

Хіврич Б.І., Устинов Ю.В., Антонюк М.М., Стабніков В.П. Отримання селеновмісних добавок на основі проростків сільськогосподарських рослин // Вісник РДТУ. – 2002. – випуск 3 (16). – С.99-104.

ОТРИМАННЯ СЕЛЕНОВМІСНИХ ДОБАВОК НА ОСНОВІ ПРОРОСТКІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Досліджено отримання селенозбагачених добавок рослинного походження та використання їх у виробництві хлібобулочних виробів. Показана можливість накопичення селену зерном злакових та бобових культур при замочуванні у водних розчинах гідроселеніту натрію. Встановлено, що основна акумуляція селену зернобобовими культурами при дозі селену 20 – 100 мкг/г зерна майже повністю відбувається за першу добу.

Селен (Se) – необхідний ультрамікроелемент. Добова потреба споживання його для людини становить 200 мкг [1]. Селен входить в активний центр ферменту глутатіонпероксидази, захищає вітамін Е та ліпіди від окислювального руйнування, попереджує утворення надлишкової кількості вільних радикалів та канцерогенного малональдегіду, має радіопротекторні властивості [3]. Нестача цього мікроелементу в харчовому раціоні людини може призвести до виникнення та розвитку різноманітних захворювань, серед яких порушення обміну речовин, зниження імунітету, бронхіальна астма, малокрів'я, цукровий діабет та ін. [1].

Людський організм може отримувати селен в різних хімічних формах, однак найкраще засвоюються його органічні сполуки у вигляді селенометіоніну і селеноцистеїну, які є аналогами сірковмісних амінокислот [3]. В продуктах рослинного походження переважно більшість складають саме органічні форми цього мікроелементу [5].

Кількість селену в раціонах харчування населення різних географічних областей залежить від його вмісту в ґрунтах регіонів. На Україні особливий ризик нестачі селену припадає на Полісся, Запоріжжя та Чернівецьку область [6]. Ґрунти півночі та північного-заходу кислі, сильно зволожені з низьким рівнем доступного для рослин селену. На Поліссі дефіцит цього мікроелементу загострюється несприятливим радіаційним станом. Профілактика нестачі селену в Україні є надзвичайно важливою для мешканців цих регіонів.

Одним із можливих шляхів запобігання дефіциту селену в раціонах харчування населення є створення продуктів із підвищеним вмістом цього мікроелементу.

Досліджувалася можливість акумуляції селену зернобобовими культурами та отримання селеновмісних біологічно-активних добавок на основі пророщеного зерна з метою їх подальшого застосування при виготовленні продуктів харчування, зокрема хлібобулочних виробів.

Матеріали та методи

Об'єктами досліджень слугувало насіння сої, пшениці, ячменю, чечевиці та віки. Дослідні зразки масою 5 г замочували у водному розчині гідроселеніту натрію (NaHSeO_3) з різним вмістом селену – 20, 50, 100 мкг селену/г вихідного зерна. Ступінь акумуляції селену насінням визначали через 24 та 48 годин його замочування по зниженню концентрації селену в водному розчині. Вміст накопиченого селену розраховували на суху масу зерна.

Кількість селену у водних розчинах визначали флуориметричним методом, який є специфічним для визначення селенітів [7]. Селеніт при рН 1,5 - 2,0 реагує з 2,3-діамінонафталіном, утворюючи яскраво забарвлений комплекс піазоселенол, який екстрагується з розчину циклогексаном. Визначення селену проводили на флуориметрі “Turner” у кварцевій кюветі об'ємом 3 см³ при довжині хвилі збуджуючого світла 369 нм і довжині хвилі емісії 525 нм. Концентрацію Se розраховували за допомогою калібрувального графіку, коефіцієнт кореляції якого дорівнював 0,99. Масову частку вологи в зерні визначали за методом висушування наважки до постійної маси [2].

Пророщене насіння промивали і висушували до вологості 8 - 10%. Рослинні добавки виготовляли із проростків або з самих ростків. Подрібнену до порошкоподібного стану рослинну біомасу використовували як добавку при виготовленні хлібобулочних виробів.

Випічка хлібобулочних виробів проводилася безопарним способом із використанням селенозбагачених рослинних добавок із проростків сої та пшениці. Аналіз якості напівфабрикатів та готових виробів проводився загальноприйнятими способами [2].

