



УДК 637.146.21:637.136.3+602.4-048.34](045)

## THE INFLUENCE OF THE OPTIMIZATION OF BIOTECHNOLOGY OF THE APPLICATION OF SOURDERS ON KEFIR INDICATORS ВПЛИВ ОПТИМІЗАЦІЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАКВАСОК НА ПОКАЗНИКИ КЕФІРУ

Kvasnytsia A.A. / Квасниця А.А.

*student of higher education, master's student / здобувач вищої освіти, магістрант*

Barkar Y.V. / Баркар Є.В.

*s.agr.s., as.prof. / канд. с.-г. наук, доц.*

ORCID: 0000-0002-0692-5392

Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv, Georgy Gongadze, 9, 54008

Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв, Георгія Гонгадзе, 9, 54008

**Анотація.** В роботі досліджено вплив оптимізації біотехнології застосування заквасок на показники кефіру. Кефірні закваски багатокомпонентні та симбіотичні, і мають здатність формувати «кефірний гриб» – колонію симбіотичних дріжджів та молочнокислих бактерій. Методикою дослідження було передбачено отримання проб сировини (молока, заквасок), кінцевого продукту (кефір, лактонія кефірна) та фізико-хімічне, мікробіологічне і органолептичне дослідження цих проб. Отримані дані були порівняні з даними згідно стандартів на сировину та отриманий продукт. Було проведено аналіз мікробіологічного складу заквасок та вплив конкретних продуцентів на показники продуктів. У результаті роботи було отримано дані для порівняння ефективності різних продуцентів у складі кефірних заквасок. За частиною показників, експериментальна закваска виявилась більш оптимальною. Молокозсідальна активність експериментальної закваски (5,1-7,3 годин) нижче за показники промислової (7,0-8,5 годин), що, потенційно, прискорює процес виробництва. Діапазон оптимальних температур виявився приблизно однаковим для обох заквасок (30-37 °C). Показник граничної кислотності (як діапазон – для декількох організмів одночасно) виявився ширше і вище для експериментальної закваски (100-120 °T), коли у промислової він становив 89-107 °T. Підвищення цього показника позитивно впливає на властивості продукту при зберіганні. Часткова зміна складу мікрофлори промислової закваски у бік експериментальної, може покращити показники кінцевого продукту.

**Ключові слова:** біотехнологія, закваска, кефір, мікрофлора, дріжджі, бактерії, штам, кислотність, лактулоза

### Вступ.

На сьогоднішній день молочнокисла продукція займає високі позиції з популярності серед споживачів. Збільшення ефективності виробництва такої продукції є актуальним питанням, що широко досліджується серед її виробників [8]. Кефір – доволі поширений у країнах Європи напій, що промислово та непромислово виробляється з різних видів молока, здебільшого – з коров'ячого. Кефір відрізняється від інших кисломолочних напоїв своїм складом мікрофлори – бактерій та грибків. Оптимізація біотехнології застосування заквасок для виробництва такої кисломолочної продукції як кефір є темою, що актуальна з трьох позицій – економічної, дослідницької та з позиції охорони здоров'я і харчування. З точки зору економічної вигідності, оптимізація є покращенням показників продукту та зменшенням вартості виробництва. Це є можливим із використанням новітніх технологічних



досягнень в сфері біотехнологій – а саме, вивчення та покращення мікробіологічного складу заквасок. З дослідницької позиції, така робота дозволяє отримати експериментальні дані, та розширити розуміння діяльності мікроорганізмів у складі заквасок. З точки зору охорони здоров'я і харчування, результати роботи дають можливість покращити поживну цінність та корисність продуктів, що виробляються [2].

### **Аналіз досліджень і публікацій.**

Кефір – за ДСТУ 4417:2005 – кисломолочний продукт змішаного молочнокислого та спиртового бродіння, який виробляють сквашуванням молока симбіотичною кефірною закваскою на кефірних грибках або концентратом грибкової кефірної закваски [5, 8].

