

І.В. АКСЬОНОВА, аспірант

М.М. АНТОНЮК, асистент

Ю.В. УСТИНОВ, О.В. СТАБНІКОВА, кандидати технічних наук

Національний університет харчових технологій

ВИКОРИСТАННЯ СЕЛЕНОЗБАГАЧЕНИХ ДРІЖДЖІВ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Вивчено можливість використання селенозбагачених дріжджів у хлібопекарській промисловості. Показано необхідність введення цукру в рецептуру тіста і збільшення тривалості розстаювання напівфабрикатів для виготовлення селенозбагачених булочних виробів профілактичного призначення високої якості зі збереженням основних параметрів технологічного процесу.

Изучена возможность использования селенообогащённых дрожжей в хлебопекарной промышленности. Показана необходимость введения сахара в рецептуру теста и увеличения времени расстойки полуфабрикатов с целью получения высококачественных селенообогащённых булочных изделий профилактического назначения с сохранением основных параметров технологического процесса.

Погіршення екологічного стану в Україні призводить до зростання смертності від онкологічних і кардіологічних захворювань, тому нагальною потребою є проведення інтенсивних досліджень для підвищення антиоксидантного захисту організму. Серед природних антиоксидантів особливий інтерес становить селен, що входить у простетичну групу ряду ферментів антиоксидантної дії.

© І.В. Аксьонова, М.М. Антонюк, Ю.В. Устинов, О.В. Стабнікова, 2004

Життєва потреба в селені була встановлена після 1935 року, коли в Китаї, провінції Кешань, внаслідок ендемії, тобто нестачі селену в ґрунті та ґрунтових водах, постраждало майже 40 % населення [3].

На сьогодні селен визнано незамінним мікроелементом. Його оптимальна добова норма споживання становить 50–200 мкг [1]. В окремих випадках він може виконувати функції вітаміну Е, підвищувати вироблення ендогенних антиоксидантів білко-

вої та ліпідної природи, впливати на деякі сторони метаболізму і синтезу в організмі. Ці властивості селену мають суттєве значення для нормального функціонування клітин і враховуються при профілактиці ряду патологічних станів.

Однією з причин дефіциту селену є його недостатнє надходження в організм людей, які проживають на біогеохімічних територіях, де в харчових продуктах, ґрунті та питній воді спостерігається низький рівень цього елемента. Це може бути пов'язано також зі змінами структури харчування.

Вищезазначене свідчить про доцільність дослідження можливості профілактичного використання селеновмісних лікувальних препаратів або харчових продуктів з підвищеним вмістом цього мікроелемента. Існують розробки отримання ферментованих продуктів із застосуванням мікробної біомаси, збагаченої селеном. Так, у Польщі запропоновано технологію виготовлення хлібобулочних пшеничних виробів на основі селенозбагаченої закваски, що складається з молочнокислих бактерій і дріжджів [10]. У Росії в раціонах тварин використовують біомасу кормових дріжджів, що отримані культивуванням на поживних середовищах із додаванням неорганічних форм селену [4]. Використання в харчових і кормових раціонах мікробної біомаси, збагаченої селеном, зумовлено тим, що саме органічні форми селену, зокрема селенометіонін, є найсприятливішим для організмів людей і тварин [6]. В Україні на сьогоднішній подібних технологій немає.

Раніше ми показували можливість збагачення селеном біомаси хлібопекарських дріжджів [8]. Метою даної роботи було встановлення технологічного режиму виготовлення хлібобулочних виробів високої якості при використанні селенозбагачених дріжджів.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження був промисловий штам *Saccharomyces cerevisiae*, що застосовується у виробництві хлібопекарських дріжджів. Культуру вирощували на модифікованому середовищі Рідер [7] з концентрацією селену 0; 2; 5; 10; 12 мкг/мл. Селен додавали безпосередньо перед початком культивування у стерильне поживне середовище у вигляді водного розчину гідроселеніту натрію (NaHSeO_3). Культивування проводили в колбах на качалці (130 хв^{-1}) протягом двох діб при $t = 32^\circ\text{C}$, рН 4,5...5,0. Вирощену біомасу відділяли центрифугуванням. Отриманий осад промивали три рази фізіологічним розчином для видалення адсорбованого на поверхні клітин селену. Кількість селену в біомасі визначали флуориметричним методом з використанням 2,3-діамінонафталіну [11].

