

УДК 330.341.1:338.439:637.1-035(477)

**ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРУ ВПЛИВУ РІЗНИХ ВИДІВ МОЛОКА
НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА МІКРОСТРУКТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ ЙОГУРТУ***Морозова Л. П., к.х.н., доцент**Кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин**<https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>**Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна**<https://doi.org/10.31073/foodresources2026-26-01>**Надійшла 16.06.2025. Прийнята після рецензування 04.11.2025. Опублікована 30.06.2026**Ліцензія CC BY-NC-ND 4.0*

Предмет. Йогурт – це кисломолочний продукт, в якому містяться корисні мікроорганізми, вітаміни і мікроелементи. Йогурт багатий на вітаміни групи В й містить легкозасвоювані білки й кальцій. Компоненти і ферменти, які містяться в йогурті, сприяють поліпшенню процесу травлення людини. Споживання йогурту поліпшує функцію кишківника: жива і здорова мікрофлора не дає шкідливим і токсичним речовинам «пробиватися» у кров, а виводить їх. Кальцію в йогурті дуже багато, і він не тільки підтримує в порядку стан кісток і зубів, але й зберігає здоров'я слизових оболонок, запобігаючи виникненню раку товстого кишківника – він знижує ризик його розвитку на $\frac{3}{4}$. Йогурт сприяє кращому засвоєнню мінералів і вітамінів та зміцнює імунітет людини. **Мета.** Оцінити відмінності в хімічних властивостях і фізичній структурі виробленого йогурту. Досліди проводили з молоком різних видів (овечим, коров'ячим, козячим). Для кожного випробування використовували незбиране сире овече (S), коров'яче (C) і козяче (G) молоко. При цьому було виготовлено 4 л йогуртів (Y) з кожного виду молока (зразки SY, CY та GY відповідно). **Методи.** Бактеріологічний аналіз; ваговий метод з використанням сушильної шафи; високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ); рН-метрія; віскозиметрія; водоутримуючу здатність (ВУЗ) встановлювали центрифугуванням; мікроструктурні характеристики зразків йогуртів досліджували за допомогою скануючої електронної мікроскопії (СЕМ). **Результати.** Зразок SY продемонстрував найбільші значення загального вмісту сухих речовин, білка та ліпідів, що відображає більшу твердість, уявну в'язкість і водоутримуючу здатність, і нижчий індекс синерезису, ніж зразки CY і GY. Крім того, мікроструктура зразків CY та GY містила більшу кількість пор, які демонстрували більшу неоднорідність розміру, ніж зразку SY. На основі оцінених фізико-хімічних та мікроструктурних властивостей йогурту зразок SY продемонстрував найбільш бажані значення параметрів для молочної промисловості, яка є альтернативою йогурту з коров'ячого молока. **Сфера застосування результатів.** Результати цього дослідження можуть знайти застосування в технологіях молочної промисловості, хімії та нутриціології. Дослідження хіміко-бактеріологічних властивостей та текстурних параметрів йогуртів допомагає зрозуміти ефективність процесу виготовлення у відношенні різних фізико-хімічних характеристик готового продукту, зокрема, таких як твердість, в'язкість, водоутримуюча здатність йогурту, розширити асортимент молочної продукції, а також покращити структурно-механічні властивості харчової продукції нового покоління.

Ключові слова: молоко, молочна продукція, йогурт, загальний вміст сухих речовин, твердість, уявна в'язкість, водоутримуюча здатність, індекс синерезису, мікроструктурні властивості йогурту

**STUDY OF THE CHARACTER OF INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF MILK
ON THE PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROSTRUCTURAL PROPERTIES OF YOGURT***Liubov Morozova, PhD, Chemistry, Senior Lecturer of the**Department of technology of breeding, production and processing of small animal products**<https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>**Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine*

Subject. Yogurt is a fermented milk product that contains beneficial microorganisms, vitamins and trace elements. Yogurt is rich in B vitamins and contains easily digestible proteins and calcium. The components and enzymes contained in yogurt help improve the human digestive process. Consumption of yogurt improves

intestinal function: live and healthy microflora does not allow harmful and toxic substances to "break through" into the blood, but removes them. Yogurt is rich in calcium, and it not only maintains the condition of bones and teeth, but also maintains the health of mucous membranes, preventing the occurrence of colon cancer – it reduces the risk of its development by $\frac{3}{4}$. Yogurt promotes better absorption of minerals and vitamins and strengthens human immunity. **Purpose.** To assess the differences in the chemical properties and physical structure of the produced yogurt. The experiments were conducted with different types of milk (sheep, cow, goat). For each test, whole raw sheep (S), cow (C) and goat (G) milk were used. In this case, 4 liters of yogurt (Y) were produced from each type of milk (samples SY, CY and GY, respectively). **Methods.** Bacteriological analysis; weighing method using a drying oven; high-performance liquid chromatography (HPLC); pH-metry; viscometry; water-holding capacity (WHC) was determined by centrifugation; microstructural characteristics of yogurt samples were examined using scanning electron microscopy (SEM). **Results.** Sample SY showed the highest values of total solids, protein and lipid content, reflecting higher hardness, apparent viscosity and water holding capacity, and lower syneresis index than samples CY and GY. In addition, the microstructure of samples CY and GY contained a larger number of pores, which exhibited greater size heterogeneity than sample SY. Therefore, based on the evaluated physicochemical and microstructural properties of yogurt, sample SY demonstrated the most desirable parameter values for the dairy industry, which is an alternative to cow's milk yogurt. **Scope of results.** The results of this study allow predicting the physicochemical properties of complex food systems related to fermented milk products. The study of the chemical-bacteriological properties and textural parameters of yogurts helps to understand the efficiency of the manufacturing process in relation to various physicochemical characteristics of the finished product, in particular, such as hardness, viscosity, water-holding capacity of yogurt, expand the range of dairy products, and improve the structural and mechanical properties of new generation food products.

Key words: milk, dairy products, yogurt, total solids content, hardness, apparent viscosity, water holding capacity, syneresis index, microstructural properties of yogurt

Постановка проблеми. З початку XX століття популярність йогурту безперервно зростає, виробники постійно розширюють асортимент, створюючи нові види і підлаштовуючись під кожного споживача. Йогурт виготовляється шляхом ферментації молока за допомогою спеціальних бактерій, таких як *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*. Процес починається з підігріву молока до певної температури, потім додаються закваски, що містять корисні бактерії. Молоко залишають на кілька годин за постійної температури, що призводить до його загустіння та набуття характерного кисломолочного смаку. Йогурт широко використовується як самостійний продукт, а також у кулінарії, для приготування десертів, соусів і напоїв. Сьогодні на полицях магазинів представлена величезна різноманітність йогуртів. Питний йогурт з фруктовими добавками – це найпопулярніший вид йогуртів – він смачний, низькокалорійний і корисний для здоров'я. Його люблять дорослі і діти. Він може стати прекрасним перекусом або десертом, на його основі можна готувати смузі та молочні шейки, а можна використовувати в якості заправки для фруктових салатів. Фруктові наповнювачі, з яким випускаються йогурти, бувають найрізноманітніші: полуниця, персик, малина, чорниця, банан та багато інших. Йогурт без наповнювачів – це корисний напій, який відрізняється однорідною текстурою і м'яким смаком без домішок. Такий йогурт можна використовувати як звичайний кисломолочний напій (наприклад, якщо не подобається кефір і ряжанка), в кулінарії (для випічки, смузі, десертів, і навіть для того, щоб замаринувати шашлик). Турецький йогурт відрізняється підвищеним вмістом сухих речовин, завдяки чому виходить густа консистенція і тонкий вершковий смак. За рахунок високого вмісту жиру (10%) і білка (3,75%) продукт має високу харчову цінність. Готується турецький йогурт виключно з інгредієнтів молочного походження, без загусників і стабілізаторів. Турецький йогурт можна вживати як самостійний продукт, в поєднанні з фруктовими та овочевими добавками, а також як соус або заправку для салатів. Грецький йогурт в Україні не дуже популярний, зате дуже популярний в Америці. Це густий йогурт з високим вмістом білка і зниженим вмістом вуглеводів. З цим йогуртом готується традиційна страва грецької кухні дзадзика – холодна закуска з йогурту, свіжого огірка та часнику. Ісландський йогурт на ринку США – це один з основних конкурентів грецького йогурту, він називається скир. Цей продукт дуже густий, він

нагадує щось середнє між сметаною і сирною масою, відрізняється кислуватим смаком. В Ісландії з ним готують традиційну страву, яка складається з приблизно рівних кількостей скира та каші. За консистенцією австралійський йогурт знаходиться десь посередині між звичайним йогуртом і грецьким. Цей продукт готується з цільного молока, відрізняється м'якою кремовою текстурою, його часто готують з медом.

Йогурти з різних видів молока – це продукти з козячого, овечого та інших видів молока. Йогурт з овечого молока підійде тим, хто з якоїсь причини погано переносить йогурт з коров'ячого молока (воно схоже за смаковими якостями). Продукти з козячого молока відрізняються особливим смаком і запахом і розраховані на любителя.

Завдання даного дослідження полягали у наступному:

1) оцінити результати бактеріологічного аналізу, проведеного у 1-й та 28-й дні періоду зберігання зразків йогуртів, виготовлених з різних видів молока;

2) провести дослідження хімічних властивостей зразків йогуртів на: загальний вміст сухих речовин, білків та ліпідів; визначити якісний та кількісний склад вуглеводів та органічних кислот у зразках йогуртів; визначити зміни значень рН та титрованої кислотності протягом періоду зберігання;

3) провести визначення текстурних параметрів різних зразків йогуртів (дослідити твердість, в'язкість, водоутримуючу здатність, індекс синерезису);

4) підтвердити текстурні параметри зразків йогуртів за допомогою мікроструктурного аналізу за допомогою методу скануючої електронної мікроскопії (SEM).

Йогурт є чудовим джерелом корисних для здоров'я людини речовин завдяки високому вмісту життєздатних молочнокислих бактерій, які конкурують з кількома умовно-патогенними мікроорганізмами та забезпечують бажані метаболіти [1–5], що сприяє здоров'ю споживачів і розвитку аромату та смаку йогурту [6]. Йогурт можна виготовити з молока різних видів [7]. Крім того, важливими характеристиками йогурту є зручність, ціна та смак, що визначають прийнятність кінцевого продукту споживачем [5, 8]. Попередні дослідження в галузі знань з молочного виробництва зазвичай потенційно передбачали використання коров'ячого молока через його великі обсяги і економічне значення [9–13]. Тим не менш, у багатьох країнах специфічні кліматичні та географічні особливості сприяють молочному козівництву та вівчарству, така діяльність має важливе значення для національної та регіональної економіки [14, 15]. Крім того, продукти з козячого молока мають такі основні характеристики для харчування людини, як краща засвоюваність (дрібні жирові кульки) і менша алергенність (низький вміст α 1-казеїну) [16]. Крім того, продукти з овечого молока мають високу поживність і органолептичні властивості за рахунок більшого вмісту білків, ліноленової кислоти, незамінних амінокислот, вітамінів і мінералів у порівнянні з продуктами із коров'ячого молока [17, 18]. Проведені попередні дослідження продемонстрували що вищезгадане молоко можна використовувати для виробництва кисломолочних продуктів [19–26]. Мікроструктура йогурту складається із білкової сітки казеїнових міцелярних агрегатів, жирових кульок і сироватки, які безпосередньо впливають на цей тип ферментованої текстури продукту [27, 28]. Мікроструктури і текстурні властивості цього йогурту безпосередньо пов'язані з бажаними функціональними та сенсорними параметрами [29, 30]. Проведені раніше дослідження задокументували зв'язок між текстурними властивостями й мікроструктурою йогурту [28, 31–35]. Скануюча електронна мікроскопія (SEM) є надійним інструментом візуалізації структури йогурту, що полегшує характеристику білкових ланцюгів, мікроорганізмів, жирових кульок, вуглеводів і кластерів [36]. Крім того, відмінності у фізико-хімічних характеристиках молока різних видів [15] безпосередньо впливають на текстурні властивості йогурту [37]. Ці властивості являють собою важливі сенсорні параметри прийнятності продукту [38]. Таким чином, типові недоліки йогуртів, такі як низька в'язкість, знижена твердість [7] і синерезис високого рівня можуть призвести до відторгнення споживчого продукту [39].