Молокопереробна галузь в Україні знаходиться у стані постійного розвитку, і враховує потреби споживачів, що призводить до постійного удосконалення технологій виробництва наявної продукції, та появи принципово нових продуктів, серед яких є і лактонія кефірна з лактулозою [6].

На сьогоднішній день, як для домашнього, так і для промислового виробництва представлено широкий асортимент бактеріальних заквасок [1]. Їх виробництвом і реалізацією в Україні займаються такі бренди як «VIVO», «Іпровіт», «Good Food», «Лактонія», «BioProx», «Симбітер», «Яготинське», тощо. Закваски в цілому можуть містити різноманітні штами бактерій та дріжджів, ферменти, а також пробіотичні культури та пребіотики. Зазвичай, кефірні закваски багатокомпонентні та симбіотичні, і мають здатність формувати «кефірний гриб» – колонію симбіотичних дріжджів та молочнокислих бактерій [3, 4]. Також, у складі кефірних заквасок можуть міститися в незначних кількостях оцтовокислі бактерії та стрептококи (їх кількість регулюється чинним стандартом).

Лактонія кефірна – кефірний продукт, що фактично являє собою кефір з додаванням пребіотика лактулози. За органолептичними та смакоароматичними властивостями мало відрізняється від кефіру. Лактулоза – пребіотик, що позитивно впливає на мікрофлору кишкового тракту людини, і живить біфідо- та лактобактерії [9]. За хімічними властивостями цей пребіотик є цукром, що не засвоюється організмом людини напямую. В тих концентраціях, що присутні в Лактонії кефірній (0,15%), лактулоза підживлює мікрофлору товстого кишківника та сприяє її життєдіяльності і нормальному функціонуванню.

### **Методика виконання роботи.**

Метою дослідження є оптимізація біотехнології застосування заквасок та визначення її впливу на показники кефіру. Об'єктом дослідження є фізіологічні та морфологічні характеристики ізольованих із заквасок штамів мікроорганізмів, їх технологічні властивості та вплив складу заквасок на показники кефіру. Предмет дослідження – біотехнологія застосування заквасок у процесі виробництва кефіру.

З метою отримання даних для проведення дослідження в умовах підприємства були виконані лабораторні дослідження. Були використані методи, що дали змогу отримати показники хімічного та мікробіологічного складу, харчову та енергетичну цінність.



Методикою дослідження було передбачено отримання проб сировини (молока, заквасок), кінцевого продукту (кефір, лактонія кефірна) та фізико-хімічне, мікробіологічне і органолептичне дослідження цих проб. Отримані дані були порівняні з даними згідно стандартів на сировину та отриманий продукт. Базуючись на отриманих даних порівняння, було проведено аналіз мікробіологічного складу заквасок та вплив конкретних продуцентів на показники продуктів.

Методи дослідження – визначення кислотності (рН-метрія), визначення характеристик мікрофлори заквасок – посіви та вирощування окремих мікроорганізмів на культуральних середовищах, органолептична оцінка продуктів.

Практичне значення роботи полягає в отриманні більш конкурентоспроможного продукту – з покращеною, відносно продуктів, присутніх на ринку, харчовою цінністю, корисним впливом на здоров'я та більш вигідною технологією виробництва.

### Результати досліджень та їх аналіз.

Кефір виготовляється з молока з додаванням комплексної закваски, що містить у своєму складі молочнокислі бактерії, дріжджі та оцтовокислі бактерії.

В комплексній заквасці для кефіру використовуються *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces kefir*, *Leuconostoc mesenteroides*, та *Acetobacter aceti*, а також деякі інші мікроорганізми, що виконують менш значну, ароматоутворювальну роль у процесі бродіння. Перелічені вище мікроорганізми виконують основні, визначальні біохімічні перетворення в початковому продукті – знежиреному молоці. З поміж інших присутніх у заквасці мікроорганізмів, – група дріжджів (*Brettanomyces anomalus*, *Saccharomyces exiguus*, *Saccharomyces unisporus*, *Debaryomyces hansenii*, *Pichia fermentans*); група лактобацил (*Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus helveti*); гомо- та гетероферментативні лактококи (*Leuconostoc mesenteroides subsp. Cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. Dextranicum*) та термофільні стрептококи (*Streptococcus thermophilus*).