Щоб охарактеризувати отриману дріжджову біомасу, визначали такі важливі для хлібопекарського виробництва властивості, як підймальна сила дріжджів, мальтазна і зимазна активності, газоутворювальна здатність. Підймальну силу дріжджів визначали методом кульки, що спливає [6], зимазну і мальтазну активності — газометричним спосо-

бом [6], газоутворення — за допомогою приладу АГ [2]. Хлібобулочні вироби випікали безопарним способом з використанням селенозбагачених дріжджів.

Результати та обговорення. Залежно від кількості внесеного в середовище гідроселеніту натрію (2–12 мкг Se/мл) дріжджова біомаса містила від 64 до 348 мкг селену/г АСР (табл. 1). Дослідження таких важливих для хлібовипікання фізико-хімічних показників отриманих дріжджів, як підймальна сила, ферментативні активності, показало негативний вплив великих концентрацій селену в середовищі (табл. 1). Підвищення його концентрації до 10 і 12 мкг/мл значно погіршувало підймальну силу дріжджів, знижувало ферментативні активності, тоді як при низькому вмісті гідроселеніту натрію хлібопекарські властивості дріжджів зберігалися в межах норми.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники дріжджів, вирощених на середовищі з селенітом натрію

Концентрація селену в середовищі, мкг/мл	Вміст селену в біомасі, мкг/г сухої біомаси	Підймальна сила, хв	Зимазна активність, хв	Мальтазна активність, хв
0	2,3	63	50	62
2	64,2	63	50	70
5	150,0	80	66	94
10	303,0	161	90	160
12	348,0	280	105	202

Отже, щоб зберегти технологічні параметри процесу виготовлення хліба, треба застосовувати дріжджі, вирощені при концентраціях селену в середовищі, не вищих за 5 мкг/мл.

У подальших дослідженнях ми використовували дріжджі, які вирощені на середовищі з додаванням гідроселеніту натрію в концентрації 2 мкг селену/мл і містять 64 мкг селену/г сухої біомаси (зразок 1) та вирощені при 5 мкг/мл селену, містять 150 мкг селену/г сухої біомаси (зразок 2). Дослідні варіанти порівнювали з контрольним, який вирощений без додавання селену.

Аналіз впливу селену на газоутворювальну здатність дріжджів (рис. 1) показав, що максимальна різниця між контрольним варіантом та зразком 2 (дріжджі з вмістом 150 мкг селену/г сухої біомаси) була на 180-й хвилині і становила 80 мл газу, тоді як наприкінці експерименту на 280-й хвилині різниця була лише 6 мл. Тобто на п'яту годину бродіння кількості утвореного діоксиду вуглецю вирівнюються, що особливо важливо при виготовленні хлібобулочних виробів. Газоутворювальна здатність зразка 1 (дріжджі містили 64 мкг селену/г сухої біомаси) майже не відрізнялась від контрольного.

Аналіз змінення швидкості газоутворення досліджуваних дріжджів (рис. 2) показав, що у контролі, так само, як і у зразку 1, характер процесу підкоряється класичній залежності, тоді як у зразку 2

