



EFFICIENCY OF USING DIFFERENT DOSES OF STABILIZED SOURGERY BY RYAZHANKA TECHNOLOGY

I.Yu. Germanskyi

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

ORCID

I.Yu. Germanskyi: <https://orcid.org/0009-0004-9695-6345>

E-mail: merzlovagy@ukr.net

Abstract. Ryazhanka is a traditional fermented milk product with high nutritional and functional value, due to its content of probiotic lactic acid bacteria, which positively affect the intestinal microbiota and contribute to the optimization of nutrient digestion and absorption. However, lactic acid bacteria in the sourdough starter for ryazhanka are sensitive to the presence of inhibitory substances in milk, particularly detergents and antibiotic residues. Their entry into the raw material inhibits the growth of lactic acid bacteria, slowing the development of acidity and worsening the formation of milk clot.

The aim of the work was to determine the optimal doses of starter cultures, immobilized with *Streptococcus thermophilus* and *Lactococcus lactis*, on modified dry egg white and modified starch to ensure effective fermentation of baked milk. Milk with a fat mass fraction of 3.2% was used in the study. Different doses of starter cultures (20–150 mg) containing immobilized lactic acid bacteria on various carriers were added to milk samples (volume 200.0 cm³). The time of milk clot formation and the titrated acidity indicators of fermented products were monitored.

The dependence of the rate of clot formation and the quality of fermented baked milk on the dose of starter and the carrier on which lactic acid bacteria were immobilized was experimentally established. It was found that using starter at doses of 20-40 mg with immobilized lactic acid bacteria on modified egg white, and starter at doses of 20-60 mg per 200.0 cm³ of fermented milk with immobilized lactic acid bacteria on modified starch, did not allow the formation of a milk clot within 7 hours of fermentation. After 7 hours of thermostating, high-quality fermented baked milk (by milk clot) was obtained using starter in doses of 50 mg and 70 mg with immobilized bacteria, respectively, on modified egg white and starch. The results obtained emphasize the importance of selecting the dosage of immobilized bacterial preparations for fermented baked milk technology and indicate that these preparations can be used in industrial conditions.

Key words: *cow's milk, acidity of baked milk, lactic acid bacteria immobilized, milk curd.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ДОЗ СТАБІЛІЗОВАНОЇ ЗАКВАСКИ ЗА ТЕХНОЛОГІЇ РЯЖАНКИ

І.Ю. Германський

Білоцерківський національний аграрний університет, Україна

E-mail: merzlovagv@ukr.net

Анотація. Ряжанка є традиційним кисломолочним продуктом із високою харчовою та функціональною цінністю завдяки вмісту пробіотичних молочнокислих бактерій, які позитивно впливають на мікробіоту кишечника та сприяють оптимізації травлення і засвоєння поживних речовин. Проте молочнокислі бактерії закваски для ряжанки є чутливими до інгібуючих речовин у молоці, зокрема залишків миючих засобів та антибіотиків. Їх потрапляння в сировину призводить до пригнічення росту молочнокислих бактерій, уповільнення розвитку кислотності та погіршення формування молочного згустку.

Метою роботи було визначення оптимальних доз заквасок із іммобілізованими бактеріями *Streptococcus thermophilus* та *Lactococcus lactis* на модифікованому сухому яєчному білку та модифікованому крохмалі для забезпечення ефективного сквашування пряженого молока. Для дослідження використовували молоко з масовою часткою жиру 3,2 %. До проб молока (об'ємом 200,0 см³) вносили різні дози закваски (20–150 мг) із вмістом іммобілізованих на різних носіях молочнокислих бактерій. Контролювали час утворення молочного згустку та показники титрованої кислотності сквашених продуктів.

Експериментально встановлено залежність швидкості формування згустку та якості ряжанки від дози закваски та носія, на якому були іммобілізовані молочнокислі бактерії. Виявлено, що за використання закваски у дозах 20-40 мг із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому яєчному білку та закваски у дозах 20-60 мг на 200,0 см³ пряженого молока із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому крохмалі не дало можливості одержати молочного згустку за 7 год. ферментації. За 7 год. термостатування якісну ряжанку (за молочним згустком) вдалось отримати застосовуючи закваску у дозах 50 мг та 70 мг із іммобілізованими бактеріями, відповідно, на модифікованому яєчному білку та крохмалю. Отримані результати підкреслюють значущість підбору дозування іммобілізованих бактеріальних препаратів для технології ряжанки і можуть бути використані у промислових умовах.

