна досягти при координатах оптимуму: концентрації селену в розчині для замочування $X_1=1,5$ мкг селену/см³ розчину; температурі замочування $X_2=15,0$ °С; тривалості замочування $X_3=48,0$ год.

На основі отриманих параметрів процесу солодоращення селеновмісного солоду сої побудовано графічну модель у вигляді ізоповерхонь відгуку для оптимального значення вмісту селену в солоді.

У розділі 4 “Дослідження впливу різних носіїв селену на основні процеси у пшеничному тісті та якість хліба” досліджено перебіг біохімічних, мікробіологічних процесів у напівфабрикатах хлібопекарського виробництва з носіями селену, вплив цих збагачувачів на структурно-механічні властивості тіста, кількість у ньому клейковини та її якість.

Встановлено, що всі досліджувані носії селену сприяють збільшенню накопичення редукованих цукрів у тісті, порівняно з контролем. Це зумовлено зміною активної кислотності тіста під впливом носіїв селену, наближенням значень рН до оптимуму дії пшеничних амілаз, а у разі використання селеновмісного солоду сої – внесенням активних амілаз добавки. Так, використання як збагачувача селенозбагаченого солоду призводить до збільшення накопичення мальтози в тісті на 25,7 %, порівняно з контролем.

Внесення в тісто селеновмісного солоду сої впливає й на фракційний склад білкових речовин тіста: дещо збільшується вміст загального білка з одночасним зменшенням частки білків клейковини, але суттєво зростає вміст водорозчинного білка (у тому числі, небілкового азоту і вільних амінокислот) – на 29,2 %. Це пояснюється активним ферментним комплексом пророслого насіння та підвищеною кількістю вільних амінокислот у солоді.

Додавання селеновмісних добавок у напівфабрикати сприяє інтенсифікації газоутворення на 30...33 %, порівняно з контролем. Максимальну газоутворювальну здатність відмічено у зразку тіста з добавкою селеновмісного солоду сої.

Дослідження впливу носіїв селену на активність і здатність до розмноження дріжджів і молочнокислих бактерій проводили загальноприйнятими методами та за допомогою модельних дослідів.

Аналіз результатів культивування дріжджової біомаси на штучному поживному

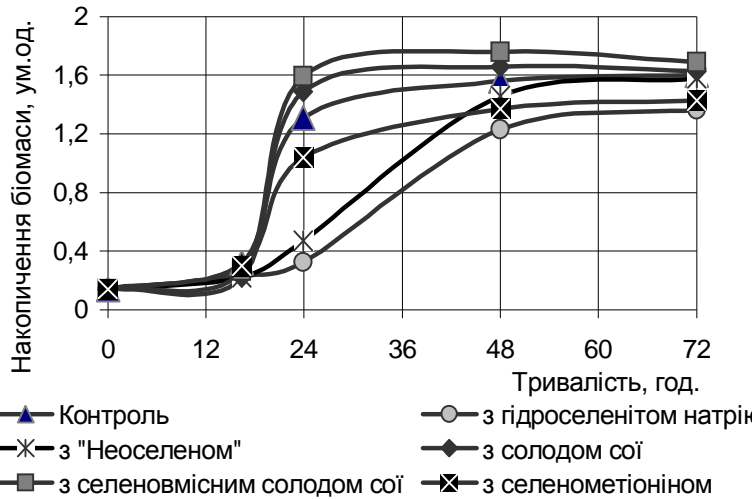


Рис. 1. Вплив різних джерел селену на накопичення біомаси дріжджів

у разі використання селеновмісного солоду сої: мальтазної активності - на 11,5 %, зимазної активності - на 12,3 %, підйомної сили - на 12,0 %.

Досліджували динаміку накопичення біомаси молочнокислих бактерій протягом 120 год. їх культивування на середовищах із різними носіями селену. Інтенсивніше накопичення біомаси відбувалося у варіанті з селеновмісним солодом сої – на 53,8 % більше, порівняно з контролем, що свідчить про доступність для клітин цієї форми селену.

Інтенсифікацію розмноження бродильної мікрофлори в напівфабрикатах з носіями селену підтверджено дослідженнями, які проводили на модельних опарах вологістю 72 % з внесенням чистих культур дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* та молочнокислих бактерій *L. plantarum-30*, *L. fermenti-34*, *L. brevis-1* і *L. casey-26* у формі ліофілізованого препарату "Лактобактерину". Мікроорганізми висівали після 3 год. бродіння опар при 30 °С.