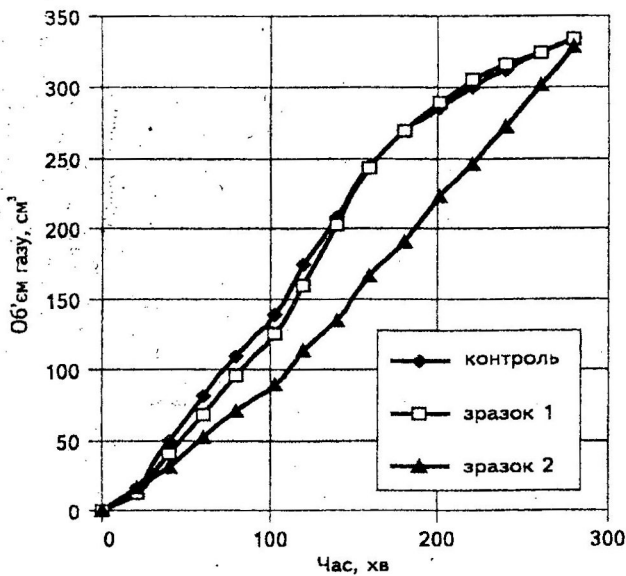


Рис. 1. Газоутворення селенозбагачених дріжджів

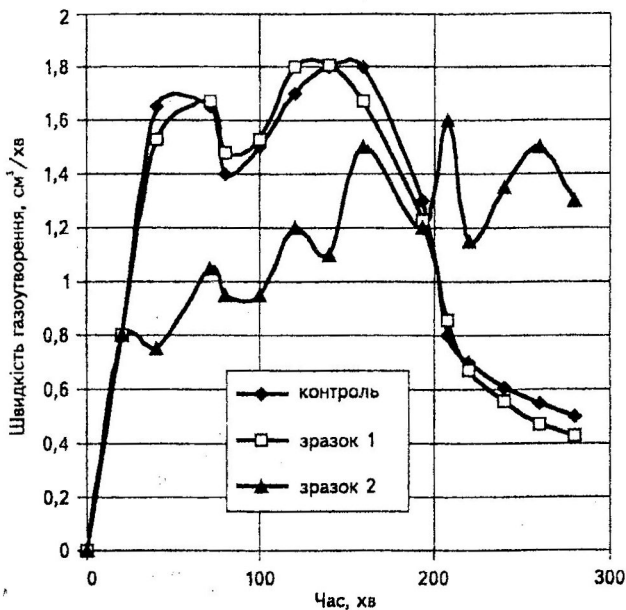


Рис. 2. Швидкість газоутворення селенозбагачених дріжджів

зміна швидкості мала зовсім інший характер. Швидкість газоутворення при цьому змінювалась стрибкоподібно, що дає змогу зробити припущення про фазоспецифічне інгібування процесу газовиділення наявністю селену.

Для випікання хлібних виробів використовували пресовані дріжджі, що містили 64 мкг селену/г сухої біомаси (зразок 1) та 150 мкг/г (зразок 2). Їх додавали у кількості 3 % до маси борошна під час замішування тіста. Окрім дріжджів, у тісто також вносили, % до маси борошна: борошно — 100, сіль — 1,5. Хлібні вироби були виготовлені подовим способом масою 100 г. На початку дослідів випечено хліб з тіста з однаковою тривалістю розстою-

вання — 60 хв. В зразках 1 і 2 були підриви та значно понижене порівняно з контрольним значення питомого об'єму (табл. 2), що негативно відображається на якості виробів. Це свідчить про необхідність збільшення тривалості розстоювання для зразків 1 та 2 або додавання в тісто цукру для поліпшення газоутворення дріжджів.

Таблиця 2

Вплив тривалості розстоювання на показники якості селенозбагачених напівфабрикатів і булочних виробів

Показник	Контроль (дріжджі без додавання селену)	Зразок 1 (дріжджі містять 64 мкг селену/г сухої біомаси)	Зразок 2 (дріжджі містять 150 мкг селену/г сухої біомаси)
Тісто			
Вологість, %	36,0	36,0	36,0
Кислотність, град:			
початкова	3,2	3,0	3,0
через 1,5 год	3,5	3,2	3,2
через 2,5 год	3,6	3,8	3,8
Діаметр кульки після 2,5 год вистоювання, % до початкового	152,0	122,0	119,0
Тривалість розстоювання, хв	60,0	60,0	65,0
Хліб			
Питомий об'єм, см³/100 г	238,0	200,0	235,0
Відношення Н/Д*	0,42	0,38	0,44

Примітка: Н/Д* — відношення висоти (Н) до діаметра (Д) виробу.

При виготовленні селенозбагаченого хліба зі збільшенням тривалості розстоювання спостерігалось підвищення якості отриманих виробів. В зразках 1 і 2 підвищилось значення питомого об'єму, поліпшився зовнішній вигляд виробів (табл. 2).

Було виготовлено булочки, що відрізнялись від попередніх додаванням у тісто маргарину і цукру. При цьому також використовували дріжджі, що містили 64 мкг селену/г сухої біомаси (зразок 1) та 150 мкг/г (зразок 2). Дріжджі додавали у кількості 3 % до маси борошна під час замішування тіста. Рецептūra тіста, % до маси борошна: борошно — 100,0, сіль — 1,5, вода — 48,0, цукор — 9,0, маргарин — 5,0. Результати аналізу напівфабрикатів і готових булочних виробів наведено в табл. 3.

