

УДК 637.352:636.146.33

**Біла В. В.**

*аспірант кафедри безпеки та якості харчових продуктів, сировини і технологічних процесів  
Білоцерківський національний аграрний університет  
м. Біла Церква, Україна  
E-mail: aspirant.btf@gmail.com  
ORCID: 0000-0003-1582-7548*

**Мерзлова Г. В.**

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
доцент кафедри безпеки та якості харчових продуктів, сировини і технологічних процесів  
Білоцерківський національний аграрний університет  
м. Біла Церква, Україна  
E-mail: aspirant.btf@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-2394-9118*

## ВПЛИВ РІЗНИХ СИЧУЖНИХ ЕНЗИМІВ НА ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ МОЦАРЕЛИ ЗА ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯКИХ СИРІВ

### *Анотація*

*У статті викладено результати дослідження впливу різних сичужних ензимів на основні показники моцарели за технології м'яких сирів. Для постановки досліджу було сформовано III групи проб молока (n=5). У контрольній групі проб для зсідання молока використовували сичужний ензим мікробіального походження. У I дослідній групі проб застосовувався ензимний препарат із сичугів молочних телят, екстрагований за методикою Ю.Я. Свириденка. У II дослідній групі застосовували ензимний препарат, який екстрагували із сичугів молочних телят за методикою С.В. Мерзлова.*

*Тривалість зсідання білків при виробництві сиру «Моцарела» із використанням мікробіального ензимного препарату 23 хв., при використанні ензимів I дослідної групи – 27 хв. і при використанні сичужних ензимів II дослідної групи – 33 хв. З огляду на вихід готового сиру «Моцарела» з комерційною метою для отримання більшого прибутку, доцільно використовувати ензим мікробіального походження. Згідно із сенсорним аналізом зразки із використанням телячого сичужного ензиму екстрагованих за методикою С.В. Мерзлова I дослідна група проб характеризувалися вираженням сирним, кисломолочним, без сторонніх присмаків та запахів, властивим м'якому свіжому сиру смаком і запахом; поверхня чиста без механічних ушкоджень, пружна; консистенція мазка, ніжна, в міру щільна; колір білий, рівномірний за всією масою; тісто з наявністю вічок. Найгіршими органолептичними показниками характеризувалися зразки II дослідної групи.*

*Ключові слова:* переробка молока, сичужний ензим, м'які сири.

**Вступ.** В даний час у раціонах людей важливе місце займають сири, які є продуктом складної технологічної переробки молока, внаслідок якої відбувається концентрація його основних компонентів з подальшою їх ферментацією [1; 4]. Сири є харчовими продуктами, які отримують шляхом концентрації та біотрансформації основних компонентів молока під впливом ензимів, мікроорганізмів і фізико-хімічних факторів [2; 5].

Важливе місце серед сирів в Україні займає моцарела. Сир моцарела відомий давно, вперше про нього згадується в книзі персонального кухаря Папи Римського Бартоломео Скіпрі. Промислове виробництво продукту налагодили в кінці XVIII століття [3].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Основною операцією у виробництві сичужних сирів є ензиматичне зсідання молока під дією хімозину, в результаті чого утворюється молочний згусток із великою частиною казеїну та сироватка [6,7]. В організмі тварин хімозин, аналогічно до технології сироваріння, згортає молоко на початку його перетравлення [9]. Таким чином, переробка молока в процесі виробництва сиру відповідає природним фізіологічним процесам.

Іншою функцією ензимів у виробництві сирів є участь в біотрансформації компонентів молока в сполуки, котрі формують органолептичні показники продукту [8].

На сьогодні у зв'язку з дефіцитом сичужного ензиму і його високою вартістю широко використовуються інші ензими, близькі за дією до сичужних: пепсин і мікробні ензими [10]. Однак застосування ензимів мікробного походження може негативно впливати на сенсорні показники сирів. Крім того, останнім часом зростає попит на сири, виготовлені із застосуванням натуральних сичужних ензимів [11].

