

УДК 637.33

ВПЛИВ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ
НА СКЛАД ТЕРМОКИСЛОТНОЇ СИРНОЇ МАСИ

Орлюк Ю. Т., к.т.н., с.н.с.,
завідувач відділу масло-та сироробства
<https://orcid.org/0000-0003-1273-3554>
Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-14>

Предмет дослідження. Процес ферментації термокислотної сирної маси при виробництві сирів відноситься до однієї з найважливіших технологічних операцій, яка впливає на формування органолептичних показників готового продукту та показники його якості. Корекція фізико-хімічних параметрів процесу ферментації дозволяє коригувати його активність та гарантовано отримувати готовий продукт із заданими фізико-хімічними показниками. Визначення основних параметрів процесу ферментації термокислотної сирної маси являє собою невід'ємну частину технохімічного контролю сироробного виробництва і потребує наукового обґрунтування. Вплив фізико-хімічних параметрів процесу ферментації термокислотної сирної маси (температурних режимів ферментації, кислотності середовища ферментації та тривалість процесу ферментації) значною мірою формує склад та характеристики термокислотного сиру, що і зумовлює актуальність досліджень з їх визначення. **Мета.** Розробити склад середовища ферментації та визначити вплив фізико-хімічних параметрів процесу ферментації на склад та властивості термокислотної сирної маси. **Методи.** Визначення активної кислотності дослідних матеріалів відбувалися за допомогою іономіра «ІМ-160М» з іонселективним електродом. Кількісні показники та показники якості визначали за загальноприйнятими методиками. Графоаналітичну та аналітичну обробку одержаних результатів експериментів здійснювали згідно з методами при довірчій вірогідності $\alpha = 0,95$. **Результати.** Лабораторні дослідження дозволили визначити склад середовища ферментації термокислотної сирної маси та вплив фізико-хімічних параметрів ферментації на фізико-хімічні показники термокислотного сиру. Раціональною температурою ферментації термокислотної сирної маси допустимо вважати режим за температури 20°C. Підвищення температури ферментації сирної маси призводить до зростання в ній масової частки вологи та зниження величини її активної кислотності. Зниження температури ферментації сирної маси до 10°C децю погіршувало її смак та запах, а підвищення температури ферментації погіршувало, не тільки, смак та запах, а й консистенцію. Отримано результати експериментальних досліджень щодо визначення впливу фізико-хімічних параметрів ферментації на склад та властивості термокислотної сирної маси. Зміна температури середовища ферментації, його кислотність тощо можливо регулювати склад термокислотної сирної маси, її фізико-хімічні властивості, органолептичні показники. **Сфера застосування результатів.** Результати досліджень мають науково-практичний характер і можуть бути використані науковцями при дослідженні процесів термокислотної коагуляції білків молока. Їх допустимо використовувати як довідкову інформацію при розробці технологій нових видів сирів термокислотних фахівцями молокопереробної галузі.

Ключові слова: сир термокислотний, сирна маса, температура ферментації, процес ферментації

EFFECT OF PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS
OF CHEESE CURD FERMENTATION

Yurii Orlyuk, PhD, Technics, senior researcher,
Head of the Department of Butter and Cheese Production
<https://orcid.org/0000-0003-1273-3554>
Institute of Food Resources NAAS, Kyiv, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-14>

Subject of research. The process of fermentation of thermoacidic curd mass in the production of cheeses is one of the most important technological operations, which affects the formation of the organoleptic indicators of the finished product and its quality indicators. Correction of the physico-chemical parameters of the fermentation process allows you to adjust its activity and guarantee a finished product with specified physico-chemical parameters. Determination of the main parameters of the thermoacidic curd fermentation process is an integral part of technochemical control of cheese production and requires scientific justification. The influence of the physicochemical parameters of the thermoacidic curd fermentation process (temperature regimes of fermentation, the acidity of the fermentation medium and the duration of the fermentation process) largely shapes the composition and characteristics of the thermoacidic cheese, which determines the relevance of research on their definition.

