

УДК 637.33

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ВИХІД
ТЕРМОКИСЛОТНОЇ СИРНОЇ МАСИ

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

<https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-15>

Предмет. Технологічні параметри процесу отримання термокислотної сирної маси при виробництві сирів відноситься до одних з найважливіших факторів, які впливають на формування органолептичних показників готового продукту та показники його якості і безпечності. Визначення раціональних параметрів процесу отримання термокислотної сирної маси дозволяє корегувати його активність та гарантовано отримувати готовий продукт з заданими показниками якості та безпечності. **Мета.** Полягає в науковому обґрунтуванні закономірностей процесу термокислотної коагуляції білків молочної сировини при отриманні сирної маси для розробки ресурсоощадних технологій нових різновидів сирів термокислотних з підвищеною біологічною цінністю. **Методи.** Фізико-хімічні показники молочної сировини та готового продукту визначали згідно загальноприйнятих стандартизованих методів досліджень. Визначення кількісних показників та показників якості в процесі досліджень проводили згідно загальноприйнятих методик. Графічну та аналітичну обробку одержаних результатів експериментів здійснювали згідно з методами [1]. **Результати.** Досліджено 30 дослідних зразків термокислотної сирної маси масова частка жиру в яких складала від 29% до 32%, масова частка вологи – від 50% до 56%. Дослідження проводили на основі три факторного експерименту. Досліджуваними факторами були вибрані: масова частка жиру у молочній сировині – $X_1, \%$; температура коагуляції молочної сировини – $X_2, ^\circ\text{C}$; масова частка коагулянту, що вноситься – $X_3, \%$. Як коагулянт було вибрано підсирну сироватку з кислотністю $120 ^\circ\text{T}$ з розрахунку проміжної її дії між кислотами, що досліджувались на попередніх етапах. Лабораторні дослідження у відділі масло-та сироробства Інституту продовольчих ресурсів НААН дозволили визначити вплив основних технологічних параметрів процесу на вихід термокислотної сирної маси: за температури $95 ^\circ\text{C}$ (від 11,4 до 13,8) кг/100кг молочної сировини; за температури $85 ^\circ\text{C}$ (від 10,5 до 12,9) кг/100кг молочної сировини; за температури $75 ^\circ\text{C}$ (від 9,8 до 11,9) кг/100кг молочної сировини. Отримані результати досліджень дозволяють зробити висновок, що з підвищенням температури термокислотної коагуляції білків молочної сировини процес їх денатурації посилюється і, відповідно, збільшується вихід сирної маси з одиниці сировини, що переробляється. Графоаналітичне опрацювання отриманих результатів лабораторних досліджень дозволило отримати рівняння регресії, що адекватно описує залежність виходу термокислотної сирної маси від температурних режимів коагуляції молочної сировини, дози коагулянту, що вноситься та масової частки жиру в молочній сировині. **Сфера застосування результатів.** Визначення параметрів процесу отримання термокислотної сирної маси дозволить раціоналізувати процес отримання термокислотної сирної маси, знизити витрати молочної сировини і енергетичні затрати при виробництві та розробляти науковообґрунтовані технології нових різновидів сирів термокислотних.

Ключові слова: сир термокислотний, сирна маса, температура коагуляції, технологічні параметри

INFLUENCE OF THE PARAMETERS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS
ON THE YIELD OF THERMO-ACID CHEESE MASS

Yuriy Orlyuk, PhD, Engineering, Senior Researcher,
Head Department of Butter and Cheese Production
<https://orcid.org/0000-0003-1273-3554>
Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

Subject. Technological parameters of the process of obtaining thermoacidic curd mass in the production of cheeses are among the most important factors that affect the formation of organoleptic

