

AGRICULTURAL SCIENCES

ОСОБЛИВОСТІ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СИРУ БРІ (BRIE) З ВИКОРИСТАННЯМ ЦВІЛЕВИХ ГРИБІВ РОДУ *PENICILLIUM CANDIDUM*

Пехлак К.І.

Здобувач вищої освіти, магістр

Юлевич О.І.

Кандидатка технічних наук, доцентка

Люта І.М.

Асистентка

Миколаївський національний аграрний університет

Миколаїв, Україна

FEATURES OF THE BIOTECHNOLOGY OF MANUFACTURING BRIE CHEESE USING MOLD FUNGI OF THE GENUS *PENICILLIUM CANDIDUM*

Pehlak K.,

Student of higher education, master's student

Yulevych O.,

Candidate of technical sciences, associate professor

Liuta I.

Assistant

Mykolaiv National Agrarian University

Mykolaiv, Ukraine

DOI: [10.5281/zenodo.10835694](https://doi.org/10.5281/zenodo.10835694)

Анотація

В статті здійснено аналіз особливостей біотехнології отримання м'якого сиру Брі з пліснявою залежно від умов дозрівання і пастеризації молока. Вивчено фізико-хімічні властивості та склад сирого і пастеризованого за різних умов молока, особливості його кислотно-сичужного згортання.

Розроблено схему виробництва сиру Брі з дозріванням молока, що відбувається одночасно з внесенням частини закваски, а також додатковою обробкою сиру рідким розчином препарату грибів *Penicillium Candidum* за рахунок обприскування головок сиру в процесі самопресування.

Abstract

The article analyzes the features of the biotechnology for producing soft Brie cheese with mold, depending on the conditions of milk ripening and pasteurization. The following were studied physicochemical properties and composition of raw and pasteurized milk under different conditions milk, the peculiarities of its acid-rennet coagulation were studied.

The following were developed a scheme for the production of Brie cheese with milk ripening, which occurs simultaneously with the introduction of part of the starter, as well as additional treatment of the cheese with a liquid solution of of *Penicillium Candidum* fungi by spraying the cheese heads during the the process of self-pressing.

Ключові слова: сир Брі, молоко, *Penicillium Candidum*, пастеризація.

Keywords: cheese Brie, milk, *Penicillium Candidum*, pasteurization.

Вступ. В останнє десятиліття в Україні простежується збільшення споживання сирів, які дозрівають за участю плісняви. Виробництво сирів з пліснявою є високорентабельним порівняно з виробництвом твердих сирів меншими витратами сировини для виготовлення одиниці готового продукту [1].

Сири, які отримують з використанням пліснявих грибів, характеризуються специфічними органолептичними показниками, а саме добре вираженим сирним і грибним смаком і ароматом з наявністю гостроти та перечності, злегка солонуваті, ніжної маслянистої або крихкої консистенції, з розподіленими прожилками, на поверхні – ніжна, блискуча скоринка [3, 5].

Останнім часом сири з пліснявою користуються все більшою популярністю. Це пояснюється

цілою низкою їх переваг: короткі терміни дозрівання, можливість забезпечення високого рівня механізації, присутність у вільному вигляді всіх незамінних амінокислот [6].

Аналіз досліджень і публікацій. Для сирів, вироблених із пліснявими грибами *Penicillium*, характерна наявність сполук глибокого гідролізу частини білкової та ліпідної фракції молока. М'які сири з пліснявою відрізняються значним вмістом у них вільних амінокислот та вільних жирних кислот, серед яких присутні майже всі види незамінних [5, 7].

Аналіз результатів послідовності проведення етапів виробництва сиру Брі показує, що незалежно від способу підготовки молока до зсідання, кількість молочнокислої мікрофлори збільшується в

процесі дозрівання та зберігання сиру. Однак інтенсивність її розвитку суттєво зростає при дозріванні молока з добавкою бактеріальної закваски. А органолептичні показники готового сиру покращуються при використанні додаткової обробки головок сиру розчином цвілевих грибів *Penicillium Candidum* [1, 4].

Основним недоліком сирів із пліснявою, залишається нестабільність органолептичних показників та недосконалість технології їх виробництва. Тому виникає необхідність у вдосконаленні технологій виробництва сирів із пліснявою та у розробці нових технологій з метою підвищення показників якості та безпеки [5].

