

УДК 637.12:636

**ОЦІНКА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
КОЗИНОГО ТА КОРОВ'ЯЧОГО МОЛОКА-СИРОВИНИ***Рижкова Т. М.*, д.т.н., проф.,*Кафедра технології переробки і стандартизації продукції тваринництва,
Харківська державна зооветеринарна академія, м. Харків*

ORCID ID: 0000-0002-1029-8838

Даниленко С. Г., д.т.н, с.н.с.,*зав. відділу біотехнології,**Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ*

ORCID ID: 0000-0003-4470-4643

Копилова К. В., д. с-г.н., с.н.с.,*заступник директора з зовнішніх зв'язків та інформаційного забезпечення,**Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ*

ORCID ID: 0000-0001-6796-390X

<https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-16>

Козине молоко і продукти його переробки можуть використовуватися для дієтичного та лікувального харчування всіх категорій населення. Асортимент продуктів, що виробляються з козячого молока, в даний час не значний. Козине молоко як сировину освоєно лише частково. Проведено порівняльну оцінку фізико-хімічних показників козиного та коров'ячого молока, як сировини для молокопереробної промисловості. Хімічний склад козиного молока залежить від породи і віку кіз, умов годівлі й утримання, рівня продуктивності та способу доїння, періоду лактації та інших факторів. Відмітними характеристиками козиного молока від коров'ячого молока є менша титрована кислотність, висока дисперсність жирних кульок та міцел казеїну, більша їх реакційна здатність до взаємодії з токсичними елементами і, як наслідок, здатність концентруватися в більшій кількості в продуктах, а також наявність специфічного присмаку і запаху жиропоту кіз, що є завадою для сприйняття споживачем цієї продукції, вимагає розробки і застосування в сироварінні нових біотехнологічних підходів, спрямованих на усунення вищезгаданих недоліків. Частка ненасичених жирних кислот у козиному молоці була на 9% меншою, ніж у коров'ячому. Водночас достовірної різниці між умістом інших жирних кислот у молоці від обох видів тварин не встановлено ($p \leq 0,95$). Козине молоко містило на 3% більше сироваткових протеїнів і на 1% – небілкових азотистих сполук. Нижчий вміст α_1 -казеїну та α -лактоальбуміну у складі молочних протеїнів козиного молока є позитивною ознакою, оскільки ці протеїни є алергенними. З іншого боку, високий вміст β -казеїну та низький α -казеїнів є технологічною проблемою у сироварінні, оскільки ускладнюється коагуляція протеїнів та формування високоякісного згустку. Лімітуючих кислот у козиному молоці не було встановлено. Подібну закономірність спостерігали для коров'ячого молока за винятком однієї лімітуючої кислоти – треоніну. Результати проведених досліджень розширили наявні знання щодо складу і якості козиного молока, що виробляється в Україні.

Ключові слова: *козине та коров'яче молоко, аміно- та жирні кислоти, фізико-хімічні показники*

EVALUATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS
OF GOAT AND COW RAW-MILK

*Ryzhkova T., PhD, Professor,
Department of Technology of Processing and Standardization of Livestock Products,
Kharkov State Zooveterinary Academy, Kharkiv, Ukraine*

ORCID ID: 0000-0002-1029-8838

*Danylenko S., D-r of Sciences, Technics, Senior Research,
Head of Department of Biotechnology,*

Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-4470-4643

*Kopylova K., D-r of Sciences, Agriculture,
Deputy Director of External communications and information support,*

Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0001-6796-390X

<https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-16>

Goat's milk and products of its processing can be used for dietary and medical nutrition for all categories of the population. The assortment of products made from goat's milk is currently not significant. Goat milk as a raw material is mastered only partially. The comparative evaluation of physico-chemical parameters of goat and cow milk as a raw material for the dairy industry is carried out. The chemical composition of goat's milk depends on the breed and age of goats, the conditions of feeding and raising, the level of productivity and method of milking, the period of lactation and other factors. The distinguishing characteristics which differ goats milk from cow's milk are low titrated acidity, high dispersion of fatty balls and micellar casein, their greater reactivity to interacting with toxic elements and, as a result, the ability to concentrate more in products of goat's milk, as well as the presence the specific taste and smell of giropot of goats, which is a barrier to the consumer's perception of these products, requires the development and application of cheeses of new biotechnological approaches aimed at eliminating these disadvantages. The proportion of unsaturated fatty acids in goat's milk was 9% lower than in cow's milk. At the same time, no significant difference was found between the content of other fatty acids in milk from both animal species ($p \leq 0.95$). Goat is milk contains more than 3% of serum proteins and 1% of non-protein nitrogenous compounds. The lower content of α 1-casein and α -lactalbumin in the milk proteins of goat milk is a positive sign, since these proteins are allergenic. On the other hand, the high content of β -casein and low content α -caseins is a technological problem in cheeses, as coagulation of proteins and the formation of high-quality bundles are complicated. Limit acids in goat's milk have not been established. A similar pattern was observed for cow's milk with the exception of one limiting acid – threonine. The results of the research have broadened existing knowledge on the composition and quality of goat milk produced in Ukraine.