Результати досліджень (табл. 6) дали змогу зробити висновок про доцільність внесення носіїв селену до складу напівфабрикатів хлібопекарського виробництва, що передбачають накопичення біомаси та підвищення активності мікрофлори: пшеничних і житніх заквасок, рідких дріжджів, фази активації пресованих і сухих дріжджів.

Таблиця 6

Мікробіологічні показники модельних опар

Зразок	Дріжджі, (КУО×10 ⁶)/г напівфабрикату	Молочнокислі бактерії, (КУО×10 ⁸)/г напівфабрикату
контроль (без добавок)	128	140
з добавкою:		
- гіроселеніту натрію	103	172
- „Неоселену”	89	193

середовищі з різними носіями селену, що вносили у кількості, адекватній 6 мкг Se/г біомаси, свідчить про інтенсифікацію процесу розмноження клітин з рослинними добавками (рис. 1). Носії селену неорганічної природи незначно пригнічують стан дріжджової мікрофлори, збільшуючи тривалість адаптації клітин до компонентів середовища.

Відмічено покращання ферментативної активності дріжджів

- селенометіоніну	108	164
- селеновмісного солоду сої	238	206
- солоду сої	185	157

Вплив носіїв селену на структурно-механічні властивості тіста пов'язаний передусім з їх впливом на білки клейковини. Неорганічні носії селену та селенометіонін виявляють відновні властивості й тому послаблюють клейковину тіста. Селеновмісний солод сої через високу гідрофільність власних білків сприяє незначному укріпленню клейковини та тіста.

Отримані результати дають змогу прогнозувати поліпшення якості хлібобулочних виробів у разі додавання селену у формі селеновмісного солоду сої.

У розділі 5 „Визначення оптимальних технологічних схем і параметрів збагачення хлібобулочних виробів селеном” наведено результати пробних випікань пшеничного і житньо-пшеничного хліба з досліджуваними носіями селену з використанням відомих технологічних схем приготування тіста. Загальними закономірностями отриманих результатів є покращання якісних показників хліба з добавкою селеновмісного солоду сої і незначне зменшення об'єму формових та відношення Н/D подових зразків – з гідроселенітом натрію та “Неоселеном” порівняно з контролем. Додавання селенометіоніну призводило до появи металевого присмаку м'якушки.

Найкращим збагачувачем хліба селеном визнано селеновмісний солод сої, а спосіб приготування тіста – двофазний з внесенням селеновмісного солоду в першу фазу, що забезпечує триваліше контактування добавки з мікрофлорою напівфабрикатів та покращує якість готових виробів.

Визначали доцільність використання селеновмісного солоду сої у процесі приготування напівфабрикатів хлібопекарського виробництва, технологія яких передбачає накопичення біомаси та підвищення активності бродильної мікрофлори: житні та пшеничні молочнокислі закваски, рідкі дріжджі, фазу активації дріжджів.

У технології пшеничного хліба з використанням КМКЗ солод селеновмісний вносили у виробничому циклі закваски в поживну суміш замість 60 % борошна. У разі дозування КМКЗ у кількості 5 % до маси борошна в тісті кількість селеновмісного солоду сої, внесеного у складі КМКЗ, становила 1,0 % до маси борошна в тісті. Тривалість технологічного циклу приготування закваски визначали за досягненням кінцевого контрольного рівня кислотності напівфабрикату. Відмічено, що для КМКЗ, збагаченої селеновмісним солодом сої, термін дозрівання скорочувався на 30 хв. без погіршення її підйомної сили (табл. 7).

Показники якості концентрованих молочнокислих заквасок

Показники	КМКЗ			
	без добавок (контроль)	з добавкою		
		солоду сої	селеноміс-ного солоду сої	солод сої + гідроселеніт натрію
Вологість, %	72,0	71,5	71,5	72,0
Кінцева кислотність, град.	9,4	9,4	9,4	9,4
Тривалість заквашування, хв.	3,5	3,0	3,0	3,0
Підйомна сила, хв.	25	25	25	25
Вміст селену, мкг/г	0,1	0,1	3,0	3,0

Приготування хліба на традиційних густих опарах з внесенням в опару КМКЗ, збагаченої селеномісним солодом сої, дає змогу отримати продукцію з високими показниками якості та вмістом селену 10...11 мкг/100 г (табл. 8).