У цьому контексті дане дослідження мало на меті порівняти хімічні, текстурні та мікроструктурні властивості вироблених йогуртів з використанням овечого, коров'ячого та козячого молока.

Матеріали та методи. Переробка йогурту. Для кожного випробування, загалом з 12 л незбираного сирого молока вівці (SM), корови (CM) і кози (GM) було вироблено по 4 л йогуртів кожного виду з використанням ліофілізованої закваски, що містить $9,37 \log$ КУО/г *Streptococcus thermophilus* і $12,13 \log$ КУО/г *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* згідно методики, наведеної в [40]. Коли всі аналізи проходили оцінку, температура підтримувалася нижче 7°C , щоб уникнути будь-яких похибок у результатах. Для кожного виду йогурту вимірювання проводили двічі.

Бактеріологічний аналіз. Підрахунок *Streptococcus thermophilus* був виконаний з використанням агару та інкубації при 37°C протягом 48 год в аеробних умовах, тоді як *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* підраховували на агарі при 37°C протягом 72 годин в анаеробних умовах. Обидва випробування здійснювали відповідно до стандарту Codex Alimentarius для ферментованого продукту йогурту (Codex Alimentarius 2010). Бактеріологічний аналіз проведено тричі після виробництва йогурту 1-го і 28-го днів зберігання (4°C) для кожного випробування.

Приблизний склад. Орієнтовний склад визначено у кінцевому продукті (1-а доба зберігання) у трьох примірниках відповідно до процедур [41] для кожного виду. Загальний вміст сухих речовин в йогурті визначали ваговим методом з використанням сушильної шафи до постійної маси (АОАС 925.23), вміст білка оцінювали за методом Кьельдаля (АОАС 991.22), вміст ліпідів було визначено методом Гербера (АОАС 2000.18), а зольність була встановлена після спалювання при 550°C у муфельній печі (АОАС 945.46).

Вуглеводи та органічні кислоти. Вуглеводи (лактоза, галактоза і глюкоза) і органічні кислоти (молочна, лимонна, мурашина) визначали методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ). Ідентифікацію цих молекул проводили, як описано в [42]. Аналізи оцінювали в трьох повторях протягом періоду зберігання (4°C) на 1, 7, 14, 21 добу і 28 для кожного випробування.

Аналіз рН і титрованої кислотності. Значення рН вимірювали відповідно до [28] за допомогою цифрового рН-метра. Титровану кислотність (ТК) йогуртів була виражена у відсотках молочної кислоти [43]. Аналізи проводили в трьох повторях під час бродіння та у період зберігання (4°C) на 1, 7, 14, 21 і 28 дні для кожного випробування.

Твердість. Твердість визначали при 5°C за допомогою інструментального аналізатора текстури, оснащеним датчиком навантаження 5 кг згідно [44]. Твердість гелю характеризується як максимальна сила (Н) на кривій сили часу стиснення. Це параметр оцінювали в трьох повторях для кожного випробування 1-го, 14-го і 28-го днів терміну зберігання.

В'язкість. В'язкість оцінювали при 5°C з використанням мікропроцесора ротаційного віскозиметра. Покази були записані на 30-ій секунді періоду вимірювання та виражений у міліпаскалях-секундах (мПа•с), як описано в [40]. Визначення в'язкості проводили в трьох повторях на 1-у, 14-у і 28-у добу терміну зберігання.

Водоутримуюча здатність. Водоутримуючу здатність (ВУЗ) встановлювали, як описано в [45] з незначними модифікаціями.

Індекс синерезису. Визначали індекс синерезису йогуртів згідно з [46] з невеликими модифікаціями і він виражається як відсоток ваги сироватки, відокремленої від гелю. Індекс синерезису оцінювали тричі для кожного випробування на 1-й, 14-й і 28-й дні терміну зберігання.

Мікроструктурний аналіз. Виконано мікроструктурний аналіз за допомогою методу, описаним у [24] з невеликими змінами. Мікроструктурні характеристики зразків йогуртів

досліджували за допомогою скануючої електронної мікроскопії (СЕМ). Для кожного зразка спостерігали шість полів.

Статистичний аналіз. Для оцінки впливу видів молока на хімічні та текстурні властивості йогурту був використаний дисперсійний аналіз (ANOVA). Для визначення відмінностей використовувався тест Тьюкі – обчислення оцінки середнього значення вибірки на 0,05 рівня значущості.

Результати та обговорення. Бактеріологічний аналіз. Кількість бактерій в йогуртах на 1-у та 28-у добу періоду зберігання, виготовлених при використанні молока різних видів, представлені в таблиці 1. Бактеріологічний підрахунок протягом терміну зберігання після бродіння ферментованого молока характеризується як йогурт згідно вимог Codex Alimentarius (2010). Життєздатність великої кількості молочнокислих бактерій в йогуртах була пов'язана з кількома перевагами для здоров'я споживачів, наприклад, високою толерантністю до лактози, корисним для кишківника балансом мікрофлори, антимікробною активністю та стимуляцією імунної системи [47]. Спостерігалось зниження кількості бактерій у цьому дослідженні в кінці періоду зберігання, за результатами, повідомленими в [47–49].

Таблиця 1

Чисельність бактерій на 1-у і 28-у добу періоду зберігання йогуртів, виготовлених молока різних видів

Позначення *	Кількість бактерій (log КУО/г)			
	<i>Streptococcus thermophilus</i>		<i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	
	1 день	28 день	1 день	28 день
SY	13.78	9.22	10.53	7.00
CY	13.83	10.02	12.22	8.15
GY	12.99	9.78	11.78	7.00

*Позначення: йогурт з овечого молока (SY); йогурт з коров'ячого молока (CY); йогурт з козячого молока (GY).

Приблизний склад. Приблизний склад різних видів сирого молока, а також порода тварин суттєво визначають остаточний склад виготовлених йогуртів. Незважаючи на те, що ми не докладно описали склад різних видів сирого молока, у цьому дослідженні фізико-хімічний склад йогурту уже визначений і доступний для ознайомлення у попередній публікації дослідницької групи [40, 50]. У цьому дослідженні зразок SY продемонстрував більший загальний вміст сухої речовини, білка та ліпідів, ніж зразки CY та GY, тоді як цих відмінностей не виявлено між зразками CY та GY (таблиця 2).

Таблиця 2

Приблизний склад йогуртів, виготовлених з використанням молока різних видів

Позначення *	Приблизний склад (%)			
	Загальний вміст сухих речовин	Білки	Ліпіди	Зола
SY	19.48 ± 0.00	5.32 ± 0.00	6.08 ± 0.00	1.03 ± 0.00
CY	14.49 ± 0.04	3.89 ± 0.01	4.39 ± 0.01	0.78 ± 0.00
GY	12.51 ± 0.00	3.16 ± 0.00	3.44 ± 0.00	0.77 ± 0.00

*Позначення: йогурт з овечого молока (SY); йогурт з коров'ячого молока (CY); йогурт з козячого молока (GY). Результати (n=6) виражені як середнє ± стандартне відхилення.

Крім того, три типи йогурту показали однаковий рівень зольності. Загалом овече молоко містить більше сухої речовини, протеїну та ліпідів, ніж козяче і коров'яче молоко [15]. Відповідно до результатів дослідження [51], у йогуртах, виготовлених з використанням молока різних видів, спостерігається більша загальна кількість сухих речовин, білка та вміст ліпідів в йогурті з овечого молока у порівнянні з йогуртами з коров'ячого та козячого молока. Автори [52] також задокументували більший вміст кількості білка та ліпідів в йогурті з овечого молока, ніж у йогуртах з коров'ячого та козячого молока. Було встановлено, що

хімічний склад йогурту, виготовленого на коров'ячому молоці, був подібний до козячого. Крім того, [53] виробляли йогурти з суміші овечого та козячого молока. Ці автори також помітили, що йогурт з овечого молока отримав більші значення загального вмісту твердих речовин, білків і ліпідів, ніж йогурт з козячого молока.

Вміст вуглеводів. Значення вмісту вуглеводів зразків SY, CY і GY представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Значення вмісту вуглеводів і органічних кислот в йогуртах, виготовлених з використанням молока різних видів

Молекули (мг/мл)		Дні зберігання				
	Зразок *	1	7	14	21	28
Лактоза	SY	48.66 ± 0.78	46.90 ± 0.55	45.39 ± 0.87	44.84 ± 0.93	44.16 ± 1.85
	CY	54.20 ± 0.79	48.50 ± 0.37	44.34 ± 1.82	43.12 ± 3.02	43.08 ± 0.14
	GY	52.73 ± 0.49	50.62 ± 0.46	42.84 ± 0.20	42.88 ± 2.46	43.10 ± 0.41
Галактоза	SY	6.17 ± 0.15	6.40 ± 0.6	6.72 ± 1.16	6.45 ± 0.08	6.66 ± 0.43
	CY	5.05 ± 0.59	5.79 ± 0.17	5.81 ± 0.14	5.70 ± 0.38	5.87 ± 0.09
	GY	4.82 ± 0.20	5.27 ± 0.46	5.67 ± 0.08	5.81 ± 0.81	6.69 ± 0.43
Глюкоза	SY	0.23 ± 0.00	0.13 ± 0.03	-	-	-
	CY	0.54 ± 0.00	-	-	-	-
	GY	0.09 ± 0.00	0.20 ± 0.03	-	0.05 ± 0.02	-
Молочна кислота	SY	17.00 ± 0.16	17.41 ± 0.01	18.20 ± 0.13	20.50 ± 0.00	20.54 ± 0.04
	CY	14.85 ± 0.23	16.21 ± 0.97	16.25 ± 0.03	16.86 ± 0.02	18.38 ± 0.18
	GY	17.26 ± 0.06	18.74 ± 1.84	18.83 ± 0.23	21.45 ± 0.13	22.95 ± 0.04
Лимонна кислота	SY	7.02 ± 0.06	8.10 ± 0.25	7.78 ± 0.17	8.15 ± 0.03	8.42 ± 0.04
	CY	5.57 ± 0.06	6.63 ± 0.08	7.14 ± 0.42	6.89 ± 0.58	7.10 ± 0.01
	GY	5.16 ± 0.00	5.55 ± 0.10	6.05 ± 0.86	6.51 ± 0.33	6.66 ± 0.07
Мурашина кислота	SY	5.75 ± 0.08	7.09 ± 0.00	6.58 ± 0.27	6.77 ± 0.73	6.93 ± 0.00
	CY	5.19 ± 0.08	6.05 ± 0.09	6.05 ± 0.01	5.81 ± 0.19	6.04 ± 0.18
	GY	3.53 ± 0.02	3.58 ± 0.17	3.54 ± 0.05	3.88 ± 0.18	3.89 ± 0.15

*Зразок *:* йогурт з овечого молока (SY); йогурт з коров'ячого молока (CY); йогурт з козячого молока (GY). Результати (n = 6) виражені як середнє ± стандартне відхилення