Key words: *goat and cow milk, amino and fatty acids, physico-chemical indicators*

Постановка проблеми. Козине молоко, поряд з коров'ячим і овечим, багато століть використовувалось сільським населенням України як основний продукт харчування. Широке використання козиного молока пояснювалось відносною простотою та меншими економічними витратами на утримання кіз порівняно з великою рогатою худобою. Тривала практика споживання козиного молока показала його позитивний вплив на організм людини. Водночас науковому обґрунтуванню такої дії в Україні не приділяли належної уваги. Також не встановлено загально визнані критерії оцінювання якості та

технологічного потенціалу козиного молока, що й є стримувальним фактором промислового виробництва як цієї сировини, так і продуктів її перероблення [1, с. 116].

Одним із шляхів вирішення проблеми забезпечення населення високоякісними молочними продуктами є використання нового виду молочної сировини – козиного молока. Поряд з коров'ячим молоком, більша його частина, в домашніх умовах, приватними господарями переробляється на тверді, м'які сири, кисломолочні напої, сметану та на масло. Утім, лише незначна його частина направляється для переробки на виробництва молочних продуктів в умовах молокопереробних підприємств.

В останні роки козине молоко, як додаткова сировина для виробництва молочних продуктів, привертає увагу фахівців молокопереробних підприємств. Козине молоко – унікальний продукт. У ньому міститься велика кількість амінокислот, які підвищують стійкість організму до інфекційних захворювань і нормалізують холестериновий обмін. Білок, глюкоза і лактоза козиного молока легше засвоюються, оскільки жирові кульки в ньому є дрібнішими і рівномірно поширеними по всій масі.

Козине молоко особливо цінний продукт для харчування дітей і людей зі шлунково-кишковими захворюваннями, воно, на відміну від молока коров'ячого, не містить алергенів [2, с. 107].

У козиному молоці містяться найважливіші амінокислоти, які надходять в організм людини тільки ззовні: валін (0,242 г), ізолейцин (0,209 г), лізин (0,291 г), лейцин (0,315 г), метіонін (0,082 г), треонін (0,164 г), триптофан (0,045 г), фенілаланін (0,156 г). Порівняно із коров'ячим молоком, в ньому приблизно на 13% більше кальцію, воно в 1,5 рази багатше міддю, і на 1/3 – селеном. В казеїновій фракції козиного молока немає $1S$ α казеїну, а в альбуміновій фракції α лактоальбумін домінує над β -лактоглобуліном, який є сильним алергеном.

Згусток з козиного молока засвоюється організмом людини швидше, ніж коров'ячий. Це пояснюється його структурою, порівняно з щільною, характерною для згустку із коров'ячого молока [3, с. 3].

Специфічний «козиний» смак та аромат більш притаманний молоку нормальної лактації та молозиву, а у стародійному він менш виражений. Молоко кіз нормального періоду лактації придатне до технологічного оброблення. Воно витримує режими пастеризації від тривалої за $((65\pm 2)^\circ\text{C}$, експозиція 30 хв) до короткочасної за $((95\pm 2)^\circ\text{C}$, експозиція 20 секунд. Виявлена можливість маскування специфічного «козиного смаку» в процесі сквашування [4, с. 43].

Казеїн міцел козиного молока містить більше кальцію і неорганічного фосфору, менше термостабільних білків, відрізняється більшою швидкістю втрати бета-казеїну, порівняно з аналогічним показником казеїнових міцел коров'ячого молока. Час згортання сичужним ферментом для козиного молока менший, ніж для коров'ячого молока, а слабка, менш щільніша консистенція гелю є корисним для травлення в організмі людини. Проте це негативно відбивається на зменшенні виходу сиру [5, с. 90].