Таблиця 8

Показники якості напівфабрикатів і хліба, приготовленого опарним способом з використанням концентрованої молочнокислої закваски

Показники	Без добавок (контроль)	З додаванням		
		солоду сої	селеноміс-ного солоду сої	солод сої + гідроселеніт натрію
Показники якості опар				
Вологість, %	45,0	45,0	45,1	45,1
Кислотність, град.	3,0	3,4	3,4	3,4
Розпливання, %	195	188	188	190
Збільшення питомого об'єму, %	216	222	225	220
Газоутворення, см ³ / 100 г	818	850	865	820
Показники якості тіста				
Розпливання*, %	168,0	165,5	165,0	167,0
Збільшення питомого об'єму*, %	180	185	185	183
Газоутворення*, см ³ / 100 г	395	430	435	435
Показники якості хліба				
Питомий об'єм, см ³ /г	2,87	2,94	2,98	2,90
H/D	0,35	0,39	0,40	0,35
Пористість, %	70,0	75,0	76,0	74,0
Кислотність, град.	2,8	3,0	3,0	3,0
Вміст селену, мкг/100 г	1,4	1,4	11,0	9,3
Покриття добової потреби в селені за рахунок споживання 277 г хліба, %	5,5	5,5	43,5	36,9

* за період бродіння та вистоювання

У рідку житню закваску солод селеновмісний додавали у виробничому циклі у складі поживної суміші. Дозування селеновмісного солоду становило 4,0 % до маси борошна у заквасці, або 1,1 % до маси борошна у тісті. Тривалість дозрівання контрольного напівфабрикату складала 3,5 год., закваски з селеновмісним солодом – 3 год. при температурі 28 °С. Вміст селену у напівфабрикаті збільшувався у 22 рази (табл. 9).

Таблиця 9

Показники якості рідких житніх заквасок

Показники	Закваска	
	без добавок (контроль)	з селеновмісним солодом сої
Вологість, %	72,0	72,5
Тривалість заквашування, хв.	210	180
Кінцева кислотність, град.	9,4	9,4
Вміст селену, мкг/г	0,01	0,22

Оцінка якості готових виробів (рис. 2) показала, що житньо-пшеничний хліб, збагачений селеном за рахунок внесення селенозбагаченого солоду у рідку житню закваску, за показниками якості не тільки не поступається, але й перевершує контрольний зразок за формостійкістю та еластичністю м'якушки.

На основі проведених досліджень розроблено апаратно-технологічну схему приготування збагаченого селеном житньо-пшеничного хліба (рис. 3).

Досліджували можливість збагачення селеном рідких дріжджів. Для цього у виробничому циклі до складу охолодженої заквашеної

заварки додавали селеновмісний солод сої у кількості 1,2 % до маси борошна в тісті, або 50,0 % до маси борошна у рідких дріжджах. Тривалість заквашування збагачених селеном рідких дріжджів скорочувалася на 30 хв., порівняно з контрольним варіантом, що пояснюється підвищеним вмістом у середовищі азотистих речовин та цукрів, внесених із селеновмісною добавкою (табл. 10).

Визначено доцільність внесення селеновмісного солоду сої на стадії активації хлібопекарських дріжджів. Заміна ячмінного солоду на селеновмісний солод сої у кількості 20 % до маси борошна в фазі активації, або 1,0 % до маси борошна у тісті, покращує показники якості дріжджів, зокрема, бродильну активність – на 25,3 % та підйомну силу напівфабрикатів – на 30,0 % (рис. 4).

Технологічний процес у разі використання селеновмісної добавки у фазі активації дріжджів прискорюється за рахунок тривалого контакту бродильної мікрофлори з компонентами рослинного



Рис. 2. Хліб український домашній, виготовлений в умовах хлібокомбінату № 6 м. Києва з використанням рідкої житньої закваски: 1 – контроль (без добавок); 2 – збагаченої селеновмісним солодом сої.

носія селену.