Видовий склад мікрофлори кефіру і кефірної закваски, виділення з них штамів мікроорганізмів з позитивними та необхідними якостями та визначення їх властивостей і можливостей до покращення і оптимізації є важливою задачею сучасної біотехнології.

З кефіру було виділено і проаналізовано штами мікроорганізмів, а саме дріжджі, стрептококи, молочнокислі бактерії і оцтовокислі бактерії.

За результатами дослідження, з закваски та власне кефіру було виділено і отримано у вигляді чистих культур 20 штамів мікроорганізмів. Серед них, ~37% - лактококи, з яких ~7% - мезофільні. ~18% - *Lactococcus lactis subsp. Lactis*, ~22% - *Lactobacillus sp.* Близько ~10% складають дріжджі видів *Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces kefir*. ~4% - оцтовокислі бактерії *Acetobacter aceti*. Залишок мікрофлори (~9%) представляють різноманітні смако- і ароматоутворюючі мікроорганізми.

Відібрані штами *Saccharomyces kefir*, та молочнокислих бактерій *Leuconostoc mesenteroides* і *Lactobacillus acidophilus* аналізували за термо- та



солестійкістю, ростом у молоці за різних температур, рН, утворенням CO<sub>2</sub> з глюкози (таблиця 1).

**Таблиця 1 - Фізіологічна характеристика ізольованих з закваски штамів**

Показник	Штам			
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Saccharomyces kefir</i>	<i>Acetobacter aceti</i>
Термостійкість за температури 60°C (30 хв.)	-	-	-	-
Утворення CO <sub>2</sub> з глюкози	+	-	-	-
Оптимальна температура росту, °C	30	37	37	30
Ріст у молоці за температури 40 °C	-	+	+	-
Ріст у гідролізованому молоці з вмістом NaCl, 4%	-	-	+	-
Ріст у гідролізованому молоці з вмістом NaCl 6,5%	-	-	-	-
Ріст у м'ясо-пептонному бульйоні при рН 9,2	+	-	+	-

Авторська розробка.

Всі досліджувані штами за температури 60°C (30 хвилин) є термонестійкими. Утворення CO<sub>2</sub> з глюкози характеризуються лише *Leuconostoc mesenteroides*. Оптимальна температура росту ізольованих з закваски штамів знаходиться в межах 30-37 °C. Ростом у молоці за температури 40 °C відрізняються лише *Lactobacillus acidophilus* та *Saccharomyces kefir*, у гідролізованому молоці з вмістом NaCl, 4% – *Saccharomyces kefir*, у м'ясо-пептонному бульйоні при рН 9,2 – *Leuconostoc mesenteroides* та *Saccharomyces kefir*.

Нижче розглянуто досліджені властивості – молокозсідальна активність, характеристики кислотності – гранична кислотність, піноутворення (утворення вуглекислого газу мікроорганізмами), морфологію продуцентів.

Було проаналізовано технологічні властивості штамів молочнокислих мікроорганізмів (таблиця 2).