Коагуляція молока сичужним ензимом передбачає два незворотних процеси. Існує кілька теорій сичужного згортання. З позиції гідролітичної теорії механізм сичужної коагуляції пояснюється в такий спосіб: під дією внесеного сичужного ензиму відбувається гідроліз поліпептидних ланцюгів к-казеїну казеїнткальційфосфатного

комплексу між фенілаланіном і метіоніном [12; 13]. Як наслідок, молекули к-казеїну розпадаються на гідрофобний пара-до-казеїн і гідрофільний глікомакропептид. У результаті міцели втрачають негативний заряд, а гідратна оболонка частково руйнується – система втрачає стійкість, наслідком чого є поява пластівців білка (I стадія – індукційна). Втрата к-казеїном функцій захисного колоїду створює умови для інтенсивної коагуляції за участю в структуроутворенні параказеїна іонів кальцію (II стадія). На цій стадії формується просторова сітка згустку, котрий у подальшому після відповідної обробки розділяється на дві фази: тверду (казеїн+жир) і рідку (розчинені у воді молочний цукор, білки і солі молока) [14; 15].

Перевагами виробництва м'яких сирів є: ефективне використання сировини; можливість реалізації сиру без визрівання або з коротким терміном визрівання (не більше 14 діб); добрі органолептичні показники; висока харчова та біологічна цінність; швидка оборотність капіталовкладень. На споживному ринку України сегмент м'яких сирів в основному представлений продуктами, які експортують з країн Євросоюзу [16].

Фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні процеси в сирі та інтенсивність їх перебігу залежать від концентрації та якості сичужних ензимів. Сичужні ензими під час визрівання сиру гальмують життєдіяльність гнильних бактерій у сирі, при цьому у певних концентраціях сприяють розвитку молочнокислої мікрофлори заквашувальних препаратів і продукуванню нею амінокислот. Дослідження показують, що сир містить широкий спектр мікрофлори типу *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp., *Enterococcus* spp. і забруднюючих бактеріальних клітин. Пастеризація сирого молока має не тільки позитивний вплив на вихід сиру, але також захищає споживача від патогенної мікрофлори [12].

У гігієнічному відношенні молоко, яке використовують для виготовлення моцарели, повинно бути чистим (вільним від грязьових частинок). Воно повинно згортатися за додавання в нього спирту, не містити соди або будь-яких речовин, що консервують. Відносно мікрофлори до молока пред'являють особливо високі вимоги – воно не повинно містити сторонніх мікроорганізмів, здатних змінити нормальний хід дозрівання сиру і викликати вади. Процес отримання сирів високої якості значною мірою залежить від біологічної повноцінності молока, розвиток молочнокислих бактерій може гальмуватися недостатнім вмістом або відсутністю в молоці засвоюваних речовин, необхідних амінокислот, вітамінів, мікроелементів [14].

Сир є джерелом повноцінних білків, кальцію, магнію та вітамінів. Серед сичужних сирів особливе місце займають м'які сири. В результаті біохімічних процесів, які відбуваються під час визрівання сирів, в них утворюється велика кількість пептидів і амінокислот за короткі терміни порівняно з напівтвердими та твердими сирами, що дозволяє відносити м'які сири до дієтичних продуктів. Широкий смаковий діапазон м'яких сирів повністю задовольняє потреби споживачів з будь-якими вподобаннями [13; 15].

Для виробництва сиру придатні молокозсідалні ензими, які здатні швидко розривати зв'язок між гідрофільною і гідрофобною частинами к-казеїну і не чинити негативного впливу на вихід і органолептичні властивості сирів. Молокозсідалні ензими відрізняються між собою співвідношенням хімозину і пепсину та молокозсідалною активністю.

**Мета дослідження** – дослідити вплив різних сичужних ензимів на основні показники моцарели за технології м'яких сирів, порівняти ефективність різних сичужних ензимів на сенсорні та технологічні показники моцарели.

**Методологія дослідження.** Для постановки досліду було сформовано III групи проб молока ( $n=5$ ). У контрольній групі проб для зсідання молока використовували сичужний ензим мікробіального походження. У I дослідній групі проб застосовувався ензимний препарат із сичугів молочних телят, екстрагований за методикою Ю.Я. Свириденка. У II дослідній групі застосовували ензимний препарат, який екстрагували із сичугів молочних телят за методикою С.В. Мерзлова.