У перший день (день 1) зберігання у зразках CY та GY продемонстровано більший вміст лактози, ніж у зразку SY, тоді як зразок SY показав найбільший вміст галактози; після 7-го дня зберігання спостерігалася найбільша різниця вмісту вищезгаданих молекул серед усіх йогуртів. Крім того, під час періоду зберігання значення вмісту лактози та галактози в зразку SY залишалися подібними, тоді як у зразках CY та GY вміст лактози знизився, а значення галактози зросли. Навпаки, вміст глюкози у зразках SY і CY був виявлений лише на початку зберігання, тоді як зразок GY демонструє його коливання протягом періоду зберігання йогурту. Лактоза є основним вуглеводом у козячому, овечому та коров'ячому молоці і складається з мономерів глюкози і галактози [54]. Загалом овече і коров'яче види молока містять однакові рівні лактози [15], які є більшими, ніж у козячому молоці [10]. Підвищений вміст лактози в молоці може позитивно вплинути на текстуру йогурту завдяки здатності мікроорганізмів-заквасок продукувати екзополісахарид (EPS) з цього вуглеводу [7]. У цьому контексті нижчі значення лактози з більшим вмістом галактози в зразку SY, ніж у зразках CY і GY на початку зберігання, потенційно пов'язане з гідролізом лактози до галактози за допомогою мікроорганізмів-заквасок в період бродіння. І навпаки, зразки CY і GY продемонстрували незначне зниження, яке може можна пояснити споживанням цієї молекули під час зберігання з виділенням галактози з лактози шляхом гідролізу [55]. Коливання вмісту глюкози протягом періоду зберігання у зразку GY можуть пояснюватися споживанням глюкози [17] і через перетворення лактози мікроорганізмами йогурту [56]. Подібні результати [31] підтвердили це значення вмісту лактози в йогуртах з коров'ячого та козячого молока.

Більш того, в дослідженні [56] повідомлено збільшення вмісту галактози та молочної кислоти, з одночасним зниженням вмісту лактози в ферментованих продуктах, виготовлених з овечого та коров'ячого молока.

Вміст органічних кислот. Значення органічних кислот в йогуртах, виготовлених з використанням молока зразків SM, CM та GM, наведені у таблиці 3. Зразок CY показав найнижчий рівень вмісту молочної кислоти, а зразок GY – найбільші значення на 21-й день зберігання. Крім того, всі дослідження продемонстрували збільшення вмісту молочної кислоти протягом періоду зберігання йогурту. Загалом, у зразку SY виявлено більший вміст лимонної та мурашиної кислоти, ніж у зразках CY та GY. Крім того, хоча зразки SY і CY продемонстрували збільшення значення вмісту лимонної кислоти, зразок GY не виявив різниці протягом періоду зберігання. Вміст мурашиної кислоти загалом залишався однаковим у всіх зразках йогуртів протягом періоду зберігання. Молочна кислота є основним кінцевим продуктом ферментативного енергетичного обміну молочнокислих бактерій і його збільшення в йогуртах є загальним після зберігання при охолодженні [57] через утилізацію лактози стартовими культурами [7], що пояснює незначну кількість зниження вмісту лактози і збільшення вмісту молочної кислоти в цьому дослідженні. Відповідно до [58], адекватна кількість молочної кислоти може позитивно впливати на індекс синерезису протягом періоду зберігання. На сьогоднішній день в ході досліджень отримано найбільший вміст молочної кислоти після закінчення терміну зберігання йогурту (21-28-й день зберігання) (таблиця 3), які потенційно призводять до впливу на вищезгадану текстуру йогурту. Хоча вміст молочної кислоти у зразку SY був подібним до вмісту у зразку GY між 1-м і 14-й день зберігання, зразок SY вміщує найбільшу загальну кількість сухих речовин та білка (таблиця 2). Тому вміст молочної кислоти може не впливати на текстурні властивості зразку SY. Лимонна кислота є найбільш поширеною органічною кислотою, присутньою в сирому молоці [59], таким чином, підвищення вмісту лимонної кислоти вказує на незначну утилізацію лимонної кислоти заквасками під час зберігання [60].

Згідно з результатами, повідомленими в дослідженні [17], зроблено висновок, що йогурт з овечого молока має підвищену жирність, отримав більші оцінки текстури, такі як твердість і нижчий індекс синерезису, ніж інші зразки з низьким вмістом звичайного жиру. Концентрація молочної кислоти в вищезазначеному йогурті була нижчою. Таким чином, відсутність текстурних недоліків в цьому дослідженні можуть бути пов'язані з високим вмістом в овечому молоці загальної кількості сухих речовин і низьким вмістом молочної кислоти. У згоді з дослідженням [27] оцінено ефект додавання козячого молока з концентратом сироваткового білка на набір текстурних властивостей йогурту та повідомлено, що останній підвищує вміст молочної кислоти.

Аналіз рН і титрованої кислотності (ТК). Значення рН й ТК йогурту різних видів протягом періоду зберігання експоновані в таблиці 4.

На основі проведених вимірювань зразки SY, CY та GY не продемонстрували значної різниці між значеннями рН. Коли порівнювали 1-й і 28-й дні періоду зберігання, то зразок CY показав зниження значень рН. Крім того, спостерігається зростання значень ТК йогуртів з молока різних видів. Значення в зразку SY були більшими, ніж у зразках CY та GY. Під час періоду зберігання, тоді як значення ТК зразка SY зросли, у зразках CY та GY вони практично не були змінені. Спостережувані результати рН були очікуваними на основі зниження рН звичайного йогурту під час періоду зберігання [61]. Незначне підвищення ТК і зниження рН, що спостерігалось протягом періоду зберігання, може бути зумовленим виробництвом молочної кислоти через гідроліз лактози, якому сприяють закваска та молочнокислі бактерії [62-63]. Тим не менш, спостерігається зниження рН в зразках CY на 28-й день зберігання, що потенційно пов'язано з нижчою потужністю буферизації коров'ячого молока, ніж козячого [15] і відповідно овечого. Більше того, спостерігається збільшення ТК в зразках SY, що може бути наслідком більшої потужності буферизації, пов'язаної з більшою мінеральною, білковою

і розчиненим CO₂, ніж у коров'ячому та козячому молоці [64]. Отже, це призводить до більшого використаного об'єму розчину лугу під час титрування. Згідно з дослідженням [31, 51], овечий молочний продукт (молоко та йогурт, відповідно) показали більші значення ТК, ніж аналоги кози та корови, демонструючи, що вплив на цей параметр залежить від виду молока. Крім того, [51] задокументували подібні значення рН для йогуртів з козячого та овечого молока, а зниження рН пов'язане зі збільшенням значень ТК для йогурту з різних видів молока при зберіганні відповідно з іншими дослідженнями на коровах [65], буйволицях [51], вівцях та козах [51, 53].

Таблиця 4

**Значення рН і титрованої кислотності йогуртів,
виготовлених з використанням молока різних видів**

		Дні зберігання				
Параметри	Зразок *	1	7	14	21	28
	рН					
	SY	4.66 ± 0.03	4.59 ± 0.08	4.54 ± 0.08	4.51 ± 0.07	4.50 ± 0.06
	CY	4.56 ± 0.09	4.49 ± 0.09	4.46 ± 0.08	4.45 ± 0.07	4.42 ± 0.07
	GY	4.62 ± 0.08	4.59 ± 0.09	4.54 ± 0.06	4.51 ± 0.06	4.48 ± 0.08
	Титрована кислотність (%)					
	SY	0.92 ± 0.00	0.96 ± 0.00	0.99 ± 0.00	1.01 ± 0.00	1.05 ± 0.00
	CY	0.70 ± 0.00	0.73 ± 0.00	0.74 ± 0.00	0.76 ± 0.00	0.78 ± 0.00
	GY	0.72 ± 0.00	0.74 ± 0.00	0.76 ± 0.00	0.77 ± 0.00	0.80 ± 0.00

Зразок *: йогурт з овечого молока (SY); йогурт з коров'ячого молока (CY); йогурт з козячого молока (GY). Результати (n = 6) виражені як середнє ± стандартне відхилення

Отримані значення твердості, в'язкості, водоутримуючої здатності (ВУЗ) та індексу синерезису йогуртів, вироблених з використанням молока трьох різних видів (овече, коров'яче і козяче) представлені в таблиці 5.

Таблиця 5

Текстурні властивості йогуртів, виготовлених з використанням молока різних видів

Дні зберігання				
Параметри	Зразок *	1	14	28
Твердість (g)				
	SY	7.66 ± 0.80	7.70 ± 0.27	8.02 ± 0.46
	CY	2.18 ± 0.23	2.12 ± 0.00	1.97 ± 0.22
	GY	0.70 ± 0.03	0.44 ± 0.00	0.43 ± 0.03
В'язкість (мПа·с)				
	SY	785.52 ± 3.46	779.85 ± 1.63	777.47 ± 2.58
	CY	721.45 ± 23.36	675.43 ± 13.97	650.65 ± 45.00
	GY	223.60 ± 15.70	214.45 ± 17.18	199.03 ± 10.15
Водоутримуюча здатність (%)				
	SY	94.51 ± 0.02	94.56 ± 0.01	93.66 ± 0.00
	CY	69.82 ± 0.02	68.99 ± 0.04	66.98 ± 0.02
	GY	56.71 ± 0.03	54.03 ± 0.05	53.45 ± 0.01
Синерезис (%)				
	SY	11.21 ± 0.00	11.25 ± 0.00	11.26 ± 0.00
	CY	35.57 ± 0.02	38.26 ± 0.01	39.10 ± 0.00
	GY	44.35 ± 0.01	50.14 ± 0.03	51.18 ± 0.02

Зразок *: йогурт з овечого молока (SY); йогурт з коров'ячого молока (CY); йогурт з козячого молока (GY). Результати (n = 6) виражені як середнє ± стандартне відхилення

Зразки SY виявилися твердішими, ніж зразки CY та GY протягом усього періоду зберігання. Крім того, на 14-у і 28-у добу терміну зберігання стійкість зразку CY була більшою, ніж зразку GY. Період зберігання вплинув лише на зразок GY, демонструючи зниження якості текстури цього виду йогурту. Твердість вважається одним з основних параметрів текстури сприйнятливості йогурту [66]. Під час коагуляції при виробництві йогурту стають дестабілізованими міцели казеїну, а кальцій-фосфатні зв'язки утворюють

сітку, яка у свою чергу, захоплює жир та інші тверді речовини [67]. Швидкість утворення казеїнової сітки безпосередньо залежить від кількості білка, головним чином вмісту казеїну, що призводить до більшої швидкості агрегації в більш тверду текстуру [68]. Відмінності за загальним вмістом сухих речовин у молоці різних видів впливають на твердість йогурту [15], що можна підтвердити стійкістю зразка SY (таблиця 5) з більшим загальним вмістом сухих речовин і вмістом білка (таблиця 2) у порівнянні з досліджуваними іншими двома видами йогурту. Крім того, [69] продемонстрували, що стійкість також може впливати на вміст казеїну молока та структуру міцел кожного виду молока. Відповідно до цих авторів, хоча загальний вміст сухих речовин для коров'ячого і козячого молока були схожі, виробляли йогурти з козячого молока, як правило, менш твердим, ніж коров'ячий молочний йогурт. У цьому дослідженні хоча, зразки GY і CY продемонстрували подібне проксимальне значення складу (таблиця 2), перший зразок був більш твердим, ніж останній (табл. 5). Крім того, [70] повідомили, що в козячому молоці менше α 1-казеїну, ніж у коров'ячому молоці. Відповідно до спостережуваних результатів твердості, [71, 72] показали, що йогурт з овечого молока був твердішим, ніж йогурт з козячого молока. Крім того, [31] оцінили різні текстурні параметри, такі як твердість, адгезія та сила екструзії серед йогуртів з овечого, коров'ячого та козячого молока та показали, що йогурти, вироблені з козячого молока, демонстрували найнижчі значення текстурних параметрів, тоді як йогурти з овечого молока – найбільші, вказуючи на те, що загальний вміст сухих речовин і білка може вважатися важливими параметрами для остаточного визначення текстурних характеристик готового продукту. У частковій згоді з цим дослідженням автори [39] досліджували твердість вироблених сет-йогуртів з різним співвідношенням казеїну до сироватки, а також загального вмісту твердих речовин, і спостерігали, що твердість не змінюється під час зберігання. Додатково [19] оцінили вплив довгострокової глибокої заморозки на характеристики йогурту і продемонстрували, що під час холодного зберігання твердість йогурту з овечого молока трохи збільшилася.