Ключові слова: молоко корів, кислотність ряжанки, молочнокислі бактерії, молочний згусток.

Вступ. *Актуальність теми.* Ряжанка – традиційний кисломолочний продукт, що має високу харчову цінність і користь для здоров'я людини завдяки вмісту пробіотичних молочнокислих бактерій. Вони підтримують баланс кишкової мікрофлори, покращують травлення та засвоєння поживних речовин. Процес ферментації збагачує продукт корисними мікроорганізмами та сприяє формуванню антиоксидантної активності, що забезпечує захист клітин від оксидативного стресу і підтримку серцево-судинної системи (Aidarbekova & Aider, 2022).

Завдяки особливостям технології (повільне нагрівання молока перед ферментацією) ряжанка характеризується кращою засвоюваністю, порівняно з незбродженим молоком і може використовуватися у харчуванні осіб із легкими формами непереносимості лактози. Продукт також є джерелом Кальцію, Фосфору та вітамінів, що відіграють важливу роль у підтримці кісткової тканини та метаболічних процесів (Melini et al., 2019; Aidarbekova et al., 2022; Volhova, 2024).

Водночас ефективність технології виробництва ряжанки значною мірою залежить від активності заквасок, які містять молочнокислі бактерії. У виробничих умовах на їх

життєздатність можуть впливати залишки дезінфікуючих засобів, антибіотиків та інших інгібуючих факторів, що потрапляють у молоко (Vovkohon et al., 2019). Це зумовлює необхідність пошуку технологічних рішень, спрямованих на підвищення стійкості мікроорганізмів та забезпечення стабільності процесу сквашування. Одним із перспективних напрямів є використання іммобілізованих форм молочнокислих бактерій, однак питання оптимальних доз таких заквасок у технології ряжанки залишається недостатньо вивченим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для технології ряжанки використовують закваски різних виробників. Дані закваски містять молочнокислі бактерії. Ці мікроорганізми не завжди є стійкими до дезінфікуючих засобів та антибіотиків, які за різних причин потрапляють у молоко, яке можуть використовувати для технології ряжанки (Chiesa et al., 2020).

Navrátilová et al., (2024) наводять інформацію, що на практиці трапляються випадки потрапляння у молоко засобів дезінфекції молочного устаткування. Внаслідок чого молочнокислі бактерії заквасок пригнічуються, що викликає уповільнення або помітне погіршення сквашування молока.

За профілактики або лікування лактуючих корів у молоко потрапляють антибіотики (особливо β -лактами і тетрациклінові сполуки), які негативно впливають на мікроорганізми заквасок. Залишки антимікробних препаратів у молоці інгібують ріст і метаболічну активність бактерій внаслідок чого уповільнюється або припиняється кислотонакопичення (Sachi et al., 2019). У залежності від вмісту залишків антибіотиків у молоці молочнокислі бактерії не проявляють своїх властивостей (Erdogan et al., 2001). За використання антибіотиків під час лікування тварин останні потрапляють у великих кількостях у молоко. Уміст антимікробних препаратів у молоці негативно впливає на технологічні процеси за виготовлення кисломолочних напоїв. Низькі дози антибіотиків сповільнюють дію молочнокислих бактерій, а високі – їх інактивують (Brunton et al., 2024).

За порушення умов використання дезінфектантів (кислоти, луги, аміни тощо) залишки останніх потрапляють у молоко і негативно впливають на штами *Lactobacillus* та *Streptococcus*. Слабкі органічні кислоти мають мінімальний ефект за миття молочного устаткування (Thomas et al., 2020). Mishra et al. (2024) підтверджують інформацію щодо негативного впливу залишків миючих засобів на швидкість загусання, а також на органолептичні показники кисломолочних продуктів.

Chiesa et al. (2020) стверджують, що за низьких залишків антимікробних препаратів у молоці сквашування останнього пролонгується. Крім того, вихід готового продукту за таких умов знижується. Негативний вплив мінімального вмісту різних комбінацій антибіотиків на сквашування молока підтверджують дослідження [Morandi et al. \(2024\)](#). Oliver et al. (2020) вказують, що експерименти, спрямовані на адаптацію технології сквашування молока, є перспективними в одержанні якісних харчових продуктів.

