

Міністерство освіти і науки України
Заклад вищої освіти
«Подільський державний університет»

Тетяна ПРИЛІПКО, Тетяна КОВАЛЬ

**МОЛОЧНЕ ВИРОБНИЦТВО В УМОВАХ ЗМІН
КЛІМАТУ ТА СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ГОДІВЛІ: ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ГОМЕОСТАЗ,
МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ ТА ЯКІСТЬ
ПРОДУКЦІЇ**

Монографія

Кам'янець-Подільський – 2025

Рекомендовано до друку Вченою радою Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» (протокол № 6 від 29.05.2025 р.)

Рецензенти:

Валерій БОРЩЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття Поліського національного університету;

Олександр ЛЮБИНСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри біології та екології Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка;

Тетяна СУПРОВИЧ, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри гігієни тварин та ветеринарного забезпечення кінологічної служби Національної поліції України ЗВО «ПДУ»

Приліпко Т.М., Коваль Т.В.

Молочне виробництво в умовах змін клімату та сучасних технологій годівлі: функціональний гомеостаз, мінеральне живлення та якість продукції. Монографія. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2025. 242 с.

Монографія присвячена аналізу впливу кліматичних змін і сучасних технологій годівлі на молочне скотарство в контексті підтримання функціонального гомеостазу у високопродуктивних тварин. Розглянуто сучасні підходи до мінерального живлення, механізми адаптації організму до стресових факторів навколишнього середовища та їхній вплив на фізіологічний стан і продуктивність великої рогатої худоби. Особливу увагу приділено взаємозв'язку між якістю кормів, фізіологічними показниками тварин та якісними характеристиками молочної продукції. Видання містить результати власних досліджень, практичні рекомендації й науково обґрунтовані рішення для фахівців аграрного сектору, науковців, викладачів та здобувачів вищої освіти аграрних спеціальностей.

УДК 636.2.084:577.1:631.147:504.06:637.1

© ЗВО «ПДУ», 2025

© Т.М.Приліпко, Т.В.Коваль, 2025

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АДФ – аденозиндифосфорна кислота

АМФ – аденозинмонфосфорна кислота

АПК – агропромисловий комплекс

АСМ – азот сечовини молока

АТФ – аденозинтрифосфорна кислота

БАД – біологічно активна добавка

БАР – біологічно активна речовина

БВМД – білково-вітамінна мінеральна добавка

БЕР – безазотисті екстрактивні речовини

ВМД – вітаміно-мінеральна добавка

ВРХ – велика рогата худоба

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота

ДСЗМ – державні стандартні зразки молока

ДСТУ – Державні стандарти України

ЗВТ – засоби вимірювальної техніки

ККТ – критичні контрольні точки

КСК – кількість соматичних клітин

КУО – колонієутворюючі організми

КрФ – креатинфосфат

ЛЖК – леткі жирні кислоти

МАФАМ – мезофільні аеробні та факультативно анаеробні мікроорганізми

МО – міжнародні одиниці

НАДФ – нікотинамідаденіндинуклеотид

НК – нуклеїнові кислоти

ОР – основний раціон

РЗБ – ретикулозв'язуючий білок

РНК – рибонуклеїнова кислота

СОМО – суха обезжирена молочна основа

СОТ – світова організація торгівля

СР – суха речовина

ТБК – тіобарбітурова кислота

ТВІ – температурно-вологісний індекс

ПЕРЕДМОВА

Молочне скотарство є в переліку основних галузей тваринництва, яка поставляє людству високоякісні продукти харчування – молоко та м'ясо. Виробництво продукції скотарства за умов інтенсивного ведення галузі вимагає глибоких знань особливостей застосування різних технологій. Засвоєння цих питань пов'язано з вивченням біологічних, конституційних і продуктивних властивостей великої рогатої худоби, породного складу худоби та його поліпшення, вимог до якості продукції, використання племінних ресурсів і енергозберігаючих технологій, які передбачають конкретну організаційну форму виробництва продукції без порушень екології. На одиницю спожитого корму корова виробляє більше продукції, ніж будь-яка інша сільськогосподарська тварина. Велика рогата худоба, завдяки своїм біологічним особливостям, може споживати та ефективно використовувати значну кількість дешевих рослинних кормів та відходів харчової промисловості, з високим вмістом клітковини.

Молочна продуктивність корів, ефективність обміну речовин значною мірою залежать від інтенсивності годівлі, складу раціону, а також забезпечення їх необхідними умовами утримання та інших факторів. Весь досвід ведення галузі молочного скотарства за попередні роки свідчить, що питання рентабельності, поліпшення якості продукції та зниження її собівартості тісно пов'язані із налагодженням цілорічної повноцінної годівлі. Не дивлячись на те, що вплив факторів годівлі на виробництво окремих видів продукції сільськогосподарських тварин (молоко, м'ясо, вовна, тощо) вивчено відносно досконало і виробництву рекомендовано деталізовані норми годівлі сільськогосподарських тварин залежно від їх продуктивності, проте використання цих норм в умовах конкретного господарства вимагають певної корекції з урахуванням наявних кормових ресурсів.

У більшості країн світу скотарство є провідною галуззю тваринництва. Лідируюча роль великої рогатої худоби пояснюється її біологічними властивостями: здатністю споживати велику кількість грубого та зеленого корму і при мінімальному використанні концентрованих кормів мати високу молочну

продуктивність та хороші відгодівельні якості. Для отримання максимальної продуктивності у тварин слід здійснювати спеціалізацію на молочний і м'ясний типи. Зменшення поголів'я корів, зниження їх продуктивності є наслідком погіршення кон'юнктури на ринку тваринницької продукції та зменшення виробництва кормів у державі. Враховуючи сучасне становище в країні, необхідно розподіляти корів за продуктивністю на три категорії: високопродуктивні – з удоєм понад 8 тис. кг, середньопродуктивні – 3-5 тис. кг і малопродуктивні – до 3 тис. кг молока.

Висока продуктивність – це генетично обумовлена здатність організму ефективно трансформувати поживні речовини кормів в продукцію. Неправильна технологія годівлі значно стримує проявлення генетичного потенціалу продуктивності. Треба володіти великим мистецтвом, щоб принадити корову з апетитом з'їсти максимальну кількість корму в раціоні, який повинен бути одночасно збалансованим за всіма життєво важливими елементами харчування і включати достатню кількість об'ємистих кормів, без яких жуйні тварини не можуть довго жити і давати високоякісну дешеву продукцію. Саме з цієї причини в більшості господарств дуже часто навіть за достатньої забезпеченості кормами корови дають менше молока, ніж могли б давати. Особливості годівлі корів обумовлюються молочною продуктивністю притаманною конкретній породі, живою масою та фізіологічним станом [9].

РОЗДІЛ І. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ МОЛОЧНОГО СКОТАРСТВА

1.1. Стан і проблеми у галузі молочного скотарства

Молочне скотарство – одна з найважливіших продовольчо-безпекових галузей України, призначення якої полягає в забезпеченні виробництва молока в обсягах, які достатні для завантаження виробничих потужностей молокопереробних підприємств з подальшим виробництвом молочної продукції. Стан розвитку агропромислового комплексу, в тому числі і її важливої складової – галузі молочного скотарства, впливає на соціальну й економічну стабільність економічної системи. Здорова нація – запорука успішної економіки, а якісна сировина – основа виробництва корисних для здоров'я продуктів. За даними FAO – 16 % енергії людство отримує з їжі тваринного походження, зокрема молока [24].

Молочне скотарство залишається провідною галуззю тваринництва. Це завжди буде важлива і актуальна галузь сільського господарства, що визначається не тільки кількістю худоби в господарстві України, а й високою вагою молока та яловичини у структурі тваринницької продукції. В Україні споживання молока є нижчим від медично-рекомендованих. В середньому українець споживає менше 200 кг молока та молочних продуктів за рік, при нормі у 380 кг. Становище галузі молочного тваринництва з кожним роком погіршується, а Україна, на жаль, все більше орієнтується на імпорт молочної продукції, вказуючи на неконкурентоспроможність національної молокопереробної галузі, яка не в змозі задовольнити потреби внутрішнього ринку [45].

З кожним роком українська молочна галузь втрачає можливості і здатність конкурувати навіть на вітчизняному ринку молочної продукції. На жаль, забезпечення виробництва, яке повинно бути соціально-орієнтованим на зростання здорового суспільства та яке не приносить матеріальної вигоди, і більше того – капітало- і трудомістке, потребує фінансової підтримки и контролю, сучасному бізнесу просто не цікаве. Молочне скотарство завжди

займало вагому частку в обсягах і структурі валової продукції сільського господарства [15].

За роки незалежності України поголів'я корів и обсяги виробництва молока значно скоротились. Питома вага виробництва продукції тваринництва в Україні у 2019 р. становила 20,9 %, порівняно з майже 50 % у 1990 році. Питома вага виробництва молока в загальній структурі валової продукції сільського господарства скоротилась за досліджуваний період з 10,7 % до 6,3 % і має тенденцію до поступового скорочення. Варто зауважити, що питома вага виробництва молока в структурі валової продукції сільського господарства становила у 1990 році більше 20 %, а отже скорочення становить більше ніж в три рази [24].

Український аграрний потенціал може майже повністю забезпечити українців вітчизняною сільськогосподарською продукцією. Важливу роль у сільському господарстві України завжди відігравало виробництво молока. Молочна промисловість, одна із галузей харчової промисловості, в останні роки мала найбільш високі темпи щорічного росту. З обсягів іноземних інвестицій, залучених у всю харчову промисловість, більш 20 % було спрямовано саме в молочну промисловість. Не останнє місце молоко і молочна продукція займала у формуванні позитивного сальдо зовнішньоекономічної торгівлі [34].

Як у нас традиційно склалося, головною проблемою у вітчизняній молочній промисловості вважається сировинна база. В той же час, стратегічним напрямком розвитку молочної галузі має стати вихід на світові ринки та підвищення конкурентоспроможності вітчизняної молочної продукції. Встановлений максимально можливий внутрішній обсяг споживання становить 20-21 млн. т за умови забезпечення купівельної спроможності населення значно менше потенціалу виробництва. Тобто, разом з внутрішнім ринком необхідно налагоджувати експортні канали реалізації молочної продукції [43].

Найбільше молока було продано на агропромислових ринках, що отримане від індивідуальних здавальників – 2,3 млн. тонн в рік, або 25% (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Розподіл молока від різних категорій господарств

Розподіл молока сільськогосподарських підприємств млн. т./рік		
Внутрішні оплати (зарплата і т.п.)	Продано на агропродовольчий ринок	Годівля телят
0,1	0,03	0,17
5 %	1,3 %	7,7 %
Розподіл молока індивідуальних виробників млн. т./рік		
Домашнє використання	Продано на агропромисловий ринок	Годівля телят
3,1	2,3	1,1
35 %	25 %	12 %

На молокопереробні підприємства надходить 43% виробленого молока в Україні, а для реалізації на агропромисловому ринку лише 18 % (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

Структура використання молока в Україні, млн. т./рік

Надійшло на переробку	Домашнє використання	Продано на агропрод. ринок	Годівля телят	Інше(оплати, втрати і т.п.)	Всього
4,4	3,1	2,33	1,27	0,1	11,2
43 %	28 %	18 %	10 %	1 %	100 %

В Україні демонструється [39] приріст промислового виробництва молока та молочних продуктів. Нині корів в нашій державі 2627,9 тис. голів. А це на 3,5 % менше, ніж торік. Необхідно розвивати державну підтримку товаровиробникам. Постановою Кабміну закріплено платня господарям, чії корови даватимуть не менше 4 тисяч кілограмів молока за рік – дотація становитиме 5 тисяч гривень.

Скорочення виробництва молока відбулося майже у всіх регіонах України, за винятком вінницької та Полтавської областей, де відповідно 100,3 і 106,1% до обсягів попереднього року. Найбільше скоротилося виробництво молока у Кіровоградській (на 10,1%), Одеській (на 10%) та Чернівецькій (на 9,6%) областях, найменше – у Черкаській (на 0,1%).

На рисунку 1.1 представлено сезонність виробництва молока в Україні.

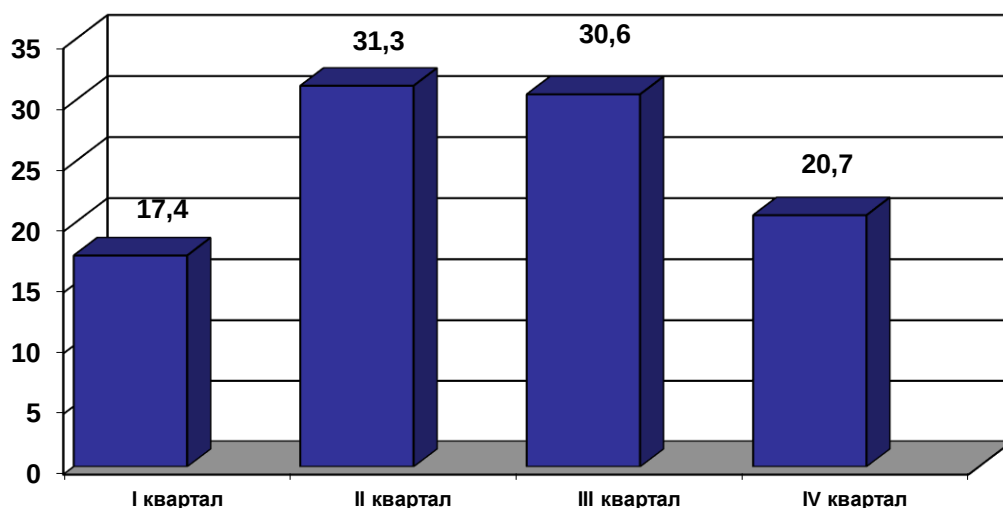


Рис. 1.1. Сезонність виробництва молока по всім категоріям господарств у 2020 р. (поквартально у відсотках)

Найвищий відсоток виробництва молока відмічався у другому та третьому кварталі – відповідно 31,3 та 30,6 %.

Необхідно відмітити причини сезонності:

- висока питома вага поголів'я ВРХ особистих селянських господарств;
- недостатній рівень селекційної племінної справи;
- покращення годівлі корів за рахунок випасу на пасовищах;

- низька питома вага в виробництві молока сільськогосподарських підприємств.

Важливим фактором є утворення ціни при закупівлі молока молокопереробними підприємствами України та при експорті. Необхідно також відмітити причини ціноутворення:

- ціна формується ринком;
- вплив внутрішніх факторів: підвищення вартості транспортно-заготівельних витрат; підвищення вартості основних та допоміжних матеріалів; підвищення вартості паливно-енергетичних витрат; підвищення заробітної плати тощо;

- вплив зовнішніх факторів: коливання експортних цін на сухе незбиране та знежирене молоко; збільшення населення планети та поява нових великих споживачів; зовнішні бар'єри при експорті до Європейських співтовариств.

Міністерство аграрної політики пропонує використовувати для промислової переробки тільки молоко, яке доставили на підприємство не пізніше ніж через дві години після доїння і охолодили до 6°C в ємностях, що дозволяють зберегти його за температури не вище 10°C. Такі норми містяться в проекті Постанови Кабінету Міністрів «Про затвердження технічного регламенту «Вимоги до молока і молочних продуктів». Схвалення цього нормативно-правового документа сприятиме підвищенню якості молочної продукції та усуненню технічних бар'єрів у торгівлі з Євросоюзом [6, 7, 8, 9].

Молочне скотарство – одна з провідних галузей тваринництва України, призначення якої – забезпечення виробництва молочних продуктів в обсягах, які відповідають нормам державної продовольчої безпеки та розширення експортного потенціалу вітчизняної економіки. Демографічна, економічна, політична ситуація з кожним роком лише погіршується і Україна вже не в змозі задовольнити навіть потреби внутрішнього ринку в багатьох видах стратегічної продукції, в тому числі молоці та молочних продуктах. Низька купівельна спроможність громадян вимагає від молокопереробних підприємств пристосовуватися до вимог внутрішнього ринку. Обсяги споживання молока и

молочної продукції не забезпечують медичнорекомендовані норми споживання.

Більшість молочних продуктів для великої частини українців вже стали просто недоступні [44, 45, 46]. За аналізований період (1990-2023 роки) в Україні поголів'я корів зменшилось в 4 рази і становило у 2019 році 1788,5 тис. гол. У сільгосппідприємствах поголів'я корів скоротилось аж на 82,9 % порівняно з поголів'ям корів у 1990 році. І 75,5% поголів'я корів утримується господарствами населення, хоча і поголів'я корів в підсобних господарствах за останні роки значно скоротилось і в 2023 році становить 1349,9 тис. гол або майже 63 % аналогічного показника 1990 року. Як наслідок, обсяги виробництва молока також зменшились більше ніж в 2 рази і в 2023 році становили 9663,2 тис. т. І лише за рахунок зростання продуктивності корів більш ніж в 2 рази було дещо призупинено темпи падіння обсягів виробництва молока в Україні [50, 53].

Продуктивність корів в сільськогосподарських підприємствах за даними Державної служби статистики України дещо вища ніж в господарствах населення, які виробляють 72,7% молока. Молочне скотарство є досить прибутковим, особливо якщо сільськогосподарські виробники знаходяться близько до переробних підприємств, де потужна сировинна зона [45].

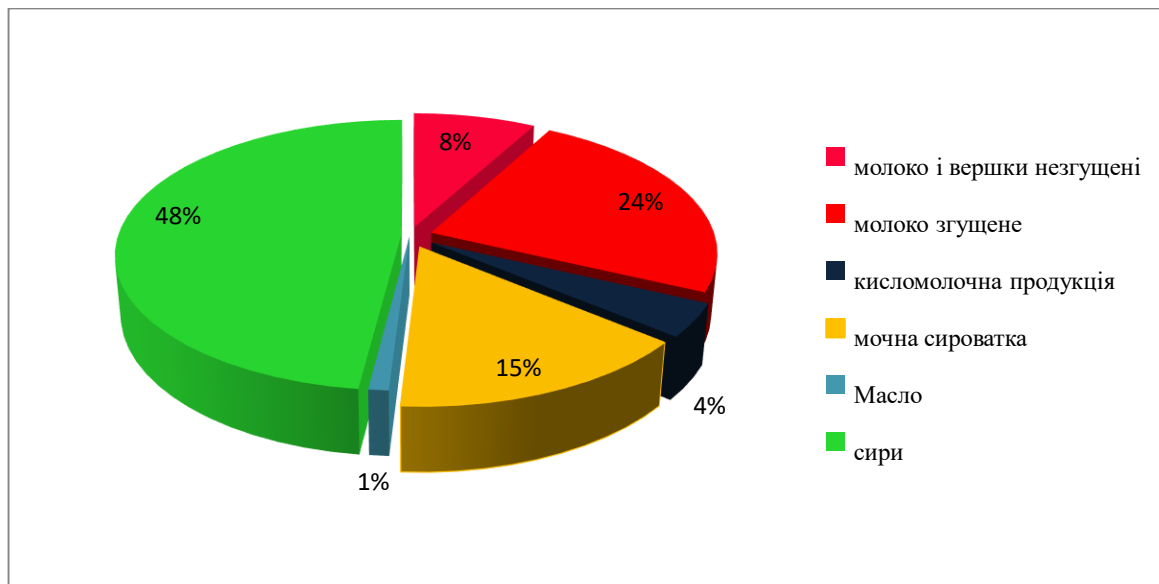
Молочна корова – це майже цілорічний дохід, або як говорять в господарствах – «живі» гроші. Якісне молоко наразі в Україні не потребує «реклами», воно вже має свої потенційних покупців-молокопереробників. Навіть серед молокопереробних підприємств и де жорстка конкуренція за якісну сировину і вони готові платити «достойну» ціну. За роки незалежності України, поряд зі значним зниженням поголів'я корів в господарствах (майже в чотири рази), виробництво молока зменшилось значно менше – в 2,5 рази. Це відбулося в основному за рахунок зростання продуктивності корів майже в два рази (в 2023 р – 4976 кг/гол.). Особливого зростання продуктивності досягнуто в сільськогосподарських підприємствах (6101 кг/гол або більше ніж у 2,3 рази порівняно з 1990 роком), які мають значно більше технологічних можливостей для забезпечення умов ефективного молочного скотарства и виробництва молока

високої якості [59]. Враховуючи невинне зростання населення світу, дефіцит якісного, натурального та смачного молока, значне збільшення попиту на молочну продукцію, яке проявляється у підвищенні споживання молока середньостатистичним жителем планети, виробляти молоко стає все більш вигідним. Однак, проблема ефективного функціонування молочного скотарства залишається надзвичайно складною, насамперед через те, що сільськогосподарські виробники молока (як підприємства, так і в більшій мірі господарства населення) залежать від переробників молока, які встановлюють занижку закупівельну ціну на молоко і диктують власні умови.

Загалом в Україні спостерігається зростання експорту молочних продуктів за винятком обробленого рідкого молока (рис. 1.2). Скорочення експорту цього продукту пояснюється зменшенням виробництва сирого молока, яке на внутрішньому ринку компенсується зростанням імпорту рідкого обробленого молока. Призупинення тенденції скорочення виробництва сирого молока підвищить попит переробників на нього, оскільки конкурентоспроможність такої продукції буде вищою.

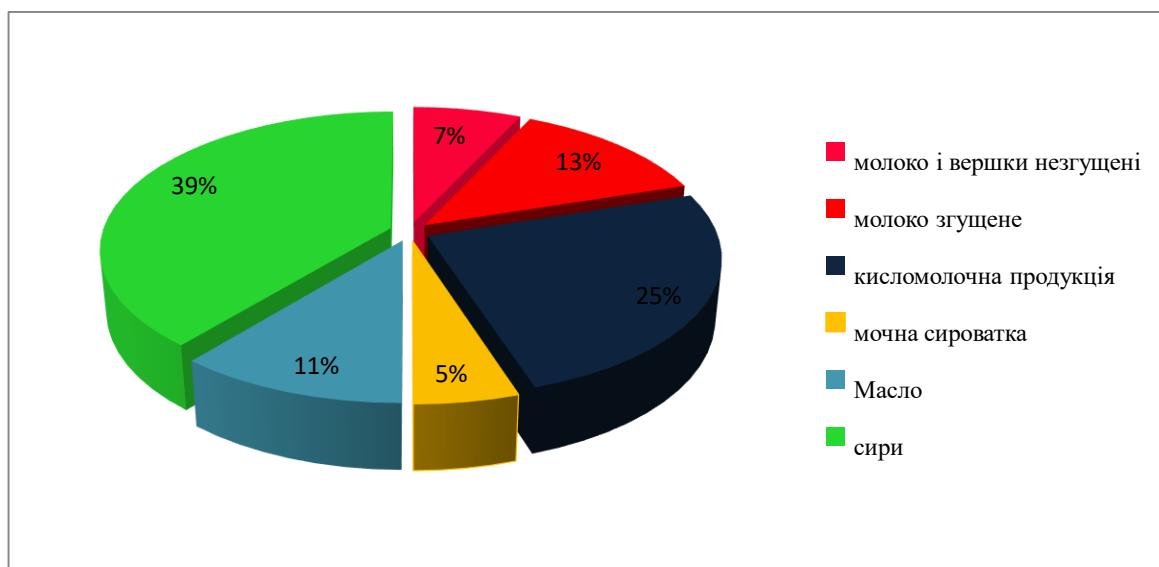
Необхідно відмітити, що найбільший відсоток експорту складали сири (тверді, напівтверді, м'які) – 48 %, на другому місці – молоко згущене (24%). Значна частка експортувалася з України молочної сироватки – 15%. Найменший відсоток експорту складали такі молокопродукти, як молоко і вершки не згущені – 8 %; кисломолочна продукція – 4 %; масло – 1 %.

Якщо триватиме скорочення загального виробництва сирого молока в Україні в 2023 році в усіх категоріях господарств (призупинення скорочення виробництва на підприємствах та продовження скорочення виробництва молока у присадибних господарствах), наймовірніше слід чекати зменшення виробництва молочних продуктів або погіршення їх якості. Така ситуація на ринку молочних продуктів може спричинити зростання імпорту та цін.



**Рис. 1.2. Структура експорту молочної продукції з України
(за 9 місяців 2023 року)**

В Україну упродовж 2023 року надходила імпортована молочна продукція. Нині спостерігається тенденція до зростання імпорту всіх молочних продуктів. Це є свідченням того, що Україна не забезпечує себе молочними продуктами власного виробництва. Отож для виробників сирого молока є потенціал. У майбутньому це дозволить переробникам збільшувати обсяги закупівель вітчизняної сировини та зменшити імпорт молочних продуктів в Україну.



**Рис. 1.3. Структура імпорту молочної продукції в Україну
(за 9 місяців 2023 року)**

Із рисунка 1.3 видно, що значну частку імпорту в нашу державу складають сири – 39 % і кисломолочна продукція – 25 %. Імпорт масла та молока згущеного складає відповідно 11 та 13 %. Найменший відсоток імпортування в Україну з молочної продукції складають відповідно молочна сироватка (5%) та молоко і вершки не згущені (7%).

Якщо ж скорочення виробництва сировини в Україні триватиме, то загальна тенденція до зростання цін як на сире молоко, так і на готову молочну продукцію наступного року також триватиме.

Незважаючи на те, що і виробники молока, і переробники прагнуть, в першу чергу, максимізувати власний прибуток, основною її метою залишається задоволення потреб населення у молоці і молочних продуктах в достатніх обсягах і відповідної якості [14, 40].

Ефективність виробництва молока в сільськогосподарських підприємствах в умовах ринку являє собою складну економічну категорію, обумовлену системою взаємопов'язаних і взаємозалежних технологічних, організаційних, соціальноекономічних чинників, спрямованих на розв'язання суперечностей між суб'єктами молокопродуктового підкомплексу у процесі досягнення ними економічних інтересів в діяльності щодо забезпечення населення молоком і молочними продуктами відповідно до норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії [7].

Проведений економічний аналіз діяльності сільськогосподарських підприємств України свідчить, що виробництво молока є прибутковим – рівень рентабельності у 2023 році становив 12,6 %. За ряд років (2010-2023) відбулось значне зростання виробничої і повної собівартості одиниці продукції – більш ніж в чотири рази. Середня ціна реалізації продукції зросла в 6,7 рази, витрати на її виробництво та реалізацію – в 7,1 рази. У 2020 році рівень рентабельності виробництва молока становив 26,6%, а у 2023 році – 20,6%. Варто зауважити, що виробництво молока є одним з найприбутковіших видів сільськогосподарської продукції у 2023 році. Середня ціна реалізації молока у 2023 році становила 8198,2 грн/т [13, 30].

Отже, аналізуючи сучасний стан молочного скотарства в Україні, можна впевнено говорити, що, незважаючи на складні взаємовідносини господарюючого суб'єкту з органами самоврядування та іншими суб'єктами, провина, як правило, за збиткове господарювання в цілому лежить на власнику та/або менеджменті.

Основними напрямками розвитку високоінтенсивного молочного скотарства є міцна кормова база, стабільність державної підтримки, добре налагоджена система ветеринарного обслуговування та удосконалення механізму управління прогресивною системою інтенсифікації виробництва молока на основі використання високопродуктивної безприв'язної системи утримання корів [10, 38].

Останніми роками в сільськогосподарських підприємствах України відбувається зменшення обсягів виробництва молока – найбільше у Житомирській (на 20%), Одеській (на 19,2%), Закарпатській (на 18,5%), Запорізькій (на 18,4%), Тернопільській (на 11,7%) областях. Зросло виробництво молока лише у Полтавській (на 5,3%), Херсонській (на 4,1%), Харківській (на 3,4%), Чернігівській (на 0,7%), Черкаській (0,6%), Сумській (на 0,3%) областях.

Скорочення виробництва відбулося в 19 регіонах [14]. На це є ряд об'єктивних причин. Адже відомо, що головним напрямком розвитку скотарства в світі є удосконалення матеріально-технічної бази, яка дозволяє перевести галузь на інтенсивний шлях розвитку, суть якого полягає в максимальному виробництві продукції за найменших трудових і матеріальних витрат. А це досягається зокрема на основі науково-технічного прогресу та використанні системного підходу до виробництва високоякісної продукції, все більшого застосування перспективних, високоефективних технологій виробництва молока на основі наукових досягнень, які зроблені в останні роки в скотарстві та дозволяють навіть в самих екстремальних умовах організовувати та вести рентабельне молочне скотарство [3, 28].

1.2. Проблеми та їх розв'язання у галузі молочного скотарства

За ведення крупнотоварного виробництва економіко-математичне моделювання дає можливість визначити оптимальні площі під кормовими культурами та періоди їх використання. Рациональне кормовиробництво дозволяє знизити собівартість молока, ефективно використовувати сільськогосподарські угіддя з метою забезпечення молокозаводів високоякісною сировиною відповідно до їх потужностей та з урахуванням продуктивності корів.

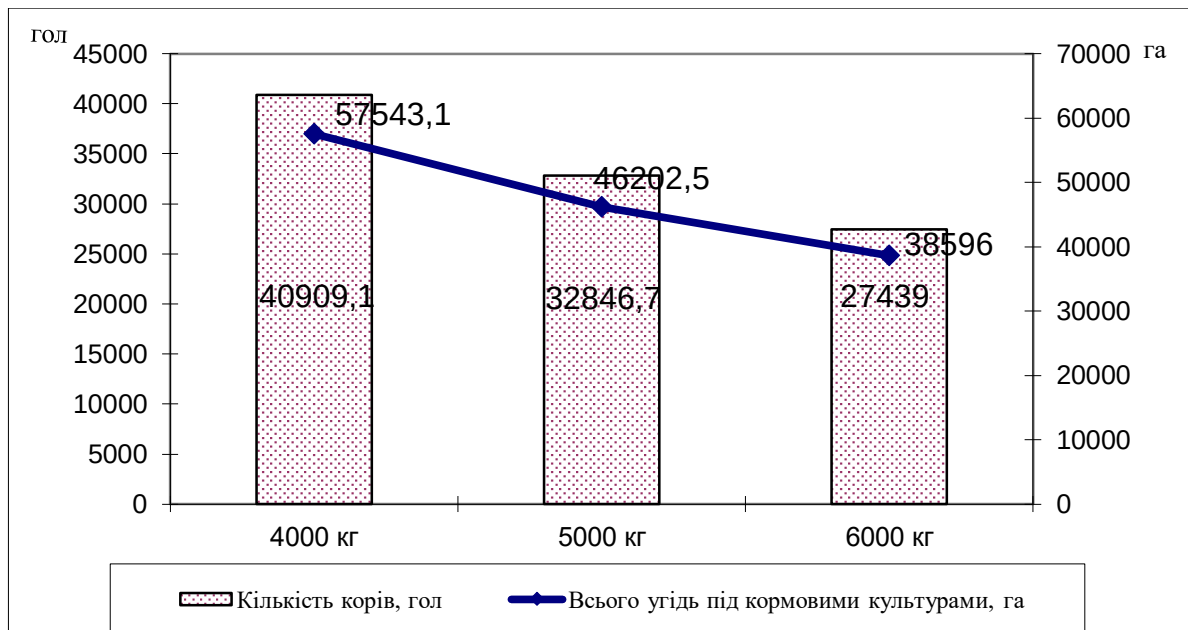


Рис.1.4. Формування сировинної зони для молокозаводу з потужністю 450 тонн на добу

Нині великі молокопереробні заводи сформували свої сировинні зони та інтегруються з виробниками сировини. Відставання зростання обсягів виробництва молока від потреб ринку молочних продуктів змушують переробників застосовувати нові підходи до організації заготівлі (рис. 1.4).

Інтенсифікація виробництва якісної молочної продукції з метою найповнішого задоволення споживачів передбачає поєднання інтересів усіх учасників харчового ланцюга, яких можна об'єднати в кластер (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Кластер формування сировинної зони молокопереробного заводу

Конкурентоспроможність вітчизняної молочної продукції повинна досягатись за рахунок високої якості і безпечності, підвищення ефективності виробництва при одночасному зниженні деструктивного впливу на навколишнє середовище.

Питання екологізації особливо актуальні для підприємств молочної промисловості, яка належить до матеріаломістких галузей із значним рівнем водоспоживання та водовідведення.

В Україні якість молочної сировини, яку приймають на переробні підприємства для виготовлення молочних продуктів, регламентується вимогами ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі». З 1 серпня 2007 року до цього стандарту було внесено зміни та доповнення – введено новий гатунок сировини – «Екстра». У країнах ЄС молоко має тільки один сорт, а в Україні – чотири [59]. Деякі показники молочної сировини в Україні взагалі не контролюються.

У таблиці 1.3 наведений порівняльний аналіз параметрів якості молока в Україні та світі [60].

Таблиця 1.3

Порівняльний аналіз параметрів якості молока в Україні та світі

Основні показники якості молока	ДСТУ 3662-97				Вимоги країн Євросоюзу
	Гатунок				
	екстра	вищий	перший	другий	
Густина, °А	1,28	1,027	1,027	1,027	не визначають
Кислотність, °Т	16-17	16-17	≤19	≤20	не визначають
Масова частка сухих речовин, %	≥ 12,2	≥ 11,8	≥ 11,5	≥10,6	≥ 12,6
Температура, °С	≤6	≤8	≤10	≤10	≤6
Масова частка жиру, % не менше	2,5				4,2
Група чистоти	I	I	I	II	не визначають
Кількість МАФАнМ, тис./см ³	≤100	≤300	≤500	≤3млн.	≤100
Кількість соматичних клітин, тис/см ³	≤400	≤400	≤600	≤800	≤400
Точка замерзання	не контролюється				-0,52° С

Потрібно також відзначити, що в Європейському Союзі харчовий ланцюг виробництва молока розглядають, як єдине ціле «від поля до столу», молоко простежують на усіх етапах його виробництва та обігу. Дія контролю поширюється на всі етапи виробництва, переробки, зберігання та реалізації

молочних продуктів, а також кормів для тварин, які призначені для виготовлення продуктів, котрі споживає людина.

Практикою селекційно-племінної роботи встановлено, що головними факторами впливу на молочну продуктивність корів, склад і властивості молока є індивідуальні (генетичні) особливості тварин, їх фізіологічний стан і стан здоров'я, добовий ритм секреції молока, лактаційний період, вік тварин, сезон отелення, умови експлуатації корів, дотримання технології машинного доїння, породна приналежність, фактори годівлі [52]. За цих причин в межах однієї породи великої рогатої худоби і навіть одного стада тварини можуть відрізнятися між собою за продуктивністю та складом молока. Це зумовлено спадковістю та індивідуальними особливостями кожної тварини. В разі повного задоволення потреби тварини в поживних речовинах та за нормальних умов утримання лактуючий організм здатний утворювати велику кількість молока. Проте в умовах спаду економіки, загострення економічної кризи, зростання цін на енергоносії і паливно-мастильні матеріали, забезпечення достатньої і повноцінної годівлі стає складним питанням. Адже на індивідуальний прояв продуктивності та якості молока впливають інтенсивність обміну речовин, функції синтезу молока, конституція, інтер'єр та екстер'єр тварини. За порушення нормальних фізіологічних функцій організму відбувається зниження інтенсивності молокоутворення і погіршується склад молока, виникають захворювання тварин, що додатково призводить до зниження надоїв, а іноді і до повного припинення лактації. Значні зміни у складі молока спостерігаються при захворюванні кишково-шлункового каналу, вимені тощо – знижується вміст у молоці жиру, білка, лактози та сухої речовини, підвищується кількість хлору, лейкоцитів, ферментів (каталаза, редуктаза) [6, 32, 77].

Встановлено [5], що крупніші за масою тіла тварини, здатні продукувати молока більше порівняно з тваринами невеликих розмірів. Під впливом фізіологічних ритмів змінюються продукція молока за надоями, а також утворення жиру. На молочну продуктивність і склад молока впливає перерва між доїннями – чим вона більша, тим більше тварина продукує молока, але жирність

його нижча. За однакових проміжків часу між доїннями – процес синтезу молока зростає на 10 % [18].

Визначено [16, 17], що у перших цівках молока менший вміст жиру, а в останніх – більший, а тому ретельне видоювання корів – це умова підвищення якості молока та запобігання захворювання вимені корів. Великою проблемою є отримання якісного молозива. Від цього залежить формування первинного імунітету у новонароджених телят і їх наступна життєздатність. Молозиво – це секрет молочної залози в перші 7-9 днів після отелення корови. За складом і властивостями молозиво відрізняється від молока інших періодів лактації. Воно за складом містить більшу кількість, ніж молоко білків, переважно альбумінів і глобулінів, які легко перетравлюються в організмі новонародженого та має добре виражені бактерицидні властивості, сприяє формуванню захисних сил організму, посилює його стійкість проти захворювань [12, 26].

Молозиво багате на вміст жиру, мінеральних і пластичних речовин, містить значні кількості формених елементів крові, зокрема лейкоцитів, ферментів – пероксидази та каталази. Проте через особливості організму тварин, склад молозива через 7-10 днів після отелення змінюється, і корова починає продукувати звичайне молоко. Але за складом імуноглобулінів молозиво у різних корів може різко відрізнятися. Сьогодні вдаються до заморожування молозива, отриманого від хороших корів-матерів. Його накопичують у пластиковій тарі та використовують для випойки телят за необхідності та відсутності якісного молозива у «своїй» матері. В сучасних господарствах застосовують для контролю якості молозива за вмістом у ньому імуноглобулінів пристрій – колостриметр [21].

Важливою проблемою також є проведення правильного роздоювання корів. У цеху роздою та осіменіння для цього передбачено технологією перебування корів до 100 діб. Тут їм авансують годівлю 1,5-2 кормові одиниці допоки тварина прибавляє молоко. Виходять з того, що за нормальних умов годівлі та утримання, незалежно від породи, пік продуктивності корови припадає на другий місяць лактації, а потім поступово знижується [7]. У цей період молоко

містить меншу кількість сухих речовин, жиру та білка, а з третього-четвертого місяців лактації їх вміст зростає. З цього цеху корова має вийти роздоєною і заплідненою. Від ефективності роздою залежатиме наступна молочна продуктивність корів. Не вирішеною проблемою є надмірний роздій корів-первісток, через який у них бувають нижчі надої порівняно з іншими однолітками, у наступні лактації [28].

Важливою проблемою є проведення своєчасного запуску корів на сухостій. Сухостійний період потрібний корові тривалістю 50-60 діб, щоб відновити ресурси організму, витрачені на попередню лактацію, для відновлення функції вимені та надання можливості завершення нормального формування плоду. Добре вгодованим коровам і здоровим достатньо 45-50 діб, а молодим і недостатньо вгодованим – 60-75 діб [29].

За даними літератури [30] продуктивність корів підвищується до п'ятої – шостої лактації, а потім починає знижуватись, і вже після 10-12 отелень подальше використання тварин економічно не вигідне. Проте сучасні породи показують надій за третю лактацію такий самий як і за першу.

Економічно доцільним є утримання корів не менше трьох лактацій. На сьогодні це є проблемою – корови у голштинських стадах вибувають значно раніше. Слід працювати у напрямку підвищення експлуатаційних якостей тварин у стадах. Оскільки встановлено, що при створенні сприятливих умов годівлі та утримання для лактуючих корів період їх продуктивного життя може тривати до десяти лактацій, проте сучасні жорсткі промислові умови виробництва молока зменшують термін використання корів до двох-трьох лактацій [13].

Вгодованість худоби також впливає на обсяги молокоутворення і характер лактогенезу.

Встановлено [15], що добре вгодовані тварини при переведенні на зелені корми збільшують надої і жирність молока, а недостатньо вгодовані – підвищують надої, але вміст жиру в молоці у них знижується. Також забезпечення відповідних до фізіології організму тварин умов утримання худоби є одним з найважливіших факторів зовнішнього середовища, який забезпечує

життєдіяльність, високу продуктивність тварин і якість молока.

Визначено, що оптимальна температура в корівниках має бути 8-10⁰С, а вологість – 75 % [1, 22]. Позитивно впливає на рівень надоїв та вміст жиру в молоці активний моціон для лактуючих корів протягом 1-2 год на відстань 2-3 км підвищують жирність молока на 0,2-0,3 %. Організацію моціону слід здійснювати для корів в будь-яку погоду, за винятком грози, хуртовини, великих морозів [8]. Важливою проблемою є забезпечення тваринам відповідного мікроклімату у приміщеннях. Зокрема відомо, що денне освітлення, сонячні промені та рухливість тварин позитивно впливають на інтенсивність молокоутворення та його склад. Встановлено, що за однакового проміжку часу між доїннями вдень процеси синтезу на 10% вищі. Визначено, що корови, які перебувають у темряві, знижують жирність молока порівняно з тими, що утримуються в умовах нормального освітлення (світловий коефіцієнт 1:10).

Доведено, що ефективна вентиляція корівника також добре впливає на їхній стан здоров'я та зумовлює високу продуктивність тварин [34]. Важливою проблемою є правильна підготовка вимені до доїння, що полягає в обмиванні його теплою водою і масажуванні. Це є передумовою для одержання доброякісного молока, а масаж – синтезу і значно повнішому виділенню молока, поліпшує кровообіг у вим'ї і позитивно впливає на функцію молочної залози. За систематичного масажу вимені більше можливостей одержання більшої кількості молока підвищеної жирності. Тривалість доїння слід забезпечувати у межах 4-6 хв. коли при достатньому рефлекторному збудженні вим'я корови забезпечується повнота видоювання [23]. Обмивати вим'я і надівати на нього доїльні стакани треба не довше 1 хв. Нормальною інтенсивністю доїння вважається одержання 1 л молока протягом 40-50 с. Повнота видоювання впливає на нормальну інтенсивність синтезу молока, його склад, особливо жирність. Вміст жиру в останніх 250 мл молока одного доїння досягає 10-12% [25].

Спеціалізовані молочні підприємства слід розміщувати у регіонах, де є можливість створити міцну кормову базу з використанням культурних пасовищ.

Важливо досягти правильного обґрунтування їх розмірів із врахуванням матеріальних витрат і затрат праці на виробництво одиниці продукції, обсягів і структури кормовиробництва, складу земельних угідь, рельєфу місцевості, наявності природних кормових угідь та їх розміщення і забезпечення відповідними кадрами. Для ефективної роботи таких підприємств потрібні висококваліфіковані кадри, здатні організувати й вести виробництво молока в умовах промислової технології [9, 12, 24].

Нині розроблено і пропонується технології молочних підприємств на 400, 800, 1200 і 1600 голів, а також експериментальні – на 2000 корів. Більш доцільною визначена концентрація поголів'я на 800-1200 корів, а збільшення від 400 до 800 голів зумовлює зменшення матеріальних витрат на 9-13 %, проте на підприємствах з поголів'ям 1200 корів – на 15-20 % [24].

Ще більше нарощування концентрації поголів'я веде до зростання витрат на одиницю продукції. Так на підприємствах розміром 1200 корів затрати праці на 1 ц молока на 30-35 % менші, ніж на підприємствах потужністю на 400 корів [50]. На великих промислових комплексах із безприв'язною системою утримання використовують типові приміщення на 400, а середнього розміру з прив'язною системою утримання – на 200 корів. Проте до тварин пред'являються певні експлуатаційні вимоги – повинні мати міцну конституцію, бути пристосованими до стійлового групового утримання в приміщеннях із твердим покриттям, мати високі технологічні властивості вимені, мати придатне до машинного доїння вим'я з чашоподібною й округлою формою. Тварини з козячим вим'ям для машинного доїння не придатні, оскільки частки такого вим'я розвинуті нерівномірно. Дійки повинні бути циліндричної та злегка конічної форми довжиною 6-9 см, діаметром 2,5-3 і обхватом поблизу основи дійки 8-9 см, найоптимальніша відстань між передніми дійками – 10-15 см, задніми – 6-10 та між передніми і задніми – 7-12 см. Дійки, розташовані одна від одної на більшій відстані, під масою доїльного апарата згинаються, що приводить до неповного видоювання молока, надто близько – утруднюється надівання доїльних стаканів і виведення молока із вимені [65].

Проте, основна ознака, за якою відбирають корів – їх продуктивність. Встановлено, що підприємство з промисловою технологією виробництва молока буде ефективним тоді, коли надої не нижчі 4000 кг молока на корову в рік [19]. На молочних виробничих підприємствах існує прив'язний і безприв'язний способи утримання корів. Перший спосіб вимагає значних затрат праці по догляду за тваринами і не дає можливості ефективно використовувати засоби механізації. Другий спосіб утримання корів, забезпечує більшу ефективність використання засобів механізації, збільшується навантаження на одного працівника, підвищується продуктивність праці, збільшується рухова активність тварин і реакція їх на споживання корму. Але вказані переваги мають місце лише за умов створення міцної кормової бази – адже витрати кормів на одиницю виробленого молока при безприв'язному утриманні більші на 10-15 % [67].

Сьогодні безприв'язно-боксове утримання корів є найпоширенішою технологією безприв'язного утримання корів. Щоб побудувати приміщення такого типу потрібна більша вартість коштів, проте це компенсується зменшенням затрат праці і одержанням дешевшого молока. Важливим є і те, що безприв'язно-боксове утримання застосовують у різних кліматичних зонах із мінімальною витратою підстилки або ж повною її заміною різними синтетичними матеріалами. Для відпочинку тварин приміщення обладнують боксами довжиною 1,9-2,1 і шириною 1-1,2 м. Визначено [27], що ширина боксу понад 1,2 м призводить до нераціонального використання площі та забруднення боксів і тварин. Підлогу роблять вищою над гнойовим проходом на 20-30 см. Якщо застосовують підстилку, то її вносять один раз на тиждень із розрахунку 2-3 кг на бокс або 0,3-0,5 кг на одну корову за день.

1.3. Комплексне впровадження у виробництво інноваційних високопродуктивних та ресурсозберігаючих технологій

У 2020-му році Національний банк України вперше у своєму звіті заговорив про вплив клімату на економіку України. Вже зараз українські аграрії зіткнулись з низкою викликів. Унаслідок кліматичних змін знизилась кількість річних опадів в родючих районах півдня і сходу, а на заході зростає

ймовірність руйнівних повеней, частішають випадки екстремальних погодних умов, які негативно впливають на врожай – буревії, гради, зливи, різкі перепади температури.

Українські аграрії високозалежні від опадів, адже лише 6% оброблювальних земель мають штучний полив. Тому посухи сильно б'ють по врожайності. Річна сума опадів помітно знизилась за останні 10 років.

Одним із основних напрямів підвищення ефективності галузі молочного скотарства є зниження впливу екологічних факторів на економіку виробництва молока на фоні уникнення негативного впливу технологій молочного скотарства на довкілля [71].

Основними екологічними факторами впливу на молочне тваринництво є низькі і високі температури повітря та їх перепади, посухи або велика кількість опадів, швидкість руху повітря, атмосферний тиск, інсоляція тощо [75]. Ці фактори, крім негативного впливу на кормовиробництво, знижують умови комфортного утримання для тварин, що негативно впливає на їхню продуктивність і якість продукції [76].

Впровадження систем нівелювання негативної дії екологічних факторів на тварин потребує значних грошових витрат, що знижує економічну ефективність галузі скотарства. Наукові дослідження елементів технологій і технологічних рішень повинні бути спрямованими на вирішення актуальної проблеми – виробництва дешевого високоякісного молока, органічних добрив для збереження чорноземів за умов поліпшення комфорту і добробуту тварин [59].

Про глобальне потепління та різкі кліматичні зміни за останні десятиліття наголошується у матеріалах Всесвітньої метеорологічної організації [68]. Такі несприятливі кліматичні умови призводять до погіршення здоров'я, зниження продуктивності тварин [11]. Наразі існує три стратегії управління щодо зниження впливу температурного стресу на організм молочних корів: 1) генотипові фактори; 2) використання засобів регулювання мікроклімату; 3) модернізація методів управління годівлею [12]. Вплив температури, вологості повітря й швидкості вітру на корів та шляхи їх мінімізації досліджувались

вченими на всіх континентах де розводять худобу [13, 14, 15, 16, 17]. За їхніми даними засобами регулювання мікроклімату у приміщеннях є системи вентиляції, зрошування тварин водою, використання 28 на вигулах тіньових навісів та засобів утеплення бокових штор легкозбірних приміщень в різні сезони року. Їх застосування впливає на собівартість виробництва молока. Дослідження проведені в країнах Європи, Азії, Північної та Південної Америки, навіть якщо кліматичні умови яких істотно відрізняються від умов України, представляють великий інтерес. Тому такого плану дослідження слід проводити з урахуванням кліматичних зон України, проектно-конструктивних відмінностей приміщень і споруд для утримання худоби, особливостей худоби яку розводять [18, 19].

Аналіз отриманих досліджень свідчить про те, що за останні 10 років відбувається глобальне підвищення температури повітря, що відображається на веденні галузі молочного скотарства. Річна кількість днів з високою температурою ($+25^{\circ}\text{C}$ і вище) в середньому за останні 5 років становить 44 доби, а з низькою (-5°C і нижче) – 31 добу. У приміщеннях різного типу, що застосовуються в Україні, тварини по-різному переносять спеку і холод. При цьому відбувається істотне зниження їхньої продуктивності й відтворних функцій та погіршення стану здоров'я [63].

Способи утримання та доїння корів у молочному скотарстві Збільшення обсягів виробництва молока та поліпшення його якості з мінімальними витратами ресурсів є першорядним завданням агропромислового комплексу як України, так і більшості країн світу. Успішне вирішення такої задачі можливе за рахунок впровадження у виробництво високопродуктивних екологічно-безпечних та ресурсозберігаючих технологій [25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32]. За останні десятиліття в галузі молочного скотарства широко впроваджуються інтенсивні технології, що сприяє досягненню високої молочної продуктивності [7, 8].

Вимоги технології виробництва молока в сучасних умовах, економічна ефективність виробничих процесів і потреба суспільства в молоці привели до виведення спеціальних високоудійних порід великої рогатої худоби, а також

уникання природних, властивих даному виду, фізіологічних потреб. Серед корінних змін варто відзначити перехід з прив'язного утримання на безприв'язне, зміни типів і конструкцій приміщень для утримання тварин, а також більш досконалі системи доїння [33]. Найважливішим напрямком в технології виробництва молока і підвищення його якості є застосування ресурсозберігаючих технологій заснованих на сучасних наукових досягненнях, нових технологічних рішеннях, які забезпечують високу продуктивність і конкурентоспроможність виробництва. В останні роки в галузі молочного скотарства активно впроваджуються високотехнологічні розробки [34, 35, 36].

До реформування аграрного сектора економіки, інновації в тваринництві були спрямовані в основному на удосконалення окремих елементів технологічних рішень: способи утримання тварин, годівля, доїння, прибирання та утилізація гною. В даний час необхідно провести комплексний аналіз щодо впровадження не тільки технолого-інноваційних прийомів, але і еколого-економічних наслідків. На думку [90], стійке економічне зростання в агропромисловому комплексі неможливе без використання досягнень науки і техніки, впровадження високих технологій, активізації всіх господарюючих суб'єктів науково-технічної сфери АПК. Величезна популярність голштинської породи супроводжується інтенсивною багаторічною селекцією на збільшення молочної продуктивності, що призвело, з одного боку, до популярності та активного росту світового поголів'я тварин цієї породи, а з іншого – до істотного послаблення таких функціональних ознак голштинських корів, як фертильність і стан здоров'я. В результаті, високопродуктивна голштинська худоба стала особливо вимогливою до умов утримання, а повна реалізація її продуктивного потенціалу можлива лише за ідеальних технологічних умов, що часто супроводжується їх невиконанням. Можливо цим і пояснюється зростання інтересу багатьох виробників молока до альтернативних конкурентоспроможних молочних порід, котрі забезпечують високу рентабельність виробництва не тільки за рахунок продуктивності, але і більш тривалого терміну продуктивного

використання, менших ветеринарних витрат, кращої конверсії корму та рівня відтворення [37, 38].

Використання високопродуктивних культурних пасовищ, застосування на фермах новітніх способів утримання тварин, виконання ветеринарнопрофілактичних заходів, суворе дотримання дисципліни в процесі виробництва, спрямованої на підвищення продуктивності та якості виконання всіх технологічних процесів позитивно впливають на рівень молочної продуктивності [39, 40].

На рівень надоїв впливає цілий ряд факторів, багато з яких мають контролюватися і регулюватися людиною. До найбільш значущих чинників відноситься суворе дотримання технології доїння, яка включає ряд технологічних операцій. Правильна техніка машинного доїння є запорукою його успішного застосування на молочних фермах і комплексах. Будь-яке порушення правил машинного доїння призводить до зниження продуктивності і сталого формування в корів рефлексів молоковіддачі [41].

В умовах інтенсифікації молочного скотарства особливого значення набуває вдосконалення тварин за пристосованістю їх до нових технологій утримання і доїння [42]. Незважаючи на генетичну зумовленість молочної продуктивності, вона знаходиться в прямій залежності від умов годівлі та утримання в різні періоди виробничих циклів. У зв'язку з цим підвищення ефективності молочного скотарства значною мірою зумовлене способом утримання, яке застосовують на виробництві. У нашій країні в більшій мірі поширений прив'язний спосіб утримання, тоді як безприв'язний застосовують, як правило, на сучасних комплексах промислового типу, з технологією цілорічної однотипової годівлі. За схемою прив'язного утримання для кожної корови виділяється окреме стійло з годівницею, прив'яззю і автонапувалкою. Всі технологічні операції з обслуговування тварин, в тому числі і процес доїння, виконуються в стійлах. На таких молочних фермах, зазвичай є багаторядне розташування стійл, за якого кожні два ряди об'єднують загальним кормовим проходом. У кожному ряду розміщують не більше 50 стійл. Навантаження на

одного дояра (оператора) – може досягати до 100 корів. За цієї технології затрати праці на 1 ц молока складають – 2,5-3,0 люд/год [43].