indicators of the finished product and indicators of its quality and safety. Determining the rational parameters of the thermoacidic curd production process allows you to adjust its activity and guarantee a finished product with specified quality and safety indicators. **Purpose.** It consists in the scientific substantiation of the regularities of the process of thermoacidic coagulation of proteins of milk raw materials during the production of cheese mass for the development of resource-saving technologies of new varieties of thermoacidic cheeses with increased biological value. **Methods.** Physico-chemical indicators of dairy raw materials and the finished product were determined according to generally accepted standardized research methods. Determination of quantitative indicators and quality indicators in the process of research was carried out according to generally accepted methods. Graphical and analytical processing of the experimental results was carried out according to the methods [1]. **Results.** 30 test samples of thermo-acid curd mass were studied, in which the mass fraction of fat was from 29% to 32%, the mass fraction of moisture was from 50% to 56%. The research was conducted on the basis of a three-factor experiment. The studied factors were selected: mass fraction of fat in milk raw materials – $X_1, \%$; coagulation temperature of milk raw materials – $X_2, ^\circ\text{C}$; the mass fraction of the introduced coagulant – $X_3, \%$. As a coagulant, curd whey with an acidity of 120⁰T was chosen based on the calculation of its intermediate effect between the acids studied in the previous stages. Laboratory studies at the butter and cheese-making department of the Institute of Food Resources of the National Academy of Sciences allowed to determine the influence of the main technological parameters of the process on the yield of thermo-acid curd mass: at a temperature of 95⁰C (from 11.4 to 13.8) kg/100 kg of milk raw materials; at a temperature of 85⁰C (from 10.5 to 12.9) kg/100 kg of milk raw materials; at a temperature of 75⁰C (from 9.8 to 11.9) kg/100 kg of raw milk. The obtained research results allow us to conclude that with an increase in the temperature of thermoacidic coagulation of proteins of milk raw materials, the process of their denaturation intensifies and, accordingly, the yield of curd mass from a unit of processed raw materials increases. Grapho-analytical processing of the obtained results of laboratory studies made it possible to obtain a regression equation that adequately describes the dependence of the output of thermoacidic curd mass on the temperature regimes of coagulation of milk raw materials, the dose of coagulant introduced and the mass fraction of fat in milk raw materials. **Scope of results.** Determining the parameters of the thermo-acid curd production process will allow to rationalize the thermo-acid curd production process, reduce the consumption of milk raw materials and energy costs during production, and develop science-based technologies for new types of thermo-acid cheeses.

Key words: thermal acid cheese, cheese mass, coagulation temperature, technological parameters

Постановка проблеми. Визначення раціональних параметрів процесу отримання термокислотної сирної маси є невід'ємною частиною технохімічного контролю сироробного виробництва і потребує наукового обґрунтування. Вплив технологічних параметрів процесу отримання термокислотної сирної маси (температурних режимів коагуляції молочної сировини, дози коагулянту, що вноситься та масової частки жиру в молочній сировині) в значній мірі формує склад та характеристики сиру термокислотного, що і зумовлює актуальність досліджень з їх визначення.

Відповідно до змін в структурі харчування населення країни і дефіцитом білка все більша увага приділяється питанню ощадного використання білкових ресурсів на харчові потреби, в тому числі розробки нових білкових продуктів. Повноцінність таких продуктів визначається не тільки кількістю в них білка, але і його показниками якості. Тому в харчовій галузі розвивається тенденція до збагачення харчових продуктів корисними, легкозасвоюваними білками.

Серед білкових молочних продуктів головне місце займають сири, які за своїми біологічними властивостям мають першочергове значення, вони добре засвоюються організмом людини і мають високу енергетичну цінність. Випуск сирів в нашій країні є недостатнім і не відповідає рекомендованим нормам споживання. Тому збільшення виробництва різновидів сирів є однією з основних задач молокопереробної галузі.

Основу асортименту сирів, що виробляються тривалий період становлять тверді сичужні сири у виробництві яких з молочних білків, в основному, задіяний казеїн, а водорозчинні білки залишаються в сироватці. При цьому слід зазначити, що сироваткові білки по вмісту дефіцитних незамінних амінокислот (лізину, тріптофану, метіоніну,

треоніну і цистеїну) є найбільш біологічно цінною білковою частиною, тому їх використання для харчових цілей має велике практичне значення.

У традиційному сироварінні сироваткові білки використовувати при виробництві Литовського, Ставропольського, Осетинського та інших різновидів сирів. Однак у всіх цих технологіях сироваткові білки переходять в сирну масу після їх виділення з сироватки шляхом додаткової денатурації [2, 3, 4].