Для підвищення стійкості молочнокислих бактерій в технологічних процесах до дії залишків антибіотиків, миючих засобів, важких металів тощо розробляються різні методи та способи їх стабілізації. До таких способів можна віднести іммобілізацію бактерій, застосовуючи підготовлені матриці. Найчастіше для стабілізації бактерій застосовують механізми біосорбції та гелеві носії (Herasymenko et al., 2006; Bayat et al., 2015).

За адсорбції мікроорганізмів на носіях рухомість та здатність передачі ензимів в середовище існування останніми обмежується. Виходячи з цього, для протікання технологічних процесів, в т. ч. сквашування молока, підвищуються дози бактеріальних препаратів збільшуються, порівнюючи з дозами нестабілізованих бактерій (Herasymenko et al., 2006; Vovkohon et al., 2019).

Виходячи із вищенаведеного, дози заквасок для кисломолочних продуктів, які містять іммобілізовані бактерії для сквашування молока без вмісту інгібуючих факторів (миючі засоби, антибіотики, важкі метали тощо) можуть бути неоднаковими, порівнюючи із аналогічними заквасками з нативними бактеріями.

Отже, встановлення оптимальної дози заквасок для ряжанки із іммобілізованими на різних носіях молочними бактеріями у складі закваски для виготовлення ряжанки має практичне та наукове значення.

Мета роботи: визначення оптимальних доз заквасок із іммобілізованими бактеріями на різних носіях за виробництва ряжанки.

Завдання дослідження: визначити оптимальні дози заквасок із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому сухому ячному білку для технології виготовлення ряжанки; оцінити ефективність заквасок із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому крохмалі, порівняно із заквасками на модифікованому сухому ячному білку; встановити дози заквасок із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на різних носіях.

Матеріал і методи досліджень. Визначення якості сквашування пряженого молока різними дозами заквасок для ряжанки із іммобілізованими молочнокислими бактеріями виконували в лабораторії безпечності та якості харчових продуктів Білоцерківського національного аграрного університету. Для експерименту застосовували пряжене молоко із масовою часткою жиру 3,2 %. Кожну дозу пряженого молока точно вимірювали по 200,0 см³. Кожна група проб містила по 4 зразки молока (табл. 1).

Таблиця 1

Схема дослідю

Група проб	Об'єм проби молока, см ³	Маса закваски, внесеної в одну дозу пряженого молока, мг	
		Молочнокислі бактерії, що стабілізовані на модифікованому сухому ячному білку	Молочнокислі бактерії, що стабілізовані на модифікованому крохмалі
I	200,0	20	20
II	200,0	30	30
III	200,0	40	40
IV	200,0	50	50
V	200,0	60	60
VI	200,0	70	70
VII	200,0	80	80
VIII	200,0	90	90
IX	200,0	100	100
X	200,0	110	110
XI	200,0	120	120
XII	200,0	130	130
XIII	200,0	140	140
XIV	200,0	150	150

Закваску з іммобілізованими молочнокислими бактеріями *Streptococcus thermophilus* та *Lactococcus lactis* на модифікованому сухому ячному білку вносили у проби пряженого молока у кількості від 20,0 мг до 150 мг на 200,0 см³. Закваску для ряжанки із вмістом іммобілізованих на модифікованому крохмалі молочнокислих бактерій використовували у аналогічних дозах.

Сквашування пряженого молока проводили в два етапи. Під час першого етапу сквашування проводили впродовж 7 год. Проби молока, в яких не було виявлено якісних згустків молока, поміщали ще на 7 год у термостат (II етап). Перед внесенням у молоко закваски його підігрівали до температури 37 °С. Температуру під час сквашування молока в термостаті витримували в межах 35,9-36,0 °С. Контроль стану зразків молока (візуально) проводили з інтервалом 10 хв як під час I етапу так і під час II етапу сквашування. Титровану кислотність сквашеного пряженого молока встановлювали за методикою, описаною у ДСТУ ISO 6091:2007.

Результати досліджень та їх обговорення. Експериментально встановлено ряд особливостей щодо утворення молочного згустку ряжанки за використання різних доз

заквасок із стабілізованими бактеріями на 7 год ферментації. Внесення у пряжене молоко найменшої дози закваски (20,0 мг) із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому яєчному білку не призвело до утворення молочного згустку (табл. 2).