Як у контрольній, так і в дослідних групах кожна проба становила по 10,0 дм<sup>3</sup>. Відфільтроване молоко охолоджували до температури 4°C і витримували 12 годин. Пастеризацію проводили за температури 60-63°C з витримкою 30 хвилин. Пастеризоване молоко нормалізували за масовою часткою жиру. Сичужний ензим вносили в підігріте до температури 33°C нормалізоване молоко, плавно перемішуючи його. Згусток різали на кубики розміром 15-20 мм і залишали у спокої на 10-15 хвилин, потім з метою ущільнення і зневоднення обережно вимішували протягом 20-30 хвилин. Вимішування проводили, застосовуючи зупинки на 2-3 хвилини.

Сирний згусток разом із сироваткою підігрівали до температури  $43 \pm 1^\circ\text{C}$  для кращого її відділення. У подальшому відділяють сирний згусток від сироватки. Підготовлену воду нагрівали до температури  $85 \pm 1^\circ\text{C}$  і, відірвавши шматочок від сирного згустку, занурювали його у гарячу воду на 5...10 с. Повторюючи це кілька разів, формували еластичну сирну кульку.

Тривалість сичужного зсідання молока у хвилинах визначали від моменту внесення ензимів у молочну основу до утворення щільного згустку. У отриманих згустках визначали синергетичні властивості, вимірюючи об'єм виділеної сироватки через кожні 10 хв. протягом 1 год. У готовому продукті аналізували сенсорні показники та визначали вихід сиру.

**Результати.** Застосування ензимів різного походження здійснюють вплив на тривалість зсідання молока. При цьому в'язкість суміші різко підвищується, що свідчить про зміни стану білків. Коагуляція відбувається у дві фази: ферментативну та видимої коагуляції, коли з'являються пластівці. Потім утворюється ніжний згусток, який у подальшому ущільнюється. Тривалість зсідання молока становить  $30 \pm 5$  хв при температурі  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  [16].

Тривалість зсідання нормалізованої суміші при виробництві сиру «Моцарела» із використанням мікробіального ензиму скорочується на 4 хв. (12%) порівняно з тривалістю зсідання суміші при використанні ензимного препарату, екстрагованого за методикою С.В. Мерзлова, і на 7 хв (21%) порівняно з тривалістю зсідання суміші при використанні ензимного препарату, екстрагованого за методикою Ю.Я. Свириденка.

З огляду на зменшення тривалості зсідання суміші у зразках контрольної групи проб доцільно було б рекомендувати у виробництві м'якого сиру «Моцарела» використовувати мікробіальний молокозсідальний ензим, який призводить до скорочення технологічного процесу виробництва продукту. Одним із показників якості готового сиру є масова частка вологи, яка залежить від синеретичних властивостей згустків. Синерезис – це процес відділення сироватки від згустку, що включає самовільне ущільнення структури за рахунок перегрупування частинок і збільшення числа контактів між ними, тобто ущільнення гелю та випресовування з нього дисперсійного середовища. Дані проведених досліджень свідчать, що зразки контрольної групи при зсіданні яких використовували ензими мікробіального походження, мають найнижчі синеретичні властивості порівняно зі зразками I та II дослідних груп. Об'єм сироватки, що виділився за 1 год. у зразках контрольної групи, становив 44%, тоді як зразках I і II – 46 і 58% відповідно. Слід відзначити, що зразки I дослідної групи при використанні телячого сичужного ензиму мали найкращі синеретичні властивості.

З огляду на синеретичні властивості згустків для виробництва м'якого сиру «Моцарела» перспективним є використання телячого сичужного ензиму, екстрагованого за методикою С.В. Мерзлова. Молокозсідальні ензими та режими теплового оброблення молока суттєво впливають на вихід готового продукту. Зразки II дослідної групи при використанні телячого сичужного ензиму екстрагованих за методикою Ю.Я. Свириденка мали нижчий вихід сиру, ніж зразки контрольної і I дослідних груп, що пояснюється утворенням більшої кількості казеїнового пилу, який переходить у сироватку. Найбільший вихід сиру відзначаємо при використанні сичужного ензиму мікробіального походження.