Залежно від природно-кліматичних і організаційно-господарських умов прив'язне утримання має свої особливості. У літній період у багатьох господарствах, корів взагалі не містять в приміщенні – їх утримують на вигульно-кормових майданчиках, або переганяють на природні пасовища, обладнані літніми таборами з пересувними доїльними установками. Основною перевагою прив'язного способу утримання є можливість забезпечення індивідуального нормування годівлі корів, раціональне використання кормів залежно від стадії лактації та надою, полегшення контроль за фізіологічним і клінічним станом тварин, виконання процесу лікування [44].

Резервом вдосконалення технології прив'язного утримання великої рогатої худоби є використання сучасних автоматизованих доїльних установок з доїнням у стійлах в молокопровід застосування мобільних роздавачів-змішувачів кормів, шнекових транспортерів для прибирання гною замість транспортерів типу ТСН та інших рішень. Проте, такі вдосконалення технології не можуть забезпечити реальне скорочення чисельності основних працівників ферм, так як потенційні можливості технології прив'язного утримання і системи машин до неї практично вичерпані [37].

Світова практика молочного скотарства свідчить про більшу перспективність технології з безприв'язним утриманням і доїнням корів у доїльних залах на потокових вискоєфективних автоматизованих доїльних установках [45, 46]. Головною ланкою таких технологій є стаціонарні доїльні зали, які в поєднанні з іншими технологічними рішеннями дозволяють: різко знизити витрати праці, в першу чергу на виконання таких трудомістких операцій як доїння корів в 1,5-2 рази та автоматизувати систему керування стадом, а також зоотехнічний та племінний облік.

У країнах з розвиненим молочним виробництвом все більшого поширення набуває технологія, заснована на безприв'язному способі утримання корів з доїнням їх в доїльних залах та добровільним доїнням на роботизованих

установках. Ця технологія дозволяє виконувати значну частину операцій на спеціалізованих і автоматизованих точках з використанням принципу самообслуговування, що забезпечує значне зниження затрат праці і більшою мірою відповідає фізіологічним потребам тварин. Незважаючи на високий рівень механізації і автоматизації виробничих процесів умови експлуатації корів на сучасних фермах досить близькі до природних умов проживання тварин, коли вони самі задовольняють свої основні потреби [47, 48, 49].

При безприв'язному утриманні найбільш трудомісткий процес – доїння корів, здійснюється не в корівнику, а в спеціально обладнаному доїльному залі. На сучасних автоматизованих доїльних установках вручну виконуються тільки операції підготовки вимені підключення та одягання стаканів на дійки. Все інше, в тому числі відключення і зняття стаканів після припинення молоковидедення, проводиться автоматично [50, 51, 52]. Головний недолік безприв'язного способу утримання полягає в труднощах, пов'язаних з годівлею тварин, особливо при хронічному дефіциті кормів, коли більш агресивні тварини превалюють в споживанні корму над більш спокійними. При цьому спостерігається зниження продуктивності останніх. Цей недолік може бути виключений за використання автоматичної фіксації корів на період годівлі або кормовими станціями з додатковим дозуванням концентрованих кормів. Якщо ж кормів достатньо, то тварини поведуться спокійно, а боротьби за корм не спостерігається [25, 28, 31].

Комплексне впровадження у виробництво інноваційних високопродуктивних та ресурсозберігаючих технологій, доїльних роботів, комп'ютеризованих лінійних доїльних установок дозволяє підвищити конкурентоспроможність виробництва молока в господарстві, так як забезпечується підвищення продуктивності корів і якості молока. Виробництво молока за прив'язної системи утримання засноване на постійному візуальному контролі за коровами з боку операторів машинного доїння. При цій технології навантаження в середньому на 1 оператора машинного доїння не перевищує 50 корів, яких він візуально може запам'ятати. При переході на безприв'язне утримання та організацію доїння в доїльних залах навантаження на операторів

машинного доїння значно зростає [34]. Більш прогресивний спосіб утримання корів – безприв’язний, який передбачає поглиблену механізацію трудомістких процесів і сприяє впровадженню інноваційних технологій доїння: у доїльних залах та систем добровільного доїння або VMS [53, 54].

Високопродуктивні корови досить чутливі до факторів зовнішнього середовища, з яких найбільший вплив мають селекційні, технологічні та управлінські, зокрема динаміка та способи групування, розміщення тварин після отелення, а також ставлення персоналу до тварини [55]. На фермах з безприв’язним утриманням корів доцільно виділяти первісток в окремі технологічні групи і застосовувати авансовану годівлю у розрахунку на «розкриття» максимальної продуктивності протягом всієї лактації [56]. Основним напрямком збільшення обсягів виробництва і підвищення якості молока в сучасних умовах є модернізація на основі впровадження групування корів залежно від молочної продуктивності і фізіологічного стану. L. Holloway та C. Bear, констатують, що інтенсивність навантаження на 1 доїльний апарат становить 8,1 доїнь на корову за годину при доїнні на прив’язі, 8,9 – при доїнні в доїльному залі і 7,8 – при доїнні роботом [57]. Основним шляхом підвищення рентабельності галузі скотарства є її модернізація, яка сприяє інтенсивному використанню тварин із застосуванням прив’язної і безприв’язної систем доїння [8, 27].

Отже, сьогодні дешеве конкурентоспроможне виробництво високоякісного молока можливе за умови застосування сучасних інноваційних технологічних рішень молочних ферм і комплексів. Вони базуються на безприв’язному способі утримання корів, доїнні в доїльному залі на автоматизованих установках типу AMS чи VMS, цілорічній однотипній годівлі загальнозмішаними раціонами (TMR) на кормових столах з корекцією раціонів високопродуктивних тварин концентрованими кормами на кормових станціях, автоматизованому управлінню технологічними процесами й забезпеченні комфортних умов відпочинку для тварин в певні фізіологічні періоди життєдіяльності.

РОЗДІЛ II. ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ДОБРОБУТ КОРІВ

2.1. Мінімізація негативних наслідків зміни клімату на здоров'я і рівень продуктивності тварин

Зміна клімату та сільське господарство – це два взаємопов'язані процеси глобального масштабу. Практики сільського господарства, такі як тваринництво (викиди метану в атмосферу), застосування мінеральних добрив (викиди оксиду азоту) збільшують рівень парникових газів в атмосфері і призводять до глобального потепління. Глобальне потепління, в свою чергу, впливає на ряд показників у сільському господарстві: зміна середніх температур, зміна кількості опадів; зміна стану ґрунтів, зміна концентрації діоксиду вуглецю в атмосфері та озону; поява нових шкідників та хвороб; зміна якості продуктів харчування.

Зміна клімату вже впливає на сільське господарство, та цей вплив розподілений вкрай не рівномірно. Майбутні зміни клімату негативно вплинуть на сільське господарство у тропічних широтах, в той час як зміни в північних широтах можуть мати як позитивний так і негативний характер.

Пристосування до місцевих кліматичних умов є важливою рисою сучасного сільського господарства, оскільки сприяє зменшенню впливу температурного стресу, якому піддаються тварини, і призводить до збільшення виробництва продукції скотарства. Велика рогата худоба під дією еволюційних факторів (міграційних переміщень разом з популяціями людей, а також у періоди природніх міграцій до періоду одомашнення) пройшла довгий природній відбір і адаптувалась до різноманітних умов навколишнього середовища починаючи від екваторіальної Африки і Америки до території центрального і північного Сибіру [38]. В результаті доместикації з'явилося більше 1000 існуючих порід з різною пристосованістю до умов існування, рівнями продуктивності, якості продукції, конверсії корму і інших важливих для людей ознак [60, 61, 62]. В

останні десятиліття продовжується тенденція до глобального потепління, котре вже суттєво відчувається на регіональних та місцевих рівнях [10, 63].

Головні прямі наслідки кліматичних змін, що мають негативний вплив на фізіологію тварин, добробут, здоров'я та їхнє розмноження є підвищення температури повітря. Кількість днів з тепловим стресом, викликаним підвищенням показника температурно-вологісного індексу (ТВІ), зросло на 4,1% у період з 1973 по 2008 роки в країнах Центральної Європи [90]. Дані Р. Novak та ін. [65], свідчать що в цьому регіоні вже більше 90 спекотних днів у році. Це вплинуло на додану вартість виробництва молока на всіх етапах починаючи від системи кормовиробництва до відтворення тварин. Разом з підвищенням середньорічної температури змінюються показники відносної вологості повітря, кількості атмосферних опадів, а також напрями і сила вітрів. Сезонні зрушення та зміни частоти й інтенсивності погодних показників впливають на більшість економічних характеристик аграрної галузі [66]. Особливості природніх процесів зумовлюють досить часте повторення несприятливих для сільського господарства явищ погоди, таких як сильні зливи, град, сильні вітри, пилові бурі, суховії, засухи, заморозки, ожеледиця тощо. За даними ФАО, приблизно 26% усіх збитків та втрат, пов'язаних із кліматом та погодними катастрофами припадають на такі сектори сільського господарства, як рослинництво, тваринництво, рибальство, аквакультура та лісове господарство [9].

Тема впливу змін клімату на виробництво продукції тваринництва стає все більш нагальною і актуальною [67]. Несприятливі кліматичні умови для сільськогосподарських тварин призводять до погіршення їхнього здоров'я, порушення терморегуляційних ознак, росту і розвитку, зниження продуктивності та якості продукції, відтворних ознак, метаболічного стану тварин і їхньої резистентності [66, 68, 69].

Терморегуляційні ознаки корів є частково й індивідуальною особливістю та залежить від площі поверхні тіла, товщини шкіри, густоти і довжини шерсті волосяного покриву та осового пуху, а також наявності бруду на шерсті тварин [70].

Термін температурний стрес (тепловий або холодний) означає суттєві метаболічні зміни сільськогосподарських тварин при спробі адаптуватися до мінливих метеорологічних умов. Такі зміни включають фізіологічні та поведінкові реакції у тварин, що також викликано різними комбінаціями швидкості руху повітря, різкими коливаннями температури, вологості, атмосферного тиску та сонячної інсоляції [71, 72].

Автор [12] виділяє три стратегії управління та зниження впливу температурного стресу на організм молочних корів: розведення термостійких порід (генотипові фактори), використання засобів регулювання мікроклімату та модернізація методів управління годівлею. Селекція є однією з можливостей зменшити вплив зміни клімату на організм молочних корів. Здатність молочної худоби підтримувати температуру тіла в період надмірних високо- та низько температурних стресів є ознакою, котру останнім часом активно включають до селекційних програм [73, 74].

Наразі набуває актуальності розробка генетичних баз по тваринах з біоінформативним аналізом адаптаційних ознак певних порід, ліній і родин до температурних стресів [75, 76]. Використання таких підходів веде до редагування геному, за рахунок видалення (переміщення) фрагментів ДНК, які відповідають за терморегуляційні процеси і таким чином до розробки нових селекційних стратегій для розведення корів з добрими терморегуляційними ознаками.

Дослідники [77], вказують на спроби покращення терморегуляційних ознак голштинської худоби генетичним шляхом. Для цього тваринам вводиться ген гладкого волосся. Цей ген відповідає за показник довжини і густоти волоссяного покриву, котрий регулює витрати тепла випаровуванням. Проте даний метод не отримав широкого застосування, адже розведення короткошерстних тварин є актуальним лише в тих регіонах, де рівень середньорічної температури не опускається нижче +15 °C. U. Vernabucci та ін. [78], у своїх дослідженнях повідомляють, що тварини з світлим та більш коротким забарвленням волоссяного покриву краще переносять високі

температури, ніж тварини з темним забарвленням та довгим волоссяним покривом. Дана ознака характерна тропічним коровам сенепольської породи (м'ясна порода виведена на Карибському острові Санта-Крус) домінантний ген пов'язаний з підвищеною інтенсивністю потовиділення, нижчими значеннями ректальної температури та частотою дихання [79].

Дослідження проведені на африканській аборигенній худобі вказують, що такі гени як HspA4 і SOD1 відповідають за адаптацію тварин до спекотних умов утримання [80]. Гени теплового стресу ідентифіковані і використовуються як маркери при відборі термотолерантних бугаїв. Основними із білків теплового шоку Hsp (від англ. Heat-shock proteins, Білки теплового шоку) є: Hsp100, Hsp90, Hsp70, Hsp60, Hsp40 і мікро Hsps (так звані Hsp розміром нижче 30 кДа). HSP відіграють вирішальну роль у відновленні клітин від наслідків дії стрес 45 факторів, а також виконують функцію цитопротекторів. Експресія генів Hsp під час зміни температурного стресу включає: 1) активацію фактору транскрипції теплового шоку; 2) підвищення експресії генів Hsp та зниження експресії синтезу інших білків; 3) збільшення окислення глюкози і амінокислот та зниження обміну жирних кислот; 4) активізацію ендокринної системи на стрес; 5) активацію імунної системи через позаклітинну секрецію Hsp. Якщо стрес зберігається, ці зміни експресії генів призводять до зміни фізіологічного стану, який називають «акліматизацією», процес, який значною мірою контролюється ендокринною системою [81]. R. Charoensook та ін. [82], відмічають асоціацію одонуклеотидного поліморфізму (SNP від англ. Single Nucleotide Polymorphism) в генах Hsp у відповідь на температурний стрес. Про асоціацію поліморфізмів Hsp90AB1 з термостійкістю повідомляють у дослідженнях на тайській та сахівальській аборигенних тваринах, а генів: Hsf1, Hsp70A1A, Hsbp1 на китайській голштинській худобі [83, 84, 85].

Встановлено, що гени які не відносяться до Hsp піддаються експресії у відповідь на температурний стрес. Ці SNP можна використовувати як маркери при відборі термостійких тварин (особливо плідників) у ранньому віці. Серед стратегій годівлі, котрі здатні забезпечити відповідні засоби для зменшення

впливу теплового стресу, найбільш важливими є використання добавок харчових жирів, мінералів, мікроелементів, вітамінів, клітковини, мікробних інгредієнтів (дріжджів), рослинних екстрактів та інших добавок, які поліпшують антиоксидантну та імунну функції [86, 87]. Крім того, під час теплового стресу варто збільшити надходження бетаїну бікарбонату, калію, цинку, вітамінів С, Е та В₃ у кормові раціони [88]

Автор [89], повідомляє що у періоди високих температур вміст протеїну у раціонах для дійних корів не повинен перевищувати 18% у перерахунку на суху речовину корму. Корегування раціонів зі збільшенням частки концентрованого корму або додавання рослинних жирів може сприяти нижчим втратам надоїв у період низьких температур [88]. Проте дані методи не завжди є ефективними на тваринах інших статевих-вікових груп.

Дослідження [12], проведені у Південній Кореї щодо впливу низьких температур (середня добова температура -6,4°C) на показники приросту живої маси молодняку великої рогатої худоби показали, що група бугайців, котрим згодовували добавку байпасного жиру не відрізнялась від групи з загальнозмішаним раціоном.

Автори повідомляють [21], що у дослідженнях проведених упродовж зимового періоду на території Ірану, вказують на залежність добавки 3%-ї соєвої олії, котру додавали до стартового комбікорму телятам, на показники середньо добових приростів і живої маси в кінці періоду вирощування. Голштинські високопродуктивні корови більш схильні до теплових стресів у порівнянні з менш продуктивними аналогами, так як вони виділяють більшу кількість метаболічного тепла [26]. У період теплового стресу в організмі тварин відбувається підсилення основного обміну речовин, викликане активацією системи терморегуляції. Кліматичні умови мають безпосередній вплив на здоров'я тварин та можуть загострювати або пригнічувати розвиток хвороб, спричинених температурними коливаннями. До того ж кліматичні умови мають прямий вплив на формування імунітету та нормальне функціонування ендокринної системи [35].

Кліматичний вплив на здоров'я та продуктивні ознаки корів відбувається у періоди високих температур, коли істотно змінюється кормова поведінка тварин (відбувається збільшення споживання концентратів, при зменшенні споживання загальної кормосуміші), а це в свою чергу сприяє розвитку ацидозу, який спричиняє появу кульгавості. Крім того, зменшення поїдання кормів у високопродуктивних корів збільшує ризик появи субклінічного або клінічного кетозу протягом літніх місяців [18, 25].

Короткий період теплового стресу під час заключної фази ембріонального розвитку може мати суттєвий вплив на здоров'я, ріст та розвиток телят [6]. Автор [9], вказують, що у корів, які піддаються впливу теплового стресу під час сухостійного періоду, у наступні лактації знизились показники продуктивності, вмісту білка та лактози в молоці.

На думку [18], у дослідженнях проведених у Індії на повновікових буйволах у періоди сухого та волого-теплових навантажень встановили, що додавання до раціону бікарбонату натрію, карбонату калію та поліфосфату аскорбінової кислоти запобігає окислювальному стресу та підвищує імунітет на клітковому рівні.

Застосування сучасних годівельних підходів сприяє збільшенню виробництва молока на корову на 2-3% щорічно, однак це призводить до додаткових витрат на ветеринарні заходи, збільшення випадків метаболічних захворювань та показників вибракування [73].

Автори [83] повідомляють про ефективність застосування в період високих температур у раціонах для повновікових корів по 30 г на добу культури сухих дріжджів (*Saccharomyces cerevisiae*). Молочна продуктивність таких корів була на 1,2 кг/добу вищою у порівнянні з коровами, яким сухі дріжджі не згодовували.

Автори [85] повідомляють, що у дослідженнях, проведених у Квінсленді (Австралія) в період високих температур, розділили лактуючих корів голштино-фризької породи на три групи: першій згодовували загальнозмішаний раціон + плющене зерно пшениці, другій – загальнозмішаний раціон + плющене зерно

пшениці оброблене 2% розчином крохмалю, а третій – загальнозмішаний раціон + плющене зерно кукурудзи. В результаті корови другої і третьої груп мали вищі показники продуктивності, порівняно з першою, а корови третьої групи мали нижчу ректальну температуру, ніж тварини першої і другої груп. Дослідження, проведені у штаті Нью-Джерсі (США) на помісних коровах голштинської породи з індійською зебувидною породою гир, вказують на позитивний ефект від використання кормової добавки OmnigenAF (в 1 кг добавки: 650 г бентоніту, 250 г очищеної діатомової землі і 100 г сухих пивних дріжджів) в період високотемпературного навантаження. У дослідних корів були вищі показники споживання сухої речовини (на 7%), вгодованості на 56-ту добу досліджень (на 11%) та середньої концентрації інсуліну в сироватці крові (на 35%) порівняно аналогами із контрольної групи. Таким чином, Omnigen-AF покращує гіпертермію, апетит та імунні параметри молочних залоз у годуючих молочних корів, які перебувають під впливом теплового стресу [10].

Зміни клімату, зокрема глобальне потепління, та пов'язані з ним наслідки мають вагомий вплив на продуктивні й відтворні ознаки, добробут та здоров'я корів. При цьому система і спосіб утримання відіграють основну роль. Серед погодних факторів, що впливають на функціонування молочної худоби, найбільший вплив має температура навколишнього середовища. І. Knizkova та ін. [1,3], встановили, що термонеутральною для організму молочної худоби є температура в діапазоні від -5 до 25°C. Більшість порід досить чутливо реагують до вищих і нижчих температур даного діапазону.

N.P.Rusko et. al. [88], повідомляє що молочна худоба здатна продукувати молоко за температури повітря до мінус 30 °C при умовах обмеження впливу дії вітру та опадів.

О.О. Vorshch et. al. [89] повідомляють що аборигенна якутська худоба яка зустрічається вище Північного Полярного кола і здатна адаптуватись до надто низьких температур (до -50 °C). Вплив температури повітря на молочну худобу варто розглядати у поєднанні з показником відносної вологості повітря.

Вплив теплового стресу на молочних корів визначають кількісно показником температурно-вологісного індексу (ТВІ). Критичною є температура навколишнього середовища (від +25 °С до +26 °С) або критична межа $TBI=72$ (відповідно 28 °С за відносної вологості 50%), при якій дійні корови можуть без збільшення енергетичних витрат підтримувати стабільну температуру тіла [60]. Збільшення кількості спекотних днів з температурою вище верхньої критичної межі ТВІ посилює наслідки теплового стресу. Автор [66], вважає, що вплив наслідків глобального потепління щодо продуктивності тварин та їхнього добробуту і здоров'я призведе до коригування елементів технології утримання у багатьох регіонах світу. Система утримання тварин це комплекс зоотехнічних, технологічних, ветеринарних та організаційних заходів, які враховують природноекономічні умови та забезпечують потоковість виробничих процесів [8, 9]. Системи утримання різняться за ступенем інтенсивності використання тварин, типом кормовиробництва, рівнем механізації виробничих процесів та показниками комфорту і добробуту утримання [11].

Понад 83% молочних корів у країнах ЄС утримуються безприв'язно, у зимовий період – у приміщеннях, а у весняно-осінній – на вигульнокормових майданчиках або пасовищах. Така комбінація утримання не тільки сприяє зменшенню робочої сили, а й задовольняє вимоги щодо добробуту тварин.

А.А. Borshch et. al. [69] вважають, що заходи зі зменшення впливу глобального потепління у країнах центральної і східної Європи можна перейняти за рахунок досвіду ведення скотарства у більш спекотних регіонах таких країн як Ізраїль, Мексика, Бразилія. Щоб пом'якшити негативний вплив на продуктивність, репродуктивну ефективність, здоров'я та комфорт корів, застосовують різні технологічні підходи [70]. Насамперед, це системи примусової вентиляції та охолодження тварин (вентилятори та системи зрошення), використання матраців для відпочинку з прокачуванням через них охолодженої води, використання вигульних майданчиків з навісами для відпочинку та годівлі, а також їхні комбінації. Вентиляторні установки, котрі пришвидшують рух повітря та збільшують конвекцію, використовувались для

зниження температури навколишнього середовища і пом'якшення теплового стресу за рахунок зменшення у тварин частоти дихання, ректальної температури та збільшення споживання сухої речовини кормів. Застосування систем охолодження температури повітря на початку сухостійного періоду впливає на валовий вихід молока, а охолодження упродовж усього сухостійного періоду сприяло збільшенню продуктивності на 7,5 кг/добу у подальшій лактації, порівняно з коровами, котрі піддавались тепловому стресу [72].

Утримання молочної худоби на пасовищах вважається більш комфортним порівняно з утриманням у приміщеннях, оскільки тварини більшу частину доби перебувають у природньому середовищі [9]. Однак високі температури і вологість негативно впливають на молочну худобу під час перебування на пасовищі. Автор [45], повідомили, що корови за вільного утримання у капітальному приміщенні з примкнутим пасовищем надавали перевагу перебуванню на пасовищі у вечірні, нічні та ранкові години, тоді як протягом дня тварини знаходились в приміщенні.

Поведінкова активність у період теплового стресу за пасовищного утримання відрізняється від активності за утримання у приміщеннях [13, 14]. Через довші відстані між напувалками, тварини більше часу витрачають на переміщення та напування, ніж за утримання у приміщеннях. Забезпечення тіні коровам у період теплового стресу є важливою складовою управління тепловою енергією тваринного організму, що призводить до збільшення частки тварин котрі споживають корм (з 19 до 24%) [15], підвищення продуктивності [88], а також зниження температури тіла в порівнянні з тваринами, котрі перебувають на незатінених ділянках [16]. Використання навісів, котрі створюють затінок на вигульних майданчиках, фідлотах (відгодівельних майданчиках) та пасовищах є ефективним методом зменшення теплового стресу.

О.О.Борщ та ін. [52], повідомили, що за утримання худоби під навісами знижується частота дихання, пульсу та температура тіла в пікові періоди температурного навантаження. Крім того, за використання навісів знижувалась середня вагінальна температура і збільшувались добові надої молока.

Застосування навісів менш ефективне, ніж систем зрошення з точки зору зменшення поверхневої температури тіла і частоти дихання молочних корів.

Однак, у дослідженнях Приліпко Т.М та ін. [49], більшість корів (65%) у період пікових високих температур віддавали перевагу перебуванню та відпочинку під навісами аніж проходження через системи зрошування. Використання затінених зон великою рогатою худобою пов'язане не тільки з вищими температурами, але більш помітне при інтенсивній інсоляції.

В.А.Марченко та ін. [46], повідомили, що корови забезпечені зонами відпочинку з різними рівнями затінення для захисту від сонячного випромінювання перебували у більш затінених зонах триваліший період часу і мали нижчу мінімальну температуру тіла бо рівень захисту у них був збільшений, порівняно з тваринами, що перебували у менш затінених чи не затінених зонах. Застосування систем зрошування знижує температуру повітря і при цьому одночасно підвищується його вологість.

У дослідженні Новгородської Н. В. та ін. [44], системи зрошування збільшували вологість повітря на 22%. Волога аерація сприяла зниженню ректальної температури і частоти дихання та підвищувало вихід молока й молочного білка у дослідних голштинських корів.

На фермах США використовують системи зрошування високого тиску, вода у котрі подається впорскуванням у вентилятори, або спринклерні системи низького тиску, які повністю змочують волосяний покрив корів водою. J. West [89] вказує що обидві ці системи підвищують кормову активність, позитивно впливають на відтворні ознаки, знижують випадки важкості перебігу отелень та нормалізують ректальну температуру. Ще одним із засобів зниження теплового стресу у корів є встановлення систем зрошування з елементом самоконтролю, тобто тварини проходять через системи чутливих до тиску датчиків, вмонтованих у підлогу проходів. Дана система має перевагу в тому, що зменшує рівень використання води [37]. Орієнтація приміщень та вигульних майданчиків залежно від географічного розташування може також допомогти пом'якшити тепловий стрес, зменшуючи інсоляцію та температуру поверхні

конструкцій, що, в свою чергу, збільшує тепловіддачу тіла корови до навколишнього середовища.

В.А.Марченко та ін. [34], проводили дослідження щодо впливу сонячної інсоляції упродовж літнього періоду в приміщеннях, побудованих з різним географічним розташуванням повздовжніх стін з півночі на південь; з сходу на захід; і з 30°-градусним відхиленням з півночі на південь. Встановлено, що використання розташуванням повздовжніх стін: з півночі на південь найкраще впливає на зниження рівня сонячної інсоляції протягом літнього періоду.

Борщ та ін. [27], досліджували зменшення теплового навантаження за використання трьох систем охолодження: 1) навісів; 2) систем зрошування; 3) комбінації зазначених систем. Застосування навісів зменшує частоту дихання на 30% порівняно з контрольною групою (без систем охолодження), тоді як використання систем зрошування та поєднання обох варіантів зменшувало частоту дихання на 60% та 67% відповідно. М. J. Meyer та ін. [126], у своїх дослідженнях порівнювали три вентиляційні системи. Продуктивність корів була найвищою у приміщенні з розміщенням вентиляторів (0,9 м лопаті) над кормовим проходом (40,1 кг/день), порівняно з варіантом розміщення повздовжніх труб-вентиляторів над боксами (37,6 кг/добу) або зі стельовими (1,4 м лопаті) вентиляторам (37,1 кг/добу).

Також за варіанту розміщення вентиляторів над кормовим проходом частота дихання становила 75,3 разів/хв., порівняно із системою стельових вентиляторів (83,5 разів/хв) та повздовжніх труб-вентиляторів над боксами (82,3 разів/хв). Поєднання різних систем охолодження були широко вивчені у дослідженнях, проведених в Ізраїлі, де застосовували автоматизовані системи зрошування (30 с) з наступною вентиляцією (4,5 хв) протягом 30-хвилинних періодів [86]. Результати продемонстрували, що дана комбінація охолодження була ефективною і сприяла зменшенню теплового стресу у корів, а також поліпшувала їхній тепловий баланс, продуктивні та репродуктивні показники, знижувала температуру тіла і відповідала рекомендованій тривалості поведінкових реакцій. Дослідження в США вказують на вдале поєднання

тунельної вентиляції та зрошування, стосовно зменшення теплового стресу та покращення виробництва молока під час годівлі молочної худоби. В порівнянні з традиційними технологіями охолодження (охолодження вентиляторами та системами зрошування; охолодження за допомогою навісів та вентиляторів), застосування тунельної вентиляції у поєднанні із зрошуванням зменшила вплив спеки на 84%. Частота дихання та ректальна температура корів, які охолоджувались за такої комбінації були зменшені [35]. Крім того, поєднання тунельної вентиляції та зрошування позитивно вплинуло на споживання корму (+11-12%), продуктивність (+2,6-2,8 кг/корову/добу), знизил вміст соматичних клітин у молоці, тоді як якісний склад молока залишився незмінним [87].

Основними недоліками зрошувальних і спринклерних систем є витрати великих об'ємів води (залежно від кліматичних особливостей регіону до 215 л за добу на одну голову з витратами води на процеси доїння, прибирання та напування) котра після використання стає стічними відходами. Це в свою чергу несе не лише економічні, а й екологічні наслідки, особливо у регіонах (або країнах) з обмеженими запасами прісної води [130]. Використання спринклерів значно зменшує частоту дихання та знижує вплив відволікання тварин на комах (рухи хвостом, переминання з ноги на ногу, посмикування шкіри та закидання голови), але і разом з цим і до збільшення випадків уникнення тваринами зон зрошування, в момент перших стресових потраплянь струминок води на тіло [18, 13].

Автор [9], довів, що використання ефективних систем охолодження, з застосуванням вентиляторів у поєднанні з зрошуванням в родильному відділенні у період з 10.00 до 18.00 год порівняно з охолодженням лише вентиляторами стримує зниження продуктивності, вмісту молочного жиру, покращує ріст телят та скорочує сервіс-період у корів. Відчуття температури змінюється внаслідок зміни швидкості руху вітра, котре має вплив на конвекційне охолодження тварин.

Рекомендована швидкість руху повітря для молочних ферм США в періоди високих температур навколишнього середовища становить від 1,8 до

2,8 м/с [15]. Однак швидкість потоку повітря в природньо вентильованих приміщеннях дуже не рівномірна [11] і залежить не тільки від особливостей внутрішнього планування приміщення, а й від таких деталей, як наявність тварин, котрі стоять на шляху потоку повітря і тим самим змінюють напрямок руху інших тварин, котрі лежать чи знаходяться на нижчому або вищому рівні [15]. Показник швидкості руху повітря суттєво впливає на тепловий баланс організму тварин, здійснюючи охолоджувальну дію і знижуючи температуру тіла тварин [17]. Посилення швидкості руху повітря за низької вологості й високої температури спричиняють переохолодження і можуть призводити до виникнення легеневих захворювань. У зимовий період за тривалого перебування тварин на фідлотах (відгодівельних майданчиках) при швидкості руху повітря 5-7 м/с і температурі повітря до мінус 20°C трапляються випадки обмороження окремих частин тіла [19].

Важливе значення при утриманні корів у легкозбірних приміщеннях в країнах з помірно-континентальним кліматом є утеплення світловентиляційних штор у зимовий період. Встановлено, що використання утеплення штор з застосуванням полівінілхлориду здатне продовжити на 13 діб допустимі норми швидкості руху вітру у приміщеннях та більш ефективно захистити тварин від впливу навколишнього середовища за різних категорій швидкості вітру, а також знизити швидкість руху повітря у приміщеннях на 11,68-21,74% порівняно з неутепленими приміщеннями різних конфігурацій та висоти бокових стін [21].

Тривалі атмосферні опади у вигляді дощу протягом весняного періоду при утриманні тварин на вигульних майданчиках різних типів (з навісами та без) за середньодобових температур на рівні +12,1 °C і нижче впливають на добові витрати енергії яка розходується на метаболізм і теплообмін, а також на відпочинок у положенні лежачи [19, 49]. Існує залежність впливу підстилкового матеріалу у періоди низькотемпературного навантаження (-11,8 °C і нижче) на показники витрат обмінної енергії на тепловий обмін та поведінкові реакції у корів [42, 43]. Так, за використання глибокої довгонезмінюваної солом'яної підстилки загальні витрати енергії на теплопродукцію склали на 2,95 і 2,43 МДж,

що менше, порівняно з утриманням на підстилці із тирси та висушеного гною. Також за цього варіанту підстилкового матеріалу вищим був і показник тривалості відпочинку у положенні лежачи – на 38 та 25 хв відповідно.

Аналізуючи вже встановлені на даний час дані зроблено спробу систематизувати результати наукових досліджень щодо впливу температурних стресів на здоров'я, добробут та продуктивність молочної худоби. Враховуючи процеси глобальних змін клімату протидії температурним стресам у тваринництві набуває неабиякої актуальності, адже має прямий вплив на продовольчу безпеку. Мінімізувати вплив температурного стресу на організм молочних корів можна за рахунок генотипових факторів та факторів зовнішнього середовища, або їхнього поєднання. Зовнішні фактори, котрі включають використання засобів регулювання мікроклімату (системи зрошування тварин водою, примусова або природня вентиляції, використання навісів для тіні влітку та засобів утеплення бокових штор взимку, тощо) є більш ефективними за рахунок швидкості введення в експлуатацію, але несуть за собою неминучі амортизаційні відрахування, котрі вплинуть на собівартість продукції і рентабельність виробництва. За рахунок створення комфортних умов збільшується кількість діб (або годин доби) з термонеутральною температурою, покращуються показники добробуту, продуктивності і відтворних ознак корів. Застосування стратегій годівлі з використанням кормових добавок, котрі сприяють кращій протидії температурним стресам, не будуть мати повноцінного ефекту без одночасної дії технологічних рішень. До того ж це потребує періодичних витрат, котрі впливатимуть на вартість кормів.

Генотипові фактори, котрі полягають у розведенні терmostійких порід тривалі і на даний момент не є концептуально вивченими з точки зору диференціації адаптаційних ознак тварин у різних континентах, широтах і природно-кліматичних зонах. Найбільш перспективною з точки зору впливу на показники здоров'я та добробуту корів є стратегія, котра б поєднувала всі ці фактори. Подальші комплексні дослідження повинні включати в себе оптимальні

інженерні, генетичні та годівельні рішення, перш за все для мінімізації негативних наслідків зміни клімату на здоров'я і рівень продуктивності тварин.

2.2. Адаптаційні ознаки корів

Пристосування організму тварин до нових змін середовища росташування, клімато-географічних і природних умов, умов годівлі та утримання прийнято називати акліматизацією. На думку Сирацького Й. З. та ін. [65], акліматизацією називається «... процес пристосування тварин до нових умов середовища». Початковий період тварина помітно страждає в нових умовах, часто піддається захворюванням і це протікає тим важче, чим більше розходження в попередніх і нових умовах середовища. Вчені, що вивчають акліматизацію голштинської худоби, яка була імпортована з Німеччини, зазначають, що завезені тварини та їх дочки другої генетико-екологічної генерації проявили добру молочну продуктивність. Однак відтворювальна здатність покращується лише у другій-третьій генетико-екологічній генераціях [41, 67].

Акліматизація являє собою процес пристосування популяції до нових умов життя за межами природного ареалу в результаті виробленої людиною інтродукції [38]. Вона характеризується не тільки виживанням і розмноженням переселених особин, але й нормальним розвитком в новому середовищі наступних поколінь. Географічний ландшафт всією сукупністю своїх елементів впливає на організм, примусово змушуючи всі особини варіювати в певному напрямку, наскільки це допускає організація даного виду [49].

Управління ареалом і чисельністю виду шляхом акліматизації вимагає глибокого розуміння і вмілого використання досягнутих в процесі еволюції пристосувань – відносин організму до зовнішнього середовища [50]. Важливою проблемою для завезеної худоби із «своєї» природно-кліматичної зони походження, є природні умови експлуатації.

Для з'ясування закономірностей адаптації важливим є вивчення явища акліматизації тварин, завезених в нове середовище проживання. Основними факторами, що впливають на акліматизаційну здатність тварин, є фактори зовнішнього середовища такі як: умови утримання, температура, швидкість

вітру, атмосферний тиск, вологість, освітленість приміщень, кількість і якість кормів. Кожен з цих факторів суттєво впливає на адаптивні можливості організму. Племінні тварини, що сформувалися в певних екологічних умовах, мають добре збалансовані обмінні процеси, котрі відбуваються у організмі. При переміщенні їх в умови середовища, які різко відрізняються від умов їх походження, відбуваються адаптивні реакції. Адаптацію розглядають як перетворення в організмі біологічних процесів в напрямку властивого їм гомеостазу в мінливих умовах проживання [65].

Високопродуктивні тварини активно реагують на зміну умов утримання та раціону годівлі. То ж з завезеною худобою необхідно працювати спільно з фахівцями з годівлі, вирішуючи проблеми метаболічних порушень в організмі худоби в результаті акліматизації [50].

Спонтанний імпорт високопродуктивної худоби та її розведення в нових кліматичних умовах без попередніх тестів може дати негативний результат. Безсистемне завезення великих партій худоби з однієї частини ареалу в іншу стирає відмінності між зональними внутрішньопородними типами, порушує їх пристосованість до комплексу природно-господарських умов чітко визначеної зони [1].

Адаптивність не є початковою властивістю комплексу ознак, вона виникає лише у взаємодії з зовнішніми умовами. Серед великої різноманітності чинників зовнішнього середовища, які надають багатоступінчатий вплив на організм, є загальні для всіх тварин, наприклад, світло, температура, атмосферний тиск, сонячні ритми та інші [52].

Під час тривалих екстремальних впливів, сумісних з нормальною життєдіяльністю, виникає адаптивна перебудова функцій, яка істотно розширює межі існування організму. Однак коливання умов середовища, в якому може відбуватися фізіологічна адаптація, мають певні межі, характерні для кожного виду, а також для кожного данного організму [59].

Говорячи про адаптацію, необхідно виділити поняття тимчасової, але недосконалої адаптаційної реакції, що виникає відразу після початку дії

подразника, і поняття довгострокової адаптації, що виникає на основі багаторазової реалізації тимчасової адаптації. Перехід від тимчасової до довготривалої адаптації створює можливість здійснення кормової життєдіяльності організму. Тимчасова й довгострокова адаптація здійснюється за участю нервово-гормональних механізмів всього організму. Термінова адаптація проявляється стрес-реакцією на порушення гомеостазу дією будь-якого подразника [50].

У будь-якому визначенні поняття біологічної адаптації обов'язковим його елементом є зв'язок організму (популяції) з зовнішнім середовищем – усім тим, що оточує організм і прямо або побічно впливає на його стан, розвиток, можливості виживання і розмноження. Морфологічні адаптації формуються протягом тривалого часу і залишаються у всіх представників популяції. Фізіологічні адаптації виробляються за менш короткий часовий проміжок. А за механізмом включення вони мають терміновий характер. Фізіологічні адаптації покликані забезпечувати негайну реакцію організму на дію несприятливого чинника середовища. Вони швидко включаються і припиняються [79].

Адаптація сільськогосподарських тварин призводить до реалізації фенотипу, оптимального по відношенню до стану середовища. Якщо мова йде про швидкі перебудови розвитку і функціонування організму, то оптимум досягається по відношенню до поточного стану навколишнього середовища. Коли мова йде про повільні перебудови, що виражаються в зміні генофонду популяцій, то для їх реалізації необхідний процес відбору, і оптимальність фенотипу досягається лише в сенсі середньої за часом пристосованості. Виниклі в результаті адаптації до умов навколишнього середовища що змінилися, фенотипічні зміни, з часом, фіксуються в популяції на рівні генотипу. Сенс заміни модифікації генетичною детермінацією може бути укладений в тому, що для підтримки модифікацій необхідні додаткові витрати ресурсів, тоді як генотип реалізує даний фенотип без додаткових витрат, тим самим вивільняючи адаптаційні ресурси [80].

Під фізіологічною адаптацією в чистому вигляді дослідники розуміють процес підтримки такого функціонального стану гомеостатичних систем і організму в цілому, який забезпечує збереження його розвитку, працездатність, здатність до відтворення здорового потомства, максимальну тривалість життя в певних умовах середовища [82].

Стрес є специфічною в рамках норми реакції відповіддю тваринного організму на будь-який подразник великої сили і тривалості впливу (холод, спека, надмірне фізичне навантаження, ізоляція стадної тварини і т. д.). Помірний систематичний стрес підвищує адаптивні властивості, знижує емоційну реактивність організму. У той же час, тривалий стрес і стрес, що посилюється додатковими стрес-факторами, призводить до негативних морфофункціональних змін організму або його загибелі [64]. На першій стадії починається процес мобілізації системи регуляції. У цей період опірність організму знижується і, якщо сила впливу не перевищує компенсаторних можливостей організму, розвивається друга стадія – резистентності та адаптації. В цей період опірність організму шкідливій дії зовнішнього фактору підвищується. При тривалому впливі надзвичайного подразника компенсаторні можливості організму можуть вичерпатися, в цьому випадку здійснюється перехід в третю стадію – виснаження, зміни і реакції, які мають незворотній характер, і призводять до загибелі тварини [71].

Стресові ситуації змушують організм тварини адаптуватися до нових умов існування [49]. У великої рогатої худоби це відбувається найбільш активно – змінюється кормова поведінка, знижуються жива маса і продуктивність. Однак з часом організм пристосовується, і всі показники приходять в норму [74]. У зв'язку з цим, селекція і відбір за ознакою високої генетично детермінованої стійкості організму до стресу – один з найбільш важливих шляхів вдосконалення порід і ліній сільськогосподарських тварин з метою придатності їх до вимог сучасного інтенсивного тваринництва [21]. На думку багатьох авторів, у міру формування стійкої адаптації порушення гомеостазу, який є складовою стимул стрес-симптому, поступово зникає, як і сам стрес-симптом, зігравши важливу

роль в становленні адаптації. Це становлення між стресом (агресією) і адаптацією є доказом того, що стрес склався в процесі еволюції як необхідна неспецифічна ланка в системі складного цілісного механізму адаптації. Повна свобода від стресу означала б смерть. Стрес проявляється, як сукупність стереотипних реакцій організму, які викликані будь-яким сильним, надмірно сильним або екстремальним впливом на організм і супроводжується перебудовою адаптивних властивостей організму [22].

Борщ О. О., та ін. [20], відзначав, що в умовах промислової технології первістки з низьким типом стресостійкості за наявності великої кількості стрес-факторів не можуть проявити потенціал молочної продуктивності в повній мірі, як за надоєм, так і за якістю молока.

У товарному тваринництві біологічні та економічні вигоди часто вступають в протиріччя. Стрес-фактор малої і середньої сили (наприклад, холод) підвищує імунітет тварини. Однак при цьому має місце зниження продуктивності тварин, підвищуються витрати кормів на одиницю продукції. Отже, в товарному тваринництві стресів по можливості слід не допускати, з тим, щоб виключити додаткові витрати. У племінному тваринництві помірні стреси бажані, оскільки вони зміцнюють захисні сили племінних тварин, підвищують їх репродуктивні якості і резистентність молодняку [67, 68].

Автор [15], прийшов до висновку, що стабілізуючий відбір обумовлює елімінацію крайніх варіантів з різними спадковими і модифікованими відхиленнями. При цьому інтенсивність елімінації посилюється при адаптації тварин до нових еколого-кліматичних і господарських умов. Розвиток стад здійснюється при зміні поколінь тварин в конкретних умовах господарств. При цьому кожне нове покоління має властивості попереднього і деякі нові якості, що виникли внаслідок комбінацій батьківських генотипів і зміни на цій основі системи кореляцій між ознаками.

Отже, переважаючими факторами розвитку стад є популяційно-генетичний стан материнського покоління корів, генотипові особливості бугаївплідників, які використовуються в стаді і характер змін в технології

виробництва продукції. Зміна факторів навколишнього середовища, рівня годівлі та утримання сприяють прискоренню або уповільненню процесів розвитку [69].

Найбільш інформативними показниками успішної адаптації імпоротної худоби завезеної по імпорту є висока продуктивність, прояв нормальних репродуктивних функцій, пристосованість до інтенсивної промислової технології, місцевих природно-кліматичних умов, ефективність використання кормів, чим займалися ряд вчених [70, 71, 72, 73, 174, 75]. Період формування індивідуальної адаптації великої рогатої худоби до нових умов може тривати більше чотирьох років. Реакція адаптації виникає при впливі різних стресових ситуацій, пов'язаних з відхиленням від рівноваги з порушенням стабільності організму.

Навколишнє середовище впливає на стан, розвиток та продуктивні ознаки тварин. В оптимальних умовах середовища період адаптації проходить більш сприятливо. Завдяки високій біологічній пластичності і добрій адаптаційній здатності в нових екологічних умовах швіцька худоба зі Швейцарії успішно експортувалася в багато країн світу з різними природнокліматичними і господарськими умовами [76].

Висока адаптаційна здатність і добра пристосованість до нових технологічних процесів дозволили швіцькій породі великої рогатої худоби протягом тривалого періоду бути основною поліпшуючою породою при виведенні нових бурих порід у різних країнах світу. Так, за участю швейцарської породи в XVIII столітті були виведені альгаузька, баварська, бура італійська і бура французька породи. У XIX столітті за участю швіцької породи виводились бурі американська, канадська, іспанська та інші породи, а в XX столітті – бура карпатська, лебединська та бура молочна [77].

Отже, акліматизаційні й адаптаційні особливості худоби мають велике значення у ефективності виробництва продукції скотарства при застосуванні сучасних технологій та в умовах глобальних кліматичних змін. Ці особливості залежать від породи, породності, індивідуальних особливостей, рівня

виращування та інших факторів. Вивчення і розробка методів підвищення акліматизаційних і адаптаційних ознак худоби під час її експлуатації в умовах застосування інноваційних технологій та різних кліматичних умов, постійно потребують наукового вирішення.

2.3. Поведінка молочної худоби та її використання в управлінні технологічними процесами

На ранніх етапах розвитку своєї історії людство виявляло інтерес до поведінки тварин. Ще перші мисливці вивчали поведінку своєї здобичі, про що свідчать численні малюнки на стінах печер. Науковий підхід до вивчення поведінки тварин бере свій початок з робіт натуралістів XVIII століття, таких як Уайт і Леруа, проте саме Чарлз Дарвін вважається основоположником наукового підходу до вивчення поведінки тварин. Вивчення поведінки тварин з наукової точки зору розпочато порівняно недавно, більш детально вивчалася поведінка диких тварин і в меншій мірі – поведінка сільськогосподарських тварин [1, 78, 79].

Поведінку прийнято вважати найважливішим показником виявлення усіх відхилень у здоров'ї та продуктивності тварин. Вона проявляється в усіх елементах технології виробництва, утворюючи в комплексі з кліматичними, механічними і організаційними, складну систему. Наука про поведінку тварин переживає період бурхливого розвитку, як щодо фундаментальних досліджень, так і в прикладних аспектах. Сам термін «етологія» і спроби вивчення поведінки тварин шляхом зовнішнього детального її опису відносяться ще до праць Р. Реомюра, Г. Бюффора, Ж.-Б. Ламарка, Ф. Кюв'є, які визнавали наявність у тварин розуму, що забезпечує їм здатність до навчання і використання життєвого досвіду [80, 81].

Етологія сільськогосподарських тварин інтенсивно розвивалася в період вдосконалення технологій у тваринництві в 60-80-х роках XX століття. Потреба в дослідженнях з генетики поведінки цілком виправдана, так як селекційний процес постійно вдосконалюється, і необхідне використання нових методів отримання цінних генотипів тварин [46].

Поведінка тварин – це наука про життєдіяльності організму, взаємодію генотипів і факторів довкілля в період від зиготи до отримання приплоду, вирощування, утримання та експлуатації тварин, визначення людиною систем та методів їх розведення [183]. Поведінка є однією з основних форм життєдіяльності організму, спрямованої на задоволення його домінуючих біологічних або соціальних потреб, що забезпечують пристосування до умов навколишнього середовища [84, 85, 86].

Етологія великої рогатої худоби – це, перш за все вивчення особливостей зовнішнього прояву поведінки: опису реакцій та їх послідовностей. Вивчення такого «репертуару» у корів – це фізіологічна частина роботи, яка багато в чому визначається анатомією великої рогатої худоби та її генотипом. Згідно з генетичними дослідженнями, вроджена частина поведінки становить близько 50% всіх елементів поведінки вищих ссавців, а соціальна поведінка навіть на 70% визначеної генотипом тварин [78].

Поведінка – це функція організму, що забезпечує процес адаптації тварин до зовнішнього середовища. У більш широкому розумінні поведінка тварин – це зовнішній прояв життєдіяльності організму, обумовлений спадковістю і факторами зовнішнього середовища. Все розмаїття поведінкових форм реакцій, властивих особинам, популяції, формується в процесі жорсткого відбору найбільш пристосованих тварин до умов їх існування [87]. Етологічні дослідження необхідні, перш за все, для створення оптимальних умов утримання, як на промислових комплексах, так і на традиційних фермах. Вивчення поведінкових реакцій тварин різних порід дає можливість знайти шляхи підвищення їхньої продуктивності в конкретних умовах годівлі та утримання. Поведінку можна назвати одним з найбільш ефективних механізмів пристосування, який має значення для підтримки гомеостазу в організмі [18, 88, 89].

Використання етологічних показників у селекційному процесі цілком залежить від методу, що дозволяє висловлювати інформацію про поведінку тварин у кількісних нормованих одиницях. Поряд з розумінням значущості

окремих актів поведінки, важливе значення для відбору і підбору тварин має оцінка генетично детермінованих властивостей поведінки, що відображають співвідношення (пропорцію) активності спокою в життєдіяльності організму [90].

Ґрунтуючись на класифікації безумовних рефлексів, систему поведінки сільськогосподарської худоби можна поділити на гомеостатичну (харчова, екскреторна, комфортна), репродуктивну (статева, материнська), групову (стадна, ієрархічна, копіювання, ігрова), оборонну (сторожова, агресивна, заचाювання), дослідну і розумову [19].

Поведінкові реакції тварин являють собою складну сукупність різних видів і ступенів тимчасових зв'язків, які постійно виникають і загальмовують в процесі життєдіяльності організму. Формування простих і найскладніших комбінацій тимчасових зв'язків на базі безумовних рефлексів і на підставі раніше вироблених умовних здійснюється безперервно і являє собою процес накопичення життєвого індивідуального досвіду [5].

Процес подорожчання енергоресурсів змушує шукати шляхи використання природних здатностей великої рогатої худоби виживати і бути високопродуктивними в різних середовищах існування [1,9].

Класифікація поведінки створена для відображення закономірних зв'язків між елементами поведінки тварин. Так, ще І. П. Павлов відзначав кормову, агресивну, оборонну, ігрову, орієнтовну, статеву і батьківську поведінку [1, 78]. Система вивчення поведінки сільськогосподарських тварин здійснюється людиною через чотири підсистеми управління: соціальнопсихологічну, будівельно-технологічну, організаційно-виробничу і селекційно-генетичну.

Дослідженнями авторів встановлено, що у високопродуктивних стадах корови у середньому за добу повинні 50% часу відпочивати, 21% споживати корми, 4% – пити [1,9].

Дослідник [38], запропонував свою класифікацію поведінкових актів, розділивши всю поведінку сільськогосподарських тварин на: стадную, кормову, комфортну, статеву, материнську, продуктивну.

Деякі вчені [28], використовуючи реєстрацію поведінки корів за методом В. І. Великжаніна, показали, що надої залежать від «індексу харчової активності» тобто, більш «ненажерливі» корови, частіше і довше проявляли акти кормової поведінки, давали більше молока. Обчислені на підставі азбуки В. І. Великжаніна індекси виявляються важливими при відборі більш продуктивних тварин. З усіх видів поведінкових реакцій для практики тваринництва найбільше значення має кормова поведінка, так як вона безпосередньо пов'язана з продуктивністю тварин [35].

Для оцінки групової поведінки використовують такі показники: стадність (вроджене прагнення тварин знаходитися в співтоваристві), агресивність (загрози, напади), лідерство, підпорядкування та ін.

В даний час встановлено, що кормова і групова поведінка по-різному впливають на молочну та м'ясну продуктивність. Для промислового тваринництва важливо проведення відбору тварин, що мають високу швидкість адаптації до нових умов, стійкість до захворювань і малу схильних до стресових станів [1,7,8, 17].

При підвищенні кормової активності величина надою і приріст живої маси зростають; зростання групових взаємодій призводить до зниження середньодобового надою. Це цілком закономірно, так як посилення реакції прийому корму і жуйки збільшує приплив поживних речовин в організм, а наростання чисельності групових контактів зумовлює їх витрати в процесі м'язової роботи. Жуйка тварин є одним з найбільш важливих показників в етології поведінки. Вона може проходити в двох положеннях стоячи і лежачи, найкращою є пережовування корму в положенні лежачи, так як при цьому організмом витрачається менше енергії, що в свою чергу призводить до збільшення молочної продуктивності [35].

Типом вищої нервової діяльності називається сукупність вроджених і набутих властивостей нервової системи конкретного індивідуума, які визначають характер взаємодії організму з зовнішнім середовищем [1,7,8]. В основу поділу тварин на типи нервової діяльності покладені такі властивості

нервових процесів, як сила, врівноваженість і рухливість. Під їх силою розуміють здатність нейронів кори головного мозку та периферійних систем зберігати адекватні реакції на сильні і надсильні подразники, а під врівноваженістю – їх збалансованість або переважання одного над іншим; відповідно під рухливістю – швидкість переходу процесу збудження до гальмування і навпаки [1, 4, 7, 9]. З комбінацій перерахованих показників виділено чотири спільних для тварин і людини типів [1,7,8]. Павловська класифікація таких типів збігається з класифікацією темпераменту за Гіппократом: I тип – сильний, неуврівноважений, нестримний (холерики), коли умовні рефлекси виробляються швидко і відрізняються сталістю, а гальмівні рефлекси – виробляються з труднощами; II тип – сильний, уврівноважений, рухливий (сангвініки), коли умовні рефлекси виробляються швидко і міцно утримуються; III тип – сильний, уврівноважений, інертний, з малою рухливістю нервових центрів.

