

2. Доведено здатність сировини з гарбуза виконувати вологоутримуючу, стабілізуючу, структуруючу та емульгуючу дії в молочно-овочевих системах, які забезпечують формування комплексу стандартизованих фізико-хімічних і мікробіологічних показників, а також оригінальних органолептичних характеристик морозива молочного.

Отримані результати досліджень сприятимуть розширенню теоретичних та практичних рішень в технологіях харчових дисперсних систем з комбінованим складом сировини та з підвищеним вмістом вологи на основі натуральної сировини.

**Перспективи подальших досліджень.** Доведення ефективності стабілізації овочевою сировиною структури морозива є лише першим кроком для вивчення механізму структуроутворення заморожених дисперсних систем протягом технологічного циклу їх виробництва та в процесі зберігання. В подальшому авторами заплановано дослідити можливість формування структури морозива шляхом заморожування попередньо збитої суміші. Що дозволить виготовляти даний продукт без застосування спеціалізованого обладнання.

#### Література

1. Типова технологічна інструкція з виробництва морозива молочного, вершкового, пломбіру; плодово-ягідного, ароматичного, щербету, льоду; морозива з комбінованим складом сировини : ТТІ 31748658–1–2007. – [Чинна від 2008–01–01]. – К. : Асоціація українських виробників «Українське морозиво та заморожені продукти», 2007. – 100 с.

2. Консервы и концентраты для детского питания / [Дмитриева Е. Т., Евстигнеев Г. М., Марх З. А. и др.]; под ред. А. Н. Самсоновой. – М. : Агропромиздат, 1985. – 246 с.

3. Садыгов К. Д. Использование и переработка тыквы / [Садыгов К. Д., Дажикаев Ю. М., Сарыев Э. Г., Остапчук Н. В.]. – Одесса, 1993. – 90 с.

4. Згурський А. В. Перерозподіл пектинових речовин в овочевій сировині при виробництві морозива / А. В. Згурський, Г. Є. Поліщук, І. О. Крапивницька // Харчова промисловість. – 2011. – № 10. – С. 50–55.

5. Василенко З. В. Плодоовощные пюре в производстве продуктов / З. В. Василенко, В. С. Баранов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 125 с.

6. Flores A. Ice Crystal Size Distributions in Dynamically Frozen Model Solutions and Ice Cream as Affected by Stabilizers / Aaron Flores, Douglas Goff // Journal of Dairy Science. – 1999. – Vol. 82, № 7. – P. 1399–1407.

7. Справочник по производству мороженого / [Оленев Ю. А., Творогова А. А., Казакова Н. В., Соловьева Л. Н.]. – М. : ДеЛи Принт, 2004. – 798 с.

8. Marshall R. T. Ice Cream / Marshall R. T., Goff H. D., Hartel R. W. – [6<sup>th</sup> Edn.] – N. Y.: Kluwer Academic, 2003. – 371 p.

*Стаття надійшла до редакції 2.03.2015*

УДК 602. 4: 579.864: 546.23

**Капрельянц Л. В.**, д.т.н., проф, **Трегуб Н. С.**, аспірант<sup>©</sup>

E-mail: natashenka.tregub@mail.ru

*Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна*

#### **ЗМІНА ПОКАЗНИКІВ КІНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАКОПИЧЕННЯ БІОМАСИ *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* ТА *BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM* ПРИ КУЛЬТИВУВАННІ НА СЕЛЕНОВМІСНИХ СЕРЕДОВИЩАХ**

*У статті наведено дані щодо позитивного впливу есенціального мікроелементу Селену на організм людини. Описано причини дефіциту надходження мікроелементу Селену до організму людини. Охарактеризовано здатність пробіотичних мікроорганізмів накопичувати неорганічні форми Селену*

© Капрельянц Л. В., Трегуб Н. С., 2015

(селеніти, селенати), перетворюючи їх в органічні. Отримано результати впливу різних концентрацій селеніту натрію на приріст біомаси *Lactobacillus acidophilus* на середовищі MRS та *Bifidobacterium bifidum* на середовищі з додаванням соєвого екстракту. В ході роботи було визначено показники оптичної щільності культури *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium bifidum* при культивуванні на середовищах з різними концентраціями селеніту натрію. За отриманими даними визначено питому швидкість росту та тривалість генерації культур *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium bifidum*. Визначено оптимальні концентрації селеніту натрію для культивування мікроорганізмів, а також концентрації селеніту натрію, котрі викликають пригнічення росту біомаси мікроорганізмів.