Отже, з огляду на вихід готового сиру «Моцарела» з комерційною метою для отримання більшого прибутку доцільно використовувати ензимний препарат мікробіального походження. Залежно від виду молокозсідально ензиму формуються органолептичні показники м'якого сиру «Моцарела».

Результати сенсорного аналізу наведені у таблиці 1. Згідно з органолептичною оцінкою зразки I дослідної групи із використанням телячого сичужного ензиму характеризувалися вираженим сирним, кисломолочним, без сторонніх присмаків та запахів, властивим м'якому свіжому сиру смаком і запахом; поверхня чиста без механічних ушкоджень, пружна; консистенція мазка, ніжна, в міру щільна; колір білий, рівномірний за всією масою; тісто з наявністю вічок. Найгіршими органолептичними показниками характеризувалися зразки II дослідної групи при використанні молокозсідального ензиму екстрагованого за методикою Ю.Я. Свириденка. Він характеризувався невираженим сирним смаком; зовнішній вигляд: колір білий з кремовим відтінком; консистенція мазка, злегка крихка; тісто з наявністю невеликих пустот.

**Таблиця 1. Органолептичні показники м'якого сиру «Моцарела» за використання різних сичужних ензимів**

Показники	Контрольна група проб	I дослідна група проб	II дослідна група проб
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, без механічних ушкоджень, жорстка	Поверхня чиста, без механічних ушкоджень, пружна	Поверхня чиста, без механічних ушкоджень, в міру пружна
Смак і запах	Сирний, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	Сирний, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів, властивий м'якому свіжому сиру	Невиражений сирний смак, без сторонніх присмаків та запахів, з наявністю легкої кислуватості
Консистенція	Мазка, злегка ламка, в міру щільна	Мазка, ніжна, в міру щільна	Мазка, злегка крихка, в міру щільна
Колір тіста	Білий з кремовим відтінком, рівномірний за всією масою	Білий, рівномірний за всією масою	Білий з кремовим відтінком, рівномірний за всією масою
Рисунок	Тісто з вічками і наявністю невеликих пустот	Тісто з вічками	Тісто з наявністю невеликих пустот
Форма	Кулька	Кулька	Кулька

**Висновки.** Тривалість зсідання білків при виробництві сиру «Моцарела» з використанням мікробіального ензимного препарату – 23 хв., при використанні ензимів I дослідної групи – 27 хв. і при використанні сичужних ензимів II дослідної групи – 33 хв. З огляду на вихід готового сиру «Моцарела» з комерційною метою для отримання більшого прибутку доцільно використовувати ензим мікробіального походження. Згідно із сенсорним аналізом зразки з використанням телячого сичужного ензиму, екстраговані за методикою С.В. Мерзлова – I дослідна група проб – характеризувалися вираженим сирним, кисломолочним, без сторонніх присмаків та запахів, властивим м'якому свіжому сиру смаком і запахом; поверхня чиста без механічних ушкоджень, пружна; консистенція мазка, ніжна, в міру щільна; колір білий, рівномірний за всією масою; тісто з наявністю вічок. Найгіршими органолептичними показниками характеризувалися зразки II дослідної групи.