У дослідних варіантах кислота накопичується інтенсивніше порівняно з контрольним. Аналіз змінення величини розпливання кульки тіста показав, що в разі додавання в тісто селенозбагачених дріжджів цей показник поліпшується: в контрольному варіанті діаметр кульки після 2,5 год вистоювання був 140 % до початкового, тоді як у зразка 2 — лише 119 %. Це дає можливість зробити припущення, що

Таблиця 3

Вплив цукру і жирів на показники якості селенозбагачених напівфабрикатів і булочних виробів

Показник	Контроль (дріжджі без додавання селену)	Зразок 1 (дріжджі містять 64 мкг селену/г сухої біомаси)	Зразок 2 (дріжджі містять 150 мкг селену/г сухої біомаси)
Тісто			
Вологість, %	36,0	36,0	36,0
Кислотність, град:			
початкова	2,8	2,9	2,9
через 1,5 год	3,0	3,2	3,2
через 2,5 год	3,2	3,6	3,6
Тривалість розстоювання, хв	57,0	67,0	70,0
Діаметр кульки тіста після 2,5 год вистоювання, % до початкового	140,0	124,0	119,0
Хліб			
Питомий об'єм, см ³ /100 г	280,0	270,0	263,0
Відношення Н/Д	0,61	0,62	0,58
Колір м'якушки	Слабовжовтий		
Пористість	Тонкостінна, рівномірна		

Примітка: вміст цукру — 9,0 (% до маси борошна) та маргарину — 5,0 (% до маси борошна).

додавання в тісто селенозбагачених дріжджів сприяє зміцненню його клейковинного каркасу і це може бути застосовано при виробленні булочних виробів із тіста зі слабкою клейковиною. Завдяки додаванню в тісто цукру питомий об'єм його збільшується як у контрольному, так і в дослідних зразках.

Органолептичний аналіз виробів виявив, що булочки, виготовлені з використанням селенозбагачених дріжджів, майже не відрізняються від контролю. Зразки 1 і 2, так само як і в контрольному варіанті, мали дрібну рівномірну тонкостінну пористість, м'яку еластичну м'якушку злегка жовтого кольору. За смаком вироби між собою не різнилися. Булочка масою 100 г залежно від обраних дріжджів містила 35–81 мкг селену, що становить від 35 до 80 % добової потреби.

Висновки.

1. Показано можливість застосування дріжджів з підвищеним вмістом селену в хлібопекарному виробництві для випікання високоякісних булочних виробів профілактичного призначення.

2. Рекомендовано застосування селенозбагачених дріжджів, що вирощені на середовищі з додаванням селену у концентраціях від 2 до 5 мкг/мл.

3. Для виготовлення булочних виробів високої якості потрібно ввести в рецептуру тіста цукор і маргарин, а також збільшити тривалість розстоювання.

4. У разі додавання селенозбагачених дріжджів у тісто зі слабкою клейковиною якість хлібобулочних виробів підвищується.

5. Процес приготування селенозбагачених булочних виробів не потребує ускладнення апаратурної схеми технологічного процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гореликова Г.А., Маюрникова Л.А., Позняковский В.М. Нутрицевтик селен: недостаточность в питании, меры профилактики // Гигиена питания. — 1997. — С. 18–21.
2. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. — К.: Руслана, 1998. — 580 с.
3. Ермаков В.В., Ковальский В.В. Биологическое значение селена. — М.: Наука, 1974. — 220 с.
4. Исследование резистентности дрожжей рода *Candida* к соединениям селена / Т.С. Жильцова, М.В. Шагова, Н.Б. Градова, Н.А. Голубкина // Прикладная биохимия и микробиология. — 1996. — Т. 32, № 5. — С. 567–570.
5. Кактурский Л.В., Строчкова Л.С., Истомина А.А. Гипоселенезы // Архив патологий. — 1990. — Т. 52, № 12. — С. 3–7.
6. Производство хлебопекарных дрожжей / Н.М. Семихатова, М.Ф. Лозенко, В.И. Буканова и др. — М.: Пищ. пром-сть, 1978. — 190 с.
7. Слюсаренко Т.П. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых производств. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. — 185 с.
8. Вплив селену на ріст та властивості хлібопекарських дріжджів / О.В. Стабнікова, І.В. Аксенова, В.П. Стабніков, Ю.В. Устинов // Наук. пр. НУХТ (у друку).
9. Сучков Б.П. Гигиеническое значение селена как микроэлемент: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук / УДМУ. — К.: 1981. — 46 с.
10. Diowks A., Pakowski P., Ambroziak W., Wlodarchic M. Selenium supplemented plant and bacteria-yeast biomass as the potential source of selenium supplementation in food processing // Conference "Bioavailability 97". — Wageningen the Netherlands, 1997.
11. Standard methods for examination of water and wastewater, 18th edition // American public health association. — 1992. — P. 3–90.

Одержана редколлегією 20.09.01 р.