

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ТЕРМОКИСЛОТНОЇ КОАГУЛЯЦІЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ НА КОНСИСТЕНЦІЮ СИРНОЇ МАСИ

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

Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2025-25-05>

Предмет. Визначення раціональних параметрів процесу отримання сирної маси дозволяє отримувати сирну масу передбачуваної консистенції. **Мета.** Полягає в науковому обґрунтуванні впливу параметрів процесу термокислотної коагуляції білків молочної сировини на консистенцію термокислотної сирної маси. **Методи.** Консистенцію сирної маси оцінювали вимірюванням реологічних характеристик на універсальній тест-машині «SANS» серії СМТ. Визначення кількісних показників та показників якості проводили згідно загально прийнятих методик. Графоаналітичну обробку одержаних результатів здійснювали згідно з методами експериментального та модельного дослідження денатурації молочних білків шляхом термічної обробки. **Результати.** Дослідження проводили на основі трифакторного експерименту. Досліджуваними факторами були вибрані: масова частка жиру у молочній сировині X_1 , температура її коагуляції X_2 , масова частка коагулянту X_3 . В процесі досліджень в якості коагулянту слугувала підсирна сироватка з титрованою кислотністю 120°Т та молочна кислота з концентрацією 10,0%. Графоаналітичне опрацювання результатів досліджень щодо впливу технологічних параметрів процесу термокислотної коагуляції молочної сировини на зміну консистенції сирної маси дозволило отримати рівняння регресії, яке адекватно описує її залежність від масової частки жиру у молочній сировині (X_1), температури коагуляції молочної сировини X_2 та дози внесеного коагулянту (X_3). **Сфера застосування результатів.** Визначення раціональних параметрів процесу отримання сирної маси дозволяє оптимізувати процес термокислотної коагуляції білків молочної сировини, знизити її витрати при виробництві та розробляти науково обґрунтовані технології нових різновидів сирів.

Ключові слова: сир термокислотний, консистенція сирної маси, технологічні параметри

INFLUENCE OF THE PARAMETERS OF THE THERMO-ACID COAGULATION OF MILK RAW MATERIAL ON THE CONSISTENCY OF CHEESE

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. Determination of rational parameters of the process of obtaining cheese mass allows obtaining cheese mass of the expected consistency. **Purpose.** It consists in scientifically substantiating the influence of parameters of the process of thermo-acid coagulation of milk proteins on the consistency of thermo-acid cheese mass. **Methods.** The consistency of cheese mass was evaluated by measuring rheological characteristics on a universal test machine "SANS" of the SMT series. Determination of quantitative indicators and quality indicators was carried out according to generally accepted methods. Graphic-analytical processing of the obtained results was carried out according to the methods of experimental and model research of denaturation of milk proteins by thermal treatment. **Results.** The research was conducted on the basis of a three-factor experiment. The following factors were selected as the studied factors: mass fraction of fat in raw milk X_1 , its coagulation temperature X_2 , mass fraction of coagulant X_3 . In the process of research, whey with a titrated acidity of 120 OT and lactic acid with a concentration of 10.0% served as a coagulant. Graphical-analytical processing of the results of research on the influence of technological parameters of the process of thermo-acid coagulation of raw milk on changes in the consistency of the cheese mass allowed us to obtain a regression equation that adequately describes its dependence on the mass fraction of fat in raw milk (X_1), the coagulation temperature of raw milk X_2 and the dose of added coagulant (X_3). **Scope of application of the results.** Determining the rational parameters of the process of obtaining cheese mass allows optimizing the process of thermoacid coagulation of milk proteins, reducing its production costs, and developing scientifically based technologies for new varieties of cheese.

Key words: thermoacid cheese, consistency of cheese mass, technological parameters

Постановка проблеми. Аналіз традиційних технологій виробництва сирів з застосуванням процесу термокислотної коагуляції молочної сировини (суміші), результатів останніх наукових досліджень у цьому напрямі, а також результатів попередніх власних досліджень показує, що основним характерним процесом для цієї групи сирів є швидка коагуляція білкових фракцій молочної суміші з подальшою їх обробкою та концентрацією. Ефективність цього процесу залежить від температури його проведення, масової частки коагулянту, а також від складу і властивостей молочної суміші, що переробляється.