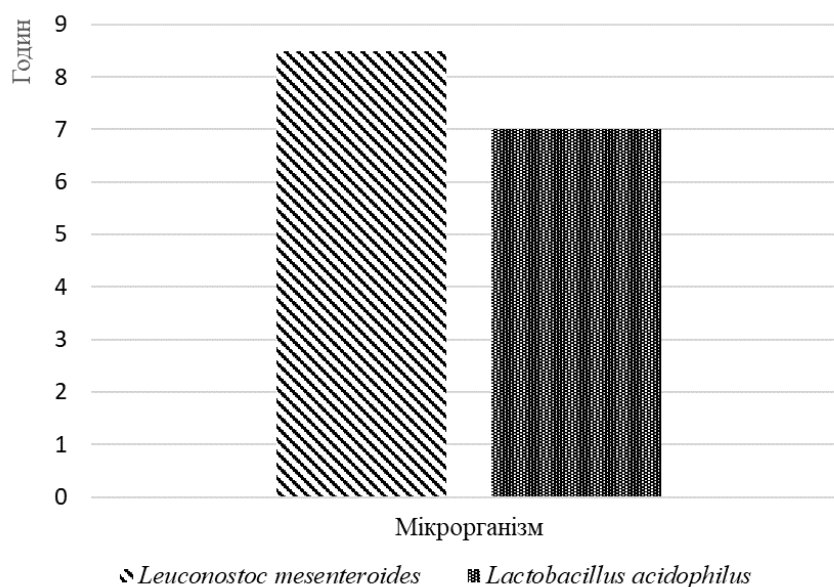


**Таблиця 2 - Технологічні властивості штамів молочнокислих мікроорганізмів**

Вид мікроорганізму	Діапазон молокозсідальної активності, год.	Кислотність згустку, що утворився, °Т	Гранична кислотність, °Т	Діапазон утворення CO <sub>2</sub> , см
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	7,0-24,0	75 ± 8,0	89 ± 4,4	0,2-3,2
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	8,5-24,0	80 ± 8,0	107 ± 3,0	0,5-4,5

Авторська розробка.

Діапазон молокозсідальної активності *Lactobacillus acidophilus* склав 7,0-24,0 годин, із початковим значенням – 7,0 годин (рисунок 1).



Авторська розробка.

**Рисунок 1 - Початкові значення діапазону молокозсідальної активності штамів молочнокислих мікроорганізмів**

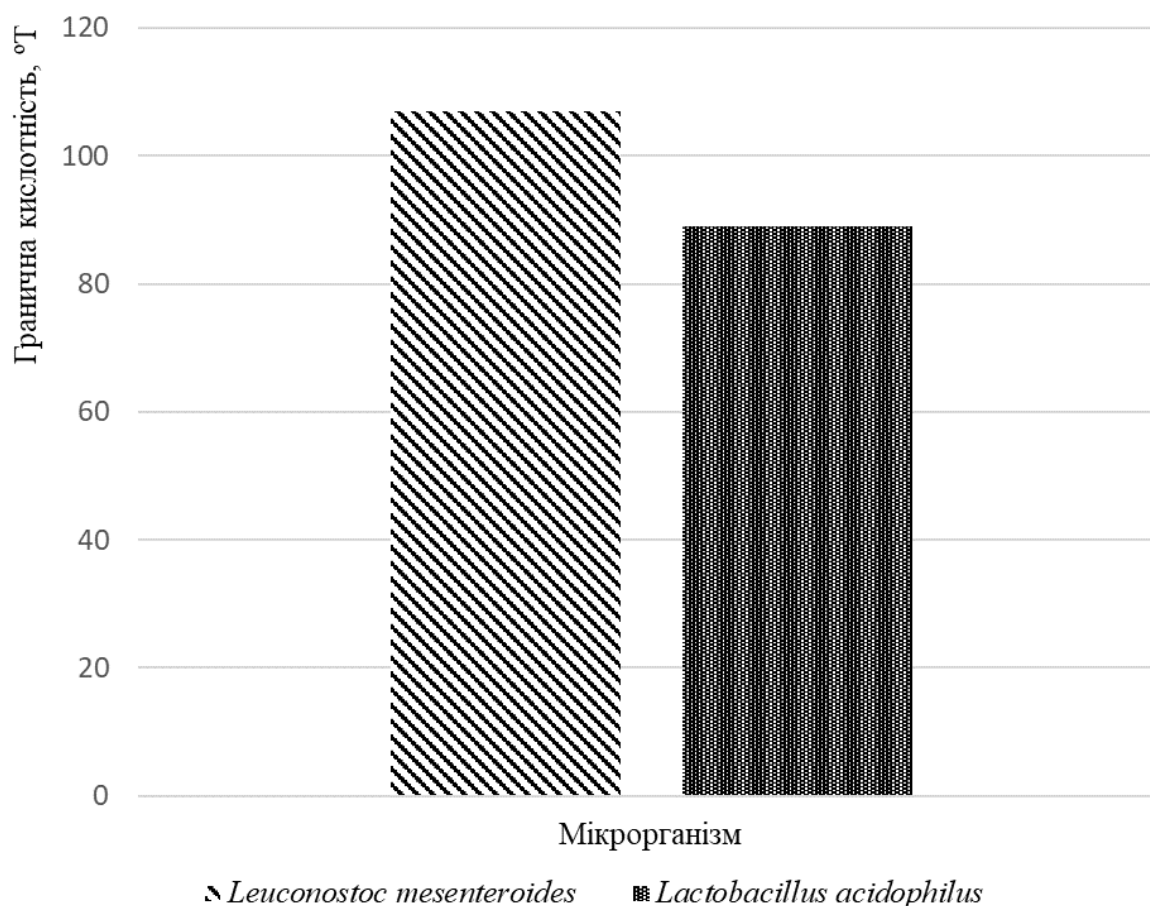
Більші значення граничної кислотності виявлено у *Leuconostoc mesenteroides* 107 ± 3,0 °Т (рисунок 2).