За використання закваски з іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому яєчному білку у дозах 30 та 40 мг на 200 см³ утворення молочного згустку виявлено не було. За дози 40 мг закваски у молоці були виявлені поодинокі тяжі. За використання закваски у дозі 50 мг (IV дослідна група проб) у зразках виявлено сформований молочний згусток.

Збільшуючи дозу закваски з іммобілізованими молочнокислими бактеріями на молочному білку до 60 мг, вдалось отримати ряжанку із консистенцією, що відповідала чинним нормативним документам. За підвищення дози закваски для ряжанки від 70 до 150 мг на 200 см³ молока вдалось отримати якісну ряжанку.

За внесення низьких доз закваски ряжанки із молочнокислими бактеріями іммобілізованими на модифікованому крохмалі від 20 до 60 мг не відбулося зсідання молока (відсутній молочний згусток). За додавання 70 мг закваски утворений молочний згусток був зафіксований, проте його якість була незадовільною. За 7 год ферментації вдалось отримати якісну ряжанку за показником консистенції у пробах молока, до яких вносили закваску у дозах від 80 до 150 мг.

Таблиця 2

Виявлення молочного згустку на 7 год ферментування

Група проб	Закваска	
	Молочнокислі бактерії стабілізовані на модифікованому сухому яєчному білку	Молочнокислі бактерії стабілізовані на модифікованому крохмалі
I	-	-
II	-	-
III	-	-
IV	+	-
V	+	-
VI	+	+
VII	+	+
VIII	+	+
IX	+	+
X	+	+
XI	+	+
XII	+	+
XIII	+	+
XIV	+	+

Примітка: «-» - молочний згусток не виявлено, «+» - утворений задовільний молочний згусток.

За додавання найменшої дози закваски із іммобілізованими на модифікованому яєчному білку утворення молочного згустку було встановлено через 12 год 50 хв. Внесення у молоко закваски у дозі 30 мг призводило до зменшення часу утворення молочного згустку на одну год. (табл. 3).

Час утворення молочного згустку продовж 14 год термостатування, год.

Група проб	Закваска	
	Молочнокислі бактерії, стабілізовані на модифікованому сухому яєчному білку	Молочнокислі бактерії, стабілізовані на модифікованому крохмалі
I	12,5	-
II	11,5	13,5
III	8,5	12,0
IV	7,0	11,5
V	6,5	8,2
VI	6,5	7,0
VII	6,4	7,0
VIII	6,3	6,5
IX	6,1	6,4
X	6,1	6,4
XI	5,5	6,2
XII	5,5	6,1
XIII	5,4	6,0
XIV	5,3	5,5

Встановлено, що за внесення у пряжене молоко 40 мг закваски сквашування останнього наступало швидше на 240 хв порівняно із I дослідною групою. У IV групі проб утворення молочного згустку було зафіксовано на 1 год 50 хв швидше, ніж у III дослідній групі. Із збільшенням дози закваски для ряжанки від 60 до 140 мг на 200 см³ скорочувався час утворення молочного згустку відносно показників, отриманих у IV-V групі.

Найшвидше молочний згусток утворився у пробах, до яких вносили по 150 мг закваски із іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку молочнокислими бактеріям. Порівнюючи із показниками із I групи, час сквашування пряженого молока був меншим у 2,35 рази.

Під час застосування 20 мг закваски на 200,0 см³ молока з іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому крохмалі утворення молочного згустку за 14 год термостатування не було виявлено. За додавання закваски у дозі 30 мг сквашування пряженого молока було встановлено через 13 год 50 хв від початку експерименту.

Додавання 40 мг закваски призвело до скорочення часу утворення молочного згустку на 11,1 % або на 1 год 50 хв у порівнянні із II дослідною групою. Внесення 80 мг закваски із іммобілізованими бактеріями на модифікованому крохмалі дало можливість зменшити час сквашування пряженого молока на 6,0 год 50 хв у порівнянні із II групою. Застосування 90-140 мг закваски дозволило одержати якісний молочний згусток у ряжанці менше ніж за 7 год термостатування. За найбільшої дози закваски сквашування молока проходило найшвидше.

Порівнюючи закваски між собою, встановлено, що на 7 год термостатування утворення молочного згустку проходить за використання закваски із бактеріями, стабілізованими на модифікованому молочному білку за дози 50 мг, а за використання закваски із молочними бактеріями іммобілізованими на модифікованому крохмалі сквашування пряженого молока на вказаний час здійснювалось за дози 70 мг на 200,0 см³ сировини.