В'язкість. Дослідження показало, що очевидно на параметр в'язкості впливали типи молока (різних видів), що використовуються для виробництва йогуртів. Протягом усього аналізованого періоду зберігання отримано найнижчу в'язкість в зразку GY, тоді як зразки SY показали найбільші значення на 14-й і 28-й дні зберігання. Крім того, термін зберігання суттєво не вплинув на значення цього параметра для всіх типів йогуртів. Варіації результатів показників в'язкості, що спостерігаються в цьому дослідженні, можна віднести до відмінностей у загальному вмісті сухої речовини та білка серед різних видів молока [69, 73]. Зазвичай йогурти, виготовлені з коров'ячого і козячого молока вимагають збагачення в порядку покращення загального вмісту сухих речовин, а в'язкість йогурту [27, 45] з овечого молока, що містить високий загальний вміст сухих речовин, етапу збагачення не вимагає [74]. Відповідно до вищезазначених результатів [32, 51, 75] був оцінений показник в'язкості серед зразків йогуртів, виготовлених з різних видів молока (козячого, коров'ячого та їх суміші), і спостерігали, що в'язкість йогурту, отриманого з козячого молока, була нижчою, ніж йогурт із коров'ячого молока та їх суміші.

Водоутримуюча здатність (ВУЗ). Протягом усього аналізованого періоду зберігання, зразок SY показав найбільші значення ВУЗ, тоді як зразок GY - найнижчі. Крім того, термін зберігання не вплинув на цей параметр. Загальний вміст сухої речовини та білку безпосередньо впливає на ВУЗ потенційно через більший вміст молочних білків, що підвищує щільність сітки гелю йогурту. Як повідомляється в [76, 77], збільшення концентрації казеїну може сприяти взаємодії його міцел, що також призводить до зменшення розмірів пор матриці та збільшення його щільності. Хоча зразки GY і CY продемонстрували подібні значення вмісту загальних сухих речовин та білку (таблиця 2), все ж таки у зразку GY ці показники виявилися нижчими. Значення ВУЗ можна пояснити відмінностями у гідратації міцел у цих вищезазначених видах молока (козяче молоко менш зволожено, ніж коров'яче молоко) [15].

Автори [78] порівняли йогурти з аналогічним вмістом сухих речовин матеріалу мембрани з кульками молочного жиру та спостерігали покращення ВУЗ за рахунок збільшення загального вмісту сухих речовин. Крім того, [75] помітили, що йогурт, який виробляється з козячого молока, має нижче значення ВУЗ, ніж йогурти, виготовлені з коров'ячого молока. Також [79] повідомили, що хоча, йогурти виробляються з коров'ячого і козячого молока, вони мають аналогічний загальний вміст сухих речовин.

Індекс синерезису. Індекс синерезису йогурту залежить від типу молока, але не від терміну зберігання. На відміну від ВУЗ, найнижче значення індексу синерезису спостерігалось в зразку SY, тоді як, найбільше – у зразку GY протягом усього аналізованого періоду зберігання. Синерезис є важливим параметром комерційного виробництва йогурту, що може призвести до накопичення сироватки на поверхні йогуртового гелю, зменшуючи сприйняття споживачем [80]. Відповідно до [39], збільшення загального вмісту твердих речовин сприяє потенційному зниженню синерезису. Це пояснює, чому зразки йогуртів, які продемонстрували найбільший загальний вміст сухих речовин, мають найнижчий індекс синерезису. Вміст казеїну і колоїдного кальцію також впливають на індекс синерезису. Таким чином, в овечому молоці великий рівень мінералізації міцел молока, ніж у коров'ячому та козячому молоці [15] і може пояснити найнижчий індекс синерезису у зразку SY. Крім того, погоджуючись із дослідженнями [31, 51], було продемонстровано, що йогурти з козячого молока показали більший індекс синерезису, ніж йогурти, вироблені з овечого молока.

СЕМ-фотографії отримані з йогуртів, виготовлених з овечого, коров'ячого і козячого молока, зображені на рисунках 1 і 2.

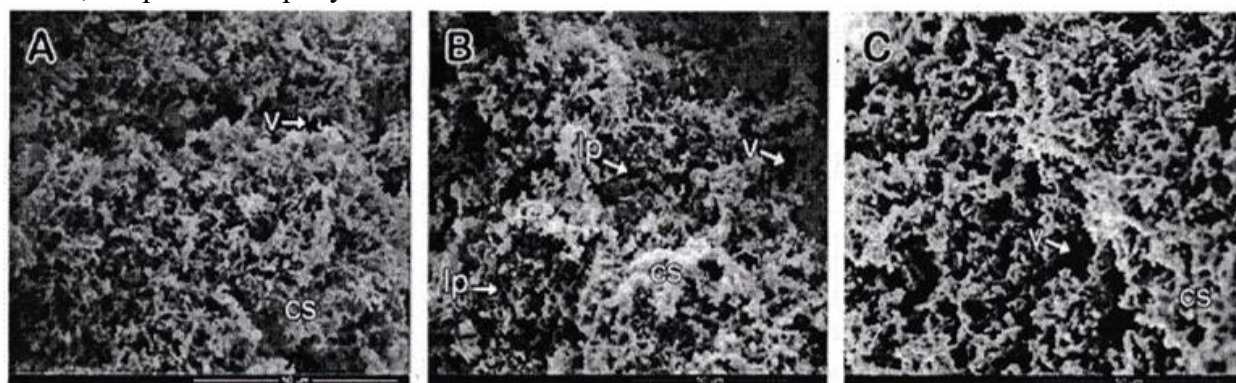


Рис. 1. Мікрофотографії йогуртів, виготовлених з овечого молока (а), коров'ячого (б) і козячого (с) молока, отримані за допомогою скануючої електронної мікроскопії (СЕМ). Визначення та опис зразків: Ваг = 50 мкм, v – пустий простір, cs – казеїн, lp – ліпід

Цифри ілюструють білкову сітку мікроструктури йогурту, що вловлює жирові кульки та містить пусті простори (рисунки 1,2), заповнені бактеріальними клітинами (рисунок 2). Йогурт складається з сітки, утвореної кластерами або ланцюжками казеїнових частинок, що складають тривимірну матрицю [81].

Мікроструктурні відмінності між трьома типами йогурту були візуалізовані. Як показано на рисунку 2.1, зразок SY (рисунок 1а) характеризувався більш щільною структурою, мав меншу пористість, ніж зразок CY (рисунок 1б) і зразок GY (рисунок 1с), які, у свою чергу, демонстрували більш відкриту структуру. Крім того, зразок SY (рисунок 2а) показав більш розгалужений структурний гелю і багато взаємопов'язаних кластерів, демонструючи дуже тонку сітку, що складається з невеликих однорідних пустих просторів із вбудованими жировими кульками та бактеріальними клітинами. Ці спостереження підтверджують сильний зв'язок між мікроструктурою йогуртового гелю та текстурними властивостями. Зразок SY продемонстрував більшу стійкість, в'язкість і ВУЗ та нижче значення індексу синерезису, ніж зразки CY та GY (табл. 5); більш тонкі білкові ланцюги, менші частинки казеїну та розміри пор, що покращує іммобілізацію води [82]. Зразок GY (рисунок 2с) показав багато порожніх

просторів неоднорідного розміру та мікроструктуру неправильної форми. Більш груба структура гелю та великі скупчення свідчать про відмінності в характеристиках міцел серед трьох вивчених видів йогуртів.

Ці мікроструктурні відмінності у зразку GY можна пояснити через відмінності в відносній пропорції фракції казеїну в козячому молоці порівняно з коров'ячим і овечим молоком. Автори [7] також повідомили, що пористість йогуртового гелю була більш компактнішою або щільнішою в йогурті з овечого молока, ніж з коров'ячого. Як описано в [15], структура міцел казеїну коров'ячого молока відрізняється від овечого молока в діаметрі, гідратації та мінералізації, а також меншим розміром жирових кульок в овечому молоці, ніж у коров'ячому, що потенційно пояснює більш слабку структуру гелю зразку CY в порівнянні із зразком SY.

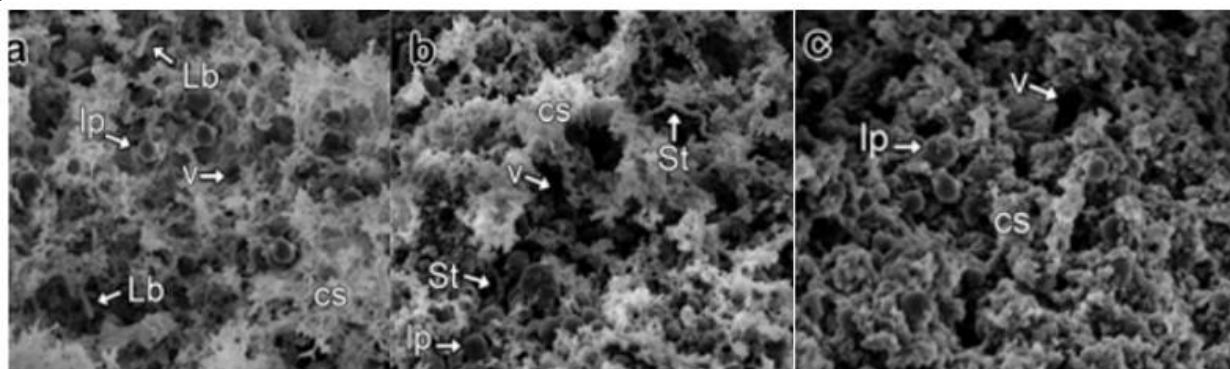


Рис. 2. Мікрофотографії йогуртів, виготовлених з овечого (а), коров'ячого (b) і козячого молока (с), отримані за допомогою методу скануючої електронної мікроскопії (СЕМ). Визначення та опис зразків: Bar=20 мкм, St – *Streptococcus thermophilus*, Lb – *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bolgaricus*, v – пустий простір, cs – казеїн, lp – ліпід

Крім того, автори [28] повідомили про інші параметри на додаток до загального вмісту твердих речовин, таких як концентрація лактози, кальцію та глобули жиру, а також вплив площі поверхні жирових кульок на структуру й текстурні властивості йогурту.

