

Наукова діяльність

ТВАРИННИЦТВО

© Т. О. Єлєцька, Н. П. Русько, Н. В. Камишан, 2026
УДК 636.2.085.2:591.11

DOI: 10.32636/agroscience.2026-(5)-1-8

**КВАЛІМЕТРИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ МОЛОКА КОРІВ ІЗ РІЗНИМИ ГЕНОТИПАМИ
ЗА ЛОКУСОМ КАПА-КАЗЕЇНУ ЗАЛЕЖНО ВІД СЕЗОНУ РОКУ**

Тетяна ЄЛЄЦЬКА, кандидат біологічних наук, старший дослідник, ORCID: 0000-0001-8980-6972

Наталія РУСЬКО, кандидат сільськогосподарських наук, ORCID: 0000-0003-2739-994X

Наталія КАМИШАН, науковий співробітник, ORCID: 0000-0002-0433-5102

Інститут тваринництва НААН, вул. Тваринників, 1А, м. Харків, 61026, Україна
e-mail: it_phys@ukr.net

У статті наведені дані досліджень впливу сезону року на якісні показники молока корів різних генотипів за фізико-хімічними та кваліметричними методами оцінки якості молока. Встановлено, що із 76 голів дослідних тварин частота генотипів АА, АВ та ВВ становила 48, 24 та 4 голови.

Весною вміст білка у молоці корів ВВ був більше на 0,39 і 0,43 %, лактози – на 0,26 і 0,15 % ($p < 0,01$), відповідно особин АА та АВ, жиру – на 0,07 % щодо особин АА, але – на 0,12 % менше, ніж у тварин АВ. Влітку молоко корів ВВ містило білка на 0,34 і 0,26 %, порівняно з тваринами АА та АВ. За вмістом лактози ці тварини займали проміжне місце між коровами АА та АВ, але за вмістом жиру поступались їм на 0,1 і 0,03 %. Восени молоко корів ВВ характеризувалося більшим вмістом білка на 0,78 і 0,66 % ($p < 0,05$), жиру – на 0,2 і 0,05 %, лактози – на 0,07 і 0,06 % щодо тварин решти генотипів. За вмістом білку, жиру та лактози взимку молоко корів ВВ мало найвищі значення (3,33; 4,22 та 5,26 %) в порівнянні з коровами АВ (на 0,13; 0,21 і 0,13 % ($p < 0,01$) і АА – на 0,10 (на рівні тенденції); восени – на 0,51 і 0,37 % ($p < 0,01$), відповідно.

За розрахунку кваліметричного показника якості та безпечності молока встановлено, що найбільш якісне молоко було отримано у корів всіх дослідних генотипів взимку та навесні – 89,7-94,0 % та 86,8-99,9 %, проте корови ВВ продукували молоко вищої якості практично у всі сезони року: навесні – переважання становило 13,1 та 1,4 % по відношенню до тварин АА та АВ, літом – 10,0 та 0,6 %, восени – 13,5 та 1,8 %, лише в зимовий період максимальний показник якості був на 0,4 % менше, по відношенню до корів АВ.

Ключові слова: велика рогата худоба, генотип, кваліметрична оцінка, сезон року, якість молока.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons

Вступ

Сучасна концепція успішного виробництва молока та молочних продуктів базується на необхідності реалізації ключового принципу управління якістю: успіх безпосередньо залежить від якості виробленої продукції (Jasiulewicz-Kaczmarek, 2016). Цей підхід довів свою ефективність у різних сферах світової економіки (Vandenbrande, 2020), включаючи виробництво сільськогосподарської сировини та продуктів харчування (Sun et al., 2019; Shah, 2014), (Akin & Cevger, 2019; Sonmez & Ozcan, 2021). Висока конкуренція в цьому сегменті змушує виробників шукати нові ефективні способи підвищення конкурентоспроможності своєї продукції, це робиться переважно шляхом постійної роботи над покращенням якості продукції та процесів її виробництва (Quick, 2019; Antamoshkina & Rogachev, 2020; Krishna et al., 2020) вивчення та прогнозування вимог споживачів до якості продукції, забезпеченням стабільності якості виготовленої продукції від партії до партії та під час зберігання (Amit et al., 2017). Проблема покращення якості молока займає чільне місце в системі

раціонального його виробництва і використання. Зважаючи на це, в останній час зроблено важливий прогностичний крок у поглибленні досліджень білкового складу молока, зокрема вмісту казеїну (Lucey, et al., 2017; Stocco, et al., 2018; Caroli, et al., 2009), що значною мірою пов'язано з розробкою більш досконалих і точних методів оцінки (Semko 2015; Bratunyak, et. al., 2003; DSTU 3662, 2018).