Методика виконання роботи. Для розв'язання поставлених задач були використані дані лабораторних досліджень, отриманих в умовах приватного акціонерного товариства «Лакталіс-Миколаїв».

Отримані зразки молока і сиру вивчали з використанням загальноприйнятих методів дослідження.

Визначення кислотності, густини молока та вмісту в ньому вологи, сухої речовини та білку визначали згідно методик, описаних у відповідних нормативно-правових документах [2, 3, 4].

Результати досліджень та їх аналіз. Пастеризація є дієвим засобом знищення патогенних бактерій та шкідливих для сиру мікроорганізмів. Вплив режимів теплової обробки на бактеріальне забруднення молока, що використовується для виробництва сиру Бри, наведено на рис. 1.

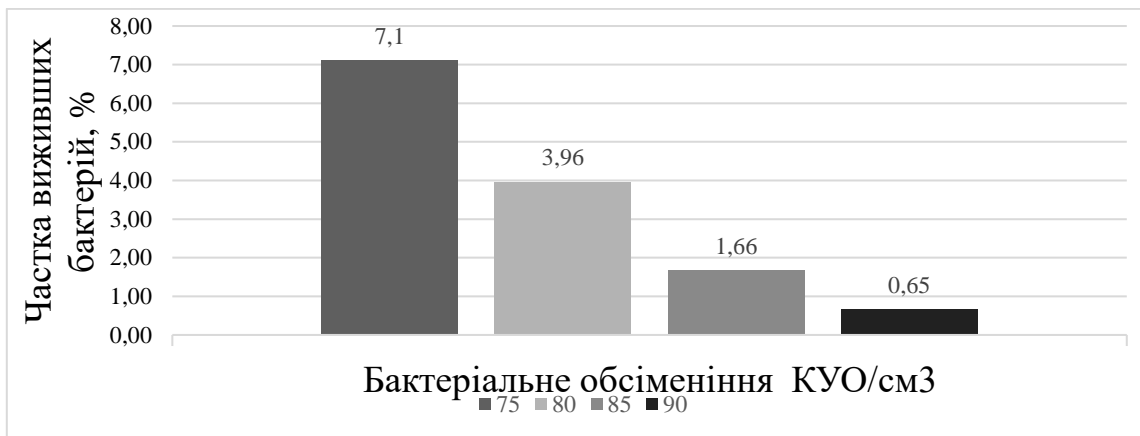


Рис. 1. Вплив режимів теплової обробки на бактеріальне обсіменіння молока

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що у молоці, пастеризованому при 75°C з витримкою 20 с, вміст бактерій знизився до 6,67 тис. в 1 см³. Подальше підвищення температури сприяло зниженню чисельності мікрофлори (80°C – 3,72 тис. в 1 см³, 85°C – 1,56 тис. в 1 см³ і 90°C – 0,61

тис. в 1 см³). Таким чином, ефективність пастеризації при температурі 75°C становила 92,90%, за 80°C – 96,04%, 85°C – 98,34% та 90°C – 99,35%.

Головний недолік пастеризації молока полягає у зниженні швидкості відділення сироватки, тобто синерезису. У зв'язку з цим було вивчено вплив пастеризації на титровану кислотність (рис. 2).