Результати та обговорення

Досліджували процес акумуляції селену насінням бобових (сої, гороху, чечевиці, віки) та злакових (пшениці, ячменю) культур при їх замочуванні при кімнатній температурі у водних розчинах (4 см³ на 1 г зерна) селену. Кількість внесеного у розчини селену була 20, 50 та 100 мкг/г зерна. Вихідна вологість зерна становила 12 – 14%. В процесі замочування вологість рослинної біомаси насіння бобових та злакових зростала, досягаючи, %: на першу добу 52±2 і 48±2, на другу добу - 59±4 і 50±3 відповідно. Зміни відносного вмісту вологи в насінні зернобобових за 24 та 48 годин замочування наведені в табл 1.

Таблиця 1

Відносний вміст вологи в зернобобових культурах при замочуванні їх у розчинах селену через 24 і 48 годин

Зерно-бобові	Початкова доза селену, мкг/г вихідного зерна		
	20	50	100
ові			

культури	24 год	48 год	24 год	48 год	24 год	48 год
Соя	2,4	2,6	2,3	2,4	2,2	2,5
Горох	2,0	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0
Пшениця	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5
Ячмінь	1,6	1,7	1,5	1,6	1,5	1,6
Чечевиця	2,6	-	2,5	-	2,4	-
Віка	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8

Кількість поглиненої вологи в рослинній біомасі для всіх зернобобових практично залишалася незмінною при досліджуваних рівнях вмісту селену у вихідному розчині через 24 і 48 годин замочування. Однак, спостерігалися деякі відмінності в кількості накопичення вологи для різних досліджувальних культур. Так, наприклад, середня вага зволоженого набухлого насіння на 24 годину при різних концентраціях селену складала, г: для сої $2,3 \pm 0,1$; гороху – $2,0 \pm 0,0$; пшениці – $1,4 \pm 0,0$; ячменю – $1,6 \pm 0,0$; чечевиці – $2,5 \pm 0,1$; віки – $1,8 \pm 0,0$ (табл. 2).

Таблиця 2

Середній вміст вологи в рослинній біомасі при різних концентраціях селену, г/г вихідного зерна*

Зернобобові культури	Час пророщування, год		$t_{\text{розрах.}} < t_{\text{табл}}$
	24	48	
Соя	$2,3 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$	$1,95 < 2,78$
Горох	$2,0 \pm 0,0$	$2,0 \pm 0,0$	$0,79 < 2,78$
Пшениця	$1,4 \pm 0,0$	$1,5 \pm 0,0$	$1,32 < 2,78$
Ячмінь	$1,6 \pm 0,0$	$1,6 \pm 0,0$	$1,51 < 2,78$
Чечевиця	$2,6 \pm 0,1$	Н/в	Н/в
Віка	$1,8 \pm 0,0$	$1,8 \pm 0,0$	$0,48 < 2,78$

*Примітка: приведені середні значення \pm похибка середнього арифметичного.

Основне накопичення вологи насінням із селеновмісних розчинів відбувається за першу добу. Якщо прийняти середню вагу насіння, що замочувалося протягом 24 годин за 100%, то її збільшення за другу добу становило: для сої 7,8; гороху 1,5; пшениці 4,9; ячменю 5,2; віки 1,7% (табл. 2). Незначимість розбіжностей у відносній вазі вологи рослинної біомаси, отриманої на першу та другу добу замочування, показана статистично. Порівняння проводили за розрахунковим критерієм Стьюдента. Табличне його значення становило $t_{\text{табл.}} = 2,78$ [4].

Кількість селену в замоченому насінні залежно від його початкової дози та строку замочування коливалась в межах 16,5 - 125,6 мкг Se/г абсолютно сухої рослинної біомаси (АСР), що наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Вміст селену у біомасі зернобобових культур, мкг/г АСР*

Зерно- бобові культури	Початкова доза селену, мкг/г вихідного зерна					
	20		50		100	
	24 год	48 год	24 год	48 год	24 год	48 год
Соя	21,5	22,7	52,4	62,5	106,2	125,6
Горох	22,3	16,5	50,8	8,9	107,3	81,6
Пшениця	20,2	19,4	49,3	54,5	108,8	115,5
Ячмінь	20,3	18,9	48,4	50,6	102,9	106,4
Чечевиця	22,7	-	55,4	-	110,8	-
Віка	21,1	20,7	49,1	53,3	108,0	-
$X \pm S_i$	21,4± 1,0	19,7± 2,2	50,9± 2,6	52,0± 8,5	107,4± 2,6	107,3± 18,8
Коефіцієнт варіації, V	4,8	11,5	5,2	16,3	2,5	17,5

*Примітка: $X \pm S_i$ - середнє арифметичне значення \pm похибка середнього арифметичного для вмісту селену в біомасі всіх досліджувальних культур при означених режимах.