Позитивні і негативні рефлекси виробляються повільно, але утримуються стійко; IV тип – слабкий, коли процеси збудження і гальмування дуже слабкі, орієнтовна реакція носить напружений характер, легко наступає зовнішнє гальмування, умовні рефлекси виробляються з труднощами. Продуктивні ознаки тварин формуються за складної взаємодії генетичних і паратипових факторів, істотний вплив при цьому має технологія вирощування ремонтного молодняку. Відомо, що однією з найбільш поширених причин порушення функціонального стану організму є недостатня рухова активність, тварин. Так, встановлено тенденцію підвищення продуктивних ознак корів при відборі їх за індексом рухової активності, хоча така оцінка і не є статистично вірогідною [22, 78, 85].

Одним з резервів підвищення продуктивності є реалізація генетичного потенціалу сільськогосподарських тварин на основі раціонального використання етологічних показників. Встановлено, що зміна зовнішніх умов призводить до перебудови адаптивної поведінки тварин і їх рухової активності, що дозволяє використовувати поведінкові особливості організму для оцінювання ефективності різних способів утримання. Поглиблене вивчення причин, що

викликають зміну поведінки сільськогосподарських тварин, дозволить оцінити і розробити найбільш раціональні та ефективні системи взаємодії організму з технічними засобами, факторами годівлі і іншими реаліями промислової технології [18].

В умовах впровадження інтенсивних методів виробництва продукції при розведенні великої рогатої худоби на комплексах, як з прив'язним, так і з безприв'язним утриманням, необхідно використовувати тварин з певним динамічним стереотипом, що сприяє формуванню високої молочної продуктивності. Оскільки поведінка має спадкову основу, найбільш значущі її параметри цілком можна використовувати при відборі племінних тварин [1,8].

Аналіз результатів селекційно-племінної роботи з породами великої рогатої худоби комбінованого напрямку продуктивності вказує на перспективність використання етологічних індексів кормової, рухової і загальної активності [18].

Під «відпочинком» мається на увазі перебування в лежачому або стоячому положенні, коли тварина не проявляє іншої активності, крім пережовування їжі. При цьому обмежений будь-який рух, знижена реактивність на зовнішнє спонукання, очі найчастіше закриті. Згідно з дослідженнями ряду авторів, в нормі телята лежать по 13 годин на добу, бугаї по 12 год і лактуючі корови від 7 до 10 год на добу (п'ять добових періодів, приблизно по 1,5 год кожний) [20,22]. При безприв'язному утриманні корови бувають змушені скоротити відпочинок до 5 годин на день. Чистота та сухість у боксах суттєво збільшують тривалість відпочинку тварин [20]. Результати вивчення поведінки корів при стійловому утриманні в залежності від температури повітря показали, що при зниженні температури повітря в приміщенні до +5°C збільшувався час стояння, при одночасному скороченні часу на відпочинок лежачи. Скорочення часу лежання корів пов'язано з тим, що при зниженні температури повітря підлога ставала холодною і корови вибирали відпочинок стоячи, ніж лежачи [23].

Одним з основних показників, що визначають комфортне утримання корів, є забезпечення необхідної площі для відпочинку розрахунку на одну

тварину, конструктивні особливості боксу [24, 25, 26]. Відзначено, що комфортне місце відпочинку відноситься до помірного фактору, який впливає на молочну продуктивність та пов'язаний з рентабельністю виробництва молока [27].

Результати спостереження за коровами, розділеними за індексом загальної активності показали, що тварини, які мали більш високий рівень активності більше часу проводили стоячи і менше в положенні лежачи. Так, тварини сильно пасивного класу в положенні лежачи проводили в середньому 782,5 хв, що перевищувало показники ровесниць пасивного класу на 86,5 хв, або 11%, активного на 87,5 хв або 11,2%, ультраактивного – на 175,5 хв, або 22,4%. Відпочинок під час сну пов'язаний не тільки з обмінними процесами, що відбуваються в організмі, а є нормальною фазою в загальному комплексі поведінки тварин [1,7,8]. Тривалість сну у дорослої худоби становить – від 50 хв до 4 год на добу. Споживають корови протягом дня 5-6 годин за добу, але для лімітованого прийому кормів тварині потрібно менше часу, ніж за не лімітованого [20]. Час, витрачений на прийом корму, залежить, перш за все від його смаку і якості, величини даванки, від звичок до певних кормів, живої маси тварини, віку, ступеня вгодованості [1,7,8]. При складанні розпорядку дня на фермі необхідно враховувати нарівні з фізіологічними особливостями тварин кількість і якість згодованих в різні періоди кормів [2,10]. У період роздоювання, коли корови споживають велику кількість соковитих і концентрованих кормів, вони значно частіше підходять до годівниць і витрачають на поїдання корму на 1 годину більше, ніж у сухостійний період. Однак сухостійним коровам необхідно більше часу на пережовування їжі, так як жувальний процес у них триває на 73 хв більше, ніж у дійних, що пов'язано з великим вмістом в раціоні грубих кормів. Поведінка корів знаходиться в прямій залежності від особливостей технології утримання та доїння. Корови при безприв'язному утриманні мають більшу кормову активність та на прийом корму і жуйку витрачають на 5% більше часу, ніж корови на прив'язному утриманні [2,11]. Високопродуктивні

корови витрачають більше часу на жуйку, у них відповідно більша кількість жуйних періодів на відміну від низькопродуктивних [2,12].

В умовах ферм США встановлено, що високопродуктивні корови підходять до кормового столу до 12 разів перебуваючи біля нього до 5 годин на добу [2,13]. Дослідження проведені на первістках в умовах добровільного роботизованого доїння відзначено, що процес жуйки у корів тривав $258,5 \pm 33,23$ хвилин або 18,0% добового часу [2,14]. При цьому жуйка у тварин відбувалась, в основному, лежачи, і становив 58,8% від загального часу жуйки. Виявлено безпосередню залежність між часом лежання корів і тривалістю жуйки за добу (коефіцієнт кореляції +0,62). Кількість періодів жуйки за добу в середньому складала $13,0 \pm 0,86$ разів. Час на один сеанс пережовування в середньому становив $33,83 \pm 9,98$ хв. За даними, отриманими у іранських дослідників, тривалість добової жуйки у лактуючих корів у положенні лежачи становила від 251 до 304 хв. Жуйка лежачи при цьому була тривалішою, в 2,8-3,1 рази. Вода є необхідною складовою для біохімічних процесів в організмі, а також служить для регуляції температури тіла. Так, при прив'язному утриманні тварини споживають воду від 5 до 7 разів, загальний період споживання становить 5-8 хвилин на добу. Споживання води в нічний час було одиничним. Частота і кількість споживаної води залежали від годівлі і умов довілля. Так, корови при добовому надої 15-20 літрів випивали 38 кг води, а при надоях 20-25 кг до 40 літрів, а вище 25 кг – до 50-60 літрів. Частота пиття різна і залежить від особливостей утримання і умов середовища. Потреба у воді змінюється в залежності від типу годівлі, температури навколишнього середовища та фізіологічного стану тварин. На фермах худоба п'є кожні 2-4 години. Пиття синхронізується з годівлею і доїнням. Залежно від швидкості надходження води в напувалку тварини п'ють від 1,2 до 12,2 хв. Результати досліджень, показують, що голштини канадської селекції на прийом води в денний час доби витрачали на 4,2 хвилини більше, ніж аналоги чорно-рябої породи місцевої селекції, а в нічний час перевага становила 75% [1,8].

Широке застосування етологічних знань у практиці дає змогу створити максимально комфортні умови утримання корів. Особливо чітко це простежується за умов прив'язного утримання де тварини звикають до захищеного людиною спокійного, індивідуального проживання, але таке утримання потребує більших витрат [1,7,9]. Основними перевагами традиційного прив'язного утримання є постійне місце годівлі, напування, відпочинку та доїння, які забезпечують сприятливі умови для індивідуальної годівлі й обслуговування кожної корови відповідно до її продуктивності і фізіологічних особливостей.

Основними вимогами до корів є придатність їх до машинного доїння. Крім того, наявність постійних місць годівлі й напування, відпочинку і доїння, облаштування теплого сухого лігва, індивідуальний підхід до годівлі, доїння та інших операцій при цьому способі утримання сприяють ефективному роздоюванню [1,7,40].

Поведінка тварин найчастіше змінюється під час перегрупування, зміни умов утримання, зменшенні площі підлоги для руху та відпочинку, збільшенні щільності поголів'я у приміщеннях, дії шумового подразника, коливанні температурного та вологісного режимів повітря. Ці фактори призводять до тимчасового зниження продуктивності та плодючості, резистентності та збереженості молодняку, економічних збитків [37]. За прив'язного утримання у стійлах із солом'яною підстилкою і на решітчастій підлозі без підстилки на відпочинок лежачи упродовж доби тварини витрачали понад 46% часу. Довше відпочивали корови в боксах із солом'яною підстилкою – понад 53% часу доби. Менше всього добового часу витрачали корови на споживання корму й води – (14,4%) за прив'язного утримання у стійлах із решітчастою підлогою.

Встановлено, що корови-первістки стійкого типу стресостійкості за безприв'язного боксового утримання, порівняно з тваринами врівноваженого типу стресостійкості, відпочивають довше [42]. При безприв'язно-боксовому утриманні провідне значення мають параметри боксів. Якщо вони менших

розмірів ніж потрібно, тварини менше відпочиватимуть, збільшиться їхня рухливість, а у великих – відбуватиметься забруднення місць відпочинку [2,18].

В основу безприв'язного утримання корів на глибокій незмінній підстилці покладено утримання тварин великими групами без фіксації біля місць годівлі й відпочинку. Висока ефективність виробництва молока на комплексі з безприв'язним утриманням досягається за рахунок безперебійного та чіткого функціонування заготівлі кормів, кормороздавання, доїння і гноєвидалення. Вони можуть бути організовані по різному і залежно від цього можлива велика кількість варіантів безприв'язного утримання корів [18]. Для забезпечення добробуту корови повинні мати можливість проявляти свої життєві реакції природним чином – має бути достатньо вільного простору, свободу пересування і можливість збереження ієрархії в групі [18, 27, 34].

Аналіз різних способів організації місць відпочинку за безприв'язного утримання тварин (в боксах, комбібоксах, на змінній та глибокій підстилці) показав, що найкращим варіантом для відпочинку корів є бокси, в яких завжди можна підтримувати необхідну чистоту та створити індивідуальну обмежену комфортну зону відпочинку для кожної тварини, що надзвичайно важливо, оскільки високопродуктивна корова повинна знаходитись в положенні лежачи не менше 12-15 годин на добу. За правильної організації місць відпочинку 80% тварин після доїння споживають корм, п'ють воду і відпочивають лежачи [1,78]. Кожна додаткова година відпочинку молочних корів підвищує їхню продуктивність в межах 1 кг за добу. Це зумовлено тим, що в положенні стоячи тварини витрачають на 9% більше енергії. Усі фізіологічні процеси, спрямовані на секрецію молока, в положенні лежачи проходять більш інтенсивно, оскільки біля 80% часу відпочинку корова жує жуйку [2,19]. Згідно з нормами технологічного проектування, які чинні в Україні, ширина боксів повинна становити 1,0-1,2 м, а довжина (глибина) – 1,9-2,2 м. Проте як самі розміри боксів, так і їхнє розташування не завжди забезпечують якісний відпочинок корів (у тих випадках, коли не врахована маса та екстер'єрні характеристики високопродуктивних корів) [2,21]. В зв'язку з цим вони обмежують звичайну

їхню поведінку під час лягання і вставання. Найбільший вплив на тривалість відпочинку тварин має характер лігва (тверде чи еластичне покриття, наявність підстилки чи її відсутність, чисте чи забруднене, сухе чи мокре, холодне чи тепле). При цьому слід особливу увагу приділяти еластичності покриття боксів.

Тверде покриття негативно впливає на кінцівки тварин, викликаючи травмування суглобів і не бажання лягати [2,22]. Коли тварина лежить, то $\frac{1}{3}$ частина поверхні її тіла стикається з підлогою, яка повинна бути досить теплою [2,23]. Втрати тепла через підлогу становлять 12-20% загальних втрат тепла приміщення і залежать від теплофізичних характеристик підлоги, у зв'язку з чим підлога повинна відповідати нормативним фізико-механічним і санітарно-гігієнічним вимогам. Так, вона повинна бути міцною, водонепроникною, малотеплопровідною, з невеликим нахилом до каналізаційного лотка, не жорсткою, не слизькою, стійкою проти впливу агресивного середовища (гній, сеча, дезінфікуючі речовини), а також зручною для очищення і дезінфекції. Втрачати твариною енергію корму на створення теплової енергії, що використовується на прогрів підлоги, замість перетворення її в молоко досить нераціонально.

Перевитрата фізіологічного тепла в кількості 100 ккал/год (різниця між теплопоглинанням 1м² бетонної і дерев'яної підлоги при 12-годинній тривалості лежання тварини) відповідає за калорійністю 2 літрам молока [2,24]. Підстилка із соломи якнайкраще задовольняє вимоги до підлоги тваринницького приміщення. Солома обезводнює поверхню стійла, масажує та висушує шкіру тварини. Щоб запобігти травмуванню гомілкових суглобів на твердих покриттях підлоги, необхідно постійно утримувати корів у чистих стійлах з достатньою кількістю підстилки. За прив'язного утримання 1,5-2 кг соломи на добу на одну голову є запорукою здоров'я тварини. Оптимальна норма внесення соломи для підстилки за безприв'язного утримання корів в індивідуальних боксах, в розрахунку на одну голову, становить 1 кг на добу, а за групового утримання на глибокій довгонезмінній підстилці – 8 кг і при добовій заміні – 4,5 кг на добу [2,23].

РОЗДІЛ III. ПРИНЦИПИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ГОДІВЛІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМОВАНОГО ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ КОРІВ І ТЕЛЯТ

3.1. Залежність рівня поживних речовин в організмі та молоці великої рогатої худоби від типу і складу застосованого раціону

Наукове обґрунтування норм живлення молочної і м'ясної великої рогатої худоби, особливо в умовах інтенсивного виробництва, повинно відбуватися у зональному аспекті регіону з деталізацією складу, поживності та біологічної цінності наявних кормових ресурсів за 25-30 показниками.

Метою організації фізіологічно повноцінної годівлі тварин має бути досягнення ними генетичного максимуму продуктивності, відтворювальної здатності, подовження продуктивного довголіття за оптимальних витрат обмінної енергії та кормів, а також профілактики аліментарних захворювань [9, 15, 70, 90].

Правильно підібраний комплекс вітамінів і мінеральних добавок дає змогу підвищити рентабельність господарювання шляхом зменшення собівартості молока та яловичини від 5% і вище. Нехтування проблемою мінерального живлення навпаки спричиняє зниження продуктивності худоби до 20 % [7]. Коефіцієнт засвоєння мінеральних елементів у корів залежить від багатьох факторів, головні з яких – генотипові особливості організму і специфіка кормів [10, 17].

Широко відомо, що високопродуктивні тварини особливо вимогливі до повноцінності годівлі, оскільки для них характерний інтенсивний обмін речовин, котрий призводить до швидкого «зношення організму» та появи різноманітних патологій. Однак, в реальних виробничих умовах склад їхніх раціонів часто далекий від науково обґрунтованої структури. Так, наприклад, у вітчизняних підприємствах раціони лактуючих чорно-рябих голштинізованих корів стабільно мають дефіцит Кальцію та Фосфору (до 60 % і більше) [1,10]. За деяких умов це може бути критичним фактором для здоров'я корів, оскільки нестача мінеральних речовин найбільш небезпечна у першій половині (розпалі) лактації,

коли йде масове виведення нутрієнтів з молоком. Тоді без застосування відповідних мінеральних добавок можна спостерігати вимушену демінералізацію кісткової тканини, погіршення апетиту, зниження надоїв та жирності молока, розвиток аліментарних мікроелементозів [29, 64].

На теперішній час середній строк промислової експлуатації молочної худоби складає 3,3 лактації, але найвища продуктивність припадає на 4-5 лактацію. Основними причинами ранньої вибраковки корів (до 70%) є неплідність, мастити, хвороби внутрішніх органів. Ці захворювання часто виникають внаслідок неповноцінної годівлі при зменшенні в раціоні сіна, коренеплодів, дефіциту мінеральних речовин, підвищеній кількості концентратів і силосованих кислих кормів [1,35].

Таким чином, не викликає заперечень той факт, що продуктивність дійних корів на 65-70 % залежить від параметрів годівлі. Це підтверджується й кореляційним аналізом енергетичних показників корму і отриманого молока ($\tau^2 = 0,56-0,67$). Достеменно відомо, що на синтез одного кг молока потрібно від 7 до 10 мДж обмінної енергії або 0,7-1,0 кг корм. од. та 88-105 г перетравного протеїну [1,33, 37].

Слід зазначити, що синтез молочних білків, жирів і цукру відбувається безпосередньо в молочній залозі, де поживні речовини корму зазнають певних перетворень, але вітаміни та мінеральні речовини переходять із крові у молоко без змін. За рядом джерел [9, 43, 45, 47, 49 54, 61, 66, 69, 86] оптимальним може вважатися наступний вміст макрелементів у раціонах дійних корів, г/к. од.: Кальцію – 6,5-7,5; Фосфору – 4,5-5,5; Магнію – 1,5-2,5; Калію – 7-8; Сульфур – 2,0-2,8 і мікроелементів, мг/к. од.: Феруму – 0,80-0,90; Купруму – 8-11; Цинку – 55-70; Мангану – 55-70; Кобальту – 0,6-0,9; Йоду 0,7-1,0.

Таким чином, рівень поживних речовин в організмі та молоці великої рогатої худоби залежить від типу і складу застосованого раціону. За виключення Сульфур, Кобальту та Селену, потребу в інших мінеральних елементах тварина може задовольнити лише аліментарним шляхом. При цьому кожному корму властивий свій «коефіцієнт поглинання» певного елемента, що вказує на

доступність (1,0) мінералу для організму тварини. Наприклад, коефіцієнт поглинання для Фосфору з фуражу становить 0,64, із концентратів – 0,7, мінеральних добавок від 0,3 до 0,9 [58].

Самостійна забезпеченість раціонів силосного типу годівлі за Фосфором складає лише 68,7 % від норми, а Кальцієм – 90,1 %. Отже, оптимальний вміст у організмі Фосфору та Кальцію за згодовування значної кількості силосованої зеленої маси кукурудзи може бути досягнутий лише за рахунок введення мінеральних добавок [50].

Водночас для запобігання появи у корів родильного парезу слід уникати надмірного споживання Кальцію та Калію (при збільшенні кількості Магнію), для чого за два тижні до отелення в раціоні зменшують частку бобових культур, а також силосу з гички цукрових буряків, сухого жому, пивної дробини, барди та патоки [65].

Також слід зауважити, що завищений вміст у кормах Кальцію спричиняє негативний баланс Купруму [26]. У траві злаково-бобового різнотрав'я, котра сприятлива для фізіологічного травлення корів, значно не вистачає обмінної енергії, сухої речовини, Фосфору та Натрію. Магнієва недостатність виникає у тварин на раціонах з підвищеним вмістом протеїнів та Калію, що спостерігається навесні на пасовищах, де вносять калієві добрива [33, 40]. Отже, й у цих випадках для одержання продуктивності високого рівня потрібно використовувати спеціальні кормові мікродобавки або вводити компенсаторні корми. При вивченні особливостей балансування макроелементів у раціонах корів було встановлено, що за низької перетравності сухої речовини основні втрати цих нутрієнтів із організму тварин відбуватимуться через виділення з фекаліями. Однак, у випадку збагачення раціону мінеральними добавками втрати макроелементів з фекаліями зменшуються і вже не залежать від величини перетравності сухої речовини [10].

Значення правильного, збалансованого вітамінного живлення худоби особливо зростає, коли рослинні корми складають основу раціону тварин. Так, використання гички цукрових буряків (свіжої та силосованої) або відходів

цукрового виробництва (пивної дробини, барди, жому, меляси) вимагає контролю вмісту в організмі корів вітаміну D [46].

Помітний вплив має мінерально-вітамінний баланс раціону на перетравність протеїну та вуглеводів, оскільки нутрієнти стимулюють ріст і гідролітичну активність рубцевої мікрофлори жуйних тварин [50]. Також склад раціону впливає на обмін каротиноїдів – до 35% β -каротину кормів розщеплюється ензимами мікробіоти. Однак, гідроліз β -каротину в рубці після згодовування значної кількості фуражу становить лише 20 %, а при споживанні 50-70 % концентратів зростає до 70 %. В зимовий стійловий період дефіцит кормового каротину може досягати 30-70 %, особливо при знижених нормах згодовування сіна (2-5 кг на голову за добу). В такому випадку рекомендована добавка в раціон свіжої подрібненої хвої (0,5-1 кг) [8, 76]. Виходячи з вище наведеного очевидно, що контроль за повноцінністю годівлі тварин є невід'ємною складовою зоотехнічних вимог в системі ведення скотарства.

Незбалансованість раціонів та низька якість кормів – основні причини порушення обміну речовин у великої рогатої худоби. З метою нормалізації мінерально-вітамінного балансу в організмі тварин необхідно систематично проводити відповідну (регіональну, сезонну, виробничу та індивідуальну) кореляцію раціонів продуктивної худоби.

3.2. Значення мінеральних речовин і вітамінів у функціональному гомеостазі організму жуйних тварин

Поживні речовини (у т. ч. мінеральні елементи та вітаміни) – це складники натуральних кормів, які є невід'ємними компонентами в цілісній системі забезпечення організму тварин необхідними речовинами. Забезпеченість раціонів за макро-, мікроелементами і вітамінами впливає на засвоєння поживних речовин кормів, швидкість метаболізму, у багатьох випадках визначає рівень молочної та м'ясної продуктивності й відтворної здатності корів, стимулює енергію росту молодняку, підвищує якість продукції [22, 25, 26, 40, 41, 42, 46, 52, 54, 56, 62, 86]. Особливо висока потреба у мінеральних речовинах у лактуючих тварин, оскільки корова з річним надоем 8000 кг виділяє з молоком

біля 65 кг різних мінералів, що у 2-3 рази більше, ніж міститься в її тілі: в т. ч. до 8,5 кг Кальцію, 7 кг Фосфору та 1 кг Магнію [62]. Найчастіше раціони великої рогатої худоби мають дефіцит Фосфору, Сульфуру, Купруму, Цинку, Кобальту, Йоду, Селену та вітамінів А і D [23, 33].

Нестача навіть одного з цих елементів дестабілізує фізіологічний гомеостаз організму тварин і стає початком розвитку поліморбідних патологій. Так, недостатнє аліментарне надходження макро- та мікроелементів негативно відображається на нормальному стані мікрофлори передшлунків жуйних тварин [46, 47]. Зокрема Сульфур є структурним компонентом сірковмісних амінокислот (метіоніну, цистину та цистеїну), які сприяють збільшенню кількості мікроорганізмів у рубці, їх ензимної активності та утворення ЛЖК [4, 9, 10, 13, 17, 87, 25]. В свою чергу, мікробіота рубця включається в синтез сульфідів шляхом реакцій перетворення сульфатів і елементарного Сульфуру, які в свою чергу стають основою для подальшого утворення сірковмісних сполук [17, 50].

Оптимум Купруму забезпечує активність гідрогеназ сульфатредуючих бактерій *Desulfovibrio desulfuricans*, при цьому в рубці підвищується активність целюлаз та вміст ЛЖК, але знижується вміст аміаку [1, 18]. Аналогічно на руменальну мікробіоту впливає Цинк та Кобальт [20, 38, 43]. Певні види бактерій (*Prevotella ruminicola*, *Eubacterium ruminantium*, *Eub. cellulosolvens*, *Sel. ruminantium*, *Megasphaera elsdenii*) беруть участь у метаболізмі Фосфору, гідролізуючи інозитолфосфати власною фітазою на базисні складники [7, 13, 17, 33, 35]. Від забезпеченості раціону Кобальтом залежить мікробний синтез вітамінів групи В [9].

До уваги слід також брати, що доступність мінеральних речовин залежить від типу хімічних сполук та форми кормової добавки. Так, наприклад: засвоєння Фосфору в організмі жуйних збільшується у ланці дикальційфосфат > моноамонійфосфат > кісткове борошно [11, 19, 50]. Найкраще використовується організмом сульфат Купруму, дещо гірше – карбонат і найменш доцільно застосовувати для мінерального живлення великої рогатої худоби – оксид

Купруму [10]. Засвоєння Йоду більш інтенсивно відбувається у формі йодидів, ніж у сполученні з білками [7, 18, 37]. Органічний Селен симбіотична мікрофлора перетворює більш активно, ніж його неорганічні форми [22].

Кальцій і Фосфор – життєвоважливі (біотичні) елементи. Основна маса Кальцію (~ 99%) в тілі дорослих тварин міститься у кістковій тканині. Солі елемента зміцнюють мембрани клітин і тканин (в т. ч. судинного русла), а йони беруть участь у процесах зсідання крові, виконують функції медіатора гормональної активності, регулюють м'язове скорочення та екзоцитоз [2,19].

Найбільшого значення Кальцій набуває в період тільності й лактації корів, коли формується кістяк плоду, проходить м'язова гіперактивність матки під час отелення, утворюється молозиво і молоко. Причому Кальція у молозиві міститься вдвічі більше (до 2,5 г/л), ніж у звичайному молоці [2,24]. Фосфор входить до складу кислот, які забезпечують реакції енергетичного перетворення, в ході яких відбувається розщеплення вуглеводів і утворення макроергічних сполук (АМФ, АДФ, АТФ, креатинфосфату (КрФ) тощо). Таким чином, за дефіциту Фосфору в організмі можна спостерігати порушення регуляції процесів кислотно-лужної рівноваги [12, 30], окисного фосфорилування [44], синтезу ензимів, гормонів і вітамінів [1, 12]. Близько 85 % Фосфору тіла тварин міститься в скелеті та зубах у складі малорозчинної кальційвмісної сполуки Ca_3PO_4 [14, 20]. Сульфур входить до складу вітамінів (біотину, тіаміну), гормонів (інсуліну, пітуїтрину, гормонів гіпофізу), ферментів та жовчних кислот (таурину), бере участь в утворенні третинної структури білка [87, 89, 90]. Значну роль в метаболізмі Сульфур також відіграє у складі α -амінокислоти метіоніну, котра має деяку ліпотропну дію, стимулює синтез холіну, лецитинів та інших фосфоліпідів, сприяє зниженню вмісту холестерину в крові, покращує функції печінки [22, 55].

Натрій та Калій – елементи тісної взаємодії в організмі. Основним катіоном позаклітинної рідини є Na^+ , який визначає осмотичний тиск плазми. В цитоплазмі клітин переважає K^+ . Це обумовлює функціонування клітинного «натрієвого насосу» та виникнення мембранного потенціалу для м'язових

скорочень, передачі нервових імпульсів. Ферментативні процеси в мітохондріях і ядрі можуть відбуватися лише за наявності Натрію, йони якого активують амілазу, фруктокіназу, холінестеразу та гальмують фосфорилази. Обидва елементи відіграють вагомий роль у статевих функціях корів: нестача Натрію впливає на регулярність і прояв охоти, а разом з надлишком Калію – призводить до дисфункції яєчників, зокрема негативно позначається на дозріванні яйцеклітин. При порушенні K:Na співвідношення більше ніж 10:1 знижується відсоток результативного запліднення [75, 76].

Купрум – активний учасник кровотворення: за його участі прискорюється еритропоез і синтез Hb в кістковому мозку, що впливає на утворення порфіринових сполук (цитохрому, каталази, цитохромоксидази) [24, 33, 46, 56, 72, 88]. В складі цитохромоксидази та супероксиддисмутази елемент виступає регулятором клітинного дихання [1, 38, 88]. Купрум бере участь в антиоксидантному захисті, обміні сірковмісних білків, а також регулює гормональний баланс організму: активує інсулін, але гальмує адреналін, стимулює діяльність гормонів гіпофізу, зменшує токсичність тироксину [79]. За нестачі Купруму розвивається анемія, порушується пігментація та кератинізація шерсті, спостерігається дистрофія кісток і суглобів, знижуються репродуктивні функції самців і самок [86, 88]. Цинк є структурною частиною гормонів (інсуліну, глюкагону, фолікуліну, тестостерону та інших) [89], а також понад 400 металоензимів, серед яких ферменти, котрі каталізують гідроліз пептидів, білків і складних етерів, утворення альдегідів, полімерізацію ДНК та РНК [7, 74, 80]. В складі карбоангідази, яка міститься в еритроцитах, Цинк сприяє виведенню вуглекислого газу з організму та підтримує його антиоксидантний статус [80].

Фізіологічне значення Йоду визначається його зв'язком з тиреоїдними гормонами (тироксином, трийодтироніном), які здійснюють багатофакторний вплив на ріст, розвиток і обмін речовин організму [3, 40, 46, 79]. Йод бере участь у регуляції енергетичного обміну, температури тіла, виступає каталізатором в синтезі Hb, гемоціаніну та кобаламіну, тобто активізує гемопоез [10, 36, 46].

Дефіцит Йоду та Цинку перешкоджає утворенню вітаміну А з каротину [14, 50]. З поміж мікроелементів саме Селену властивий широкий спектр регуляторної дії на організм [22, 36]. В складі селенвмісної глутатіонпероксидази цей біотичний елемент бере участь в антиоксидантному захисті. Як компонент ензиму дейодинази впливає на енергетичний метаболізм та сприяє імплантації ембріонів в матці, запобігаючи негативному впливу надлишку тиреоїдних гормонів [83, 87]. Селен виступає стимулятором гемопоезу, активує всі ланки імунітету [90], бере участь в окисному фосфорилюванні, синтезі простагландину, захищає організм від дії важких металів (Кадмію, Аргентуму та Меркурію), сприяє збереженню жовтого тіла вагітності [19,22]. В травному тракті жуйних Селен всмоктується гірше, ніж у моногастричних [14,90], чому сприяє його трансформація в нерозчинну форму [20,39]. Разом з тим багатокамерним тваринам не загрожує гіперселеноз, оскільки під дією Se-редуктази Селен, як близький гомолог Сульфуру, використовується для утворення селенцистеїну, цистину та метіоніну – аналогів сірковмісних амінокислот [10, 16, 21, 49,50, 63].

Кобальт також є життєво важливим мікроелементом для фізіологічного перебігу метаболічних процесів в організмі корів [15, 17]. Спершу слід зазначити, що Кобальт входить до складу вітаміну B₁₂ (ціанкобаламіну), котрий впливає на перетворення фолієвої кислоти в метаболічно активну форму – тетрагідрофолієву, яка в свою чергу активує еритропоез через стимуляцію синтезу ДНК в еритро- і нормобластах [38, 82, 87, 89].

Значною для організму худоби є роль Кобальту в синтезі НК, обміні ліпідів, вуглеводів та азотистих сполук [55]. Крім цього Кобальт входить до складу металопротеїдів, ізомераз, транскарбоксилази [11,38], слугує каталізатором одних ензимів (фосфатази, декарбоксилази, рибофлавінкінази) [10,52], але пригнічує інші (уреази, цитохромоксидази і сукцинатдегідрогенази) [46]. Його надлишок у раціонах спричиняє синтез фізіологічно неактивних аналогів вітаміну B₁₂ [17, 70].

Не менш важливим для організму регулятором еритропоезу є макроелемент Ферум, що впливає на синтез в кістковому мозку Hb, котрий за хімічним складом є складним ферумвмісним білком. Фактично Hb – це поєднання білкової частини глобіну (96 %) та простетичної групи (4 %), що називається гемом і складається з Феруму й протопорфірину [55, 74, 79, 82]. Також Ферум входить до складу міоглобіну і ензимів (каталази, пероксидаз та цитохромів) [82, 81]. Два перших утилізують токсичний перекис водню [74, 90], а цитохроми визначають реакції тканинного дихання [81]. Здебільшого інтенсивність еритропоезу прямо залежить від забезпеченості організму Купрумом, Ферумом та Кобальтом [24, 38, 46, 47, 56].

Важлива роль у повноцінному фізіологічному живленні великої рогатої худоби належить жиророзчинним вітамінам, основна частина яких є екзогенного походження [9].

Вітамін А (ретинол) виконує різноманітні біохімічно важливі функції в організмі тварин. Зокрема, він є компонентом родопсину – основного зорового пігмента. У формі ретиноєвої кислоти стимулює ріст і репродукцію худоби: в т. ч. перешкоджає абортam на ранніх стадіях тільності. Також ретинол забезпечує антиоксидантну, протипухлинну та імунну системи захисту організму [31, 89, 90], включається в обмін ліпідів, глікопротеїнів, НК і деяких гормонів [55, 85], бере участь у процесах тканинного дихання й енергетичного обміну [79]. Вітамін D – незамінний компонент харчового раціону тварин, об'єднує групу біологічно активних сполук, які є похідними стероїдів [55]. Ключовою ланкою метаболізму є провітамін Д у формі ерго- та холекальциферолу, він забезпечує процес всмоктування Кальцію та Фосфору в тонкому кишечнику, а також впливає на регуляцію мітозу клітин, стимулює синтез ряду гормонів. Однак, певна частина вітаміну D в рубці під впливом бактерій розкладається до неактивних метаболітів [79].

Жуйні тварини, окрім молодняка перших місяців життя, практично не залежать від аліментарного надходження водорозчинних вітамінів, оскільки в нормі їх активно синтезують мікроорганізми в рубці [9, 22]. Однак, це не

зменшує значення цих вітамінів у фізіології тварин. Зокрема вітамін B₁₂ бере активну участь в синтезі пуринових і піримідинових основ РНК і ДНК [15, 80]. Також виявлений взаємозв'язок вітамінів групи В з такими факторами живлення як енергетична поживність раціонів, біологічна цінність протеїну, забезпечення організму Фосфором [16, 20].

Нутрієнти впливають на фізіологічні процеси організму тварин не автономно, а в складному комплексі синергічних і антагоністичних взаємодій. Зокрема, метаболізм Фосфору пов'язаний із Кальцієм та вітаміном D. Як відомо, в раціонах оптимальне співвідношення P : Ca становить 1,0 : 1,5-2,0 [14, 34].

Доступність Фосфору знижується, якщо в кормах є надлишок Магнію [58, 62, 67], але низький рівень протеїну. Біологічний ефект Сульфору залежить від співвідношення з Нітрогеном (рекомендовано 1 : 10-14). Абсорбцію Селену і Купруму з кормів стримує надлишок Сульфору та Кальцію [13, 43]. Натомість Купрум, стимулює утворення Fe-Cu-нуклеопротеїдних комплексів, які є попередниками Hb, чим активізує процес гемопоезу [56, 82, 83, 89]. Купрум прискорює використання тканинами вітамінів E і K, нормалізує відкладання солей Кальцію, Фосфору та утворення осейну [79, 87].

Водночас високі концентрації Феруму та Молібдену негативно впливають на всмоктування Купруму в шлунковокишковому тракті жуйних, що пов'язане з утворенням водонерозчинних тетратіомолібдатів в рубці, які переводять мікроелемент у форму неабсорбованих комплексів [19,30, 36, 42].

Аскорбінова кислота та фітин також знижують рівень використання Купруму організмом тварин [10, 80]. Засвоєння Цинку з кормів корелює з наявністю органічних хелатів і залежить від взаємодії елементу з Купрумом, Плюмбумом, Манганом, Кобальтом та Кадмієм [9]. Відмічене погіршене всмоктування Цинку в рубці за гіповітамінозу А і надлишку Кальцію в присутності фітинової кислоти через утворення незасвоюваного Ca-Zn-фітинового комплексу [7, 80, 85, 87]. В свою чергу процесам фізіологічного обміну ретинолу в організмі сприяє нормований вміст у раціоні

жирів і Цинку, котрі стимулюють метаболізм вітаміну в шлунково-кишковому тракті, печінці та молочній залозі [25, 33].

Біодоступність Йоду зростає при оптимальному вмісті в раціоні тварин Сульфору, Фосфору та Купруму, а гіперкількість Кальцію, Калію, Плюмбуму, Кобальту, Мангану, Хлору, Фтору – навпаки її знижує [63, 77, 84, 87].

Абсорбцію Селену пригнічує високий вміст Сульфору та низький вітаміну Е, але підвищує надлишок Цинку [9, 56, 83]. На засвоєння Кобальту негативно впливає надмірна кількість Кальцію, Калію, Фосфору та Цинку. Власне ж Кобальт прискорює всмоктування Феруму в кишечнику [3, 6, 50]. Високий вміст Феруму в організмі послаблює патологічні ефекти від надлишку Кальцію і Фосфору. Потреба худоби у вітаміні Д залежить від технологічної форми кормів, їх якості, співвідношення Кальцію і Фосфору, наявності Сульфору та Селену, вітамінів А і Е [8, 33].

Підсумовуючи сказане, можемо з упевненістю засвідчити, що мінеральні речовини та вітаміни в організмі тварин зазнають різноманітних і складних перетворень. Нутрієнти залучені практично у всі обмінні процеси в організмі, є частиною тканин і органів, регулюють життєдіяльність клітин. Саме цьому патології мінерально-вітамінного обміну (первинного та вторинного походження) часто мають катастрофічні наслідки для здоров'я організму великої рогатої худоби, у зв'язку з чим зростає значення раціонального використання ВМД у годівлі тварин. Виходячи з результатів аналізу літературних джерел, перед нами поставлено задачі, встановити вплив ВМД «Живина» на молочну продуктивність та гематологічні показники.

3.3. Комплексні добавки біологічно активних речовин та їх застосування в раціонах великої рогатої худоби

Технології інтенсивного промислового розведення великої рогатої худоби потребують застосування в раціоні тварин препаратів, які стимулюють процес травлення й сприяють повноцінному використанню поживних речовин [1,27].

Кормові добавки – це засоби для поліпшення поживної цінності основного корму, перелік яких нині нараховує сотні найменувань. Застосування кормових добавок в раціонах худоби дозволяє підвищити ефективність виробництва молочної та м'ясної продукції шляхом покращення її якості та збільшення кількості. Адже в реальних умовах, коли кількість нормованих показників перевищує 30 й може сягати 80, організувати повноцінну годівлю тварин практично не можливо, особливо при обмеженому наборі кормів [5, 16, 90].

У різних господарствах України спостерігається значна варіабельність хімічного складу та якості кормів. У багатьох підприємствах кормова база може включати корми третього класу і позакласні, з низьким вмістом протеїну, але надлишком нітратів або важких металів [1, 15]. Тому при апробації кормових добавок, з метою нормативного балансування раціонів за вмістом нутрієнтів і підвищення перетравності поживних речовин (клітковини, крохмалю, ліпідів), слід враховувати типові недоліки вітчизняного кормовиробництва [18].

Сьогодні в Україні на комбікормових заводах у складі агрохолдингів відбувається виробництво повнораціонних комбікормів для подальшого індустріального використання у скотарстві. Однак, для худоби фермерських господарств і приватного сектору, які забезпечені власним фуражним зерном, необхідний широкий асортимент саме преміксів та БВМД [54]. Фахівці рекомендують віддавати перевагу БАДам вітчизняного виробництва, оскільки імпорتنі кормові добавки здебільшого невиправдано дорогі, причому їхня ціна не компенсується підвищеною якістю і додатковою кількістю одержаної продукції.

Рецептура закордонних БАДів часто не враховує реальний дефіцит мікроелементів і вітамінів у кормах різних регіонів України та не має адресного спрямування до умов місцевого скотарства [12,15]. Крім того, норми годівлі, прийняті в різних країнах, істотно відрізняються. Так, за системами годівлі США (NRC), Великобританії (ARC), Франції (JNRA) на 1 МДж обмінної енергії припадає не більше 8,6 г сирого протеїну, а у вітчизняних – 12-16 г. Така ситуація

також ускладнює застосування імпортованих БВМД вітчизняними тваринниками [66].

Разом з тим, введення до раціону корів вітамінів і мінеральних елементів у вигляді попередньо підготовлених сумішей (зокрема преміксів) більш ефективне, ніж пряме введення мінеральних солей у комбікорм [3, 17, 19]. Це досягається за рахунок використання наповнювача (70-80 %), який має високу адсорбційну здатність і добре утримує на своїй поверхні БАР. Натомість неорганічні солі часто мають низький коефіцієнт біодоступності, оскільки значна їх частина у тонкому кишечнику у формі гідроксидів випадає в нерозчинний осад та виводиться з організму. Премікси ж рекомендовано застосовувати і як добавку до грубих і соковитих кормів [69, 79].

До застосування кормових вітамінно-мінеральних добавок худобі потрібно підходити з урахуванням особливостей біогеохімічних провінцій, де розташоване конкретне господарство. Так, в зоні західного Лісостепу України для стандартних раціонів жуйних характерна нестача Купруму, Цинку, Кобальту, Йоду та Селену [6, 11, 50].

Для всієї західної України в трав'яно-концентратному раціоні характерний дефіцит Фосфору, Натрію, Сульфуру, Магнію, Купруму, Цинку, Кобальту та Йоду [21]. Спільним моментом для всіх господарств України, може бути знання, що корекція раціону глибоко тільних корів за Купрумом, Кобальтом, Цинком, Йодом та Магнієм у різних співвідношеннях ефективно профілактує акушерсько-гінекологічні захворювання худоби, підвищує відсоток заплідненості й скорочує тривалість сервіс періоду. Зокрема при гіпоплазії яєчників у корів доцільно вводити мінеральні добавки: селеніт Натрію, ацетат Кобальту, сульфати Магнію, Цинку або Марганцю, хлорид Літію та Калію йодид [3, 6, 12].

Відомі позитивні результати застосування ВМД Агроветатлантік®, препаратів типу Тетравіт і Тривіт, Катозал® (Bayer HealthCare, США), Інтровіт® та Селенвіт-Е ® (Укрзооветпромпостач), ФосБевіт® та Евітсел® (Бровафарма), а також тканинного препарату Фетоплацентат для профілактики післяродових

патологій, в т. ч. прискорення процесу післяотельної інволюції статевого апарату корів [6, 5, 35, 36, 15].

Організм телят в період активного росту і розвитку також потребує значної кількості мінеральних елементів. ВМД їм можна згодовувати з молоком в суміші з концкормами або у складі мінеральних сумішок (брикетів і полісолей) [6,8]. За певних умов для профілактики розвитку гострих форм мікроелементозів у молодняка потрібно парентерально вводити відповідні комплексні препарати. Наприклад, за дефіциту Феруму у телят уникнути симптомів гіпохромної нормоцитарної анемії вдається при застосуванні ін'єкцій Феролайфу® (O.L.KAR-АгроЗооВет-Сервіс), Феррібіону® (Біовета, Чехія) та Камполону (концентрований екстракт печінки худоби) [5, 14].

Багаторічні експериментальні дослідження свідчать, що Сульфур у формі глауберової солі стимулює життєдіяльність бактерій передшлунків [20, 27], активізує перекисне окиснення ліпідів, редукцію нітратів та нітритів, стимулює ріст телят, збільшує надій і підвищує якість молока [6, 7, 35].

Забезпечення великої рогатої худоби Йодом у формі хелатів активує гемопоез, стимулює мікробний біосинтез в рубці, що позитивно відображається на стані здоров'я та продуктивності тварин [4, 5, 9, 26]. За рахунок введення в раціон корів фосфорвмісних мінеральних добавок можна одержати підвищені надої (+7-15%) з додатковим вмістом жиру в молоці (+0,11-0,13 %) та скоротити тривалість сервіс-періоду на 14-36 діб. У телят на відгодівлі ці добавки стимулюють збільшення приростів живої маси (до 12,8 %) з високою оплатою корму продукцією. Доведено, що у первісток засвоюваність Кальцію та Фосфору значно вища, ніж у корів 4-6 отелу [18, 28].

Особливе значення має щоденне, протягом 5-6 місяців, використання діамонійфосфату (80-120 г на голову) при жомовій відгодівлі тварин. В такий спосіб можливо попередити розвиток у телят рахіту, оскільки буряковий жом бідний на Фосфор та вітаміни, але містить багато Кальцію (~1,5 г/кг) [165]. Збагачення раціонів корів, нетелів, бугаїв і телят селенітом Натрію (0,2–0,4 мг/кг СР) в комплексі з глауберовою сіллю й вітаміном Е прискорює руменальне

бродіння [4, 6], балансує окисно-відновні реакції у крові тварин [13, 20], як й інші селеномісні препарати, запобігає розвитку едометритів, кістоzu яєчників та затримці посліду у корів [49, 61], підсилює життєздатність і ріст молодняка [50].

Потреба жуйних в натріємісних добавках зростає при згодовуванні значної кількості силосу, коренеплодів, жому, трави (особливо у ранні фази вегетації), синтетичних азотистих сполук. Слід пам'ятати, що додавання до раціону лише солі-лизунця не може повноцінно забезпечити потребу тварин у натрії [9, 33, 77].

Підгодівля жуйних Цинком у поєднанні з хелатами мінеральних елементів у формі преміксів та добавок активує анаболічні процеси в організмі, забезпечує додаткові добові прирости бугайців, стимулює молочну продуктивність корів, покращує якість продукції [28, 56]. Використання мідьмісних добавок виключно необхідне для тільних корів, оскільки Купрум в організмі плода забезпечує енергію синтетичних процесів, спрямованих на ріст і розвиток тканин та органів ембріону [3, 6]. Хелатні сполуки Хрому й Селену в раціоні повновікових корів, мінеральні солі Селену, Кадмію і Цинку у годівлі первісток сприяють покращенню базових гематологічних показників [3, 26], прискорюють рубцеве травлення та лактопоез. Селеномісні препарати доцільно застосовувати для профілактики маститів, оскільки в молочній залозі містяться селенопротеїни, які мають протизапальні властивості й сприяють зниженню кількості соматичних клітин у молоці [19, 50]. Ці ж добавки, застосовані для бугайців, дозволяють збільшити добові прирости маси тіла та покращити забійні показники туш [14, 28]. Слід пам'ятати, що Селен є токсичним елементом: 10-20 мг Se/кг корму спричиняють селеноз, а 7-10 мг/кг СР – можуть призвести до загибелі тварини [90].

Запаси Кобальту в організмі поповняють добавки, що містять вітамін B₁₂ та неорганічні солі цього елементу (карбонати, хлориди, сульфати і нітрати). Жуйні тварини чутливіші до нестачі Кобальту, ніж моногастрічні [9], однак засвоюється елемент у них краще: від 16 до 60 % залежно від віку та типу годівлі [10, 71]. Продуктивну дію на організм Кобальт проявляє разом з Селеном,

Манганом, Ферумом і Цинком у вигляді солей та їх хелатів з амінокислотами [12, 55, 88].

Щоденне збагачення раціонів дійних корів вітаміном А (200-300 тис. МО на голову) підвищує молочну продуктивність (до 13 %), знижуючи при цьому витрати корму на одиницю продукції (на 15-18 % за к. од. і 14-23 % за перетравним протеїном) [32]. Добавка до раціону 150-250 тис. МО вітаміну А або 300-600 мг β -каротину на добу профілакує розвиток маститів. Однак, за підвищеного споживання каротину відмічена тенденція до зниження його засвоєння [45]. Головним природним джерелом вітаміну А є каротиноїди, що містяться у зелених кормах, сіні, силосі, моркві.

Висушування та силосування зеленої маси зменшують подальшу фізіологічну активність ретинолу [14, 26]. Клінічні дослідження свідчать, що додавання до раціону корів 40000 МО вітаміну D₂ (50-70 МО/кг живої маси) стимулює лактопоез, але доза 80000 МО вже викликає D-вітамінний токсикоз, що супроводжується зниженням продуктивності. Встановлено, що корови нечутливі до 50000 МО вітаміну D₃ на добу. Однак, доза 250000 МО вже спричиняє патологічне порушення гомеостазу організму. Для покращення репродуктивної здатності корів оптимальною є доза 43000 МО кальциферолу на добу [79].

З метою посилення позитивного впливу вітаміну D на організм дійних корів його доцільно застосовувати разом із вітамінами А, Е і Селеном [3,6]. Оптимізація раціонів за Кобальтом обумовлює одержання підвищеної кількості молока високої якості за показниками жиру, білка, казеїну та каротину, а також збільшення середньодобових приростів у телят (+7,8-11,2 %) [70].

З обережністю потрібно застосовувати хлорид і карбонат Кобальту, оскільки передозування цих солей може зумовити отруєння тварин [4, 6].

В останні роки були скориговані норми мінерального живлення корів. Зокрема, в Італії при вивченні причин неплідності худоби встановили, що за надлишку в кормах Кальцію і нестачі Фосфору, Магнію та каротину коровам властиві затримка посліду, слабкий прояв охоти, тривалий сервіс-період,

утворення кісти яєчників. Тому рекомендовано безпосередньо за 10-20 діб до отелення виключати з раціонів корів і нетелів кальцієві добавки для створення штучного негативного балансу Кальцію. Також бажано знизити рівень Калію (не вище 15 г/кг СР кормів), але збільшити кількість Магнію та Сульфуру. В такий спосіб проводиться профілактика родильного парезу, залежування та неплідності [51, 56]. Одразу після отелення до раціону поступово повертають кальцієво-фосфорні добавки, доводячи їх до норми наприкінці відновного періоду. Нормалізація Са-Р обміну більш ефективна у поєднанні з передотельною D-вітамінізацією корів [47].

Таким чином, одним із завдань наших власних досліджень стала організація практичного використання вітчизняних зональних і адресних кормових білково-вітамінно-мінеральних добавок нового покоління з підвищеною біологічною і продуктивною дією, антистресовими та імуностимулюючими властивостями стосовно фактичного складу місцевих протеїнових кормів. Виходячи з аналізу літературних джерел, перед нами поставлено задачу, встановити вплив мінерально-вітамінних добавок на продуктивність корів і ріст та розвиток телят.

Фізіологічна функціональність мінеральних елементів та вітамінів добре досліджена і описана кількома поколіннями видатних вчених [3, 4, 5, 27, 31, 38, 55, 71, 79,].

Однак, питання корекції та балансування раціонів великої рогатої худоби за вітамінно-мінеральним показниками мають настільки широкий науково-дослідницький горизонт і потенціал, що не втратять своєї актуальності ще довгі роки. Безсумнівний інтерес для вітчизняного скотарства мають клінічні випробування нових ВМД, адаптованих для споживання тваринами різного віку і статі, які перебувають на різних стадіях виробничого циклу з урахуванням особливостей певної біогеохімічної зони України. Саме в цьому напрямку ми й спрямували нашу подальшу експериментальну роботу з акцентом на економічній ефективності тестованих ВМД та вивченні їх впливу на виробничі та гематологічні показники дослідних тварин. Аналізуючи літературні джерела

можна зазначити, що результатом застосування жуйним БАР є посилення рубцевого травлення у дорослих тварин і молодняка, стимуляція продуктивного травлення та активізація внутрішньоклітинних окисно-відновних реакцій. Останні пов'язані з накопиченням енергії в клітині та лежать в основі нерозривних процесів катаболізму і анаболізму, що особливо важливо для високопродуктивних тварин.

Згідно літературних даних, мінеральні речовини та вітаміни в організмі тварин зазнають різноманітних і складних перетворень. Нутрієнти залучені практично у всі обмінні процеси в організмі, є частиною тканин і органів, регулюють життєдіяльність клітин. Саме цьому патології мінерально-вітамінного обміну первинного та вторинного походження мають катастрофічні наслідки для здоров'я організму великої рогатої худоби, у зв'язку з чим зростає значення раціонального використання ВМД у годівлі тварин. Таким чином, одним із завдань власних досліджень стала організація практичного використання вітчизняних загальних і адресних кормових білково-вітамінно-мінеральних добавок нового покоління з підвищеною біологічною і продуктивною дією, антистресовими та імуностимулюючими властивостями, стосовно фактичного складу фактичних раціонів. В літературі існують численні відомості, що організм великої рогатої худоби швидко реагує на найменшу дестабілізацію вітамінно-мінерального обміну, а кількість патологій та розмаїття їх клінічних проявів величезна.

3.4. Продуктивність молочних корів дослідних груп та витрати кормів на виробництво молока за згодовування вітамінно-мінеральної комплексної добавки

Введення до складу раціонів ВМКК «Живина» і МК неоднаково вплинуло на рівень молочної продуктивності корів. Середньодобові надої корів дослідних груп (у середньому за весь період досліду), введенням кормових добавок збільшується рівень молочної продуктивності дослідних корів (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Молочна продуктивність і фізико-хімічні показники сировини за введення вітамінно-мінеральної комплексної добавки до раціону дійних корів

Показник		Група корів			
		1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна	4 дослідна
Добовий надій на корову, кг до контролю, %		24,08±0,51	26,02±0,53 *	25,62±0,47	27,10±0,64**
У перерахунку на молоко з жирністю 4 %, кг		21,12±0,62	23,02±0,61	22,48±0,57	24,52±0,34*
Вміст жиру, %		3,51±0,062	2,99±0,010	2,96±0,011	3,01±0,011
Вміст білка, %		2,95±0,011	2,99±0,010	2,96±0,011	3,01±0,011
Щільність молока, г/см ³		1,028	1,028	1,028	1,028
СЗМЗ, %		8,48±0,124	8,49±0,120	8,50±0,118	8,58±0,114
Лактоза		3,75±0,022	3,83±0,019	3,58±0,022	3,76±0,023
Зола		0,73±0,016	0,75±0,014	0,74±0,021	0,74±0,022
Кальцій, г/ кг		1,25±0,031	1,20±0,033	1,27±0,033	1,32±0,032
Фосфор, г/ кг		0,70±0,022	0,71±0,021	0,75±0,033	0,77±0,034
Каротин, мг%		0,152±0,013	0,151±0,011	0,161±0,014	0,170±0,023
Казеїн, г		2,35±0,048	2,32±0,047	2,59±0,044	2,38±0,049
Фракції казеїну, %	α (сума)	54,46±1,769	54,86±1,885	54,57±1,512	55,35±0,859
	β	36,36±2,123	35,99±2,042	36,09±1,304	35,33±1,029
	κ	3,11±0,167	3,15±0,125	3,10±0,713	3,21±0,231
	γ	6,07±0,875	6,13±0,858	6,09±0,448	6,11±0,940
Густина, °А		26,9±0,26	26,6±0,23	26,6±0,25	26,8±0,24

Так, середньодобовий надій у контрольній групі, яка не отримувала кормових добавок, склав 24,08 кг, а у 2-й дослідній, яка отримувала ВМКК «Живина» – 26,02 кг, тоді як в 3-й дослідній, яка отримувала МК – 25,62 кг. Найкращі показники продуктивності були у 4-й дослідній групі, яка одночасно з раціоном споживала ВМКК «Живина» і МК–27,10, що було на 12,6 % більше, ніж у контролі, а різниця була достовірною ($p < 0,01$).