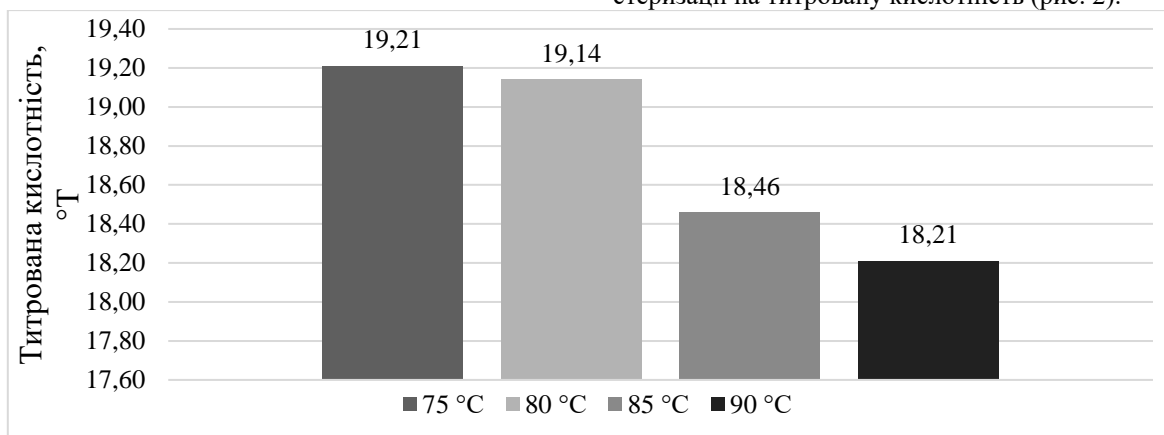


Рис. 2. Вплив температури пастеризації на титровану кислотність

Аналіз результатів досліджень свідчить про те, що у молоці при зміні температури пастеризації з 75 по 90°C титрована кислотність зменшилась.

У таблиці 1 наведено результати, що характеризують зміни, які відбуваються у складі молока під впливом різних температур його теплової обробки.

Таблиця 1

Вплив температури пастеризації на склад молока

Компоненти молока	Температура пастеризації, °C				
	нормалізоване	75,0±0,05	80,0±0,05	85,0±0,05	90,0±0,05
Суша речовина, %	12,89±0,81	12,79±0,34	12,68±0,33	12,35±0,33	12,13±0,32
Жир, %	3,66±0,03	3,66±0,03	3,66±0,13	3,61±0,11	3,58±0,09
Лактоза, %	4,65±0,16	4,68±0,20	4,68±0,20	4,68±0,19	4,68±0,18
Білок, %	3,18±0,15	3,13±0,67	3,08±0,34	3,01±0,12	2,95±0,12

Отримані дані свідчать про те, що підвищення температури пастеризації призводить до зниження вмісту сухої речовини в молоці з 12,89% до 12,13%. В основному це пов'язано з денатурацією білків і випадінням ряду розчинних солей в осад.

На сичужне та кислотне згортання молока суттєвий вплив має температура, при якій здійснювалась пастеризація молока. Для дослідження цієї залежності була проведена оцінка не лише тривалості згортання молока, а й характеристика отриманого згустку і сироватки, що утворюється.

Необхідну кількість ферментного препарату розчиняли у пастеризованій (при температурі не нижче 95°C) та охолодженій до температури 32-36°C воді з розрахунку 1,5-2,5 г препарату (активність 100 тис. од.) на 100-200 см³. У підготовлене молоко вносили водний розчин ферменту. Протягом 3-5 хвилин молоко перемішували, потім залишали у спокої для утворення однорідного згустку. Тривалість згортання складала від 20 до 40 хв. Характеристика одержаних сичужних згустків та сироватки наведена в таблиці 2.

Таблиця 2

Характеристика сичужних згустків та сироватки залежно від режимів теплової обробки молока

Температура обробки, °C	Тривалість згортання, хв	Характеристика	
		згустку	сироватки
Нормалізоване молоко	15±0,60	щільний	зеленувато-жовта, прозора
75,0±0,5	20±0,81	щільний	зеленувато-жовта, прозора
80,0±0,5	31±0,27	щільний	зеленувато-жовта, прозора
85,0±0,5	45±1,19	в'ялий	жовтувато-зелена, каламутна
90,0±0,5	72±1,33	в'ялий, пластівцевий	жовтувато-зелена, каламутна

Аналіз даних, представлених у таблиці 2, свідчить про те, що якщо процес утворення сичужного згустку із сирого молока займав 15 хв, то утворення згустку з пастеризованого молока збільшувалося і при 90°C становило більше 70 хв.

Встановлено, що температура пастеризації молока при 75 і 80°C дозволила отримати щільний згусток, що виділяє прозору сироватку зеленувато-жовтого кольору. Вища температура обробки молока (85 і 90°C) призводила до погіршення структури згустку, а сироватка при цьому ставала каламутною.

Вплив температури теплової обробки на кислотне згортання молока мав дещо іншу спрямованість. Отримані дані свідчать про те, що при кисло-

тному зсіданні молока кращі за структурою і щільністю згустки отримані у випадках з підвищеною температурою пастеризації молока (85 і 90°C).

Кислотне згортання нормалізованого молока, а також молока, що пройшло низькотемпературну пастеризацію, призводить до утворення слабких, в'ялих згустків, що виділяють каламутну сироватку. Відмінності якості згустків пов'язані з бактеріальним обміненням молока.