Було проведено аналіз заквасок, що відрізняються від закваски обраного кефіру за складом мікроорганізмів. А саме, були виділені та проаналізовані такі мікроорганізми: *Lactobacillus lactis subsp. Lactis*, *Lactococcus lactis subsp. Cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Saccharomyces cerevisiae*.

Нами було проаналізовано фізіологічні характеристики ізольованих з закваски штамів організмів (таблиця 3).

Термостійкість за температури 60°C (30 хвилин) властива всім проаналізованим штамам за винятком *Saccharomyces cerevisiae*, а за температури 65 °C (30 хвилин) – *Lactobacillus lactis subsp. Lactis* та *Streptococcus thermophilus*.





Авторська розробка.

**Рисунок 2 - Гранична кислотність штамів молочнокислих мікроорганізмів**

*Streptococcus thermophilus* швидко розвивається у присутності лактози, а на середовищах з вмістом глюкози та галактози – навпаки, повільно. Це пояснюється різними способами транспортування цих сахарів по клітині. Транспорт галактози вимагає додаткового зовнішнього джерела енергії та фермента-медіатора.

Оптимальна температура росту становить 30-37 °С.

Було проаналізовано технологічні властивості штамів молочнокислих мікроорганізмів (табл. 4).

**Таблиця 3 - Фізіологічна та морфологічна характеристика ізольованих з закваски штамів організмів**

Показник	Штам			
	<i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>Lactis</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Cremoris</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Термостійкість за Температури 60°C (30 хв.)	+	+	+	-
65 °С (30 хв.)	+	-	+	-
Утворення CO <sub>2</sub> з глюкози	-	-	-	+



Оптимальна температура росту, °С	30	30	37	32
Ріст у молоці за температури 40 °С	+	-	+	-
Ріст у гідролізованому молоці з вмістом NaCl, 4%	+	-	-	+
Ріст у гідролізованому молоці з вмістом NaCl 6,5%	-	-	-	-
Ріст у м'ясопептонному бульйоні при рН 9,2	+	-	-	-
Зброджування вуглеводів:				
галактоза	+	+	+	+
сахароза	+	+	+	+

Авторська розробка.