Процес термокислотної коагуляції білків молочної сировини знайшов широке застосування у виробництві, так званих, «свіжих» сирів». Технологія багатьох із них пов'язана з національними традиціями. В даний час виробництво таких сирів все ширше впроваджується в сироробній галузі України та за кордоном завдяки високопоживним характеристикам готового продукту і економічній ефективності виробництва. Асортимент їх в світі досить широкий. Однак в нашій країні цей спосіб виробництва ще не набув достатнього розповсюдження в сироробній галузі. В Україні з використанням технології термокислотної коагуляції білків молока виробляють, в основному, сири типу Адигейський.

Зміни в структурі харчування населення країни і дефіцит повноцінних білків в харчових продуктах спонукає приділяти більше уваги питанню ощадного використання білкових ресурсів при виробництві, в тому числі при розробці нових технологій. Повноцінність харчових продуктів, в тому числі і сирів, визначається не тільки масовою часткою білка в них, але і його біологічною цінністю. Тому в харчовій галузі розвивається тенденція до збагачення харчових продуктів корисними, легкозасвоюваними білками.

Основу асортименту сирів на споживацькому ринку України, переважно, становлять тверді сири у виробництві яких з молочних білків, в основному, задіяний казеїн, а водорозчинні (сироваткові) 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 молочної сировини, тому їх використання для харчових цілей має велике практичне значення [1, 2, 3]. Деякі технології не термокислотних сирів (Литовський, Осетинський та ін.) передбачають використання сироваткових білків, однак, у всіх цих технологіях сироваткові білки переходять в сирну масу після їх виділення з сироватки шляхом додаткової денатурації [4, 5]. Слід зауважити, що технологічний процес виробництва сирів термокислотних дозволяє залучати до переробки вторинні продукти молочної сировини – знежирене молоко, маслянку, підсирну та молочну сироватку, таки чином, комбінуючи молочні суміші. Виробництво сирів термокислотних допустимо організовувати на діючих молокопереробних підприємствах без додаткових капітальних вкладень. Сири на основі термокислотної сирної маси мають високі споживчі характеристики (органолептичні та фізико-хімічні показники), короткий цикл виробництва, що обумовлює їх невисоку собівартість [6-9]. Також, заслуговують на увагу дослідження термокислотного способу коагуляції білків молочної сировини, що базується на спільній коагуляції як казеїнів, так всіх інших білків молочної суміші. Одночасний вплив теплового і кислотного факторів дозволяє збільшити вихід білкової складової сиру та підвищити його біологічну цінність.

Слід зауважити, що сири термокислотні мають ряд переваг. Вони менш вимогливі до якості молочної сировини, при їх виробництві ефективніше використовуються складові компоненти молока, в першу чергу, його білкові фракції – не тільки казеїни, але і альбуміни та глобуліни. Поглиблені дослідження щодо більш повного використання білків молочної сировини, вдосконалення і розробки технологій сирів термокислотних та раціонального використання знежиреного молока, маслянки, підсирної сироватки, як вторинної молочної сировини, є актуальним і представляє науковий та практичний інтерес [10].

Однак, не слід забувати, що у формуванні більшості органолептичних та фізико-хімічних показників сирів термокислотних активну участь бере і молочнокисла мікрофлора. Вона впливає на процес коагуляції молочної сировини, визначає рівень активної кислотності

сирної маси, стимулює фізико-хімічні процеси, стримує розвиток сторонньої (технологічно шкідливої) мікрофлори. Важливим аспектом технологій нових різновидів сирів термокислотних 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 [5, 11. 12]. Однак такий технологічний підхід в сироробстві потребує наукового обґрунтування параметрів технологічних процесів та визначення їх впливу на органолептичні показники готового продукту, наприклад – консистенцію сирної маси і потребує детальних наукових досліджень [12–18].

Для визначення впливу технологічних параметрів на консистенцію дослідних зразків термокислотної сирної маси у відділі масло-та сироробства ППР НААН проводили лабораторні дослідження, результати яких наведено нижче.

Мета роботи. Полягає в науковому обґрунтуванні параметрів процесу термокислотної коагуляції білків молочної сировини та їх впливу на формування консистенції сирної маси при розробці ресурсоощадних технологій нових різновидів сирів термокислотних.

Матеріали та методи. Предметом досліджень була термокислотна сирна маса отримана при термокислотній коагуляції молочної сировини (суміші) на основі молока коров'ячого з масовою часткою жиру від 1,5% до 3,4% та підсирної сироватки з масовою часткою жиру від 0,1% до 0,5% у співвідношенні як 1,0 : 0,1 так і 1,0 : 0,2. Фізико-хімічні та органолептичні показники термокислотної сирної маси 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 [2].