Козине молоко відрізняється високою концентрацією мажорних поживних речовин відносно калорійності, і воно нагадує композицію людського молока.

Більш 95% ліпідів молока знаходяться у вигляді жирових глобул діаметром 0,5-15 мкм. Жирові глобули оточені мембраною, товщина якої становить 8-10 нм.

Основні компоненти мембрани молочних жирових глобул-білки і фосфоліпіди [6, с. 54].

Молоко кози є цінним харчовим продуктом. Виробництво молока козами є динамічною і зростаючою галуззю, що є фундаментальним для добробуту сотень мільйонів людей у всьому світі і є важливою частиною економіки багатьох країн.

Матеріали та методи. Для визначення складу фізико-хімічних, біохімічних показників коров'ячого і козиного молока відбирали молоко з 10 клінічно здорових корів і кіз другої і третьої лактації.

Оцінювання якості молока для виробництва ферментованих молочних продуктів здійснювали за органолептичними (смак, запах, колір та консистенція) та фізико-хімічними показниками (масовою часткою (М.ч.) жиру, протеїну, лактози, сухих речовин, густини) – за ISO 9001: 2000 на приладі «Bentley-150».

Масову частку загального протеїну визначали за методом К'ельдаля відповідно до вимог ДСТУ ISO 8968-1:2005 і ДСТУ ISO 8968-5:2005.

Біохімічні показники: профіль аміно- та жирних кислот – за ISO 13903:2005; визначення кількості жирних кислот в 1 см³ молока та їх розмірів за методом Г.С. Ініхова [7].

Результати та обговорення. Як відомо, кози мають багато унікальних відмінностей в анатомії, фізіології, метаболізмі, що, безперечно, впливає на біохімічні характеристики молока та його властивості.

Встановлено, що в козиному молоці знаходилось вдвічі більше низькомолекулярних насичених жирних кислот з довжиною ланцюга від 4 до 12 атомів вуглецю (масляна, капронова, каприлова, капринова, лауринова), що обумовлюють специфічний присмак і запах жиропоту кіз. Їх частка у загальному пулі вільних жирних кислот склала 21% для козиного і 17% для коров'ячого (рис. 1).

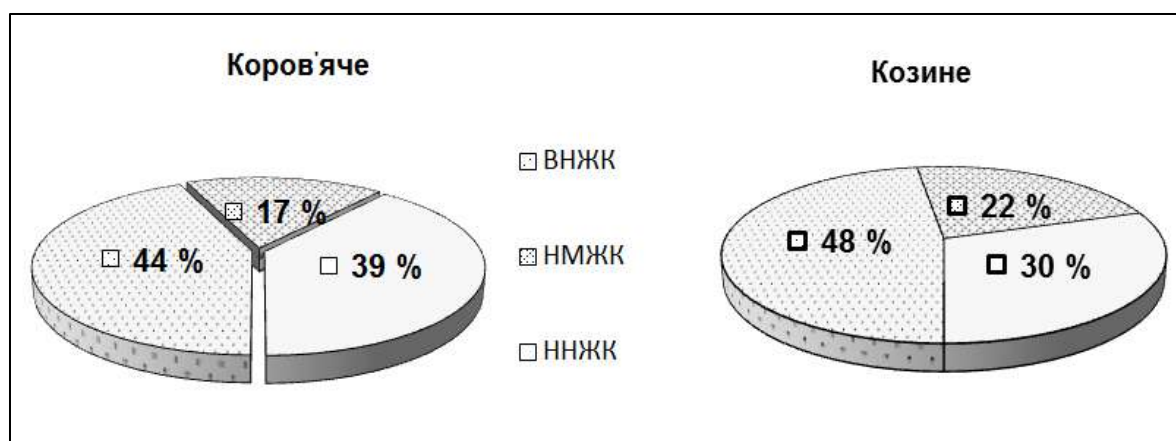


Рис. 1. Основні групи вільних жирних кислот козиного і коров'ячого молока

Частка ненасичених жирних кислот у козиному молоці була меншою на 9% ніж у коров'ячому. Водночас достовірної різниці між умістом інших жирних кислот у молоці від обох видів тварин не встановлено ($p \leq 0,95$).