Таким чином, спостережувані відмінності між зразками CY, SY та GY потенційно пояснюються відмінностями у фізико-хімічних характеристиках молока. Встановлено, що міцели казеїну козячого молока містять більше кальцію і неорганічного фосфору і є менш сольватованими, менш термостійким і вивільняють β -казеїн швидше, ніж міцели казеїну коров'ячого молока [15]. Під час бродіння спостерігається зниження значень рН ближче до ізоелектричної точки (рН 4,6) міцел казеїну, що сприяє сольобілізації колоїдного кальцій фосфату, підвищення гідрофобної взаємодії. Зрештою, викликаючи агрегацію міцел казеїну у тривимірну ланцюгову сітку, автори [61, 83] показали, що молочна кислота відіграє важливу роль у коагуляції (згортанні) міцел казеїну. У згоді з цим дослідженням, [31] повідомили, що йогурт із козячого молока має мікроструктуру більш ніжну, менш стійкою до деформації і більш схильною до синерезису, ніж аналоги корови та вівці. Овечий молочний йогурт продемонстрував найміцнішу гелеву матрицю. Крім того, автори [84] продемонстрували, що йогуртові рецептури зі 100%-го козячого молока характеризувались меншою кількістю точок зіткнення, що призвело до більш відкритої структури з більшими порами та більшою кількістю менших жирових кульок, ніж рецептури на 100%-му коров'ячому молоці.

Висновки.

1) За результатами бактеріологічного аналізу спостерігалось зниження кількості молочнокислих бактерій у зразках на 1-у та 28-му добу періоду зберігання при використанні молока різних видів цьому дослідженні в кінці періоду зберігання;

2) Приблизний склад різних видів сирого молока, а також порода тварин суттєво визначають остаточний склад виготовлених йогуртів. В у цьому дослідженні зразок SY

продemonстрував більший загальний вміст сухих речовин, білка та ліпідів, ніж зразки СУ та ГУ, тоді як цих відмінностей не виявлено між зразками СУ та ГУ. Загалом овече і коров'яче види молока містять однакові рівні лактози, які є більшими, ніж у козячому молоці. Протягом всього періоду зберігання йогуртів зросли значення рН та ТК, що пов'язано з утворенням молочної кислоти. Зразок СУ показав найнижчий рівень вмісту молочної кислоти, а зразок ГУ – найбільші значення на 21-й день зберігання. Загалом, у зразку СУ виявлено більший вміст лимонної та мурашиної кислоти, ніж у зразках СУ та ГУ. Овечі молочні продукти (молоко та йогурт, відповідно) показали більші значення ТК, ніж аналоги кози та корови, демонструючи, що вплив на цей параметр залежить від виду молока;

3) Виявлено, що зразки СУ були твердішими ніж зразки СУ та ГУ протягом усього періоду зберігання. Крім того, на 14-у і 28-у добу терміну зберігання стійкість зразку СУ був більшим, ніж зразку ГУ. Період зберігання вплинув лише на зразок ГУ, демонструючи зниження якості текстури цього виду йогурту. Протягом усього аналізованого періоду зберігання отримано найнижчу в'язкість в зразку ГУ, тоді як зразки СУ показали найбільші значення на 14-й і 28-й дні зберігання. Крім того, термін зберігання суттєво не вплинув на значення цього параметра для всіх типів йогуртів. Протягом усього аналізованого періоду зберігання, зразок СУ показав найбільші значення ВУЗ, тоді як зразок ГУ – найнижчі. Крім того, термін зберігання не вплинув на цей параметр. Загальний вміст сухих речовин та білку безпосередньо потенційно впливає на ВУЗ через більший вміст молочних білків, що підвищує щільність сітки гелю йогурту. Індекс синерезису йогурту залежить від типу молока, але не від терміну зберігання. На відміну від ВУЗ, найнижче значення індексу синерезису спостерігалось в зразку СУ, тоді як, найбільше – у зразку ГУ протягом усього аналізованого періоду зберігання;

4) Аналіз одержаних СЕМ-фотографій показав, що йогурт складається з сітки, утвореної кластерами або ланцюжками казеїнових частинок, що складають тривимірну матрицю. Зразок СУ характеризувався більш щільною структурою, має меншу пористість, ніж зразок СУ і зразок ГУ, які, у свою чергу, демонстрували більш відкриту структуру. Крім того, зразок СУ показав більш розгалужений структурний гель і багато взаємопов'язаних кластерів, демонструючи дуже тонку сітку, що складається з невеликих однорідних пустих просторів із вбудованими жировими кульками та бактеріальними клітинами.

Таким чином, хімічні показники йогуртів, в основному загальний вміст сухих речовин, білка, ліпідів і молочної кислоти є видоспецифічними. Ці відмінності потенційно вплинули на текстурні та мікроструктурні властивості йогурту. Дане дослідження продемонструвало чітку кореляцію між хімічними, текстурними і мікроструктурними параметрами йогуртів. З овечого молока виготовляють йогурт з текстурними характеристиками, найбільш бажаними для споживача ринку, тоді як йогурт з козячого молока демонстрував найнижчий рівень привабливості. Культура споживання коров'ячого молока є причиною того, що йогурт з овечого молока не виробляється в комерційних цілях у промислових масштабах. Тим не менш, йогурт з овечого молока можна вважати прийнятною альтернативою йогурту з коров'ячого молока, особливо в державах з низьким рівнем тваринництва.

Результати даного дослідження дають змогу прогнозувати фізико-хімічні властивості складних харчових систем. Отримані результати можна застосовувати в технологіях молочного виробництва харчової промисловості, нутріціології тощо.

Бібліографія

1. Sepe L., Argüello A. Recent advances in dairy goat products. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2019. № 32. P. 1306–1320. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0487>.
2. Dogra T., Mehra R., Kumar H., Thakur M. Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated From Traditional Fermented Food “Maleda” Of Northern Indian State. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2021. № 22 (1). P. 54–61. <https://doi.org/10.22271/allresearch.2021.v7.i10b.9025>.

3. Settachaimongkon S. et al. Influence of different proteolytic strains of *Streptococcus thermophilus* in co-culture with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* on the metabolite profile of set-yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*. 2014. Vol. 177. P. 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.008>.
4. Costa M. P. et al. Determination of biogenic amines by high- performance liquid chromatography (HPLC-DAD) in probiotic cow's and goat's fermented milks and acceptance. *Food Science & Nutrition*. 2015. Vol. 3. № 3. P. 172–178. <https://doi.org/10.1002/fsn3.200>.
5. Costa M. P. et al. Consumer perception, health information, and instrumental parameters of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) goat milk yogurts. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100. № 1. P. 157–168. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11315>.
6. Cheng H. Volatile flavor compounds in yogurt: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2010. Vol. 50. № 10. P. 938–950. <https://doi.org/10.1080/10408390903044081>.
7. Bhattarai R.R. Importance of goat milk. *Journal of Food Science and Technology Nepal*. 2012. № 7. P. 107–111. <https://doi.org/10.3126/jfstn.v7i0.11209>.
8. Mehra R., Sangwan K., Garhwal R. Composition and Therapeutic Applications of Goat Milk and Colostrum. *Journal of Dairy Science and Technology*. 2021. № 10. P. 1–7. <https://doi.org/10.37591/rjodst.v10i2.3163>.
9. Al-Sheraji S. H. et al. Hypcholesterolaemic effect of yoghurt containing *Bifidobacterium pseudocatenulatum* G4 or *Bifidobacterium longum* BB536. *Food Chemistry*. 2012. Vol. 135. № 2. P. 356–361. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.120>.
10. Mayer H. K., Fiechter G. Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. *International Dairy Journal*. 2012. Vol. 24. № 2. P. 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.10.012>.
11. Lee H. et al. Quantitative analysis of gangliosides in bovine milk and colostrum-based dairy products by ultrahigh performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013. Vol. 61. № 40. P. 9689–9696. <https://doi.org/10.1021/jf402255g>.
12. Wen Y. et al. Quality indices of the set-yoghurt prepared from bovine milk treated with horseradish peroxidase. *Journal of Food Science and Technology*. 2014. Vol. 51. № 8. P. 1525–1532. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00367-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00367-3).
13. Zhang J. et al. Determination of bovine lactoferrin in dairy products by ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry based on tryptic signature peptides employing an isotope-labeled winged peptide as internal standard. *Analytica Chimica Acta*. 2014. Vol. 829. P. 33–39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2014.04.025>.
14. Mehra R, Singh R, Nayan V et al. Nutritional Attributes of Bovine Colostrum Components in Human Health and Disease: A Comprehensive Review. *Food Bioscience*. 2021. 100907. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100907>.
15. Turkmen N. The Nutritional Value and Health Benefits of Goat Milk Components. In: *Nutrients in Dairy and Their Implications on Health and Disease*. Elsevier. 2017. P. 441–449. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809762-5.00035-8>.
16. Prosser C.G. Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. *Journal Food Science*. 2021. № 86 (2). P. 257–265. https://doi.org/10.1111/17503841.15574?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle.
17. Turck D. Cow's milk and goat's milk. *Evidence-Based Research in Pediatric Nutrition*. 2013. № 108. P. 56–62. <https://doi.org/10.1159/000351485>.
18. Fox P.F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P.L.H., O'Mahony J.A. Salts of milk. In: *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Springer. 2015. P. 241–270. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2>.
19. Kumar H., Devbrat, Kumar N., Garg V., Seth R., Kumar B.S.B. Sialic Acid Content in Colostrum of Two Cross Breed Dairy Goat: Effect of Breed and Lactation. *Journal of Animal Research*. 2015. № 5(4). P. 785. <https://doi.org/10.5958/2277-940X.2015.00130.8>.
20. Yoganandi J., Mehta B.M., Wadhwani K.N., Darji V.B., Aparnathi K.D. Evaluation and comparison of camel milk with cow milk and buffalo milk for gross composition. *Journal of Camel Practice and Research*. 2014. № 21 (2). P. 259–265. <https://doi.org/10.5958/2277-8934.2014.00046.0>.
21. Sanal H. et al. Profiles of non-essential trace elements in ewe and goat milk and their yoghurt, Torba yoghurt and whey. *Food Additives & Contaminants. Part B, Surveillance*. 2011. Vol. 4. № 4. P. 275–281. <https://doi.org/10.1080/19393210.2011.617520>