Результати та обговорення. Завдання проведених досліджень полягало в визначенні закономірностей впливу технологічних параметрів процесу термокислотної коагуляції білків молочної сировини на консистенцію отриманої сирної маси. Проведення поглиблених досліджень щодо впливу технологічних параметрів термокислотної коагуляції молочної сировини на консистенцію сирної маси при вдосконаленні існуючих і розробці нових технологій сирів термокислотних з підвищеною харчовою, біологічною цінністю та раціональному використанню молочної сировини є актуальним і представляє науковий та практичний інтерес.

Для визначення впливу технологічних параметрів процесу термокислотної коагуляції білків молочної сировини проводили лабораторні дослідження на основі трифакторного експерименту, досліджуваними факторами були вибрані:

- масова частка жиру молочної сировини (суміші) – $X_1, \%$;
- температура коагуляції (теплової обробки) молочної сировини (суміші) – $X_2, ^\circ\text{C}$;
- масова частка коагулянту, що вносилася – $X_3, \%$.

Лабораторні дослідження дозволили визначити вплив масової частки жиру молочної суміші – X_1 , температура теплової обробки молочної суміші – X_2 , масової частки коагулянту, що вносилася – X_3 , на консистенцію дослідних зразків термокислотної сирної маси Y . Діапазон досліджуваних факторів визначали на підставі проведених попередніх дослідів. Масова частка жиру молочної суміші в цій серії експериментів варіювала від 1,0% до 3,0%, температура теплової обробки молочної суміші – від 75°C до 95°C та доза коагулянту (молочної кислоти концентрацією 10,0%) – від 3,0% до 5,0%.

Графоаналітичне опрацювання результатів лабораторних досліджень з визначення впливу технологічних факторів на консистенцію дослідних зразків термокислотної сирної маси дозволило отримати графічні залежності її консистенції (Y) від масової частки жиру молочної суміші – X_1 , температура теплової обробки молочної суміші – X_2 та дози коагулянту, що вносилася – X_3 (рис.1).

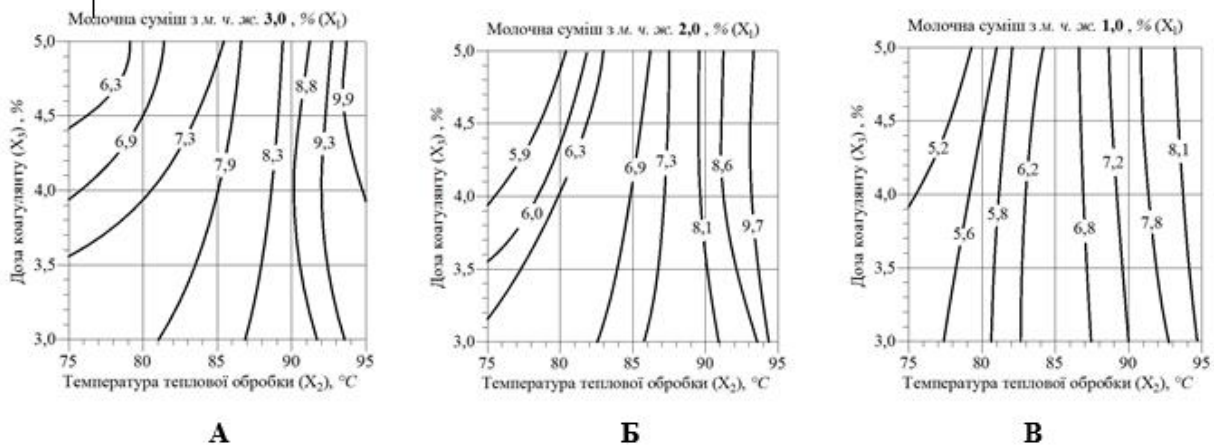


Рис. 1. Залежність консистенції термокислотної сирної маси (Y) від температури теплової обробки (X₂), дози коагулянту (X₃) за масової частки жиру в молочній суміші (X₁):
А – 3%, Б – 2%, В – 1%

Результати досліджень вказують, що незалежно від масової частки жиру молочної суміші консистенція термокислотної сирної маси покращується з підвищенням температури теплової обробки. Також, слід враховувати, що підвищення масової частки жиру в молочній суміші також позитивно впливає на консистенцію готового продукту. Для дослідних зразків сирної маси вироблених з молочної суміші з масовою часткою жиру 3% бальна оцінка консистенції сирної маси знаходилась в межах (від 6,3 до 9,9) бала, тоді як для дослідних зразків вироблених з молочної суміші з масовою часткою жиру 1% – в межах (від 5,2 до 8,1) бала.