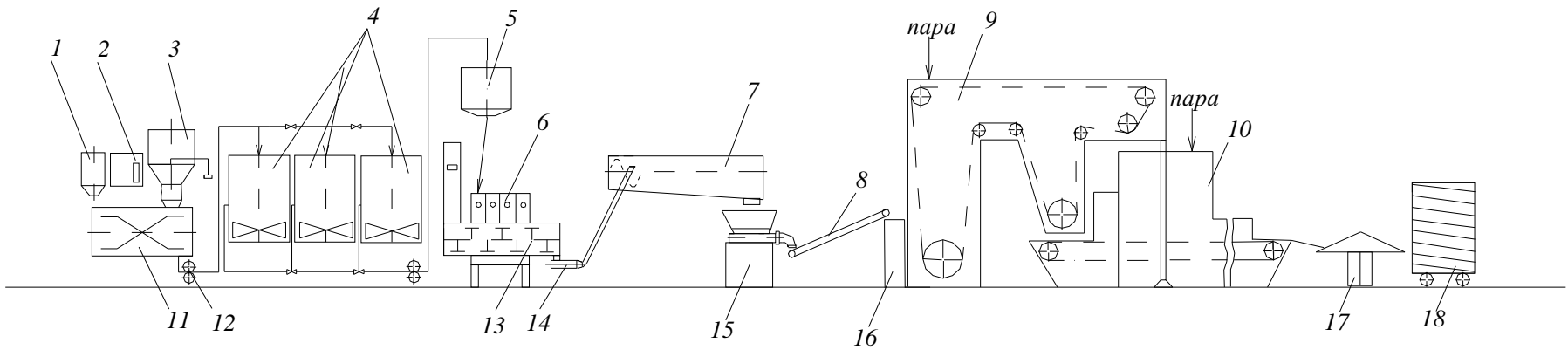


Рис. 3. Апаратурно-технологічна схема виробництва житньо-пшеничного хліба, збагаченого селеном:

1-ємність для селеновмісного солоду; 2-водопідготовчий бачок; 3-автоборошномір; 4-ємності для бродіння закваски; 5-напірна ємність; 6-дозувальна станція; 7-ємність для бродіння тіста; 8-стрічковий транспортер; 9-вистійна шафа; 10-тунельна піч; 11-заварювальна машина; 12-шестеренчастий насос; 13-місильна машина; 14-шнековий насос; 15-тістоподільник; 16- укладальник тістових заготовок; 17-циркуляційний стіл; 18-вагонетка.

Показники якості рідких дріжджів

Показники	Рідкі дріжджі	
	без добавок (контроль)	з добавкою селеновмісного солоду сої
Вологість, %	82,0	82,4
Кінцева кислотність, град.	11	11
Тривалість заквашування, год.	4,0	3,5
Вміст селену, мкг/г	0,06	0,70

Використання селеновмісного солоду сої у процесі активації дріжджів сприяє значному покращанню якісних показників готових виробів (рис. 5).

Доцільність використання селеновмісного солоду сої в процесі активації дріжджів та у складі рідкої житньої закваски при виготовленні житньо-пшеничних сортів хліба апробовано в умовах промислового виробництва.

За результатами досліджень розроблено та затверджено в Укрхлібпромі “Технологічні рекомендації із застосування селеновмісного солоду у виробництві оздоровчих та профілактичних хлібобулочних виробів”.

Аналіз зміни хімічного складу хліба в результаті додавання селеновмісного солоду сої свідчить не лише про збагачення виробів селеном, але й про збільшення в них масової частки білків, жирів, вітамінів групи В і мінеральних елементів: калію, кальцію, фосфору, магнію, заліза. Вживання такого хліба в середньодобовій кількості (277

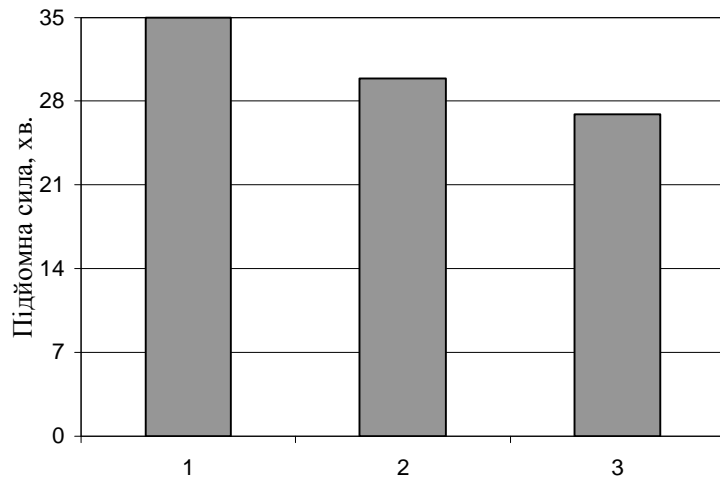


Рис. 4. Підйомна сила хлібопекарських дріжджів, активованих добавками: 1 – солоду ячменю (контроль); 2 – солоду сої; 3 – селеновмісного солоду сої.