22. Şenel E. et al. Changes in some properties of strained (Süzme) goat's yoghurt during storage. *Small Ruminant Research*. 2011. Vol. 99. № 2. P. 171–177. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.042>.
23. De Renobales M. et al. Part-time grazing improves sheep milk production and its nutritional characteristics. *Food Chemistry*. 2012. Vol. 130. № 1. P. 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.002>.
24. Domagała J. et al. The effect of transglutaminase concentration on the texture, syneresis and microstructure of set-type goat's milk yoghurt during the storage period. *Small Ruminant Research*. 2013. Vol. 112. № 1. P. 154–161. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.12.003>.
25. Silva V. L. M. et al. Stability of polyphenols from blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in fermented dairy beverage. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017. Vol. 41. № 6. 41:e13305. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13305>.
26. Vieira C. P. et al. *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* MRS47, a potential probiotic strain isolated from kefir grains, increases cis-9, trans-11-CLA and PUFA contents in fermented milk. *Journal of Functional Foods*. 2017. Vol. 31. P. 172–178. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.01.047>.
27. Kapila R., Kavadi P.K., Kapila S. Comparative evaluation of allergic sensitization to milk proteins of cow, buffalo and goat. *Small Ruminant Research*. 2013. № 112(1–3). P. 191–198. <https://doi.org/10.1063/1.5062808>.
28. Nguyen H. T. H. et al. The effect of fermentation temperature on the microstructure, physicochemical and rheological properties of probiotic buffalo yoghurt. *Food and Bioprocess Technology*. 2014. Vol. 7. № 9. P. 2538–2548. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1278-x>.
29. Ahmad S., Anjum F.M., Huma N., Sameen A., Zahoor T. Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. *The Journal of Animal and Plant Sciences*. 2013. № 23 (Suppl 1). P. 62–74.
30. Giansanti F., Panella G., Leboffe L., Antonini G. Lactoferrin from milk: Nutraceutical and pharmacological properties. *Pharmaceuticals*. 2016. № 9 (4). P. 61. https://doi.org/10.3390/ph9040061?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle.
31. Mehra R., Kumar S., Verma N. et al. Chemometric approaches to analyze the colostrum physicochemical and immunological (IgG) properties in the recently registered Himachali Pahari cow breed in India. *LWT*. 2021. № 145. 111256. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111256>.
32. Wang W. et al. Consistency, microstructure and probiotic survivability of goats' milk yoghurt using polymerized whey protein as a co-thickening agent. *International Dairy Journal*. 2012. Vol. 24. № 2. P. 113–119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.09.007>.
33. Nguyen H. T. H. et al. Microstructure and physicochemical properties of probiotic buffalo yoghurt during fermentation and storage: a comparison with bovine yoghurt. *Food and Bioprocess Technology*. 2014. Vol. 7. № 4. P. 937–953. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-013-1082-z>.
34. Yang T. et al. Effect of exopolysaccharides from lactic acid bacteria on the texture and microstructure of buffalo yoghurt. *International Dairy Journal*. 2014. Vol. 34. № 2. P. 252–256. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.08.007>.
35. Nguyen H. T. H. et al. Homogenisation improves the microstructure, syneresis and rheological properties of buffalo yoghurt. *International Dairy Journal*. 2015. Vol. 46. P. 78–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.08.003>.
36. Nakthong S. Effect of flour on the microstructure of goat milk yoghurt. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2012. Vol. 11. № 23. P. 4413–4416. <http://dx.doi.org/10.3923/javaa.2012.4413.4416>.
37. Shakeel Hahin M. et al. Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt. *The Pakistan Journal of Food Science*. 2012. Vol. 22. № 2. P. 61–70. <http://dx.doi.org/10.4081/jbr.2018.7426>.
38. Costa M. P. et al. Effect of different fat replacers on the physicochemical and instrumental analysis of low-fat cupuassu goat milk yogurts. *The Journal of Dairy Research*. 2016. Vol. 83. № 4. P. 493–496. <http://dx.doi.org/10.1017/S0022029916000674>.
39. Yildirim-Elikoglu S., Erdem Y.K. Interactions between milk proteins and polyphenols: Binding mechanisms, related changes, and the future trends in the dairy industry. *Food Reviews International*. 2018. № 34 (7). P. 665–697. https://doi.org/10.1080/87559129.2017.1377225?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle.

40. Balthazar C. F. et al. Sensory evaluation of ovine milk yoghurt with inulin addition. *International Journal of Dairy Technology*. 2015. Vol. 68. № 2. P. 281–290. <http://dx.doi.org/10.1111/1471-0307.12189>.
41. AOAC. *Official methods of analysis*. Washington: association of official analytical chemists. 2012.
42. Costa M. P. D. et al. Simultaneous analysis of carbohydrates and organic acids by HPLC-DAD-RI for monitoring goat's milk yogurts fermentation. *Talanta*. 2016. Vol. 152. P. 162–170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2016.01.061>.
43. Tamjidi F. et al. Physicochemical and sensory properties of yogurt enriched with microencapsulated fish oil. *Food Science and Technology International = Ciencia Y Tecnologia De Los Alimentos Internacional*. 2012. Vol. 18. № 4. P. 381–390. <http://dx.doi.org/10.1177/1082013211428212>.
44. Claps S., Di Napoli M.A., Sepe L. et al. Sialyloligosaccharides content in colostrum and milk of two goat breeds. *Small Ruminant Research*. 2014. № 121(1). P. 116–119. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.024>.
45. Chauhan S., Powar P., Mehra R. A review on nutritional advantages and nutraceutical properties of cow and goat milk. *International Journal of Applied Research*. 2021. № 7(10). P. 101–105. <https://doi.org/10.22271/allresearch.2021.v7.i10b.9025>.
46. Pal U.K., Mandal P.K., Rao V.K., et al. Quality and Utility of Goat Milk with Special Reference to India: An Overview. *Asian Journal of Animal Science*. 2011. № 5 (1). P. 56–63. <https://doi.org/10.3923/ajas.2011.56.63>.
47. Thum C., Adrian C., Warren C., et al. Composition and Enrichment of Caprine Milk Oligosaccharides from New Zealand Saanen Goat Cheese Whey. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2015. № 42. P. 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.022>.
48. Daline F.S., Gerlane A., Guerra C.B., et al. Intestinal antiinflammatory effects of goat whey on DNBS-induced colitis in mice. *PLOS One*. 2017. № 12(9). e0185382. P. 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185382>.
49. Zhou S.J., Thomas S., Robert A.G., et al. Submitted version Dianne J. Lowry, and Maria Makrides. Nutritional Adequacy of Goat Milk Infant Formulas for Term Infants: A DoubleBlind Randomised Controlled Trial. *The British journal of nutrition*. 2014. № 111(9). P. 1641–1651. <https://doi.org/10.1017/S0007114513004212>.
50. Viana F. S. et al. Development of new probiotic yoghurt with a mixture of cow and sheep milk: effects on physicochemical, textural and sensory analysis. *Small Ruminant Research*. 2017. Vol. 149. P. 154–162. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.02.013>.
51. Erkaya T., M. Şendül M. A comparative study on some quality properties and mineral contents of yoghurts produced from different type of milks. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. 2012. Vol. 18. № 2. P. 323–329. <http://dx.doi.org/10.9775/kvfd.2011.5498>.
52. Triprisila L., Suharjono S., Antonius C., et al. The Comparing of Antimicrobial Activity of CSN1S2 Protein of Fresh Milk and Yoghurt Goat Breed Ethawah Inhibited the Pathogenic Bacteria. *Materia Socio Medica*. 2016. № 28 (4). P. 244. <https://doi.org/10.5455/msm.2016.28.244-248>.
53. Güler Z., Gürsoy -Balci A. C. Evaluation of volatile compounds and free fatty acids in set types yogurts made of ewes', goats' milk and their mixture using two different commercial starter cultures during refrigerated storage. *Food Chemistry*. 2011. Vol. 127. №3. P. 1065–1071. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.01.090>.
54. Pereira da Coasta M., Conte – Junior C. A. Chromatographic methods for the determination of carbohydrates and organic acids in foods of animal origin. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2015. Vol. 14. № 5. P. 586–600. <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.1214>.
55. Moreno-Montoro M., Olalla-Herrera M., Rufián-Henares J., et al. Antioxidant, ACE-inhibitory and antimicrobial activity of fermented goat milk: activity and physicochemical property relationship of the peptide components. *Food and Function*. 2017. № 8 (8), P. 2783–2791. https://doi.org/10.1039/C7FO00666G?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle.
56. Venica C. I. et al. Organic acids profiles in lactose-hydrolyzed yogurt with different matrix composition. *Dairy Science & Technology*. 2014. Vol. 94. № 6. P. 561–580. <http://dx.doi.org/10.1007/s13594-014-0180-7>.

57. Nandhini B., Palaniswamy M. Anticancer Effect of Goat Milk Fermented by *Lactobacillus Plantarum* and *Lactobacillus Paracasei*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2013. № 5. P. 898–901.
58. Li Z., Jiang A., Yue T., et al. Purification and Identification of Five Novel Antioxidant Peptides from Goat Milk Casein Hydrolysates. *Journal of Dairy Science*. 2013. № 96 (7). P. 4242–4251. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-651.1>
59. Miglani S., Patyar R.R., Patyar S., et al. Effect of Goat Milk on Hepatotoxicity Induced by Antitubercular Drugs in Rats. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2016. № 24 (4). P. 716–721. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.03.012>.
60. Johan Y. Dietary goat milk in the prevention of hypertension in sedentary women. *Advanced in Health Science Research*. 2016. № 3. P. 91–97. <https://doi.org/10.2991/phico-16.2017.76>.
61. Krishanu S., Amrita J. Goat Milk: A Rich and Unique Source of Nutraceuticals. *International Journal of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences*. 2024. № 1(3). P. 133–140. <https://doi.org/10.62946/IJMPHS/1.3.133-140>.
62. Assi P.O.A. de, Guerr G.C.B., Araújo D.F. de S., Araújo Júnior, R.F. de, Machado, T.A.D.G., Araújo, A.A. de, Lima, T.A.S. de, Garcia, H.E.M. and Queiroga, R. de C.R. do E. Intestinal anti-inflammatory activity of goat milk and goat yoghurt in the acetic acid model of rat colitis. *International Dairy Journal*. 2016. № 56. P. 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.11.002>.
63. Bhardwaj J.K., Kumar V., Saraf P., Kumari P. and Mittal M. Current status and changing national scenario of goat population: A review. *Agricultural Reviews*. 2018. № 39. P. 91–103. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2711>.
64. Carvalho E.B., Maga E.A., Quetz J.S., Lima I.F., Magalhães H.Y., Rodrigues F.A., Silva A.V., Prata M.M., Cavalcante P.A., Havt A. et al. Goat milk with and without increased concentrations of lysozyme improves repair of intestinal cell damage induced by entero aggregative *Escherichia coli*. *BMC Gastroenterology*. 2012. № 12. P. 106. <https://doi.org/10.1186/1471-230X-12-106>.
65. Mataragas M. et al. Quantifying the spoilage and shelf-life of yoghurt with fruits. *Food Microbiology*. 2011. Vol. 28. № 3. P. 611–616. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2010.11.009>.
66. Chen B., Lewis M.J. and Grandison A.S. Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chemistry*. 2014. № 158. P. 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.118>.
67. Costa M. P. et al. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) pulp, probiotic, and prebiotic: Influence on color, apparent viscosity, and texture of goat milk yogurts. *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. № 9. P. 5995–6003. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9738>.
68. Chen D., Zha X., Li X., Wang J. and Wang C. Milk compositional changes of Laoshan goat milk from partum up to 261 days postpartum. *Animal Science Journal*. 2018. № 89. P. 1355–1363. https://doi.org/10.1111/asj.13062?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle.
69. Chen D., Li X., Zhao X., Qin Y., Wang J. and Wang C. Comparative proteomics of goat milk during heated processing. *Food Chemistry*. 2019. № 275. P. 504–514. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.129>.
70. Clark S. and Mora García M.B. A 100-year review: Advances in goat milk research. *Journal of Dairy Science*. 2017. № 100. P. 10026–10044. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13287>.
71. Dhanalakshmi, B. and Gawdaman, G. Determination of heavy metals in goat milk through ICP-OES. *Asian Journal of Dairy and Foods Research*. 2013. № 32. P. 186–190.
72. Zubeir I. E. M. E. et al. The processing properties, chemical characteristics and acceptability of yoghurt made from non bovine milks. *Livestock Research for Rural Development*. 2012. Vol. 24. № 3. <https://www.researchgate.net/publication/268248674>.
73. Fatchiyah F., Setiawa B., Suharjono, S. and Noor Z. The anti-osteoporosis effects of CSN1S2 protein of goat milk and yoghurt on a complete Freund's adjuvant-induced rheumatoid arthritis model in rats. *Biomarkers and Genomic Medicine*. 2015. № 7. P. 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.bgm.2015.10.001>.
74. García V., Rovira S., Boutoia K. and López M.B. Improvements in goat milk quality: A review. *Small Ruminant Research*. 2014. № 121. P. 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.034>.
75. Küçükçetin A. et al. Graininess and roughness of stirred yoghurt made with goat's, cow's or a mixture of goat's and cow's milk. *Small Ruminant Research*. 2011. Vol. 9. № 2. P. 173–177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.12.003>.