Вміст казеїну в молоці значною мірою зумовлюється сезоном року. Зокрема, найбільшу кількість α S1-казеїну містить білок молока влітку та восени, між тим як найменше міститься його у весняному молоці. Значну кількість фракції α S2-казеїну виявлено в молоці, одержаному в березні-травні, однак менший її вміст властивий осінньому та зимовому молоку. Мінімальна кількість фракції β -казеїну характерна білкам молока весняного періоду, максимальна – прохолодним місяцям року. Фракція k-казеїну навесні зменшується до найнижчих величин, а влітку – набуває найвищих значень (Priyashantha, et al., 2021; Nazarenko, 2008; Prykhodko, 2009). Окрім того, загальновідомо, що локус капа-казеїну тісно пов'язаний з молочною

продуктивністю корів (Khaizaran, 2014; Smolyar, et al., 2007; Erbe, et. al., 2012; Thomasen, et. al., 2014; Su, et. al., 2015; Plivachuk, et. al., 2016). Проте, неоднозначність поглядів щодо визначення, який з генотипів АА, АВ чи ВВ найкращий для одержання високих надоїв молока, залишається й дотепер дискусійним. Особливо це стосується новостворених вітчизняних порід великої рогатої худоби, розведення яких в сучасних кліматичних умовах, зокрема глобального потепління, піддається суттєвому впливу паратипових чинників, у т. ч. і сезону року. (Chagarovsky, et. al., 2013; Prykhodko, 2011; Antonyuk, 2017; Zubets, et. al., 2002; Efimenko, et. al., 2007).

Мета роботи – оцінити вплив сезону року на кількісні та якісні параметри молока корів з різними генотипами за локусом капа-казеїну за кваліметричного аналізу.

Матеріали і методи

Дослідження проведені в умовах державного підприємства дослідного господарства «Гонтарівка» Інституту тваринництва НААН Чугуївського району Харківської області на 76 головах. Лабораторні дослідження виконано на сучасному лабораторному обладнанні Випробувального центру ІТ НААН. Схема досліджень включала відбір тварин української чорно-рябої молочної породи та розподіл їх на групи за генотипами на основі результатів ДНК-тестування за геном капа-казеїну за методом ПЛР-ПДРФ (Ibatullin, et al., 2017; Vlizlo,

2012). Як біологічний матеріал для здійснення генетичного тестування використано волосяні цибулини. Відібрані під час контрольного доїння зразки молока фільтрували через чотири шари марлі, поміщали в стерильні пластикові флакончики з кришечками, охолоджували в холодильнику за температурних умов $+4 - +6^{\circ}\text{C}$ і доставляли до лабораторії для проведення подальших досліджень. У середніх зразках молока щомісячно визначали масові частки, (%): жиру, білка, лактози, сухої речовини за ДСТУ 8396:2015 «Молоко коров'яче»; точку замерзання ($^{\circ}\text{C FPD}$) – за ДСТУ 7671:2014 «Молоко коров'яче. Визначення точки замерзання кондуктометричним методом (експрес-метод)» на аналізаторі молока «Bentley» (США). Експериментальний матеріал досліджень обробляли за кваліметричними методами (Rusko, 2024).

Цей інструмент оцінки якості продукції дає можливість виміряти досягнутий результат у числовій формі з урахуванням характеристик і властивостей продукції, а також обґрунтувати результати об'єктивністю аналізованих параметрів, оскільки вони можуть бути точно визначені кількісно за допомогою об'єктивних інструментальних методів дослідження.

Результати та обговорення

За дослідженнями біологічних зразків волосяних цибулин, відібраних від корів, встановлено, що вони розподілені по стаду за трьома генотипами капа-казеїну - АА, АВ і ВВ (рис. 1).

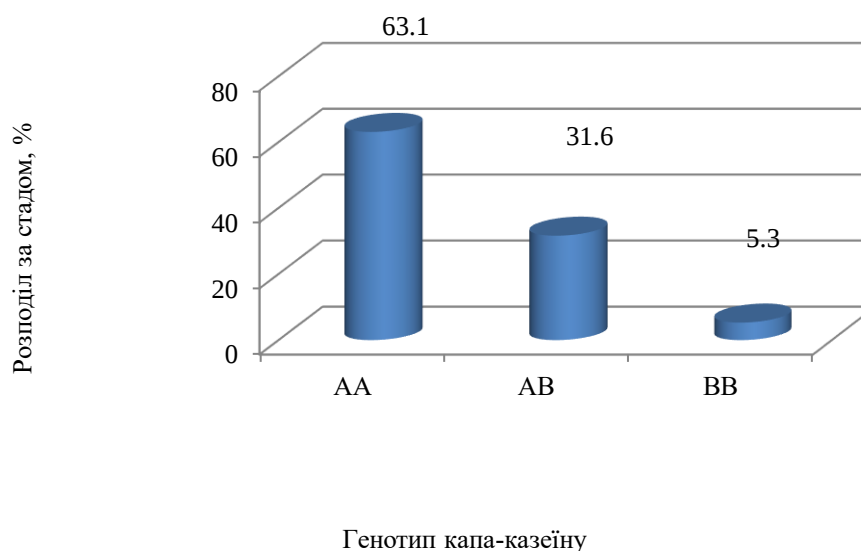


Рисунок 1. Розподіл дослідних корів за трьома генотипами капа-казеїну

Сезонність є досить впливовою паратиповою ознакою, яка зумовлює потенційні можливості змін показників якості молока, тому було досліджено залежність їх змін від генотипу корів за локусом капа-казеїну (табл.1).