**Ключові слова:** селеніт натрію, есенціальний мікроелемент, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, тривалість генерації, питома швидкість росту, біомаса, пробіотичні культури, інокуляція

УДК 602. 4: 579.864: 546.23

**Капрельянц Л. В.**, д.т.н., проф, **Трегуб Н. С.**, аспірант  
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина

### ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАКОПЛЕНИЯ БИОМАССЫ *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* И *BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА СЕЛЕНОСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ

В статье приведены данные касающиеся положительного влияния эссенциального микроэлемента Селена на организм человека. Описаны причины дефицита поступления микроэлемента Селена в организм человека. Охарактеризована способность пробиотических микроорганизмов накапливать неорганические формы селена (селениты, селенаты), превращая их в органические. Получены результаты воздействия различных концентраций селенита натрия на прирост биомассы *Lactobacillus acidophilus* на среде MRS и *Bifidobacterium bifidum* на среде с добавлением соевого экстракта. В ходе работы были определены показатели оптической плотности культуры *Lactobacillus acidophilus* и *Bifidobacterium bifidum* при культивировании на средах с различными концентрациями селенита натрия. По полученным данным определено удельную скорость роста и продолжительность генерации культур *Lactobacillus acidophilus* и *Bifidobacterium bifidum*. Определены оптимальные концентрации селенита натрия для культивирования микроорганизмов, а также концентрации селенита натрия, которые вызывают угнетение роста биомассы микроорганизмов.

**Ключевые слова:** селенит натрия, эссенциальный микроэлемент, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, продолжительность генерации, удельная скорость роста, биомасса, пробиотические культуры, инокуляция

UDC 602. 4: 579.864: 546.23

**Kaprelyants L., Tregub N.**, graduate student  
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine

### CHANGE IN THE KINETIC PARAMETERS OF BIOMASS ACCUMULATION *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* AND *BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM* DURING ITS CULTIVATION ON THE SELENIUM CONTAINING MEDIUMS

The article presents data on the positive impact of essential microelement selenium on the human body. The reasons which lets to deficite consumption of selenium microelement by human body has been described. It was characterized the ability to

*accumulate inorganic forms of selenium (selenites, selenates) by probiotic microorganisms and turning its into organic forms. The results which describes impact of different concentrations sodium selenite into the biomass growth of Lactobacillus acidophilus (MRS broth) and Bifidobacterium bifidum (on the medium with addition soya extract) has been obtained. During experimental work the values of optical density biomass cultures of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium bifidum during the cultivation on the mediums with addition of various concentrations of selenite sodium were obtained. The obtained data defined specific growth rate and the duration of generation of Lactobacillus acidophilus culture and Bifidobacterium bifidum culture. The optimum concentrations of sodium selenite for cultivation microorganisms and concentrations of sodium selenite which causes inhibition of biomass growth were defined.*

**Key words:** *sodium selenite, essential microelement, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium bifidum, duration of generation, specific growth rate, biomass, probiotic cultures, inoculation*

**Вступ.** Здоров'я людини значною мірою визначається її харчовим статусом, тобто ступенем забезпеченості організму енергією і цілим рядом харчових речовин (нутриєнтів), котрі необхідні для задоволення пластичних і енергетичних потреб організму. Любе відхилення від формули збалансованого харчування веде до порушення функцій організму, а також до якісної і кількісної зміни нормальної мікробіоти шлунково-кишкового тракту людини [1]. Особливу тривогу викликає недостатнє надходження важливих для організму мікроелементів. Одним із таких є есенціальний мікроелемент селен котрий, до того ж, характеризується низкою властивостей, що забезпечують нормальне функціонування всіх систем нашого організму.