У зв'язку з цим заслуговує на увагу дослідження термокислотного способу коагуляції білків молочної сировини, що базується на спільній коагуляції як казеїнів, так і всіх інших білків молочної сировини. Одночасний вплив теплового і кислотного факторів дозволяє не тільки збільшити вихід білкової складової готового продукту і підвищити його біологічну цінність, але і виключити використання дорогих молокозсідальних ферментів.

Використання такого способу коагуляції знайшло використання у виробництві «свіжих» сирів. Технологія багатьох із них пов'язана з національними традиціями. В даний час вони все ширше розповсюджуються у нас в країні і за кордоном, завдяки своїм високопоживним властивостям і економічній ефективності виробництва. Асортимент їх в світі досить широкий. Однак в нашій країні цей спосіб виробництва ще не набув достатнього розповсюдження. В Україні з використанням технології термокислотного зсідання білків молока виробляють, в основному сири типу Адигейський.

У той же час, сири зроблені з застосування термокислотної коагуляції білків молока мають ряд переваг. Вони менш вимогливі до якості молочної сировини та при їх виробництві ефективніше використовуються складові компоненти молока, в першу чергу, його білкові фракції – не тільки казеїни, але і альбуміни та глобуліни. Слід зауважити, що виробництво сирів з термокислотою коагуляцією білків молока дозволяє залучати до переробки вторинні продукти молочної сировини – знежирене молоко, маслянку, підсирну та молочну сироватку. Виробництво подібних сирів можливо організовувати на діючих молокопереробних підприємствах без додаткових капітальних вкладень. Вони мають високі споживчі характеристики (органолептичні та фізико-хімічні показники), короткий цикл виробництва, що обумовлює їх невисоку собівартість [5–8].

Проведення поглиблених досліджень щодо більш повного використання білків молочної сировини, вдосконалення і розробка технологій сирів термокислотних з підвищеною харчовою, біологічною цінністю та раціональне використання знежиреного молока, маслянки, підсирної сироватки, як вторинної молочної сировини, є актуальним і представляє науковий та практичний інтерес [9]. При розробці технологій нових різновидів сирів термокислотних доцільним є збагачення термокислотної сирної маси молочнокислою мікрофлорою шляхом ферментації, що дасть можливість не лише покращити органолептичні показники сиру та збільшити його вихід, але й підвищити його біологічну цінність [4, 10, 11]. Однак такий технологічний підхід в сироробстві потребує наукового обґрунтування параметрів технологічних процесів, зумовлює до формування певних особливостей технології виробництва нового різновиду продукту та потребує детальних наукових досліджень [11–16].

Разом з тим слід зазначити, що у формуванні більшості органолептичних та фізико-хімічних показників сирів термокислотних активну участь бере молочнокисла мікрофлора. Вона бере участь в підготовці молочної сировини до переробки, впливає на її зсідання, визначає рівень активної кислотності сирної маси, стимулює фізико-хімічні процеси при виробленні сиру, стримує розвиток сторонньої (технологічно шкідливої) мікрофлори, визначає інтенсивність і направленість процесів гідролізу лактози, ферментації білків, ліполізу молочного жиру при дозріванні сиру, впливає на його органолептичні показники, тобто бере активну участь у формуванні біологічної цінності та споживчої привабливості продукту, починаючи зі стадії обробки молока і закінчуючи дозріванням сиру.

Однак технологічні особливості сирів з термокислотою коагуляцією білків молока виключають можливість використання при їх виробленні молочнокислої мікрофлори. Висока температура обробки молока на стадії коагуляції білків призводить до її майже повної інактивації, внаслідок чого подібні сири являють собою не ферментований білково-жировий концентрат. Все це дещо знижує органолептичні показники та біологічну цінність сирів цієї групи.

Однією з актуальних проблем вітчизняного сироваріння є організація комплексного використання сировини на харчові цілі, а також збільшення випуску готової продукції з одиниці сировини на основі науково обґрунтованих ресурсозберігаючих технологій. Виходячи з цих міркувань, актуальними є проблеми використання в сироробстві білково-вуглеводних компонентів сировини, що залишилися від виробництва інших молочних продуктів. У цьому сенсі певний інтерес представляють знежирене молоко, маслянка, сироватка та підсирні вершки.