Рис. 5. Хліб пшеничний, приготований з використанням дріжджів: 1 – неактивованих; 2 – активованих за рахунок добавки селеновмісного солоду сої.

г/добу) забезпечить 30...50 % добової потреби організму в селені, сприятиме покращанню збалансованості раціону харчування в цілому, що матиме позитивний вплив на стан здоров'я, працездатність і тривалість життя населення України.

ВИСНОВКИ

1. Науково обґрунтовано доцільність та розроблено технологічні основи збагачення хлібобулочних виробів селеном.

2. Розроблено технологію селенозбагаченого солоду насіння злакових і бобових культур, що передбачає:

– замочування вихідного зерна у розчині неорганічної солі селену з концентрацією 1,5 мг селену в 1 дм³ води;

– тривалість замочування – 48 год;

– тривалість пророщування 4...6 діб при температурі 17...18 °С;

– висушування при температурі 50...75 °С до вологості 6...8 %.

3. Експериментально встановлено ступінь акумуляції селену зерною масою – 97 %. Більша частина акумульованого селену (65...68 %) входить до складу внутрішньоклітинної білкової фракції, що гарантує біологічну нешкідливість селеновмісного солоду та високий ступінь збереження селену під час термічного оброблення.

4. Проведено системний порівняльний аналіз впливу різних носіїв селену: неорганічних (гідроселеніт натрію, “Неоселен”) та органічних (селенометіонін, селеновмісний солод сої), – на перебіг мікробіологічних, біохімічних, колоїдних процесів у хлібному тісті, якість готових виробів та вміст у них селену.

Встановлено негативний вплив неорганічних носіїв селену як речовин відновної дії на властивості клейковини пшеничного тіста, об'єм і формостійкість хліба. Внесення селенометіоніну призводить до виникнення металевого присмаку готових виробів внаслідок часткового термічного розкладання цієї синтетичної сполуки. Втрати селену з неорганічних носіїв і селенометіоніну під час випікання складають 12,7 %.

Селенозбагачений солод сої визнано оптимальним носієм селену для збагачення хлібобулочних виробів, оскільки його внесення у тісто сприяє інтенсифікації основних технологічних процесів та отриманню хліба підвищеної якості з вмістом селену, адекватним внесеному з солодом.

5. Науково обґрунтовано і експериментально підтверджено доцільність внесення селеновмісного солоду сої у напівфабрикати хлібопекарського виробництва, технологія яких передбачає накопичення біомаси та підвищення активності бродильної мікрофлори: пшеничні та житні молочнокислі закваски, рідкі дріжджі, фазу активації дріжджів. Визначено дозування збагачувача в кожен з указаних напівфабрикатів для забезпечення вмісту селену 5...12 мкг/100

г готової продукції; визначено оптимальні технологічні режими виготовлення хліба з цими напівфабрикатами.

6. Розроблено та затверджено в Укрхлібпромі “Технологічні рекомендації із застосування селеновмісного солоду у виробництві оздоровчих та профілактичних хлібобулочних виробів”.

7. Затверджено нормативну документацію (ТУ У 15.9-02070938-035-2003) на солод селеновмісний з вмістом селену 15,0...18,0 мкг/г сухої маси.

8. Вживання хліба, збагаченого селеновмісним солодом сої у кількості 1,00...1,75 % до маси борошна, в середньодобовій кількості (за “споживчим кошиком” – 277 г/добу), забезпечить 30...50 % добової потреби організму в селені, що відповідає вимогам нутриціології до збагачення продуктів харчування мікронутрієнтами.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. *Хіврич Б.І., Устинов Ю.В., Антонюк М.М., Стабніков В.П.* Отримання селеновмісних добавок на основі проростків сільськогосподарських рослин // Вісник Рівненського державного технічного університету. – 2002. – Вип.3 (16). – С.99-104.

Особистий внесок здобувача: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

2. *Стабнікова О.В., Устинов Ю.В., Антонюк М.М.* Селеновмісні добавки// Зерно і хліб. – 2002. – №3. – С.28-29.

Особистий внесок: планування та виконання експериментів, отримання та обробка експериментальних даних, участь у обговоренні та узагальненні результатів, підготовка матеріалу до публікації.

3. *Антонюк М.М., Стабніков В.П., Хіврич Б.І., Арсеньєва Л.Ю.* Вибір режиму пророщування зерна для забезпечення накопичення метаболізованого селену // Зберігання та переробка зерна. – 2002. – № 9. – С.52-53.