Уміст окремих жирних кислот в межах груп (низькомолекулярних і ненасичених жирних кислот) подано на рис. 2.

Як видно із рис. 2 в групі НМЖК кількість кожної жирної кислоти у козиному молоці була вищою ніж у коров'ячому молоці, при цьому домінувала капринова (C_{10:0}) і лауринова (C_{12:0}) жирні кислоти. У козиному молоці переважали ліноленова (C_{18:2}) і пальмітоолеїнова (C_{16:10}) жирні кислоти, тоді як у коров'ячому міристоолеїнова (C_{14:1}) і арахідинова (C_{20:4}).

Відомо, що сумарний уміст протеїну в козиному молоці становить (3,47±0,2) г/100 г молока і майже не відрізняється від його умісту в коров'ячому.

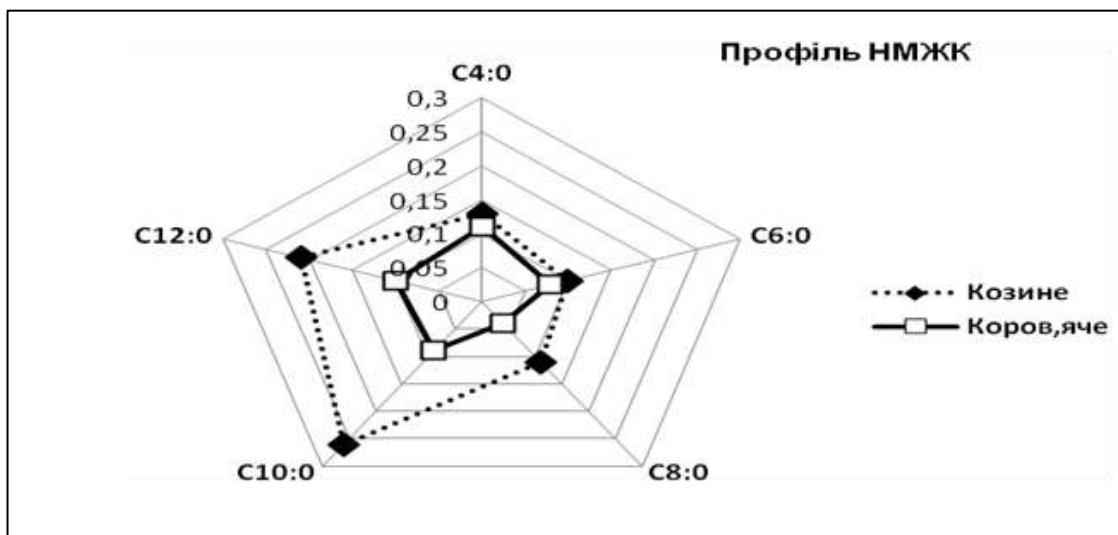


Рис. 2. Профіль низькомолекулярних жирних кислот (НМЖК) козиного і коров'ячого молока.

Аналіз якісного складу білків козиного молока показав певні розбіжності з якісним складом коров'ячого молока. По-перше, це співвідношення між казеїном та сироватковими протеїнами, яке для козиного молока дорівнювало 4:1 а коров'ячого – 7:1, а, по-друге, – дещо інший розподіл основних фракцій казеїну та сироваткових протеїнів (табл. 1).

Таблиця 1

Склад азотистих сполук козиного і коров'ячого молока

Азотисті сполуки	Уміст сполук, г/100 г молока	
	Козине молоко	Коров'яче молоко
Сумарні азотисті сполуки	4,39±0,68	3,42±0,57
Протеїни, утому числі:	3,49±0,26	3,28±0,19
казеїни	2,84±0,13	2,72±15
сироваткові протеїни	0,66±0,01	0,41±0,01
Небілкові азотисті сполуки	0,24±0,01	0,14±0,01

Значення сумарної кількості протеїнів козиного молока істотно не розрізнялось від значення цього показника у коров'ячому молоці, проте їх частка у загальній кількості азотистих сполук козиного молока була меншою порівняно з коров'ячим молоком – 80% і 96% відповідно. Козине молоко містило на 3% більше сироваткових протеїнів і на 1% – небілкових азотистих сполук.

Методом гель-хроматографії на колонках, заповнених сефадексом G150 суміш молочних протеїнів було поділено за величиною молекулярної маси на окремі фракції (I, II, III) (рис. 3).