Селен – есенціальний мікроелемент – незамінний у харчуванні. Селен здатний заміщати сірку у сірковмісних амінокислотах з утворенням селеноамінокислот. В усіх відомих Se-вмісних ферментах Селен присутній у формі селеноцистеїну. Дефіцит мікроелемента може викликати порушення клітинної цілісності, зміни метаболізму тиреоїдних гормонів, посилення токсичної дії важких металів, підвищення концентрації глутатіону в плазмі [4].

Сьогодні у багатьох країнах світу, зокрема Україні, Білорусії, Фінляндії, Швеції, Китаї існує серйозна проблема дефіциту мікроелементу селену. Важливою причиною дефіциту селену є його недостатнє надходження до організму людей, котрі живуть на території біогеохімічних провінцій, де в продуктах харчування рослинного та тваринного походження, а також ґрунтах і питній воді виявлений низький вміст цього мікроелементу. Сьогодні одним із діючих шляхів профілактики селенодефіцитного стану є розробка і включення в раціон харчових продуктів, збагачених селеном. Виявлено, що неорганічні форми Селену володіють на 20–30 % нижчою біодоступністю, ніж органічні, тому в наш час, перспективним напрямом досліджень є розробка біотехнології нових альтернативних джерел надходження органічних форм селену до організму людини. Одним із прикладів є створення селензбагачених пробіотиків. Літературні дані свідчать, що пробіотичні культури мікроорганізмів можуть акумулювати неорганічні форми Селену (селеніти, селенати) [2]. В перспективі ці мікроорганізми можуть служити векторами для надходження селену до організму. Неорганічні форми Селену, в мікроорганізмах, перетворюються на органічні [3]. Таким чином, в результаті «біоконверсії» біомаса лактобацил стає збагаченою органічними формами

«вбудованого» мікроелементу Селену, причому в основному у вигляді селеновмісних амінокислот у складі пептидів і білків.

Метою нашої роботи було визначення кінетичних параметрів накопичення біомаси *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium bifidum* на середовищах збагачених різними концентраціями селеніту натрію.

**Матеріали і методи.** У роботі використовували музейні культури *Lactobacillus acidophilus* штам 412/307 та *Bifidobacterium bifidum*. Культивування лактобактерій проводили на MRS бульйоні, а біфідобактерій на середовищі із додаванням соєвого екстракту. Як джерела селену використовували селеніт натрію  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  (ТОВ НВП Хемел). Селеніт натрію розчиняли в стерильній дистильованій воді й додавали в середовище культивування в концентраціях 1 мкг/мл, 2 мкг/мл, 3 мкг/мл, 5 мкг/мл, 8 мкг/мл, 10 мкг/мл, 12 мкг/мл, 14 мкг/мл, 16 мкг/мл, 18 мкг/мл, 20 мкг/мл. Контролем служило середовище без додавання селеніту натрію. Посівний матеріал вносили в колби з середовищем в кількості 5 %.

Основними завданнями роботи було визначення зміни показників оптичної щільності (ОЩ) культур *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium bifidum* в процесі культивування на середовищах з додаванням різних концентрацій селеніту, а також визначення показників їх питомої швидкості росту та тривалості генерації.

Оптичну щільність суспензії визначали при 590 нм (фотоколориметр КФК – 2 – УХЛ 4.2, кювета з відстанню 1см). По отриманим даним строїли графіки в напівлогарифмічних координатах.

Питому швидкість росту визначали за формулою:  $K = \frac{1}{t_1 - t_2} (\ln M_2 - \ln M_1)$  (1)

Де  $K$  – питома швидкість росту;  $t$  – час культивування;  $M$  – оптична щільність. Тривалість генерації визначали за формулою:

$$t_p = \frac{\lg 2}{K} \quad (2)$$

Де  $t_p$  – тривалість генерації;  $K$  – питома швидкість росту.