За масовою часткою жиру молоко корів із різними генотипами за локусом капа-казеїну істотних відмінностей не мало, утім основна

закономірність у зв'язку з розподілом надоїв серед піддослідних груп змінилася. Судячи з наведених даних якісного складу молока встановлено, що найбільші масові частки жиру в усі сезони року були властиві молоку корів із генотипом ВВ, за винятком літнього, для якого характерний менший їх рівень. Це мало місце як щодо тварин із генотипом АА, так і АВ. Розбіжності за цією ознакою між

піддослідними групами взимку виявилися максимальними й знаходились відповідно на рівні 0,21 і 0,51 % ($p<0,05$), у весняний період зміни цього показника склали 0,05 та 0,19 %, влітку – відповідно 0,07 % ($p<0,05$) і 0,10 %. Найменшою (0,01 і 0,17 %) амплітудою сезонних коливань кількісного вмісту масової частки жиру характеризувалося молоко восени. Тварини із генотипом АВ також мали подібну особливість

міжгрупових розбіжностей без істотної різниці за величиною масової частки жиру з коровами з генотипом ВВ, але превалювали над особинами з генотипом АА: взимку – на 0,3 %, навесні – на 0,19 %, влітку – на 0,07 % ($p<0,05$) та восени – на 0,16 %.

Таблиця 1. Параметри якості молока дослідних корів

Генотип корів за локусом капа-казеїну	Жир, %	Білок, %	Лактоза, %	Суша речовина, %	Сухий знежирений залишок молока, %	Точка замерзання, мінус °С
<i>Весняний період</i>						
АА	3,86±0,07	3,16±0,05	4,86±0,03	13,20±0,08	9,27±0,11	0,551
АВ	4,05±0,08	3,12 ^{##} ±0,10	4,97*±0,03	13,85***±0,13	9,80**±0,15	0,557
ВВ	3,93±0,31	3,55**±0,22	5,12**±0,07	13,62±0,26	9,69±0,44	0,551
<i>Літній період</i>						
АА	3,70±0,07	3,04±0,04	4,82±0,03	12,64±0,08	8,94±0,07	0,548
АВ	3,77±0,10	3,12±0,13	4,95**±0,03	12,99*±0,14	9,22±0,14	0,550
ВВ	3,67±0,25	3,38±0,18	4,84 ^{##} ±0,02	12,93±0,23	9,26±0,47	0,549
<i>Осінній період</i>						
АА	3,83±0,09	3,15±0,05	4,85±0,02	12,82±0,06	8,99±0,09	0,550
АВ	3,99±0,31	3,28±0,16	4,88±0,04	12,94±0,08	8,96±0,11	0,547
ВВ	4,00±0,31	3,91**±0,28	4,92±0,06	13,18*±0,13	9,19±0,37	0,557
<i>Зимовий період</i>						
АА	3,71±0,09	3,23±0,05	4,89±0,02	12,0±0,51	9,30±0,18	0,552
АВ	4,01*±0,11	3,20±0,15	4,95 ^{##} ±0,03	13,46* ^{##} ±0,23	9,45 ^{##} ±0,23	0,557
ВВ	4,22*±0,28	3,33±0,28	5,26**±0,10	14,68***±0,47	10,46**±0,47	0,556

Примітка. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$ – вірогідність різниці розраховано щодо корів із генотипом АА; # $p<0,05$; ## $p<0,01$ – щодо корів із генотипом ВВ

Розглядаючи показники динаміки сезонного формування масової частки білка в молоці корів із різними генотипами капа-казеїну зауважимо, що молоко корів із генотипом ВВ мало збільшені їх значення відносно представниць із генотипами АА і АВ. Підвищення масової частки молочного білка щодо останніх двох генотипів у зимовий сезон року становило відповідно на 0,13 і 0,10 % (на рівні тенденції), у весняний – на 0,39 % ($p<0,01$) і 0,43 % ($p<0,01$), влітку – на 0,34 і 0,26 % та восени – на 0,78 і 0,66 % ($p<0,05$).