Протягом досліду вели контроль за якістю молока. Для цього раз на тиждень молоко перевіряли за рядом показників. За вмістом сухої речовини, білка, молочного цукру, золи суттєвої різниці не встановлено, хоча намітилась деяка тенденція до збільшення вмісту жиру і білка порівняно з контрольною групою в 2-й та 4-й дослідній групі, які з раціоном споживали ВМКК «Живина».

За вмістом сухої речовини, загального білка і казеїну молоко корів, у раціоні яких використовували різні добавки суттєво не відрізнялося, крім 4-ї дослідної групи, коровам якої згодовували ВМКК «Живина». В молоці корів цієї групи загального білку було більше на 0,18 % і казеїну на 0,2 % в порівнянні з контрольною. З метою визначення придатності молока до сироваріння визначали фракційний склад казеїну. Для переробки молока на тверді сири треба мати молоко з високим вмістом у казеїні α -, β - та κ -фракцій (у сумі їх має бути 90 % і більше) і незначною часткою γ -фракції. У наших дослідях сума перших трьох фракцій за періоди становила 93,93; 93,87; 93,91 та 93,89 %. Щодо найбільш бажаної при сироварінні κ -фракції, то у досліді найбільша її частка була у казеїні молока корів, яким згодовували ВМКК «Живина» і МК, а найменша (3,10 %) – в 3-й дослідній групі за згодовування МК.

Отже, можемо стверджувати, що додавання до раціону дійних корів кормового концентрату «Живина» і мінерального комплексу здійснює позитивний вплив на молочну продуктивність корів, але найкращі показники отримано за їх сумісного використання.

РОЗДІЛ IV. МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ СИРОВИНИ ТА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН В РАЦІОНАХ ДІЙНИХ КОРІВ

4.1. Склад молока та якість сиру при випасанні корів на культурному пасовищі з різним рівнем калійного добрива

Для того, щоб покращити якість молока і молочних продуктів, а також їх біологічну повноцінність та смакові якості, необхідно створити кормову базу, яка гарантувала б стабільний рівень продуктивності тварин, а також одержання молока яке за якістю відповідає вимогам технологічного призначення [80].

Джерелом дешевих, біологічно повноцінних кормів є культурні зрошувані пасовища, які дозволяють при сучасній агротехніці отримувати до 400-500 ц зеленої маси з гектара[48].

У продовж кількох років проводились комплексні дослідження по організації та використанню довголітніх культурних пасовищ. На пасовище вносили високі дози азотних і калійних добрив, що сприяло накопиченню Калію і зниженню вмісту Магнію і Кальцію в пасовищній траві.

Надлишкове надходження Калію та антагоністична дія його йонів по відношенню до Кальцію і Магнію викликають зсув у співвідношенні $K : (Ca + Mg)$ і $K : Na$ в пасовищній траві, що негативно відображається на стані здоров'я тварин. Отже, для досягнення максимальної урожайності трав необхідна розробка і використання таких агротехнічних прийомів, які гарантували б оптимальний рівень і співвідношення поживних речовин в зеленій масі, оскільки відхилення їх можуть привести до порушення обміну речовин, захворюванню тварин пасовищною тетанією, ацидозом, зниженню надоїв і якості молока як сировини для виробництва молочних продуктів [50].

Враховуючи актуальність даної проблеми та її практичну значимість, нами були проведені дослідження по виявленню оптимальних доз калійних добрив, які вносять на культурні пасовища на фоні азоту і фосфору ($N_{240}P_{110}$) по всьому біологічному ланцюгу: ґрунт – рослина – тварина – молочна продукція.

Проведені дослідження[48] з метою вивчення впливу випасання корів на пасовищі з внесенням різних доз калійного добрива на фоні азоту і фосфору на їх продуктивність, склад і технологічні властивості молока при його переробці в сир.

Встановили [80] вплив випасання корів на пасовищі з внесенням різних доз калійного добрива на фоні азоту і фосфору ($N_{240}P_{110}$) на їх продуктивність і фізико-хімічні властивості молока. Вивчали технологічні властивості молока при його переробці в сир і визначити якість останнього [49].

Результати всебічного вивчення складу молока і якості сиру, виготовленого з молока корів, яких випасали на пасовищі з різним рівнем калійного удобрення, дозволи виявити оптимальну дозу Калію: в зоні виробництва сиру – 90 кг/га. В зоні цільномолочного використання – 180 кг/га [50].

Дослід, в якому вивчали склад, технологічні властивості молока та якість сиру при випасанні корів на культурних пасовищах з різним рівнем калійного удобрення, проводили в господарстві Чернівецької області. Для дослідів за принципом аналогів були підібрані чотири групи корів чорно-рябої породи, по 10 голів в кожній. Жива маса корів 480-490 кг, молочна продуктивність 3900-4000 кг, вміст жиру в молоці 3,52-3,55% (в середньому за 2 роки).

Тривалість дослідів складала 170-180 днів, підготовчий період (кінець стійлового утримання) тривав 30-40 днів, дослідний (пасовищний) – 140 днів. В підготовчий період всі піддослідні корови отримували однаковий господарський раціон, який складався у відповідності з потребами тварин у поживних речовинах. В раціон входили такі корми: сіно бобово-злакове, сінаж злаковий, кормовий буряк, картопля і концентрати. В якості мінеральної підкормки тварини отримували 80 г діамонійфосфату і сіль-лизунець. В дослідний період корів випасали на ділянках культурного пасовища з різним рівнем калійного удобрення: 1-а група – на природному пасовищі; 2-а – на ділянці з $N_{240}P_{110}$; 3-я – на ділянці з $N_{240}P_{110}K_{90}$; 4-а група – на ділянці з $N_{240}P_{110}K_{180}$.

В період випасання піддослідні тварини отримували підкормку – 150 г ячмінної дерті. Роботи по обслуговуванню тварин проводились у відповідності з розпорядком дня, прийнятим у господарстві.

В досліді з 1 га планувалось отримати 70 ц абсолютно сухої речовини злаково-бобових трав, які містять в середньому – 2,7%, P_2O_5 – 0,8% і K_2O – 2,6%. Отже, споживання рослинами азоту повинно скласти 190 кг/га ($70 \times 2,7$), P_2O_5 – 56 ($70 \times 0,8$) і K_2O – 182 ($70 \times 2,6$).

При розрахунку бажаних доз азотного (240 кг/га), фосфорного (110 кг/га) і калійного (180 кг/га) добрив враховували, що використання рослинами поживних речовин з азотних добрив складає 80%, фосфорних – 50% і калійних – 100%.

Азотні добрива вносили в ґрунт у вигляді сечовини порціями, після кожного циклу стравлювання (45-50 кг/га) фосфорні – у вигляді гранульованого суперфосфату, калійні – у вигляді хлористого калію. Фосфорні і калійні добрива вносили в однаковій кількості в два строки: восени, щоб створити запас цих елементів в ґрунті, і навесні – після першого циклу стравлювання.

Облік молочної продуктивності кожної корови проводився щоденно. В пробах молока корів дослідних груп, які брали кожні 10 днів упродовж дослідного періоду, визначали: вміст жиру, густину, кислотність, вміст білку і казеїну. В середньодобових пробах збірного молока корів дослідних груп визначали: густину, титровану і активну кислотність, вміст жиру, загальну кількість азотистих речовин, азот небілковий і неказеїновий, вміст фракцій білків, розмір і масу частин казеїну, сичужне звертання, щільність і еластичність згустку, амінокислотний і мінеральний склад, вміст сечовини.

В дні виробництва сиру в нормалізованому молоці і в сироватці визначали густину, кислотність, вміст сухої речовини і жиру. Сир вироблявся з вмістом 45% жиру в сухій речовині у відповідності з технологічною інструкцією. Сир після пресування і зрілий досліджували на кислотність, вміст жиру, вологи, сухої речовини, вільних амінокислот, визначали ступінь зрілості і фізичні властивості.

Облік молочної продуктивності корів показав, що середньодобові надої упродовж дослідів поступово знижувались у зв'язку з лактацією. В 2021 році середньодобові надої корів у підготовчий період складали 17,7-17,9 кг, а в 2022 році – 17,5-17,8 кг. Згодовування трави культурних пасовищ при підкормці тварин ячмінною дерто дозволило отримати від кожної корови 16,91-17,79 кг молока на добу. Однак треба відмітити, що у корів, які випасалися на пасовищі, удобреному $N_{240}P_{110}K_{90}$ і $N_{240}P_{110}K_{180}$, надої були дещо вищими (17,71 і 17,79 кг), ніж у корів, які були на природному пасовищі (16,24 кг) і ділянці з $N_{240}P_{110}$ (16,91 кг) різниці в надоях між групами недостовірні ($P > 0,05$).

В дослідний період порівняно з підготовчим в молоці корів всіх груп зросла кількість сухої речовини (на 0,38-0,54%), жиру (на 0,10-0,21%), білку (на 0,29-0,50%), в тому числі казеїну (на 0,12-0,36%), сечовини (на 3,23-5,95 мг%). Причому їх зростання було найбільшим у корів, які випасались на ділянках з дозами Калію 90 і 180 кг/га (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1

Склад молока корів (середні дані за два роки)*

Показник	Підготовчий період				Дослідний період			
	Група корів							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Суша речовина, %	12,11	12,15	12,14	12,12	12,49	12,50	12,64	12,66
Жир, %	3,48	3,50	3,50	3,49	3,58	3,66	3,69	3,70
Білок, %	2,88	2,87	2,88	2,93	3,17	3,32	3,38	3,37
Казеїн, %	2,40	2,41	2,42	2,46	2,52	2,68	2,78	2,75
Молочний цукор, %	4,71	4,79	4,79	4,75	4,69	4,75	4,72	4,69
Сечовина, мг%	13,75	13,45	13,33	13,50	16,98	17,83	19,04	19,45

* В подальшому у всіх таблицях приведені дані за два роки.

В молоці корів, які випасались на пасовищах з різними рівнями Калію, містилась практично однакова кількість жиру (3,66-3,70%). Очевидно, це в певній мірі пов'язано з вмістом клітковини в раціонах піддослідних корів, яка,

як відомо, змінює напрям бродіння в рубці в сторону зростання утворення оцтової кислоти – попередника молочного жиру. В траві культурного пасовища, удобреного різними дозами Калію, вміст клітковини складав 24,9-25,5% в сухій речовині [49].

Найменша кількість білку, в тому числі казеїну, було в молоці корів 1-ї групи (3,17%), дещо більше його містилось в молоці корів, які випасались на пасовищі з різним рівнем Калію. (3,32-3,38%). Однак різниця за цим показником недостовірна ($P > 0,05$). Підвищення в раціоні вмісту Калію до 481 г на добу не мало впливу на кількість білку і жиру в молоці корів, що узгоджується з даними [3, 4].

В пасовищний період молоко корів 3-ї і 4-ї груп характеризувалось максимальним вмістом сечовини – 19,04 і 19,45 мг% ($P > 0,05$). Однак цей рівень сечовини був в межах норми, так як середній вміст її в молоці не повинен перевищувати 25-30 мг%. Із зростанням доз калійного добрива спостерігалась тенденція зростання кількості сечовини в молоці.

З літературних даних відомо, що вміст сечовини в молоці залежить від її рівня в крові тварин [3, 4, 5, 6]. Отже, підвищення кількості сечовини в молоці піддослідних корів можна пояснити зростанням її концентрації в сироватці крові з 25 до 36 мг%.

В дослідний період в порівнянні зі стійловим кількість золи в молоці зросла на 9,7-13,1%, найбільш значно вона зростала в молоці корів 3-ї і 4-ї груп.

Кількість Кальцію, Фосфору та їх форм в молоці корів суттєво не змінювалась від доз внесених добрив на пасовище (таблиця 4.2).

Із зростанням рівня Калію в раціоні вміст Калію зріс з 161,6 до 193,4 мг%. Відмінності за вмістом Калію в молоці достовірні між 4-ю і 1-ю, 2-ю, 3-ю групами ($P < 0,01$).

В дослідний період в порівнянні з підготовчим зросла кількість Магнію (на 6,5-9,6%) і Натрію (на 2,2 і 3,3%) в молоці. Із зростанням доз калійного добрива до 180 кг/га вміст Магнію і Натрію в молоці дещо знизився (відповідно на 3,1 і 1,1%).

Таблиця 4.2

Мінеральний склад молока (мг%)

Показник	Підготовчий період				Дослідний період				У % до підготовчого			
	Група корів											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Кальцій,	125,0	126,0	126,0	126,3	125,0	127,4	127,0	127,8	100,0	101,2	100,8	101,2
в т.ч.												
органічний	40,62	41,78	41,83	42,91	39,89	42,91	42,39	43,05	98,2	101,7	101,3	100,3
Фосфор,	92,68	93,66	93,14	93,47	99,18	99,20	99,54	99,09	107,0	105,9	106,9	106,0
в т.ч.												
органічний	24,77	25,22	24,70	24,06	27,56	28,73	28,29	27,25	111,3	113,9	114,1	113,2
Калій	142,3	143,5	143,7	143,0	152,3	156,5	161,6	193,4	107,0	109,0	112,5	135,2
Натрій	41,01	41,02	40,55	40,63	42,27	41,97	41,91	41,53	103,1	102,3	103,3	102,2
Магній	13,6	13,7	13,6	13,8	14,7	14,9	14,9	14,7	108,1	108,8	109,6	106,5

Зниження в молоці кількості Магнію і Натрію, можливо, пояснюється антагоністичною дією Калію по відношенню до цих елементів.

При переробці молока на сир важливе значення має вміст α - і β -фракцій в казеїні, які коагулюють під дією сичужного ферменту і в основному входять в склад сиру (таблиця 4.3).

Дослідження фракцій казеїну показало, що в дослідний період порівняно з підготовчим в молоці корів всіх груп зросла кількість α -казеїну (3,20-7,08%) і знизився вміст β - і γ -казеїну (відповідно 1,58-4,46 і 0,65-2,62%).

В пасовищний період максимальна кількість α -казеїну містилась в молоці корів 3-ї групи, які випасались на ділянці з $N_{240}P_{110}K_{90}$. Різниця у вмісті α -казеїну була достовірною між 3-ю і 1-2-ю групами ($P < 0,05$) [50].

Таблиця 4.3

Вміст в молоці фракцій казеїну (%)

Група корів	α -казеїн	β -казеїн	γ -казеїн
Підготовчий період			
1	34,96 $\pm$ 0,23	56,92 $\pm$ 0,23	8,12 $\pm$ 0,39
2	34,99 $\pm$ 0,20	56,83 $\pm$ 0,28	8,18 $\pm$ 0,48
3	34,87 $\pm$ 0,17	56,95 $\pm$ 0,17	8,18 $\pm$ 0,33
4	34,95 $\pm$ 0,16	57,23 $\pm$ 0,35	7,82 $\pm$ 0,40
Дослідний період			
1	38,16 $\pm$ 0,97	54,41 $\pm$ 0,62	7,43 $\pm$ 0,70
2	38,82 $\pm$ 0,69	54,97 $\pm$ 1,04	6,21 $\pm$ 0,62
3	41,95 $\pm$ 0,82	52,49 $\pm$ 0,60	5,56 $\pm$ 0,67
4	40,89 $\pm$ 0,91	53,61 $\pm$ 0,65	5,50 $\pm$ 0,67

Вміст γ -казеїну в молоці дослідний період був найбільшим в 1-й і 2-й групах і дещо зменшився в молоці корів 3-ї і 4-ї групи. Однак достовірною різницею по групах спостерігалась між 3-ю-4-ю і 1-ю групами ($P < 0,05$).

Найбільший вміст β -казеїну виявлений в молоці корів 1-ї групи, найменший – в 3-ї і 4-ї групах ($P > 0,05$).

Із збільшенням доз калійного добрива до 180 кг/га незначно зменшилась кількість α -казеїну і зросла кількість β -казеїну ($P > 0,05$).

Зростання кількості білків сироватки в молоці корів у дослідний період в порівнянні з підготовчим пройшло за рахунок α -лактоальбуміну (на 0,15-1,09%) і сироваточного альбуміну (на 0,22-0,67%). Кількість імуноглобулінів (таблиця 4.4) в молоці корів усіх груп в дослідний період залишалась на рівні попереднього періоду, а β -лактоглобуліну знизилась (на 0,55-1,44%). Однак суттєвої різниці по вмісту в молоці фракцій білків сироватки між дослідними групами корів не відмічене ($P > 0,05$).

Таблиця 4.4

Фракції білків сироватки в молоці (%)

Показник	Підготовчий період				Дослідний період			
	Група корів							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Імуноглобуліни	19,48	19,56	19,50	19,45	19,47	19,74	19,30	19,13
α-лактоальбумін	20,63	20,71	20,81	20,70	21,35	20,86	21,69	21,79
β-лактоглобулін	53,88	53,86	53,84	53,96	52,76	53,31	52,84	52,52
Альбумін сироватки	6,01	5,87	5,85	5,89	6,42	6,09	6,17	6,56

Казеїн в молоці знаходиться у вигляді міцел різного розміру. Дослідження дисперсності міцел казеїну має важливе практичне значення для визначення технологічного призначення молока. Визначенням середнього розміру і маси міцел казеїну в молоці корів виявлено (таблиця 4.5), що в дослідний період в

порівнянні з підготовчим ці показники були дещо більші (відповідно на 0,7-5,5 і 4,3-14,5%).

Таблиця 4.5

Середній розмір і маса міцел казеїну

Група корів	Середній розмір (нм)		Середня маса (млн. од. м. м.)	
	Період досліджу			
	підготовчий	дослідний	підготовчий	дослідний
1	683,0±2,21	687,9±8,68	130,0±1,11	135,7±4,98
2	685,5±4,12	700,7±8,29	133,0±1,40	144,5±4,99
3	681,5±2,88	719,2±7,42	133,0±1,49	155,7±4,75
4	681,5±2,56	716,6±8,30	131,5±2,38	151,0±4,94

В пасовищний період середній розмір і маса міцел казеїну в молоці були найбільшими у корів 3-ї групи і найменшими в 1-й групі при $P < 0,05$. Із збільшенням дози калійного добрива до 180 кг/га спостерігалась тенденція до зниження маси міцел казеїну в молоці (на 2,2%). Однак необхідно відмітити, що в другий рік досліджу зменшення маси частинок казеїну було більше і склало 5,2%. Це зниження, ймовірно, пояснюється більшою активністю йонів Калію і витісненням їм Кальцію з міцел казеїну середнього розміру, який з'єднує субодиниці, в результаті чого може відбуватись їх часткове подрібнення.

Споживання дослідними тваринами пасовищної трави відобразилось і на вмісті в молоці амінокислот (таблиця 4.6).

В пасовищний період в сумі амінокислот і кількості незамінних і замінних амінокислот не спостерігалось значних різниць між групами ($P > 0,05$). Дещо більше незамінних амінокислот містилось в молоці корів 3-ї групи ($N_{240}P_{110}K_{90}$).

В дослідний період із зростанням доз Калію (до 180 кг/га) вміст в молоці аспарагінової і глутамінової кислот, тирозину, проліну зменшувався. Це, ймовірно, пояснюється зменшенням кількості α -казеїну в молоці, для якого характерний підвищений рівень вказаних амінокислот.

Таблиця 4.6

Вміст амінокислот в молоці (г/л)

Амінокислота	Підготовчий період				Дослідний період			
	Група корів							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Лейцин + ізолейцин	3,89	3,87	3,91	3,90	5,45	5,26	5,00	5,11
Гістидин	1,45	1,41	1,38	1,46	0,99	1,40	1,42	1,47
Аргінін	1,67	1,69	1,67	1,66	1,59	1,59	1,86	1,63
Треонін	1,27	1,28	1,27	1,25	1,31	1,26	1,37	1,45
Лізин	2,25	1,94	2,15	2,19	2,36	2,31	2,58	2,41
Метіонін	1,01	1,02	0,97	0,97	0,86	0,88	0,69	0,55
Валін	1,59	1,59	1,61	1,71	1,75	1,78	1,72	1,86
Фенілаланін	1,97	1,98	1,97	1,97	2,48	2,56	2,62	2,53
Цистин	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07
Серин	2,06	1,99	2,07	1,99	1,12	1,95	1,61	2,21
Аспарагінова кислота	1,66	1,61	1,68	1,63	2,12	2,04	2,36	2,17
Гліцин	0,43	0,46	0,42	0,43	0,46	0,43	0,41	0,64
Глутамінова кислота	7,33	7,31	7,29	7,17	7,13	7,64	7,97	7,52
Аланін	0,86	0,86	0,81	0,85	0,92	0,84	0,87	1,15
Пролін	4,17	4,14	4,18	4,21	4,09	4,57	3,81	3,56
Тирозин	1,98	1,99	2,00	2,00	2,38	2,37	2,65	2,49
Всього амінокислот	33,65	33,20	33,43	33,45	35,06	36,94	37,00	36,82
в т.ч. незамінних	15,10	14,78	14,93	15,12	16,79	17,04	17,26	17,01
Нейтральні	11,17	11,13	11,11	11,15	11,92	12,46	11,73	13,04
Кислі	8,99	8,92	8,97	8,80	9,25	9,67	10,33	9,67
Діаміномоно- карбонові	3,92	3,63	3,82	3,85	3,95	3,90	4,44	4,04
Ароматичного і гетероциклічного рядів	9,57	9,52	9,53	9,65	9,94	10,90	10,50	10,05

Із зростанням кількості Калію в раціоні до 481 г на добу в молоці зменшився вміст кислих, діаміномонокарбонових амінокислот, амінокислот ароматичного і гетероциклічного рядів і зросла кількість нейтральних.

Про технологічні властивості молока робили висновок за зміною його кислотності, сичужного звертання, щільності та еластичності сичужного згустку. В пасовищний період в порівнянні із стійловим технологічні властивості молока

покращувались, молоко торів всіх груп швидше зверталось під дією сичужного ферменту і мало більш щільний та еластичний згусток, що зумовлено зростанням в молоці α -казеїну, середнього розміру і маси міцел казеїну.

В дослідний період кращим за сичужним звертанням було молоко корів 3-ї і 4-ї груп. Дещо гірше за сичужним звертанням було молоко корів 1-ї та 2-ї груп. Однак відмінності між групами недостовірні (таблиця 4.7). Зростання доз Калію до 180 кг/га, які вносились на пасовище, суттєво не повпливали на тривалість сичужного звертання молока корів.

Таблиця 4.7

Технологічні властивості молока

Показник	Підготовчий період				Дослідний період			
	Група корів							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Кислотність, °Т	16,25	17,12	16,50	16,50	17,23	17,00	17,34	17,52
Сичужне звертання молока, хв-с	38'30"	37'30"	38'00"	38'30"	34'42"	33'39"	31'54"	32'24"
Фаза гелеутворення, хв-с	6'00"	6'30"	6'30"	7'00"	6'27"	5'33"	5'00"	5'39"
Щільність сичужного згустку, г/см ³	2,90	2,86	2,92	2,90	2,82	3,01	3,18	3,19
Еластичність сичужного згустку, г/см ³	0,40	0,38	0,40	0,39	0,40	0,44	0,53	0,50

В пасовищний період найбільшою щільністю та еластичністю володів згусток, отриманий з молока корів 3-ї і 4-ї груп, який відрізнявся більшим розміром і масою міцел казеїну. Збільшення доз Калію (до 180 кг/га), як вносились на пасовище, практично не мало впливу на густину та еластичність згустку.

Сири, вироблені з молока різних груп, як в підготовчий, так і в дослідний періоди, не відрізнялись за складом (вміст сухої речовини – 59,82-60,49%, жиру

в сухій речовині – 44,97-45,09%) (таблиця 4.8). Вміст в сирі загального і розчинного азоту, а відповідно, і ступінь його зрілості в дослідний період були вище, ніж в підготовчий.

В пасовищний період кількість загального та розчинного азоту, а також ступінь зрілості сиру, виробленого з молока корів 3-ї і 4-ї груп, були дещо вищими, ніж в 1-й групі. Таку відмінність, скоріш за все, можна пояснити неоднаковою біологічною цінністю молока як середовища для розвитку молочнокислих бактерій. Відомо, що найбільша інтенсивність процесу розпаду білків характерна для сиру, виробленого з молока, яке відрізняється найбільш великими міцелами казеїну, швидше звертається сичужним ферментом і утворює щільний згусток. Такими в нашому досліді виявились сири 3-ї і 4-ї груп.

Таблиця 4.8

Основні фізико-хімічні показники зрілого сиру

Показник	Підготовчий період				Дослідний період			
	Група корів							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Суха речовина, %	60,39	60,30	60,37	60,32	60,32	59,82	60,49	60,27
Жир в сухій речовині, %	45,03	44,97	44,98	45,08	45,07	45,06	45,06	45,09
Загальний азот, %	4,37	4,37	4,36	4,38	4,59	4,61	4,68	4,65
Розчинний азот, %	1,43	1,42	1,44	1,44	1,53	1,59	1,67	1,61
Ступінь зрілості сиру по відношенню розчинного азоту до загального	32,72	32,49	33,03	32,88	33,33	34,53	35,68	34,61
Густина сиру, кг/см ²	1,23	1,24	1,28	1,30	1,34	1,24	1,20	1,26
Еластичність сиру: ступінь стискання, %	10,41	10,57	10,80	10,49	10,62	10,80	10,90	10,96
ступінь відновлення, %	52,81	52,40	52,37	52,81	53,33	55,28	56,33	55,79

В пасовищний період еластичність сирів 3-ї і 4-ї групи була більш високою. Підвищені дози калійного удобрення суттєво не відобразились на дозріванні сиру. В процесі дозрівання сирів в них накопичуються амінокислоти. Кількісним визначенням вільних амінокислот в зрілих сирах (таблиця 4.9) виявлено, що в дослідний період в порівнянні з підготовчим в сирах усіх груп містилось більше амінокислот (на 31-34%) за рахунок незамінних. В пасовищний період в сирах 3-ї групи кількість незамінних амінокислот була дещо більшою (1146,1 мг%), ніж в сирах інших груп. Однак відмінності недостовірні.

Таблиця 4.9

Вміст вільних амінокислот в зрілому сирі (мг%)

Амінокислота	Підготовчий період				Дослідний період			
	Група корів							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Лейцин + ізолейцин	287,2	273,5	274,4	279,4	362,2	356,1	356,7	357,1
Аргінін	17,0	17,7	18,0	17,3	17,4	16,2	15,2	15,5
Валін	139,8	142,1	141,1	139,6	259,2	255,1	257,1	258,5
Гістидин	113,2	116,2	111,5	120,1	125,5	122,9	128,4	128,9
Метіонін	49,8	50,4	50,7	49,3	44,8	43,6	47,5	47,2
Лізин	50,0	49,9	52,0	50,5	59,0	57,1	61,0	59,9
Треонін	39,1	41,5	40,8	39,0	75,3	76,3	83,0	79,5
Фенілаланін	148,8	149,8	148,6	149,5	182,6	183,4	197,2	179,9
Аланін	26,8	28,5	27,6	26,6	42,3	35,7	39,0	39,8
Аспарагінова кислота	130,5	130,5	130,6	131,1	216,4	223,4	213,5	219,3
Гліцин	24,8	24,5	26,2	24,9	44,5	47,3	48,1	47,1
Глутамінова кислота	228,2	224,3	225,7	231,5	317,4	322,1	316,4	305,9
Серин	8,5	9,1	8,5	8,3	10,5	11,4	10,8	10,4
Пролін	191,1	187,0	190,6	192,2	188,9	189,7	188,3	191,4
Тирозин	76,1	77,0	84,4	79,1	76,4	84,7	83,0	81,0
Всього амінокислот в т.ч. незамінних	1530,9	1522,0	1530,7	1538,4	2022,4	2022,5	2043,2	2021,2
	844,9	841,1	837,1	844,7	1126,0	1111,2	1146,1	1124,5

Аналіз даних про динаміку вмісту окремих амінокислот в сирах показав, що кількість лізину, треоніну, гістидину, аланіну, метіоніну, тирозину, фенілаланіну в 3-ій групі (N₂₄₀P₁₁₀K₉₀) була більшою, а серину, аргініну, аспарагінової кислоти і гліцину – меншою, ніж в 2-ій групі (N₂₄₀P₁₁₀). Із зростанням дози Калію до 180 кг/га вміст в сирах аспарагінової кислоти, гліцину і проліну зростав, а треоніну, лізину, фенілаланіну, глютамінової кислоти і тирозину знижувався.

Сири в дослідний період відрізнялись більш вираженим смаком та ароматом, більш ніжною консистенцією та інтенсивним жовтим кольором, ніж сири в підготовчий період. Збільшення доз Калію (до 180 кг/га) не спричинило негативного впливу на їх органолептичні показники. Всі сири як в підготовчий, так і в дослідний період були вищого сорту.

Важливе значення у забезпеченні випуску продукції гарантованої якості та безпеки має впровадження системи НАССР – системи аналізу ризиків та контролю у критичних точках. Молоко, що надходить на потужності по його переробці, підлягає обов'язковому ветеринарно-санітарному контролю за показниками якості та безпеки згідно ДСТУ 3662 [3,4].

Метою наших [33] досліджень було визначити показники якості та безпеки молока, що надходило на молокопереробне підприємство «Молочна країна», м. Біла Церква.

Матеріалом для досліджень були 9 проб молока в кількості 250 см³ кожна, що надходило на молокопереробне підприємство із господарств м. Тараща, с. Шамраївка (ПП «Якимцев»), с. Сорокотяги (ПП «Тищенко») Білоцерківського району Київської області. Дослідження проводили згідно ДСТУ 3662 «Молоко коров'яче. Вимоги при закупівлі». При оцінці органолептичних показників згідно ГОСТ 28283 враховували: колір, запах, смак (після пастеризації), консистенцію.

Дослідження проводили за показниками якості молока: кислотність згідно з ГОСТ 3624, густину – ГОСТ 3625, вміст жиру – ГОСТ 5867, вміст сухих

речовин, вміст сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) – ГОСТ 3626, вміст білку – ГОСТ 25179 [56].

За показниками безпеки визначали в пробах молока: групу чистоти – ступінь механічного забруднення молока згідно ГОСТ 8218, вміст соматичних клітин – ГОСТ 23453, ступінь бактеріального забруднення при проведенні редуктазної проби – ГОСТ 9225 [66].

Згідно ДСТУ 3662 не допускається в молоці наявність інгібувальних речовин. Тому для визначення фальсифікації в молоці інгібувальними речовинами проводили якісні реакції на виявлення домішок води, натрію гідрокарбонату, перексиду водню, крохмалю, формаліну, аміаку, хлору.

Досліджуване молоко, що закуповувалось молокопереробним підприємством «Молочна країна», було отримане від здорових корів із господарств благополучних щодо інфекційних захворювань.

Досліджувані проби молока за показниками якості та безпеки відповідали вимогам ДСТУ 3662. Молоко після доїння фільтрувалось та охолоджувалось до температури 8-10°C, було натуральним незбираним, чистим, без сторонніх, не властивих свіжому молоку присмаків та запахів. За зовнішнім виглядом та консистенцією молоко було однорідною рідиною від білого до ясно-жовтого кольору, без осаду та згустків.

Аналізуючи таблицю 4.10, можна відмітити, що найменший масова частка жиру був в пробах молока, отриманого із господарства м. Тараща – 3,03 %, що в 1,16 разів менше порівняно із пробамі молока із господарств с. Шамраївка та с. Сорокотяги та становить менше від вимог базисних норм вмісту жиру в молоці. Найменшим вміст сухих речовин був – 7,54 % в пробах молока, отриманого із с. Сорокотяги (ПП «Тищенко»). Низьким вміст сухого знежиреного молочного залишку відмічався також в пробах молока, отриманого із с. Сорокотяги, а в інших господарствах – в 1,12 та 0,96 разів вище та відповідно становив – 8,48 та 7,86 %. Вміст білку в пробах молока, отриманого із всіх господарств, був в межах норми – 2,81-3,04 %, що відповідає діючим

нормативним документам. Кислотність молока також була в межах норми – 16-19 °Т.

Таблиця 4.10

Показники якості молока ($M \pm m$, $n=9$)

№ з/п	Фізико-хімічні показники проб молока	Перелік господарств, що постачають молоко		
		м. Тараща	с. Шамраївка (ПП «Якимцев»)	с. Сорокотяги (ПП «Тищенко»)
1	Масова частка жиру, %	3,03±0,01	3,5±0,02	3,5±0,02
2	Масова частка сухих речовин, %	11,51±0,24	11,36±0,19	11,09±0,14
3	Масова частка СЗМЗ, %	8,48±0,12	7,86±0,09	7,54±0,06
4	Масова частка білка, %	3,04±0,16	2,81±0,11	2,9±0,12
5	Кислотність, °Т	19±0,11	16±0,19	17±0,20
6	Густина, кг/м ³	1028,0±0,002	1027,5±0,004	1027,0±0,006

Реакція на домішки інгібувальних речовин за якісними реакціями, таких як, вода, натрію гідрокарбонат, пероксид водню, крохмалю, аміаку, формаліну, хлор, була негативною.

Показники безпеки молока, отриманого із господарств, представлені в таблиці 4.11.

За проведення редуктазної проби бактеріальне забруднення молока, отриманого із всіх господарств, становило від 300 тис. до 500 тис. КУО/ см³. Вміст соматичних клітин в пробах досліджуваного молока становив до 500 тис. КУО/ см³.

Показники безпеки молока ($M \pm m$, $n=9$)

№ з/п	Показники безпеки проб молока	Перелік господарств, що постачають молоко		
		м. Тараща	с. Шамраївка (ПП «Якимцев»)	с. Сорокотяги («ПП Тищенко»)
1	Механічне забруднення (група чистоти)	I	I	I
2	Бактеріальне забруднення молока, тис. КУО/см ³	Сіро- бузковий колір від 300 до 500	Сіро-бузковий колір від 300 до 500	Сіро-бузковий колір від 300 до 500
3	Вміст соматичних клітин, тис. КУО/см ³	до 500	до 500	до 500
4	Вміст токсичних елементів, мг/кг, не більше ніж: свинець кадмій миш'як ртуть мідь цинк	0,04±0,001 0,02±0,001 0,04±0,001 0,004±0,002 0,9±0,02 4,2±0,32	0,05±0,001 0,03±0,001 0,05±0,002 0,005±0,002 0,87±0,03 4,8±0,21	0,03±0,001 0,02±0,001 0,03±0,001 0,005±0,002 0,83±0,03 4,9±0,27
5	Радіонукліди, Бк/кг, не більше ніж: Sr ⁹⁰ Cs ¹³⁷	18,5±0,36 80,5±2,88	19±0,042 95,0±3,76	17,8±0,28 92,5±2,45
6	Нітрати, мг/кг, не більше ніж	6,35±0,24	5,32±0,16	6,04±0,31

За механічним забрудненням проби молока відповідали І групі чистоти. Досліджувані показники безпеки, а також показники безпеки по вмісту токсичних елементів, радіонуклідів та нітратах відповідають гранично допустимим рівням згідно вимог ДСТУ 366 [2].

Найменший вміст жиру відмічали в пробах молока, отриманого із господарства м. Тараща – 3,03 %. Вміст сухих речовин був найменшим – 7,54 % в пробах молока, отриманого із с. Сорочотяги (ПП «Тищенко»). Домішок інгібувальних речовин в досліджуваних пробах молока – не виявлено. Досліджувані проби за показниками якості та безпеки відповідали вимогам ДСТУ 3662.

Для більшості населення України молоко та молочні продукти є основними щоденними продуктами харчування. Разом з цим слід постійно пам'ятати, що воно є прекрасним живильним середовищем для розвитку мікроорганізмів, в тому числі патогенних, які викликають харчові токсикоінфекції та бактеріальні токсикози. У зв'язку з цим молочна сировина, готові до вживання молочні продукти зараховані до першої групи товарів з високим рівнем ризику і вимагають моніторингу за їх якістю та безпекою [70].

Бактеріальне забруднення встановлюється за кількістю мікроорганізмів у 1 см³ молока. За європейськими стандартами, показник бактеріального обсіменіння сирого молока не повинен перевищувати 100 тис. в 1 см³.

За українським стандартом ДСТУ 3662-97, що встановлює вимоги до незбираного коров'ячого молока, допустима кількість мікроорганізмів не має перевищувати 300 тис. для вищого гатунку. Надмірне бактеріальне забруднення молока погіршує смак, зниження поживну цінність, та скорочує термін його зберігання.

У Європейських нормативних документах вказано на обов'язкове дослідження молока на вміст соматичних клітин. Дане дослідження є обов'язковим, оскільки вважається основним для встановлення якості та безпеки молочної сировини [7, 25]. Слід ще раз наголосити, що кількість соматичних клітин у молочній сировині є показником придатності її до переробки.

Соматичні клітини позбавлені властивості розмножуватись у молоці, оскільки по суті представляють собою клітини тіла тварин і вважаються нормальним явищем, коли їх кількість коливається між 10 тис і 100 тис в 1 мл.

Значення цього показника залежить від фізіологічного стану та індивідуальних особливостей тварин, але надмірно висока концентрація соматичних клітин є сигналом порушення секреції молока або захворювання вимені.

Встановлено, що вміст соматичних клітин у молоці від здорових тварин може збільшуватись з віком, в перші тижні отелення, як результат мобілізації імунної системи корів для захисту молочної залози та інфекції [44, 53, 56].

За вимогами європейських стандартів, допускається наявність не більше 250 тис. соматичних клітин в 1 см³, а за українським - 800 тис. в 1 см³.

У країнах Європейського Союзу молоко з числом соматичних клітин (ЧСК) 400000 шт/мл не приймається молокопереробними підприємствами. Велика кількість соматичних клітин зумовлює великі втрати відбракування молочної сировини.

За наявності кількості соматичних клітин 500000 в 1 мл якість молока через зниження вмісту казеїну, молочного цукру, кальцію, магнію і фосфору є непридатним для одержання високоякісних молочних продуктів після його переробки. Тому, кількість соматичних клітин у 1 см³ є одним з основних показників якості молока [56].

Очищення молока в умовах молокопереробного підприємства можна робити двома способами: фільтруванням і бактофугуванням. При бактофугуванні з молочної сировини виділяється біля 95 % бактеріальних клітин [55].

Для підвищення якості молока на молокозаводі запроваджено відцентрове очищення сирого молока, тобто бактофугування. В умовах підприємств застосовуються бактофуги продуктивністю від 10 тис. до 25 тис. л/год. Нами була зроблена порівняльна характеристика ефективності поширених методів очищення сирого молока – холодне очищення та бактофугування. Внаслідок

чого було проведено дослідження на зміну кількості соматичних клітин у молоці з різних партій.

Для цього було відібрано 25 проб сирого молока, яке надійшло намолокозавод ТзОВ «Радивилівмолоко» від 5 господарств постачальників найбільшої кількості молока (по п'ять проб з кожного).

Визначення кількості соматичних клітин у молоці проводили за нормативним документом.

Очищення молока від механічних домішок проводили за допомогою фільтрування, використовуючи фільтр грубої очистки, який встановлений у молокопроводі. Молоко насосом подається у фільтр і під тиском проходить через фільтруючу тканину, залишаючи на ній частки домішок з мікроорганізмами, яка стає джерелом обсіменіння молока небажаною сторонньою мікрофлорою. Проведені дослідження свідчать, що така фільтрація не забезпечує повного очищення молока, оскільки цей спосіб дозволяє виділити з молока тільки великі частки механічних забруднень. А при бактофугуванні одночасно з механічними домішками з молока видаляється найдрібніші частинки забруднень, зокрема частинки бактерійного походження і нетермостійкі коагульовані білкові частинки.

Результати досліджень [81] показують, що попередня обробка сирого молока, яка заключається у холодному очищенні та бактофугуванні, дозволяє значно знизити вміст соматичних клітин у молоці.

З даних таблиці 4.12 видно, що молоко сире, яке надходить від різних господарств на молокозавод, за показником кількості соматичних клітин відповідає вимогам ДСТУ 3662-97 і становить 462 ± 33 , 408 ± 28 , 390 ± 22 , 265 ± 26 , 387 ± 30 тис/см³ відповідно, а за діючим стандартом допускається до 800 тис/см³. Після холодної очистки і бактофугування кількість соматичних клітин у молоці значно знизилась.

**Зміна кількості соматичних клітин після холодного очищення та
бактофугування, $M \pm m$, $n=5$**

Фермерське господарство	Молоко сире	Молоко після холодного очищення		Молоко після бактофугування	
	К-сть соматичних клітин, тис/см ³	К-сть соматичних клітин, тис/см ³	Ефективність, %	К-сть соматичних клітин, тис/см ³	Ефективність, %
1	462 ±33	285±30	38,3	128±20	72,3
2	408 ±28	209±24	48,8	88±17	78,4
3	390 ±22	183±18	53,1	74±15	81,3
4	265 ±26	127±14	52,1	48±13	81,6
5	387 ±30	185±17	52,2	88±10	87,3
6	364 ±27	148±14	49,4	78±12	86,1

4.2. Морфологічні та біохімічні зміни в крові високопродуктивних корів при кетозах

Проблема порушень обміну речовин у великої рогатої худоби, особливо у високопродуктивних молочних корів, залишається до цього часу досить актуальною у країнах, які займаються інтенсивним молочним скотарством. За останні роки продуктивні можливості молочних корів значно зросли за рахунок систематичного цілеспрямованого розведення і покращення годівлі та утримання. Разом з тим, у корів з високою молочною продуктивністю серед різноманітних порушень обміну речовин проблема кетозів стоїть чи не найпершому місці [48].

Велике значення цій проблемі приділяють в багатьох країнах особливо у зв'язку з комплектуванням високопродуктивних елітних стад, навколо промислових центрів. Відповідно, мова йде фактично про шляхи подальшого розвитку молочного скотарства і про забезпечення населення молоком та

молочними продуктами. Актуальність даної теми зумовлена тим, що кетоз призводить до зниження молочної продуктивності, яловості тварин, передчасного вибуття кращих корів із стада. Кінцевим наслідком такого порушення фізіологічних процесів травлення у корів є зниження рентабельності і конкурентоспроможності молочного скотарства [50].

Серед основних причин, що викликають захворювання на кетоз, виділяють такі: надмірна кількість білків у раціоні і недостатня вуглеводів; згодовування цвілих кормів, переважно макухи або силосу; гормональні порушення; зниження рівня глюкози в крові; дефіцит моціону; кондиція тіла корів перед отеленням: корови з кондицією, яка більша або рівна чотири бали, мають вищий рівень кетонових тіл, порівнюючи з коровами нормальної вгодованості або худими [48].

Досить поширеною причиною кетозу є недостатність Кальцію в організмі. Ця патологія може призводити до зниження споживання сухої речовини й ацидозу, кетозу, зниження надоїв, парезів і затримки плаценти, зміщення сичуга, зниження тонуусу матки та гладкої мускулатури передшлунків, ендометритів, репродуктивних проблем.

Кетонові або ацетонові тіла – це ацетон, ацетооцтова кислота і бета-оксимасляна кислота. Кетонові тіла завжди присутні в крові жуйних тварин і є нормальними проміжними продуктами вуглеводно-ліпідного обміну.

Для утворення кетонових тіл в організмі існує кілька можливостей. Основні поживні речовини корму – білки, вуглеводи, жири розщеплюються в організмі, проходячи через різні проміжні стадії до активної форми ацетату – ацетилкоензиму А, який в циклі трикарбонових кислот (циклі Кребса) розщеплюється до вуглекислого газу та води.

Першим етапом перетворення ацетил-КоА в циклі Кребса є його конденсація із щавлевооцтовою кислотою (оксалоацетатом) і утворення лимонної кислоти. Щавлевооцтова кислота утворюється головним чином при розщепленні вуглеводів і в незначній кількості з аспарагінової кислоти шляхом трансамінування.

У жуйних тварин джерелом щавлевооцтової кислоти служить також пропіонова кислота, яка утворюється в значних кількостях в рубці при бродінні вуглеводів. Відносно великі кількості оцтової та масляної кислот, які адсорбуються з рубця, можуть негативно впливати на засвоєння глюкози.

В рубцевому епітелії корів проходить перетворення масляної кислоти і вона з'являється в крові у вигляді бета-оксимасляної кислоти. Пропіонова кислота, вступаючи в реакцію з коферментом А, утворює пропіоніл-коензим А, який потім перетворюється в сукцініл-коензим А [48].

Останній може включатися в цикл Кребса, де перетворюється до щавлево-оцтової кислоти з виділенням енергії. Пропіонова кислота має антикетогенну властивість, так як, утворюючись в рубці, вона транспортується в печінку та використовується в ній для утворення глікогену.

Важливим джерелом утворення кетонових тіл є шлях синтезу, при якому вихідним продуктом є ацетилкоензим А, що утворюється в процесі бета-окиснення вищих жирних кислот.

Крім того, при станах, коли в організмі проходить посилений розпад білків, утворення кетонових тіл в печінці проходить з кетогенних амінокислот, як, наприклад, тирозину, лейцину, ізолейцину, фенілаланіну. Встановлено також, що в утворенні кетонових тіл у жуйних приймає участь епітелій стінки рубця.

Концентрація кетонових тіл у дорослої великої рогатої худоби вища в тканині печінки, нирок, легень, селезінки, серцевого і скелетних м'язів, ніж в слизовій оболонці всіх відділів травного тракту, тоді як у плоду суттєвих відмінностей в їх вмісті не спостерігається. Концентрація кетонових тіл в тканині печінки, нирок, легень, селезінки, серцевого і скелетних м'язів однакова, а в слизовій оболонці всіх відділів травного каналу – більш висока у плоду, ніж у дорослих тварин.

Основним місцем утворення кетонових тіл є печінка. Таким чином, кетонові тіла, які утворюються в організмі жуйних тварин, поступаючи в кров, окиснюються через ацетилкоензим А в циклі Кребса в різних органах і тканинах (м'язи, легені, нирки) і використовуються ними як джерело енергії.

В нормі вміст кетонових тіл невеликий. Це зумовлюється великою здатністю організму окиснювати ацетооцтову кислоту, а також в молочній залозі бета-оксималяну кислоту; окиснена частина ацетооцтової кислоти може ресинтезуватися (наприклад, в лактуючій молочній залозі) у вищі жирні кислоти при участі НАДФ·Н² [48].

У клінічно хворих тварин спостерігаються зміни морфологічного складу крові. Зменшується кількість лейкоцитів, еритроцитів та гемоглобіну. В дослідженнях [6] встановлено у хворих на кетоз корів зростання кількості еозинофілів на 15-40% і лімфоцитів на 60-80%, в той час, як кількість нейтрофілів була низькою. Також було встановлено, що хворі корови за кількістю еозинофілів можуть бути розділені на дві групи: одна з відносно низьким, друга з високим рівнем еозинофілів. У хворих корів спостерігався високий відсоток малих лімфоцитів, низький рівень сегментоядерних нейтрофілів, а також виявлені значні кількості незрілих нейтрофілів. Коли ж еозинофіли знаходили в нормальних кількостях, рівень лейкоцитів був відносно нормальним. Було також показано [3, 4, 6], що при різко зниженій функції гіпофізу має місце значне зростання кількості нейтрофілів при зниженому рівні еозинофілів та лімфоцитів, що, на думку автора, вказує на зростаючу функцію кори наднирників. Такі ж зміни спостерігали інші дослідники [5].

При біохімічному дослідженні крові найбільш характерними є кетонемія та гіпоглікемія. Загальна кількість кетонових тіл в крові хворих корів досягає 25,0-157,5 мг%. Кількісно змінюється фракційний склад: ацетон, ацетооцтова і бета-оксималяна кислоти. Зростання в крові кетонових тіл проходить в основному за рахунок ацетону та ацетооцтової кислоти. Якщо у здорових корів співвідношення ацетооцтової і бета-оксималяної кислот рівне 12:8,7 або 1:11, то у хворих – 1-2,4 або 1:4,0 відповідно. Одночасно в крові проходить зниження концентрації глюкози на 35-37%.

Ці два показники в зв'язку з певним симптомокомплексом, характерним для кетозу, найбільш повно характеризують важкість захворювання. Важкість і швидкість розвитку клінічної картини тісно пов'язані із значним підвищенням

фракцій ацетону і ацетооцтової кислоти, що мають токсичну дію, а також летких жирних кислот і ступенем гіпоглікемії (таблиця 4.13).

Таблиця 4.13

Показники ліпідного обміну та ліпопротеїдів у крові здорових та хворих на кетоз корів

Показники обміну	Одиниці вимірювання	Групи корів та кількість тварин в групі		
		Здорові (26 корів)	Гостра форма кетозу (14 корів)	Субклінічна форма кетозу (22 корови)
Кетонові тіла загальні	мг%	6,80	57,45	17,25
		4,50-8,75	22,0-149,0	11,25-22,50
Ацетон і ацетооцтова кислота	мг%	1,60	16,0	5,30
		0,80-2,10	6,20-12,60	3,60-6,00
β -оксимасляна кислота	мг%	4,52	37,75	11,30
		3,25-6,25	14,0-102,25	6,75-15,25
Холестерин загальний	мг%	123,0	177,9	135,6
		74,0-160,0	52,0-325,0	64,0-172,0
Ліпоїдний фосфор	мг%	6,80	6,54	6,60
		6,20-7,40	4,60-7,20	5,20-7,40
Леткі жирні кислоти (ЛЖК)	мг%	2,40	5,79	3,10
		1,40-3,20	4,20-8,60	2,40-4,00
α -ліпопротеїди	%	25,9	12,3	23,25
		22,0-32,0	0,00-28,00	19,0-32,0
β -ліпопротеїди	%	74,10	87,70	76,75
		68,0-78,0	72,0-100,0	68,0-81,0
Коефіцієнт відношення β/α ліпопротеїди	%	2,85	7,20	3,30
		2,12-3,54	0,00-7,50	2,10-4,26

Примітка: чисельник – середній показник по групі; знаменник – коливання від мінімуму до максимуму.

Тривалий гіпоглікемічний синдром при кетозі може мати для корів далекосяжні наслідки. Так, вивчаючи взаємозв'язок між частотою запліднюваності і рівнем цукру в крові, викликали гіпоглікемію шляхом введення в організм інсуліну і спостерігав тривалість естрального циклу. Було встановлено, що із зростанням рівня цукру в крові зростає відсоток запліднюваності.

У корів, які отримували 400 одиниць інсуліну, тривалість естрального циклу збільшувалась на 17-20 днів. При злучці корів зразу або упродовж двох днів після введення інсуліну, а також при введенні інсуліну упродовж 3-4 днів після злучки результати запліднюваності знижувались.

При кетозі кількість глікогену в крові корів зменшується майже в два рази з 30,8 мг% до 15,8 мг% або з 36,6 мг% до 23,6 мг%. Паралельно з цими змінами значно зростає концентрація молочної і піровиноградної кислот в кілька разів, а також оксиглутарату.

Рівень лимонної кислоти в крові хворих корів знижувався в наших дослідженнях на 30-60%, а також янтарної кислоти майже в два рази; зростає рівень холестерину, летких жирних кислот.

Дослідження ЛЖК проводились у хворих на кетоз корів, після їх одужання, і для контролю у здорових. Було показано, що рівень ЛЖК в крові хворих корів зростав в 14 разів в порівнянні з рівнем, який спостерігався після одужання, і в 8,5 рази в порівнянні з контролем. Вміст загальних ЛЖК в рубці хворих корів нижче на 30%, ніж у здорових за рахунок пропіонової та оцтової кислот. Одночасно відмічено зростання масляної кислоти в два рази. Встановлена кількісна залежність між вмістом кетонових тіл в крові і масляної кислоти у вмістимому рубця, а також між вмістом пропіонової кислоти в рубці і цукром крові у хворих на кетоз корів і після їх клінічного одужання.

Показано також, що вміст ліпідів в крові у корів, які захворіли на ацетонемію, більш високий, ніж у здорових. Такі ж зміни можуть спостерігатися у корів, які отримують низький за калорійністю раціон.

Ці зміни вказують на глибокі функціональні і морфологічні порушення у вуглеводно-ліпідному обміні в організмі хворих на кетоз корів і на зв'язок їх із структурними змінами в тканині печінки, що знаходить підтвердження при дослідженні матеріалу біопсій печінки, а також при дослідженні печінки та інших органів після забою хворих тварин. Резервна лужність спостерігається в межах, які вказують на ацидотичний зсув: 36,7-42,8 об.% CO₂ проти 50,2-54 об.% CO₂ у здорових тварин[48].

Досить суттєві зміни в білковому складі крові. У хворих на кетоз корів із збільшеною та хворобливою при пальпації печінкою встановлений в сироватці крові високий вміст білка, а при так званій білковій аутоінтоксикації через три тижні після початку дослідження загальний білок знижувався на 27%. Описані зміни у співвідношенні білкових фракцій за рахунок зменшення альбумінів і зростання гама-глобулінів.

Поряд із зниженням альбумінів, підвищенням глобулінів і тенденцією до зростання альфа-глобулінів, в сироватці хворих корів встановлені зміни глікопротеїдних комплексів, а також ферментів – лужної фосфатази, ліпази, каталази, протеази.