Вміст селену в рослинній біомасі всіх досліджувальних культур при однотипному режимі замочування практично залишався постійним, що доведено розрахунком коефіцієнта варіації $V = S_i/X$ (табл. 3). Однак, відносно вище накопичення селену відмічено для насіння сої, яке становило при строку замочування – 48 годин і початковій дозі селену 100 мкг/ г - 125,6 мкг Se/ г АСР, тоді як у замоченому зерні злакових його концентрація не перевищувала 115,5 мкг Se/г АСР (табл.3).

Таким чином, всі зернобобові характеризуються практично однаковим вмістом селену при обраному режимі замочування. Однак, соя і горох поглинають більше вологи, а разом з тим і більшу кількість селену, тому саме ці культури можна рекомендувати для подальшого використання при отриманні селенозбагачених харчових добавок.

Ступінь акумуляції селену зерном визначали по зменшенні його вмісту у водному розчині у перерахунку на грам абсолютно сухої маси. Відмічена позитивна кореляція між вмістом селену в замочуваній біомасі і його концентрацією в розчині (рис. 1).

Рис.1 Накопичення селену різними сільськогосподарськими культурами на другу добу замочування.

При пророщуванні протягом 5-7 діб при початковій дозі селену 50 мкг/ г замочуваного зерна, вміст Se в біомасі сої та пшениці становив 52,4 та 49,3 мкг/г відповідно. Рослинні домішки виготовляли з солоду дослідних культур. Булочки масою 100 г випікали безопарним способом за рецептурою, % до маси борошна: борошно 100,0; дріжджі – 3,0; сіль – 1,5; вода – 52,5. Рослинні домішки з пророщеного насіння сої (зразок 1) та пшениці (зразок 2) у вигляді сухих порошоків вносились при замісі тіста у кількості 1% до маси борошна.

При проведенні аналізу виробів виявлено, що булочки, виготовлені з використанням селенозбагачених рослинних домішок, майже не відрізняються від контролю (табл.4).

Таблиця 4

Показники якості селенозбагачених напівфабрикатів			
Показники	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Тісто			
Вологість, %	38,0	38,0	38,1
Кислотність, град:			
Початкова	3,2	3,1	3,1
Через 1,5 години	3,4	3,2	3,2
Через 2,5 години	3,6	3,8	3,8
Тривалість вистоювання, хв	52	57	56
Діаметр кульки після 2,5 годин вистоювання, % до початкового	150	126	122
Хліб			
Питомий об'єм, см ³ /100 г	254	250	238
Формостійкість, Н/Д	0,5	0,5	0,47

В дослідних зразках незначно збільшувалося кислотонакопичення та зменшувалося розпливання тіста. Зразки 1 та 2, так само як і контрольний варіант, мали мілку рівномірну тонкостінну пористість, м'яку еластичну м'якушку злегка

жовтого кольору. Булочки з селенозбагаченою домішкою пшениці мали специфічний приємний запах та освіжаючий присмак. Хлібобулочні дістичні вироби масою 100 г містили 32 - 35 мкг селену, що складає 16,0 - 17,5% від добової потреби людини в цьому мікроелементі.

Таким чином, можна вважати перспективним застосування селенозбагачених рослинних домішок, виготовлених із проростків, для хлібопекарного виробництва.

Висновки.

1. Відносна кількість вологи, поглиненої рослинною біомасою, для всіх зернобобових культур практично залишалася незмінною при досліджуваних рівнях вмісту селену в вихідному розчині.
2. Основне накопичення вологи та акумуляція селену насінням бобових і злакових культур із селеновмісних розчинів при дозі селену 20 – 100 мкг/г зерна відбувається за першу добу.
3. Відмічена позитивна кореляція між вмістом селену в замочуваній біомасі і його концентрацією в розчині.
4. Показана можливість виробництва булочних виробів дістичного призначення з селеновмісними рослинними добавками.

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.И. 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. Мальцев П.М., Емельянова Н.А. Основы научных исследований. – К.: Вища школа, 1982. – 191с.
5. Селен. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. – Вып. 58. – 1989. – 260 с.
6. Сучков Б.П. Гигиеническое значение селена как микроэлемента: Автореф. дисс. на соискание учен. степени д-ра мед. наук.- К.:1981.- 46 с.
7. Standart methods for examination of water and wastewater, 18th edition. //American public health association. – 1992. – P. 3-90.