За показником масової частки лактози корови з генотипом ВВ вірогідно перевищували тварин із генотипом АА в усі сезони року. Проте

виразність цього приросту не завжди є високосталою: у зимовий сезон року вона виявилася найвищою – на 0,37 % ($p<0,001$), у весняний – на 0,26 % ($p<0,01$), у літній сезон року темпи підвищення концентрації молочного цукру нівелювалися і були практично відсутні (0,02 %), а вже в осінній сезон року перевага знову поступово зросла та була на рівні тенденції лише 0,07 %. Вміст лактози молока корів генотипу АВ була вище у літній сезон року (на 0,11 %, $p<0,05$) в зрівнянні з ВВ. Водночас, тварини з генотипом ВВ превалювали над ними за цією складовою молока в осінній на 0,04 %, у весняний – на 0,15 % ($p<0,01$) та в зимовий – на 0,31 % ($p<0,001$) сезони року.



Характерна відмінність за динамікою міжсезонного підвищення масової частки лактози властива і молоку корів із генотипом АВ проти тварин із генотипом АА. За весняно-літній період вони переважали за відповідним показником останніх на 0,11 – 0,13 % ($p < 0,05$), натомість восени та взимку збільшення вмісту молочного цукру становило лише 0,03 і 0,06 % без статистично невірогідної різниці.

Найінтенсивніше процес зростання масової частки сухої речовини в молоці відбувався в зимовий і весняний сезони року у корів із генотипами АВ і ВВ проти АА. Достатньо відмітити, що взимку відмінність між цими групами була на рівні відповідно 1,46 ($p < 0,05$) і 2,68 % ($p < 0,001$). Молоко тварин із генотипами АВ і ВВ було близьким за масовою часткою сухої речовини, однак статистично вірогідна різниця (на 1,22 % ($p < 0,05$)) щодо продукції, одержаної від корів із генотипом ВВ, дає підставу вважати, що воно має вищу харчову цінність. На протигагу попередньому сезону року, використання корів із генотипом ВВ супроводжувалося підвищенням масової частки сухої речовини у молоці на 0,42 % ($p < 0,05$) щодо тварин із генотипом АА та зниженням на 0,23 % – проти особин із генотипом АВ. Аналогічний показник у корів із генотипом АВ також був кращим, ніж у представниць із генотипом АА на 0,65 % ($p < 0,001$). Тоді як за динамікою змін харчової цінності молока корови жодної з груп упродовж

літньо-осіннього сезону року істотно не відрізнялися.

Різниця між піддослідними групами за масовою часткою сухого знежиреного залишку в структурі сухої речовини молока виявилась більшою і взимку між коровами з генотипом ВВ та АА вона становила 1,68 % ($p < 0,001$), навесні – 0,33 %. Крім того, відмічено зростання масової частки сухого знежиреного залишку в молоці корів із генотипом ВВ (1,01 %, $p < 0,01$) і проти особин із генотипом АВ у цей сезон року, але навесні вони незначно поступалися останнім на 0,11 %, а в літньо-осінній сезони року знову переважали – на 0,04–0,23 %. Відсутність вірогідної різниці між масовою часткою сухого знежиреного залишку в молоці корів із генотипами АА і АВ, крім весняного сезону року на 0,53 % ($p < 0,001$), безперечно вказує на постійність цього показника в рамках сезонних коливань хімічного складу.

За дослідження температури замерзання натурального молока як між групами корів із різними генотипами капа-казеїну, так і залежно від сезонного чинника, відмітних різниць не виявлено, оскільки кріоскопічна точка знаходилася в незначних межах референтних значень: від мінус 0,547 °С до мінус 0,557 °С та вимог, регламентованих ДСТУ 7671:2014 (мінус 0,554 °С).

Найістотніші різниці між піддослідними коровами виявилися за вмістом в молоці соматичних клітин (рис. 2).