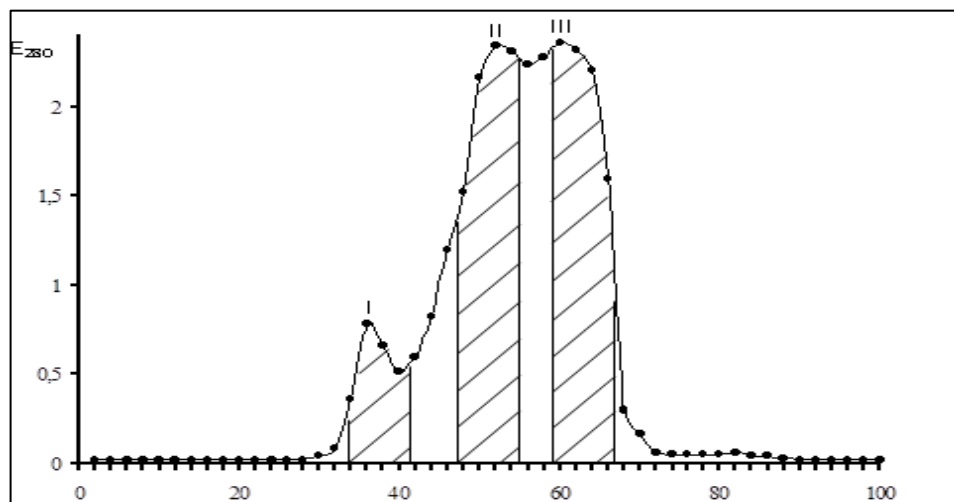


Рис. 3. Гель-хроматограма загального казеїну
Кількість елюату, см³ (I, II, III – фракції казеїну)

Фракції, що відповідають заштрихованим секторам на рис. 3 відбирали для подальшої очистки і електрофоретичного аналізування. Ідентифікацію окремих фракцій казеїну α_{s1} , α_{s2} , β + κ здійснювали методом електрофорезу у ПААГ. Електрофореграма окремих фракцій казеїну козиного молока подана на рис. 4.

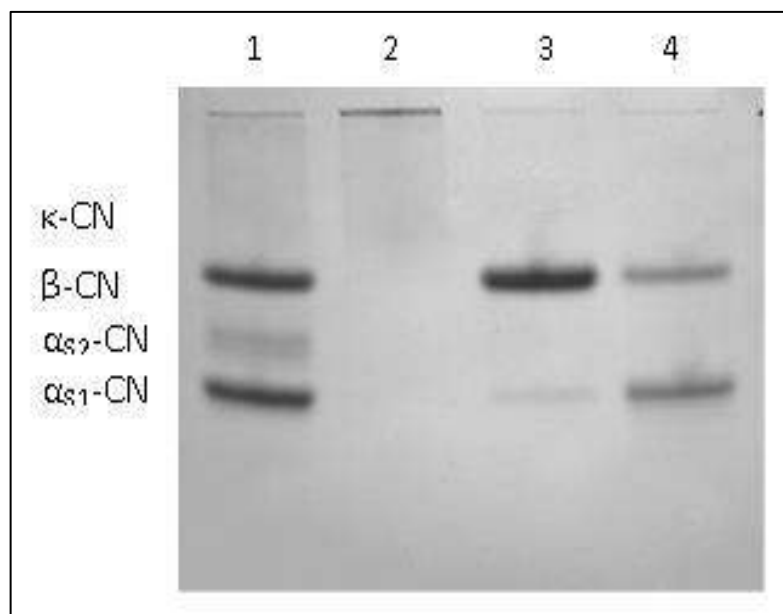
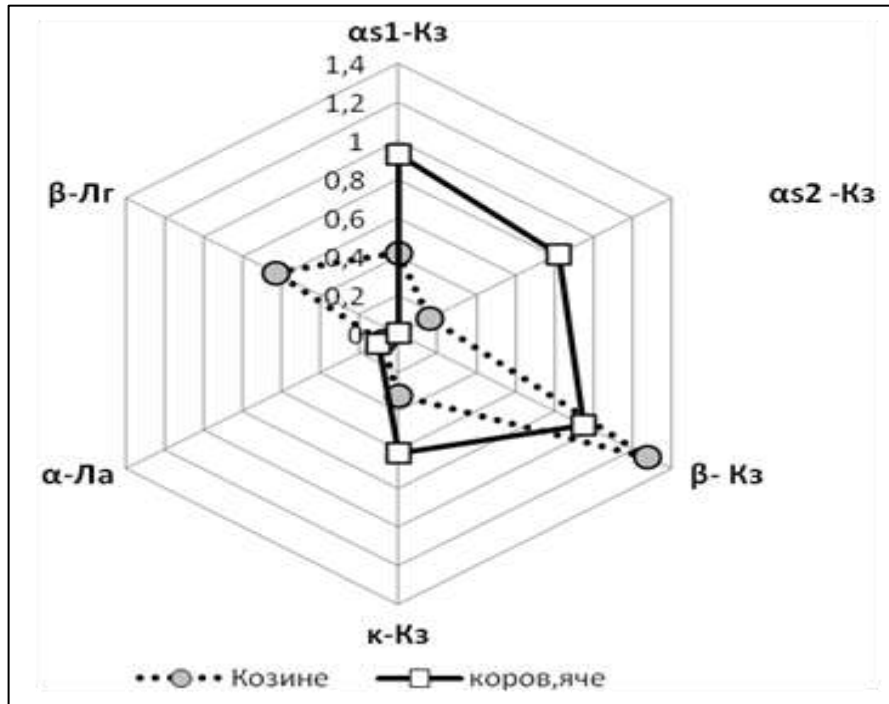