Особистий внесок здобувача: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

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

Особистий внесок: планування та виконання експериментів, отримання та обробка експериментальних даних, участь у обговоренні та узагальненні результатів, підготовка матеріалу до публікації.

5. *Арсеньєва Л.Ю., Антонюк М.М., Герасименко Л.О., Хіврич Б.І., Доценко В.Ф.* Вплив різних носіїв селену на мікробіологічні процеси в напівфабрикатах хлібопекарського

виробництва // Харчова промисловість. – 2004. – №3. – С.26-27.

Особистий внесок здобувача: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

6. Пат. № 59314 А України, МПК⁷ А21 D 8/04. Спосіб одержання солоду / О.В. Стабнікова, В.М. Іванов, Б.І. Хіврич, М.М. Антонюк - № 20021210623; Заявл. 26.12.2002; Опубл. 15.08.2003; Бюл. № 8.

Особистий внесок здобувача: проведення патентного пошуку при оформленні матеріалів і написання заявки на отримання патенту України.

7. Пат. № 59313 А України, МПК⁷ А21 D 8/04. Спосіб приготування тіста / Л.Ю. Арсеньєва, О.В.Стабнікова, В.М. Іванов, Ю.В. Устинов, М.М. Антонюк, Л.О. Герасименко - № 20021210622; Заявл. 26.12.2002; Опубл. 15.08.2003; Бюл. № 8.

Особистий внесок здобувача: проведення патентного пошуку при оформленні матеріалів і написання заявки на отримання патенту України.

8. Пат. № 62459 А України, МПК⁷ А21 D 8/02. Композиція для збагачення мікронутрієнтного складу хліба / Л.Ю. Арсеньєва, М.М. Антонюк, Л.О. Герасименко - № 2003032649; Заявл. 27.03.2003; Опубл. 15.12.2003; Бюл. № 12.

Особистий внесок здобувача: проведення патентного пошуку при оформленні матеріалів і написання заявки на отримання патенту України.

9. Стабнікова О.В., Аксьонова І.В., Антонюк М.М. Стан забезпечення населення України селеном і заходи профілактики його нестачі // 66-а студентська наукова конференція (18-20 квітня 2000 р.): Тези доповідей. – К.: УДУХТ, 2000. – С.70.

Особистий внесок: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

10. Стабнікова О.В., Аксьонова І.В., Антонюк М.М. Збагачення селеном дріжджової біомаси // 6-а Міжнародна науково-технічна конференція “Проблеми і перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості”. – К.: УДУХТ, 2000. – Ч. I. – С.80-81.

Особистий внесок здобувача: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

11. Стабнікова О.В., Хіврич Б.І., Антонюк М.М. Селеновімісні добавки рослинного походження як перспективний напрям профілактики нестачі селену// 67-а наукова конференція студентів, аспірантів і молодих вчених (24-25 квітня 2001 р.): Матеріали конференції. – К.: УДУХТ, 2001. – С.74.

Особистий внесок: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

12. *Стабнікова О.В.*, Антонюк М.М., Решетняк Л.Р., Стабніков В.П. Вивчення впливу початкової дози селену на вміст метаболізованого селену у зерні пшениці та соняшнику // 7-а Міжнародна наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів “Сучасні методи створення нових технологій та обладнання в харчовій промисловості” (23-25 квітня 2002 р.): Матеріали конференції. – К.: НУХТ, 2002. – Ч. II. – С.66-67.

Особистий внесок здобувача: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

13. *Стабнікова О.В.*, Антонюк М.М. Перспективи застосування селеновмісних проростків насіння зернобобових культур у харчовій промисловості // II-а Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених „Крок у майбутнє” (22-24 травня 2002 р.). – К.: “Політехніка”, 2002. – С.63.

Особистий внесок здобувача: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

14. *Арсеньєва Л.Ю.*, Герасименко Л.О., Антонюк М.М. Вплив мікронутрієнтів на мікробіологічні показники напівфабрикатів хліба // Всеукраїнська науково-практична конференція „Проблеми харчування населення України” (27-28 лютого 2003 р.): Матеріали конференції. – Полтава: “Укоопспілка”, 2003. – С. 167-169.

Особистий внесок: планування та виконання експериментів, отримання та обробка експериментальних даних, участь у обговоренні та узагальненні результатів, підготовка матеріалу до публікації.