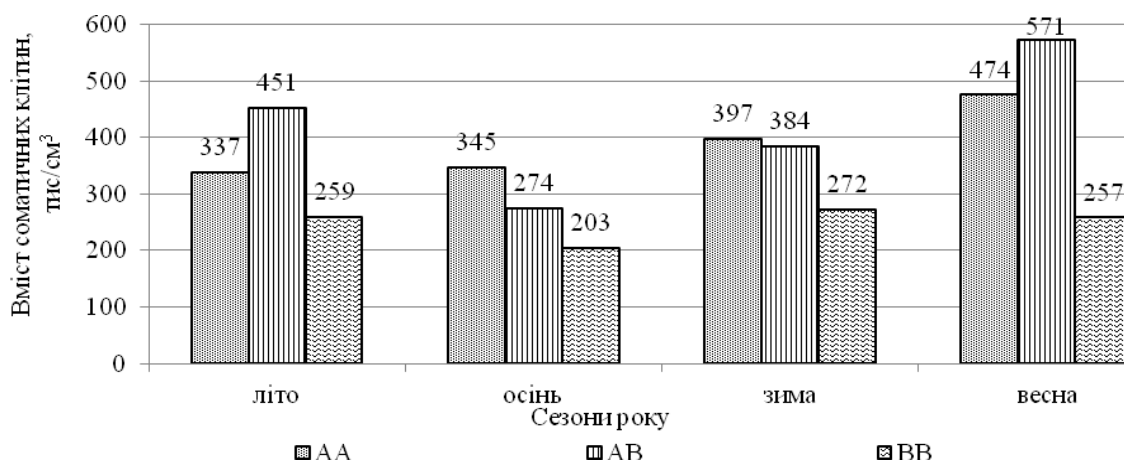


Рисунок 2. Вміст соматичних клітин в молоці корів різних генотипів за локусом капа-казеїну

Як демонструють наведені в рисунку результати, мінімальний вміст соматичних клітин упродовж календарного року відмічено в молоці корів із генотипом ВВ, ймовірно внаслідок збільшення обсягів його виробництва, дефіциту і погіршення якості кормів, недостатнього забезпечення поживними і мінеральними речовинами та зниження природної резистентності організму тварин. У свою чергу, молоку тварин із генотипами АА і АВ властивий збільшений вміст соматичних клітин. Влітку та восени рівень

соматичних клітин у молоці залишався високим. Попри це, згідно з діючими вимогами ДСТУ 7672:2014, жодних перевищень максимально допустимих величин вмісту соматичних клітин у молоці корів усіх піддослідних груп не було зафіксовано і статистичної значущості цього показника між ними не було доведено.

Сучасні вимоги до отримання безпечної та якісної молочної продукції потребують визначення та прогнозування цих ознак за наукових підходів щодо критеріїв аналізу із застосуванням

кваліметричної оцінки кількісних та якісних показників. На основі визначення хіміко-фізичних показників молока розроблено методику статистичної обробки окремих показників до приведення їх до однотипного вигляду, що дозволяє подальше інтегрування та переведення кількісних

характеристик різних показників в якісну оцінку молока. По кожному оцінюваному показнику нормативне значення (табл. 2) приймається відповідним максимальному значенню якісної характеристики.

Таблиця 2. Базові показники якості молока корів

Показники якості	Жир, %	Білок, %	Лактоза, %	Суха речовина, %	СЗМЗ, %	Точка замерзання, мінус °С	Соматичні клітини, тис/см ³
Норма	3,40	3,00	5,00	11,50	8,50	0,520	500,00

У розрахунках використано 100-бальну, або відсоткову шкалу. Інтегральний кваліметричний показник якості та безпечності молока корів одержували шляхом об'єднання параметрів його оцінювання за формулою 1:

$$K = \sum_{n=1}^6 (K_{An} \times q_{An}) + (K_{B1} \times q_{B1}) + (K_{C1} \times q_{C1}), \quad (1)$$

де K – інтегральний показник якості молока корів; K_{An} – коефіцієнти вагомості одиничних параметрів хімічного складу; K_{B1} – коефіцієнт вагомості фізичних властивостей; K_{C1} – коефіцієнт вагомості санітарно-гігієнічних особливостей; q_{An} ; q_{B1} ; q_{C1} – безрозмірні величини одиничних параметрів.

Приклад розрахунку визначення інтегрального показника якості та безпечності молока корів наведено в таблиці 3.

Таблиця 3. Розрахунок інтегрального показника якості та безпечності молока корів

Параметри якості молока	Позначення параметра	Коефіцієнти вагомості	Дослідні зразки (генотип АА)	Базові зразки
Хімічний склад:	K_A	0,5		
Масова частка в молоці:				
жиру	K_{A1}	0,3	0,370	0,3
білка	K_{A2}	0,3	0,268	0,3
лактози	K_{A4}	0,2	0,193	0,2
сухої речовини	K_{A5}	0,1	0,110	0,1
сухого знежиреного залишку	K_{A6}	0,1	0,105	0,1
Разом по групі K_A	K_A	1	0,523	0,5
Фізичні властивості:	K_B	0,2		
точка замерзання молока	K_{B1}	1,0	1,053	1,0
Разом по групі K_B	K_B	1,0	0,211	0,2
Санітарно-гігієнічні особливості	K_C	0,3		
вміст соматичних клітин	K_{C1}	1,0	0,514	1,0
Разом по групі K_C	K_C	1,0	0,154	0,3
Інтегральний показник якості	K		0,888	1,0

Отримана величина є інтегральним показником умовної норми якості та безпечності молока, крім приведення різних одиниць кожного показника, що вимірюється, до єдиного формату, перетворює в результаті такого перерахунку

кількісні характеристики на якісну характеристику молока, яка може бути представленою величиною у відсотках від умовної норми якості (100 %). Зміни інтегрального показника під впливом сезону року наведено в таблиці 4.