Знайдено, що у хворих корів знижується кількість альфа-ліпопротеїдів і зростають бета-ліпопротеїди, різко зменшується концентрація залишкового азоту сироватки крові в основному за рахунок азоту сечовини [50].

Спостерігаються також зміни в мінеральному складі крові хворих на кетоз корів. Проходить зниження вмісту Кальцію на 2-4 мг%, неорганічного фосфору на 1-2 мг%, Калію на 2-4 мг%, значні відхилення встановлені також у вмісті хлоридів.

Таким чином встановлено, що у тварин хворих на кетоз змінюється морфологічний та біохімічний склад крові, зокрема знижується кількість еритроцитів, лейкоцитів та гемоглобіну. З біохімічних змін крові найбільш характерними є кетонемія та гіпоглікемія. Збільшення кетонових тіл в організмі хворих тварин відбувається внаслідок посилення кетогенезу.

4.3. Склад молока і якість масла при введенні в раціон корів мікроелементів на культурних пасовищах Чернівецької області з різним фоном мінеральних добрив

Для збільшення виробництва продукції тваринництва необхідно створити міцну кормову базу, забезпечити тварин повноцінною годівлею, збалансованою за всіма поживними речовинами.

Великим резервом у кормовиробництві в літній період утримання тварин є створення високопродуктивних пасовищ, які базуються на інтенсивному використанні добрив та зрошуванні. Використання високих доз азотних добрив на пасовищах дозволяє отримати в 5-10 разів більшу врожайність, ніж на природних [19]. Але добрива, підвищуючи врожайність травостою пасовищ, одночасно змінюють його склад. В пасовищній траві зростає кількість азоту, калію і зменшується вміст безазотистих екстрактивних речовин (БЕР), мікроелементів [20]. Недостача мікроелементів в кормових раціонах тварин викликає різні захворювання їх, знижує продуктивність і погіршує склад молока.

У вітчизняній та зарубіжній літературі наведено досить велику кількість досліджень про дію солей мікроелементів на продуктивність корів, але робіт по згодовуванню дефіцитних мікроелементів в умовах літнього утримання корів на культурному пасовищі з різним фоном мінеральних добрив недостатньо.

У зв'язку з цим представляло особливий інтерес вивчення впливу підгодівлі корів з дефіцитними в раціоні мікроелементами на їх продуктивність, склад молока і якість масла на культурному зрошуваному пасовищі з різним фоном мінеральних добрив.

Нами упродовж кількох років проводяться комплексні дослідження по раціональному використанню трави культурних пасовищ та її впливу на продуктивність, фізіологічний стан корів та якість молока. В цій загальній роботі ми вивчали:

1. Продуктивність, склад і технологічні властивості молока корів.

2. Склад, властивості солодковершкового масла та його стійкість при зберіганні.

В проведеній роботі показано вплив трави довголітніх культурних зрошуваних пасовищ 7-8-го року використання і підкормки корів мікроелементами, дефіцитними в раціоні: кобальтом, міддю, цинком та марганцем на молочну продуктивність, склад, властивості молока та якість масла.

В роботі наведений матеріал, який свідчить про те, що згодовування дефіцитних мікроелементів коровам, які випасаються на культурному пасовищі, не мало негативного впливу на їх молочну продуктивність, склад і властивості молока. Більш того, відмічене зростання продуктивності корів від згодовування мікроелементів, покращення складу молока та його технологічних властивостей при переробці на масло [2].

Досліди проводились на коровах чорно-рябої породи, які випасались на культурному зрошуваному пасовищі Чернівецької області в 2020-2021 роках. Для проведення дослідів були підібрані за методом аналогів 6 груп корів по 8 голів в кожній (групи 1а, 2а, 3а – контрольні; групи 1б, 2б, 3б – дослідні). Жива маса корів коливалась від 508 до 540 кг, молочна продуктивність 3900-4149 кг, вміст жиру в молоці 3,4-3,50%. Корів доїли на другому місяці п'ятої лактації.

В підготовчий період дослідів (кінець стійлового утримання) всі тварини знаходились в однакових умовах годівлі та утримання. Раціон корів був складений у відповідності з потребами тварин в поживних речовинах, в склад якого входили сіно, силос кукурудзяний, буряк кормовий, овочі-відходи і комбікорм. З мінеральної підкормки корови отримували по 50 г монокальційфосфату і сіль-лизунець за потреби. Схема зоотехнічного дослідів представлена в таблиці 4.14.

В дослідний період корови випасались на культурному зрошуваному злаково-бобовому пасовищі. Пасовище площею 120 га розбите на три участки, на які щорічно вносяться різні дози мінеральних добрив: на 1-й – $N_{120}P_{40}K_{60}$, на 2-й – $N_{240}P_{80}K_{120}$, на 3-й – $N_{360}P_{120}K_{180}$. На кожному участку випасались по 2 групи

корів, з яких одна була контрольною, друга – дослідною. Трава пасовищ вважається повноцінним кормом. Однак у зв'язку з інтенсивним використанням культурних пасовищ (удобрення, зрошування) змінюється хімічний склад трави: спостерігається підвищення вмісту в ній протеїну і зниження легкокорозчинних вуглеводів, клітковини та деяких мікроелементів, внаслідок чого знижується використання поживних речовин раціону. Тому, крім пасовищної трави, в раціон корів всіх груп включали ячмінну дерть з розрахунку 150 г на 1 л молока, патоку по 0,5; 0,7; 0,9 кг на голову на добу відповідно дозам добрив, тим самим компенсували недостачу крохмалю і цукру в раціоні. Для компенсації клітковини в раціон включали по 2 кг на голову ячмінної соломи.

Таблиця 4.14

Схема зоотехнічного досліді

Участки пасовищ	Доза добрив	Група	Кількість голів в групі	Підготовчий період	Дослідний період
I	N ₁₂₀ P ₄₀ K ₆₀	1а	8	ОР стійлового періоду утримання	ОР пасовищного утримання
	N ₁₂₀ P ₄₀ K ₆₀	1б	8		ОР пасовищного утримання + мікроелементи
II	N ₂₄₀ P ₈₀ K ₁₂₀	2а	8	ОР стійлового періоду утримання	ОР пасовищного утримання
	N ₂₄₀ P ₈₀ K ₁₂₀	2б	8		ОР пасовищного утримання + мікроелементи
III	N ₃₆₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	3а	8	ОР стійлового періоду утримання	ОР пасовищного утримання
	N ₃₆₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	3б	8		ОР пасовищного утримання + мікроелементи

Проведений аналіз згодовуваних в літній період кормів показав низький вміст в них мікроелементів. В перерахунку на 1 кг сухої речовини раціон містив 5,9-6,2 мг міді; 0,11 мг кобальту; 24-26 мг марганцю і 19-26 мг цинку, в той час як більшість дослідників вважають, що для повного задоволення потреби корів в мікроелементах необхідний наступний вміст їх в 1 кг сухої речовини корму: міді не менше 10 мг, кобальту не менше 0,2 мг, марганцю повинно бути біля 40-60 мг, цинку не менше 50-60 мг [50]. Таким чином, потреба корів у мікроелементах за рахунок кормів раціону не задовольнялась. Недостаючу кількість мікроелементів: 25 мг міді, 5 мг кобальту, 17 мг марганцю і 28 мг цинку в досліді 2020 року і 25 мг міді, 5 мг кобальту, 152 мг марганцю і 170 мг цинку в досліді 2021 року згодовували коровам дослідних груп (16, 26 і 36) перед обіднім доїнням з ячмінною дерттю у вигляді 0,03% водного розчину їх солей. Зростання доз підкормки цинком і марганцем в дослід 2021 року до максимального рівня було викликане тим, що вміст цих елементів в крові корів продовжувало залишатися низьким і не доходило до величин, прийнятих за норму [20].

Облік молочної продуктивності від кожної корови проводили кожної декади, а молоко досліджували один раз в місяць на густину, кислотність, вміст жиру, білку і сухої речовини. Також в молоці корів кожної групи визначали кількість і розмір жирових кульок, вміст фосфоліпідів та їх фракцій, вітаміну А і каротину, мікроелементів: міді, кобальту, марганцю та цинку. У вершках визначали вміст жиру і кислотність. Виготовляли солодковершкове масло, яке свіжим і після річного зберігання піддавалось органолептичній оцінці і досліджувалось на вміст вологи, кислотність жиру, перекисне і йодне числа, ступінь псування жиру, вміст цинку, марганцю, міді і заліза. В молочному жирі визначали вміст жирних кислот з числом вуглецевих атомів C_4 - C_{20} [25]. Середньодобові надої корів в підготовчий період були 17,0-17,8 кг при жирності молока 3,0-3,1% в 2020 році і 18-19 кг з жирністю молока 3,2% в 2021 році. Згодовування трави культурних пасовищ з підкормкою ячмінною дерттю, соломою і патокою в дослідний період дозволило отримати 18-19,8 кг молока на добу від кожної корови контрольних груп в 2020 році, 15,6-16,8 кг в 2021 році і від дослідних – 18,6-

20,6 кг в 2020 році, 17,0-17,5 кг в 2021 році. Жирність молока в дослідний період у корів контрольних груп була 3,39-3,41%, у дослідних – 3,50-3,57%. Для більш наглядного уявлення про молочну продуктивність надої корів усіх груп перераховані на молоко з 4%-ним вмістом жиру в ньому. Різниць в надої між коровами контрольних груп (1а, 2а, 3а) не виявлено, тобто різні дози мінеральних добрив, що вносились на пасовища, при підкормці корів вуглеводними кормами не мали впливу на молочну продуктивність. Згодовування коровам мікроелементів сприяло кращому засвоєнню поживних речовин корму, що виразилось у зростанні молочної продуктивності корів дослідних груп. В дослідний період в порівнянні з підготовчим в молоці корів всіх груп зріс вміст сухої речовини, СОМО, білку, фосфоліпідів, вітаміну А і каротину. Можливо, згодовування коровам трави пасовищ і вуглеводних добавок сприяло кращому утворенню попередників складових компонентів молока. Однак зростання компонентів в молоці корів різних груп було неоднаковим (таблиця 4.15). В молоці корів дослідних груп вміст сухої речовини був вищим на 0,1-0,2%, білку – на 0,13-0,14%, фосфоліпідів – на 0,6-3,4 мг%, вітаміну А і каротину – на 22-76 мкг/кг в порівнянні з молоком корів контрольних груп. Різниця за вмістом каротину достовірна при $P < 0,05$. Треба також відмітити, що з підвищенням доз мінеральних добрив вміст вітаміну А і каротину в молоці знижувалось з 405 мкг/кг на 1-му участку до 388 і 378 мкг/кг на 2-му та 3-му участках і з 276 до 253-237 мкг/кг відповідно. Це свідчить про те, що введення солей дефіцитних в раціоні мікроелементів сприяло кращому використанню поживних речовин кормів. В дослідний період порівняно з підготовчим в молоці корів всіх груп зріс вміст міді з 130 до 150-180 мкг/кг, знизився вміст заліза з 1,1 до 0,8-0,9 мг/кг і цинку з 4,0-4,7 до 3,9-4,5 мг/кг. Підкормка тварин мікроелементами сприяла достовірному зростанню міді в молоці на 40-60%; марганцю і кобальту – на 35-38% і 40-50% ($P \leq 0,05$).

Про технологічні властивості молока при його переробці в масло роблять висновок за такими показниками, як кількість і розмір жирових кульок, тривалість збивання вершків, властивість масляного зерна, вміст жиру в пахті і ступінь використання молочного жиру (таблиця 4.16).

Таблиця 4.15

Склад молока (дані за два роки)*

Показники	Підготовчий період						Дослідний період					
	Група корів											
	1а	1б	2а	2б	3а	3б	1а	1б	2а	2б	3а	3б
Суша речовина, %	11,0	11,1	10,9	11,1	11,0	11,3	12,0	12,1	12,1	12,3	12,0	12,18
Жир, %	3,15	3,10	3,15	3,15	3,18	3,19	3,39	3,50	3,40	3,57	3,41	3,57
Білок, %	2,76	2,80	2,68	2,69	2,84	2,86	3,02	3,09	3,05	3,19	3,19	3,32
Казеїн, %	2,15	2,19	2,06	2,06	2,19	2,24	2,34	2,35	2,33	2,47	2,45	2,58
Загальний вміст фосфоліпідів, мг%	29,2	29,3	28,8	29,2	29,0	29,2	31,0	31,6	30,9	32,7	31,7	35,1
в тому числі:												
лецитини, %	14,7	14,5	14,3	14,6	14,9	15,9	26,2	30,2	34,4	32,8	31,1	33,9
кефаліни, %	45,3	44,9	44,8	44,9	44,2	44,3	31,1	25,3	28,9	29,8	24,0	30,7
Вітамін А, мкг/кг	238	234	257	242	226	242	405	421	388	425	378	427
Каротин, мкг/кг	91	102	102	110	100	115	276	299	253	304	237	313
Залізо, мг/кг	1,0	1,2	1,0	1,1	1,0	1,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	1,1
Цинк, мг/кг	4,7	4,6	4,1	4,0	4,4	4,3	4,1	4,6	3,9	4,2	3,9	4,5
Мідь, мкг/кг	131	137	123	125	134	137	151	180	153	181	160	187
Кобальт, мкг/кг	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	2,3	1,6	2,3	1,6	2,5
Марганець, мкг/кг	36	33	35	34	36	32	37	43	33	44	36	44

* В подальшому у всіх таблицях наведені дані за 2 роки.

Кількість жирових кульок в молоці корів дослідних груп була більшою на 0,11-0,17 млрд/мл і за розміром вони були дещо крупніші. Згодовування коровам мікроелементів сприяло підвищенню жирності молока, як вже вказувалось вище, і це зростання відбувалось за рахунок збільшення кількості і величини жирових кульок. В молоці корів дослідних груп жирових кульок діаметром до 1 мікрона було менше на 10-15%. Кількість жирових кульок діаметром менше 1 мікрона – важливий показник у виробництві масла, оскільки при збиванні вершків вони в першу чергу відходять в пахту.

Таблиця 4.16

Технологічні властивості молока

Показники	Група корів					
	1а	1б	2а	2б	3а	3б
Кількість жирових кульок, млрд/мл	2,14	2,25	2,12	2,26	2,10	2,27
Діаметр жирових кульок, м	2,83	2,93	2,80	2,83	2,89	2,98
Вміст жиру у вершках, %	34,2	33,7	33,6	34,2	33,9	33,8
Тривалість збивання вершків, хв	52,0	50,5	51,5	51,2	50,5	51,5
Вміст жиру в пахті, %	0,85	0,80	0,90	0,86	1,05	0,81
Використання жиру, %	96,0	98,5	97,6	98,7	96,4	98,7
Кількість молока на 1 кг масла, кг	26,8	26,4	26,6	26,3	27,2	26,1

Зміни, які відбулись в дисперсності молочного жиру, відобразились на вмісті жиру в пахті. Він був більшим на 6-26% в пахті контрольних груп, внаслідок чого невикористання жиру молока було тут меншим на 1,1-2,5%. Збільшення жиру в молоці, а також менша кількість в ньому мілких жирових кульок сприяли зниженню розходу молока на виробництво 1 кг масла на 0,6-0,7 кг. Таким чином, використання підкормки коровам дефіцитних в раціоні мікроелементів при їх випасанні на культурному зрошуваному пасовищі покращувало технологічні властивості молока при його переробці в масло.

Свіжовироблене масло за фізико-хімічними показниками відповідало вимогам ДСТУ 4399:2005 Масло вершкове. Технічні умови. Зі змінами та поправками. Вміст вологи в маслі складав 15,6-15,8%, кислотність молочного жиру – 0,66-0,79°К. Наявність перекисів в маслі та інших високореактивних сполук було однаковим, про що свідчить перекисне число і проба з ТБК

(0,16-0,18 і 0019-0,022). Йодне число молочного жиру було рівним 37,0-38,8. Найвищим йодне число було в групах 2б і 3б, що свідчить про більший вміст в ньому ненасичених кислот, ніж в інших зразках. Фізико-хімічні і органолептичні властивості молочного жиру визначаються, головним чином, набором жирних кислот, які входять в нього, а також їх співвідношенням. У формуванні смаку і аромату вершкового масла головна роль належить летким жирним кислотам. На їх долю в підготовчий період приходилось 10,2-10,8%, а у дослідний 10,70-11,05%, при цьому необхідно відмітити як тенденцію – зростання ЛЖК в жирі дослідних груп ($P > 0,05$). Загальна кількість насичених жирних кислот в дослідний період в порівнянні з підготовчим знизилась з 71,3 до 60,9%. Зниження було в основному за рахунок пальмітинової кислоти: якщо в підготовчий період її кількість складала 27-28%, то в дослідний 18-19%. З насичених кислот у більшій кількості, крім пальмітинової кислоти, містились міристинова – 11,5-12,6% і стеаринова – 11,1-11,6%. Аналіз вмісту окремих насичених кислот в молочному жирі показав, що зміни в їх вмісті в різних групах в дослідний період були незначними і мали невиражений характер (таблиця 4.17). Ненасичені жирні кислоти в жирі молока підготовчого періоду складали в середньому 28,3-28,8% від загальної кількості. В дослідний період їх кількість достовірно зросла до 38,5-39,0% ($P < 0,01$). Найбільший вміст ненасичених кислот спостерігався у зразках молочного жиру дослідних груп – 39,0-39,08%.

Аналіз вмісту окремих ненасичених кислот показав, що найбільш виражені зміни в дослідний період в порівнянні з підготовчим пройшли за олеїною, пальмітиною і деценовою кислотами. Вміст олеїнової кислоти зріс в 1,5 рази, пальмітинової – з 2,8-3,0 до 3,3-3,7%, а деценової зменшився з 1,1-1,2 до 0,44-0,50% (таблиця 4.18). Неоднаковий рівень вмісту перерахованих кислот в молочному жирі в дослідний і підготовчий періоди треба пояснювати різними раціонами корів. В літній період тварини споживали більшу кількість пасовищної трави, яка багата ненасиченими сполуками.

Таблиця 4.17

Вміст насичених жирних кислот, %

Кислоти	Підготовчий період						Дослідний період					
	1а	1б	2а	2б	3а	3б	1а	1б	2а	2б	3а	3б
Масляна	3,47	3,55	3,10	3,37	3,44	3,20	3,63	3,70	3,70	3,65	3,55	3,67
Капронова	2,38	2,23	2,22	2,34	2,32	2,25	2,59	2,58	2,55	2,50	2,44	2,45
Каприлова	1,25	1,30	1,10	1,25	1,19	1,15	1,22	1,38	1,15	1,05	1,32	1,08
Капринова	3,67	3,60	3,65	3,85	3,57	3,60	3,50	3,38	3,50	3,50	3,65	3,84
Лауринова	4,76	5,00	5,00	4,60	4,55	4,50	4,11	4,55	4,00	3,90	3,56	3,55
Тридецилова	0,16	0,08	0,07	0,07	0,13	0,10	0,16	0,15	0,17	0,16	0,23	0,14
Ізоміристинова	0,21	0,12	0,12	0,10	0,15	0,10	0,22	0,16	0,21	0,16	0,18	0,17
Міристинова	12,90	13,00	13,45	13,30	13,42	13,56	11,45	11,46	12,27	12,35	12,65	12,71
Пентадецилова	1,03	1,07	1,20	1,02	1,02	1,20	2,05	1,89	1,94	1,50	1,79	1,73
Ізопальмітинова	0,40	0,45	0,49	0,50	0,47	0,50	0,49	0,50	0,42	0,31	0,30	0,30
Пальмітинова	28,44	28,26	28,30	28,31	28,67	28,46	18,50	18,75	18,67	18,90	18,56	18,82
Ізомаргаринова	0,88	0,93	0,90	0,78	0,79	0,97	1,30	1,00	1,01	0,84	1,02	1,01
Ізостеаринова	0,47	0,40	0,39	0,38	0,39	0,36	0,50	0,50	0,55	0,44	0,65	0,64
Стеаринова	10,97	11,10	11,45	11,35	11,54	11,37	11,50	11,80	11,35	11,56	11,67	11,13
Арахідова	0,23	0,24	0,22	0,25	0,25	0,15	0,23	0,22	0,20	0,18	0,20	0,23
Всього	71,23	71,11	71,60	71,66	71,50	71,28	61,45	60,92	61,72	61,01	61,77	60,97

Таблиця 4.18

Вміст ненасичених жирних кислот, %

Кислоти	Підготовчий період						Дослідний період					
	1а	1б	2а	2б	3а	3б	1а	1б	2а	2б	3а	3б
Деценова	1,13	1,25	1,21	1,15	1,13	1,03	0,55	0,56	0,45	0,50	0,44	0,41
Додеценова	0,07	0,06	0,04	0,03	0,05	0,06	0,08	0,08	0,08	0,10	0,08	0,12
Тетрадеценова	2,41	2,44	2,37	2,50	2,25	2,44	2,78	2,78	2,50	2,44	2,54	2,68
Пальмітоолеїнова	2,94	3,03	2,95	3,05	2,85	2,79	3,18	3,38	3,20	3,44	3,54	3,70
Олеїнова	18,78	18,64	18,50	18,35	18,45	18,91	28,33	28,26	28,35	28,68	27,80	27,74
Лінолева	3,38	2,42	2,32	2,16	2,26	2,40	2,10	2,12	2,08	2,30	2,17	2,39
Ліноленова	0,91	0,89	0,81	0,99	0,95	0,92	1,33	1,57	1,34	1,38	1,44	1,62
Арахідонова та інші поліненасичені кислоти	0,16	0,18	0,18	0,16	0,20	0,17	0,22	0,30	0,25	0,26	0,28	0,36
Всього	28,77	28,89	28,40	28,34	28,10	28,72	38,55	39,08	38,28	39,00	38,23	39,03

Зміни у вмісті ненасичених кислот в жирі дослідних та контрольних груп в дослідний період мали невиражений характер, за виключенням кон'югованих ізомерів поліненасичених кислот (таблиця 4.19).

Таблиця 4.19

Вміст кон'югованих ізомерів поліненасичених кислот, мг%

Група	Підготовчий період			Дослідний період		
	дієнові	триєнові	тетраєнові	дієнові	триєнові	тетраєнові
1a	335,5	11,5	2,20	450,0	18,2	2,75
1б	345,5	12,3	2,25	550,0	28,9	2,90
2a	359,5	11,0	2,45	473,2	29,5	3,30
2б	354,4	13,1	2,45	508,5	36,5	3,60
3a	340,5	11,0	2,55	438,0	34,6	2,60
3б	337,0	13,0	2,45	528,1	36,0	2,90

Вміст їх в дослідний період достовірно зріс: дієнових на 30-60%, триєнових в 1,5-2 рази. Тетраєнові ізомери зросли незначно ($P > 0,05$). Відмічений більш високий вміст дієнових і триєнових ізомерів поліненасичених кислот в жирі дослідних груп, що, напевно, пояснюється дією мікроелементів, які згодуються. За даними [] мікроелементи посилюють ріст та активність мікрофлори рубця. Що позитивно впливає на ізомеризації ненасичених жирних кислот корму. Напевно, це явище мало місце і в нашому досліді.

Суттєвих змін у вмісті окремих кислот в залежності від доз мінеральних добрив, які вносились на пасовища, в нашому досліді не виявлено.

Таким чином, з переводом кормів на пасовище в жирі молока зростав вміст летких жирних кислот, ненасичених кислот і знизилась кількість високомолекулярних насичених. Внесення різних доз мінеральних добрив на пасовищк не вплинуло на жирнокислотний склад молочного жиру, а згодовування мікроелементів коровам дослідних груп сприяло деякому

зростанню летких моноєнових і достовірному зростанню кон'югованих ізомерів поліненасичених кислот.

Якість масла і особливо його стійкість при зберіганні визначаються не тільки жирнокислотним складом молочного жиру. Велика роль в цьому питанні відводиться вмісту мікроелементів в маслі (ініціатори і активатори окисних процесів), а також вмісту природних антиоксидантів (каротину і вітаміну А).

Рівень мікроелементів, каротину і вітаміну А в маслі різних груп був неоднаковий (таблиця 4.207). В маслі дослідних груп каротину було більше на 6-17%, а вітаміну А на 4-11%.

Таблиця 4.20

Вміст каротину, вітаміну А і мікроелементів в маслі

Показники	Група корів					
	1а	1б	2а	2б	3а	3б
Каротин, мг/кг	3,20	3,40	2,80	3,00	2,50	2,90
Вітамін А, мг/кг	4,15	4,40	3,95	4,15	3,45	3,80
Мідь, мкг/кг	242	344	240	346	230	370
Залізо, мг/кг	1,23	1,53	1,10	1,43	124	1,50
Цинк, мкг/кг	200	280	197	247	186	297
Марганець, мкг/кг	50	59	43	64	44	63

Абсолютний вміст їх було найбільшим у зразках масла з першого участку, удобреного дозою $N_{120}P_{40}K_{60}$. Із зростанням добрив вміст названих компонентів в маслі знижувався до 2,56 мг/кг каротину і до 3,50 мг/кг вітаміну А.

Додаткове згодовування мікроелементів коровам підвищило рівень їх в маслі. Так, вміст міді в маслі дослідних груп був в порівнянні з контрольними вищим на 50-60% ($P < 0,001$), заліза – на 16-30% ($P > 0,05$). Більш високий рівень в маслі дослідних груп був також по цинку і марганцю ($P < 0,05$).

За результатами органолептичної оцінки масло всіх груп було віднесене до вищого сорту, при цьому відмічався більш виражений смак та аромат масла дослідних груп.

Аналіз фізико-хімічних показників масла, яке зберігалось упродовж року, показав, що в процесі зберігання йде наростання кислотності молочного жиру, утворення перекисів та інших продуктів розпаду.

Кислотність молочного жиру зросла до 0,8-1,12°К, перекисне число – до 0,36-0,50, а проба з ТБК – до 0,035-0,044. Треба сказати, що величина екстинції дистилату в пробі з ТБК – 0,035-0,044 значно нижче ліміту – 0,064, після якого окисненість масла стає відчутною на смак і масло непридатне для подальшого зберігання. Не дивлячись на підвищений вміст в маслі дослідних груп міді і заліза в порівнянні з контрольними, воно добре протистояло окисним процесам. Мабуть, ця здатність зумовлена в деякій мірі більш високим вмістом в маслі природних антиокисників – каротину і вітаміну А. За час зберігання масла кількість їх знизилась на 25-30%. На антиокисну роль вітаміну а і каротину вказують [2].

Йодне число за період зберігання масла знизилось на 2,3 (з 37 до 34,7), що вказує на зниження вмісту ненасичених жирних кислот.

В процесі зберігання масла не відмічено суттєвих змін у вмісті летких жирних кислот (таблиця 4.21).

Аналіз даних по вмісту ненасичених і насичених кислот в молочному жирі після зберігання упродовж року масла показує, що в жирі зменшилась кількість ненасичених жирних кислот до 28-30% і зросла кількість насичених до 70-71%. Зміни в жирнокислотному складі масла пройшли в основному за рахунок зменшення олеїнової (з 27-25 до 20-21%) і ліноленової (з 2,6-2,4 до 1,6-1,4%) кислот і зростання лауринової і пальмітинової кислот.

Зміни, які спостерігались в жирнокислотному складі молочного жиру в процесі зберігання масла не відобразились суттєво на органолептичних властивостях масла. Масло всіх груп за результатами органолептичної оцінки було віднесено до вищого сорту.

Таблиця 4.21

**Вміст жирних кислот в молочному жирі масла після зберігання
упродовж року, %**

Кислоти	Група корів					
	1а	1б	2а	2б	3а	3б
Масляна	3,56	3,53	3,45	3,50	3,57	3,60
Капронова	2,30	2,24	2,35	2,28	2,22	2,16
Каприлова	1,21	1,11	1,30	1,10	1,05	0,98
Капринова	3,40	3,05	3,00	3,41	3,25	3,35
Деценова	0,90	0,66	0,70	0,62	0,57	0,50
Додеценова	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04
Тридецилова	0,30	0,32	0,26	0,25	0,26	0,29
Ізоміристинова	0,30	0,22	0,20	0,18	0,17	0,17
Міристинова	14,00	14,01	13,90	14,52	13,59	13,70
Тетрадеценова	2,50	2,75	2,68	2,66	2,59	2,81
Пентпдецилова	2,71	2,62	2,80	2,65	2,22	2,25
Ізопальмітинова	0,55	0,52	0,45	0,42	0,45	0,33
Пальмітинова	26,69	27,03	26,56	26,80	27,11	27,45
Пальмітоолеїнова	2,43	2,53	2,47	2,20	2,17	2,27
Ізомаргарінова	0,39	0,44	0,42	0,42	0,50	0,45
Ізостеаринова	0,36	0,38	0,27	0,31	0,42	0,42
Стеаринова	9,43	9,82	9,53	9,87	10,02	9,78
Олеїнова	20,55	21,66	21,37	21,24	21,68	21,51
Лінолева	1,48	1,38	1,47	1,31	1,60	1,44
Арахінова	0,17	0,15	0,18	0,11	0,14	0,16
Ліноленова	0,54	0,57	0,53	0,54	0,59	0,58
Арахідонова та інші поліснові	0,14	0,15	0,17	0,12	0,12	0,16
Сума насичених	71,72	71,20	70,90	71,31	70,65	70,69
Сума ненасичених	28,28	28,80	29,10	28,69	29,35	29,31

Таким чином, масло, вироблене з молока корів, які випасались на пасовищі з різним фоном мінеральних добрив і які отримували підкормку з мікроелементів, мало добрий смак і було стійким при зберіганні.

4.4. Склад, технологічні властивості молока та якість сиру в залежності від сезону року при різній структурі кормових раціонів

Молоко і молочні продукти займають важливе місце в харчовому балансі людини. Поряд із зростанням виробництва молока і молочних продуктів велика увага приділяється підвищенню їх якості. Якість молочних продуктів, при дотриманні технологічного режиму їх виробництва, в основному залежить від якості вихідної сировини. Склад і властивості останньої залежить від багатьох факторів, і в першу чергу від рівня годівлі і складу раціонів, які змінюються по сезонам року [25].

Одностороння, хоч і достатня годівля не може задовільнити нормальної фізіологічної потреби лактуючих тварин, негативно впливає на їх здоров'я, знижує продуктивність та якість молока, а звідси і якість молочних продуктів, зокрема, твердого сиру.

Дана робота присвячена вивченню і подальшому поглибленню питань, пов'язаних із впливом сезонних змін структури кормових раціонів на склад, технологічні властивості молока і якість твердого сиру в умовах силосно-коренеплодного типу годівлі корів.

Для проведення дослідів комплектували групи корів симентальської породи за принципом аналогів за такими показниками: надій і жирність молока, жива вага, вік, вгодованість, продуктивність за останню лактацію, місяць лактації. Тварини знаходились в однакових умовах утримання. Годівля корів індивідуальна із врахуванням заданих кормів та їх залишків. Раціони тварин нормували за фактичною поживністю, для чого перед початком кожного дослідів проводили їх аналіз.

Дослідження включають два дослідів. Схема проведення першого дослідів приведена в таблиці 4.22.

Схема проведення першого дослід

Група	Періоди дослід	
	Підготовчий	Дослідний
I група (дослідна)	раціон з кормовим буряком	раціон з цукровим буряком
II група (контрольна)	раціон з кормовим буряком	раціон з цукровим буряком

Другий дослід проводили в весняно-літній період. Відбір проб молока для вивчення хімічного складу і технологічних властивостей проводили в наступні сезони року: літній та осінній і зимовий, весняний і літній.

Щоб виключити вплив періоду лактації на сезонні зміни складу і властивостей молока, в кожний період підбирали чотири групи корів по 7-9 голів: перша група – корови на 3-6-й декаді лактації, друга – на 10-16-й, третя – на 20-24-й і четверта – на 27-30-й.

Відбір проб молока і підготовку їх до аналізу проводили згідно ДСТУ 3622 «Молоко і молочні продукти. Правила прийомки, відбору проб та підготовка проб до аналізу».

Для вивчення технологічних властивостей молока виробляти твердий сичужний сир типу голландського круглого за однотипною технологією. Вироблення сиру проводили з молока вечірнього і ранішнього надоїв кожної групи. Нормалізували молоко із розрахунку отримання сиру з вмістом 50% жиру в сухій речовині. Суміш молока пастеризували при температурі 65°C з витримкою 30 хвилин. Режим вироблення сиру і його дозрівання проведені згідно норм та інструкцій для голландського круглого сиру. Через 20-25 днів сир парафінували. Дозрівання сиру тривало 75 днів в підвалі з регульованою температурою та вологістю. Експертну оцінку сиру проводила постійна експертна комісія по 100-бальній шкалі.

Паралельно кожному виробленню сиру виготовляли солодковершкове несолене масло (із вершків, отриманих при сепаруванні молока для приготування суміші). Чистий молочний жир для аналізу отримували шляхом витоплювання його в термостаті при температурі 45°C, з наступним фільтруванням.

В молоці визначали: густину – за ДСТУ 7057:2009, кислотність – за ДСТУ 3624-92, суху речовину – за формулою М.І.Книги, СОМО – розрахунковим способом, жир – за ДСТУ 5667-90, азот та його фракції – за К'ельдалем, фракції казеїну – методом електрофорезу в апараті ЕФА-1, цукор – за Бертраном, каротин – на електрофотоколориметрі ФЕК-56, вітамін С – за методикою ВІЖу, золу – зважуванням після спалювання в муфелі, Кальцій і Магній – методом комплексонометричного титрування з трилоном Б, Фосфор – з гідрохіноном на електрофотоколориметрі ФЕК-М, Калій і Натрій – методом полум'яної фотометрії на ФПФ-58, Хлор – за способом Вейсса, сичужне звертання – за Белоусовим, редуктазну і сичужно-бродильну проби, каталазну пробу – в каталазниках Лобека.

В сирі визначали: суху речовину – за Дуденковим, жир – кислотним методом, білок – за К'ельдалем, розчинний білок – за методикою, уточненою Яхніною та Ініховим, кислотність – титруванням лугом, зрілість – за відношенням розчинного азоту до загального, активну кислотність (рН) – за Белоусовим, сіль – об'ємним стандартним методом, золу – зважуванням після спалювання в муфелі, Кальцій – методом комплексонометричного титрування з трилоном Б після озолення сиру, Фосфор – з гідрохіноном на електрофотоколориметрі ФЕК-М. Вихід сиру, використання суміші на 1 кг сиру, коефіцієнт використання сухих речовин суміші, а також вміст жиру і білку в сухій речовині сиру визначали розрахунковим способом [26].

В молочному жирі визначали: число Рейхарда-Мейсля, Поленске, йодне, омилення і рефракції, а також температуру плавлення і тверднення за методиками, описаними Г.С.Ініховим і Н.П.Брію. Відсотковий вміст летких розчинних і нерозчинних жирних кислот, ненасичених, нелетких насичених, а

також середню молекулярну вагу тригліцеридів визначали розрахунковим способом [49].

Раціони нормували з розрахунку 0,9-1,0 кормових одиниць, 130 г протеїну, 35 г жиру і 150-160 г цукру на 1 кг молока. Склад раціонів приведений в таблиці 4.23.

Таблиця 4.23

Раціони годівлі корів, кг

Корми	Підготовчий період		Дослідний період	
	I група	II група	I група	II група
Сіно люцерни	4,0	4,0	4,0	4,0
Силос кукурудзяний	20,4	20,7	20,0	20,0
Буряк кормовий	31,8	29,2	-	28,9
Буряк цукровий	-	-	16,0	-
Суміш концентратів	5,8	4,9	5,3	5,1
Кормових одиниць	16,3	15,1	15,6	15,1

Структура і поживність раціонів за періодами досліду змінювались незначно. Сіно складало 12-13% від загальної поживності. Силос 25-27%, буряк – 23% і концкорми – 37-39%.

Упродовж досліду середньодобові надої корів складали 15,5-16,5 кг. В дослідному періоді спостерігалось незначне зниження надоїв корів обох груп, що пов'язано з ходом лактації. Однак, зниження надоїв по першій групі склало 1,2 кг або 7,1%, а по другій 0,7 кг або 4,3%. Добова продукція жиру в надої першої групи знизилась на 14 г або 2,1% і білку на 16 г або 2,9%, а в надої другої групи відповідно 28 г або 2,9% і 15 г або 2,7%. Однак різниця у зміні молочної продуктивності між групами по періодам досліду незначна і статистично недостовірна [48].

Молоко корів обох груп у всі періоди досліду містило високу кількість сухої речовини, жиру, білку і казеїну (таблиця 4.24).

Склад і властивості молока

Показники	Підготовчий період		Дослідний період	
	I група М ± m	II група М ± m	I група М ± m	II група М ± m
Суша речовина, %	13,25±0,23	13,19±0,18	13,61±0,15	13,51±0,15
Жир, %	4,06±0,16	4,23±0,14	4,28±0,10	4,24±0,10
Білок загальний, %	3,41±0,13	3,39±0,18	3,57±0,06	3,45±0,10
Казеїн, %	2,67±0,12	2,66±0,14	2,82±0,05	2,69±0,08
Альбумін+глобулін, %	0,57±0,02	0,56±0,03	0,58±0,01	0,58±0,02
Кальцій, мг%	117,5±2,8	112,2±2,8	113,5±1,2	109,9±1,4
Фосфор, мг%	109,9±0,7	103,5±2,8	107,8±1,3	105,8±2,1
Калій, мг%	180,6±7,6	175,8±4,4	164,9±3,9	164,8±2,8
Натрій, мг%	35,4±1,6	38,2±3,6	37,9±1,0	41,6±1,6

В дослідному періоді зростав вміст сухої речовини в молоці корів першої групи на 0,36%, а в молоці другої – на 0,32%. Вміст жиру в молоці корів першої групи в дослідному періоді зріс на 0,22%, а в молоці другої – залишився практично без змін.

Вміст азотистих фракцій молока за періодами змінювався незначно. В дослідному періоді вміст загального білка зростав в молоці корів першої групи на 4,7%, а другої – на 1,8%. Зростання вмісту білка в молоці корів першої групи відбулось в основному за рахунок казеїну. Вміст білків сироватки (альбуміну і глобуліну) в молоці корів обох груп за періодами дослідів був постійним. Треба вказати на стабільне співвідношення жиру і білку в молоці корів обох груп. Співвідношення казеїну до білків сироватки було в межах 4,6-4,8, що характеризує молоко, як добру сировину для виробництва сиру.

Характер змін мінеральних речовин молока корів обох груп практично однаковий. Різниця в складі молока між групами за періодами дослідження математично недостовірна [50].

Перероблене на сир молоко від обох груп характеризується нормальним виглядом, запахом і смаком. Кислотність молока, як показник його свіжості, була в межах 18-20°Т. За сичужним звертанням молоко корів обох груп було першого і другого типу. За показниками редуктазної проби молоко було першого класу, а за сичужнобродильною пробою – отримало оцінку 5 балів.

Звертання молока у ванні було в межах 29-34 хвилини з утворенням рівного пружного згустку. Зерно мало добру клейкість, пружність і утворювало рівний пласт. Відмінностей в складі сироватки між групами за періодами дослідження не встановлено.

Вихід сиру з молока корів другої групи при постійних раціонах годівлі за періодами дослідження не змінювався, а з молока корів першої групи в дослідний період зменшився на 0,61 кг або 5,6%.

Достовірних відмінностей в хімічному складі зрілого сиру з молока корів обох груп не спостерігалось. З основними показниками сир відповідав вимогам ДСТУ- 6003:2008. Сир з молока корів обох груп оцінений вищим сортом з оцінкою за смак і запах 40-44 бали і загальною оцінкою 91-96 балів.

Дослід проводився в умовах силосно-коренеплодного типу годівлі і звичайного режиму утримання, який практикується в господарстві. Раціони дослідних тварин, в залежності від сезону року, включали зелені корми (кукурудзу або траву люцерни), сіно люцерни, кормовий або напівцукровий буряк?, кукурудзяний силос і концентровані корми. Раціони нормували з розрахунку 0,9-1,1 кормових одиниць і 105-120 г протеїну на 1 кг молока.

Склад раціонів, а також їх структура в різні сезони року для однієї групи, в також для різних груп в межах одного сезону неоднакові. Треба вказати, що незалежно від продуктивності тварин, зелені корми, сіно і силос нормували з розрахунку на одну голову, а буряк і концентрати на 1 кг надоеного молока. Така годівля приводила до того, що в стійловий період утримання (осінь, зима і весна)

спостерігалась кількісна перевага силосу в раціонах і незначна кількість буряка (відповідно 40-55% і 7-13% від загальної поживності). У зв'язку з цим, забезпеченість раціонів окремими компонентами на виробництво 1 кг молока в різні сезони року була різною. Майже у всі сезони року спостерігається недостача в раціонах цукру і Фосфору при надлишку Кальцію, крім літнього періоду, коли згодовували зелену кукурудзу. В результаті цього цукрово-протеїнове співвідношення було в межах 0,6-1,0, а Кальцій-Фосфорне – 1,9-3,9 в літній період ці співвідношення були відповідно 2,1-2,3 і 1,4-1,7).

Зміна умов годівлі та утримання в окремі сезони року вплинули на молочну продуктивність корів (таблиця 4.25).

Таблиця 4.25

Молочна продуктивність корів за періодами дослідів

Показники	Групи	Періоди дослідів				
		Літній	Осінній	Зимовий	Весняний	Літній
Середньодобовий надій, кг	1	18,9	15,3	15,8	14,3	15,9
	2	15,4	13,6	13,1	13,5	14,9
	3	10,4	10,4	7,9	10,4	10,6
	4	8,9	4,9	6,8	8,1	6,5
Добова продукція сухої речовини, г	1	2240	1782	1865	1695	1858
	2	1762	1572	1589	1610	1787
	3	1308	1221	1018	1304	1342
	4	1160	673	890	1060	847
Добова продукція молочного жиру, г	1	647	460	490	462	494
	2	492	438	429	418	492
	3	358	342	306	385	404
	4	356	227	270	342	273

Максимальний добовий надій спостерігався в літній період року при достатній забезпеченості раціонів цукром. В осінній період, в результаті зниження рівня годівлі корів, пройшло зниження добових надойів, а в подальшому, упродовж стійлового періоду. Надой змінювались незначно.

Зміна добових надойів між групами, в межах одного періоду виражені в більшій мірі, ніж по кожній групі в різні сезони року. Таким чином, період лактації має більший вплив на зміни надойів, ніж сезон року.

Аналогічна картина спостерігається і в зміні добової продукції тваринами сухої речовини і жиру (таблиця 4.26).

Таблиця 4.26

Вміст сухої речовини СОМО і жиру в молоці (%)

Група	Періоди дослідів				
	Літній	Осінній	Зимовий	Весняний	Літній
Суша речовина, М ± m					
1	11,89±0,4	11,66±0,08	11,81±0,27	11,85±0,19	11,67±0,05
2	11,46±0,3	11,55±0,14	12,11±0,08	11,90±0,02	11,98±0,03
3	12,58±0,06	11,75±0,27	12,89±0,06	12,65±0,1	12,67±0,06
4	13,02±0,03	13,70±0,07	13,08±0,27	13,08±0,15	13,04±0,17
СОМО, М ± m					
1	8,47±0,29	8,61±0,05	8,71±0,19	8,52±0,11	8,59±0,11
2	8,27±0,22	8,43±0,05	8,84±0,07	8,80±0,03	8,68±0,03
3	8,88±0,06	8,47±0,07	9,01±0,06	8,95±0,04	8,87±0,06
4	9,02±0,03	9,25±0,04	9,10±0,15	8,88±0,05	8,84±0,11
Жир, М ± m					
1	3,42±0,12	3,05±0,03	3,10±0,15	3,23±0,09	3,10±0,06
2	3,19±0,11	3,12±0,12	3,27±0,03	3,10±0,004	3,30±0,002
3	3,70±0,004	3,28±0,2	3,88±0,06	3,70±0,008	3,80±0,006
4	4,0±0,002	4,45±0,03	3,98±0,12	4,22±0,1	4,20±0,06

Вміст сухої речовини і жиру в молоці кожної групи змінювався в меншій мірі, ніж між групами в межах одного періоду. Зміни у вмісті СОМО за сезонами року незначні.

Кількість казеїну в період стійлового утримання знизилась, досягнувши мінімального значення у весняний період, а білків сироватки (альбумін+глобулін) – навпаки, зросла, при максимальному значенні навесні. Це знижує якість молока як сировини для виробництва сиру. Треба відмітити, що весняний період співпав з періодом весняного линяння тварин, що не могло не вплинути на склад і властивості молока (таблиця 4.26).

Таблиця 4.26

Вміст азотистих речовин в молоці, %

Група	Періоди дослідів				
	Літній	Осінній	Зимовий	Весняний	Літній
Загальний білок, М ± m					
1	2,80±0,05	2,76±0,003	2,75±0,04	2,70±0,04	2,84±0,01
2	2,82±0,03	2,89±0,09	2,91±0,05	2,79±0,01	2,87±0,03
3	3,21±0,03	3,01±0,06	3,12±0,06	3,09±0,06	3,20±0,02
4	3,38±0,04	3,74±0,01	3,25±0,02	3,20±0,02	3,43±0,001
Казеїн, М ± m					
1	2,23±0,06	2,06±0,005	1,99±0,08	1,90±0,03	1,98±0,01
2	2,24±0,05	2,18±0,11	2,17±0,05	1,97±0,02	2,16±0,1
3	2,65±0,13	2,27±0,08	2,26±0,02	2,24±0,09	2,38±0,02
4	2,70±0,06	2,86±0,01	2,30±0,03	2,35±0,04	2,36±0,01
Альбумін + глобулін					
1	0,423	0,522	0,538	0,632	0,620
2	0,448	0,514	0,563	0,662	0,482
3	0,429	0,552	0,676	0,687	0,619
4	0,535	0,657	0,755	0,695	0,827

Важливе при виробництві сиру і співвідношення фракцій казеїну. Наші дані свідчать, що вміст в молоці альфа- і бета-фракцій був на рівні 94-87%, а гама-фракції – 6-13%, причому вміст останньої був мінімальним в літні періоди (таблиця 4.27).

Треба вказати на кількісну перевагу в молоці фракцій бета-казеїну, і лише у весняний період його містилось менше, ніж альфа-казеїну.

Таблиця 4.27

Співвідношення фракцій казеїну, % від загальної кількості

Фракції казеїну	Група	Періоди дослідів				
		Літній	Осінній	Зимовий	Весняний	Літній
α -казеїн	1	46,2	42,3	39,3	49,7	42,6
	2	40,2	41,5	39,9	47,6	37,8
	3	38,6	39,2	41,3	47,5	36,2
	4	39,3	37,6	40,7	45,6	34,3
β -казеїн	1	42,2	45,6	49,5	39,9	45,8
	2	47,0	47,3	48,7	40,8	50,4
	3	50,9	46,3	47,0	42,2	53,1
	4	54,8	51,6	46,3	42,5	54,7
γ -казеїн	1	11,6	12,1	11,2	10,4	11,6
	2	12,8	11,2	11,4	11,6	11,8
	3	10,5	14,5	11,7	10,4	10,7
	4	5,9	10,8	13,0	11,9	11,0

Максимальна кількість Кальцію в молоці спостерігалась влітку і восени (118-127 мг%). В зимовий період вміст його зменшився на 10-15%, утримуючись на цьому рівні упродовж всього стійлового періоду. Мінімальна його кількість спостерігається після виходу тварин на пасовище (103-115 мг%). Мінімальний вміст Фосфору приходить на весняний період (77-84 мг%). З виходом тварин

на пасовище кількість Фосфору зростала на 15-19%, утримуючись на цьому рівні з незначними коливаннями, упродовж всіх сезонів (таблиця 4.28).

Таблиця 4.28

Вміст Кальцію і Фосфору в молоці, мг% ($M \pm m$)

Група	Періоди дослідів				
	Літній	Осінній	Зимовий	Весняний	Літній
Кальцій					
1	125,5±6,3	115,6±1,3	114,7±0,7	114,2±2,2	106,8±0,6
2	118,9±6,0	119,8±7,7	108,3±1,2	113,1±0,6	102,8±0,6
3	121,7±2,5	127,0±2,9	114,2±2,7	119,3±0,3	110,5±0,7
4	118,9±1,0	152,0±6,4	115,7±0,8	117,5±0,4	115,5±1,0
Фосфор					
1	90,1±0,3	92,7±1,2	95,5±2,8	77,5±1,5	92,9±1,1
2	91,1±0,5	92,4±2,1	94,6±5,0	84,4±0,1	86,1±2,1
3	96,0±0,1	87,6±5,5	95,0±0,7	81,3±1,2	100,4±3,5
4	93,2±1,7	101,9±2,5	95,0±0,4	80,8±1,1	95,8±1,0

Вміст каротину в молоці корів змінювався в залежності від його кількості в раціоні. Так, в літні періоди його містилось в 1,5-2 рази більше, ніж в зимовий. Однак, при зростанні кількості каротину в раціоні перехід його в молоко знижується. Перехід каротину корму в молоко в період стійлового утримання корів майже в 2 рази вище, ніж влітку. В цілому, використання каротину на молоко не перевищувало 0,64%, причому корови на початку лактації використовують його в 2-3 рази більше, ніж в кінці лактації [26].

В молоці, яке використовується для виробництва сиру, не спостерігалось відхилень у смаку, запаху і консистенції.

Кислотність його була в межах 15-18°Т, що пов'язано з низьким вмістом білка, а також Фосфору та інших кислих солей. За сичужним звертанням молоко віднесене до другого типу, тобто найбільш бажаному при виробництві сиру. За

показниками редуктазної проби молоко було першого і другого класу, за сичужно-бродильною пробою – отримало оцінку 4-5 балів.

У зв'язку з різним складом молока за сезонами року технологічні властивості молока також були різними (таблиця 4.29).

Таблиця 4.29

Технологічні показники переробки молока на сир

Показники	Група	Періоди дослідів				
		Літній	Осінній	Зимовий	Весняний	Літній
Розхід ферменту на 100 кг молока, г	1	4,32	7,10	3,33	2,66	3,90
	2	4,15	5,33	2,71	3,50	5,15
	3	3,11	6,95	2,91	2,85	6,08
	4	4,01	5,57	4,48	2,92	5,85
Ступінь використання сухих речовин, %	1	46,7	49,0	48,2	45,6	48,3
	2	47,8	50,2	51,7	47,8	50,9
	3	50,6	50,5	53,0	52,3	52,8
	4	52,2	56,0	55,1	54,8	54,5
Розхід молока на 1 кг сиру, 40% вологості, кг	1	10,92	10,39	10,74	11,78	10,01
	2	11,11	10,53	9,64	10,84	9,82
	3	9,66	10,24	9,38	9,43	9,15
	4	9,08	7,94	8,89	8,95	8,79

Розхід сичужного ферменту влітку і восени вище, ніж зимою і навесні в 1,5-2 рази.

Тривалість обробки зерна у ванній до другого нагрівання у всі сезони року була практично однакова. Обробка після другого нагрівання до готовності в період стійлового утримання довше, в результаті чого загальний час виробництва сиру в цей період збільшується на 20-30 хвилин.

Відмінностей в складі сироватки між групами за періодами дослідів не встановлено.

Різний склад і властивості молока, а також різний час обробки позначились на ступені використання сухої речовини молока. Однак, використання сухої речовини молока між групами в межах одного періоду змінювалось в більшій мірі, ніж однієї групи в різні сезони року. Це пов'язано з більшим вмістом компонентів молока корів другої половини лактації. Мінімальне використання сухої речовини спостерігається у весняний та літній періоди.

Із зростанням кількості жиру в молоці зростає вихід сиру, а розхід молока на його виробництво скорочується. В межах однієї групи за періодами дослідів зміни цього показника незначні. Максимальний розхід молока на виробництво сиру спостерігається у весняний період, коли в молоці містилось менше всього казеїну, ніж в інші періоди. Достовірних відмінностей в складі зрілого сиру не встановлено. Вміст сухої речовини був 58-60%, а жиру в сухій речовині 48-51%. Однак кількість розчинного білку в сирі з молока літнього та осіннього періодів вища, ніж із зимового і весняного. Можливо, погіршення біологічних властивостей молока, а також зниження активності молочнокислих культур мало вплив на інтенсивність розпаду білків. Звідси, більшу ступінь зрілості мали сири із літнього та осіннього молока, і меншу – із зимового і весняного [34].

Результати експертної оцінки свідчать про те, що сири, вироблені у всі сезони року, згідно ДСТУ6003:2008 віднесені до вищого сорту. Однак, сир з молока літнього і зимового періодів отримав дещо більшу оцінку, в тому числі за консистенцію, смак і запах, ніж з молока осіннього та весняного періодів.

Зміна умов годівлі і утримання корів привели до зміни складу і властивостей молочного жиру.

В осінній період проходить зростання кількості летких (як розчинних так і нерозчинних у воді) жирних кислот на 5-20% і ненасичених на 10-25%. В зимовий період проходить деяке зменшення кількості летких кислот, а у весняний – друге зростання. Йодне число в літній і весняний періоди знаходиться в межах, які забезпечують отримання масла доброї якості.

В осінній період показник йодного числа дещо вищий, а в зимовий – значно нижчий від оптимального значення. В результаті зміни кількості і

співвідношення жирних кислот змінювалась молекулярна маса тригліцеридів, а також фізичні властивості жиру.

Температура плавлення і тверднення дещо знизились в осінній та зимовий періоди і знову підвищились у весняний.

4.5. Порівняльний вплив солей хлористого в фосфорнокислого кальцію на технологічні властивості молока та якість сиру

Пробу молока розділяли на дві частини. Одну частину переробляли з використанням хлористого кальцію (контроль), другу – фосфорнокислого кальцію (дослід). Солі вносили з розрахунку 20 г на 100 кг суміші. Дослід проведений в осінній, зимовий, весняний і літній періоди.