## Список використаних джерел

1. Tsisaryk, O. (2013). Analysis of the microbiological composition of sheep cheese. In *Current problems of the food industry: Materials of the scientific conference* (pp. 146–147). Ternopil : Ternopil Ivan Puluj National Technical University.
2. Merzlov S., Bilyi V., Rindin A (2019) The effect of extractors on indicators of elimination of exposed enzymes. *Scientific Horizons*. 2019. № 8. pp. 77–81.
3. Ardo, Y., Thage, B. V., & Madsen, J. S. (2002). Dynamics of free amino acid composition in cheese ripening. *Australian Journal of Dairy Technology*, 57(2), 109–115.
4. Johnson, M. E. (2017). A 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science*, 100 (12), 9952–9965. doi: 10.3168/jds.2017-12979.
5. Ozturk, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. (2018). Investigating the properties of high-pressure-treated, reduced-sodium, low-moisture, part-skim Mozzarella cheese during refrigerated storage. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 6853–6865. doi: 10.3168/jds.2018-14415.
6. Bos, C., Metges, C. C., Gaudichon, C., Petzke, K. J., Pueyo, M. E., Morens, C., Everwand, J., Benamouzig, R., & Tomé, D. (2003). Postprandial kinetics of dietary amino acids are the main determinant of their metabolism after soy or milk protein ingestion in humans. *The Journal of Nutrition*, 133(5), 1308–1315. doi: 10.1093/jn/133.5.1308.
7. Venher, O. O., & Mishchenko, H. V. (2011). The use of proteolytic enzymes to provide tissues containing wool, a stable soft fingerboard. *East European Journal of Advanced Technologies*, 3/6 (51), 42–44.
8. Chuang, C. K., Lin, S. P., Lee, H. C., Wang, T. J., Shih, Y. S., Huang, F. Y., & eung, C. Y. (2005). Free amino acids in full-term and pre-term human milk and infant formula. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 40 (4), 496–500. doi: 10.1097/01.mpg.0000150407.30058.47.
9. Bilyi, V. Y., & Merzlov, S. V. (2022). Influence of various rennet enzymes on technological and sensory parameters of bryzna. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 103–109. doi: 10.31210/visnyk2022.01.13.
10. Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116 (12), 1970–1980. doi: 10.1016/j.jand.2016.09.025.
11. Borshch, O. O., Borshch, O. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (2019). The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(1), 117–123.
12. Bilyi, V. Y., & Merzlov, S. V. (2022). Effect of some current enzymes on milk coagulation indicators. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(96), 144–147. doi: 10.32718/nvlvet-a9620.
13. Park, Y. W. (2001). Proteolysis and Lipolysis of Goat Milk Cheese. *Journal of Dairy Science*, 84, E84–E92. doi: 10.3168/jds.2001-0302(01)70202-0.
14. Bilyi V., Merzlov S., Narizhnyy S., Mashkin Y., Merzlova G. (2021) Amino Acid Composition of Whey and Cottage Cheese Under Various Rennet Enzymes. *Scientific Horizons*. 2021. Том 24, Выпуск 9. Страницы 19–25 DOI 10.48077/scihor.24(9).2021.19-25.
15. Semko, T. V., Vlasenko, I. H., & Hyrych, S. V. (2018). *Innovations in the production of hard cheeses*. Vinnytsia: VITE of KNUTE.
16. Tsisaryk, O.I., Musiy, L.Ia., Slyvka, I.M., Molokus, T.F. (2017). The development of cheese technology «Mozzarella» with the usage of different. curdle ferments. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 19(75), 23–28.

**Bila V. V.**

*Graduate student of the Department of Safety and Quality  
Food Products, Raw Materials and Technological Processes  
Bila Tserkva National Agrarian University  
Bila Tserkva, Ukraine*

**E-mail:** aspirant.btj@gmail.com

**ORCID:** 0000-0003-1582-7548

**Merzlova H. V.**

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Safety and Quality  
Food Products, Raw Materials and Technological Processes  
Bila Tserkva National Agrarian University  
Bila Tserkva, Ukraine*

**E-mail:** aspirant.btj@gmail.com

**ORCID:** 0000-0002-2394-9118

## THE INFLUENCE OF DIFFERENT RENNET ENZYMES ON THE MAIN INDICATORS OF MOZZARELLA FOR SOFT CHEESE TECHNOLOGIES

**Abstract**

*The article presents the results of the study of the effect of various rennet enzymes on the main indicators of mozzarella using soft cheese technologies. Thus, the processing of milk in the process of cheese production corresponds to natural physiological processes. III groups of milk samples (n=5) were formed to conduct the experiment. In the control group of samples, rennet enzyme of microbial origin was used for curdling milk. In the 1st experimental group of samples, an enzyme preparation from the rennet of dairy calves, extracted according to the method of Yu. Ya. Svyridenko, was used. In the II experimental group, an enzyme preparation was used, which was extracted from the rennet of dairy calves according to the method of S.V. Merzlova.*

The duration of protein coagulation in the production of Mozzarella cheese using a microbial enzyme preparation is 23 min., when using enzymes of the I research group – 27 min. and when using rennet enzymes of the II research group – 33 min. In view of the output of ready-made Mozzarella cheese with a commercial purpose to obtain more profit, it is advisable to use an enzyme of microbial origin. According to sensory analysis, samples using calf rennet enzyme extracted according to the method of S.V. Merzlov's I experimental group of samples was characterized by pronounced cheesy, sour-milk, without extraneous tastes and smells, taste and smell characteristic of soft fresh cheese; the surface is clean without mechanical damage, elastic; the consistency of the smear is gentle, moderately dense; the color is white, uniform over the entire mass; dough with the presence of cells.