76. Ibrahim H.R., Ahmed A.S. and Miyata T. Novel angiotensin converting enzyme inhibitory peptides from caseins and whey proteins of goat milk. *Journal of Advanced Research*. 2017. № 8. P. 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2016.12.002>.

77. Jirillo F. and Magrone T. Anti-inflammatory and anti-allergic properties of donkey's and goat's milk. *Endocrine, Metabolic and Immune Disorders-Drug Targets*. 2014. № 14. P. 27–37. <https://doi.org/10.2174/1871530314666140121143747>.

78. Le T. T. et al. Physical properties and microstructure of yoghurt enriched with milk fat globule membrane material. *International Dairy Journal*. 2011. Vol. 21. № 10. P. 798–805. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.04.015>.

79. Kapadiy D.B., Prajapati, D.B., Jain A.K., Mehta B.M., Darji V.B. and Aparnathi K.D. Comparison of Surti goat milk with cow and buffalo milk for gross composition, nitrogen distribution and selected minerals content. *Veterinary World*. 2016. № 9. P. 710–716. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.710-716>.

80. Ghasempour Z. et al. Optimisation of probiotic yoghurt production containing zedo gum. *International Journal of Dairy Technology*. 2012. Vol. 65. № 1. P. 118–125. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-0307.2011.00740.x>.

81. Kljajevic N.V., Tomasevic I.B., Miloradovic Z.N., Nedeljkovic A., Miocinovic J.B. and Jovanovic S.T. Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *Journal of Food Science and Technology*. 2018. № 55. P. 299–303. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2938-4>.

82. Krzeminski A. et al. Structural properties of stirred yoghurt as influenced by whey proteins. *LWT – Food Science and Technology*. 2011. Vol. 44. № 10. P. 2134–2140. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.05.018>.

83. Ahmed R.A. Hammam, Saleh M. Salman, Mohamed S. Elfaruk, Khalid A. Alsaleem. Goat Milk: Compositional, Technological, Nutritional and Therapeutic Aspects: A Review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 2022. Vol. 41. Issue 4. P. 367–376. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-261>.

84. Skeie S.B. Quality aspects of goat milk for cheese production in Norway: A review. *Small Ruminant Research*. 2014. № 122. P. 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.07.012>.

References

1. Sepe, L., Argüello, A. (2019). Recent advances in dairy goat products. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. № 32. P. 1306–1320. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0487>.

2. Dogra, T., Mehra, R., Kumar, H., Thakur, M. (2021). Probiotic Potential Of Lactic Acid Bacteria Isolated From Traditional Fermented Food “Maleda” of Northern Indian State. *Annual Review of Food Science and Technology*. № 22 (1). P. 54–61. <https://doi.org/10.22271/allresearch.2021.v7.i10b.9025>.

3. Settachaimongkon, S., et al. (2014). Influence of different proteolytic strains of *Streptococcus thermophilus* in co-culture with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* on the metabolite profile of set-yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 177. P. 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.008>.

4. Costa, M. P., et al. (2015). Determination of biogenic amines by high-performance liquid chromatography (HPLC-DAD) in probiotic cow's and goat's fermented milks and acceptance. *Food Science & Nutrition*. Vol. 3. № 3. P. 172–178. <https://doi.org/10.1002/fsn3.200>.

5. Costa, M. P., et al. (2017). Consumer perception, health information, and instrumental parameters of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) goat milk yogurts. *Journal of Dairy Science*. Vol. 100. № 1. P. 157–168. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11315>.

6. Cheng, H. (2010). Volatile flavor compounds in yogurt: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol. 50. № 10. P. 938–950. <https://doi.org/10.1080/10408390903044081>.

7. Bhattarai, R.R. (2012). Importance of goat milk. *Journal of Food Science and Technology Nepal*. № 7. P. 107–111. <https://doi.org/10.3126/jfstn.v7i0.11209>.

8. Mehra, R., Sangwan, K., Garhwal, R. (2021). Composition and Therapeutic Applications of Goat Milk and Colostrum. *Journal of Dairy Science and Technology*. № 10. P. 1–7. <https://doi.org/10.37591/rjodst.v10i2.3163>.

9. Al-Sheraji, S. H., et al. (2012). Hypocholesterolaemic effect of yoghurt containing *Bifidobacterium pseudocatenulatum* G4 or *Bifidobacterium longum* BB536. *Food Chemistry*. Vol. 135. № 2. P. 356–361. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.120>.

10. Mayer, H. K., Fiechter, G. (2012). Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. *International Dairy Journal*. Vol. 24. № 2. P. 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.10.012>.

11. Lee, H., et al. (2013). Quantitative analysis of gangliosides in bovine milk and colostrum-based dairy products by ultrahigh performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 61. № 40. P. 9689–9696. <https://doi.org/10.1021/jf402255g>.
12. Wen, Y., et al. (2014). Quality indices of the set-yoghurt prepared from bovine milk treated with horseradish peroxidase. *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 51. № 8. P. 1525–1532. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00367-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00367-3).
13. Zhang, J., et al. (2014). *Analytica Chimica Acta*. Vol. 829. P. 33–39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2014.04..>
14. Mehra, R., Singh, R., Nayan, V. et al. (2021). Nutritional Attributes of Bovine Colostrum Components in Human Health and Disease: A Comprehensive Review. *Food Bioscience*. 100907. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100907>
15. Turkmen, N. (2017). The Nutritional Value and Health Benefits of Goat Milk Components. In: Nutrients in Dairy and Their Implications on Health and Disease. *Elsevier*. P. 441–449. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809762-5.00035-8>.
16. Prosser, C.G. (2021). Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. *Journal Food Science*. № 86 (2). P. 257–265. https://doi.org/10.1111/17503841.15574?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle.
17. Turck, D. (2013). Cow's milk and goat's milk. *Evidence-Based Research in Pediatric Nutrition*. № 108. P. 56–62. <https://doi.org/10.1159/000351485>.
18. Fox, P.F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A. (2015). Salts of milk. In: Dairy Chemistry and Biochemistry. Springer. P. 241–270. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2>.
19. Kumar, H., Devbrat, Kumar N., Garg, V., Seth, R., Kumar, B.S.B. (2015). Sialic Acid Content in Colostrum of Two Cross Breed Dairy Goat: Effect of Breed and Lactation. *Journal of Animal Research*. № 5(4). P. 785. <https://doi.org/10.5958/2277-940X.2015.00130.8>.
20. Yoganandi, J., Mehta, B.M., Wadhwani, K.N., Darji, V.B., Aparnathi, K.D. (2014). Evaluation and comparison of camel milk with cow milk and buffalo milk for gross composition. *Journal of Camel Practice and Research*. №. 21(2). P. 259–265. <https://doi.org/10.5958/2277-8934.2014.00046.0>.
21. Sanal, H., et al. (2011). Profiles of non-essential trace elements in ewe and goat milk and their yoghurt, Torba yoghurt and whey. *Food Additives & Contaminants. Part B, Surveillance*. Vol. 4. № 4. P. 275–281. <https://doi.org/10.1080/19393210.2011.617520>.
22. Şenel, E., et al. (2011). Changes in some properties of strained (Süzme) goat's yoghurt during storage. *Small Ruminant Research*. Vol. 99. № 2. P. 171–177. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.042>.
23. De Renobales, M., et al. (2012). Part-time grazing improves sheep milk production and its nutritional characteristics. *Food Chemistry*. Vol. 130. № 1. P. 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.002>.
24. Domagała, J., et al. (2013). The effect of transglutaminase concentration on the texture, syneresis and microstructure of set-type goat's milk yoghurt during the storage period. *Small Ruminant Research*. Vol. 112. № 1. P. 154–161. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.12.003>.
25. Silva, V. L. M., et al. (2017). Stability of polyphenols from blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in fermented dairy beverage. *Journal of Food Processing and Preservation*. Vol. 41. № 6. 41:e13305. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13305>.
26. Vieira, C. P., et al. (2017). *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* MRS47, a potential probiotic strain isolated from kefir grains, increases cis-9, trans-11-CLA and PUFA contents in fermented milk. *Journal of Functional Foods*. Vol. 31. P. 172–178. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.01.047>.
27. Kapila, R., Kavadi, P.K., Kapila, S. (2013). Comparative evaluation of allergic sensitization to milk proteins of cow, buffalo and goat. *Small Ruminant Research*. № 112 (1–3). P. 191–198. <https://doi.org/10.1063/1.5062808>.
28. Nguyen, H. T. H., et al. (2014). The effect of fermentation temperature on the microstructure, physicochemical and rheological properties of probiotic buffalo yoghurt. *Food and Bioprocess Technology*. Vol. 7. №9. P. 2538–2548. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1278-x>.
29. Ahmad, S., Anjum, F.M., Huma, N., Sameen, A., Zahoor, T. (2013). Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. *The Journal of Animal and Plant Sciences*. № 23(Suppl 1). P. 62–74.

30. Giansanti, F., Panella, G., Leboffe, L., Antonini, G. (2016). Lactoferrin from milk: Nutraceutical and pharmacological properties. *Pharmaceuticals*. № 9 (4). P. 61. https://doi.org/10.3390/ph9040061?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle.
31. Mehra, R., Kumar, S., Verma, N. *et al.* (2021). Chemometric approaches to analyze the colostrum physicochemical and immunological (IgG) properties in the recently registered Himachali Pahari cow breed in India. *LWT*. № 145. 111256. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111256>.
32. Wang, W., *et al.* (2012). Consistency, microstructure and probiotic survivability of goats' milk yoghurt using polymerized whey protein as a co-thickening agent. *International Dairy Journal*. Vol. 24. № 2. P. 113–119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.09.007>.
33. Nguyen, H. T. H., *et al.* (2014). Microstructure and physicochemical properties of probiotic buffalo yoghurt during fermentation and storage: a comparison with bovine yoghurt. *Food and Bioprocess Technology*. Vol. 7. № 4. P. 937–953. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-013-1082-z>.
34. Yang, T., *et al.* (2014). Effect of exopolysaccharides from lactic acid bacteria on the texture and microstructure of buffalo yoghurt. *International Dairy Journal*. Vol. 34. №2. P. 252–256. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.08.007>.
35. Nguyen, H. T. H., *et al.* (2015). Homogenisation improves the microstructure, syneresis and rheological properties of buffalo yoghurt. *International Dairy Journal*. Vol. 46. P. 78–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.08.003>.
36. Nakthong, S. (2012). Effect of flour on the microstructure of goat milk yoghurt. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. Vol. 11. № 23. P. 4413–4416. <http://dx.doi.org/10.3923/javaa.2012.4413.4416>.
37. Shakeel Hahin, M., *et al.* (2012). Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt. *The Pakistan Journal of Food Science*. Vol. 22. № 2. P. 61–70. <http://dx.doi.org/10.4081/jbr.2018.7426>.
38. Costa, M. P., *et al.* (2016). Effect of different fat replacers on the physicochemical and instrumental analysis of low-fat cupuassu goat milk yogurts. *The Journal of Dairy Research*. Vol. 83. №4. P. 493–496. <http://dx.doi.org/10.1017/S0022029916000674>.
39. Yildirim-Elikoglu, S., Erdem, Y.K. (2018). Interactions between milk proteins and polyphenols: Binding mechanisms, related changes, and the future trends in the dairy industry. *Food Reviews International*. № 34 (7). P. 665–697. https://doi.org/10.1080/87559129.2017.1377225?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle.
40. Balthazar, C. F., *et al.* (2015). Sensory evaluation of ovine milk yoghurt with inulin addition. *International Journal of Dairy Technology*. Vol. 68. № 2. P. 281–290. <http://dx.doi.org/10.1111/1471-0307.12189>.
41. AOAC. (2012). *Official methods of analysis*. Washington: association of official analytical chemists.
42. Costa, M. P. D., *et al.* (2016). Simultaneous analysis of carbohydrates and organic acids by HPLC-DAD-RI for monitoring goat's milk yogurts fermentation. *Talanta*. Vol. 152. P. 162–170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2016.01.061>.
43. Tamjidi, F., *et al.* (2012). Physicochemical and sensory properties of yogurt enriched with microencapsulated fish oil. *Food Science and Technology International = Ciencia Y Tecnologia De Los Alimentos Internacional*. Vol. 18. № 4. P. 381–390. <http://dx.doi.org/10.1177/1082013211428212>.
44. Claps, S., Di Napoli, M.A., Sepe, L. *et al.* (2014). Sialyloligosaccharides content in colostrum and milk of two goat breeds. *Small Ruminant Research*. № 121 (1). P. 116–119. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.024>.
45. Chauhan, S., Powar, P., Mehra, R. (2021). A review on nutritional advantages and nutraceutical properties of cow and goat milk. *International Journal of Applied Research*. № 7(10). P. 101–105. <https://doi.org/10.22271/allresearch.2021.v7.i10b.9025>.
46. Pal, U.K., Mandal, P.K., Rao, V.K., *et al.* (2011). Quality and Utility of Goat Milk with Special Reference to India: An Overview. *Asian Journal of Animal Science*. № 5 (1). P. 56–63. <https://doi.org/10.3923/ajas.2011.56.63>.
47. Thum, C., Adrian, C., Warren, C., *et al.* (2015). Composition and Enrichment of Caprine Milk Oligosaccharides from New Zealand Saanen Goat Cheese Whey. *Journal of Food Composition and Analysis*. № 42. P. 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.022>.