**Таблиця 4 - Технологічні властивості штамів молочнокислих мікроорганізмів**

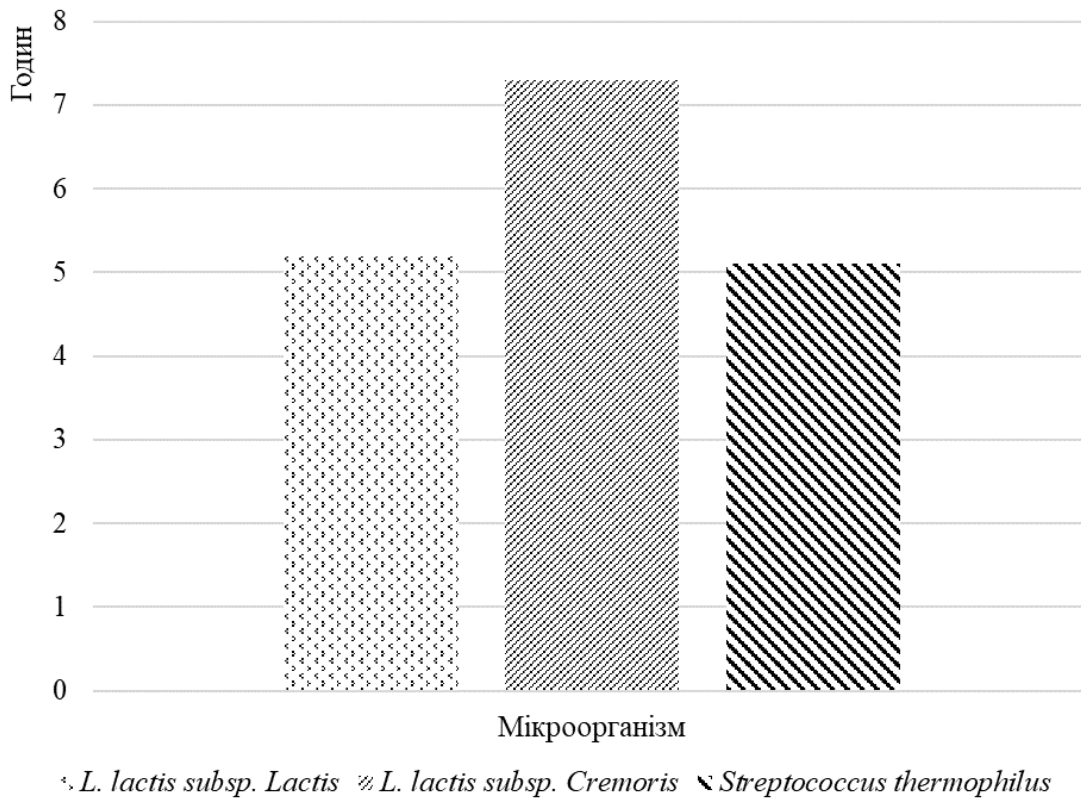
Вид мікроорганізму	Діапазон молокозсідальної активності, год.	Кислотність згустку, що утворився, °Т	Гранична кислотність, °Т
<i>Lactobacillus lactis subsp. Lactis</i>	5,2-24,0	92,0±4,0	120,0±5,0
<i>Lactococcus lactis subsp. Cremoris</i>	7,3-24,0	82,0±4,0	100,0±5,0
<i>Streptococcus thermophilus</i>	5,1-24,0	87±4,0	115,0±5,0

Авторська розробка.

Діапазон молокозсідальної активності *Lactococcus lactis subsp. Cremoris* склав 7,3-24,0 годин, із початковим значенням – 7,3 годин (рисунок 3).