Застосування заквасок із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому яєчному білку дає можливість швидше отримати ряжанку із бажаним молочним згустком.

Досліджуючи титровану кислотність продуктів сквашування пряженого молока, була встановлена певна закономірність. За використання найменшої дози (20 мг на 200 см³ молока) закваски із молочнокислими бактеріями іммобілізованими на модифікованому яєчному білку титрована кислотність була на рівні 31,7 °Т (табл. 4).

Таблиця 4

Титрована кислотність сквашеного пряженого молока на 7 год термостатування, °Т

Група проб	Закваска	
	Молочнокислі бактерії, стабілізовані на модифікованому сухому яєчному білку	Молочнокислі бактерії, стабілізовані на модифікованому крохмалі
I	31,7±0,78	23,7±0,95
II	35,7±1,09	29,7±0,77
III	42,2±2,14	34,3±1,94
IV	65,8±1,45	40,2±1,42
V	70,2±1,98	51,6±2,04
VI	72,4±1,64	64,5±3,18
VII	72,9±1,73	70,2±2,01
VIII	74,5±2,15	70,6±1,17
IX	75,3±2,52	72,7±1,64
X	76,4±1,56	73,3±1,47
XI	80,3±1,27	75,4±1,95
XII	82,6±2,12	75,7±1,45
XIII	82,9±2,34	78,4±2,17
XIV	83,5±2,11	79,2±2,53

Підвищення дози закваски до 30 мг сприяло зростанню титрованої кислотності сквашеного продукту на 12,6 % відносно I групи проб. На 7 год сквашування встановлено, що оптимальна кислотність була у ряжанці, для виготовлення якої застосовували від 50 і більше мг закваски із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку.

За внесення найменшої дози закваски із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому крохмалі, титрована кислотність сквашеного продукту була меншою на 25,2 % відносно варіанту, де використовували аналогічну дозу закваски із бактеріями, іммобілізованими на яєчному білку.

Оптимальна кислотність була у продуктах сквашування, де вносили закваску із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому крохмалі у дозах від 70 мг і вище.

За використання високих доз заквасок (140-150 мг на 200,0 см³ пряженого молока) із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на різних носіях титрована кислотність ряжанки відповідала чинним нормативним документам.

Використання закваски із іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку бактеріями у дозах від 50 до 150 мг на 200,0 см³ молока дозволило отримати ряжанку із вищою титрованою кислотністю у порівнянні із продуктами сквашування із використанням закваски із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому крохмалі.

Отримані результати дослідження підтвердили суттєвий вплив кількості закваски та природи носія, на якому були іммобілізовані молочнокислі бактерії на інтенсивність ферментації пряженого молока та формування молочного згустку ряжанки. Встановлені закономірності узгоджуються з даними Vovkohon et al. (2019), які відзначають, що ефективність молочнокислого сквашування тісно пов'язана зі швидкістю росту культур, доступністю субстрату та активністю бактеріальних клітин.

У наших умовах мінімальні дози закваски (20–40 мг на 200 см³) не забезпечували формування молочного згустку протягом 7 год ферментації, що узгоджується з висновками Muñoz et al. (2017) щодо важливості достатньої кількості активних бактеріальних клітин для досягнення ефективної ферментації як у випадку вільних, так і іммобілізованих культур (наприклад, при ферментації молока за участю *Lactocaseibacillus casei* та інших культур. Лише починаючи з 50 мг закваски із іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку бактеріями на 200 см³ молока утворювався задовільний молочний згусток.

Відмінність активності заквасок на різних носіях узгоджується з роботами щодо іммобілізації пробіотичних культур. Дослідження свідчать, що іммобілізація *Lactobacillus bulgaricus* у різні гелеві матриці може суттєво підвищити продуктивність ферментації та стабільність клітин у порівнянні з вільними культурами (Guo et al., 2023). Це пояснює, чому молочний згусток у нашому експерименті утворювався при менших дозах закваски, де молочнокислі бактерії були іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку у порівнянні із варіантом, де, як носій, використовували модифікований крохмаль.