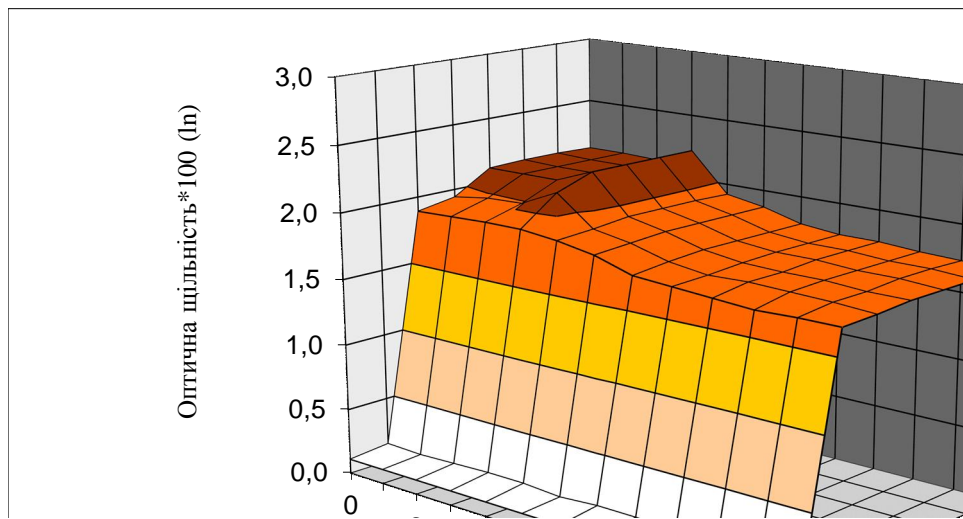
**Результати досліджень.** На першому етапі досліджень визначали зміну показників оптичної щільності (ОЩ) при культивування культури *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium bifidum* на середовищах (MRS бульйон та на середовищі з додаванням сирної сироватки) із вмістом різних концентрацій селеніту натрію ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ).

Показники впливу селеніту натрію на ріст культури *Lactobacillus acidophilus* відображені у вигляді поверхні відгуку, яка відображає залежність оптичної щільності від концентрації селеніту натрію та часу культивування.

Отримані дані свідчать про вплив концентрацій селеніту натрію на приріст біомаси лактобактерій. Показники оптичної щільності (ОЩ) у пробах із вмістом селеніту натрію в кількості 1 мкг/мл – 2 мкг/мл близькі до контролю та не суттєво відрізняються, як після 5 годин, так і після 10 годин культивування. За цей час спостерігається інтенсивний ріст мікроорганізмів. Через 24 години культивування відмічено, що показники ОЩ, при дослідженні впливу селеніту натрію на ріст мікроорганізмів, були на рівні з контролем. Найбільші показники ОЩ (2,22 од) зафіксовано у пробі з концентрацією  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  3 мкг/мл. Збільшення концентрацій селеніту натрію (до 5–20 мкг/мл) викликало поступове зниження показників ОЩ в усі зафіксовані проміжки часу. При цьому показники ОЩ при концентрації  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  вищій за 5 мкг/мл були менші за контроль.

Тобто наявність в середовищі селеніту натрію в концентрації 1–2 мкг/мл суттєво не впливає на ріст лактобацил, концентрація 3 мкг/мл проявляє слабкий