Було також досліджено роль температурного фактору в процесі згортання молока. Наведені дані, що характеризують тривалість зсідання молока при температурі 25, 35 та 45°C за інтервалом доз ферменту від 0,5 до 3,0 г на 100 кг молока для одного вмісту бактеріальної закваски – 3,0% (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив температури на тривалість згортання молока

Доза ферменту, г на 100 кг молока,	Тривалість зсідання молока (хв) за різних температур, °C		
	25	35	45
0,0	–	391	315
0,5	200	168	146
1,0	100	90	74
1,5	66	54	48
2,0	50	40	34
2,5	40	36	30
3,0	33	30	25

Зі збільшенням температури процес згортання молока прискорюється. При підвищенні температури з 25 до 35°C – в середньому на 18-20%, зі збільшенням температури з 35 до 45°C – в середньому на 10-12%.

Суттєве скорочення процесу зсідання молока спостерігається при внесенні ферменту в кількості від 2,0 до 3,0 г на 100 кг молока за різних температур. Оптимальною можна вважати температуру 35°C і масу ферменту – 3 г на 100 кг молока.

Основою виробництва м'яких сичужних сирів є згортання молока. Воно відбувається під впливом

двох агентів (молокозгортаючий фермент та бактеріальна закваска). Розглядали їх спільний вплив на інтенсивність та спрямованість процесу. Варіюючи дози ферменту (від 0 до 3 г на 100 кг молока) та закваски (від 0 до 6%), визначали тривалість згортання молока, кислотність одержаного згустку, кількість сироватки, що виділилася при обробці згустку, а також вміст у сироватці сухих речовин. Дані, що характеризують вплив кількості бактеріальної закваски на тривалість згортання молока за різних рівнів молокозгортаючого ферменту, що вноситься, наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Вплив дози ферменту на тривалість зсідання молока для різних рівнів закваски (температура 35°C)

Доза ферменту, г на 100 кг молока	Тривалість згортання молока (хв) за різних кількостей закваски, %		
	0,0	3,0	6,0
0,0	-	391	315
0,5	211	168	145
1,0	105	90	71
1,5	64	54	45
2,0	51	40	35
2,5	40	36	32
3,0	34	30	26

Як свідчать отримані дані, оптимальною дозою ферменту є 3 г на 100 кг молока, а концентрація закваски становить 3%. За таких умов тривалість заквашування молока складає 30 хв.

При виробництві сиру Брі, крім традиційного способу, можливо застосовувати додаткову обробку сиру рідким розчином препарату грибів *Penicillium Candidum* за рахунок обприскування головок сиру в процесі самопресування. Такий варіант дозволяє прискорити процес утворення плісняви на поверхні сиру, в процесі його дозрівання шар плісняви рівномірно розташовується по головці сиру, набуває бархатистості і при зберіганні утворює ніжну скоринку.

Висновки. Суттєве скорочення процесу зсідання молока спостерігається при внесенні ферменту в кількості 3,0 г на 100 кг молока і концентрації закваски 3% за температури 35°C. За таких умов тривалість заквашування молока складає 30 хвилин.

Температура пастеризації та умови дозрівання молока мають безпосередній вплив на органолептичні показники м'якого сиру Брі.

Застосування дозрівання пастеризованого молока із закваскою в кількості 0,2% суттєво впливає на покращення якості сиру.

Список літератури

1. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.

2. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2018. URL:

http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77350.

3. ДСТУ 8027:2015. Сири з пліснявою. Загальні технічні умови. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. URL:

http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81113.

4. ДСТУ 4395:2005. Сири м'які. Чинний від 2006-07-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 7 с. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY2/dsty_4395-2005.pdf.

5. Величко А. Є., Кухарук Р. М., Маслова І. В., Пухлякова М. В. Стан та перспективи розвитку ринку молока та молочних продуктів України. Агросвіт. 2021. № 16. С. 62-68.

6. Сир Брі, опис та характеристики, історія та способи приготування – Вести Їжа. *Вести Еда*. URL: <https://food.vesti.ua/uk/syr-bri-opisanie-i-harakteristiki-istoriya-i-sposoby-prigotovleniya-vse-pro-syr/>.

7. CXS 277-1973. Standard for brie. Formerly codex stan C-34-1973. Adopted in 1973. Revised in 2007. Amended in 2008, 2010, 2018, 2019. URL: <http://surl.li/hlpqq>.