Скорочення часу утворення молочного згустку зі зростанням маси закваски відповідає загальним кінетичним закономірностям ферментації кисломолочних продуктів: дослідження ферментації з *Lactocaseibacillus casei* свідчать, що важливими факторами є швидкість кислотоутворення та ріст бактеріальних клітин, що безпосередньо впливає на швидкість коагуляції білків у молочному середовищі (Chen et al., 2025). Дані явища підтверджуються також у роботі з іммобілізованими пробіотичними культурами, де показано, що іммобілізація може підвищувати ферментаційну активність і виживання бактеріальних клітин у середовищі (Dimitrellou et al., 2019; Lappa et al., 2022).

Аналіз зміни кислотності підтверджує вищу активність бактерій, іммобілізованих на модифікованому сухому яєчному білку: за всіх доз (20–150 мг) значення титрованої кислотності для відповідної групи були на 5–33 % вищими, ніж у варіантах з використанням модифікованого крохмалю як носія.

Таким чином, результати дослідження засвідчили, що найефективнішою була закваска з іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому сухому яєчному білку. Вона забезпечувала швидше формування однорідного згустку та більш інтенсивне накопичення кислотності вже при внесенні від 50 мг на 200,0 см³, тоді як закваска на модифікованому крохмалі потребувала підвищення дози до 70–80 мг. Це може бути зумовлено меншою місткістю носія (модифікований крохмаль), зниженням кількості молочнокислих бактерій, здатних синтезувати ензими та відмінностями у масообміні між клітинами та середовищем, що найшло обґрунтування у працях Herasymenko et al. (2006), Guerin et al. (2017).

Отримані дані підтвердили перспективність використання білкових носіїв як способу підвищення технологічної ефективності заквасок у виробництві рязанки та можуть бути корисними для промислової оптимізації дозування стартових культур.

Висновки

1. Технологія рязанки із масовою часткою жиру 3,2 % можлива за використання закваски із вмістом молочнокислих бактерій, іммобілізованих на модифікованому сухому яєчному білку продовж 7 год ферментації у дозах від 250–300 мг на дм³ (50–60 мг на 200 см³) пряженого молока.

2. Для виготовлення рязанки із масовою часткою жиру 3,2 % необхідно використовувати на 40,0 % більше закваски із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому крохмалі відносно закваски із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку.

3. За використання закваски з іммобілізованими молочнокислими бактеріями на різних носіях у дозах 250 та 350 мг на дм³ пряженого молока можливо отримати рязанку із титрованою кислотністю згідно вимог ДСТУ 4565.

References

- Aidarbekova, S., & Aider, M. (2022). Production of ryazhenka, a traditional Ukrainian fermented baked milk, by using electro-activated whey as supplementing ingredient and source of lactulose. *Food Bioscience*, 46. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101526>
- Bayat, Z., Hassanshahian, M., & Cappello, S. (2015). Immobilization of microbes for bioremediation of crude oil polluted environments: A mini review. *The open microbiology journal*, 9, 48–54. <https://doi.org/10.2174/1874285801509010048>