Samples of the II experimental group were characterized by the worst organoleptic indicators.

**Key words:** milk processing, rennet enzyme, soft cheeses.

#### References

1. Tsisaryk, O. (2013). Analysis of the microbiological composition of sheep cheese. In *Current problems of the food industry: Materials of the scientific conference* (pp. 146–147). Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University.
2. Merzlov S., Bilyi V., Rindin A (2019) *The effect of extractors on indicators of elimination of exposed enzymes*. // Scientific Horizons. 2019. № 8. pp 77 - 81
3. Ardo, Y., Thage, B. V., & Madsen, J. S. (2002). Dynamics of free amino acid composition in cheese ripening. *Australian Journal of Dairy Technology*, 57 (2), 109–115.
4. Johnson, M. E. (2017). A 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science*, 100 (12), 9952–9965. doi: 10.3168/jds.2017-12979
5. Ozturk, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. (2018). Investigating the properties of high-pressure-treated, reduced-sodium, low-moisture, part-skim Mozzarella cheese during refrigerated storage. *Journal of Dairy Science*, 101 (8), 6853–6865. doi: 10.3168/jds.2018-14415
6. Bos, C., Metges, C. C., Gaudichon, C., Petzke, K. J., Pueyo, M. E., Morens, C., Everwand, J., Benamouzig, R., & Tomé, D. (2003). Postprandial kinetics of dietary amino acids are the main determinant of their metabolism after soy or milk protein ingestion in humans. *The Journal of Nutrition*, 133 (5), 1308–1315. doi: 10.1093/jn/133.5.1308
7. Venher, O. O., & Mishchenko, H. V. (2011). The use of proteolytic enzymes to provide tissues containing wool, a stable soft fingerboard. *East European Journal of Advanced Technologies*, 3/6 (51), 42–44.
8. Chuang, C. K., Lin, S. P., Lee, H. C., Wang, T. J., Shih, Y. S., Huang, F. Y., & eung, C. Y. (2005). Free amino acids in full-term and pre-term human milk and infant formula. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 40 (4), 496–500. doi: 10.1097/01.mpg.0000150407.30058.47
9. Bilyi, V. Y., & Merzlov, S. V. (2022). Influence of various rennet enzymes on technological and sensory parameters of brynz. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 103–109. doi: 10.31210/visnyk2022.01.13
10. Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116 (12), 1970–1980. doi: 10.1016/j.jand.2016.09.025
11. Borshch, O. O., Borshch, O. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (2019). The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (1), 117–123.
12. Bilyi, V. Y., & Merzlov, S. V. (2022). Effect of some current enzymes on milk coagulation indicators. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(96), 144–147. doi: 10.32718/nvlvet-a9620
13. Park, Y. W. (2001). Proteolysis and Lipolysis of Goat Milk Cheese. *Journal of Dairy Science*, 84, E84–E92. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(01)70202-0
14. Bilyi V., Merzlov S., Narizhnyy S., Mashkin Y., Merzlova G. (2021) Amino Acid Composition of Whey and Cottage Cheese Under Various Rennet Enzymes/ // Scientific Horizons. 2021. Том 24, Выпуск 9. Страницы 19 – 25 DOI 10.48077/scihor.24(9).2021.19-25
15. Semko, T. V., Vlasenko, I. H., & Hyrych, S. V. (2018). *Innovations in the production of hard cheeses*. Vinnytsia: VITE of KNUTE.
16. Tsisaryk, O.I., Musiy, L.Ia., Slyvka, I.M., Molokus, T.F. (2017). The development of cheese technology «Mozzarella» with the usage of different curdle ferments. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 19(75), 23–28.