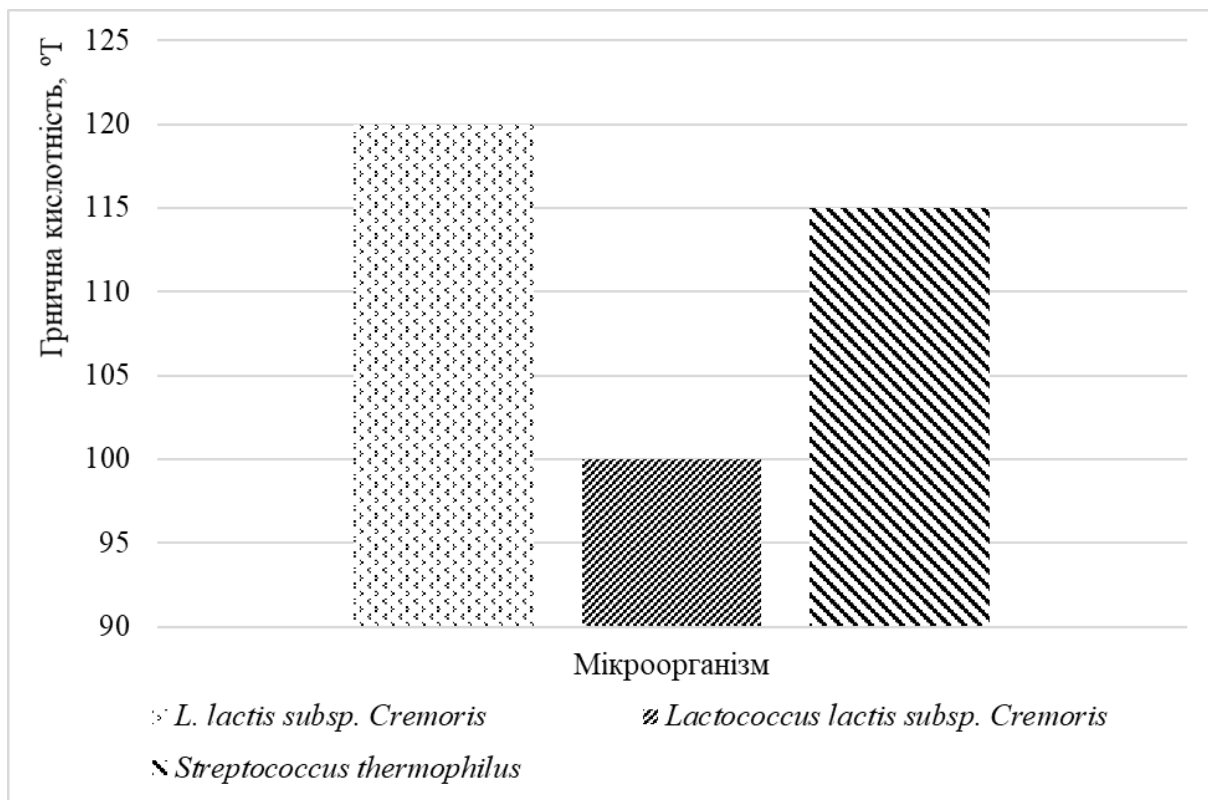
Більші значення граничної кислотності виявлено у *Lactobacillus lactis subsp. Lactis* 120,0±5,0 °Т (рисунок 4).

Важливо, що у штамів *Lactobacillus lactis subsp. Lactis*, *Lactococcus lactis subsp. Cremoris* впродовж семи днів спостерігалось незначне зростання титрованої кислотності. Така властивість сприяє кращому зберіганню продукту, та значно зменшує можливість його переокисання [7].



Авторська розробка.

**Рисунок 3 - Початкові значення діапазону молокозсідальної активності штамів молочнокислих мікроорганізмів**



Авторська розробка.

**Рисунок 4 - Гранична кислотність штамів молочнокислих мікроорганізмів**





## Висновки.

У результаті роботи було отримано дані для порівняння ефективності різних продуцентів у складі кефірних заквасок. Згідно отриманих даних, за частиною показників, експериментальна закваска виявилась більш оптимальною.

Молокозсідална активність експериментальної закваски (5,1-7,3 годин) нижче за показники промислової (7,0-8,5 годин), що, потенційно, прискорює процес виробництва. Діапазон оптимальних температур виявився приблизно однаковим для обох заквасок (30-37 °С). Показник граничної кислотності (як діапазон – для декількох організмів одночасно) виявився ширше і вище для експериментальної закваски (100-120 °Т), коли у промислової він становив 89-107 °Т. Підвищення цього показника позитивно впливає на властивості продукту при зберіганні.