48. Daline, F.S., Gerlane, A., Guerra, C.B., et al. (2017). Intestinal antiinflammatory effects of goat whey on DNBS-induced colitis in mice. *PLOS One*. № 12 (9). e0185382. P. 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185382>.
49. Zhou, S.J., Thomas, S., Robert, A.G., et al. (2014). Submitted version Dianne J. Lowry, and Maria Makrides. Nutritional Adequacy of Goat Milk Infant Formulas for Term Infants: A DoubleBlind Randomised Controlled Trial. *The British journal of nutrition*. № 111(9). P. 1641–1651. <https://doi.org/10.1017/S0007114513004212>.
50. Viana, F. S., et al. (2017). Development of new probiotic yoghurt with a mixture of cow and sheep milk: effects on physicochemical, textural and sensory analysis. *Small Ruminant Research*. Vol. 149. P. 154–162. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.02.013>.
51. Erkaya, T., M. Şendül, M. (2012). A comparative study on some quality properties and mineral contents of yoghurts produced from different type of milks. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. Vol. 18. № 2. P. 323–329. <http://dx.doi.org/10.9775/kvfd.2011.5498>.
52. Triprisila, L., Suharjono, S., Antonius, C., et al. (2016). The Comparing of Antimicrobial Activity of CSN1S2 Protein of Fresh Milk and Yoghurt Goat Breed Ethawah Inhibited the Pathogenic Bacteria. *Materia Socio Medica*. № 28 (4). P. 244. <https://doi.org/10.5455/msm.2016.28.244-248>.
53. Güler, Z., Gürsoy-Balci, A. C. (2011). Evaluation of volatile compounds and free fatty acids in set types yogurts made of ewes', goats' milk and their mixture using two different commercial starter cultures during refrigerated storage. *Food Chemistry*. Vol. 127. № 3. P. 1065–1071. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.01.090>.
54. Pereira da Coasta, M., Conte – Junior, C. A. (2015). Chromatographic methods for the determination of carbohydrates and organic acids in foods of animal origin. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 14. № 5. P. 586–600. <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12148>.
55. Moreno-Montoro, M., Olalla-Herrera, M., Rufián-Henares, J., et al. (2017). Antioxidant, ACE-inhibitory and antimicrobial activity of fermented goat milk: activity and physicochemical property relationship of the peptide components. *Food and Function*. № 8 (8), P. 2783–2791. https://doi.org/10.1039/C7FO00666G?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle
56. Venica, C. I., et al. (2014). Organic acids profiles in lactose-hydrolyzed yogurt with different matrix composition. *Dairy Science & Technology*. Vol. 94. № 6. P. 561–580. <http://dx.doi.org/10.1007/s13594-014-0180-7>.
57. Nandhini, B., Palaniswamy, M. (2013). Anticancer Effect of Goat Milk Fermented by *Lactobacillus Plantarum* and *Lactobacillus Paracasei*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. № 5. P. 898–901.
58. Li, Z., Jiang, A., Yue, T., et al. (2013). Purification and Identification of Five Novel Antioxidant Peptides from Goat Milk Casein Hydrolysates. *Journal of Dairy Science*. № 96 (7). P. 4242–4251. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6511>.
59. Miglani, S., Patyar, R.R., Patyar, S., et al. (2016). Effect of Goat Milk on Hepatotoxicity Induced by Antitubercular Drugs in Rats. *Journal of Food and Drug Analysis*. № 24 (4). P. 716–721. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.03.012>.
60. Johan, Y. (2016). Dietary goat milk in the prevention of hypertension in sedentary women. *Advanced in Health Science Research*. № 3. P. 91–97. <https://doi.org/10.2991/phico-16.2017.76>.
61. Krishanu, S., Amrita, J. (2024). Goat Milk: A Rich and Unique Source of Nutraceuticals. *International Journal of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences*. № 1(3). P. 133–140. <https://doi.org/10.62946/IJMPHS/1.3.133-140>.
62. Assi, P.O.A. de, Guerr, G.C.B., Araújo, D.F. de S., Araújo Júnior, R.F. de, Machado, T.A.D.G., Araújo, A.A. de, Lima, T.A.S. de, Garcia, H.E.M. and Queiroga, R. de C.R. do E. (2016). Intestinal anti-inflammatory activity of goat milk and goat yoghurt in the acetic acid model of rat colitis. *International Dairy Journal*. № 56. P. 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.11.002>.
63. Bhardwaj, J.K., Kumar, V., Saraf, P., Kumari, P. and Mittal, M. (2018). Current status and changing national scenario of goat population: A review. *Agricultural Reviews*. № 39. P. 91–103. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2711>.
64. Carvalho, E.B., Maga, E.A., Quetz, J.S., Lima, I.F., Magalhães, H.Y., Rodrigues, F.A., Silva, A.V., Prata, M.M., Cavalcante, P.A., Havt, A. et al. (2012). Goat milk with and without increased concentrations of lysozyme

improves repair of intestinal cell damage induced by entero aggregative *Escherichia coli*. *BMC Gastroenterology*. № 12. P. 106. <https://doi.org/10.1186/1471-230X-12-106>.

65. Mataragas, M., et al. (2011). Quantifying the spoilage and shelf- life of yoghurt with fruits. *Food Microbiology*. Vol. 28. № 3. P. 611–616. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2010.11.009>.

66. Chen, B., Lewis, M.J. and Grandison, A.S. (2014). Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chemistry*. № 158. P. 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.118>.

67. Costa, M. P., et al. (2015). Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) pulp, probiotic, and prebiotic: Influence on color, apparent viscosity, and texture of goat milk yogurts. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98. № 9. P. 5995–6003. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9738>.

68. Chen, D., Zha, X., Li, X., Wang, J. and Wang, C. (2018). Milk compositional changes of Laoshan goat milk from partum up to 261 days postpartum. *Animal Science Journal*. № 89. P. 1355–1363. https://doi.org/10.1111/asj.13062?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle.

69. Chen, D., Li, X., Zhao, X., Qin, Y., Wang, J. and Wang, C. (2019). Comparative proteomics of goat milk during heated processing. *Food Chemistry*. № 275. P. 504–514. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.129>.

70. Clark, S. and Mora García, M.B. (2017). A 100-year review: Advances in goat milk research. *Journal of Dairy Science*. № 100. P. 10026–10044. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13287>.

71. Dhanalakshmi, B. and Gawdaman, G. (2013). Determination of heavy metals in goat milk through ICP-OES. *Asian Journal of Dairying and Foods Research*. № 32. P. 186–190.

72. Zubeir, I. E. M. E., et al. (2012). The processing properties, chemical characteristics and acceptability of yoghurt made from non bovine milks. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 24. № 3. <https://www.researchgate.net/publication/268248674>.

73. Fatchiyah, F., Setiawa, B., Suharjono, S. and Noor, Z. (2015). The anti-osteoporosis effects of CSN1S2 protein of goat milk and yoghurt on a complete Freund's adjuvant-induced rheumatoid arthritis model in rats. *Biomarkers and Genomic Medicine*. № 7. P. 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.bgm.2015.10.001>.

74. García, V., Rovira, S., Boutoia, K. and López, M.B. (2014). Improvements in goat milk quality: A review. *Small Ruminant Research*. № 121. P. 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.034>.

75. Küçükçetin, A., et al. (2011). Graininess and roughness of stirred yoghurt made with goat's, cow's or a mixture of goat's and cow's milk. *Small Ruminant Research*. Vol. 9. № 2. P. 173–177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.12.003>.

76. Ibrahim, H.R., Ahmed, A.S. and Miyata, T. (2017). Novel angiotensin converting enzyme inhibitory peptides from caseins and whey proteins of goat milk. *Journal of Advanced Research*. № 8. P. 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2016.12.002>.

77. Jirillo, F. and Magrone, T. (2014). Anti-inflammatory and anti-allergic properties of donkey's and goat's milk. *Endocrine, Metabolic and Immune Disorders-Drug Targets*. № 14. P. 27–37. <https://doi.org/10.2174/1871530314666140121143747>.

78. Le, T. T., et al. (2011). Physical properties and microstructure of yoghurt enriched with milk fat globule membrane material. *International Dairy Journal*. Vol. 21. № 10. P. 798–805. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.04.015>.

79. Kapadiy, D.B., Prajapati, D.B., Jain, A.K., Mehta, B.M., Darji, V.B. and Aparnathi, K.D. (2016). Comparison of Surti goat milk with cow and buffalo milk for gross composition, nitrogen distribution and selected minerals content. *Veterinary World*. № 9. P. 710–716. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.710-716>.

80. Ghasempour, Z., et al. (2012). Optimisation of probiotic yoghurt production containing zedo gum. *International Journal of Dairy Technology*. Vol. 65. № 1. P. 118–125. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-0307.2011.00740.x>.

81. Kljajević, N.V., Tomasevic, I.B., Miloradovic, Z.N., Nedeljkovic, A., Miocinovic, J.B. and Jovanovic, S.T. (2018). Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *Journal of Food Science and Technology*. № 55. P. 299–303. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2938-4>.

82. Krzeminski, A., et al. (2011). Structural properties of stirred yoghurt as influenced by whey proteins. *LWT – Food Science and Technology*. Vol. 4. № 10. P. 2134–2140. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.05.018>.

83. Ahmed, R.A. Hammam, Saleh M. Salman, Mohamed, S. Elfaruk, Khalid, A. Alsaleem. (2022). Goat Milk: Compositional, Technological, Nutritional and Therapeutic Aspects: A Review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. Vol. 41. Issue 4. P. 367–376. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-261>.

84. Skeie, S.B. (2014). Quality aspects of goat milk for cheese production in Norway: A review. *Small Ruminant Research*. № 122. P. 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.07.012>.