15. *Арсеньєва Л.Ю.*, Устинов Ю.В., Антонюк М.М. Збагачення хліба селеном. Пошук ефективних збагачувачів // 69-а наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів “Розроблення, дослідження і створення продуктів функціонального харчування, обладнання та нових технологій для харчової і переробної промисловості” (22-24 квітня 2003 р.): Матеріали конференції. – К.: НУХТ, 2003. – Ч. II. – С.59.

Особистий внесок здобувача: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

16. *Арсеньєва Л.Ю.*, Герасименко Л.О., Антонюк М.М. Збагачення мікронутрієнтного складу хліба композиційною сумішшю // Науково-практична конференція „Харчові добавки, інгредієнти, БАДи: їх властивості і використання у виробництві продуктів і напоїв” (30.06 - 4.07 2003 р., Феодосія): Матеріали конференції. – К.: Товариство “Знання” України, 2003. – С.36-37.

Особистий внесок: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

17. *Арсеньєва Л.Ю.*, Герасименко Л.О., Антонюк М.М. Технологічні аспекти одночас-

ного збагачення хліба йодом та селеном // 70-а наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті” (20-21 квітня 2004 р.): Матеріали конференції. – К.: НУХТ, 2004. – Ч. II. – С.55.

Особистий внесок: обробка та узагальнення експериментальних даних.

18. *Антонюк М.М.,* Арсеньева Л.Ю., Герасименко Л.О. Альтернативні способи активації бродильної мікрофлори у хлібопекарському виробництві // X з'їзд Товариства мікробіологів України (15-17 вересня 2004 р.): Тези доповідей. – Одеса: Астропринт, 2004. – С.29.

Особистий внесок здобувача: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

19. *Антонюк М.М.,* Арсеньева Л.Ю., Герасименко Л.О., Пирог Т.П. Активація бродильної мікрофлори хлібопекарського виробництва з використанням солоду селеновмісного // II-а Всеукраїнська науково-практична конференція “Біотехнологія. Освіта. Наука” (6-8 жовтня 2004 р.): Збірник тез. – Львів: “Львівська політехніка”, 2004. – С.123.

Особистий внесок здобувача: участь в експериментальних дослідженнях та підготовка матеріалів до публікації.

АНОТАЦІЯ

Антонюк М.М. Розробка технологічних основ збагачення хлібобулочних виробів селеном. – 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.

Дисертаційну роботу присвячено науковому обґрунтуванню нестачі селену в раціонах харчування населення України та розробці технологічних основ збагачення хлібобулочних виробів селеном у біологічно безпечній формі.

Досліджено вплив різних носіїв селену на перебіг біохімічних, мікробіологічних процесів і структурно-механічні властивості напівфабрикатів хлібопекарського виробництва. Найперспективнішим збагачувачем обрано селеновмісний солод сої, який містить селен переважно в органічній (зв'язаній з білками) формі. Визначено доцільність збагачення хліба селеном у процесі приготування напівфабрикатів, що передбачають накопичення біомаси та підвищення активності бродильної мікрофлори, а саме: житніх і пшеничних молочнокислих заквасок, рідких дріжджів та фази активації пресованих і сухих дріжджів. Вживання хлібобулочних виробів, збагачених селеновмісним солодом сої, у середньодобовій кількості (277 г) забезпечить покриття 30...50 % добової потреби організму людини в селені.

Ключові слова: селен, гідроселеніт натрію, солодорощення, селеновмісний солод сої,

технологія збагачення хліба.

АННОТАЦИЯ

Антонюк М.Н. Разработка технологических основ обогащения хлебобулочных изделий селеном. – 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 вопросу разработки технологических аспектов обогащения хлебобулочных изделий жизненно необходимым для организма человека микроэлементом селеном в биологически и физиологически безопасной форме.

Исследована возможность получения селенообогащенного солода зерновых (пшеницы, ячменя) и бобовых (сои, гороха, вики) культур в процессе солодоращения, предусматривающего внесение селена на стадии замачивания семян в водных растворах гидроселенита натрия.

Определено, что большая часть селена в растительном объекте входит в состав внутриклеточной белковой фракции – 65...68 % от общего содержания. Отмечено снижение активности некоторых ферментов селенообогащенного солода сои (уреазы и суммарной амилитической активности), а также содержания аскорбиновой кислоты.