Подальше графоаналітичне опрацювання результатів лабораторних досліджень дозволило визначити залежність консистенції термокислотної сирної маси від масової частки жиру молочної суміші та дози внесеного коагулянту за температури теплової обробки 95°C, 85°C і 75°C (рис. 2).

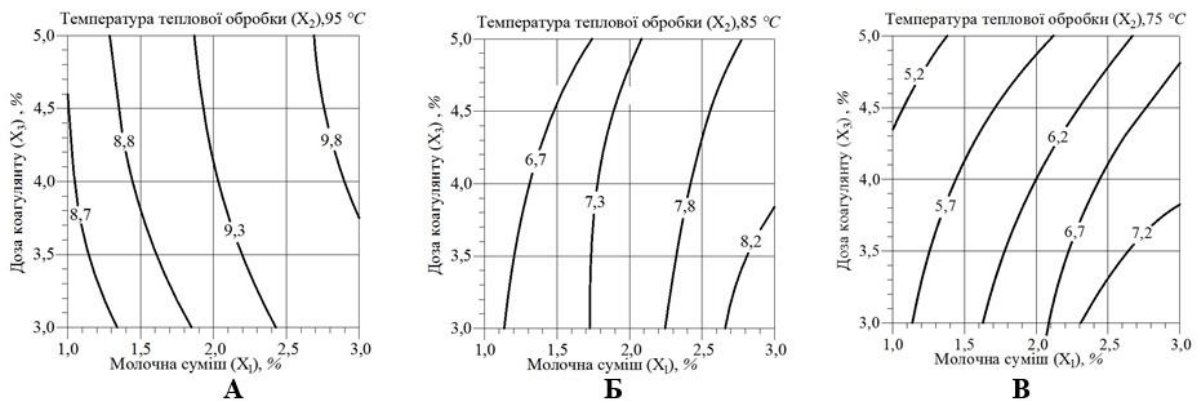


Рис. 2. Залежність консистенції термокислотної сирної маси (Y) від масової частки жиру молочної суміші (X₁), дози коагулянту (X₃) за температури теплової обробки (X₂):
А – 95°C, Б – 85°C, В – 75°C

Отримані результати досліджень вказують, що незалежно від масової частки жиру в молочній суміші та дози внесеного коагулянту консистенція дослідних зразків сирної маси покращується з підвищенням температури теплової обробки. Для дослідних зразків сирної маси вироблених за температури теплової обробки молочної суміші 95°C бальна оцінка консистенції знаходилась в межах (від 8,7 до 9,8) бала, тоді як для дослідних зразків вироблених за температури теплової обробки молочної суміші 75°C – в межах (від 5,2 до 7,2) бала. Отримані результати дозволяють стверджувати, що підвищення теплової обробки молочної суміші позитивно впливає на консистенцію дослідних зразків термокислотної сирної маси.

Результати лабораторних досліджень з визначення впливу дози внесеного коагулянту на зміну консистенції дослідних зразків термокислотної сирної маси та їх графоаналітичне опрацювання наведено на рис. 3.