Тривалість обробки згустку дослідних варіантів в середньому була менше на 7-10%.

Згусток з молока, з внесенням фосфату кальцію був більш щільним, обсушка зерна проходила швидше з меншим утворенням сирого пилу.

Вміст сухої речовини, жиру і білку в сироватці як контрольних. Так і дослідних варіантів було практично однаковим, що свідчить про аналогічність технологічного процесу. Кислотність сироватки, як показник інтенсивності молочно-кислого процесу при обробці, була дещо вище в сироватці дослідних зразків, що свідчить про кращий розвиток мікрофлори при наявності додаткової кількості фосфору.

За вмістом сухої речовини, жиру, білку, солі, суттєвої різниці між контрольними і дослідними сирами не спостерігалось. За цими показниками всі сири відповідали вимогам стандарту.

Однак, вміст розчинного білку в сирах дослідних обробок дещо більше, ніж контрольних, що вплинуло на ступінь зрілості сиру. В середньому зрілість дослідних сирів на 6,6% вища, ніж контрольних. В цілому сир обох варіантів на закритій експертизі оцінений вищим сортом.

У всіх сирах знайдено 19 вільних амінокислот, з яких кількісно визначали 16 – цистеїн, лізин, гістидин, аргінін, аспарагінова кислота, серин, гліцин,

глутамінова кислота, треонін, аланін, тирзин, метіонін, валін, фенілаланін, лейцин та ізолейцин.

Сир дослідних варіантів містив на 5-7% більше вільних амінокислот, в тому числі глутамінової та аспарагінової, треоніну, тирозину, валіну з метіоніном і менше лізину і лейцину з ізолейцином.

4.6. Вплив лимонної кислоти, яку додатково вносили в молоко, на його технологічні властивості та якість сиру

Молоко з низьким вмістом жиру, як правило, містить менше лимонної кислоти, ніж більш жирне. Тому в своїх дослідях ми використовували молоко з низьким вмістом жиру (від корів, що були на 3-6-й декаді лактації). Оскільки вміст лимонної кислоти в молоці знижується від зими до літа, досліді проведені в зимовий, весняний і літній періоди.

Суміш ранкового і вечірнього молока ділили на дві частини. Одну частину переробляли за загальноприйнятою технологією голландського сиру (контроль), другу – з додатковою добавкою лимонної кислоти з розрахунку 20 г на 100 кг суміші (дослід). Лимонну кислоту вносили в суміш після пастеризації у вигляді 10% розчину.

В дослідному виробництві скоротився розхід сичужного ферменту, а також загальний час обробки зерна, особливо після другого нагрівання. Сирне зерно краще виділяло сироватку і скоріше піддавалось висушуванню.

Вміст жиру і білку в сироватці контрольних і дослідних вироблень практично однаковий.

Склад сирів обох вироблень відрізнявся незначно. Треба відмітити дещо більший вміст Кальцію в сирі дослідного варіанту, а також розчинного білку, зростання якого є передумовою отримання сиру високої якості.

Результати дослідів свідчать [25] також про дещо більшу ступінь використання сухої речовини в дослідних зразках. Розхід суміші на 1 кг зрілого сиру 40% вологості в середньому за дослідними варіантами менше на 0,2 кг.

Результати експертної оцінки сиру показали, що дещо більшу оцінку за смак і аромат, консистенцію і малюнок отримали сири дослідних вироблень.

Особливо помітною була різниця в оцінці за малюнок сиру. Максимальна ефективність від внесення лимонної кислоти отримана у весняний період, коли спостерігається погіршення біологічних властивостей молока і зниження активності молочнокислих стрептококів.

4.7. Якість молока для виробництва сиру в умовах силосного типу годівлі корів

Значна увага надається питанням виробництва покращених повноцінних продуктів харчування з високим вмістом білку і біологічно активних речовин. До таких продуктів відноситься сир. Тенденція до збільшення виробництва сиру направлена на вирішення проблеми повноцінного білкового харчування людей і більш повного використання складових частин молока.

Однак значна частина виробленого в даний час сиру не відповідає за якістю тим високим вимогам, які пред'являються до цього продукту. Виробництво сиру має підвищені вимоги до якості молока. Із-за цього стримується зростання темпів виробництва сиру.

У зв'язку з широким використанням кукурудзяного силосу для годівлі корів рядом авторів був вивчений його вплив на якісні показники молока та сиру [50]. Автори не прийшли до єдиної думки щодо використання кукурудзяного силосу в зонах виробництва сиру. Якість промислових сирів, які виробляються в зонах, де на корм тваринам використовується кукурудзяний силос, поки нижча якості тих областей, де він не використовується. Крім цього, такі дослідження були проведені тільки в дослідних умовах окремих районів країни, і майже немає робіт по вивченню виробничих умов годівлі корів та якості товарного молока для виробництва сиру в західних областях країни.

Відомі літературні дані односторонньо характеризують якість молока за складом та технологічними властивостями без врахування його мікробіологічних показників. У зв'язку з цим комплексне вивчення умов годівлі, якісних показників молока і взаємозв'язок їх з якістю сиру представляє значний інтерес для теорії і практики виробництва сиру, оскільки покращення якості продукції і

раціональне використання сировини є важливими умовами інтенсифікації галузі [25].

Враховуючи актуальність проблеми збільшення виробництва і підвищення якості сиру та його залежність від якості молока, яке отримують в умовах силосного типу годівлі корів вивчали в західних регіонах України, Чернівецькій області.

В якості об'єкту дослідження було товарне молоко, отримане від корів симентальської породи в умовах силосного типу годівлі на фермах господарств Чернівецької області. В одному з господарств в силосний раціон додавали диамонійфосфат.

На сироробних заводах проводився науково-виробничий експеримент по вивченню взаємозв'язку змін показників молока, отриманого у вище названих умовах, з якістю сиру.

Щомісячно упродовж двох років від кожного господарства відбирались проби молока ранкового надою і середньодобові проби. В пробах молока ранкового надою досліджувались - температура, жирність, густина, кислотність, чистота, мікробіологічні показники (редуктазна проба з резазурином натрію і метиленовим синім, загальна кількість мікроорганізмів на поживному агар-агарі, проба на бродіння, кількість маслянокислих бактерій і бактерій групи кишкової палички), сичужне звертання, ставилась сичужнобродильна проба.

В добових пробах молока визначали густину, суху речовину, СОМО, жир, загальний білок, казеїн та його фракції, білки сироватки, небілковий азот, вміст золи, Фосфору. Кальцію, Натрію, Калію та Магнію.

Для вивчення якості молока як сировини для виробництва сиру, проводили дослідні варіння твердого сичужного сиру типу голландського брускового за загальноприйнятою технологією. В цільному і знежиреному молоці, яке йшло на виробництво сиру, визначали в заводських лабораторіях густину, жирність, кислотність. Нормалізовану суміш і зрілий сир досліджували в лабораторії кафедри. В нормалізованій суміші визначали суху речовину, жирність, густину, кислотність, загальний білок, казеїн, білки сироватки, Кальцій, Фосфор, Натрій,

Калій, в зрілих сирах – жирність, суху речовину, золу, кислотність, вміст хлористого натрію, загальний і розчинний білок, зрілість.

Якість сиру оцінювалась на закритій експертизі за стобальною системою [33].

Дослідження молока, сиру, сироватки, нормалізованої суміші для сиру і знежиреного молока проводили стандартними методами і методиками [33, 34].

Досліджені в масштабах Чернівецької області по місяцям року умови годівлі корів, біохімічний склад молока, яке надходить на підприємства з виробництва сиру, його технологічні властивості. На прикладі Чернівецької області виявлений тісний взаємозв'язок між біохімічним складом і технологічними властивостями молока в залежності від умов годівлі молочних корів в області.

Встановлені [50] причини низької якості сиру, який виробляється з молока корів, що знаходяться в умовах постійної (в стійловий період) силосної годівлі.

Результати досліджень покладені в основу рекомендацій для отримання молока, придатного для виробництва сиру, в Чернівецькій області.

Отримані позитивні результати по використанню резазуринату натрію при визначенні класу редуктази. Використання цього методу для оцінки якості молока в молочній промисловості дозволить скоротити затрати праці, електроенергії і вдвічі скоротить витрату молока на аналіз. Впроваджені у виробничу практику сирзаводів Чернівецької області розроблені на основі проведених досліджень рекомендації по визначенню розширених показників сиропридатності молока.

Утримання тварин в зимовий період прив'язне в корівниках, з моціоном на вигульних площадках, в літній період – пасовищне. Доїння триразове. Прийом молока і фільтрація проводяться в пристосованих приміщеннях.

Більшість господарств зони в стійловий період використовує раціони, насичені кукурудзяним силосом на 10-15% від загальної поживності.

Влітку всі господарства згодують культури зеленого конвейера: озиме жито, пшеницю, посівні злакові і бобові трави, кукурудзу. В структурі літніх раціонів зелені корми складали 72-75, а концентрати 25-28% (таблиця 4.30).

Таблиця 4.30

Структура раціонів годівлі корів
(у% від загальної поживності раціонів)

Найменування	Періоди		
	зимовий	весняний	літній
Солома	11,1	12,9	-
Сіно	9,1	9,6	-
Силос	40,6	37,8	-
Патока	4,5	5,3	-
Концентратна суміш	34,7	34,4	27,8
Зелений корм	-	-	72,2
Всього	100	100	100

Поживність раціонів значно змінювалась за сезонами року.

На одну кормову одиницю в зимовий період приходилось перетравного протеїну 64 г, цукру 60 г, сирого жиру 35 г, Кальцію 8 г, Фосфору 4 г.

Навесні знижувався загальний рівень годівлі тварин.

В літній період годівля корів була більш повноцінною. На кожну кормову одиницю приходилось 74-78 г перетравного протеїну, 150-160 г цукру, 9 г Кальцію і 4 г Фосфору.

В середньому за два роки досліджень молоко містило у відсотках $11,76 \pm 0,05$ сухих речовин, $8,27 \pm 0,03$ – СОМО, $3,45 \pm 0,01$ – жиру, $2,96 \pm 0,114$ – білку, в тому числі казеїну $2,35 \pm 0,041$, білків сироватки $0,605 \pm 0,007$; $0,026 \pm 0,0007$ – небілкового азоту і $0,717 \pm 0,005$ – золи. А-вітамінна активність молока була взимку $618 \pm 17,34$, навесні $377 \pm 9,21$ і влітку $1136 \pm 28,3$ м.о./кг [2].

В досліджуваному молоці вміст основних компонентів (сухих речовин, жиру і білку) нижчий на 5-9% у відносному обчисленні в порівнянні з генетичними можливостями симентальської породи корів.

Вміст всіх складових частин в молоці піддаються сезонним змінам. Низький вміст сухих речовин, жиру, білку встановлений у весняний період. Зниження жирності молока у весняний період пов'язане з недостатньою годівлею тварин за основними поживними компонентами і масовим отелом в цей час.

В зимово-весняний період, коли спостерігається дефіцит протеїну в раціонах, відмічене зниження вмісту білка в молоці. В інші періоди року при підвищенні протеїнової поживності раціонів вміст білка в молоці зростає.

Важливе значення для виробництва сирів має казеїн. Його сезонні зміни аналогічні змінам білка. Коефіцієнт кореляції між ними $r = 0,976 \pm 0,068$. Молоко літнього періоду містило на 7% більше казеїну в порівнянні з молоком, отриманим в період годівлі корів силосом. Нижчий вміст казеїну в молоці навесні, що зменшує вихід сиру на 10-11%.

Вміст фракцій $\alpha + \beta$ -казеїну складає 88,3% з коливаннями помісячно від 84,56 до 92,44%. Кількість γ -казеїну в молоці зменшувалась до кінця календарного року, що покращувало технологічні властивості молока для використання його у виробництві сиру.

Встановлена тісний кореляційний зв'язок між співвідношенням білок/жир і $\alpha + \beta$ -казеїн/жир. Коефіцієнт кореляції $r = 0,92$ [25].

Середньорічний вміст мінеральних елементів в товарному молоці був таким (в мг/%) : Кальцій – $120,53 \pm 0,46$, Фосфор – $97,03 \pm 0,66$, Калій – $119,73 \pm 7,679$, Натрій – $33,86 \pm 0,245$, Магній – $10,66 \pm 0,020$.

Важливими елементами, які помітно впливають на технологічні властивості молока, є Кальцій та Фосфор. Коливання у вмісті Кальцію відносно середніх даних складають від 10,4 до 12,7%. Вміст Фосфору в молоці менш піддається змінам. В досліджуваному молоці відхилення від середніх величин не перевищували 4,8%. Кількість Кальцію в молоці зменшувалась від зими до літа,

найбільше його значення відмічене восени. Закономірності в динаміці Фосфору не встановлене. Низький вміст Кальцію і Фосфору в молоці робить його менш придатним для виробництва сиру.

Середній вміст Калію і Натрію порівняно невисокий. Кількість Калію в молоці змінювалась за сезонами року. Мінімальна його кількість була в травні і листопаді. У вмісті Натрію встановлена тенденція зменшення його від зими до літа. Найбільша кількість магнію в молоці спостерігалась влітку.

Густина молока, яка відображає його склад, була порівняно невисокою – $1028,08 \pm 5,14 \text{ кг/м}^3$. У зміні середньої густини молока за місяцями року спостерігається її зростання з травня по жовтень і зменшення з листопада по квітень. Найбільші значення густини відмічені у серпні-вересні. Кислотність молока мало змінювалась за сезонами року.

Тісний зв'язок між кількістю мікроорганізмів в молоці і кислотністю підтверджується позитивним коефіцієнтом кореляції $r = 0,840 \pm 0,171$.

За два роки досліджень на сирзаводи поступало молоко другої (56,3%) і третньої (43,3%) групи чистоти. Найбільша кількість (1-4%) молока першої групи було прийнято в лютому і жовтні. Окремі порушення культури молочного виробництва мали місце у всі періоди року.

Бактеріальна обсімененість, в основному, коливалась в межах 3,3-12,5 млн клітин в 1 мл молока. Найбільший вміст мікроорганізмів в молоці встановлений у березні-серпні. Це пояснюється тим, що на фермах було відсутнім охолодження молока. У весняно-літній період молоко мало температуру 18-27°C і швидко втрачало бактерицидні властивості.

Поряд з визначенням загальної кількості мікробів посівом на поживному агарі, нами ставилась редуктазна проба з резазурином натрію і метиленовим синім. Статистична обробка дозволила встановити тісний прямолінійний зв'язок між методами визначення кількості мікроорганізмів резазуриною пробою і посівами на поживному агарі і слабку – з метиленовим синім. Цим підтверджується досить висока точність визначення загальної кількості мікроорганізмів резазуриною пробою [57, 58].

Вміст бактерій групи кишкової палички в молоці значно змінювався за сезонами року.

Кореляція між вмістом групи кишкової палички і загальною кількістю мікроорганізмів практично відсутня. Встановлена тісна кореляційна залежність органолептичних показників оцінки сирів з кількістю паличок кишкової групи у вихідному молоці. Сири, вироблені з молока з вмістом паличок кишкової групи більше 10^2 в 1 мл, отримали низьку органолептичну оцінку. Коефіцієнт спряження цих показників $K = 0,867$. Тому в молоці сироробних зон необхідно визначати і кількість паличок кишкової групи (колі-титр).

Обсемінення молока спорами маслянокислих бактерій на фермах було неоднаковим. Майже половина молока, заготовлена в зонах сирзаводів, була вільна від спор цих бактерій.

На обсемінення молока спорами маслянокислих бактерій впливають порушення технології отримання і первинної обробки молока, а також наявність спор цих мікроорганізмів в конкурентному оточуючому середовищі.

В 91% проб молока, які містили більше десяти клітин маслянокислих бактерій, був і високий вміст (більше ста клітин) бактерій групи кишкової палички. Однак для уточнення симбіотичних можливостей цих мікроорганізмів потрібні спеціальні дослідження.

Встановлена тісна кореляційна залежність рисунку сиру від кількості спор маслянокислих бактерій у вихідному молоці. Коефіцієнт спряження $K = 0,89$ [59].

Таким чином, вивчення мікробіологічних показників молока дає можливість зробити висновок, що воно значно обсемінене мікроорганізмами і в тому числі паличками кишкової групи і спорами маслянокислих бактерій. Тому необхідне корінне покращення його санітарно-гігієнічного стану.

Технологічна якість молока за сичужним звертанням змінювалась за місяцями року. Різко вона знижувалась до кінця весни, потім покращувалась влітку і знову погіршувалась у вересні. Взимку цей показник був вищим, ніж в інші періоди.

Осіннє погіршення звертання молока було пов'язане із згодовуванням тваринам бадилля цукрового буряка, багатого оксалатами, які знижують звертання молока. Весняне зниження звертання молока не можна пояснити силосним типом годівлі корів, так як він використовувався в зимовий період.

Можливо, незбалансованість раціонів за основними поживними компонентами і дефіцитність раціонів за протеїном впливала на продукування нормального за складом молока, що відображалось на його звертанні. Звертального компоненту – казеїну – було в молоці цього періоду всього 2,17-2,21%, а вміст Кальцію – тільки 113мг/%.

Співвідношення казеїну і білків сироватки, Кальцію і Фосфору піддаються сезонним змінам. Максимальне співвідношення казеїну і білків сироватки встановлене влітку, мінімальне – восени. Зниження даного співвідношення восени пов'язане з зростанням білків сироватки і зниженням казеїну в молоці цього періоду.

За нашими даними, співвідношення Кальцію і Фосфору в молоці знаходиться в інтервалі 1,13-1,37. Найбільш вузьке відношення Кальцію до Фосфору приходить на травень-липень, що узгоджується з пониженим вмістом Кальцію в молоці цього періоду.

Більшому відношенню Ca/P відповідає більший коефіцієнт використання сухих речовин молока при виробництві сиру. Це підтверджується нашими даними (таблиця 4.31).

Таблиця 4.31

Співвідношення Ca/P в різні періоди року

	Ca/P	% переходу сухої речовини молока в сир
I півріччя	1,19	45,80
II півріччя	1,29	49,15

В дні відбору проб молока на дослідження проводили дослідні варіння голландського брускового сиру за загальноприйнятою технологією з

використанням доступних нам прийомів по усуненню або послабленню тих чи інших вад молока.

В дослідних варіннях сиру використовувались чисті бактеріальні культури, необхідні для виробництва м'яких сирів з низькою температурою другого нагріву. Закваску вносили в кількості 0,3-0,5% від суміші молока.

Відмінності технологічних властивостей молока в залежності від типу раціонів і пори року відобразились на параметрах технологічних процесів і, як наслідок, на складі сиру.

При силосному типі годівлі, особливо навесні, відмічалась в'ялість згустку, подовження його обробки. Вміст води в сирі дещо більший, а білка – менший. Треба відмітити, що в молоці ранньовесняного періоду знижувався вміст α - і β -фракцій казеїну, а γ -казеїн зростає.

Розвиток молочнокислого процесу контролювали показником кислотності сироватки. Величина активної кислотності сиру після пресування була в межах $5,48 \pm 0,12$. Соління сиру проводили в басейнах з концентрацією розсолу $19,06 \pm 0,2\%$ і температурою $9,45 \pm 0,74^\circ\text{C}$. Дозрівання і нагляд за сиром здійснювали згідно технологічної інструкції.

За фізико-хімічними показниками і органолептичною оцінкою всі дослідні сири були стандартними. Сухих речовин в сирі $58,06 \pm 0,12\%$, золи – $5,88 \pm 0,01\%$, солі – $2,60 \pm 0,01\%$, жиру в сухій речовині – $46,16 \pm 0,13\%$, загального білку – $25,63 \pm 0,27\%$ і розчинного – $5,31 \pm 1,15\%$.

В процесі технологічних дослідів за місяцями року визначено використання сухих речовин суміші. У весняний період встановлений найнижчий коефіцієнт використання сухих речовин при виробництві сиру – 43,6%, в той час як середньорічний його показник дорівнює 48,8%. Невикористання сухих речовин молока навесні склало 5,2%, що в абсолютному вираженні на 100 кг молока дає 0,665 кг сухої речовини або 1,188 кг сиру [25, 59].

Таким чином, проведені дослідження говорять про необхідність регламентації казеїну у молоці, яке заготовлюється для виробництва сиру.

Середня титрована кислотність сирів була $208,57 \pm 1,08^{\circ}\text{T}$. За сезонами року кислотність змінювалась незначно. Невелике її значення – $202,3^{\circ}\text{T}$ – встановлено навесні, максимальна кислотність – $214,6^{\circ}\text{T}$ – була взимку. У сирів з кислотністю вище 210°T оцінка за консистенцією була знижена на 2 бали.

Зрілість сирів, вироблених з молока корів при згодовуванні силосних раціонів, нижче на 17,5% (у відносному обчисленні).

За органолептичними показниками всі сири оцінені як стандартні. Однак, вищим сортом було оцінене тільки 57% дослідних сирів. Оцінка сирів, вироблених з молока, отриманого в умовах силосної годівлі корів, була нижчою на 3,38 бали в порівнянні із сирами, виробленими з молока літнього періоду, коли тварини отримували корми зеленого конвеєру. Ще нижче були оцінені сири, вироблені навесні, коли силосна годівля була не збалансована за основними поживними компонентами і мала дефіцит протеїну.

Середні показники оцінки якості сирів склали: загальний бал $88,17 \pm 0,05$, смак і запах $39,25 \pm 1,12$, консистенція $22,34 \pm 0,08$, рисунок $7,98 \pm 0,54$. Бальна оцінка за смак знижувалась за легку гіркоту і нечистий, затхлий смак. Наявність гіркоти в дослідних сирах спостерігалось в зимовий час, коли кукурудзяний силос складав 35-45% загальної поживності раціонів годівлі корів. Мінімальну оцінку за смаком і запахом отримали сири обох заводів березневого виробництва (34,8-35,8). У смакові цих сирів відмічалась затхлість. Максимальну оцінку за смак і запах отримали сири серпневого виробництва (41,2-42,2 бали). Консистенція дослідних сирів була грубою і твердою, за що вона була оцінена в 21-23 бали. Рисунок сирів оцінювався від 6,5 до 9,83 бала. Основним недоліком в рисунку була нерівномірність за величиною і розподілом очок. В окремих варіннях він був рваний і щілинний. На оцінку сирів за кольором вирішальний вплив мав каротин молока. Вищим балом за колір оцінений сир літнього періоду.

Таким чином, найбільший вплив на вихід і якість сирів мають такі показники як сичужне звертання і кількість казеїну в молоці. Ці показники тісно пов'язані в наших дослідженнях з умовами годівлі тварин, забезпеченістю і збалансованістю раціонів за основними поживними компонентами і особливо за

протеїном. Отже, реальний напрям в покращенні цих показників в товарному молоці – покращення годівлі тварин в стійловий період [].

4.8. Вплив на якість молока кормових раціонів, покращених мінеральними добавками азоту і фосфору

Вивчення сировинної зони сирзаводів показало, що силосний тип годівлі дозволяє отримувати молоко тільки задовільної якості. Цими обставинами була зумовлена необхідність додаткових досліджень, предметом яких було усунення в кормових раціонах дефіциту протеїну та фосфору. В якості мінеральної добавки був вибраний діамонійфосфат. Досліди були проведені в два періоди: весняний – на силосних раціонах з добавкою 100 г діамонійфосфату і літній – при згодовуванні коровам зелених кормів з концентратами і 50 г діамонійфосфату.

Характеристика раціонів годівлі корів показані в таблиці 4.32.

На одну кормову одиницю весняного раціону приходилось перетравного протеїну 100 г; цукру 100 г; Кальцію 8,8 г; Фосфору 6,1 г; каротину 80 мг. Показники у літньому раціоні складали 105; 158; 5; 7 і 230 відповідно.

Кормові раціони, покращені добавками діамонійфосфату, мали позитивний вплив на якість молока обох періодів. Молоко отримане в двох періодах дослідів, було подібним за вмістом жиру і білку.

Середній вміст складових частин молока за двома періодами був наступним: сухі речовини – $12,61 \pm 0,015\%$; СОМО – $9,19 \pm 0,01\%$; жир – $3,42 \pm 0,033\%$; загальний білок – $3,07 \pm 0,0225$; білки сироватки – $0,620 \pm 0,010\%$; казеїн – $2,52 \pm 0,0315$; Натрій – $33,45 \pm 2,05$ мг/%; Калій – $122,35 \pm 5,35$ мг/%; Кальцій – $125,82 \pm 0,37$ мг/%; Фосфор – $97,33 \pm 1,22$ мг/%; Магній – $10,53 \pm 0,18$ мг/%.

Кормові добавки діамонійфосфату підвищили продуктивну ефективність раціонів з силосом і зеленими кормами [50].

Порівняльний вплив на якість молока раціонів, дефіцитних за протеїном і Фосфором, і раціонів, покращених добавками діамонійфосфату, видна з наступних величин.

Склад і структура раціонів годівлі корів

Назви кормів	Кількість		Корм. один. і % від загальної поживності	Вміст поживних речовин (г)			
	кг	корм. один.		перетравний протеїн	цукор	Кальцій	Фосфор
Весняний період							
Силос кукурудзяний	24	4	46	268	312	32,0	12
Сіно бобове	2	0,9	10,3	156	20	20,0	4,5
Солома	6	1	11,4	72	-	15,2	5,5
Патока	1	0,7	8,0	58	540	3,2	0,1
Концкорм	2,5	2,1	24,3	200	-	6,8	8,1
Діамонійфосфат	0,1	-	-	120	-	-	23,0
Всього в добовому раціоні	-	8,7	100	874	872	77,2	53,2
Літній період							
Зелені корми	40	7,2	72	722	1580	61,2	26,0
Концкорм	3	2,8	28	273	-	9,0	12,0
Діамонійфосфат	0,05	-	-	60	-	-	11,5
Всього в добовому раціоні	-	10	100	1055	1580	70,2	49,5

В березні-квітні на раціонах без діамонійфосфату корови продукували молоко з вмістом жиру 3,21% і казеїну 2,28%. А при раціонах з добавками діамонійфосфату – жиру 3,45% і казеїну 2,48%. Відносна різниця для жиру рівна 7,50, а для казеїну – 8,7%.

У червні-липні на раціонах із зеленим кормом корови продукували молоко з жирністю 3,19% і з вмістом казеїну 2,38%. На раціонах з добавками

диамонійфосфату відповідно жиру 3,36% і казеїну 2,55%. Відносна різниця для жиру 5,3%, казеїну – 8,5%.

Раціони з добавкою диамонійфосфату сприяли підвищенню в молоці загального вмісту казеїну та його фракцій, багатих Фосфором. Кількість казеїну перевищувала кількість білків сироватки в 4 рази, що є оптимальним відношенням при виробництві сиру [49].

Використання в дослідях диамонійфосфату з метою підвищення поживності весняних і літніх раціонів годівлі корів дещо покращило технологічні властивості молока. Стало ближчим до оптимального співвідношення Кальцію і Фосфору в молоці. Молоко за сичужним звертанням було сиропридатним. Це зменшило тривалість звертання молока весняного періоду, покращилась обробка зерна.

Збільшення кількості казеїну в молоці підвищило коефіцієнт використання сухих речовин при виробництві сиру навесні на 4% і влітку на 2%. Коли на сир переробляли молоко, яке містило 2,7% казеїну, коефіцієнт використання сухих речовин був найвищий – 49% та вище. Кореляція між вмістом казеїну в молоці та відсотком використання сухих речовин дуже висока.

Всі вироблені сири за своїм хімічним складом задовольняли вимоги стандарту ДСТУ 4669:2006. Вони містили $58,07 \pm 0,13\%$ сухих речовин, $45,65 \pm 0,38\%$ жиру в сухій речовині, $26,55 \pm 0,45\%$ білку, $4,81 \pm 0,10\%$ золи і $2,36 \pm 0,00\%$ солі. Їх зрілість склала $21,31 \pm 0,46\%$.

Підвищення санітарної культури та охолодження молока дозволили знизити загальну кількість мікроорганізмів до 0,49-3 млн в 1 мл молока. Знизилась кількість спор маслянокислих бактерій і паличок кишкової групи. Всі дослідні сири були оцінені вищим ґатунком. Вони були доброго смаку, гарної та задовільної консистенції із задовільно розвиненим рисунком. Загальна оцінка склала $91,6 \pm 0,71$ бали. Порівняно з періодами, де не використовували диамонійфосфат в якості мінеральної підкормки, дослідний сир весняного періоду оцінений на 4,13 бали вище і літній – відповідно на 2 бали.

4.9. Якість і безпечність молока корів після застосування кормових сумішей на основі біологічно активних речовин гумінової природи

Молоко та молочні продукти є джерелом енергії, легкозасвоюваних білків, жирів, вітамінів, макро- і мікроелементів. Їх роль у забезпеченні поживними речовинами населення має вирішальне значення. Під час війни виробництво молока в Україні скоротилося, за рахунок скорочення поголів'я корів та внаслідок окупації російськими загарбниками значної території України, проте завдяки ефективній роботі молочних ферм у безпечніших регіонах та релокації поголів'я із постраждалих від війни районів вдалося мінімізувати втрати. Для підвищення молочної продуктивності корів та показників якості і безпечності сирого незбираного молока необхідно забезпечити лактуючих корів поживними та біологічно активними речовинами. Використання біологічно активних сумішей, виготовлених на основі екологічно безпечних компонентів, гумінових кислот є актуальним питанням сьогодення [50].

Гумінові речовини, що виділяються з торфу, є високомолекулярними речовинами, які характеризуються високою поліфункціональною активністю. Вони дозволяють вирішити цілу низку проблем у тваринництві, а саме: покращення рубцевого травлення тварин та збільшення молочної продуктивності корів [48] разом з тим відмічено позитивний вплив на збільшення питомої ваги молозива корів, зростання споживання сухої речовини до та після отелення, збільшення молочної продуктивності, масової частки жиру у молоці корів та кальцію у сироватці крові корів після отелення. Гістопатологічні та гістохімічні дослідження показали безпечність гумінових кислот, що підтверджується станом кровотворних органів, серцево-судинної та ендокринної системи дослідних тварин [56].

Дослідження також показали, що гумінові кислоти сприяють підвищенню імунного статусу організму та не мають ембріотоксичного ефекту [7], сприяють зростанню середньодобового приросту телят на відгодівлі [49].

За хімічною будовою гумінова кислота являє собою довгий ланцюг молекул, які виділяються з ґрунту, торфу або бурого вугілля. Гумінові кислоти

утворюють біодоступний комплекс для оздоровлення будь-якого живого організму. Його цінність полягає у більш ніж 70 різних компонентах які включають мінерали, більше ніж 20 амінокислот, вітамінів, природних полісахаридів, стеринів, жирних кислот, рослинних пігментів (флавоноїдів), природних антиоксидантів (катехінів). У складі цього комплексу виявлені нестероїдні фітоестрагени натурального походження – ізофлавоноїди, а також хінони, які мають властивості антибіотиків, та інші корисні компоненти. Саме ця концентрація біологічно активних речовин пояснює розмаїття позитивних ефектів застосування гумінових кислот для дійних корів. Мета роботи: вивчити ефективність застосування кормових сумішей на основі біологічно активних речовин гумінової природи для лактуючих корів. Дослідження проводили у ТОВ «ГК «Вітагро» с. Курилівка Хмельницька обл., Хмельницький р-н на коровах голштинської породи німецької селекції [50].

Коровам (n=15) групи роздою на 70-120 день лактації протягом 30 днів до раціону додавали органічну кормову суміш виготовлену на основі торфу у кількості 20 г на 100 кг маси. Зразки молока відбирали під час контрольного доїння корів на початку дослідження та після 30-ти денного застосування органічної кормової суміші. Відібрані зразки молока охолоджували до 4°C і доставляли у Експертний центр діагностики та лабораторного супроводу «Біолайтс», м. Тернопіль для дослідження.

У молоці визначали молочну продуктивність корів, масову частку жиру, білків, лактози, загальноприйнятими методами та кількість соматичних клітин підраховували за допомогою мікроскопа відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 13366-1:2008 «Milk – Enumeration of somatic cells – Part 1: Microscopic method (Reference method)».

Очистку вимені від механічного забруднення проводили шляхом обмивання теплою водою із розприскувача, або занурюючи дійки у ковпачок з активним розчином (1% розчин перекису водню або інші призначені для цього препарати). Після чого перші порції молока здоюють у спеціально призначений посуд та оцінюють молоко на наявність субклінічного маститу. Оператор

обслуговує підряд до 4-х суміжно розташованих корів з одного боку доїльної установки. Тривалість виконання підготовчих операцій не перевищує 1 хв., оскільки окситоцин, що вивільняється із задньої долі гіпофізу знаходиться у крові нетривалий час, потім він руйнується і перестає впливати на альвеоли. Активний період молоковіддачі триває усього лише 3-4 хв., а потім наступає спад і повне її припинення. Для захисту вимені корів від патогенних мікроорганізмів, дійки обробляють захисним протимікробним препаратом «Йодерм» компанії «Hupred sas», торгової марки «Kersia». Для виконання цієї операції, кожную дійку корови, після доїння занурюють у ковпачок із робочим розчином препарату, не менше ніж на 2/3 їх довжини [17].

Масова частка жиру у молоці корів на початку дослідження становила в середньому по групі $3,69 \pm 0,17$ %, значення коливались від 2,56 до 4,69 %. У молоці 13,3 % корів, жирність була нижче базисної норми і коливалась в межах від 2,56 до 2,79, що на 0,2 % нижче базисної норми. Уведення у раціон органічної кормової суміші на основі гумінових кислот сприяло збільшенню жирності молока на 0,2 % за коливання значень від 2,57 до 5,06 %, за середнього значення по групі $3,89 \pm 0,2$ %.

Незначне зростання жирності молока пов'язано зі збільшенням цього показника у молоці 40 % дослідних корів від 0,2 до 0,92 %. У молоці решти корів жирність молока не змінювалась. Масова частка білків у молоці корів на початку дослідження становила у середньому по групі $3,28 \pm 0,07$ %, значення коливались від 2,71 до 3,94 %, що відповідає базисній нормі. Проте у 6,7 % тварин (1 корови) значення були нижче базисної норми і становили 2,71 %. У молоці 26,7 % корів масова частка білків відповідала базисній нормі з коливаннями значень від 3,04 до 3,2 %, у молоці решти корів значення коливалися в межах від 3,26 до 3,94 %.

Через 30 днів застосування органічної кормової суміші відмічали збільшення масової частки білків у молоці корів у середньому по групі на 0,2 %, за середнього показника по групі $3,47 \pm 0,07$ % із коливаннями значень від 3,12 до 4,2 %. Аналізуючи отримані результати, відмічаємо, що у молоці 80 %

досліджених корів масова частка білків зросла від 0,1 до 0,9 %. У молоці решти (20 %) корів масова частка молока не змінилася, проте значення відповідали базисній нормі (3,0 %), що затверджена Кабінетом Міністрів України у встановленому порядку.

За результатами наших досліджень [50], азот сечовини молока корів на початку дослідження у середньому по групі становив $13,67 \pm 0,67$ мг/100 мл за коливання значень від 9,7-19,5 мг/100 мл. У молоці 33,3 % корів азот сечовини коливався в межах від 15,0 до 19,5 мг/100 мл, у решти – значення коливалися в межах від 9,7 до 14,8 мг/100 мл, що свідчить про недостатню кількість сирого протеїну у раціоні корів. По завершенню дослідів азот сечовини молока знизився до $11,84 \pm 0,8$ мг/100 мл (7,1-18,5 мг/100 мл). Зменшення сечовини молока відбувається на фоні зростання масової частки загального білка у молоці корів і може свідчити про дефіцит сирого протеїну у раціоні.

Масова частка лактози вірогідно не змінилася і становила відповідно $4,7 \pm 0,04$ % за коливання значень від 4,39 до 4,86 % на початку дослідження та $4,65 \pm 0,04$ % (4,28-4,84 %) по завершенню дослідів, різниця становить 0,05 %. Підрахунок кількості соматичних клітин проводили з метою виявлення фізіологічного стану вимені. На початку дослідження кількість соматичних клітин у молоці корів в середньому по групі становила $104,47 \pm 23,5$ тис/см³ (11,0-246,0), що відповідає показникам клінічно здорових корів. У 60 % корів кількість соматичних клітин коливалась в межах від 11 до 87 тис/см³, у решти – від 182,0 до 246,0 тис/см³.

При цьому слід відмітити, що переважали епітеліальні клітини. На кінець дослідів, кількість соматичних клітин в середньому по групі зросла до $148,07 \pm 46,79$ тис/см³ (20,0-754,0).

Згідно Наказу № 118/2019 встановлено критерії вмісту кількості соматичних клітин, які обумовлюють придатність сирого молока для реалізації на рівні ≤ 400 тис/см³, тобто кількість соматичних клітин в середньому по групі відповідала наказу. Зростання відбулося за рахунок розвитку субклінічної форми

мастити у однієї із дослідних корів № 139 у якої кількість соматичних клітин зросла до 754,0 тис/см³ [49].

Слід відмітити, що у молоці 20 % корів, по завершенню дослідження, відмічали незначне зменшення кількості соматичних клітин від 35 до 55 тис/см³, у 13,3 % відмічали зростання кількості соматичних клітин на 70 та 670 тис/см³ відповідно, що вказує на розвиток субклінічної форми маститу у останньої. Підтвердженням цьому слугує переважання нейтрофілів у мазку. У решти корів кількість соматичних клітин не змінювалась, у порівнянні із початком досліду.

На нашу думку [50], застосування органічної кормової суміші не могло спричинити розвиток субклінічної форми маститу, оскільки до складу препарату входять гумінові та фульвокислоти, які мають широкий спектр біологічної активності. Під їх впливом підвищується ефективність процесу окисного фосфорилювання у мітохондріях, проходить стимуляція гемопоезу. Гумінові кислоти впливають на активність ензимів. Їх використовують як засоби, що підвищують опірність організму до дії різних несприятливих факторів. Саме тому, у 4-х корів із 15, що становить 26,7 % кількість соматичних клітин зменшилась. Важливим показником є продуктивність корів, на початку дослідження середньодобовий надій становив $36,73 \pm 0,6$ кг (35,43-38,9) по завершенню дослідження показники збільшилися на 2,12 кг і становили $38,85 \pm 0,19$ кг (37,3-39,9) на добу, що вказує на позитивний вплив гумінових кислот на молочну продуктивність корів. На нашу думку, застосування органічної кормової суміші на основі гумінових кислот не могло спричинити розвиток субклінічної форми маститу, оскільки до складу препарату входять гумінові та фульвокислоти, які мають широкий спектр біологічної активності. Під їх впливом підвищується ефективність процесу окисного фосфорилювання у мітохондріях, проходить стимуляція гемопоезу. Гумінові кислоти впливають на активність ензимів (McCann J.C. et al., 2014). Їх використовують як засоби, що підвищують опірність організму до дії різних несприятливих факторів. Саме тому, у 4-х корів із 15, що становить 26,7 % кількість соматичних клітин зменшилась. Азот сечовини молока (АСМ) приблизний індикатор вмісту сирого

протеїну у раціоні корів. Нормальним вважають рівень 20-35 мг/100 мл молока. Вміст сечовини окремої корови змінюється залежно від стадії лактації, періоду доби і часу годівлі. Він підвищується після споживання корму та у пасовищний період, оскільки пасовищний корм, особливо на початку літа, містить багато протеїну. Для інтерпретації потрібен уміст білка у молоці. При нормальному вмісті білка – 3,2% – оптимальний вміст сечовини має становити 15-30 мг/100 мл.

Аналізуючи результати [58] АСМ у корів на початку досліду та по його завершенню, відмічаємо низький рівень азоту сечовини молока в середньому по групі 13,7 та 11,8 мг/100 мл відповідно, що свідчить про недостатню кількість сирого протеїну у раціоні. За наявності карбаміду в молоці корови фахівці встановлюють рівень протеїнів, готівки у тварини. Якщо вміст сечовини нижче 15 мг/ 100 мл молока, то це явний симптом дефіциту азоту і сирного протеїну, а показники в 30-35 мг вказують на його надлишок, Грінат не може забезпечити корів достатньою кількістю протеїну. Аналізуючи результати дослідження, відмічаємо позитивний вплив органічної кормової добавки на якість молока, а саме збільшення масової частки жиру на 0,2 %; масової частки білків 0,19 %., кількість соматичних клітин у 26,7 % корів знизилась. Позитивну дію гумінових речовин можна пояснити посиленням метаболічної активності клітинних мембран за рахунок прискорення окисних процесів, що внаслідок збільшення поглинання поживних речовин стимулюють життєво важливі функції. За повідомленням авторів найпростіші поглинають і перетравлюють велику кількість бактерій рубця, тим самим зменшуючи потік бактеріального білка з рубця у дванадцятипалу кишку [49].

Завдяки здатності найпростіших здійснювати протеоліз та дезамінування, зменшення їх чисельності в рубці призводить до збільшення кількості азоту мікробного походження, що надходить у дванадцятипалу кишку [26].

Таким чином, позитивні зміни в молоці могли бути частково зумовлені повноцінним використанням поживних речовин завдяки дії гумінових речовин. Вони модифікують мікробіоту кишечника і тим самим покращують

використання поживних речовин з корму, що благоприємно впливає на хімічний склад молока. Середньодобовий надій на початку дослідження у середньому по групі становив $36,73 \pm 0,6$ кг (35,43-38,9) по завершенню дослідження показники збільшилися на 2,12 кг і становили $38,85 \pm 0,19$ кг (37,3-39,9) на добу, що вказує на позитивний вплив гумінових кислот на молочну продуктивність корів.

Підсумовуючи вище вказане, можна відмітити, що застосування органічної кормової суміші на основі гумінових кислот позитивно впливає на організм лактуючих корів, сприяючи зростанню масової частки жиру та білків у молоці на 0,2 % за середнього значення по групі $3,89 \pm 0,2$ % (2,57-5,06) та $3,47 \pm 0,07$ % (3,12-4,2) відповідно.

Кількість соматичних клітин у молоці корів по завершенню дослідження у середньому по групі зросла до $148,07 \pm 46,79$ тис/см³ (20,0-754,0) проти $104,47 \pm 23,5$ тис/см³ (11,0-246,0) на початку дослідження. Причиною зростання кількості соматичних клітин є розвиток субклінічного маститу у однієї лактуючої тварини. Азот сечовини молока використовують для оцінки енергетично-білкового балансу у кормах, зниження до $11,84 \pm 0,8$ мг/100 мл (7,1-18,5), що відбувається на фоні зростання масової частки загального білка у молоці корів та може свідчити про дефіцит сирого протеїну у раціоні [24].

4.10. Роль бета-каротину у продуктивній діяльності організму

Автори [5] детально розглядають роль бета-каротину в обміні речовин та продуктивній діяльності організму сільськогосподарських тварин. Зокрема, висвітлюються питання метаболізму, джерел надходження та потреб у бета-каротині для різних видів тварин. Ґрунтовний аналіз ролі бета-каротину в обміні речовин різних видів сільськогосподарських тварин свідчить, що бетакаротин виконує важливі функції як провітамін А, а також як антиоксидант. Наведені дані потреби в бета-каротині для різних статеві-вікових груп тварин свідчать, що найбільша потреба в каротиноїдах спостерігається у молодняку на дорощуванні та у тварин в період інтенсивного росту і розвитку.

Також автори [60] встановили, що недостатнє надходження бета-каротину негативно позначається на резистентності організму тварин, продуктивності та

відтворювальній функції. Зафіксовано порушення перебігу вагітності, зниження запліднюваності, гальмування росту та розвитку молодняку. Було проаналізовано джерела надходження бета-каротину для різних видів тварин. Встановлено, що основними джерелами є зелені корми, силос, сіно, морква, а також синтетичні препарати бета-каротину.

У статті [72] досліджується зв'язок між рівнем бета-каротину в раціоні та репродуктивною функцією корів. Автори відзначають позитивний вплив належного забезпечення бета-каротином на запліднюваність, перебіг тільності та якість потомства. Було виявлено, що належне надходження бета-каротину в організм корів позитивно впливає на їх запліднюваність. У групі корів, які отримували достатню кількість бета-каротину з кормами, показник запліднюваності був на 12 % вищим порівняно з контрольною групою. Також було встановлено, що у корів дослідної групи, які споживали більше бета-каротину, тільність перебігала без ускладнень. У цих тварин спостерігалася зменшення кількості абортів та мертвонароджених телят. Автори [72] відзначили позитивний вплив бета-каротину на якість потомства корів. У телят, отриманих від корів із достатнім рівнем бета-каротину, спостерігалася більша жива маса при народженні та кращі показники росту і розвитку в перші місяці життя. Дослідження показало, що додаткове введення бета-каротину в раціон тільних корів сприяло підвищенню вмісту вітаміну А в молозиві та молоці на ранніх стадіях лактації. Це позитивно позначалося на резистентності новонароджених телят. Також було виявлено кореляцію між рівнем бета-каротину в раціоні та тривалістю сервіс– та міжотельного періодів у корів. Належне забезпечення бета-каротином дозволило скоротити ці періоди та підвищити ефективність відтворення стада.

У роботі [10, 50] висвітлюються антиоксидантні властивості бета-каротину та його роль у захисті організму великої рогатої худоби від окисного стресу. Наводяться дані про вплив бета-каротину на продуктивність тварин в умовах стресових чинників. Було встановлено, що бета-каротин відіграє важливу роль в антиоксидантній системі організму великої рогатої худоби. Він здатний

нейтралізувати вільні радикали та запобігати окисному стресу. У роботі показано, що за нестачі бета-каротину в організмі тварин активізуються процеси вільнорадикального окиснення ліпідів, білків та нуклеїнових кислот. Це призводить до порушення обміну речовин та знижує резистентність організму.

Автори [50] виявили, що у корів з дефіцитом бета-каротину спостерігалось зниження активності антиоксидантних ферментів, таких як супероксиддисмутаза, каталаза та глутатіонпероксидаза. У дослідженні показано зв'язок між рівнем бетакаротину в раціоні корів та їх продуктивністю. За належного забезпечення бетакаротином спостерігалось підвищення надоїв молока та приростів живої маси. Було зафіксовано, що нестача бета-каротину у періоди підвищених навантажень (тільність, лактація) призводила до зниження резистентності корів та збільшення ризику захворювань. Результати роботи засвідчили потребу в додаванні джерел бета-каротину до раціонів великої рогатої худоби, особливо в періоди інтенсивної продуктивної діяльності, для підтримки антиоксидантного захисту організму та максимальної реалізації генетичного потенціалу продуктивності тварин. Завдяки досягненням у вивченні вітамінів та їх впливу на організм тварин, їх використання у ветеринарії та тваринництві значно розширилось. Жиророзчинні вітаміни, при комплексному застосуванні, сприяють кращому росту, резистентності, репродуктивній функції тварин та покращують харчову цінність продуктів тваринництва [5].

Вміст мікроелементів у кормах впливає на засвоєння вітамінів, білків, амінокислот та жирних кислот. Додавання кобальту та марганцю до корму покращує засвоювання каротину коровами. Встановлено зв'язок між вмістом цинку в раціоні та плазмі крові корів з рівнем вітаміну А та продуктів перекисного окиснення ліпідів. Вітаміни впливають на репродуктивну функцію як прямо, так і опосередковано, в першу чергу на ендокринну та статеву системи. Важливе не лише надходження вітамінів, але й їх співвідношення. Надмір будь-якого вітаміну може негативно впливати на репродуктивну функцію. Всі вітаміни відіграють роль у процесі розмноження, але домінуючу роль мають вітаміни А, D, Е, особливо ретинол (вітамін А). Незважаючи на те, що вітамін А

був відкритий давно, його всебічний вплив на організм матері та плода потребує подальшого вивчення. Це пов'язано з поширеністю А-вітамінної недостатності у тварин, якою страждають в середньому 57,9-62,1 % корів в Україні. Недостатність вітаміну А може призвести до серйозних проблем з репродуктивною системою. Яєчники недорозвиваються, зменшується кількість яйцеклітин, порушується овуляція, з'являються кісти. Можливі атрофія, дегенеративні зміни та розлади функції яєчників, що може призводити до передчасних пологів та затримки посліду. Нестача вітаміну А у телиць і корів негативно впливає на їхню репродуктивну систему. Це може призвести до перегулів, яловості, ембріональної смертності, абортів та народження нежиттєздатних телят. Вітамін А відіграє важливу роль у процесі імплантації ембріона, адже він підвищує функціональну активність ендометрію, збільшуючи рівень білка і прогестерону. Нестача вітаміну А в організмі тільних корів негативно впливає на морфологічний та функціональний розвиток залоз внутрішньої секреції (гіпофіз, надниркові залози, щитовидна залоза) і статевих органів (яєчники, матка). Вплив вітаміну А на репродуктивну функцію самок підтверджується наявністю РЗБ (внутрішньоклітинного ретинолзв'язуючого білка) в їх статевих органах. РЗБ плаценти ідентичний РЗБ з вісцерального жовчного мішка та печінки плодів щурів. Це свідчить про те, що РЗБ бере участь у транспортуванні вітаміну А з материнського кровообігу до плоду, що, ймовірно, відіграє важливу роль у підтримці тільності. Вміст вітаміну А в плазмі крові корів значно знижується (до 40 %) протягом останніх десяти днів тільності й залишається на такому ж рівні протягом першого місяця після отелення. Це пов'язано з посиленням поглинання вітаміну А молочною залозою та його секрецією у молозиво. Імунна функція в організмі тварин при дефіциті вітаміну А значно знижується. У нетелей з порушенням гомеостазу плацента стає проникною для стафілококів та кишкової палички у 16,6 % випадків, а у тварин з дефіцитом вітаміну А ця проникність зростає до 42,8 %. Це пояснюється винятковою чутливістю епітеліальних клітин до нестачі вітаміну А, що призводить до пошкодження плацентарного бар'єру. Збільшення кількості

вітаміну А в раціоні в 4-5 разів попереджувало порушення тільності у корів, тому вміст вітаміну А в раціоні лактуючих і сухостійних корів з розрахунку на 1 кг корму (на натуральну речовину) повинен становити відповідно 3,2 і 4,0 тис. міжнародних одиниць (МО). Потреба великої рогатої худоби у вітаміні А повністю задовольняється при згодовуванні їй високоякісних кормів, багатих на каротин, таких як сіно, сінаж та силос.

У США рекомендується [6] додавати вітамін А до раціону великої рогатої худоби або застосовувати його ін'єкційні препарати у ситуаціях, коли у кормах, що згодовуються тваринам (сіно, сінаж, силос), міститься недостатня кількість каротину. Додавання вітаміну А також рекомендується при використанні кормів, які зберігалися протягом тривалого часу і втратили каротин, а також при високому вмісті в раціоні кукурудзяного силосу або концентрованих кормів. Крім того, додаткове введення вітаміну А може знадобитися в умовах дії стресових факторів на тварин, таких як холод чи інфекційні захворювання. При нормуванні потреби великої рогатої худоби у вітаміні А в США враховується вітамін А-активність кормів, виходячи з припущення про повне перетворення каротину, що міститься в кормах, у вітамін А. Відповідно до встановлених норм, потреба великої рогатої худоби у вітаміні А залежить від статі, віку, живої маси та продуктивності тварин і виражається в міжнародних одиницях. Зокрема, для сухостійних і лактуючих корів масою 400, 500, 600 і 700 кг відповідно 30, 38, 46, і 53 тис. МО. Потреба телят масою тіла 30, 40, 50, 75 кг у вітаміні А становить відповідно 1,3; 1,7; 2,1; 3,2 тис. МО, потреба ремонтних телиць масою тіла 100, 200, 300 кг – 4,24; 8,48; 12,72 тис. МО. 62 Вміст вітаміну А в раціоні лактуючих і сухостійних корів з розрахунку на кг корму (на натуральну речовину) повинен становити відповідно 3,2 і 4,0 тис. МО, в раціоні дорослих бугаїв – 3,2 тис. МО. Максимально допустимий рівень вітаміну А в раціоні ВРХ – 6,6 МО/кг корму.

При нормуванні потреби корів у вітаміні А в інших країнах виходить з вмісту в кормах каротину. У зв'язку з тим, що кількість β -каротину в кормах не перевищує 75-78 % загальної кількості каротину, ці норми занижені в середньому приблизно на 20 %. Потреба лактуючих корів в каротині згідно з

деталізованими нормами годівлі залежить від маси тіла і рівня молочної продуктивності. Для корів масою тіла 400 кг з надоем 10, 20, 30 кг молока вона становить відповідно 385, 640 і 940 мг, для корів масою тіла 500 кг – 410, 658 і 1010 мг, для корів масою тіла 600 кг – 500, 680 і 1010 мг. Потреба сухостійних корів у каротині на 25-30 % менша ніж лактуючих. Потреба молодняку в каротині залежить від віку й інтенсивності росту. Для тварин 1-3 місячного віку вона становить 13,6-20,4 мг; для тварин 4-6 місячного віку – 22,4-26,5; 7-9 місячного віку – 29,2-29,6; 10-12 місячного віку – 29,0-29,4; з 18 місячного віку – 30-31 мг на кілограм приросту живої маси. На українському вітамінному ринку представлений ряд препаратів вітаміну А, що випускаються у різних формах – мікрогранули, порошки, водорозчинні та олійні форми. Ці препарати виробляються в Німеччині, Франції, Швейцарії та Голландії. Джерелом вітаміну А в них є речовини ретинолпальмітат, ретинолацетат та ретинолпропіонат. Сухі форми препаратів вітаміну А зазвичай використовуються як добавки до комбікормів для годівлі тварин і птиці. Жиророзчинні форми можуть вводитися перорально або парентерально, а водорозчинні – лише парентерально. Слід зазначити, що олійні препарати вітаміну А та інших жиророзчинних вітамінів є менш ефективними при парентеральному введенні тваринам через погане засвоєння і швидке руйнування. Тому для парентерального введення краще використовувати водорозчинні форми вітаміну А, активність яких в 1,5 рази вища. В Україні донедавна переважно використовувалися жиророзчинні форми вітаміну А. Важливою проблемою є забезпечення рівномірного розподілу вітаміну А в комбікормах та кормосумішах у господарствах, де відсутні спеціальні змішувачі. Вважається, що лише тристадійне змішування дозволяє рівномірно розподілити 10-50 г вітаміну А в тонні комбікорму. Нерівномірне змішування вітамінних препаратів із кормосумішами є однією з найбільших проблем при використанні вітамінів у годівлі тварин і птиці. На основі цих літературних джерел, завданням буде не тільки створити оптимальний нешкідливий препарат неспецифічної дії на основі бета-каротину, а й встановити спосіб його раціонального використання.