Отримані дані показують, що промислова закваска має простір для оптимізації. Часткова зміна складу мікрофлори промислової закваски у бік експериментальної, може покращити показники кінцевого продукту.

За результатами роботи, можна винести пропозицію додати в склад закваски *Lactobacillus lactis subsp. Lactis*, оскільки саме цей мікроорганізм має менший час утворення згустку (молокозсідалну активність), що прискорить процес виробництва, а також цей організм позитивно впливає на такий показник як гранична кислотність.

## Література:

1 Бажеріна К. В., Стадніченко В. В., Андаліцька О. В. Розроблення комунікаційної стратегії вітчизняних підприємств на ринку кисломолочних бактеріальних заквасок. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2015. Вип. 12. С. 326–332. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/14070>

2 Богатирьов О. І. Маркетингові дослідження ринку та перспективи розвитку українських виробників молокопродуктів. *CORE – Aggregating the world's open access research papers*. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/32608018.pdf>

3 Боднарчук О. В., Шульга Н. М., Гудима В. В., Кігель Н. Ф. Антагоністична активність заквашувальної мікрофлори кефіру. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*. 010. Т. 12. № 2(4). С. 7-13. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2010\\_12\\_2\(4\)\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_2(4)_4)

4 Гудима В. В., Копилова К. В., Науменко О. В. Мікробний профіль грибкових кефірних заквасок. *Продовольчі ресурси*. 2016. № 7. С. 205-209. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pr\\_2016\\_7\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pr_2016_7_31)

5 Кігель Н. Ф., Шульга Н. М. Кефір: сучасний погляд на мікрофлору та технологію. *Молокопереробка*. 2010. № 7. С. 16-21. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/19761>

6 Сирохман І. В., Загородня В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 544 с.



7 Скирда О. Є. Товарознавча оцінка якості кефіру різних виробників. *Молодий вчений*. 2017. № 4. С. 567-543. URL: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2017/4/133.pdf>

8 Туровська Л. В. Кефір класичний – кефір пастеризований. *Термінологічний вісник*. 2017. Вип. 4. С. 311-312. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/terv\\_2017\\_4\\_51](http://nbuv.gov.ua/UJRN/terv_2017_4_51)

9 Lactulose : monograph for Professionals. Drugs.com. URL: <https://www.drugs.com/monograph/lactulose.html>

**Abstract.** *The paper examines the impact of optimizing the biotechnology of the use of starter cultures on the parameters of kefir. Kefir starters are multi-component and symbiotic, and have the ability to form a "kefir mushroom" - a colony of symbiotic yeast and lactic acid bacteria. The research methodology included obtaining samples of raw materials (milk, sourdough starter), final product (kefir, kefir lactonia) and physicochemical, microbiological and organoleptic examination of these samples. The obtained data were compared with the data according to the standards for raw materials and the obtained product. An analysis of the microbiological composition of leavens and the influence of specific producers on product indicators was carried out. As a result of the work, data was obtained for comparing the efficiency of different producers in the composition of kefir sourdough starters. According to some indicators, the experimental sourdough turned out to be more optimal. The lactic activity of the experimental sourdough (5.1-7.3 hours) is lower than that of the industrial one (7.0-8.5 hours), which potentially speeds up the production process. The range of optimal temperatures turned out to be approximately the same for both leavens (30-37 °C). The limit acidity indicator (as a range - for several organisms at the same time) turned out to be wider and higher for the experimental sourdough (100-120 °T), when it was 89-107 °T for the industrial one. An increase in this indicator has a positive effect on the properties of the product during storage. A partial change in the composition of the microflora of the industrial starter in the direction of the experimental one can improve the performance of the final product.*

**Key words:** *biotechnology, sourdough, kefir, microflora, yeast, bacteria, strain, acidity, lactulose*

Стаття відправлена: 18.03.2024 р.  
© Квасниця А.А., Баркарь Є.В.