Таблиця 4. Інтегральний кваліметричний показник якості молока корів різних генотипів за сезонами року, %

Генотип корів за локусом капа-казеїну	Сезони року			
	Весняний період	Літній період	Осінній період	Зимовий період
AA	86,8	88,4	78,2	89,7
AB	98,5	97,8	89,9	94,0
BB	99,9	98,4	91,7	93,6

З представлених даних видно, що найбільш якісне та поживне молоко було отримано у зимовий та весняний періоди року від корів всіх дослідних генотипів (за коливання показника від 2,9 та 4,5 % – для корів AA- та AB-генотипу та 6,3 % для тварин BB-генотипу). Молоко корів генотипу BB практично у всі сезони року мало вищий показник якості: навесні – переважання становило 13,1 та 1,4 % по відношенню до тварин з генотипом AA та AB, літом – 10,0 та 0,6 %, восени – 13,5 та 1,8 %, лише в зимовий період максимальний показник якості був у молоці корів з генотипом AB (на 4,3 % проти тварин з генотипом AA та на 0,4 % – з генотипом BB).

Загальна оцінка корів, незалежно від генотипу за локусом капа-казеїну, дає змогу стверджувати, що найбільшим вмістом поживних

речовин відзначалося молоко зимово-весняних місяців року, осіннє молоко займало проміжну позицію, утім менш цінною була продукція, одержана в літні місяці, що, ймовірно, зумовлено негативним впливом підвищеної температури повітря за цілодобового їх утримання в умовах вигульно-годівельного майданчика.

Таким чином, харчова цінність та окремі якісні показники молока корів із різними генотипами капа-казеїну є сезоннозалежними, що доречно враховувати за умов його переробки. Найменш вразливими до сезонних коливань виявилися тварини з генотипом AA, тоді як краща якість молочної сировини властива представницям із генотипами AB і BB за рахунок раціонального співвідношення між основними її компонентами та поліпшених технологічних властивостей.

Висновки

Встановлено вплив сезону року на кількісні та якісні параметри молока корів з різними генотипами за локусом капа-казеїну.

За результатами ПЛР-тестування доведено, що локус капа-казеїну в дослідній популяції корів представлений трьома генотипами капа-казеїну - AA (63,1 %), AB (31,6 %) і BB (5,3 %).

Визначено, що у середньому за період лактації молоко кращої якості, з підвищеними на 0,49 і 0,19 % та на 0,03 і 0,18 % масовими частками білка та жиру продукували корови з генотипами BB і AB, порівняно з генотипом AA. Тоді як найбільшою на 0,76 та 0,13 % масовою часткою білку характеризувалося молоко корів генотипу BB і AB в осінній період за зростання масової

частки жиру відповідно на 0,30 і 0,51 % взимку, проти генотипу AA.

За розрахунку інтегрального кваліметричного показника якості та безпечності молока встановлено, що найбільш якісне та поживне молоко було отримано від корів всіх дослідних генотипів взимку та навесні – 89,7-94,0 % та 86,8-99,9 %. Молоко корів генотипу BB практично у всі сезони року мало вищий показник якості: навесні – переважання становило 13,1 та 1,4 % по відношенню до тварин з генотипом AA та AB, літом – 10,0 та 0,6 %, восени – 13,5 та 1,8 %, лише в зимовий період максимальний показник якості був у молоці корів з генотипом AB (на 4,3 % проти тварин з генотипом AA та на 0,4 % – з генотипом BB).

Список використаної літератури

Antamoshkina, E. N., & Rogachev, A. F. (2020). The model of statistical assessment of food security. In A. V. Bogoviz (Ed.), *Complex systems: innovation and sustainability in the digital age* (Studies in systems, decision and control, Vol. 1, pp. 471–479). Cham: Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-44703-8_51

Akin, A. C., & Cevger, Y. (2019). Analysis of factors affecting production costs and profitability of milk and dairy products in Turkey. *Food Science and Technology*, 39(3), 781-787. DOI:10.1590/fst.28818

Antonyuk T. A. Seasonal changes in sanitary and qualitative indicators of marketable milk. Current problems of development of livestock and fish farming industries: collection of abstracts of the 71st scientific-practical conference of scientific-pedagogical workers, scientific employees and postgraduate students of the faculty of livestock and aquatic bioresources. (Kyiv, April 19-20, 2017). Kyiv, 2017. P. 14-16.

Bratunyak G. V., Vovk Ya. S., Vudmaska V. Yu. Hope and quality of milk when feeding cows with protein-mineral supplements with

fodder beans. Foothill and mountain farming and animal husbandry. Lviv-Obroshino, 2003. Issue 45. P. 112-115.