Purpose. Develop the composition of the fermentation medium and determine the influence of the physical and chemical parameters of the fermentation process on the composition and properties of the thermoacidic curd mass. **Methods.** 60 experimental samples of curd mass, whose mass fraction of fat was from 29% to 32%, mass fraction of moisture – from 50% to 56%, were subject to research. Determination of the active acidity of the experimental materials was carried out using an ionometer "IM-160M" with an ion-selective electrode. Determination of quantitative indicators and quality indicators in the process of research was carried out according to generally accepted methods. Graph-analytical and analytical processing of the obtained experimental results was carried out according to the methods with confidence probability $\alpha=0.95$. **Results.** Laboratory research at the butter and cheese-making allowed to determine the composition of the fermentation medium of thermo-acid curd mass and the influence of the physico-chemical parameters of fermentation on the physico-chemical parameters of thermo-acid cheese. It is permissible to consider the regime at a temperature of 20 °C as a rational temperature for the fermentation of thermoacidic curd mass. An increase in the fermentation temperature of the curd leads to an increase in its mass fraction of moisture and a decrease in its active acidity. Lowering the fermentation temperature of the curd mass to 10 °C slightly worsened its taste and smell, while increasing the fermentation temperature worsened not only the taste and smell, but also the consistency. The obtained results of experimental studies on the determination of the influence of physicochemical parameters of fermentation on the composition and properties of thermoacidic curd mass. Change in the temperature of the fermentation medium, its acidity, etc. it is possible to regulate the composition of thermoacidic curd mass, its physical and chemical properties, organoleptic indicators **Scope of research results.** The research results have a scientific and practical nature and can be used by scientists in researching processes of thermoacidic coagulation of milk proteins. It is permissible to use them as reference information in the development of technologies for new types of thermo-acidic cheeses by specialists in the milk processing industry.

Key words: thermoacidic cheese, cheese mass, fermentation temperature, fermentation process

Вступ. Сутність термокислотної коагуляції білків молока полягає в дестабілізації їх колоїдних частинок внаслідок швидкого зниження активної кислотності середовища (pH) та одночасного підвищення його температури. Сукупний вплив цих факторів спонукає до коагуляції не тільки казеїнової фракції білків, а й альбумінів і глобулінів, так званих сироваткових білків молочної сировини [1-6]. Вказаний спосіб коагуляції білкових фракцій молочної сировини застосовується в технологіях виробництва різноманітних молочних продуктів з альбуміново-казеїновим складом, насамперед сирів типу «Рікота», «Адигейський» та до них подібних.

Актуальною проблемою молокопереробної галузі є більш повне, по можливості, використання всіх складових молочної сировини, що доцільно вирішувати шляхом термокислотної коагуляції білкових фракцій суміші молока коров'ячого і сироватки підсирної та отримання харчових продуктів на альбуміново-казеїновій основі [1-6].

Технологічні особливості традиційних сирів на основі термокислотної сирної маси виключають можливість при її утворенні використання молочнокислої мікрофлори, враховуючи високі температури, що супроводжують технологічний процес [1, 8, 9, 10, 11]. Висока температура обробки молочно-сироваткової суміші на стадії коагуляції білків спонукає до інактивації мікрофлори, в тому числі і молочнокислої. Таким чином, отримана термокислотна сирна маса (далі за текстом – сирна маса) являє собою неферментований білково-жировий концентрат молочно-сироваткової суміші. Усунути

цей недолік процесу термокислотної коагуляції білкових фракцій суміші молока коров'ячого і сироватки підсирної допустимо шляхом внесення молочнокислої мікрофлори на наступних етапах обробки сирної маси.

Молочнокисла мікрофлора в сирній масі визначає рівень її активної кислотності, стимулює фізико-хімічні процеси при виробництві сиру, визначає направленість і інтенсивність гідролізу лактози, білків та жиру, тобто активно впливає на формування органолептичних показників готового продукту [7, 12].

На основі аналізу даних щодо параметрів технологічних операцій виробництва сирів [13, 14] у відділі масло-та сироробства Інституту продовольчих ресурсів НААН проведено дослідження з визначення впливу фізико-хімічних параметрів процесу ферментації на склад сирної маси.

Мета. Розробити склад середовища ферментації і визначити вплив фізико-хімічних параметрів процесу ферментації на склад та властивості сирної маси.