Обоснована целесообразность получения селенообогащенного солода при таких технологических режимах: концентрации селена в растворе для замачивания – 1,5 мг/дм³, продолжительности замачивания – 48 часов, продолжительности проращивания – 4...6 суток при температуре 17...18 °С, высушивании при температуре 50...75 °С до влажности 6...8 %. Технология предусматривает получение готового продукта с содержанием селена в количестве 15,0...18,0 мкг/г сухой массы.

На получение селенообогащенного солода и его использование в хлебопекарном производстве разработана нормативно-техническая документация.

Исследована возможность обогащения хлебобулочных изделий за счет использования разных источников селена (гидроселенита натрия, препарата «Неоселен», селенометиона, селенообогащенного солода сои). Установлено положительное влияние добавки селенообогащенного солода сои на протекание биохимических, микробиологических процессов и структурно-механические свойства полуфабрикатов.

Отмечено, что все носители селена при дозировке их 7,3...17,0 мкг Se/ 100 г муки способствуют увеличению накопления мальтозы, редуцирующих и водорастворимых ве-

ществ в результате активации ферментов муки. Наиболее существенное влияние оказывает добавка селенообогащенного солода сои.

Установлена интенсификация протеолитического расщепления белков клейковины и увеличение содержания фракции водорастворимых соединений – на 0,55 %, по сравнению контролем, в процессе автолиза теста с добавкой селенообогащенного солода сои.

На основе изучения динамики роста дрожжевой популяции на питательной среде с добавкой селенообогащенного солода отмечено увеличение накопления биомассы на 12,8 %, по сравнению с контролем. При внесении селенообогащенного солода сои в полуфабрикаты увеличивается мальтазная, зимазная активность и подъемная сила дрожжей.

В процессе культивирования чистых культур молочнокислых бактерий на питательных средах с источником селена в форме селенообогащенного солода увеличивается накопление биомассы на 53,8 %.

На основе полученных результатов показана целесообразность внесения добавки селенообогащенного солода сои в полуфабрикаты, предусматривающие культивирование бродильной микрофлоры: жидкие дрожжи, закваски, фазу активации дрожжей.

В результате проведенных исследований изучено влияние селеносодержащих добавок на показатели технологического процесса приготовления теста, качество хлеба, процесс его черствения и пищевую ценность. Установлено, что использование в качестве обогатителей гидроселенита натрия, препарата «Неоселен», селенометионина приводит к снижению качества полуфабрикатов и хлеба.

Исследовано, что при внесении селенообогащенного солода в пшеничные и ржаные закваски не только увеличивается содержание селена в полуфабрикатах, но и сокращается продолжительность технологического цикла их приготовления. Показано, что добавка селенообогащенного солода позволяет решить проблему селенодефицита без ухудшения показателей качества готовых изделий и существенных изменений технологического процесса тестоприготовления.

Потребление среднесуточного количества хлеба, обогащенного селеном (277 г) обеспечивает покрытие 30...50 % суточной потребности организма человека в селене, что соответствует требованиям нутрициологии к обогащению продуктов питания микронутриентами.

Ключевые слова: селен, гидроселенит натрия, солодоращение, селенообогащенный солод сои, технология обогащения хлеба.

ANNOTATION**Antonyuk M.M. Development of technological basis for enrichment of bread and loaf production with selenium. – Manuscript.**

The thesis for scientific degree of the Candidate of Technical Sciences in specialty 05.18.01 – technology of bread-making products and food concentrates. – National University of Food Technologies of Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2006.

The thesis is devoted to scientific foundation of selenium shortage in food rations of Ukrainian population and development of technological basis for enrichment of bread and loaf production with selenium in biologically safe form.

The impact of various selenium carriers onto biochemistry, microbiological processes and structural-mechanical properties of bread and loaf half-staff production. Soybean malt, containing selenium, was chosen as the most promising malt due to the fact that it contains the selenium mostly in organic (protein coherent) form. It was observed that introduction of the soybean malt, containing selenium, into the dough facilitates accumulation of reductive sugars at 0,71%, comparing with control. The conclusion has been made that bread and loafs production enrichment with selenium is expedient in the process of half-stocks preparation, which envisage biomass accumulation and growth of fermentative micro flora activity, i.e. rye and wheat sour milk ferments, liquid yeast and phase of pressed and dry yeast activation. Use of bread and loaf production, enriched with soybean malt containing selenium, averagely 277 g per day will provide 30...50% of human organism daily need of the selenium.

Key words: selenium, sodium hydroselenit, growing of the malt, soybean malt containing the selenium, technology of bread enrichment.