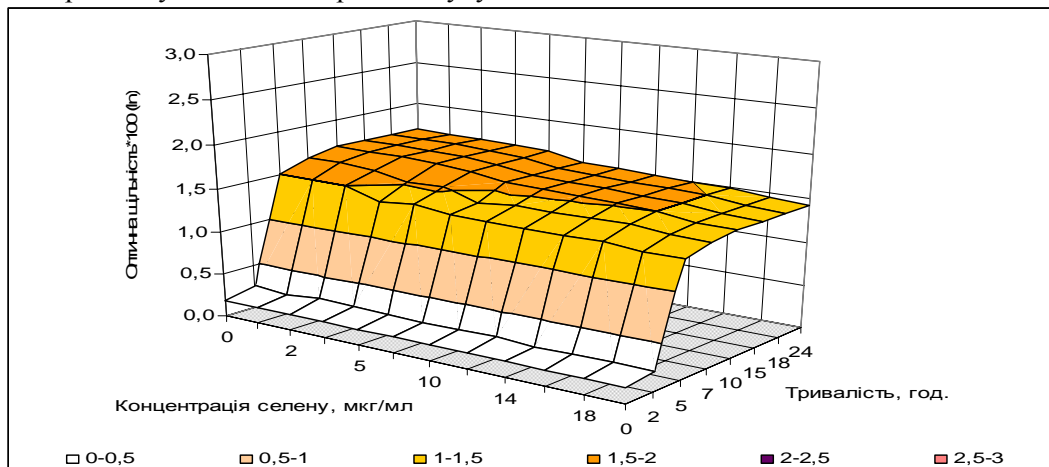
стимулюючий ефект, а концентрація 5–20 мкг/мл викликає дещо пригнічуючий ефект на накопичення біомаси при культивуванні протягом 24 годин.



**Рис. 1. Показники оптичної щільності культури *Lactobacillus acidophilus* при культивуванні на MRS бульйоні**

Таким чином з результатів отриманих при дослідженні процесу культивування *Lactobacillus acidophilus* штам 412/307 можливо зробити висновок, що максимальна кількість біомаси лактобактерій накопичується при концентрації селеніту натрію 1–2 мкг/мл і тривалості культивування 24 години.

Наступним етапом досліджень було визначення впливу концентрацій селеніту натрію на культивування біфідобактерій. Показники впливу селеніту натрію на культуру *Bifidobacterium bifidum* в діапазоні концентрацій 1–20 мкг/мл відображені у вигляді поверхні відгуку 2.



**Рис. 2. Показники оптичної щільності культури *Bifidobacterium bifidum* при культивуванні на середовищі з додаванням соєвого екстракту**

Дані Рис. 2 свідчать, що показники ОЩ у пробах з концентраціями  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  1–2 мкг/мл знаходяться на рівні з контролем, протягом усього часу культивування.

При зростанні концентрацій селеніту натрію до 3–20 мкг/мл показники ОЩ поступово знижувались, у порівнянні з контролем, від 0,03 до 0,25 одиниць. Таким чином встановлено, що концентрації  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  3–20 мкг/мл викликають поступове пригнічення приросту біомаси біфідобактерій.

Наступним етапом досліджень було визначення показників питомої швидкості росту та тривалості генерації культур *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium bifidum* при культивуванні на середовищах збагачених різними концентраціями  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ . Отримані результати приведено в таблиці 1 та 2.

Таблиця 1

**Показники питомої швидкості росту та тривалості генерації при культивуванні культури *Lactobacillus acidophilus* на MRS**

Кількість селеніту натрію, мкг/мл	Час культивування, год			
	0–5 год	0–10 год	0–5 год	0–10 год
	Питома швидкість росту, год-1		Тривалість генерації	
0	0,35	0,20	1,98	3,5
1	0,35	0,20	1,98	3,5
2	0,36	0,20	1,92	3,5
3	0,36	0,21	1,92	3,3
5	0,35	0,18	1,98	3,85
8	0,34	0,18	2,03	3,85
10	0,33	0,17	2,1	4,0
12	0,32	0,17	2,15	4,0
14	0,32	0,16	2,15	4,3
16	0,31	0,16	2,2	4,3
18	0,31	0,16	2,2	4,3
20	0,31	0,16	2,2	4,3

Таблиця 2

**Показники питомої швидкості росту та тривалості генерації при культивуванні культури *Bifidobacterium bifidum* на середовищі з додаванням соєвого екстракту**