Матеріали і методи. Дослідженню підлягало 60 дослідних зразків сирної маси, масова частка жиру яких становила від 29% до 32%, масова частка води – від 50% до 56%.

За основу середовища ферментації використовували сироватку підсирну (далі за текстом – сироватка), заквашену чистими культурами молочнокислих бактерій. Масова частка сухих речовин сироватки складала (від 5,9 до 6,5) %, активна кислотність – (від 5,1 до 5,5) од. рН, вміст лактози – (від 4,4 до 4,5) %.

Відбір проб для мікробіологічних аналізів проводили згідно з ДСТУ 8051:2015. Загальну кількість молочнокислих бактерій визначали методом граничних десятикратних розведень і висіву у м'ясопептонний агар.

Активну кислотність дослідних матеріалів визначали за допомогою іономіра «ІМ-160М» з іонселективним електродом; кількісні показники та показники якості в процесі досліджень – відповідно до загальноприйнятих методик [15].

Графоаналітичну й аналітичну обробку одержаних результатів експериментів здійснювали згідно з методами [16] при довірчій вірогідності $\alpha = 0,95$.

Результати досліджень. На основі аналізу даних [1-3] та попередньо отриманих лабораторних досліджень [9] запропоновано спосіб збагачення сирної маси шляхом ферментації її в спеціальному середовищі. Основою запропонованого середовища для ферментації сирної маси стала сироватка підсирна (далі за текстом – сироватка) заквашена чистими культурами молочнокислих бактерій. Наведено склад і властивості сироватки, що використовували в процесі досліджень (табл. 1).

Таблиця 1

Склад і властивості сироватки

Показник	Граничні значення	Середнє значення
Масова частка сухих речовин, %		
В тому числі:		
лактоза	від 4,42 до 4,51	4,47 ± 0.1
білки	від 0,62 до 0,81	0,72 ± 0.1
жир	від 0,26 до 0,31	0,29 ± 0.1
мінеральні речовини	від 0,61 до 0,74	0,68 ± 0.1
Активна кислотність, од. рН	від 5,15 до 5,40	5,28 ± 0.1
Титрувальна кислотність, °T	від 24,01 до 33,02	28,52 ± 0.1
Колір	Зеленувато-жовтий, прозорий	

Лабораторні дослідження складу сироватки вказують, що основу її сухих речовин становить лактоза, в середньому від загальної кількості 73 %. Враховуючи, що в процесі

термокислотної коагуляції молочної сировини лактоза майже повністю виділяється в сироватку [17] допустимо вважати, що сироватка є перспективним середовищем для зброджування молочнокислими бактеріями. Наведені властивості та склад сироватки було враховано при виборі її як середовища ферментації сирної маси.

Враховуючи специфіку технологічного процесу термокислотних сирів (висока температура обробки сирної маси, необхідність у прискореному режимі збагачення сирної маси активною молочнокислою мікрофлорою та активзації мікробіологічних і біохімічних процесів у сирній масі) доцільно використовувати термофільну молочнокислу мікрофлору з достатнім ступенем вираженості протеолітичної і ліполітичної активності.

Із різновиду молочнокислої мікрофлори (далі за текстом – мікрофлора), що використовується в молокопереробній галузі було для проведення досліджень використали *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus bulgaricus* (табл. 2).

Таблиця 2

Технологічні характеристики мікрофлори

Вид молочнокислих бактерій	Раціональна температура розвитку, °C	Граничне кислотоутворення, °T	Тривалість коагуляції молока, год	
			Доза внесення, 3%	Доза внесення, 1%
<i>Str. thermophilus</i>	Від 40 до 46	Від 110 до 120	Від 4 до 6	Від 10 до 16
<i>L. lactis</i>	Від 40 до 44	Від 200 до 300	Від 5 до 7	Від 8 до 12
<i>L. helveticus</i>	Від 40 до 46	Від 200 до 350	Від 4 до 6	Від 8 до 12
<i>L. bulgaricus</i>	Від 45 до 50	Від 250 до 350	Від 2 до 3	Від 5 до 10

Сироватку заквашували вказаними видами мікрофлори та витримували за вказаних температур. Основним критерієм готовності середовища ферментації вибрано титровану кислотність. Динаміка зростання титрованої кислотності середовища ферментації наступна (рис. 1).