Рис. 4. Електрофореграма загального протеїну (I),
та об'єднаних фракцій I, II і III, відповідно доріжки 1, 2, 3 і 4.

Загалом, профіль молочних протеїнів обох видів молока подібний, проте чітко простежуються істотні розбіжності вмісту окремих фракцій протеїнів, а саме: високий вміст β -казеїну та β -лактоглобуліну, та незначна кількість α_{s2} -казеїну (рис. 5).



Вміст протеїнових фракцій у г/100 г молока

Рис. 5. Діаграма розподілу фракцій казеїну та сироваткових протеїнів у козиному та коров'ячому молоці

Нижчий вміст α_1 -казеїну та α -лактоальбуміну у складі молочних протеїнів козиного молока є позитивною ознакою, оскільки ці протеїни є алергенними. З іншого боку, високий вміст β -казеїну та низький вміст α -казеїнів є технологічною проблемою у сироварінні, оскільки ускладнюється коагуляція протеїнів та формування високоякісного згустку.

Порівняльний аналіз амінокислотного профілю козиного і коров'ячого молока показав певні його розбіжності за вмістом окремих амінокислот та співвідношенням між незамінними і замінними амінокислотами

З рис. 6 видно, що незамінних амінокислот (НАК) у козиному молоці виявилось на 0,15% більше, ніж в коров'ячому ($P \geq 0,95$). Було встановлено, що козине молоко за вмістом мало відрізнялось від коров'ячого, тоді як кількість замінних амінокислот у останньому була дещо більшою (на 14, 5%). у козиному молоці. Не встановлено також значної переваги і за вмістом окремих НАК – різниця між окремими показниками коливалась у вузькому діапазоні, за винятком лізину і фенілаланіну, кількість яких була на 10, 5 і 35,76% меншою ніж у коров'ячому молоці. Зокрема, козине молоко було багатшим на ізолейцин та метіонін відповідно 17,6 і 12,5%, валін, лейцин і треонін, відповідно 5,3%, 8,0% і 7,1%.