З огляду на вищевикладене, а також практичну необхідність збільшення виробництва сирів, вироблених з застосування технології термокислотної коагуляції білків молока, у відділі масло- та сироробства ІПР НААН проводяться фундаментальні науково-дослідні роботи з розробки наукових і практичних основ технологій нових різновидів сирів термокислотних.

Мета роботи. Полягає в науковому обґрунтуванні закономірностей процесу термокислотної коагуляції білків молочної сировини при отриманні сирної маси для розробки ресурсощадних технологій нових різновидів сирів термокислотних з підвищеною біологічною цінністю.

Матеріали та методи. Предметом досліджень були молочні суміші на основі молока коров'ячого з масовою часткою жиру від 1,5% до 3,0% та підсирної сироватки з масовою часткою жиру від 0,1% до 0,5% у співвідношенні як 1,0 : 0,1 та 1,0 : 0,2. Фізико-хімічні показники молочної сировини та готового продукту визначали згідно загальноприйнятих стандартизованих методів досліджень. Визначення кількісних показників та показників якості в процесі досліджень проводили згідно загальноприйнятих методик. Графічну та аналітичну обробку одержаних результатів експериментів здійснювали згідно з методами [1].

Результати та обговорення. Завдання проведених досліджень полягало в визначенні закономірностей процесу термокислотної коагуляції білків молочної сировини при отриманні сирної маси для розробки ресурсощадних технологій нових різновидів сирів термокислотних.

Аналіз традиційних технологій виробництва сирів з використанням термокислотної коагуляції білків молочної сировини, останніх наукових досліджень у цьому напрямі, а також результатів попередніх власних досліджень вказує, що найбільш вагомими технологічними параметрами допустимо вважати температуру коагуляції, масову частку (дозу) коагулянту, що вноситься, а також склад молочної сировини, що переробляється.

Для визначення вагомими технологічними параметрами процесу термокислотної коагуляції білків молочної сировини проводили лабораторні дослідження на основі трифакторного експерименту, досліджуваними факторами були вибрані:

- масова частка жиру молочної сировини – $X_1, \%$;
- температура коагуляції молочної сировини – $X_2, ^\circ\text{C}$;
- масова частка коагулянту, що вноситься – $X_3, \%$.

В якості коагулянту було вибрано підсирну сироватку з титрованою кислотністю 120^0T з урахуванням її проміжної дії між кислотами, які досліджувались на попередніх етапах. Діапазон досліджуваних факторів встановлювали на підставі проведених попередніх дослідів. Масова частка жиру молочної сировини варіювала від 3,0% до 1,0%, температура коагуляції молочної сировини – від 75^0C до 95^0C та доза коагулянту з титрованою кислотністю 120^0T – від 3,0% до 5,0%. Графоаналітичне опрацювання

результатів лабораторних досліджень дозволило отримати графічні залежності виходу термокислотної сирної маси (Y_1) від температури коагуляції молочної сировини – X_2 , масової частки (дозы) коагулянту, що вносився – X_3 та масової частки жиру у молочній сировині – X_1 (рис.1).