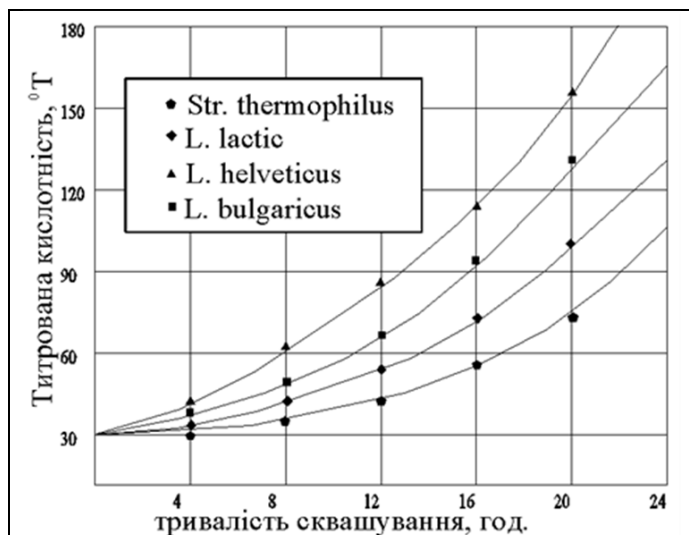


Рис. 1. Динаміка зростання титрованої кислотності середовища ферментації

Значно динамічніше зростання титрованої кислотності середовища ферментації спостерігалось при використанні мікрофлори *Lactobacillus bulgaricus* із граничним значення від 100°T до 120°T після (16-18) годин сквашування, тоді як використання мікрофлори *Lactobacillus helveticus* дозволяє отримати аналогічний результат через (19-21) годину, *Lactobacillus lactis* – через (21-23) години, а *Streptococcus thermophilus* – через 24 години. В подальших дослідженнях використовували мікрофлору *Lactobacillus bulgaricus* враховуючи її активне кислотоутворення.

Також проведено мікробіологічні дослідження середовища ферментації для визначення його мікробіологічних показників (табл. 3).

Таблиця 3

Мікробіологічні показники середовища ферментації

Вид мікрофлори	Кількість мікроорганізмів, КУО/см ³	
	Варіації значень	Середнє значення
Заквашувальна мікрофлора	Від $86 \cdot 10^6$ до $370 \cdot 10^6$	$210 \cdot 10^6$
Бактерії групи кишкової палички	Відсутні	
Спорові аеробні мікроорганізми	Відсутні	

Подальше узагальнення результатів досліджень дозволили визначити основні вимоги до середовища ферментації сирної маси (табл. 4).

Таблиця 4

Характеристика середовища ферментації

Показник	Норма
Смак і запах	Чистий, кисломолочний зі слабким присмаком сироватки. Сторонні присмаки відсутні
Консистенція	Однорідна, злегка в'язка
Колір	Блідно-жовтий
Титрована кислотність, °Т	Від 100 до 120
Кількість заквашувальної мікрофлора	Не менше 10^8
Стороння мікрофлора	Не дозволена

Подальші дослідження дали можливість визначити вплив фізико-хімічних параметрів процесу ферментації на склад та властивості сирної маси. При дослідженні впливу температури ферментації сирної маси на її склад та властивості решта показників процесу були незмінними: кислотність середовища ферментації – 112°T ; тривалість процесу – 24 год.; відношення мас (середовище/сирна маса) – 2:1.