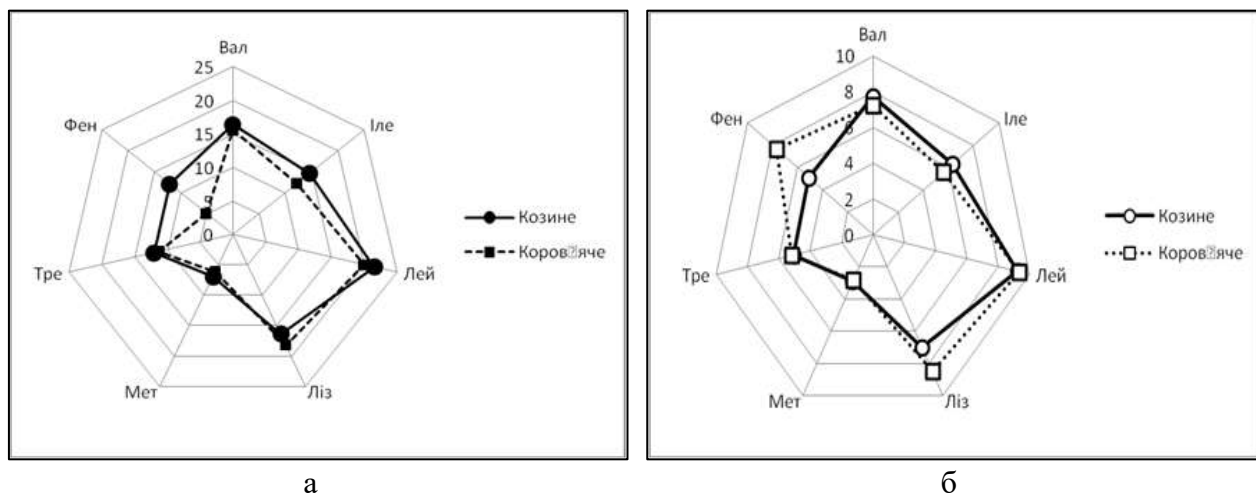


Рис. 6. Вміст незамінних амінокислот (у мг/100 г молока) у групі НАК(а) і в козиному та коров'ячому молоці (б).

Якщо серед НАК козиного молока переважали 5 амінокислот, а саме фенілаланін, ізолейцин, лейцин, метіоніні валін, то у загальному пулі амінокислот лише частка валіну і ізолейцину була достовірно вищою порівняно з такою у коров'ячому молоці. Що стосується замінних амінокислот, то вони переважали у коров'ячому молоці. Кількість аланіну, аспарагінової кислоти, проліну і цистеїн у козиному молоці була вищою порівняно з коров'ячим молоком на 25,0%, 38,9%, 32,0% і 20,0% відповідно. Дещо меншою була різниця у вмісті глютамінової кислоти і серіну, відповідно 13,6 і 13,3%. За вмістом аргініну, гістидину, гліцину і тирозину коров'яче молоко було багатшим. Так, максимальну різницю спостерігали для аргініну - 20% , мінімальну – 9,1% - тирозину, тоді як відносний уміст гістидину і гліцину склав, відповідно, 18,2% і 16,7%. Отримані результати не повністю збігаються з наведеними в літературі, проте такі флуктуації є цілком можливими, оскільки склад молока, в цілому, залежить від багатьох чинників, як от: порода тварини, її генетичний статус, умови її утримання, раціон харчування, кліматична зона тощо.

Біологічну цінність козиного і коров'ячого молока, отриманого за однакових умов, оцінювали за методом амінокислотного скору (табл. 2).

Таблиця 2

Біологічна цінність козиного і коров'ячого молока

Назва незамінних амінокислот	Вміст амінокислот, г/100 г протеїну			Скор,% до шкали	
	Шкала ФАО/ВОЗ	Козине	Коров'яче	Козине	Коров'яче
Валін	5,0	5,4	5,8	108,0	116,0
Ізолейцин	4,0	4,9	5,2	122,5	130,0
Лейцин	7,0	7,2	7,6	102,9	108,6
Лізін	5,5	5,7	6,1	103,6	110,9
Метіонін+ цистеїн	3,5	3,7	3,6	105,7	102,8
Фенілаланін+ тирозин	6,0	8,0	7,6	133,3	126,7
Треонін	4,0	4,0	3,6	100,0	90

В результаті розрахунків було встановлено, що козине молоко, як і коров'яче містило повноцінні протеїни з дещо розбалансованим складом. Зокрема, частка домінуючих кислот ізoleyцину та фенілаланіну у протеїні козиного молока є доволі високою і перевищує рекомендований FAO/ВОЗ рівень на 22,5 і 33,3% відповідно. Решта амінокислот перевищувала рекомендований рівень на 2-8%. Лімітуючих кислот у козиному молоці не було виявлено. Подібну закономірність спостерігали для коров'ячого молока за винятком однієї лімітуючої кислоти – треоніну.

Висновки

Порівняльними фізико-хімічними дослідженнями козиного і коров'ячого молока показано розбіжності складу молока, а саме: вищий уміст жиру, протеїну, мінеральних речовин, вітамінів.