- Bolhova, N. V. (2024). Analiz tehnologii vyrobnytstva bezlaktoznoi riazhanky. *Naukovyi visnyk Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu*, 14(1). <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-20>. [In Ukrainian].
- Brunton, L. A., Reeves, H. E., Snow, L. C., & Jones, J. R. (2014). A longitudinal field trial assesing the impact of feeding waste milk containing antibiotic residues on the prevalence of ESBL-producing *Escherichia coli* in calves. *Preventive veterinary medicine*, 117(2), 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.08.005>
- Chen, C., Guo, T., Wu, D., Shu, J., Huang, N., Tian, H., Yu, H., & Ge, C. (2025). Study on *Lactocaseibacillus casei* TCS fermentation kinetic models and high-density culture strategy. *Microbiology spectrum*, 13(7), e0259024. <https://doi.org/10.1128/spectrum.02590-24>
- Chiesa, L. M., De Castelli, L., Nobile, M., Martucci, F., Mosconi, G., Fontana, M., Castrica, M., Arioli, F., & Panseri, S. (2020). Analysis of antibiotic residues in raw bovine milk and their impact toward food safety and on milk starter cultures in cheese-making process. *LWT – Food Science and Technology*, 131. 109783. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109783>
- Dimitrellou, D., Kandyliis, P., Petrović, T., Ivanović, S., Nedović, V., & Kourkoutas, Y. (2019). Encapsulation of *Lactobacillus casei* ATCC 393 in alginate capsules for probiotic fermented milk production. *LWT*. 116. 108501. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108501>
- DSTU 4565:2006 Riazhanka ta varenets. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2007-04-01. [In Ukrainian].
- DSTU ISO 6091:2007 Moloko sukhe. Vyznachannia tytrovanoj kyslotnosti (kontrolnyi metod) (ISO 6091:1980, IDT).
- Erdogan, A., Gurses, M., Turkoglu, H. & Sert, S. (2001). Some quality criteria of yogurt made from milk added with antibiotic at different levels. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4: 886-887. DOI: [10.3923/pjbs.2001.886.887](https://doi.org/10.3923/pjbs.2001.886.887)
- Guerin, J., Petit, J., Burgain, J., Borges, F., Bhandari, B., Perroud, C., Desobry, S., Scher, J., & Gaiani, C. (2017). *Lactobacillus rhamnosus* GG encapsulation by spray-drying: Milk proteins clotting control to produce innovative matrices. *Journal of Food Engineering*, 193(4). 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.08.008>
- Guo, Y., Wang, G., Li, K., Han, J., Chen, H., Zhang, S., Li, Y., & Chen, G. (2023). *Sheng wu gong cheng xue bao = Chinese journal of biotechnology*, 39(3), 1083–1095. <https://doi.org/10.13345/j.cjb.220542>
- Herasymenko, V. H., Herasymenko, M. O., Tsvilikhovskiy, M. I. (2006) Biotekhnolohiia: Pidruchnyk. 240–380. [In Ukrainian]
- Lappa, I. K., Kachrimanidou, V., Alexandri, M., Papadaki, A., & Kopsahelis, N. (2022). Novel probiotic/bacterial cellulose biocatalyst for the development of functional dairy beverage. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(17), 2586. <https://doi.org/10.3390/foods11172586>
- Melini, F., Melini, V., Luziatelli, F., Ficca, A. G., & Ruzzi, M. (2019). Health-promoting components in fermented foods: An up-to-date systematic review. *Nutrients*, 11(5), 1189. <https://doi.org/10.3390/nu11051189>
- Mishra, T., Machireddy, J., & Vuppu, S. (2024). Comprehensive study on hygiene and quality assessment practices in the production of drinkable dairy-based and plant-based fermented products. *Fermentation*, 10(9), 489. <https://doi.org/10.3390/fermentation10090489>
- Morandi, S., Silvetti, T., Guerci, M., Tamburini, A., & Brasca, M. (2024). Legally admissible amounts of antibiotics in milk affect the growth of lactic acid bacteria. *International Journal of Dairy Technologydoi*, 77(4). 1072-1082. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.13132>
- Muñoz, S. V., Guerrero, F. Q., Torres, M. G., Castro, M. D., & Talavera, R. R. (2017). Transformation kinetics of fermented milk using *Lactobacillus casei* (Lc1) and *Streptococcus thermophilus*: comparison of results with other Inocula. *The Journal of dairy research*, 84(1), 102–108. <https://doi.org/10.1017/S0022029916000613>
- Navrátilová, P., Vorlová, L., Dluhošová, S., Bartáková, K., Hanuš, O., & Samková, E. (2024). Screening methods for antimicrobial residues in the dairy chain-the past and the present. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 13(11), 1098. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13111098>
- Oliver, J. P., Gooch, C. A., Lansing, S., Schueler, J., Hurst, J. J., Sassoubre, L., Crossette, E. M., & Aga, D.S. (2020). Invited review: Fate of antibiotic residues, antibiotic-resistant bacteria, and antibiotic resistance genes in US dairy manure management systems. *Journal of dairy science*, 103(2), 1051–1071. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16778>

- Sachi, S., Ferdous, J., Sikder, M. H., & Azizul Karim Hussani, S. M. (2019). Antibiotic residues in milk: Past, present, and future. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 6(3), 315–332. <https://doi.org/10.5455/javar.2019.f350>
- Thomas, C., Schönknecht, A., Püning, C., Alter, T., Martin, A., & Bandick, N. (2020). Effect of peracetic acid solutions and lactic acid on microorganisms in on-line reprocessing systems for chicken slaughter plants. *Journal of food protection*, 83(4), 615–620. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-350>
- Vovkohon, A. H., Merzlov, S. V., Merzlova, H. V., & Nepochatenko, A. V. (2019). Termin skvashuvannia moloka zalezno vid dozy immobilizovanykh zakvasok yohurtu. *Zbirnyk naukovykh prats BNAU*, 1(147), 126–134. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2019-147-1-126-134>