Зміна температури ферментації вплинула на склад, фізико-хімічні та органолептичні показники сирної маси. На початку процесу ферментації масова частка вологи сирної маси становила 58,9%, хлориду натрію (солі кухонної) – 1,8%. Зміна складу сирної маси після ферментації наступна (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив температури ферментації на вміст вологи та хлориду натрію сирної маси

Показник	Температура ферментації, °С				
	10	20	30	40	50
Масова частка вологи, %	59,3	60,6	62,3	64,6	66,1
Масова частка хлориду натрію, %	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0

Як засвідчили результати досліджень, підвищення температури ферментації призвело до зростання масової частки вологи та зниженню вмісту хлориду натрію в сирній масі. В процесі досліджень спостерігалася і зміна активної кислотності сирної маси (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив температури ферментації на активну кислотність сирної маси

Показник	Температура ферментації, °С				
	10	20	30	40	50
Активна кислотність, од. рН	5,25	5,16	5,03	4,91	4,85

Проведені дослідження вказують, що зміни в складі та фізико-хімічних властивостях сирної маси вплинули і на її органолептичні показники, які змінювалися залежно від температури ферментації (табл. 7).

Таблиця 7

Вплив температури ферментації на органолептичні показники сирної маси

Температура ферментації, °C	Смак і запах		Консистенція		Загальна оцінка, бал
	Характеристика	Оцінка, бал	Характеристика	Оцінка, бал	
10	Кисломолочний	12	Щільна	7	24
20	Кисломолочний виражений	14	Ніжна, пластична	9	28
30	Кисломолочний	13	Злегка м'яка	8	26
40	Кислий	11	М'яка	6	22
50	Кислий, гіркуватий	8	Надто м'яка	6	19

З урахуванням результатів загальної бальної оцінки органолептичних показників сирної маси допустимо вважати, що кращий результат отримано за температури ферментації 20 °C.

Важливим фактором впливу на склад, фізико-хімічні властивості та органолептичні показники сирної маси при її ферментації виявилася кислотність середовища ферментації. В процесі лабораторних досліджень проведено визначення впливу кислотності середовища ферментації на склад та властивості сирної маси (табл. 8-10).

Таблиця 8

Вплив кислотності середовища ферментації на вміст вологи та хлориду натрію сирної маси

Показник	Титрована кислотність середовища ферментації, °T				
	80	100	120	150	180
Масова частка вологи, %	62,3	61,2	60,3	59,6	59,1
Масова частка хлориду натрію, %	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6

Таблиця 9

Вплив кислотності середовища ферментації на активну кислотність сирної маси

Показник	Титрована кислотність середовища ферментації, °T				
	80	100	120	150	180
Активна кислотність, од. рН	5,30	5,20	5,10	4,95	4,80

Таблиця 10

Вплив кислотності середовища ферментації на органолептичні показники сирної маси

Кислотність середовища ферментації, °C	Смак і запах		Консистенція		Загальна оцінка, бал
	Характеристика	Оцінка, бал	Характеристика	Оцінка, бал	
80	Слабо виражений кисломолочний	12	Злегка щільна	8	25
100	Кисломолочний виражений	14	Ніжна, пластична	9	28
120	Кисломолочний виражений	14	Злегка м'яка	9	28
150	Кислуватий	12	Злегка крошлива	7	24
180	Кислий	10	Крошлива	8	21

Відомо, що в сирній масі, отриманій з використання процесу термокислотної коагуляції білків молочної сировини практично відсутня молочнокисла мікрофлора, що унеможлиблює її визрівання [7, 8, 9, 10]. Сири, отримані з такої сирної маси, являють собою білково-жировий концентрат компонентів молочної сировини. Даний аспект дещо знижує харчову цінність даної групи сирів.

Враховуючи наведене вище запропоновано спосіб внесення молочнокислої мікрофлори в сирну масу шляхом її ферментації в певному середовищі на основі підсирної сироватки.

Висновки. Отримані результати експериментальних досліджень щодо визначення впливу фізико-хімічних параметрів ферментації на склад та властивості сирної маси дозволяють зробити висновок, що вони суттєво впливають на показники якості сирної маси, а відповідно й готового продукту. Змінюючи температуру середовища ферментації, кислотність тощо можливо регулювати склад сирної маси, її фізико-хімічні властивості, органолептичні показники.

Резюмуючи результати досліджень допустимо вважати, що більш значущим фактором впливу на склад та властивості сирної маси є температурні режими процесу ферментації.

Рациональною температурою ферментації сирної маси допустимо вважати режим за температури 20⁰С. Підвищення температури ферментації сирної маси призводить до зростання в ній масової частки вологи та зниження величини її активної кислотності. Зниження температури ферментації сирної маси до 10⁰С дещо погіршувало її смак та запах, а підвищення температури ферментації погіршувало не тільки смак та запах, а й консистенцію.