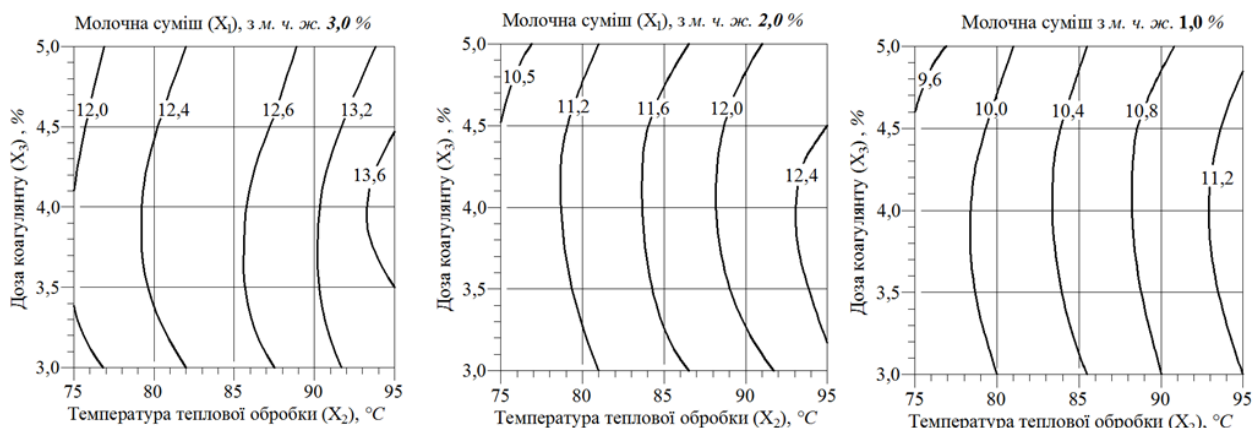


Рис. 1. Залежність виходу термокислотної сирної маси (Y_1) від температури коагуляції молочної сировини (X_2), дози внесеного коагулянту (X_3) та масової частки жиру молочної суміші X_1

Отримані результати досліджень вказують, що зниження масової частки жиру в молочній сировині суттєво впливає на вихід термокислотної сирної маси. Для молочної сировини з масовою часткою жиру 3,0% його значення становили (від 11,7 до 13,6) $кг/100кг$ молочної сировини, для молочної сировини з масовою часткою жиру 2,0% – (від 10,6 до 12,5) $кг/100кг$ молочної сировини та для молочної сировини з масовою часткою жиру 1,0% – (від 9,5 до 11,4) $кг/100кг$ молочної сировини.

Наступні дослідження та графоаналітичне опрацювання отриманих результатів дозволили визначити графічну залежність виходу термокислотної сирної маси (Y_1) від масової частки жиру у молочній сировині – X_1 , дози коагулянту, що вносився – X_3 за температури коагуляції молочної сировини X_2 – від 95°C до 75°C (рис.2).

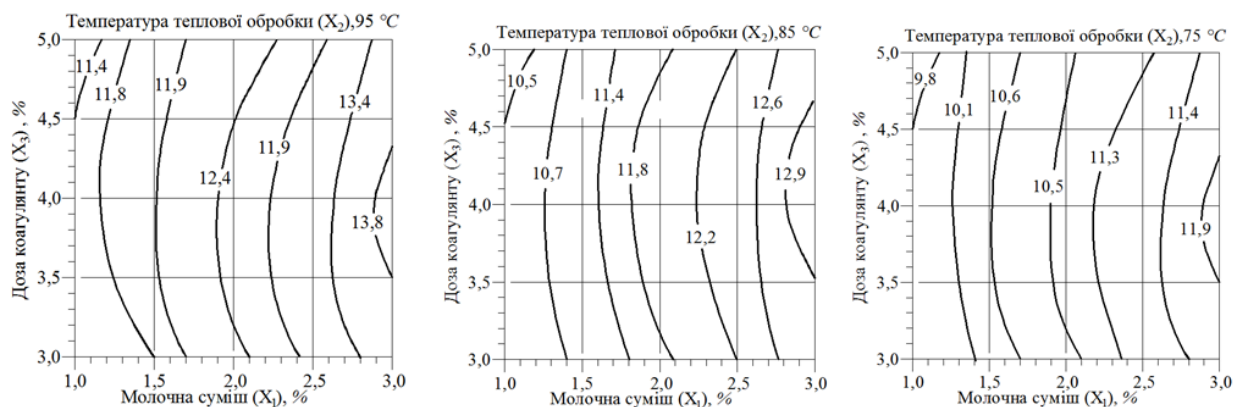


Рис. 2. Залежність виходу термокислотної сирної маси (Y_1) від масової частки жиру молочної сировини (X_1), дози внесеного коагулянту (X_3) за температури теплової обробки молочної суміші (X_2)

Отримані результати досліджень вказують, що у середньому, зі зниженням температури коагуляції молочної сировини з 95°C до 85°C вихід термокислотної сирної маси зменшився, в середньому, на 7,2%, а з 95°C до 75°C – на 13,9% та становив:

- за температури 95°C (від 11,4 до 13,8) $кг/100кг$ молочної сировини;
- за температури 85°C (від 10,5 до 12,9) $кг/100кг$ молочної сировини;
- за температури 75°C (від 9,8 до 11,9) $кг/100кг$ молочної сировини.