Кількість селеніту натрію, мкг/мл	Час культивування, год			
	0–5 год	0–10 год	0–5 год	0–10 год
	Питома швидкість росту, год-1		Тривалість генерації	
0	0,26	0,149	2,65	4,63
1	0,26	0,15	2,65	4,6
2	0,26	0,149	2,65	4,63
3	0,24	0,142	2,87	4,85
5	0,24	0,142	2,87	4,85
8	0,23	0,138	3,0	5,0
10	0,23	0,138	3,0	5,1
12	0,23	0,135	3,0	5,1
14	0,23	0,13	3,0	5,1
16	0,23	0,13	3,0	5,1
18	0,22	0,125	3,1	5,5
20	0,22	0,125	3,1	5,5

Дані таблиці свідчать, що питома швидкість росту (ПШР) мікроорганізмів, у перші 5 годин культивування в пробах із вмістом селеніту натрію 0–3 мкг/мл була на відносно одному рівні й становила 0,35–0,36 год-1.

В пробах із вмістом селеніту натрію 5–20 мкг/мл ПШР становила 0,35 та 0,31 год-1. Після 10 годин культивування ПШР була на одному рівні для контролю та проб із вмістом селеніту натрію 1 мкг/мл – 3 мкг/мл, а при підвищенні концентрацій знижувалась. Зі зниженням питомої швидкості росту збільшувалась, відповідно, й тривалість генерації (найдовшою вона була для проби з концентрацією селеніту натрію 20 мкг/мл).

Показники питомої швидкості росту та тривалість генерації для культури *Bifidobacterium bifidum* відображено в таблиці 2. Дані таблиці свідчать, що ПШР культури біфідобактерій, у перші 5 годин культивування в пробах із вмістом селеніту натрію 0–2 мкг/мл була на одному рівні й становила 0,26 год-1. В пробах із вмістом селеніту натрію 3–20 мкг/мл ПШР становила 0,24 та 0,22 год-1.

Після 10 годин культивування ПШР була на одному рівні для контролю та проб із вмістом селеніту натрію 1 мкг/мл – 2 мкг/мл, а при підвищенні концентрацій – знижувалась від 0,142 при концентрації 3 мкг/мл до 0,125 – при концентрації селеніту натрію 20 мкг/мл. Зі зниженням питомої швидкості росту збільшувалась тривалість генерації (як в перші, так і в наступні 5 годин культивування). Найдовшою вона була для проб із концентрацією селеніту натрію 20 мкг/мл.

**Висновки.** Виявлено, що найбільш раціональною концентрацією селеніту натрію для лактобактерій є 1–3 мкг/мл та 1–2 мкг/мл для біфідобактерій за період культивування 24 години.

Таким чином, можливо констатувати, що використання селеніту натрію у середовищі MRS для лактобактерій, та середовища з додаванням соєвого екстракту для біфідобактерій позитивно впливає на ріст пробіотичних мікроорганізмів, що дає можливість отримувати їх як мікроорганізми збагачені селеном.

**Перспективи подальших досліджень.** Для оптимізації процесу культивування селеновмісних пробіотиків в подальшому передбачається провести досліді з використанням сучасних методів математичної обробки.

#### Література

1. Капрельянц Л. В., Йоргачова О. Г. Функціональні продукти. – Одеса, «Друк». – 2003. – 229–237 с.
2. Eszenyi P., Sztrik A., Babka B. Elemental, nano-sized (100-500 nm) Selenium production by probiotic lactic acid bacteria // International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, Vol. 1, No. 2, July 2011. – P. 74–79.
3. Sasidharan S., Balakrishnaraja R. Comparison Studies on the Synthesis of Selenium Nanoparticles by Various Microorganisms // J. Int. J. Pure App. Biosis. – 2014. – 2 (1). – p. 112–117.
4. Sneddon A. Selenium nutrition and its impact on health // J. Food & Health Innovation Service. – 2012. – p. 104–108.

Стаття надійшла до редакції 11.03.2015