Запропонований спосіб ферментації сирної маси дозволяє розробляти технологію ряду нових видів сирів цієї групи.

Бібліографія

1. Шингарева Т. И., Хотомцева М. А. Исследование параметров термокислотной коагуляции при производстве сыра. Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. № 9. С. 22-23.
2. Шингарева Т. И., Купцова О. И. Влияние сыворотки-коагулянта на выход и качество термокислотного сыра. Сыроделие и маслоделие. 2006. № 5. С. 18-20.
3. Измайлов В. Н., Ребиндер В. А. Структурообразование в белковых системах. М.: Наука. 1974. 268 с.
4. Бартон Г., Пайн Дж., Тиеулин Г. Стерилизация молока. Пер. с английского под редакцией Золотина Ю. П. М.: Пищевая промышленность, 1972. С 8-11, 34-74.
5. Золотин Ю. П. Стерилизация молока. М.: Пищевая промышленность, 1979. 157 с.
6. Кук Г. А. Процессы и аппараты молочной промышленности. М.: Пищепромиздат, 1965. Т. 1. 472 с.
7. Гудков А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. М.: ДеЛи принт, 2003. 800 с.
8. Kosikovski F. V., Mistry V. V. Cheese and Fermented Milk Foods. Westport. 1997. Origins and Principles. Vol. 2. 330 p.
9. Орлюк Ю. Т. Біохімічні характеристики сирної маси твердих сирів. Продовольчі ресурси. 2020. № 15. С.158-165. <https://doi.org/10.31073/foodresources 2020-15-17>.
10. Orlyuk Yu., Stepanishev M. Assessment of proteolysis and lipolysis intensity in Pechersky cheese ripening in the presence of *Penicillium camamberti* and *Penicillium roqueforti* molds. Foods and raw materials Kemerovo Institute of science and technology. Kemerovo. 2014. Vol. 2 (№ 1). P. 36-39. <http://doi.org/10.12737/4128>.
11. Орлюк Ю. Т. Експрес метод визначення масової частки солі кухонної в сирній масі твердих сирів. Продовольчі ресурси. 2021. №16. С.158-165. <https://doi.org/10.31073/foodresources 2021-16-14>.
12. Fox P. F., McSweeney P. L.H., Cogan. T. M. Cheese: chemistry, physics and microbiology. Oxford: Elsevier, 2004. V. II. 434 p.
13. Gobetti M., Lanciotti R., de Aangelis M., Corbo M. Study of the effects of temperature, pH and NaCl on the peptidase activities of non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) by quadratic response surface methodology. Int. Dairy J. 1999. V. 9. P. 865-875.

14. Gobetti M., Lanciotti R, de Aangelis M., Corbo M. Study of the effects of temperature, pH and NaCl on the proteolytic and lipolytic activities of cheese-related lactic acid bacteria by quadratic response surface methodology. *Enzyme Microb. Technol.* 1999. 259 p.

15. Инихов Г. С., Брио Н. П. Методы анализа молока и молочных продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1971. 275 с.

16. Румшильский М. З. Математическая обработка результатов эксперимента: Справочное руководство. М.: Наука, 1971. 192 с.

17. Скотт, Р., Робинсон, Р., Уилби Р.: под ред. К. К. Горбатовой. Производство сыра: научных основы и технологии. [3-е изд.]. СПб: Профессия, 2005. 464 с.

References

1. Shynhareva, T. Y., Khotomtseva, M. A. (2001). Yssledovanye parametrov termokyslotnoi koahuliatsyy pry proyzvodstve sira. [Investigation of the parameters of thermal acid coagulation in the production of cheese]. *Khrenenye y pererabotka selkhozsiira* [Storage and processing of agricultural raw materials]. № 9. P. 22-23. [in russian].

2. Shynhareva, T. Y., Kuptsova, O. Y. (2006). Vlyanye sivorotky-koahulianta na vikhod y kachestvo termokyslotnoho sira. [Influence of whey-coagulant on the yield and quality of thermoacid cheese]. *Sirodelie i maslodelie* [Cheese-making and butter-making]. № 5. P. 18-20. [in russian].