Графоаналітичне опрацювання результатів досліджень впливу дози коагулянту, що вносився – X_3 на вихід термокислотної сирної маси (Y_1) за температури коагуляції молочної сировини X_2 в діапазоні температур від 95°C до 75°C та масової частки жиру в молочній сировині X_1 (рис. 3).

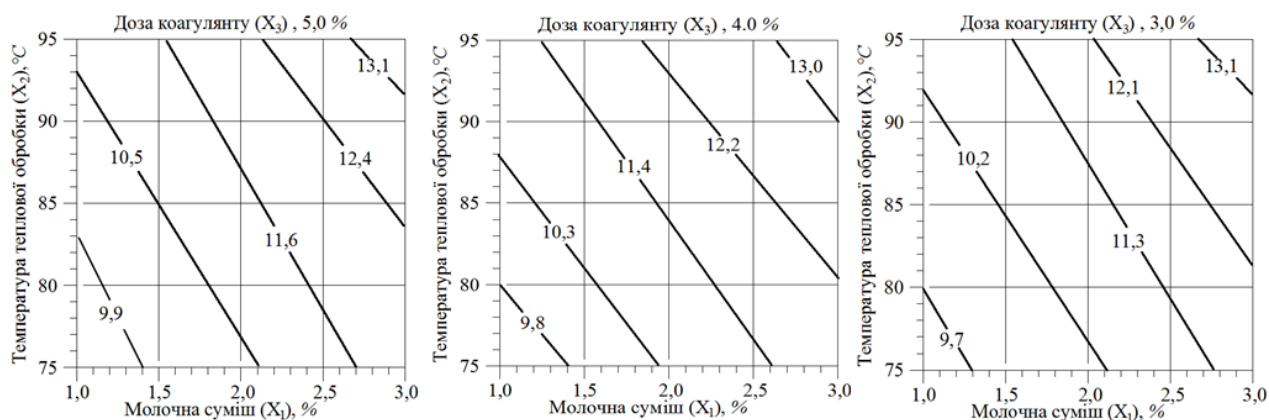


Рис. 3. Залежність виходу термокислотної сирної маси (Y_1) від масової частки жиру молочної суміші (X_1), за температури теплової обробки молочної суміші (X_2) та дози внесенного коагулянту (X_3)

Отримані результати досліджень щодо залежності виходу термокислотної сирної маси від дози внесенного коагулянту є несуттєвою. Так, збільшення дози коагулянту (з 4,0 до 5,0)%, у середньому, знизило вихід термокислотної сирної маси менше ніж на 1,0%, тоді як при зниженні дози коагулянту з 4,0% до 3,0% вихід термокислотної сирної маси практично не змінився.

В процесі термокислотної коагуляції молочної сировини залежність виходу термокислотної сирної маси від вагомих технологічних параметрів допустимо описувати функцією виду (1) [3]:

$$B = f(d, t) \quad (1)$$

де: B – вихідний параметр експерименту;

d, t – основні фактори впливу на процес.

Апроксимація функції (1) лінійною функцією дозволила отримати рівняння регресії (2) яке адекватно описує залежність виходу термокислотної сирної маси від вагомих технологічних параметрів.

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 \quad (2)$$

де: Y – значення виходу процесу;

a_0, a_1, a_2, a_3 – коефіцієнти регресії;

X_1, X_2, X_3 – вихідні параметри моделі.

Аналітичне опрацювання отриманих результатів лабораторних досліджень дозволило визначити вихідні параметри моделі три факторного експерименту та отримати наступне рівняння регресії:

$$Y_1 = 2,49 + 11,1X_1 + 1,88X_2 + 0,0005X_3^2 \quad (3)$$

де: Y_1 - вихід термокислотної сирної маси, кг/кг молочної сировини.