4.11. Застосування наноалмазів у тваринництві

У ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» було розроблено спеціальну мікроелементну суміш під назвою «Гермакап» на основі композиції наноматеріалів для тварин та птиці. Цей препарат був клінічно випробуваний на телятах дослідниками [35]. Їхні дослідження продемонстрували позитивний вплив «Гермакапу», зокрема на покращення обміну речовин, підвищення стійкості організму до захворювань та ефективність у профілактиці стресу у тварин [51].

Окрім того, дослідження [50] показали, що випоювання бройлерам «Гермакапу» після вакцинації проти вірусних захворювань, таких як інфекційний бронхіт курей (ІБК) та інфекційний бронхіт хрящів (ІБХ), призводило до збільшення кількості специфічних антитіл та підвищення групового імунітету проти хвороби Ньюкасла (НХ). Застосування препарату також сприяло покращенню виробничих показників бройлерів. У перепелів після використання «Гермакапу» спостерігався виражений позитивний вплив на продуктивність, збереженість поголів'я та фізіологічний стан птиці [15].

У роботі [26] було розглянуто властивості наноалмазів та встановлено, що вони є ефективними нанопереносниками для доставки лікарських засобів в організм тварин. Зокрема, автори відзначили їх малі розміри, біосумісність, стійкість до деградації та можливість функціоналізації поверхні для адресної доставки.

У статті [7] було проведено огляд сучасного стану та перспектив застосування різноманітних наноматеріалів, включаючи наноалмази, у ветеринарній медицині. Автори довели їх потенціал у діагностиці, терапії та профілактиці захворювань тварин. Такі автори, як [90] вивчали вплив додавання наноалмазів до раціону курчат-бройлерів на їх гематологічні показники, ріст та продуктивність. Результати роботи показали позитивний ефект наноалмазів на збереженість поголів'я та приріст маси птиці. У дослідженнях [73] вивчалась дія наноалмазів на репродуктивну функцію самок кролів. Науковці відзначили

позитивний вплив наноалмазів на запліднюваність, ембріональний та постембріональний розвиток, а також молочну продуктивність кролематок.

Наукова робота [14] була присвячена дослідженню потенційного застосування наноалмазів для підтримання та покращення стану кісткової тканини у великої рогатої худоби. Автори вивчали вплив наноалмазів на процеси мінералізації та ремоделювання кісток у тварин. Автори [68] установили перспективність використання і позитивний вплив ультрадисперсної суспензії наноалмазів на хімічний склад молока вівцематок, який позначився на збільшенні вмісту масової частки жиру та значному зниженні вмісту соматичних клітин. Суспензія наноалмазів забезпечила незначне підвищення інтенсивності росту, рівня збереженості ягнят та загального фізіологічного стану. Введення ультрадисперсної суспензії наноалмазів різними способами (перорально і підшкірно) не мала істотної різниці. Дослідники [11, 40] встановили, що застосування наноалмазів сприяло покращенню мінерального обміну в організмі корів, а саме нормалізації вмісту кальцію та фосфору в крові. Введення наноалмазів тваринам дослідної групи супроводжувалося підвищенням активності лужної фосфатази – ферменту, який відіграє важливу роль у процесах мінералізації кісткової тканини. Гістологічні дослідження кісткової тканини корів показали, що у групі тварин, яким вводили наноалмази, спостерігалось збільшення остеобластичної активності та інтенсивності процесів формування нової кісткової тканини. У дослідній групі корів, які отримували наноалмази, відзначалася більша товщина компактної речовини стегнової кістки та більший діаметр остеонів порівняно з контрольною групою. Це свідчило про інтенсивніші процеси ремоделювання кісткової тканини. Автори [11,49] дійшли висновку, що застосування наноалмазів сприяло посиленню процесів мінералізації та ремоделювання кісткової тканини у великої рогатої худоби, що може мати позитивний вплив на стан скелета тварин. Отже, використання наноалмазів у тваринництві є перспективним напрямом досліджень. Завдяки своїм властивостям вони досить ефективно застосовуються для лікування тварин, підвищення їхньої продуктивності та відтворювальної здатності.

Розділ V. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОЦІНКИ ЯКОСТІ МОЛОКА СИРОВИНИ

5.1. Склад, фізико-хімічні та антимікробні властивості молока

Молоко синтезується в секреторних клітинах альвеолярного епітелію і далі виділяється в просвіт, ядро альвеоли. Альвеоли – функціональні одиниці синтезу та секреції молока, є сферичними тілами, які зустрічаються лише в молочній залозі, унікальному органі ссавців. Чотири молочні залози корови утворюють єдину анатомічну одиницю, яка називається вим'ям. Молоко є першою і необхідною їжею для новонародженого ссавця, і, відповідно, молоко має задовольняти всі поживні потреби. Ці потреби різняться між видами ссавців, а тому склад молока значно відрізняється за вуглеводами (в основному, молочним цукром, який називається лактозою), білком (джерело амінокислот для синтезу білка), ліпідами (джерело енергії та компоненти мембрани) та вмістом мінеральних речовин. Наприклад, молоко від корів містить нижчий вміст лактози і більший вміст білка, ніж людське молоко. Крім того, змінюється склад молока в період лактації і особливо в наступні дні після того як корова отелилась. Поживні властивості є не тільки важливими характеристиками молока, але й додатковими захисними функціями.

Молоко великої рогатої худоби містить антимікробні елементи, такі як лейкоцити (соматичні клітини), імуноглобуліни, лактопероксидазу, олігосахариди, пов'язані з ліпідами та білками, мембрани кульок молочного жиру (MFGM) та залишки сілової кислоти олігосахаридів. Захисні функції також можуть включати певні пребіотики, такі як аміноцукри олігосахаридів. Компоненти молока, що мають регуляторні функції, включають гормони (наприклад, інсулін, соматотропін та гормон росту), регуляторні білки (наприклад, цитокіни), окремі біологічно активні ліпіди та закриті мембраною позаклітинні везикули (EV), такі як екзосоми, що містять біоактивні мікроРНК та білки [41, 43]. Всі ці внутрішні компоненти молока мають вирішальне значення для росту і розвитку новонародженого. Баланс і спектр компонентів молока 10 унікальні для кожного виду ссавців. Тому що корова є глобально та

економічно найважливішою твариною для молочного тваринництва, знання про сире молоко має найбільший вплив на молочну промисловість.

5.2. Джерела мікробного забруднення свіжого сирого молока

Сире молоко широко вважається стерильному просвіті альвеоли якщо тварина здорова. Проте бактерії можуть передаватися в молоко через кров корови у разі системної інфекції. Неправильне зберігання молока сприяє росту багатьох мікробів. Бактерії, можуть виконувати протилежні ролі в сирому молоці, їх можна класифікувати як «хороші, погані чи потворні»: протягом багатьох років деякі з них є ключовими агентами у виробництві численних продуктів на основі молока, що відображають традиції та культури в усьому світі; інші причетні до його псування; і нарешті, деякі є справжніми патогенами, що викликають важкі захворювання, Залежно від умов навколишнього середовища, методів ведення господарства або фізіологічного стану тварин, різні джерела забруднення підвищують бактеріальне навантаження в сирому молоці. Джерела бактеріального забруднення можна розділити на такі категорії:

1. Вим'я корови: на поверхні сосків може бути досить різноманітна популяція бактерій. Молочні протоки вим'я несуть епітелієві комензали (наприклад, стрептококи, стафілококи та мікрококи), а також патогени з вимені та всередині нього. Можна виділити три категорії бактеріальних збудників: патогени людини, такі як мікобактерії або бруцелла, які беруть початок зсередини або зовні вимені; *streptococcus agalactiae*, золотистий стафілокок, і кишкова паличка, викликають мастит худоби, і можуть потрапляти в сире молоко; нарешті, прямі або непрямі фекальні забруднення призводять до додавання сальмонели або *campylobacter* до сирого молока.

2. Повітря та ґрунт.

3. Фермер або обробник молока: відсутність належної гігієнічної практики сприяє поширенню забруднюючих речовин та їх потраплянню в молоко.

4. Вода та підстилки: вода, що використовується для виробництва молока повинна бути високої мікробіологічної якості, оскільки патогенні або сапрофітні бактерії, присутні у воді, можуть забруднювати сире молоко. У кількох звітах

висвітлювалася вирішальна роль води як основного джерела псевдомонального забруднення сирого молока [27, 40, 35].

Матеріали підстилки можуть, особливо взимку, нести високе бактеріальне навантаження (10^8 – 10^{10} кує/г), що може контамінувати соски [25].

5. Молочне обладнання: у разі недостатнього очищення та дезінфекції молочних бідонів, резервуарів, доїльних апаратів та трубопроводів вони є основними джерелами забруднення [26].

Залишки молока агрегуються з бактеріями у важко очищених місцях, час від часу відокремлюються від поверхні і, отже, підвищують бактеріальне навантаження в сирому молоці. Через численні джерела забруднення в сирому молоці присутня досить різноманітна мікрофлора; багато представників бактерій Грама (+) або Грама (–) можуть бути присутніми у значній кількості; їх кількість залежить від часу, що минув після доїння. Грам (+) домінує у свіжому сирому молоці, тоді як Грам (–) переважає після холодного зберігання [25].

У багатьох звітах часто висвітлюються джерела забруднення. Наприклад, у Бразилії труднощі були пов'язані з кількома причинами: спочатку вода більшості молочних ферм була забруднена кишковою паличкою [48].

Вода низької якості в поєднанні з поганими гігієнічними умовами (наприклад, у разі недостатнього очищення резервуарів) підвищують забруднення сирого молока; автори також відзначили недостатню підготовку фермерів, що призвело до нерегулярного очищення вим'я до та після доїння; більше того, більшість фермерів систематично не контролювали мастит у своїх тварин [42].

У Танзанії, яка входить до організації Східно-африканських країн (ЕАСС), було визначено три ведучих чинника, які змінюють якість молока та викликають захворювання, що передаються молоком: сумнівний стан здоров'я тварин, відсутність належної практики доїння та поводження, а також розподіл, що відбувається поза відповідними нормативними актами [37].

У країнах Західної Африки кампанія під назвою «Моє молоко» вирішила дослідити молоко місцевих фермерів. Дослідження повідомило, що понад 75%

зразків сирого молока виявили надмірну кількість бактерій, у середньому $4,5 \times 10^7$ КУО/г сирого молока; погана мікробіологічна якість сирого молока на рівні ферми була пов'язана із забрудненням внаслідок відсутності належного обладнання та засобів, неналежної гігієни на етапах збору та переробки [34].

Сире молоко часто визначають як джерело спалахів харчових захворювань. Проте споживання сирого молока продовжується в країнах з низьким рівнем доходу через традиції та відсутність переробних потужностей. На практиці використання сирого молока залишається незначним.

5.3. Контроль якості молока

В даний час, виробництво молока високої якості є актуальним питанням у сфері молочної промисловості. Тому ретельна увага приділяється генетиці та селекції тварин із високою продуктивністю та орієнтується на відбір худоби з найкращими характеристиками молока. Так як виробництво молока високої якості прямо пов'язано із економічною ефективністю роботи господарства і є гарантом його конкурентоспроможності. Тому найбільш важливим завданням є виявлення кращих тварин з урахуванням не тільки кількісних, але й якісних показників молока [11]. Крім відбору для збільшення надоїв молока, наприклад, азійських корів, застосовують масове схрещування корів породи зебу з європейськими популяціями корів. Особливий внесок у реалізацію цих ідей зробили дослідники молекулярногенетичних технологій. Аналізуючи молекули ДНК, а також невикористані можливості, що надає популяційна та кількісна генетика, кількість та якість молока можна збільшити [32]. Тобто, необхідно приділити значну увагу генетичній структурі популяції худоби в Україні. Розмноження і закупка голів, що мають високі річні надої та якісні показники молока, допоможе молочним господарствам зайняти лідируючі позиції не тільки на українському ринку. Все популярнішими стають чисті органічні продукти. Це поняття використовують для залучення споживчого інтересу сільськогосподарськими підприємствами. Термін «органічна їжа» вперше ввів лорд Нортборн в Англії в 1940 році [33].

І в 1972 році була створена Міжнародна федерація руху органічного сільського господарства (IFOAM). Населення намагається вибрати здорові та безпечні зразки з усього переліку продуктів на ринку. Термін «якість» трактується дуже різноманітно в різних літературних джерелах.

За Майр-Вальдбургом [36] якість включає прибирання недоліків і покращення раніше визначених ознак (властивостей). Для якісного продукту, орієнтованого на споживача, важливо, щоб якісні продукти задовольняли очікування споживача щодо бажаних властивостей. Поряд з характеристиками якості продукції, які охоплюють аспекти харчової цінності та гігієнічно-токсикологічні, технологічні та сенсорні характеристики, очікування споживачів також включають очікування, пов'язані з виробничим процесом – так звану «якість процесу». Згідно з результатами опитування, багато споживачів очікують, що молоко походить від здорової худоби, яка утримується у сприятливих умовах [28].

Безпечність і показники якості молока залежать від зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на тварину. Високоякісним вважається продукт, який містить достатню кількість білку та жиру. Показники бактеріальної забрудненості, наявності інгібуючих речовин, соматичних клітин можуть розказати про стан здоров'я корови від якої відбиралось молоко [10]. Доброякісне молоко одержують тільки від здорової худоби. Тому найбільшу відповідальність за виробництво доброякісного молока несуть спеціалісти ветеринарно-санітарної медицини, що не лише контролюють якість готового продукту, а й організують ветеринарно-санітарні заходи на молочних фермах. Обов'язки спеціалістів ветеринарної медицини:

- стежити за самопочуттям тварин; підтримувати санітарно-гігієнічний стан будівель в яких утримується та обслуговується худоба; перевіряти технічний і санітарний стан приладів якими здійснюють доїння; запроваджувати ефективні режими очистки та дезінфекції приладдя; стежити за виконанням комплексу досліджень молока молочними фермами, лабораторіями;

- аналізувати якість проведених ними досліджень;
- впроваджувати заходи з поліпшення якості молока [1].

З кожним роком потреба у високоякісному тваринному білку зростає і тому молочне тваринництво виходить на важливий рівень у задоволенні цієї потреби. Попит на молоко підвищується і разом з цим зростає потреба у збільшенні продуктивності дійної худоби, що призводить до активного використання антибіотиків та протипаразитарних препаратів для підтримки здоров'я корів. Через недостатній контроль за якістю харчової продукції, їх залишки у молоці можуть безпосередньо впливати на стан здоров'я населення [30].

У переважній більшості країн, що розвиваються, цей контроль обмежується дослідженням вмісту жиру і білка, а також фальсифікацією. Розширений та ефективний контроль залишків у свіжому молоці проводять рідко, хоча очевидно, що залишки в них все частіше зустрічаються. Окрім всього, контроль не адаптований до дрібних молочних систем, оскільки є економічно не вигідним для малих підприємств. У той же час Нідерланди розвинули досвід у системах контролю в молоці, і адаптували до умов дрібного молочного виробництва [30].

У Латвії ж для того аби якість сирого молока стала показовою, прийняли і впровадили цілий комплекс заходів, що включали інспекторську та просвітницьку діяльність. Для цього ветеринарний інспектор брав зразки молока у фермера перед прийомом на молокопереробне підприємство, запровадили позачергову інспекцію для підприємств, що приймали участь у обігу молока. Організоване навчання для підвищення кваліфікаційних здібностей інспекторів [3]. Це все у сукупності дало можливість підвищити якість сировини, що надходить на молокопереробне підприємство і, в свою чергу, впливає на якість кінцевої молочної продукції.

Відповідно до вимог ДСТУ 3662-97 наявність в молоці важких металів, миш'яку, залишкової кількості пестицидів не повинна перевищувати максимально допустимий рівень (миш'як 0,005 мг/кг, ртуті 0,0005 мг/кг, цинк 5мг/кг, афлатоксинів М1 0,0005мг/кг, пеніцилін 0,01 мг/кг, нітрат 10мг/кг та ін.).

Густина молока всіх гатунків має бути не нижчою за 1027 кг/м^3 . Молоко за цими показниками розділяють на три гатунки – вищий, перший, другий. Як вказано в Законі України «Про безпечність та якість харчових продуктів»: [4] виробники молока зобов'язані слідкувати за використанням усіх хімічних речовин, наприклад, мийних засобів, дезінфікуючих засобів, протипаразитарних засобів, антибіотиків, гербіцидів, пестицидів та фунгіцидів, щоб запобігти утворенню неприйнятних хімічних залишків у молоці та невідповідних хімічних речовин, які негативно впливають на самопочуття тварин та людей [26].

У разі фальсифікації за рахунок додавання води знижується густина молока, жирність, кислотність. Також змінюються органолептичні показники – молоко стає прозорішим, водянистим, з невиразним запахом і смаком [16]. Перекис водню додають для продовження терміну придатності. Для збільшення густини молока часто додають крохмаль, соду та аміак. Якщо ж в молоко були додані ці чи інші речовини, що не входить до його рецептури, то воно вважається фальсифікованим [17].

Виробники молока також зобов'язані дотримуватись періодів виведення, тобто мінімального часу, коли молоко не можна продавати для споживання людиною після застосування хімічних речовин [26]. Цікаво, що більшість фермерів знали про правильне використання антибіотиків для лікування дійних корів і про важливість дотримання цього періоду [31]. Однак у дослідженні, проведеному Kouame-Sina et al. [33], майже чверть (24,7%) зразків молока містили антибіотики. Опрацьовуючи роботи Погребецького В. за один рік на ринках міста із 100 % проведених експертиз молока було виявлено і утилізовано близько 1 % зразків. [19].

Кількість фальсифікованої продукції на ринках залежить від сумлінності інспекторської діяльності. Все частіше фальсифікацію молока проводять із додаванням харчових добавок. Їх безпечність і вплив на здоров'я людей вивчається JECFA і SCF [14].

Не всі харчові добавки заборонені використовуватись у харчовій промисловості. Велика їх кількість покращує органолептичні властивості продукції та подовжує термін її придатності [6]. Для того щоб на ринок молочної продукції надійшов якісний товар, попередньо необхідно провести ряд досліджень, які спростують чи підтвердять факт фальсифікації первинної сировини – молока. Важливим аспектом у безпечності молока є виявлення патогенних мікроорганізмів та бактеріального обсіменіння. З листопада 2016 року по травень 2017 року було проведено поперечне дослідження для вивчення загальної кількості бактерій та виявлення золотистого стафілокока з критичних контрольних точок (ККТ) на молочній фермі (вода, руки доярки, доїльне відро, молоко вимені, сховище для молока, об'єднане молоко, пастеризоване молоко та йогурт). Порівняння загальної кількості бактерій у різних точках відбору проб показало, що об'єднані зразки були значно вище.

5.4. Молокопереробний комплекс України

Молочний сектор України є прогресивним сегментом ринку, який відкритий для вироблення нових продуктів. Не звертаючи уваги на негативні тенденції цієї галузі, які утворилися в процесі трансформації ринкових відносин, потенційні можливості щодо збільшення потужностей з виробництва молока доволі перспективні. Можна сказати, що розвиток цієї галузі напряду залежить від попиту на продукт. У статтях молокопродуктовий під комплекс представлений як сегмент національного господарства та фактор продовольчої безпеки країни. Виявлено проблеми його функціонування та представлені їх можливі рішення. Робиться акцент на вигідності інвестування в дану галузь [9].

Автор наголошує на тому, що молоко-продуктовий під комплекс приймає активну участь в утворенні продовольчої безпеки країни. Рівень забезпечення ринку молочними продуктами харчування напряду залежить від ступеня розвитку молочного під комплексу, включаючи злагоджену роботу із підприємствами виробництва, переробки та реалізації молока і молочної продукції [6].

Дослідник [16] стверджує, що мобільний молоко-продуктовий під комплекс повинен базуватись на нарощуванні інтенсивності потужностей виробництва молочної сировини, підвищення підприємницької маневреності у вигляді створення особистих міні-заводів із переробки, та інтеграцію його із переробниками, що дасть можливість зменшити ризики і підвищити виробничий потенціал сільськогосподарського товаровиробника [4]. Автор [20] констатує, що за останні роки Україна вийшла на новий рівень у молоко-продуктовому під комплексі. Були запроваджені внутрішні технологічні та економічно-організаційні зміни. Однак для виходу на міжнародну арену необхідно розробити цілий комплекс модернізацій із врахуванням міжнародних вимог, які діють на територіях держав-членів СОТ. Дослідники [20] наголошують на тому, що результатом нееквівалентних міжгалузевих відносин є опортуністична поведінка обох сторін – сільськогосподарських виробників та переробних підприємств. Опортунізм в їх працях з боку молокозаводів розглядається як призначення низької ціни, що не перекриває витрати фермерів на утримання молочного поголів'я, забезпечуючи при цьому прибутки підприємству. Умовно опортуністична поведінка приватних виробників виявляється у збиті молока низької якості та порушенні зобов'язань [5].

Підсумовуючи все вище сказане, можна зазначити, що існує ряд проблем, пов'язаних із неправильним функціонуванням економічних відносин у молоко-продуктовому під комплексі України. Але він має значні перспективи у їх вирішенні, результатом цього стане заповнення українського ринку якісними і доступними за ціновими параметрами молокопродуктами.

Розвиток молокопереробної галузі в нашій країні за 29 років свідчить про концентрацію вироблення молока і молочних продуктів на великих молокопереробних підприємствах. Їх кількість у 2019 році становила 192, що в 3,3 рази менше їх кількості в 1990 році та в 2,3 рази в 2003 році. Зменшилась в 4,7 рази кількість переробленого молока з 18 млн. т у 1990 році до 3,7 млн. т у 2019 році, що, відповідно, і призвело до зменшення кількості виробленої молочної продукції [12].

5.5 Порівняння на попит молока у країнах ЄС та Україні та види молочної сировини для молочної промисловості

Залежно від географічного розташування кількість молочної продукції що споживається суттєво варіює. Це пов'язано із відмінностями у культурі харчування людей. Наприклад, найвищі показники їх споживання на душу населення (приблизні дані) у Новій Зеландії – 670 кг, Фінляндії – 610 кг, Швейцарії – 430 кг, Данії – 430 кг, Австралії – 460 кг, найменші в Індонезії – 1 кг, Китаї – 3 кг, Нігерії – 9 кг [15]. Раціональна науково обґрунтована річна норма споживання в Україні на одну людину в рік складає 355-380 кг. Дані [7] свідчать, що в останні 19 років по всіх областях України фактичне споживання молока на одну особу значно нижче раціональної норми і коливається від 199,1 до 201,7 кг в рік. Найбільший рівень споживання склав 225,6 кг у 2005 році. У 2019 році цей показник досяг лише 201,7 кг на рік, що в 1,8 рази менше норми споживання [50].

Основною сировиною для виробництва молочних продуктів є молоко – цінний продукт біологічного походження. Хімічний склад молока тварин непостійний. Він змінюється впродовж лактації, а також під впливом різних чинників: годування, утримання, породи, віку тварин і інших чинників. Молоко є складною колоїдною системою, властивості якої обумовлені властивостями і кількістю її складових частин. Так, лактоза і деякі солі знаходяться в стані молекулярного розчину, білки – в колоїдному стані, жир залежно від його температури – у вигляді емульсії або суспензії [48].

Дисперсійним середовищем молока є вода. Промислова переробка молока традиційними способами у вершкове масло, сири, казеїн і інші продукти неминуче пов'язана з отриманням побічних продуктів: знежиреного молока, маслянки і молочної сироватки, які можуть бути об'єднані умовним узагальнюючим терміном – білково-вуглеводна сировина. Окрім цього, від виробництва незбираномолочної продукції, сиру, казеїну залишаються вершки. Білково-вуглеводна сировина і вершки, що залишилися від виробництва основного асортименту, є цінною вторинною сировиною для вироблення

молочної продукції, у тому числі цінних дієтичних продуктів і вершкового масла.

У знежиреному молоці і маслянці міститься $2/3$ сухих речовин молока, у тому числі майже увесь білковий комплекс. У молочну сироватку переходить близько 50 % сухих речовин молока. Склад і властивості молочної сироватки залежать від основного продукту і особливостей технологічних процесів їх отримання. Вершки є полідисперсною багатофазною системою, що включає грубу дисперсію молочного жиру, тонку колоїдну систему казеїнових часток, дисперсію ліпопротеїнових часток, молекулярні розчини сироваткових білків, низькомолекулярних азотистих з'єднань лактози, солей та ін. Вершки складаються з тих самих компонентів, що і молоко, але з іншим співвідношенням між жировою фазою і плазмою (нежировими компонентами). Середній розмір жирових кульок у вершках більший, а відстань між ними менше в порівнянні з молоком [25].

Молоко і побічні продукти є виключно цінною сировиною для виробництва високоякісної молочної продукції. Так, на властивості казеїну згортатися під дією сичужного ферменту засновано виробництво сиру. На здатності жирових кульок молока під дією механічних чинників виділяти і утворювати концентрат жиру, засновано маслоробство. Приготування кисломолочних продуктів можливе завдяки здатності казеїну згортатися під впливом молочної кислоти, що утворюється при дії ферментів молочнокислих бактерій на молочний цукор.

Природний стійкий стан свіжого молока як колоїдної системи, обумовлене певним співвідношенням окремих компонентів, зокрема, солей, білку і інших, лежить в основі виробництва молочних консервів. На властивості білків молока згортатися під дією сичужного ферменту і слабких кислот, засновано виробництво харчового і технічного казеїну. Незмінність молочного цукру при сушці сироватки дозволяє отримувати його в чистому вигляді для використання в медичній промисловості і як сировина для культивування мікроорганізмів, що роблять антибіотики. Велике значення має отримання солей молока,

виробництво яких засноване на незмінності мінеральних речовин при обробці сироватки [29].

Молочні продукти з високими споживчими властивостями можна виробити тільки з молочної сировини відповідної якості. Під якістю молочної сировини розуміють сукупність властивостей (хімічний склад, фізико-хімічні і мікробіологічні показники), що визначають його придатність до переробки. Якість молочної сировини за складом можна розглядати з трьох позицій: хімічний склад, поживна або енергетична цінність його основних компонентів і можливість використання на продукти з різним хімічним складом [25].

5.6. Характеристика чинників, які впливають на якість молока-сировини

У молочній промисловості України якість молока-сировини є найбільш вагомою проблемою. Відповідно до нового стандарту ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» передбачено підвищенні вимоги до органолептичних, фізико-хімічних та гігієнічних показників щодо оцінювання якості закупівельного молока, для впровадження систем аналізування небезпечних чинників та контролювання в критичних точках [19]. У Європейській спільноті регулюючим документом є Регламент ЄС № 853/2004 Європейського Парламенту та Ради від 29 квітня 2004 р. секція XI «Сире молоко та молокопродукти», яким встановлено вимоги щодо гігієни молока-сировини [20] (таблиця 5.1).

Виробники молока керуються системою управління якістю продукції НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points), в основу якої покладено аналіз та оцінка небезпек, з метою своєчасного становлення причини та застосування коригувальних дій. В основі концепції системи НАССР лежить управління небезпечними факторами різного походження (біологічного, хімічного або фізичного), які впливають на безпечність продукції в процесі виробництва, шляхом створення механізмів контролю в кожній точці виробничої системи.

Для споживача молоко є якісним, якщо воно має високу харчову цінність (у ньому достатньо жирів, білка, мінеральних речовин, вітамінів) та безпечне для здоров'я – тобто не містить шкідливих бактерій чи антибіотиків [2].

Таблиця 5.1

**Порівняння показників якості та безпечності молока-сировини
коров'ячого за стандартами України та країн ЄС**

Показник, одиниця вимірювання	ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови»			Регламент ЄС № 853/2004
	Норма для гатунків			
	екстра	вищий	перший	-
Кислотність, °Т рН	від 16 до 17	від 16 до 18	від 16 до 19	
	від 6,6 до 6,7		від 6,55 до 6,8	
Група чистоти, не нижче ніж	І			-
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікро-організмів (КМАФАнМ за температури 30°C), тис. КУО/см³	≤100	≤300	≤500	<100
Температура молока, °C, не вище ніж	8			<6
Кількість соматичних клітин, тис./см³	≤400	≤400	≤500	<400
Точка замерзання, °C, не вище ніж	–0,520			–0,52

Для підприємств молочної промисловості якість молочної сировини, зокрема показники мікробіологічної чистоти є визначальним фактором безпечності та якості молочних продуктів. Санітарно-гігієнічна якість виробництва молока – комплексна проблема, яка визначається рядом чинників, які об'єднуються поняттям «технологія та культура виробництва» [21].

Виявлені небезпечні фактори отримання безпечного та якісного молока-сировини включали порушення виробничих умов, зокрема: параметрів мікроклімату, санітарно-гігієнічного та технічного стану корівника, гігієни кормів/води, ветеринарного менеджменту, гігієни та охорони праці осіб зайнятих у догляді корів та молочному блоці ферми, процедур підготовки корів до доїння, доїння, заходів після доїльної обробки вимені, технічної справності молочного обладнання, належного санітарно-гігієнічного стану молочного обладнання та мікроклімату молочного блоку. Зазначені фактори є небезпечними у зв'язку з встановленим їх безпосереднім та опосередкованим впливом на безпечність і якість молока-сировини [22]. Розглянемо більш детально вплив цих факторів. Параметри мікроклімату утримання тварин (температурно-вологісний режим, освітлення, рух повітря, вміст шкідливих газів) при неналежних значеннях викликають у тварин захворювання запального характеру, стреси, травматизм та, як наслідок підвищення показника забруднення молока мікрофлорою. Незбалансований раціон відповідно до фізіологічного стану тварин, забруднення води та кормів призводить до загального погіршення стану тварин та контамінації молока патогенними мікроорганізмами. Порушення гігієни у корівнику є джерелом розмноження паразитичних грибів, патогенних і спорових бактерій на тілі корів, що негативно впливає на здоров'я корів. Бактерії групи кишкових паличок можуть перебувати в гною і підстилці. Несправність конструкцій призводить до травмувань корів. Розвиток інфекційних та паразитарних захворювань, що згубно впливає на хімічний склад молока та збільшує мікробне обсіменіння; потрапляння антибіотиків або інших інгібіторів у молоко викликає неналежний рівень ветеринарного менеджменту в господарстві. Рівень санітарно-гігієнічних показників якості отриманого молока

визначається гігієною доїння корів. Виключення обробки вимені до та після доїння збільшує ризик потрапляння небажаної мікрофлори в молоко [23].

Якісна обробка вимені спеціальними засобами – ефективне рішення у забезпеченні належної гігієни. Але для досягнення позитивного ефекту недостатньо просто обробляти вим'я будь-якими засобами. Вони повинні бути високоякісними, ефективними та володіти знезаражувальним ефектом [24].

Не належне виконання процедур підготовки корів до доїння створює умови потрапляє мікрофлори з дійок вимені в молоко; зумовлює високий рівень обсіменіння молока МАФАНМ, патогенними і спороутворюючими бактеріями. Неправильне надягання та знімання доїльних стаканів може спричинити травми сфінктерів дійок, гіперкератоз та потрапляння сторонніх домішок. За спонтанного від'єднання доїльних стаканів із дійок можливе потрапляння механічних домішок (гною) в молоко. Несправність вакууму призводить до травм та патологій сфінктерів дійок і як наслідок, збільшення КСК молока. За збільшення температури охолодження (понад 6°C) можливий надмірний розвиток патогенної та умовно-патогенної мікрофлори, утворення їх спор і накопичення токсинів [22].

Збільшення кількості мікроорганізмів, високий вміст патогенних і спороутворюючих мікроорганізмів, а також їх токсинів виникає за неналежного очищення молочного обладнання. Відсутня очистка доїльних стаканів після кожного доїння провокує поширення збудників маститу в стаді. За умови залишку мийного засобу у молокопроводах, забруднюється молоко-сировина [25]. Недотримання гігієни особами, зайнятими під час догляду корів зумовлює появу зоонозних інфекцій чи інших інфекцій та паразитарних хвороб; травмування тварин внаслідок неправильної фіксації, гону, тощо. Може мати місце перехресне зараження патогенними мікроорганізмами. Як наслідок, поява у молоці сировинні патогенних мікроорганізмів. Загалом рівень забруднення молока визначається умовами утримання тварин, навколишнім середовищем, у якому вони перебувають, станом інвентаря, що контактує з молоком, та залежить від дотримання гігієнічних вимог працівниками, які отримують молоко та

проводять його первинну обробку. Під час резервування і транспортування молока відбувається розмноження мікроорганізмів, внаслідок чого зростає їх кількість і може змінюватись якісний склад та співвідношення між окремими групами і видами. Характер цих змін залежить від температури і тривалості зберігання молока, початкового ступеня його забруднення та складу мікрофлори. Для збільшення терміну придатності молока до переробки у молочній промисловості запроваджено холодильне його зберігання. Умовно критичною точкою охолодження молока є температура 10°C, після досягнення якої всі процеси, пов'язані з ростом і розвитком бактерій, істотно уповільнюються. Однак за цих умов може відбуватися ріст деяких мікроорганізмів, у тому числі *B. cereus*, бактерій родів *Alkaligenes*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* та ін., а деякі психротрофи, як, наприклад, *Pseudomonas* spp. та *L. monocytogenes*, здатні репродукуватись навіть за температури, нижчої за 6°C [26]. Внаслідок цього психротрофи стають однією з головних екологічних груп сирого молока (таблиця 5.2).

Ступінь бактеріального забруднення молочної сировини прийнято оцінювати за чисельністю мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ). Цей показник свідчить про рівень її забруднення сапрофітною мезофільною мікрофлорою різних таксономічних груп і є одним з найважливіших критеріїв визначення ґатунку молока. Дослідженнями встановлено [23], що домінуючу частину мікрофлори сировини становлять лактобактерії. Досить чисельною виявилась група психротрофних мікроорганізмів, переважну більшість яких складали бактерії роду *Pseudomonas*. Виявлено також представників роду *Acinetobacter*, родини *Enterobacteriaceae* та холодостійкі плісені. Забруднення психротрофною мікрофлорою знижує сиропридатність молока, оскільки ці мікроорганізми здатні продукувати позаклітинні ферменти – ліпази і протеази. Спричинені ними ліполітичні та протеолітичні процеси призводять до утворення у молоці вільних жирних кислот і низькомолекулярних поліпептидів, що надають продукту неприємного прогірклого чи мильного присмаку, невластивого забарвлення.

**Джерела забруднення молока технічно шкідливою і патогенною
мікрофлорою**

Мікроорганізми	Джерело забруднення
<i>Listeria monocytogenes</i>	Навколишнє середовище (корм, гній) <i>Salmonella</i> spp.
<i>Salmonella</i> spp.	Навколишнє середовище (гній)
<i>Bacillus cereus</i>	Навколишнє середовище (корм гній, грунт) доїльне обладнання
Маслянокислі бактерії	Навколишнє середовище (корм, гній) <i>Escherichia coli</i>
<i>Escherichia coli</i>	Навколишнє середовище (гній та підстилка)
<i>Pseudomonas</i> spp.	Навколишнє середовище (підстилка, ґрунт, молочне обладнання)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Секрет вимені маститних корів

Під час пастеризації ферменти не інактивуються. Кількість психротрофних мікроорганізмів у сирому молоці вітчизняними нормативними документами не регламентується. Проте цей показник як критерій якості охолодженого молока залучено до стандартів деяких країн. Зокрема, згідно з вимогами чеських нормативних документів чисельність психротрофних бактерій у молочній сировині, призначеній для переробки, не повинна перевищувати 5×10^4 КУО/см³. Значну частину мікрофлори досліджених проб молока становили термофільні мікроорганізми, здатні розвиватись за температури 45°C. Вони представлені переважно терmostійкими молочнокислими паличками та бацилами. Про недостатній рівень санітарно-гігієнічних умов під час отримання, транспортування чи зберігання молока свідчить значна у деяких пробах кількість бактерій групи кишкових паличок. Ці мікроорганізми гинуть за умов пастеризації. Серед спорових бактерій виявлено аеробні та анаеробні форми.

Аеробна спороутворювальна мікрофлора молока-сировини представлена переважно бактеріями роду *Bacillus*: *B. licheniformis*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. mycoides* та *B. megaterium*. Бацили та їх спори досить поширені в навколишньому середовищі – ґрунті, воді, силосі, звідки вони потрапляють у молоко. Спори бацил виживають за умов пастеризації та високотемпературної обробки. Розвинувшись у вегетативну форму, вони здатні продукувати протеази, що спричиняють коагуляцію казеїну при відносно високих значеннях рН, внаслідок чого відбувається псування молока під час тривалого його зберігання [27].

Контамінований бацилами сир має нечистий, гнилісний присмак та запах. Крім того, споживання продуктів дуже забруднених *Bacillus cereus* може призвести до розвитку отруєнь (гастроентеритів). Інтоксикацію викликає ентеротоксин, продукований вегетативними формами, що проростають зі спор. Особливо небезпечні анаеробні спороутворювальні бактерії роду *Clostridium*, насамперед *C. tyrobutyricum*. Вегетативна форма цих мікроорганізмів не виживає за умов пастеризації, тоді як спори витримують нагрівання до 120°C. Під час дозрівання сиру спори клостридій проростають і починають розмножуватися, призводячи до «пізнього здуття». Виникнення вади пов'язане з ферментуванням лактатів у масляну кислоту, вуглекислий газ і водень. Газоутворення призводить до здуття сиру, а накопичення масляної кислоти вище концентрації 200 мг/л надає йому прогірклого присмаку. Наявність спор лактатзброджувальних клостридій є одним із факторів сиропридатності молока. За умов значного бактеріального забруднення сировини, що надходить на підприємства, виробникам необхідно отримати безпечний і якісний продукт.

5.7. Вплив сезону року на технологічні властивості молока

Для оцінки якості молока, що використовується для виробництва молочного жиру, необхідні дані про кількісний вміст жиру в ньому, дисперсності жирової фази, хімічному і біохімічному складі молочного жиру. Ці показники значною мірою визначають технологічні особливості молока і якість готового масла. Жир – сама грубодисперсна фаза молока і знаходиться в ньому у вигляді

жирових кульок розміром від 0,1 до 10 мкм, кількість їх в 1 мл – від 1,5 до 6 млрд. В залежності від їх кількості та діаметру змінюються технологічні властивості молока при переробці його в масло, молочний жир, при сепарування [19].

У процесі виробництва використовуються тільки великі жирові кульки, жирові кульки менше 1 мкм переходять в знежирене молоко і скотини. Свої фізичні і хімічні властивості молочний жир набуває в залежності від складу жирних кислот. Дослідження показали сезонні відмінності за змістом жиру в молоці. При цьому найбільше зниження жирності молока у відзначено в літній період.

У літні місяці встановлено найнижче вміст жиру в молоці корів, а найвища – в зимові. Різниця склала 0,13% ($P < 0,001$). Пояснюється таке зниження підвищенням температури навколишнього середовища в приміщенні. Діаметр і кількість жирових кульок також залежить від температури навколишнього середовища і тіла тварини.

У нашому випадку діаметр і кількість жирових кульок змінювалися в залежності від сезону року (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3

Характеристика жирових кульок в молоці корів в різні сезони року

Сезон року	Вміст жиру в молоці, %	Число жирових кульок, млрд./мл	Середній діаметр жирових кульок, мкм
Зима	$3,79 \pm 0,02^*$	$4,64 \pm 0,09^{***}$	$3,18 \pm 0,06$
Весна	$3,72 \pm 0,02$	$4,18 \pm 0,06$	$3,21 \pm 0,08$
Літо	$3,64 \pm 0,02^{**}$	$3,96 \pm 0,09$	$3,88 \pm 0,07^{***}$
Осінь	$3,77 \pm 0,01$	$4,57 \pm 0,08$	$3,34 \pm 0,09$

Найбільш великі жирові кульки були в молоці в літній період (3,88 мкм), а найдрібніші в зимові місяці (3,18 мкм). Взимку діаметр жирових кульок знижувався, відповідно на 0,70 мкм $P < 0,01-0,001$. Встановлено залежність, чим більше жирові кульки, тим їх менше в молоці.

Дана особливість вплинула на технологічні властивості молока при виробництві молочного жиру (таблиця 5.4).

За рахунок дрібнодисперсного фази молочного жиру при сепарування в сколотини потрапляло значно більше жиру. В результаті ступінь використання молочного жиру при сепаруванні молока корів була 98,15-98,90%. Ефективність використання молочного жиру у тварин, була вище в літні місяці, а найнижча – взимку і навесні. Як показали дослідження, тривалість збивання вершків при виробництві масла адекватна діаметру жирових кульок. Чим більше жирові кульки, тобто чим більше в структурі молочного жиру кульок діаметром більше 3 мкм, тим швидше відбувається руйнування їх білкової оболонки при механічному впливі і об'єднання в суцільну жирову масу. Швидше утворення масляного зерна відбувалося при збиванні в літні місяців. Восени тривалість збивання. Для виробництва дослідних зразків масла від кожної групи тварин відбирали по 38 кг молока (фляга), які пропускали через сепаратор, після чого вершки збивали на масловиготовлювачах періодичного дії. Встановлено, що найвищий вихід вершкового масла був в осінньо-зимовий період, що обумовлено високим вмістом жиру в молоці в ці місяці. Навесні, разом зі зниженням жирності молока, вихід масла знижувався. У зв'язку з тим, що втрати молочного жиру з об'ратом і сколотинами під час технологічного процесу, були незначні і знаходилися в межах встановлених норм, ефективність використання молочного жиру була досить високою і практично не відрізнялося по сезонах року. При цьому слід відмітити, що для виробництва 1 кг масла потрібно молока взимку 22,87-23,17 кг. У зв'язку зі значним зниженням жирності молока в літні місяці, витрати на виробництво 1 кг масла збільшувалися на 0,3 кг молока (1,3%). Різниця за минулими сезонами року була незначною і статистично недостовірною.

**Технологічні властивості молока при виробництві
солодковершкового масла**

Показники	Зима	Весна	Літо	Осінь
Вміст жиру в молоці, %	3,79±0,02	3,72±0,02	3,64±0,02**	3,77±0,01
Отримано вершків 35% жирності, кг	4,05±0,03	4,01±0,02	4,02±0,03	4,04±0,03
Вміст жиру в обрі, %	0,07±0,004*	0,06±0,005	0,04±0,003*	0,05±0,005*
Витрати молока на 1 кг вершків, кг	9,38±0,21	9,48±0,24	9,45±0,19	9,41±0,18
Використання молочного жиру при сепаруванні, %	98,15±0,13	98,39±0,15	98,90±0,14	98,67±0,12
Кислотність вершків, Т°	14,0±0,38	14,3±0,34	15,1±0,41	14,8±0,43
Тривалість збивання вершків, хв	30,2±0,36	28,5±0,27**	26,3±0,23	28,7±0,38
Отримано сколотин, кг	2,39±0,01	2,36±0,02	2,38±0,01	2,38±0,01
Вміст жиру в сколотинах, %	0,75±0,01*	0,68±0,02	0,65±0,02	0,72±0,02
Отримано масла, кг	1,66±0,03	1,65±0,04	1,64±0,05	1,66±0,04
Витрати молока на отримання 1 кг масла, кг	22,87±0,72	23,03±0,89	23,17±0,93	22,89±0,86
Використання молочного жиру при збиванні, %	98,74±0,05	98,85±0,05	98,90±0,06	98,79±0,05

5.8. Жирно-кислотний склад молочного жиру

Якість молочного жиру, його консистенція, смак, запах і стійкість при зберіганні залежать від складу і властивостей молочного жиру. У молочному жирі виявлено понад 147 жирних кислот, в той час як в інших жирах тваринного і рослинного походження тільки 5-7. Жирні кислоти, що входять до складу молочного жиру, поділяють на насичені і ненасичені. За кількістю атомів вуглецю в молекулі розрізняють низькомолекулярні (містять до 10 атомів) і високомолекулярні жирні кислоти.

Між молекулярної масою кислот і їх фізичними властивостями існує взаємозв'язок: чим нижче молекулярна маса, тим вище точка плавлення кислоти.

Насичені жирні кислоти мають тільки одинарні зв'язки і дуже стійкі при зберіганні. В основному, вони являють собою тверді речовини за винятком перших трьох за складністю низькомолекулярних жирних кислот: оліїною, капронової, капріловою і частково капринової. Від їх змісту залежать запах і смак. У молочному жирі їх міститься до 8-9% від загального змісту кислот, в той час як в інших жирах – лише близько 1%.

Ненасичені жирні кислоти роблять набагато більший вплив на фізичні і хімічні властивості молочного жиру, ніж насичені. Завдяки наявності подвійних зв'язків вони мають більшу кількість і можуть переходити з однієї в іншу, здатні легко окислюватися киснем повітря з утворенням низькомолекулярних продуктів розпаду. Незважаючи на те, що ненасичені жирні кислоти з багаторазовими зв'язками досить нестійкі при зберіганні і викликають псування молочного жиру, їх присутність в раціоні людини вкрай важливо, тому що організм не здатний синтезувати їх з інших кислот. До таких кислот відносяться лінолева (два подвійні зв'язки), ліноленова (три подвійні зв'язку) і арахідонової (чотири подвійні зв'язку), які за аналогією з амінокислотами називають незамінними жирними кислотами. В цілому ж поліненасичені жирні кислоти характеризують біологічну цінність молочного жиру.

Зі складових, склад жирних кислот молочного жиру непостійний і залежить від виду і породи тварин, сезону року, періоду лактації, умов годування

і якості кормів. Співвідношення між ними визначає смак, запах і консистенцію молочного жиру. У зв'язку з цим вивчення хімічного складу і властивостей молочного жиру, пошук шляхів зниження втрат в процесі виробництва і підвищення якості готової продукції становить великий практичний інтерес.

У зв'язку з тим, що втрати молочного жиру з обратом і сколотинами під час технологічного процесу, були незначні і знаходилися в межах встановлених норм, ефективність використання молочного жиру була досить високою і практично не відрізнялося по сезонах року. При цьому слід відмітити, що для виробництва 1 кг масла потрібно молока взимку 22,87-23,17 кг. У зв'язку зі значним зниженням жирності молока в літні місяці, витрати на виробництво 1 кг масла збільшувалися на 0,3 кг молока (1,3%). Різниця за минулими сезонами року була незначною і статистично недостовірною.

В результаті лабораторного аналізу в суміші вільних жирних кислот, виділених з молочного жиру, виявлені всі найбільш поширені насичені жирні кислоти з числом атомів вуглецю від 4 до 22, ненасичені з довжиною вуглецевого ланцюга від 14 до 20 і числом подвійних зв'язків від однієї до чотирьох (таблиця 5.5). Вміст окремих жирних кислот визначали в процентному відношенні до загального вмісту вільних жирних кислот, виділених в молочному жирі. Навесні загальна сума насичених жирних кислот знижувалася, а ненасичених, навпаки, збільшувалася, відповідно на дану же величину. Найвищий вміст ненасичених жирних кислот було виділено в молочному жирі в літні місяці, різниця в порівнянні із зимовим сезоном склала 7,72, з весняним 7,0%. Восени, з переходом на зимово-стійлового технологію утримання корів, зміст ненасичення жирних кислот знижувався, в порівнянні з літнім періодом. Взимку вміст ненасичених кислот знижувалося по відношенню до осіннього періоду. Різниця, за винятком зимово-літнього періоду, була статистично недостовірною.

Таблиця 5.5

Жирнокислотний склад молочного жиру, % (n = 5)

Жирні кислоти	Код	Зима	Весна	Літо	Осінь
Масляна	4:0	2,48±0,23	2,53±0,18	2,95±0,31	2,46±0,24
Капронова	6:0	1,67±0,04	1,49±0,11	1,84±0,18	1,62±0,18
Каприлова	8:0	0,62±0,01	0,38±0,02	0,67±0,06	0,56±0,08
Капринова	10:0	1,34±0,25	0,81±0,25	1,16±0,15	1,30±0,25
Ундеканова	11:0	0,19±0,04	0,16±0,03	0,11±0,01	0,17±0,02
Лауринова	12:0	2,76±0,15	2,44±0,16	0,98±0,17	2,45±0,19
Тридеканова	13:0	0,20±0,02	0,19±0,01	0,14±0,01	0,18±0,02
Міристинова	14:0	10,12±0,48	11,25±0,49	5,83±0,52	9,93±0,96
Пальмітинова	16:0	31,28±2,57	29,86±2,48	27,05±2,61	30,98±2,52
Гептадеканова	17:0	1,08±0,07	1,10±0,07	0,88±0,09	0,99±0,08
Стеаринова	18:0	11,25±1,12	12,14±1,12	9,36±1,25	11,20±0,76
Арахінова	20:0	0,31±0,15	0,30±0,15	0,29±0,02	0,30±0,05

продовження таблиці 5.5					
Бегенова	22:0	0,88±0,04	0,81±0,03	0,76±0,05	0,84±0,07
Сума насичених кислот		64,18±2,76	63,46±2,96	56,46±2,12	62,98±2,34
Миристолева	14:1	1,64±0,09	1,47±0,08	2,15±0,06	1,73±0,09
Пальмітолеїнова	16:1	2,33±0,19	2,58±0,17	3,44±0,28	2,46±0,28
Гептадеценова	17:1	0,69±0,05	0,64±0,04	0,73±0,05	0,70±0,04
Олеїнова	18:1	26,38±1,68	26,80±1,71	29,45±1,78	26,77±2,11
Лінолева	18:2	2,34±0,21	2,61±0,29	4,89±0,36	2,76±0,24
Ліноленова	18:3	1,12±0,32	1,18±0,24	1,27±0,15	1,14±0,48
Арахідонова	20:4	0,63±0,17	0,59±0,15	0,76±0,11	0,68±0,13
Ейкозаєнова	20:1	0,48±0,06	0,48±0,03	0,61±0,07	0,56±0,06
Ейкозатрієнова	20:3	0,21±0,03	0,19±0,01	0,24±0,03	0,22±0,01
Сума ненасичених кислот		35,82±2,34	36,54±2,54	43,54±2,74	37,02±2,49
Індекс насиченості		1,79±0,27	1,74±0,32	1,30±0,35	1,70±0,21

Біологічна повноцінність молочного жиру характеризується індексом насиченості, який визначається відношенням насичених жирних кислот до ненасичених. Чим нижче індекс насиченості, тим більше частка в складі жирних кислот ненасичених, яскравіше виражені смак і запах, більш м'яка консистенція вершкового масла, молочний жир більш стійкий при зберіганні.

Найнижчий індекс насиченості був відзначений в молочному жирі в літній період, а найвищий в зимовий. У молочному жирі з весняного молока індекс насиченості був нижче ніж взимку. Але вище ніж влітку. При переході з літньо-пасовищного на стійлове утримання індекс насиченості знову збільшувався. Це говорить про те, що молочний жир, вироблений з молока в літній період, краще зберігає свої якості при зберіганні.

В суміші вільних жирних кислот, виділених з молочного жиру методом газорідинної хроматографії, виявлено 13 насичених жирних кислот. Перші чотири з них: масляна, капронова, каприлова і капрінова, з числом атомів вуглецю з 4 до 10, є низькомолекулярними кислотами, які знаходяться в рідкому стані. З усіх жирів тваринного походження масляна кислота є тільки в молочному жирі. Максимальний вміст масляної кислоти в молочному жирі корів зазначено в літній період, коли загальний вміст насичених кислот мінімальне 2,95%. Вміст окремих жирних кислот змінюється по сезонах року. Мінімальний вміст масляної кислоти в молочному жирі було восени 2,46–2,24%.

Всі вищевказані кислоти є летючими і видаляються при нагріванні з парою [19]. Від їх Вмісту в молочному жирі залежать смакові переваги молочного жиру. Найбільш високий вміст летких жирних кислот встановлено в молочному жирі влітку – 6,62; восени – 5,94; взимку – 6,11 і навесні – 5,21%.

З насичених нелетких жирних кислот в найбільших кількостях в молочному жирі містяться пальмітинова, стеаринова, міристинова. Найбільш численною є пальмітинова кислота, вміст якої по сезонах року у корів досліджуваних порід змінюється від 27,05 до 35,35% ($P < 0,05$).

Найвищий вміст пальмітинової кислоти виявлено в молочному жирі в весняний період, а найнижче в літньому молоці. Оптимальним рівнем вмісту пальмітинової кислоти в молочному жирі вважається 20–40%.

Стеаринова кислота має суттєвий вплив на консистенцію молочного жиру. Оптимальним рівнем вмісту стеаринової кислоти в молочному жирі є 5,8–15,5%. Різниця між зимою (максимальне) і влітку (мінімальне) складає 1,67%.

Третя за кількістю вмісту насичена кислота – міристинова, містить 14 атомів вуглецю. У корів взимку, влітку і восени вміст менше, відповідно на 1,84; 4,33; 0,87%, а навесні більше на 0,06%.

Решта насичені жирні кислоти порівняно малочислені в кількісному відношенні, але кожна з них робить свій вплив на якість, біологічні та технологічні властивості молочного жиру. Зі збільшенням відносної молекулярної маси жирних кислот підвищується температура їх плавлення. Жирні кислоти з непарним числом атомів вуглецю мають відповідно більш низькою температурою кипіння, ніж жирні кислоти з парним числом атомів вуглецю.