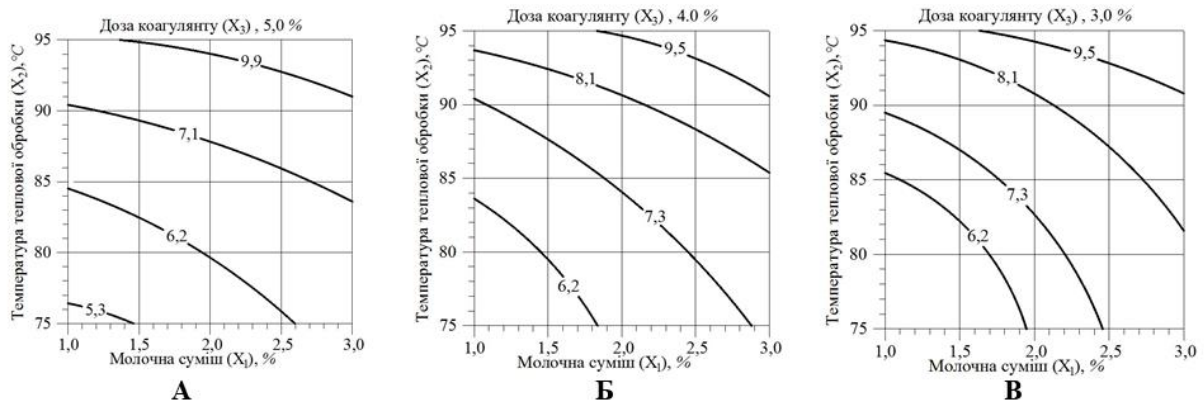


Рис. 3. Залежність консистенції термокислотної сирної маси (Y) від масової частки жиру молочної суміші (X₁), температури теплової обробки (X₂) та дози коагулянту (X₃):
А - 5,0%, Б - 4,0%, В - 3,0%

Отримані результати досліджень вказують, що найменш суттєво впливає на зміну консистенції дослідних зразків термокислотної сирної маси масова частка коагулянту, що вносився. Значення бальної оцінки консистенції дослідних зразків термокислотної сирної маси варіювались в межах:

- для дози 5% – (від 5, 3 до 9,9) бала;
- для дози 4% – (від 6, 2 до 9,5) бала;
- для дози 3% – (від 6, 2 до 9,5) бала.

Проведені дослідження з визначення впливу технологічних параметрів процесу термокислотної коагуляції молочної суміші при виробництві сирної маси на її консистенцію дозволяють вважати суттєвими технологічними параметрами температуру теплової обробки (коагуляції) молочної суміші (X₂) та масову частку жиру в ній (X₁).

Залежність консистенції сирної маси від параметрів процесу термокислотної коагуляції білків молочної суміші підпадає під опис функцією виду [2, 3, 4]:

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

де: Y – вихідний параметр експерименту;
d, t – основні фактори впливу на процес.

Апроксимація функції (1) лінійною функцією дозволила отримати відповідне рівняння регресії, яке адекватно описує залежність консистенції сирної маси від вагомих технологічних параметрів процесу термокислотної коагуляції білків молочної суміші.

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 \quad (2)$$

де: Y – значення виходу процесу;
a₀, a₁, a₂, a₃ – коефіцієнти регресії;
x₁, x₂, x₃ – вихідні параметри моделі.

Аналітичне опрацювання результатів лабораторних досліджень щодо впливу технологічних параметрів процесу термокислотної коагуляції молочної суміші при виробництві сирної маси на зміну її консистенції дозволило отримати наступне рівняння регресії.

$$Y = 36,8 + 7,56 X_1 + 0,91 X_2 + 0,007 X_2^2 + 0,9 X_1 X_2 - 1,6 X_1 X_3 + 0,02 X_1 X_2 X_3 \quad (3)$$

Висновки. Лабораторні дослідження проведені у відділі масло- та сироробства дозволили визначити вплив основних технологічних параметрів процесу отримання термокислотної сирної маси на її консистенцію. Найбільш суттєвими технологічними параметрами допустимо вважати температуру коагуляції молочної суміші (X_2) та масову частку жиру в ній (X_1). Графоаналітичне опрацювання результатів досліджень щодо впливу технологічних параметрів процесу термокислотної коагуляції білків молочної суміші на зміну консистенції сирної маси дозволило отримати рівняння регресії (3), яке адекватно описує її залежність від масової частки жиру у молочній суміші (X_1), температури теплової обробки молочної суміші X_2 та дози внесеного коагулянту (X_3). Суттєвими технологічними параметрами процесу термокислотної коагуляції білків молочної суміші допустимо вважати температуру коагуляції молочної сировини (X_2) та масову частку жиру в ній (X_1). Отримані результати досліджень вказують, що у середньому, зі зниженням температури коагуляції з 95°C до 75°C бальна оцінка консистенції сирної маси варіюється (від 9,8 до 5,2) бала.