Висновки. Визначено вагомі технологічні параметри процесу термокислотної коагуляції білків молочної сировини, отримані результати досліджень вказують, що у середньому, зі зниженням температури коагуляції з 95°C до 85°C вихід термокислотної сирної маси зменшився, в середньому, на 7,2%, а з 95°C до 75°C – на 13,9%. Отримані результати досліджень дозволяють зробити висновок, що з підвищенням температури термокислотної коагуляції білків молочної сировини процес їх денатурації посилюється і,

відповідно, збільшується вихід сирної маси з одиниці сировини, що переробляється. Графоаналітичне опрацювання отриманих результатів лабораторних досліджень дозволило отримати рівняння регресії, що адекватно описує залежність виходу термокислотної сирної маси від температурних режимів коагуляції молочної сировини, дози коагулянту, що вноситься та масової частки жиру в молочній сировині.

Бібліографія

1. Ryan T. P. *Modern Regression Methods*. New York: Wiley, 1997. 327 p.
2. Kosikovski F. V., Mistry V. V. *Cheese and Fermented Milk Foods*. Westport. 1997. Origins and Principles. Vol. 2. 330 p.
3. 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>.
4. 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>.
5. 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>.
6. Fox P. F., McSweeney P. L. H., Cogan T. M. *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. Oxford: Elsevier, 2004. V. II. 434 p.
7. Lucey J. A. Formation and physical properties of milk protein gels. *J. Dairy Sci.* 2002. 85. P. 281–294.
8. 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.
9. Gobetti M., Lanciotti R., de Aangelis M., Corbo M. Study of the effects of temperture, pH and NaCl on the peptidase activities of non-starter lactic acid by quadratic response surface methodology. *Int. Dairy J.* 1999. V. 9. P. 865–875.
10. Орлюк Ю. Т., Калмикова Г.Ф. Вплив різних реагентів на вихід сирної маси при термокислотній коагуляції білків молока. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Жицького*. 2009. Т. 11, № 3 (42). С. 264–268.
11. Toppino P. M., Campagnol L., Carminati D., Mucchetti G., Povolo M., Benedetti S., Riva M. Shelf life study of packed industrial ricotta cheese. *Ital. J. Food Sci.* 2004. Special Issue. P. 252–266.
12. Paskaš S., Miočinović J., Savić M., Ješić G., Rašeta M., Becskei Z. Comparison of the chemical composition of whey cheeses: Urda and ricotta. *Maced. Vet. Rev.* 2019. 42. P.151–161.
13. Mucchetti G., Carminati D., Pirisi A. Ricotta fresca vaccina ed ovina: Osservazioni sulle tecniche di produzione e sul prodotto. *Il Latte* 2002. 27. P. 154–166.
14. Bergamaschi M., Cipolat-Gotet C., Stocco G., Valorz C., Bazzoli I., Sturaro E., Ramanzin M., Bittante G. Cheesemaking in highland pastures: Milk technological properties, cream, cheese and Ricotta yields, milknutrients recovery, and products composition. *J. Dairy Sci.* 2016. 99. P. 9631–9646.
15. Tripaldi C., Rinaldi S., Palocci G., Giovanni S., Campagna M.C., Russo C., Zottola T. Chemical and microbiological characteristics of homogenised Ricotta cheese produced from buffalo whey. *Ital. J. Food Sci.* 2020. 32. P. 292–309.
16. Spanu C., Scarano C., Piras F., Spanu V., Pala C., Casti D., Lamon S., Cossu F., Ibba M., Nieddu G., Santis E. Testing commercial biopreservative against spoilage microorganisms in MAP packed Ricotta fresca cheese. *Food Microbiol.* 2017. 66. P. 72–76.
17. QianF., Sun J., Cao D., Tuo Y., Jiang S., Mu G. Experimental and modelling study of the denaturation of milk protein by heat treatment. *Korean J. Food Sci.* 2017. 37. P. 44–51.
18. Vasilakis G., Karayannis D., Massouras T., Politis I., Papanikolaou, S. Biotechnological Conversions of Mizithra Second Cheese Whey by Wild-Type Non-Conventional Yeast Strains: Production of Yeast Cell Biomass, Single-Cell Oil and Polysaccharides *Appl. Sci.* 2022. 12 (22), 11471; <https://doi.org/10.3390/app122211471>
19. Ortiz L.C., Darré M., Ortiz C.M., Massolo J.F., Vicente A.R. Quality and yield of Ricotta cheese as affected by milk fat content and coagulant type *International Journal of Dairy Technology*. 2017. No 2. P. 340–346.