Caroli A. M., Chessa S., Erhardt G. J. Invited review: milk protein polymorphisms in cattle: effect on animal breeding and human nutrition. *J Dairy Sci.* 2009. Vol. 92(11). P. 5335-52. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2461>

Chagarovsky O. P., Tkachenko N. A., Lysohor T. A. Chemistry of dairy raw materials: a textbook for students of higher educational institutions. Odesa: Simex-print, 2013. 268 p.

DSTU 3662-2018 Raw cow milk. Technical conditions. [Valid from 2019-01-01]. Official edition. Kyiv, 2018. 8 pp. (National Standard of Ukraine).

DSTU 8396:2015. Cow's milk. Determination of the mass fraction of fat, protein, lactose, dry matter by infrared spectrometry (express method). [Valid from 2017-07-01]. Official edition. Kyiv, 2017. 11 p. (National standard of Ukraine).

DSTU 7671:2014. Cow's milk. Determination of the freezing point by the conductometric method (express method). [Valid from 2015-07-01]. Official edition. Kyiv, 2016. 9 p. (National standard of Ukraine).

Efimenko M., Podoba B., Kovalenko G. According to the latest methods of selection. *Livestock of Ukraine*. 2007. No. 2. P. 18-22.

Erbe M., Hayes B.J., Matukumalli L. K., Goswami S., Bowman P. J., Reich C. M., Mason B. A., Goddard M. E. Improving accuracy of genomic predictions within and between dairy cattle breeds with imputed high-density single nucleotide polymorphism panels. *J Dairy Sci.* 2012. Vol. 95. P. 4114-4129.

Jasiulewicz-Kaczmarek, M. (2016). ISO 9000: 2015 quality management principles as the framework for a maintenance management system. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie*, 69, 49-65

Krishna, S. A., Soman, A., & Nair, M. (2020, October 14-17). Data driven methods for finding pattern anomalies in food safety. In S. M. Thampi, S. Piramuthu, K.-C. Li, S. Berretti, M. Wozniak, & D. Singh (Eds.), *Symposium on Machine Learning and Metaheuristics Algorithms, and Applications* (pp. 122–130). Singapore: Springer

Khaizaran Z. A., Al-Razem F. Analysis of selected milk traits in Palestinian Holstein-Friesian cattle in relation to genetic polymorphism. *J. of Cell and animal Biology*. 2014. Vol. 8 (5). P. 74-85.

Lundh A., Höjer A., Bernes G., Nilsson D., Hetta M., Priyashantha H., Saedén K. H., Gustafsson A. H., Johansson M. Composition and properties of bovine milk: A study from dairy farms in northern Sweden; Part I. Effect of monthly variation., *J. Dairy Sci.* 2021. Vol. 105 (9). P. 7658-7669. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-19648>.

Lucey J., Otter D., Horne D. A. 100-Year Review: Progress on the chemistry of milk and its components. *J Dairy Sci.* 2017. Vol. 100 (12). P. 9916-9932. doi:10.3168/jds.2017-13250.

Laboratory methods of research in biology, animal husbandry and veterinary medicine: a reference book; edited by V. V. Vlizla. Lviv: Spolom, 2012. 764 p.

Methodology and organization of scientific research in animal husbandry: a manual; edited by I. I. Ibatullin, O. M. Zhukorsky. Kyiv: Agrarian Science, 2017. 328 p.

Nazarenko I. V., Kulykovsky D. O. Dynamics of milk components in cows of the Ukrainian red dairy breed. New livestock technologies in the 21st century: materials of the international scientific and practical conference (Mykolaiv, September 4-6, 2008). Mykolaiv, 2008. pp. 55-57.

Priyashantha H., Lundh A., Höjer A., Bernes G., Nilsson D., Hetta M., Saedén K. H., Gustafsson A. H., Johansson M. Composition and properties of bovine milk: A study from dairy farms in northern Sweden; Part II. Effect of monthly variation., *J. Dairy Sci.* 2021. Vol. 104 (8). P. 8595-8609. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19650>

Prykhodko M. F. Assessment of productivity and technological properties of milk of newly created breeds and types of livestock of the northeastern region of Ukraine: author's abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.02.04. Kherson. 2009. 20 p.

Plivachuk O. P., Dyman T. M., Oblap O. P. Raw milk suitability of Ukrainian black-and-white dairy cows with different genotypes of kappa-casein, beta-lactoglobulin and prolactin. *Technology of production and processing of livestock products*. 2016. No. 2. P. 116-121. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt_2016_2_24.

Prykhodko M. F. Technological properties of milk of cows of the Ukrainian brown dairy breed and the Sumy intrabreed type of the Ukrainian black-and-white dairy breed. *Scientific Bulletin Askania-Nova*. Nova Kakhovka, 2011. Issue 4. P. 141-149.

Quick T. Brief history of continuous improvement. *Journal for Quality and Participation*, 42(1), 1-2. 2019.

Rusko N. P. Justification of the system of monitoring and management of the quality and safety of cow's milk: dissertation ... candidate of agricultural sciences: 06.02.04. Kharkiv, 2024, 210 p.