Відмітними характеристиками козиного молока від коров'ячого молока є менша титрована кислотність, висока дисперсність жирових кульок та міцел казеїну, більша їх реакційна здатність до взаємодії з токсичними елементами і, як наслідок, здатність концентруватися в більшій кількості в продуктах, а також наявність специфічного присмаку і запаху жиропоту кіз, що є завадою для сприйняття споживачем цієї продукції, вимагає розробки і застосування в сироварінні нових біотехнологічних підходів, спрямованих на усунення вищезгаданих недоліків.

Доведено, що фракційний складу протеїнів обох видів молока подібний, проте чітко простежуються істотні розбіжності вмісту окремих фракцій протеїнів, а саме: високий уміст β -казеїну та β -лактоглобуліну, та незначна кількість α ₂-казеїну.

Результати проведених досліджень розширили наявні знання щодо складу і якості козиного молока, що виробляється в Україні.

Бібліографія

1. Назаренко Ю. В., Третяк Ю. А., Іващенко А. С. Використання козиного молока у харчуванні сучасної людини. Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія. Технічні науки. 2018. 29(68). Ч.2. №6. С.116–123.
2. Мармарян Г. Ю., Маркарян Г.С. Молочна продуктивність и физико-химические свойства местных коз Армении. Биолог. журн. Армении. 2013. 3 (65). С. 103–111.
3. Ахтямова Д. И., Бушуева И.С. Совершенствование технологии производства кисломолочного напитка «Тям-тям» за счет применения биологически активных добавок. Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2014. № 1 (2). С. 46–57. <http://universum.com/ru/tech/archive/item/907>.
4. Гребельник О. П., Пирова Л. В. Технологічні властивості і молока кіз зааненської породи. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. 2014. Т. 16. №3 (60). Ч. 4. С. 36–44.
5. Park Y., Juárez M., Haenlein G. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Smal ruminat research. 2007. V. 68. P. 88–113.
6. Ельчанинов В.В. Жировые глобулы молока: структура и белковый состав. Сыроделие маслоделие. 2010. № 4. С. 54–56.
7. Инихов Г. С., Брюно Н. П. Методы анализа молока и молочных продуктов М.: Пищев. пром., 1971. 422 с.

References

1. Nazarenko Yu., Tretiak Yu, Ivashchenko A. (2018). Vykorystannia kozynoho moloka u kharchuvanni suchasnoi liudyny. [Use of goat's milk in the diet of a modern human]. Vcheni zapysky TNU imeni V. Vernadskoho. Seria: tekhnichni nauky. [Scientific studies Tavrida National University Name of V.I Vernadsky. Series: Technical Sciences]. Т. 29(68). Ch.2. №6. P.116–123. [in Ukraine].

2. Marmarian H., Markarian H. (2013). Molochnaya produktyvnost y fyzyko-khimicheskie svoistva mestnykh koz Armenyy. [Dairy productivity and physical and chemical properties of local goats in Armenia]. Byoloh. zhurn. Armenii, [Biological Journal Armenia]. 3 (65). P. 103–111. [in Russian].
3. Akhtiamova D., Bushueva Y. (2014). Sovershenstvovanie tehnologii proizvodstva kislomolochnogo napitka «Tyam-tyam» za schet primeneniya biologicheski aktivnyih dobavok. [Improvement of production technology of fermented Beverage through the use of dietary supplements]. Universum: Tehnicheskie nauki: elektron. nauchn. zhurn. [Universum: Engineering: electron. scientific journ]. №1(2). P. 46–57. [in Russian].
4. Hrebelnyk O., Pyrova L. (2014). Tehnologichni vlastivosti i moloka kIz zaanenskoyi porodi [Technological properties and milk of goats zanensky breed]. Naukovyi visnyk LNUVMBT im. S. Gzhytskoho. [Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies]. V. 16. №3 (60). Ch. 4. P. 36–44. [in Ukraine].
5. Park Y., Juárez M., Haenlein G. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Smal ruminat research. V. 68. P. 88–113.
6. Elchanynov V. (2010). Zhirovyie globulyi moloka: struktura i belkovyyi sostav. [Fat milk globulins: structure and protein composition]. Syirodelie maslodolie. [Cheese and buttermaking]. №4. P. 54–56. [in Russian].
7. Inihov G., Brio N. (1971) Metodyi analiza moloka i molochnyih produktov [Methods of analysis of milk and dairy products] M.: Pischev. prom. [Food Industry]. 422 p. [in Russian].