Бібліографія

1. Орлюк Ю. Т. Вплив параметрів технологічного процесу на вихід термокислотної сирної маси. *Продовольчі ресурси*. 2024. № 23. С. 131–138. <https://doi.org/10.31073/foodresources 2024-23-15>.
2. Ryan T. P. *Modern Regression Methods*. New York: Wiley, 1997. 327 p.
3. 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.
4. Kosikovski F.V., Mistry V. V. *Cheese and Fermented Milk Foods*. Westport.1997. Origins and Principles. Vol. 2. 330 p.
5. 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>.
6. Орлюк Ю. Т., Калмикова Г. Ф. Вплив різних реагентів на вихід сирної маси при термокислотній коагуляції білків молока. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2009. Т. 11, № 3 (42). С. 264–268.
7. 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>.
8. 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>.
9. 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.
10. Fox P. F., Mc Sweeney P. L. H., Cogan T. M. *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. Oxford: Elseiver, 2004. V. II. 434 p.
11. Lucey J. A. Formation and physical properties of milk protein gels. *J. Dairy Sci.* 2002. 85. P. 281–294.
12. 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.
13. Toppino P. M., Campagnol L., Carminati D., Mucchetti G., Povolito M., Benedetti S., Riva M. Shelf life study of packed industrial ricotta cheese. *Ital. J. Food Sci.* 2004. Special Issue. P. 252–266.
14. 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.
15. 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.
16. 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>.
17. 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.

18. 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.

References

1. Orliuk, Yu. T. (2024) Vplyv parametriv tekhnolohichnoho protsesu na vykhid termokyslotnoi syrnoi masy. [Influence of technological process parameters on the yield of thermoacidic cheese mass.]. *Prodovolchi resursy [Food resources]*. № 23. 131–138. <https://doi.org/10.31073/foodresources> 2024-23-15. [in Ukrainian].

2. Ryan, T. P. *Modern Regression Methods*. New York: Wiley, 1997. 327 p.

3. Qian, F., Sun, J., Cao, D., Tuo, Y., Jiang, S., Mu G. (2017). Experimental and modelling study of the denaturation of milk protein by heat treatment. *Korean J. Food Sci.* 37. P. 44–51.

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

5. 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].

6. 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. Hzhyskoho*. V. 11, № 3 (42). P. 264–268. [in Ukrainian].

7. 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*. Kemerovo. Vol. 2 (№1). P. 36–39. <https://doi.org/10.12737/4128>.

8. 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/foodresources2021-16-14>. [in Ukrainian].

9. Ortiz, L. C., Darré, M., Ortiz, C. M., Massolo, J. F., Vicente, A. R. (2017). Quality and yield of Ricotta cheese as affected by milk fat content and coagulant type *International Journal of Dairy Technology*. 2. P. 340–346.

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

11. Lucey, J. A. (2002). Formation and physical properties of milk protein gels. *J. Dairy Sci.* 85. P. 281–294.

12. 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.* 259 p.

13. Toppino, P. M., Campagnol, L., Carminati, D., Mucchetti, G., Povolito, M., Benedetti, S., Riva, M. (2004). Shelf life study of packed industrial ricotta cheese. *Ital. J. Food Sci. Special Issue*. P. 252–266.

14. Paskaš, S., Miočinović, J., Savić, M., Ješić, G., Rašeta, M., Becskei, Z. (2019). Comparison of the chemical composition of whey cheeses: Urda and ricotta. *Maced. Vet. Rev.* 42. P. 151–161.

15. Spanu, C., Scarano, C., Piras, F., Spanu, V., Pala, C., Casti, D., Lamon, S., Cossu, F., Ibba, M., Nieddu, G., Santis, E. (2017). Testing commercial biopreservative against spoilage microorganisms in MAP packed Ricotta fresca cheese. *Food Microbiol.* 66. P. 72–76.

16. 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 Oligosaccharides *Appl. Sci.* 2022. 12 (22), 11471. <https://doi.org/10.3390/app122211471>.

17. Bergamaschi, M., Cipolat-Gotet, C., Stocco, G., Valorz, C., Bazzoli, I., Sturaro, E., Ramanzin, M., Bittante, G. (2016). Cheesemaking in highland pastures: Milk technological properties, cream, cheese and Ricotta yields, milknutrients recovery, and products composition. *J. Dairy Sci.* 99. P. 9631–9646.

18. Tripaldi, C., Rinaldi, S., Palocci, G., Giovanni, S., Campagna, M. C., Russo, C., Zottola, T. (2020). Chemical and microbiological characteristics of homogenised Ricotta cheese produced from buffalo whey. *Ital. J. Food Sci.* 32. P. 292–309.