Stocco G., Pazzola M., Dettori M. L., Paschino P., Bittante G., Vacca G. M. Effect of composition on coagulation, curd firming, and syneresis of goat milk. *J. Dairy Sci.* 2018. 101(11). P. 9693-9702. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15027>

Semko T. V. Composition and requirements for industrial milk as a raw material for cheese production. *Agricultural science and food*

technologies: collection of scientific works Vinnytsia National Agrarian University. Vinnytsia, 2015. Issue 1 (90). P. 200-207.

Smolyar V. I., Kolomiets T. A. Monitoring of the latest technologies of milk production at "Euro Tier 2006". Dairy Business. 2007. No. 3. Pp. 10-13.

Su G. Ma, P. Nielsen, Aamand G. P., Wiggans G., Guldbrandtsen B., Lund M. S. Sharing reference data and including cows in the reference population improve genomic predictions. *Danish Jersey Animal*. 2015. Vol. 2. P. 1-9.

Sun, Q., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2019). Recent developments of artificial intelligence in drying of fresh food: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(14), 2258-2275. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1446900>

Shah, A. (2014). Internal marketing's effects on employee satisfaction, productivity, product quality, consumer satisfaction and firm performance. *American Journal of Management*, 14(4), 33.

Sonmez, P. A., & Ozcan, T. (2021). Assessment of structure and sensory characteristics of reduced fat yoghurt manufactured with carob bean gum polysaccharides. *Food Science and Technology*, Vol. 10. P. 1-7.

Thomasen J. R., Sorensen A. C., Lund M. S., Guldbrandtsen B. Adding cows to the reference population makes a small dairy population competitive. *J. Dairy Sci.*, 2014. Vol. 97. P. 5822-5832.

Vandenbrande, W. W. (2020). The role of quality management in ensuring a sustainable planet. *Journal for Quality and Participation*, 42(4), 8-12.

Zubets M. V., Burkat V. P. Basic conceptual principles of the latest domestic theory of breed formation. Animal breeding and genetics: interdisciplinary thematic scientific collection / Institute of Animal Breeding and Genetics named after M. V. Zubets NAAS. Kyiv, 2002. Issue 36. P. 3-10.

QUALIMETRIC ASSESSMENT OF MILK QUALITY OF COWS WITH DIFFERENT GENOTYPES BY THE KAPPA-CASEIN LOCUS DEPENDING ON THE SEASON OF THE YEAR

Tetyana YELETSKA, ORCID: 0000-0001-8980-6972

Natalia RUSKO, ORCID: 0000-0003-2739-994X

Natalia KAMYSHAN, ORCID: 0000-0002-0433-5102

Livestock Farming Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine

The article presents data on the influence of the season of the year on the qualitative indicators of cow's milk of different genotypes by physicochemical and qualimetric methods of assessing the milk quality. It was established that out of 76 experimental animals, the frequency of genotypes AA, AB and BB was 48, 24 and 4 heads.

In spring, the protein content in the milk of BB cows was higher by 0.39 and 0.43 %, lactose by 0.26 and 0.15 %, ($p < 0.01$) respectively, in AA and AB individuals, fat by 0.07 % compared to AA individuals, but by 0.12 % less than in AB animals. In summer, the milk of BB cows contained protein by 0.34 and 0.26 %, compared to AA and AB animals. In terms of lactose content, these animals occupied an intermediate place between AA and AB cows, but in terms of fat content they were inferior to them by 0.1 and 0.03 %. In autumn, milk from BB cows was characterized by a higher protein content by 0.78 and 0.66 % ($p < 0.05$), fat by 0.2 and 0.05 %, and lactose by 0.07 and 0.06 % compared to animals of other genotypes. In terms of protein, fat and lactose content, the milk of BB cows in winter had the highest values (3.33; 4.22 and 5.26 %) compared to AB cows (by 0.13; 0.21 and 0.13 % ($p < 0.01$) and AA – by 0.10 (at the trend level); in autumn – by 0.51 and 0.37 % ($p < 0.01$), respectively.

By calculating the qualimetric indicator of milk quality and safety, it was established that the highest quality milk was obtained from cows of all experimental genotypes in winter and spring – 89.7-94.0 % and 86.8-99.9 %, but BB cows produced milk of higher quality practically in all seasons of the year: in spring – the prevalence was 13.1 and 1.4 % in relation to AA and AB animals, in summer – 10.0 and 0.6 %, in the fall – 13.5 and 1.8 %, only in the winter period the maximum quality indicator was 0.4 % less, in relation to AB cows.

Keywords: cattle, genotype, qualimetric assessment, season of the year, milk quality.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons

Отримано: 21.12.2025

Погоджено до друку: 5.2.2026

Опубліковано: 30.3.2026