References

1. Ryan, T. P. (1997). *Modern Regression Methods*. New York: Wiley, 327 p.
2. Kosikovski, F. V., Mistry, V. V. (1997). *Cheese and Fermented Milk Foods*. Westport. 330 p. (Origins and Principles; Vol. 2).
3. Orliuk, Yu. T. (2020). Biokhimichni kharakterystyky syrnoi masy tverdykh syriv. [Biochemical characteristics of curd mass of hard cheeses]. *Prodovolchi resursy* [Food resources]. № 15. 158–165. <https://doi.org/10.31073/foodresources 2020-15-17>. [in Ukraine].
4. 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. <https://doi.org/10.12737/4128>.
5. Orlyuk, 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].
6. Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan. T. M. *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. Oxford: Elsevier, 2004. V. II. 434 p.
7. Lucey, J. A. Formation and physical properties of milk protein gels. *J. Dairy Sci.* 2002. 85. P. 281–294.
8. 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.
9. 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.
10. Orlyuk, Y. T., Kalmykova, H. F. (2009). Vplyv riznykh reahentiv na vykhid syrnoi masy pry termokyslotnii koahuliatsii bilkiv moloka. [The influence of various reagents on the yield of curd mass during thermoacidic coagulation of milk proteins]. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzytskoho*. V. 11, № 3 (42). P. 264–268. [in Ukrainian].
11. Toppino, P. M., Campagnol, L., Carminati, D., Mucchetti, G., Povolo, M., Benedetti S., Riva, M. Shelf life study of packed industrial ricotta cheese. *Ital. J. Food Sci.* 2004. Special Issue. P. 252–266.
12. Paskaš, S., Miočinović, J., Savić, M., Ješić, G., Rašeta, M., Becskei, Z. Comparison of the chemical composition of whey cheeses: Urda and ricotta. *Maced. Vet. Rev.* 2019. 42. P.151–161.
13. Mucchetti, G., Carminati, D., Pirisi, A. Ricotta fresca vaccina ed ovina: Osservazioni sulle tecniche di produzione e sul prodotto. *Il Latte* 2002. 27. P. 154–166.
14. Bergamaschi, M., Cipolat-Gotet, C., Stocco, G., Valorz, C., Bazzoli, I., Sturaro, E., Ramanzin, M., Bittante, G. Cheesemaking in highland pastures: Milk technological properties, cream, cheese and Ricotta yields, milk nutrients recovery, and products composition. *J. Dairy Sci.* 2016. 99. P. 9631–9646.
15. Tripaldi, C., Rinaldi, S., Palocci, G., Giovanni, S., Campagna, M. C., Russo, C., Zottola, T. Chemical and microbiological characteristics of homogenised Ricotta cheese produced from buffalo whey. *Ital. J. Food Sci.* 2020. 32. P. 292–309.
16. Spanu, C., Scarano, C., Piras, F., Spanu, V., Pala, C., Casti, D., Lamon, S., Cossu, F., Ibba M., Nieddu, G., Santis, E. Testing commercial biopreservative against spoilage microorganisms in MAP packed Ricotta fresca cheese. *Food Microbiol.* 2017. 66. P. 72–76.
17. Qian, F., Sun, J., Cao, D., Tuo, Y., Jiang, S., Mu G. Experimental and modelling study of the denaturation of milk protein by heat treatment. *Korean J. Food Sci.* 2017. 37. P. 44–51.
18. Vasilakis, G., Karayannis, D., Massouras, T., Politis I., Papanikolaou, S. Biotechnological Conversions of Mizithra Second Cheese Whey by Wild-Type Non-Conventional Yeast Strains: Production of Yeast Cell Biomass, Single-Cell Oil and Polysaccharides *Appl. Sci.* 2022. 12 (22), 11471. <https://doi.org/10.3390/app122211471>.
19. Ortiz, L. C., Darré, M., Ortiz, C. M., Massolo, J. F., Vicente A. R. Quality and yield of Ricotta cheese as affected by milk fat content and coagulant type *International Journal of Dairy Technology*. 2017. № 2. P. 340–346.