3. Yzmailov, V. N., Rebynder, V. A. (1974). Strukturoobrazovanye v belkovikh systemakh. [Structure formation in protein systems]. М.: Nauka [The science]. 268 p. [in russian].

4. Barton, H., Pain, Dzh., Tyeulyn, H. (1972). Sterylizatsiya moloka. [Milk sterilization]. Edited translation from English *Zolotyna Yu. P. M.: Pyshchevaia promshlennost* [Food industry]. P. 8-11, 34-74. [in Russian].

5. Zolotyn, Yu. P. (1979). Sterylizatsiya moloka. [Milk sterilization]. М.: Pyshchevaia promshlennost [Food industry]. 157 p. [in Russian].

6. Kuk, H. A. (1965). Protsepy y apparaty molochnoi promshlennosti. [Processes and devices of the dairy industry]. М.: Pyshchepromyzdat [Pishchepromizdat]. T 1. 472 p. [in Russian].

7. Hudkov, A. V. (2003). Sirodelye: tekhnolohycheskye, byolohycheskye y fizyko-khymycheskye aspekty. [Cheesemaking: technological, biological and physico-chemical aspects]. М.: DeLy print [DeLi print]. 800 p. [in russian].

8. Kosikovski, F. V., Mistry, V. V. (1997). Cheese and Fermented Milk Foods. Westport. 330 p. (Origins and Principles; Vol. 2).

9. Orliuk, Yu. T. (2020). Biokhimichni kharakterystyky syrnoi masy tverdykh syriv. [Biochemical characteristics of curd mass of hard cheeses]. *Prodovolchi resursy* [Food resources]. № 15. S.158-165. <https://doi.org/10.31073/foodresources 2020-15-17>. [in Ukraine].

10. Orlyuk, Yu., Stepanishev, M. (2014). Assessment of proteolysis and lipolysis intensity in Pechersky cheese ripening in the presence of *Penicillium camamberti* and *Penicillium roqueforti* molds. *Foods and raw materials Kemerovo Institute of science and technology. RU, Kemerovo. Vol.2 (№1)* . P. 36-39. <https://doi.org/10.12737/4128>.

11. Orliuk, Yu. T. (2021). Ekspres metod vyznachennia masovoi chastky soli kukhonnoi v syrni masi tverdykh syriv. [Express method of determining the mass fraction of table salt in the curd mass of hard cheeses]. *Prodovolchi resursy* [Food resources]. № 116. P. 158-165. <https://doi.org/10.31073/foodresources 2021-16-14>. [in Ukraine].

12. Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M. (2004). Cheese: chemistry, physics and microbiology. Oxford: Elsevier, V. II. 434 p.

13. Gobetti, M., Lanciotti, R., de Aangelis, M., Corbo, M. (1999). Study of the effects of temperature, pH and NaCl on the peptidase activities of non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) by quadratic response surface methodology. *Int. Dairy J.* V. 9. P. 865-875.

14. Gobetti, M., Lanciotti, R, de Aangelis, M., Corbo, M. (1999). Study of the effects of temperature, pH and NaCl on the proteolytic and lipolytic activities of cheese-related lactic acid bacteria by quadratic response surface methodology. *Enzyme Microb. Technol.* 1999. 259 p.

15. Inikhov, G. S., Briо, N. P. (1971). Metody analiza moloka i molochnykh produktov. [Methods for the analysis of milk and dairy products] М.: Pishchev. prom. [Food industry]. 275 p. [in russian].

16. Rumshilskii, M. Z. (1971). Matematicheskaya obrabotka rezultatov eksperimenta: Spravochnoe rukovodstvo. Mathematical Processing of Experiment Results: Reference Guide]. М.: Nauka [The science]. 192 p. [in russian].

17. Skott, R., Robynson, R., Uylby R. / ed. K. K. Horbatovoi (2005). Proyzvodstvo sira: nauchnykh osnovi y tekhnolohyy. [Cheese production: scientific bases and technologies]. [3-е yzd.]. SPb.: Professyia [Profession]. 464 p. [in russian].