З жирних кислот з непарним числом атомів вуглеводу виділено три: ундеканова (11 атомів), тридеканова (13 атомів) і гептадеканова (17 атомів). Вміст ундеканової змінювалась в залежності від сезону року. У молоці, отриманому в літній період, молочний жир буде більш стійким до впливу високих температур, температура плавлення його буде вище.

Від ненасичених жирних кислот, як уже було сказано, залежить біологічна цінність молочного жиру, консистенція, смак і запах молочного жиру. З ненасичених жирних кислот в найбільшій кількості містяться олеїнова (22,34-29,45%), лінолева (1,73-4,89%), пальмітолеїнова (1,34-3,44%) і міристолева (0,98-2,23%). Їх сума в зимовий період склала 32,69%, навесні – 33,46%, влітку – 39,93%, восени – 33,72%.

Частка по відношенню до загального вмісту ненасичених жирних кислот також змінювалась в залежності від породи і сезону року 91,3%, навесні – 91,6%, влітку – 91,7%, восени – 91,1%.

Встановлено [54], що в залежності від співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот у складі молочного жиру змінюються його властивості та властивості вироблюваного з нього продукту. Чим більше насичених, тобто, в основному, твердих жирних кислот, тим продукт характеризується більшою твердістю, щільністю, може мати крихку консистенцію і специфічний неприємний смак.

І, навпаки, чим більше вміст кислот ненасичених, тобто рідких, продукт менш щільний, надмірно м'який. Він схильний до окислення під впливом кисню повітря, менш стійко при зберіганні.

Очевидно, що співвідношення жирних кислот повинно мати оптимальну структуру, залежить від збалансованої, різноманітної і повноцінної годівлі, незалежно від особливостей сезонів року.

5. 9. Якість солодковершкового масла

При збиванні вершків не встановлено помітних відмінностей в якості масляного зерна в залежності від сезону року. У всіх зразках воно виходило щільним, розміром 3-5 мм, які мають жовтуватий відтінок.

При дослідженні якості масла з молока корів всіх для кожного сезону року були встановлені деякі характерні особливості (таблиця 5.6).

У маслі міститься 84,9% жиру. Більш яскраво виражені сезонні зміни за вмістом жиру у маслі. Найвища концентрація жиру була в маслі з молока корів в зимовий період, відповідно 84,9%. Навесні вміст жиру знижувався на 0,7%, влітку ще на 0,6%.

При оцінці якості молочного жиру було встановлено, що кислотність масла, що характеризує наявність в ньому молочної кислоти, а також вільних жирних кислот, змінюється від сезону року.

У масла з молока корів була восени – 0,92°K, взимку вона підвищувалася на 0,07°K, влітку – на 0,06°K і найвищі показники були навесні – 1,04°K.

Таблиця 5.6

**Фізико-хімічні показники масла, виробленого з молока отриманого в
різні сезони року**

Показники	Осінь	Зима	Весна	Літо
Вологість, %	14,9±0,12	14,1±0,13	14,8±0,15	15,4±0,17
Вміст жиру, %	84,1±0,14	84,9±0,12***	84,2±0,16	83,6±0,15
Кислотність, °К	0,92±0,08**	0,99±0,06	1,04±0,09	0,98±0,06
Перекисне число	0,114±0,004	0,106±0,002**	0,120±0,004	0,138±0,001
Йодне число	32,6±0,29	31,2±0,23	33,0±0,24	34,3±0,22

Важливим показником якості масла є здатність зберігати поживну і біологічну цінність в процесі зберігання.

Під впливом сонячних променів, підвищеної температури і каталізаторів рідкі ненасичені жирні кислоти, в процесі зберігання переходять в тверді ненасичені, в результаті приєднання за місцем подвійних зв'язків кисню і водню (окислення). Першим проміжним продуктом окислення жиру є перекиси. Для визначення ступеня псування молочного жиру використовують реакцію на перекиси - перекисне число. Молочний жир, перекисне число в якому вище одиниці, вважається непридатним для зберігання [25].

Дослідження показали [2], що перекисне число олії з молока корів порівняно невисока, незалежно від сезонних особливостей його отримання. Найнижчий показник був відзначений в маслі в зимовий період.

Таким чином, масло з молока, отриманого в літні місяці, має найвище перекисне число, тобто менш стійке до зберігання. З іншого боку, величина даного показника в 6-7 разів нижче гранично допустимих норм, тому масло має властивості зберігати свою поживну та біологічну цінність в процесі зберігання.

Йодне число (число Гюбля) також характеризує стійкість масла при зберіганні. Чим вище йодне число молочного жиру, тим нижче його стійкість до окислення при високій температурі, молочний жир менш стійкий при зберіганні [34].

Влітку, коли температура повітря тримається на рівні +28-36°C, окисні процеси в маслі протікають більш інтенсивно і величина йодного числа збільшується і досягає свого максимального значення.

В осінній період, коли заготовлені на зиму корми ще не втратили своєї якості і поживної цінності, величина йодного числа молочного жиру зменшується в порівнянні з літніми місяцями.

Всі зразки солодковершкового масла піддавалися органолептичній оцінці відповідно до вимог ДСТУ 4399:2005. За даними органолептичної експертизи, масло з молока корів досліджуваних порід, незалежно від сезону року, оцінюється вищим сортом (таблиця 5.7).

Таблиця 5.7

Органолептична оцінка дослідних зразків масла, виробленого в різні сезони року, бал

Показники	Осінь	Зима	Весна	Літо
Смак і запах	9	8	8	10
Консистенція	4	4	3	4
Колір	2	2	2	2
Упаковка	3	3	3	3
Загальна сума балів	18	17	16	19

При органолептичній оцінці масла враховують смак і запах, консистенцію, колір і якість упаковки. До вищого сорту відносять масло при загальній оцінці 13-20 балів, в тому числі оцінку за смак і запах не менше 6 балів; до першого

сорту – при загальній оцінці 6-12 балів, у тому числі за смак і запах не менше 2. При експертизі за смаком і запахом всі зразки олії були оцінені нижче максимальної оцінки восени на 1-2 бали, взимку – на 2-3, навесні – на 2-4 бали і влітку на 1 бал, за винятком першої групи, де масло в літній період мало чудовий смак і запах і отримало максимальну оцінку 10 балів.

У всіх зразків масла була знижена оцінка за консистенцію, в залежності від сезону року. Особливо низька оцінка, була виставлена в весняний період, коли масло всіх без винятку зразків мало крихку консистенцію. Це, мабуть, пов'язано з підвищенням вмісту в молочному жирі насичених жирних кислот (стеаринова, пальмітинова, міристинова), які впливають на консистенцію масла.

Найбільш висока оцінка за консистенцію масла була виставлена влітку. Масло характеризувалося підвищеною концентрацією ненасичених жирних кислот в молочному жирі, особливо олеїнової, яка при кімнатній температурі знаходиться в рідкому стані. Тому масло з літнього молока мало м'яку консистенцію.

Масло, отримане з молока мало натуральну однорідну світло-жовте забарвлення і, незалежно від сезону року, за кольором отримало найвищу оцінку 2 бали. При цьому слід зазначити, що в літні місяці жовте забарвлення масляного зерна була більш інтенсивною, ніж в інші сезони року.

Встановлено [2], що з в усі сезони року можна виробити солодковершкове масло високої якості. При переході корів з зимово-стійлового на літньо-пасовищне утримання в жирі молока підвищується вміст ненасичених жирних кислот, що впливає на технологію виробництва солодковершкового масла, його смак і якість. Найбільш високу загальну оцінку за якість масла в літній період 19-18 балів. Після закінчення пасовищного сезону загальна оцінка знижувалася до 18-16 балів восени і 16-13 балів навесні, але не дивлячись на це відповідала оцінці вищого сорту.

Відмінності в хімічному складі молока і молочного жиру в залежності від сезону року необхідно враховувати при складанні планів і організації технологічного процесу виготовлення вершкового масла на переробних

підприємствах молочної промисловості. Кращі технологічні властивості молока при виробництві вершкового масла відзначені в осінні і зимові місяці. У молоці значно збільшується вміст жиру ($P < 0,001$), що забезпечує, незважаючи на зменшення діаметра жирових кульок і зниження ступеня використання молочного жиру, збільшення виходу вершкового масла на 1,2-2,9% в порівнянні з літом. Солодковершкове масло, вироблене з молока корів, за хімічним складом і органолептичними показниками, незалежно від сезону року, відповідало вимогам стандарту і було віднесено до вищого сорту.

5.10. Характеристика молочної сировини

Сировина, яка використовується при виробництві жиру молочного допускається до виробництва яка відповідає нормативній документації.

Для виробництва жиру молочного по ТУ У 15.5-00418018-002-2003 використовують таку сировину:

- молоко коров'яче незбиране згідно ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». Молоко, яке закупають, повинно отримуватись від здорових корів в господарствах, благополучних щодо інфекційних захворювань, та за показниками якості відповідати вимогам стандарту. Молоко повинно бути натуральним незбираним, чистим, без сторонніх, не властивих свіжому молоку присмаків і запахів;

- масло вершкове згідно ДСТУ 4399:2005. Масло повинно бути «дозрілим» (термін зберігання масла – не менше ніж 15 діб)

В сировині і матеріалах вміст токсичних елементів, мікотоксинів, гормональних препаратів, антибіотиків і мікробіологічні показники не повинні перевищувати гранично допустимих рівнів (таблиця 5.8).

Вміст пестицидів не повинен перевищувати допустимого рівня, встановленого СанПин 42-123-4540-87. Вміст радіонуклідів в сировині і матеріалах не повинен перевищувати допустимих рівнів, встановлених ДР-97.

Кожну партію сировини та матеріалів, які надходять на підприємство, супроводжують документами, що підтверджують їх відповідність нормативним документам.

Показники безпеки солодковершкового масла

Показники	Норма	Методи контролю
1. Гранично допустимі рівні токсичних елементів, мг/мз, не більше		
ртуті	0,03	ГОСТ 26927
свинцю	0,1	ГОСТ 26932, ГОСТ 30178
кадмію	0,03	ГОСТ 26933, ГОСТ 30178
миш'яку	0,1	ГОСТ 26930
міді	0,5	ГОСТ 26931, ГОСТ 30178
цинку	5	ГОСТ 26934, ГОСТ 30178
заліза	5	ГОСТ 26928
2. Гранично допустимі рівні мікотоксинів, мг/кг не більше :		«Медико-біологічні вимоги та санітарні норми якості продовольчої сировини і харчових продуктів», затверджені Міністерством охорони здоров'я України № 5061-89
афлотоксину В ₁	Не допускається	
афлотоксину М ₁	Не допускається	
3. Гранично допустимі рівні антибіотиків од/г, не більше :		
антибіотиків тетрациклінової групи	0,01	
пеніциліну	0,01	
стрептоміцину	0,5	
4. Гранично допустимі рівні гормональних препаратів, мг/кг, не більше		
дистилстильбестрола	Не допускається	
Естрадіола 17 В	0,0005	
5. Гранично допустимі рівні радіонуклідів, бк/кг не більше:		«Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 в продуктах харчування та питній воді», затверджені Міністерством охорони здоров'я України ДР-97

5.11. Обґрунтування системи моніторингу і управління якістю та безпечністю молока корів

Забезпечення високої якості та безпечності молочної сировини для виготовлення молочної продукції є основоположною складовою захисту здоров'я населення і, безумовно, одним із пріоритетних викликів, який постав перед агропромисловим комплексом України.

Принагідно зауважити, що оцінювання якості та безпечності молочної сировини залежно від технологій її виробництва, обґрунтування наукових підходів щодо нормативного забезпечення точності вимірювань є домінуючою вимогою, для дотримання якої необхідно проводити постійні моніторингові дослідження. Подібний підхід загалом дає змогу оцінювати показники сирого молока на відповідність вимогам, наведеним у нормативних документах (ДСТУ), хоча й унеможливорює використання цієї інформації для оперативного управління виробництвом і одержання молочних продуктів із гарантованими показниками якості.

У площині вказаного виклику, левову частку проблеми створює незавершеність у розробці й упровадженні нормативно-методо-логічного інструментарію з позиції комплексного забезпечення національної системи моніторингу та незначна кількість досліджень, проведених у цьому напрямі [50].

Додаткової значущості моніторингові випробування у сфері удосконалення технологій виробництва сирого молока набувають на цей час, коли реально постала потреба в регулюванні показників складу і властивостей молочної сировини, які є критеріями оцінювання низки інноваційних технологічних процесів, взаємодії організаційних чинників комплексного управління якістю та безпечністю молочної сировини, її стандартизації, сертифікації й метрологічного забезпечення. Не втрачає важливості й те, що процес формування в Україні достеменних європейським заходів щодо жорсткого контролю, зокрема таких як моніторинг періодичних перевірок сирого молока з боку випробувальних центрів, на законодавчому рівні не завершений і дотепер. Саме виходячи з цих передумов, проведені дослідження є

актуальними та мають науково-прикладне значення [48].

Методологічну основу виконаної роботи становить комплекс методів: патентного пошуку (обґрунтування об'єкта і предмета досліджень), бібліографічний (систематизація літератури), моніторингу (збір, опрацювання, збереження інформації), зоотехнічні (організація досліджень, відбирання зразків молока), інфрачервоної спектрометрії (визначення масових часток жиру, «істинного» білка, протеїну, лактози, сухої речовини), проточної цитометрії (дослідження вмісту соматичних клітин), кондуктометричний (визначення точки замерзання), атомно-абсорбційної спектроскопії (оцінювання вмісту мінеральних елементів), графічний (візуалізація залежностей між показниками), узагальнення (підсумки виконаної роботи), популяційно-статистичні (обчислення середніх величин кількісних показників, їх похибок, коефіцієнтів кореляції, успадковування), кваліметрії (виведення комплексного показника якості та безпечності молока, експертне оцінювання зразків), економічні (розрахунок економічної ефективності) [25].

Уперше в умовах України обґрунтовано стандартизований інструментарій формування принципово нової системи моніторингу сирого молока і ідентифіковано поетапний алгоритм адміністрування щодо регулювання його якості та безпечності.

Уперше умотивовано й випробувано методику та вихідні параметри для калібрування приладу з визначення масових часток жиру, білка, лактози, сухої речовини, сухого знежиреного залишку, точки замерзання молока, вмісту соматичних клітин, як ефективні засоби забезпечення жорсткого контролю точності технологічного процесу вимірювання, зниження витрат часу і праці на його управління [53].

Уперше створено стандартний зразок сирого молока – сертифікований референс матеріал (CRM), призначений для ідентифікації його складу і властивостей за атестації, перевірки калібрування й градування інструментальних приладів вимірювання якості та безпечності [25]. Укладено три Державні стандарти України, що регламентують правила визначення

показників якості та безпечності молока корів [53]. Обґрунтовано базисні критерії щодо регламентованого вмісту масових часток жиру та білка в молоці корів.

Розроблено [2] пілотний проєкт технічного регламенту «Виробництво сирого молока і управління безпекою та якістю» як базу для встановлення мінімальних обов'язкових вимог до технологічних процесів, пов'язаних із виробництвом молока, за дотримання і оперативного прийняття ефективних управлінських рішень.

Аргументовано й затверджено ключові положення «Програми міжлабораторних порівнянь результатів вимірювання якості сирого молока» як для лабораторій виробників, переробників молока, так і молочних лабораторій суб'єктів племінної справи з метою підтвердження їх адекватної технічної компетенції [54].

Одержано нові дані [55] щодо впливу окремих паратипових і генотипових чинників на якість сирого молока за різноманітних умов його виробництва.

Набули подальшого розвитку принципи побудови комп'ютерної бази даних, структура якої об'єднала сукупність близько 75 тисяч кількісних показників хімічного складу, поживної цінності, натуральності молока та вмісту соматичних клітин [54]. Поглиблено і розширено уявлення про якість та безпечність молока, що базуються на розробленому комплексному показнику, основу якого сформовано з групових і одиничних параметрів його оцінювання, коефіцієнтів їх вагомості та безрозмірних величин.

Експериментальні дослідження виконували у виробничих умовах лабораторії оцінки якості кормів та продуктів тваринного походження, складової Випробувального центру Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук України, акредитованого на технічну компетентність національним агентством з акредитації України, відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 (атестат останньої акредитації № 20621, який чинний до 19.12.2024 року) як базову організацію метрологічної служби Міністерства аграрної політики України.

Перший етап досліджень [2] ґрунтувався на розкритті особливостей формування якісних показників сирого молока на тлі впливу окремих паратипових і генотипових чинників, які стали основою для власноруч створеної в програмі Microsoft Office Excel (2010) комп'ютерної бази даних (n=74592). Задля обґрунтування цього етапу роботи виконали п'ять дослідів. Перший дослід скерували на визначення впливу сезону року на якість та безпечність молока корів. Дослідження проводили упродовж 2006-2012 років. У процесі реалізації роботи відібрали й дослідили взимку (n=16188), навесні (n=19107), влітку (n=19561) і восени (n=19736) зразків молока. Другий дослід передбачав виявлення залежності якості та безпечності молока корів від способів їх утримання. Матеріалом для досліджень слугували зразки молока, які відбирали від тварин за їх прив'язного (n=15784) і безприв'язного (n=17930) способів утримання. Лабораторні аналізи виконували посезонно в період із 2013 по 2017 роки.

Зважаючи на те, що наявні вітчизняні системи визначення племінної цінності бугаїв-плідників не передбачають досліджень щодо виявлення вмісту соматичних клітин у молоці за їхнього оцінювання, і перш за все, за різних способів утримання, тому важливим аспектом роботи вбачали доцільність ґрунтовнішого вивчення цього питання за проведення третього досліді.

Для досліді від корів, яких утримували безприв'язно, відібрали й дослідили 6864 зразки молока, за прив'язного способу – 9519 зразків. До досліджень залучили виключно тих тварин, які мали документальне підтвердження в родоводі походження від окремого бугая-плідника або лінії.

У четвертому досліді як впливовий чинник на якість та безпечність молока використали різноманітні способи доїння корів. Для досліді відібрали і дослідили (n= по 50) зразків молока від корів, доїння яких відбувалося на доїльних установках типу УДМ-200 «Молокопровід», УДЕ-16 «Ялинка», УДТ- 8 «Тандем», «Паралель» та доїльним апаратом у відро (2018-2019 рр.). П'ятий дослід став результатом дослідження якості та безпечності молока (n=1053), що відбирали з різних ємностей, танків та різних секцій молоковозів за

промислового його виробництва, у фермерських господарствах і господарствах населення [50].

Другий етап досліджень спрямували на комплексне відпрацювання процедури моніторингу якості молока в господарствах різного типу за визначення його об'єкта, параметрів і методик вимірювання показників, документального оформлення результатів та їх аналізом, передання інформації зацікавленим організаціям, забезпечення точності вимірювання, відстеження показників якості молока племінних корів та товарного молока.

Третій етап став логічним завершенням усіх проведених досліджень і базувався на обґрунтуванні сучасних прийомів оцінювання системи моніторингу, сертифікації і стандартизації якості та безпечності сирого молока та впровадженні її в умовах виробництва.

Упровадження системи моніторингу якості та безпечності сирого молока в умовах виробництва здійснювали в період із 2019 по 2021 роки.

Раціони годівлі для піддослідних корів складали на основі сучасних норм годівлі молочної худоби з урахуванням їх продуктивності та наявних кормів.

Відбирання зразків молока проводили за дотримання вимог ДСТУ ISO 707:2002. Молоко та молочні продукти. Настанова з відбирання проб. Процедуру кількісного оцінювання хімічного складу молока проводили шляхом визначання масових часток жиру, «істинного» білка, протеїну, лактози та сухої речовини методом інфрачервоної спектрометрії на приладі «Bentley Combi-150» виробництва США, відповідно до ДСТУ 8396:2015. Молоко коров'яче. Визначення масової частки жиру, білка, лактози, сухої речовини методом інфрачервоної спектрометрії (експрес-метод). За різницею між масовими частками сухої речовини і жиру встановлювали вміст сухого знежиреного залишку молока [25].

Під час досліджень особливу увагу звертали на вміст соматичних клітин у молоці, який визначали методом флуоресцентно-оптичної лазерно-проточної цитометрії на приладі «Somascount 150» виробництва США (№ СС-150-7107, свідоцтво про метрологічну атестацію № 1126, свідоцтво про калібрування

№ 8951) за ДСТУ 7672:2014. Визначення кількості соматичних клітин методом проточної цитометрії (експрес-метод).

Натуральність молока оцінювали кондуктометричним методом за використання кондуктометра, вмонтованого у прилад «Bentley Combi-150» виробництва США, згідно з ДСТУ 7671:2014. Молоко коров'яче. Визначення точки замерзання кондуктометричним методом (експрес-метод).

Енергетичну цінність молока розраховували за використання перевідних коефіцієнтів, зважаючи на те, що в одному грамі білка міститься 4 ккал, жиру – 9 ккал і лактози – 3,75 ккал.

Задля обґрунтування нормативних характеристик ґатунку молока включно до 2019 року використовували ДСТУ 3662:2015. Молоко коров'яче – сировина. Технічні умови, з 2019 р. – ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови.

Вміст мінеральних елементів Купруму, Цинку, Мангану і Феруму визначали стандартизованим атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі AAS-30 («Carl Zeiss», Німеччина), за методикою, описаною В. Прайсом.

Силу впливу бугая-батька та його лінійної належності на показники якості молока потомків виявляли шляхом дисперсійного аналізу. Із метою дослідження взаємозв'язків між окремими показниками розраховували коефіцієнти кореляції. Характер успадкованості середніх показників якості молока корів за даними контрольних доїнь упродовж 305 діб лактації та захворювання на мастит залежно від способу їх утримання встановлювали шляхом обчислення подвоєного коефіцієнта кореляції.

За розробки методики калібрування приладу «Bentley Combi-150» застосовували референс-методи оцінювання якості з визначенням масових часток жиру, білка і протеїну.

У межах виготовлення стандартного зразка молока його якість контролювали за показниками інструментального оцінювання та результатами біохімічного і біофізичного визначення масових часток: жиру – за ДСТУ ISO

488:2007. Молоко. Визначення масової частки жиру. Жироміри Гербера; загального протеїну – за ДСТУ ISO 8968-1:2005. Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод К'ельдаля; «істинного» білка – за ДСТУ ISO 8968-5:2005. Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 5. Метод визначення білкового азоту; лактози – за матеріалами довідника.

Комплексний показник якості та безпечності молока обчислювали за використання методів кваліметрії.

Економічну ефективність упровадження комплексної системи моніторингу і управління якістю та безпечністю сирого молока розраховували в умовах ДП «ДГ «Гонтарівка» ІТ НААН на основі фактичних цін на продукцію станом на 2021 рік за загальноприйнятими методичними рекомендаціями.

Констатовано, що масова частка жиру в молоці корів в усі досліджувані роки взимку в середньому була високовірогідно більшою ($p < 0,001$), ніж в інші сезони року: на 0,08 % – порівняно з весняним, на 0,48 % – літнім та 0,03 % – осіннім (таблиця 5.9).

Тенденція сезонних змін вмісту масової частки жиру в молоці в окремі роки моніторингу була досить близькою, за винятком літнього періоду, в який спостерігали найбільші і високовірогідні ($p < 0,001$) розбіжності за його абсолютними показниками, порівняно з весняно-осіннім періодом року.

Зимовий період характеризувався також вірогідним збільшенням ($p < 0,001$) у молоці масової частки протеїну на 0,08 % проти весни, на 0,16 % – щодо літа та на 0,02 % – відносно осені.

Масова частка лактози в молоці корів під впливом сезону року упродовж моніторингу була майже на одному рівні (4,85-4,94 %).

Максимальну калорійність відмічено в зимовий період (більша за середньорічну на 2,6 %), мінімальну – у літній (менша на 5,6 %).

У зимовий, весняний та осінній періоди калорійність молока була вищою за середнє значення семи років моніторингових досліджень на 2,6; 1,1 і 1,9 %.

Аргументуючи відмінності між величинами точки замерзання молока, слід акцентувати, що сезон року незначним чином впливав на цей показник і їх коливання знаходилися в межах від мінус 0,532 С до мінус 0,572°С.

Варто відмітити, що чіткої сезонної залежності щодо вмісту соматичних клітин у молоці в різні роки також не спостерігали.

Таблиця 5.9

**Сезонні зміни хімічного складу молока корів, %, $M \pm m$
(у середньому за 2006-2012 рр.)**

Показник	Сезон року			
	зима (n=16188)	весна (n=19107)	літо (n=19561)	осінь (n=19736)
Масова частка в молоці, %:				
жиру	3,78±0,07***	3,70±0,07	3,30±0,07	3,75±0,06
протеїну	3,23±0,03***	3,15±0,03	3,07±0,03	3,21±0,03
лактози	4,90±0,04	4,94±0,02	4,85±0,02	4,85±0,03
сухої речовини	12,64±0,08	12,57±0,07	11,88±0,07	12,53±0,08
сухого знежиреного залишку молока	8,86±0,03	8,87±0,04	8,58±0,03	8,78±0,03
Співвідношення жир/протеїн	1,17	1,17	1,07	1,17

Примітка. *** $p < 0,001$ – вірогідність різниці розраховано щодо весни, літа та осені

За результатами дослідження мінерального складу молока виявлено, що відносний максимум концентрацій Cu, Zn, Fe у молоці корів констатовано навесні, тоді як Mn – восени (таблиця 5.10).

У той же час вміст Zn, Mn і Fe у молоці корів за умов «органічного» землеробства незначно нижчий, порівняно з традиційною технологією, утім як за накопиченням Cu між ними було виявлено статистично вірогідну різницю ($p < 0,01$).

Мінеральний склад молока, мг/кг, $M \pm m$
(у середньому за 2006-2012 рр.)

Сезон року	Назва мінерального елемента			
	Cu	Mn	Zn	Fe
Зима (n=84)	0,061 $\pm$ 0,007	0,143 $\pm$ 0,041	3,106 $\pm$ 0,325	1,430 $\pm$ 0,220
Весна (n=84)	0,085 $\pm$ 0,007	0,066 $\pm$ 0,007	3,458 $\pm$ 0,391	1,906 $\pm$ 0,020
Літо (n=84)	0,072 $\pm$ 0,007	0,101 $\pm$ 0,034	3,039 $\pm$ 0,244	1,388 $\pm$ 0,291
Осінь (n=84)	0,070 $\pm$ 0,008	0,209 $\pm$ 0,103	3,040 $\pm$ 0,336	1,596 $\pm$ 0,263

5.12. Вплив способів утримання і доїння корів на якість сирого молока

Установлено [], що масові частки жиру в усі сезони року в середньому на 0,19-0,49 % ($p < 0,05$ - $p < 0,001$), сухої речовини – на 0,17-0,29 % ($p < 0,05$ - $p < 0,001$) були вищими в молоці корів, яких утримували прив'язно (таблиця 5.11).

Тоді як у молоці корів за безприв'язного утримання відмічали тенденцію щодо незначно вищого рівня масових часток білка на 0,03-0,14 % та сухого знежиреного залишку на – 0,02-0,27 %. Загальний вміст соматичних клітин у молоці був більший на 4,1-34,7 % за безприв'язного способу утримання корів. За вмістом соматичних клітин ґатунковість відібраних зразків молока в цілому за період досліджень становила 75-73 %, з яких 59-55 % зразків належало до класів екстра та вищого. Ґатунковість молока за безприв'язного способу була вищою в стійловий період, знижуючись у весняно-літній сезон, тоді як за прив'язного способу вона збільшувалась від зимового до осіннього сезону.

За результатами дисперсійного аналізу виявлено, що за обох способів утримання чинник «бугай-батько» статистично високовірогідно ($p < 0,001$) впливав на вміст масових часток жиру і білка, кількість соматичних клітин у

молоці їхніх доньок. Із найбільшою силою цей чинник впливав на імовірність випадків діагностики маститу відповідно – 12,7 і 35,2 %.

Таблиця 5.11

**Якість молока за різних способів утримання корів, $M \pm m$
(у середньому за 2015–2019 рр.)**

Показник	Сезон року			
	зима	весна	літо	осінь
Безприв'язний спосіб утримання (n=3987; 4218; 4269; 3310)				
Масова частка в молоці, %:				
жиру	3,66±0,07	3,36±0,07	2,84±0,03	3,32±0,06
протеїну	3,26±0,06	3,27±0,05	3,13±0,06	3,26±0,05
лактози	4,81±0,04	4,88±0,03	4,84±0,06	4,84±0,03
сухої речовини	12,49±0,05	12,27±0,02	11,57±0,02	12,07±0,09
сухого знежиреного залишку	8,83±0,02	8,91±0,09	8,78±0,12	8,75±0,07
Точка замерзання, °C	0,553±0,001	0,550±0,001	0,544±0,001	0,548±0,002
Уміст соматичних клітин, тис/см ³	734±21	882±27	866±70	664±28
Прив'язний спосіб утримання (n=3909; 4718; 5108; 4195)				
Масова частка в молоці, %:				
жиру	3,85±0,06*	3,78±0,05***	3,33±0,07***	3,77±0,02***
протеїну	3,23±0,05	3,13±0,03	3,04±0,03	3,17±0,04
лактози	4,90±0,02	4,95±0,02	4,84±0,04	4,81±0,06
сухої речовини	12,66±0,06*	12,56±0,08***	11,84±0,04***	12,33±0,08*
сухого знежиреного залишку	8,81±0,03	8,78±0,02	8,51±0,08	8,56±0,08
Точка замерзання, °C	0,557±0,002	0,560±0,002	0,550±0,004	0,549±0,002
Уміст соматичних клітин, тис/см ³	691±43	756±68	643±92	638±20

Примітка. *p<0,05; ***p<0,001 – вірогідність різниці розраховано щодо безприв'язного способу утримання

За досліджуваних способів доїння масові частки жиру, білка, сухої речовини відповідали базисним показникам та вимогам гатунковості. Загальна енергетична цінність 1 кг молока була на рівні 631,1-703,6 ккал. Більш залежними від способу доїння корів були показники: точка замерзання молока та вміст у ньому соматичних клітин.

5.13. Дослідження хімічного складу товарного молока

У цілому за період оцінювання рівень жиру в збірному молоці був на 0,27 % вищий за базисний норматив, масова частка білка перевершувала базисний показник на 0,02 %, а за вмістом сухої речовини товарне молоко відповідало вимогам гатунку екстра. Характерно те, що уміст у товарному молоці соматичних клітин був в межах від 465 тис/см³ до 719 тис/см³. За вмістом соматичних клітин у цілому за період моніторингу 76,6 % зразків молока були гатунковими, з яких 33,3 % належало до гатунків екстра та вищого, тоді як 43,3 % – до першого. Натомість, якість молока найнижчою була за його виробництва у фермерських господарствах і населення, що зумовлено використанням технічно застарілого доїльного обладнання та порушенням санітарно-гігієнічних вимог під час доїння. Загальний вміст соматичних клітин у цьому молоці був вищий відповідно на 19,2 і 7,4 % проти продукції, яку виробляли промислово.

Загалом результати дослідження вказують на достатньо високий рівень поживної цінності товарного молока, однак показники санітарної якості залишаються неоднорідними залежно від типу виробника. Найбільш критичним є перевищення допустимого рівня соматичних клітин у молоці, отриманому від малих фермерських господарств і населення, що свідчить про наявність запальних процесів у тварин та недостатній контроль за технологією доїння. Таке молоко має підвищений ризик бактеріального забруднення і потребує додаткового тестування перед подальшою переробкою. Покращення цих показників напряду впливатиме на споживчу безпеку, термін зберігання та технологічну придатність молока.

5.14. Методологічні основи щодо формування організаційної системи моніторингу якості та безпечності сирого молока в господарствах різного типу

У контексті сучасних вимог до безпечності та якості харчових продуктів, формування ефективної системи моніторингу сирого молока в господарствах різного типу є ключовою передумовою для підвищення конкурентоспроможності продукції, забезпечення здоров'я споживачів і гармонізації з міжнародними стандартами.

Враховуючи тенденції глобалізації та євроінтеграційні прагнення України, система контролю якості молока повинна відповідати підходам, прийнятим у Європейському Союзі, та базуватися на засадах прозорості, простежуваності й оперативного реагування на виявлені ризики.

Ґрунтуючись на узагальненні сучасних наукових джерел, міжнародних нормативно-правових актів (зокрема, Codex Alimentarius, ISO 22000, HACCP, регламентів ЄС), а також на результатах власних прикладних досліджень, авторами розроблено «Організаційну систему моніторингу якості та безпечності сирого молока в господарствах різного типу», що відображає концепцію системного, адаптивного та інтегрованого підходу до збору, аналізу та використання інформації для прийняття ефективних управлінських рішень у сфері молочного тваринництва.

На рис. 5.1 представлено структурну схему запропонованої системи, яка об'єднує кілька взаємопов'язаних функціональних блоків: аналітично-лабораторний, інформаційно-аналітичний, нормативно-контрольний та управлінсько-регуляторний.

Головною метою впровадження моніторингу є постійне збирання, накопичення, аналіз та інтерпретація даних про якість та безпечність сирого молока, що виробляється в господарствах різного типу – від дрібних сімейних ферм до промислових комплексів. Зібрані дані мають дозволяти: своєчасно виявляти відхилення від нормативних показників; визначати тенденції зміни якості молока залежно від пори року, умов годівлі, ветеринарного стану

поголів'я; оперативно реагувати на критичні відхилення; формувати ефективну стратегію управління якістю продукції на рівні окремого господарства або агропромислового об'єднання.



Рис.5.1. Структурна схема організаційної системи моніторингу якості та безпеки сирого молока в господарствах різного типу

Згідно із запропонованою системою, метою моніторингу якості молока, виробленого в Україні, є збирання, накопичення і глибокий аналіз показників його поживної цінності та безпечності за одержання в господарствах із різними обсягами виробництва, технологіями утримання та ін., для виявлення оперативної інформації та прийняття зважених управлінських рішень.

Моніторинг організовано як безперервну інформаційно-управлінську систему, яка включає такі етапи: відбір зразків сирого молока за уніфікованими протоколами; інструментальний аналіз ключових показників якості (вміст білка, жиру, соматичних клітин, бактеріальне забруднення, залишки антибіотиків, мікотоксини, макро- і мікроелементи тощо); внесення результатів у цифрову базу даних, яка дозволяє автоматизувати обробку та візуалізацію інформації; порівняння результатів із вимогами українського законодавства, стандартів ЄС та внутрішніх нормативів господарства; розробка коригувальних дій на основі виявлених відхилень з урахуванням індивідуальних особливостей господарства.

Важливим блоком [55] моніторингових досліджень розробленої системи є вибір обладнання та методик вимірювання. За наявної кількості зразків молока пріоритетними, порівняно з хімічними методиками, є інструментальні методики. Окрім безпосереднього передавання до господарства результатів аналітичного визначення показників якості сирого молока система передбачала їх уведення у власно створену базу даних, статистичне опрацювання за використання стандартної статистичної комп'ютерної програми Statistica 5.5 та порівняння одержаних результатів як із чинними нормативними документами України, так і Європейськими вимогами. У випадках коли одержані результати не відповідали цим документам, сумісно з керівниками господарств розробляли корегувальні дії з виправлення фактично існуючого незадовільного стану якості молока та вказували ймовірний результативний прогноз їх запровадження.

Одним із ключових аспектів функціонування системи є вибір обладнання та методик дослідження. З огляду на потребу у високій пропускній здатності та точності, перевага надається інструментальним (автоматизованим) методам,

зокрема: інфрачервоній спектроскопії (ІЧ-аналізатори); поточним аналізаторам соматичних клітин; імуноферментним тестам для виявлення антибіотиків; атомно-абсорбційній спектрофотометрії для аналізу мінерального складу.

Зібрані результати вводяться у власну базу даних, обробляються за допомогою статистичного програмного забезпечення Statistica 5.5, а також новітніх платформ з аналітики даних (у перспективі — використання систем машинного навчання для виявлення закономірностей). Аналіз охоплює розрахунок середніх значень, виявлення трендів, ранжування господарств за показниками, візуалізацію динаміки зміни якості молока.

Порівняння результатів здійснюється з такими нормативними джерелами: ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови»; Регламент ЄС № 853/2004; Вимоги НАССР щодо безпечності харчових продуктів.

У разі виявлення невідповідностей система автоматично формує сигнал про критичне відхилення, після чого ініціюється робота з менеджментом господарства. Розробляються коригувальні заходи, що можуть охоплювати: зміну годівлі (введення добавок, пробіотиків, сорбентів); перегляд ветеринарного плану; корекцію технології доїння та зберігання молока; підвищення гігієнічних стандартів обслуговування тварин; підвищення кваліфікації персоналу.

Водночас формується прогноз ефективності впроваджених заходів – як у коротко-, так і в середньостроковій перспективі – на основі моделювання можливого впливу змін на показники якості молока.

Запропонована система має адаптивний характер: вона може бути масштабована залежно від типу господарства, обсягів виробництва, рівня автоматизації та фінансових ресурсів. Вона придатна як для сімейних ферм, де значну роль відіграє ручна праця, так і для промислових молочних комплексів із повністю автоматизованим контролем. Гнучка модульна структура дозволяє інтегрувати додаткові функціональні блоки: екологічний моніторинг, контроль залишкових речовин, простежуваність по всьому ланцюгу виробництва тощо.

У перспективі розвиток цієї системи передбачає використання IoT-технологій (датчиків в реальному часі), блокчейн-платформ для забезпечення прозорості простежуваності, а також інтеграцію з національною інформаційною системою безпечності харчових продуктів, що забезпечить єдиний цифровий простір контролю якості молока в Україні.

Запровадження та масштабування такої організаційної системи не лише сприятиме підвищенню довіри споживачів, а й дозволить гармонізувати внутрішнє виробництво з міжнародними стандартами, відкриваючи нові можливості для експорту української молочної продукції на глобальні ринки.

5.15. Обґрунтування і реалізація прийомів оцінювання системи моніторингу, сертифікації, стандартизації якості та безпечності сирого молока

У межах побудови ефективної системи управління якістю та безпечністю сирого молока важливо не лише створити організаційно-технологічну платформу моніторингу, але й розробити обґрунтовані прийоми її оцінювання, які б дозволили визначити ефективність впроваджених заходів, рівень відповідності чинним стандартам, а також забезпечити умови для подальшої сертифікації продукції відповідно до міжнародних вимог. Оцінка такої системи має комплексний характер, оскільки охоплює одночасно технологічні, організаційні, санітарно-гігієнічні, ветеринарні та соціальні складові процесу виробництва сирого молока.

Оцінювання системи моніторингу якості та безпечності сирого молока переслідує кілька ключових цілей: перевірка відповідності процедури контролю показників якості (білок, жир, мікробне число, соматичні клітини, залишки антибіотиків тощо) чинним національним і міжнародним стандартам; аналіз ефективності заходів реагування у разі виявлення відхилень; вивчення динаміки зміни показників якості в господарстві внаслідок впроваджених коригувальних дій; оцінка технічної забезпеченості та кадрового потенціалу для здійснення постійного контролю; підготовка до сертифікації системи згідно з вимогами ISO, НАССР та іншими нормативами.

Для забезпечення об'єктивності та повноти оцінювання доцільно використовувати систему інтегральних критеріїв, серед яких: технічні параметри: точність та відтворюваність лабораторних вимірювань, використання стандартизованого обладнання; організаційні показники: регулярність проведення відбору зразків, дотримання протоколів, наявність бази даних, повнота документації; інформаційна прозорість: наявність відкритого доступу до результатів аналізу для зацікавлених сторін (менеджмент, ветеринарна служба, контролюючі органи); реактивність системи: час від моменту виявлення проблеми до впровадження коригувальних заходів; результативність: частка продукції, яка відповідає вимогам найвищих ґатунків, зниження частоти критичних відхилень у часі.

Оцінювання системи доцільно проводити з використанням багатофакторного аналізу, що дозволяє ідентифікувати слабкі місця, спрогнозувати ризики та оптимізувати управлінські рішення.

Оцінка системи моніторингу є базою для офіційної сертифікації виробництва. Процедура сертифікації передбачає: аудит виробничого процесу та умов утримання тварин; перевірку результатів лабораторних досліджень за визначений період; оцінку ведення внутрішньої документації (журналів контролю якості, протоколів відбору, актів внутрішнього аудиту); відповідність продукції вимогам стандартів HACCP, ISO 22000, Global GAP, ДСТУ 3662:2018, а також Регламентам ЄС № 853/2004 та № 854/2004.

Особливу увагу варто приділити розвитку внутрішньої сертифікації на рівні господарства, яка дозволяє попередньо готувати виробника до проходження офіційної експертизи й підвищує довіру до його продукції з боку партнерів та покупців.

Базуючись на документах IDF, розробках вітчизняних та закордонних вчених, результатах власних досліджень у лабораторії випробувального центру Інституту тваринництва НААН обґрунтовували систему технологічних прийомів поліпшення точності контролювання якості сирого молока, що включає: відбір репрезентативних зразків сирого молока; застосування сучасних засобів

вимірювальної техніки (ЗВТ); оцінювання хімічного складу, натуральності та безпечності молока; методологічне забезпечення процесу калібрування інфрачервоного аналізатора; створення стандартних зразків молока (ДСЗМ); аргументацію точності вимірювань показників якості молока в міжлабораторних порівняннях результатів; підтвердження компетентності за вимогами ДСТУ ISO/IEC 17025:2006; сертифікацію та стандартизацію (рис. 5.2).

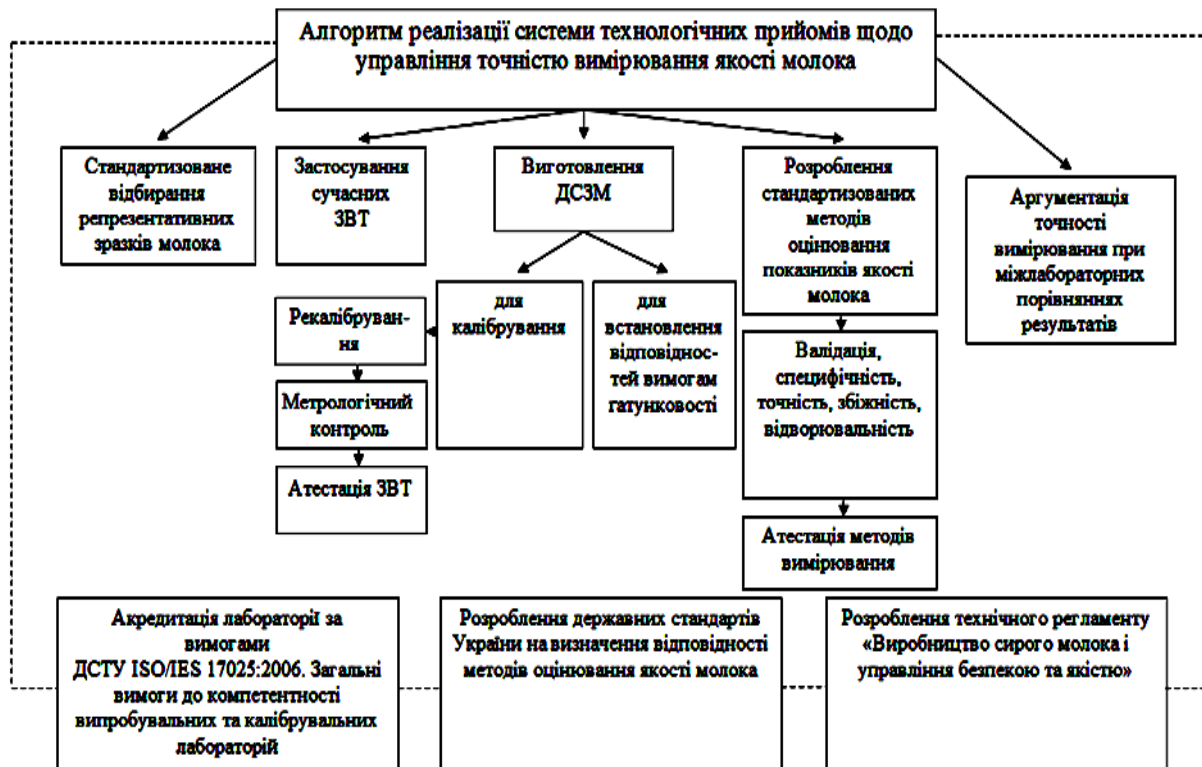


Рис. 5.2. Система технологічних прийомів щодо управління точністю вимірювання якості молока

Обґрунтування та реалізація прийомів оцінювання системи моніторингу, сертифікації та стандартизації якості й безпечності сирого молока є фундаментальним етапом переходу від фрагментарного контролю до цілісного, інтегрованого управління якістю молочної продукції. Ефективне впровадження цих інструментів забезпечить не лише стабільність якості на внутрішньому ринку, але й розширення експортного потенціалу молочної галузі України.

5.16. Формування окремих елементів технологічного процесу визначення хімічного складу молока за застосування методики інфрачервоної спектроскопії

Ключовою складовою розробленої системи моніторингу визначили випадковий (точковий) первинний зразок молока, мінімальну кількість якого відбирали з одного об'єму (партії) для об'єднаного зразка, що одержували шляхом рівномірного змішування первинних зразків. Середній зразок молока обрали частиною об'єднаного зразка, з якого формували лабораторний зразок – остаточний. Це репрезентативна частина середнього зразка для формування тестового зразка для лабораторного контролювання та аналізування (регламентується нормативним документом задля підтвердження якості зразка встановленим вимогам). Від правильності та точності відбирання зразків молока значною мірою залежала адекватність одержаних результатів аналітичних досліджень його фактичного стану якості та безпечності.

З метою забезпечення достовірності результатів, особлива увага приділялась дотриманню гігієнічних умов під час відбору зразків, маркуванню кожного з них відповідно до часу, місця та умов забору. Крім того, використовували сертифіковані ємності, що виключають ризик забруднення або зміни складу зразка внаслідок зовнішнього впливу. Для запобігання змінам фізико-хімічних властивостей молока під час транспортування, застосовували охолодження та спеціальні ізотермічні контейнери.

Загальна методика моніторингу базувалась на принципах вибіркового контролю з урахуванням сезонних, географічних та технологічних факторів, що можуть впливати на якість молока. Таким чином, система забезпечувала систематичне відстеження відхилень та оперативне реагування на потенційні загрози, пов'язані з безпечністю молочної сировини.

Не рідше ніж раз на місяць із метою визначення надійності роботи аналізатора здійснювали перекалібрування приладу за розробленою схемою (рис. 5.3).



Рис.5.3. Схема технологічного процесу перевірки надійності вузлів і систем аналізатора за використання розчинів та зразків за температури 40 °С

Періодично, з інтервалом в один раз на місяць проводили контролювання роботи інфрачервоного аналізатора молока шляхом зіставлення результатів точності вимірювань дослідних зразків із показниками, регламентованими свідоцтвом про атестацію приладу. Одержані дані опрацьовували шляхом зіставлення результатів інструментального й референсного визначень показників хімічного складу молока, використовуючи рівняння регресії ($y = \text{slop} + \text{bias}$). У рамках подальшої роботи за програмою приладу також оцінювали точку перетину (Intercert) й оцінювали рівняння регресії ($y = a + bx$), де «a» – показник систематичної похибки (bias) і «bx» – величина нахилу (slop); та величину відносного стандартного відхилення (RSD, %). Якщо показник «slop» був близький до одиниці, «bias» – до нульового значення, а RSD – менше ніж 0,05 %, то вибирали функцію перекалібрування приладу. За умов, коли ці величини не задовольняли наведені вимоги, то зразки, які найбільш відхилені від значення, встановленого методом «микрої» хімії (у власному випадку зразок № 11 за масовими частками загального білка та лактози), анулювали та знову перевіряли рівняння регресії за показниками: «slop», «bias», RSD. За позитивних результатів зміни зберігали та вводили опцію «рекалібрування» і встановлювали

відповідність відкаліброваного інструментального визначення хімічного складу цих же зразків їх референсним значенням.

Зразки молока виготовляли згідно з наведеною блок-схемою (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Блок-схема процедури виготовлення стандартного зразка молока

Державний стандартний зразок молока, призначений для атестації, перевірки та калібрування аналізаторів сирого незбираного молока, є еталонним засобом вимірювальної техніки, що забезпечує простежуваність вимірювань до національних метрологічних стандартів. Такий зразок дає змогу визначити метрологічні характеристики вимірюваного складу і властивостей показників якості молока, зокрема вмісту жиру, білка, лактози, сухого залишку, щільності, масової частки доданих речовин, кількості соматичних клітин та бактеріального обсіменіння. Його застосування дозволяє своєчасно виявляти та коригувати систематичні похибки у роботі лабораторного обладнання та контролювати відповідність вимірювань вимогам, регламентованим ДСТУ 3662:2018 із поправками.

Створення державного стандартного зразка передбачає дотримання чітко визначеної технології підготовки, з використанням високоточних методів вимірювання, за участю акредитованих лабораторій та відповідного метрологічного нагляду. Кожна партія зразка супроводжується сертифікатом, що

підтверджує її характеристики та умови застосування, включаючи межі допустимих значень та невизначеність вимірювань.

Передбачуваний строк придатності державного стандартного зразка молока становить 21 добу з часу виготовлення, за умови дотримання температурного режиму зберігання (від 0 °C до +4 °C), виключення впливу прямих сонячних променів, механічного струшування та потрапляння сторонніх речовин. Для показника вмісту соматичних клітин строк придатності обмежується 15 добами, що пов'язано з високою чутливістю клітинного складу до зовнішніх факторів і зміни біологічної активності.

Належне транспортування зразків здійснюється із застосуванням ізотермічної тари, що забезпечує сталість температури на всіх етапах логістичного ланцюга. Будь-яке відхилення від рекомендованих умов транспортування або зберігання призводить до втрати достовірності результатів аналізу та анулювання результатів калібрування.

Впровадження у практику державних стандартних зразків сприяє уніфікації методів контролю якості молока, підвищенню рівня міжлабораторної порівнюваності результатів, а також створенню єдиної системи оцінювання, що відповідає міжнародним вимогам і дозволяє інтегрувати національні лабораторії в європейський простір контролю харчових продуктів.

5.17. Розроблення нормативних документів і методик визначення показників якості та безпечності сирого молока

Використання інструментального експрес-методу вимірювання якості молока в сучасних умовах вимагає впровадження чітко визначених, науково обґрунтованих та стандартизованих методик оцінювання його фізико-хімічних і біологічних показників. Відсутність в Україні узгоджених національних стандартів, що регламентують експрес-методи, тривалий час ускладнювала забезпечення достовірності, повторюваності та зіставності результатів між різними лабораторіями, що, у свою чергу, негативно впливало на якість державного контролю та сертифікації молочної продукції.

З метою усунення цієї прогалини та гармонізації вітчизняної системи контролю якості з міжнародними вимогами, у рамках проведених досліджень та міжвідомчої співпраці було розроблено низку важливих нормативних документів, зокрема:

-ДСТУ 8396:2015 «Молоко коров'яче. Визначення масової частки жиру, білка, лактози, сухої речовини методом інфрачервоної спектроскопії (експрес-метод)» – регламентує застосування інфрачервоної спектроскопії як надійного, швидкого та ефективного способу оцінювання основних хімічних показників молока. Методика дозволяє отримувати результати протягом кількох хвилин, що надзвичайно важливо для оперативного контролю на молокоприймальних пунктах, у фермерських господарствах та лабораторіях переробних підприємств.

-ДСТУ 7671:2014 «Молоко коров'яче. Визначення точки замерзання кондуктометричним методом» – забезпечує можливість точної діагностики можливого фальсифікування молока шляхом додавання води, оскільки температура замерзання є чутливим індикатором автентичності молочної сировини. Стандарт визначає вимоги до приладів, методики проведення аналізу, обробки результатів та допусків.

-ДСТУ 7672:2014 «Молоко коров'яче. Визначення кількості соматичних клітин методом проточної цитометрії (експрес-метод)» – вперше на національному рівні формалізував сучасну методику визначення санітарно-гігієнічного стану молока. Кількість соматичних клітин є ключовим показником здоров'я вимені корови, а також показником гігієни доїння, що безпосередньо впливає на безпечність кінцевого продукту.

Запровадження вищезазначених стандартів створило основу для єдиної національної системи контролю якості сирого молока, яка дозволяє проводити вимірювання з високим рівнем точності, повторюваності та простежуваності результатів. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню конкурентоспроможності української молочної продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках, гармонізації з європейськими нормами та поліпшенню споживчих властивостей продукції тваринного походження.

Крім того, впровадження експрес-методів значно оптимізувало час та ресурси, що витрачаються на лабораторні дослідження, зробивши можливим оперативний моніторинг якості молока на всіх етапах його виробництва, транспортування та переробки.

У ході міжлабораторних порівнянь результатів вимірювання розроблено програму першого їх раунду з якості молочної сировини та чотири контрольні зразки з визначеними за референс-методами показниками якості молока. Наслідки міжлабораторних порівнянь результатів вимірювання сприяли одержанню від випробувальних лабораторій-учасників стандартної невизначеності щодо показників молока та оцінюванню розширеної невизначеності його якості в лабораторіях України, що є підставою для встановлення похибки вимірювання в рамках арбітражних непорозумінь. У використаних зразках за всіма досліджуваними параметрами якості молока Z-параметр був менший від 2,0, тобто результати порівнянь одержаних значень класифіковано як «відмінні».

Комплексний показник якості та безпечності молока корів одержували шляхом об'єднання параметрів його оцінювання за формулою:

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

K – комплексний 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.

У рамках проведених досліджень було достовірно встановлено, що дослідні зразки молока демонстрували вищу якість у порівнянні з базовими зразками. Зокрема, згідно зі шкалою бажаності Харрінгтона, величини комплексного показника, який інтегрує основні характеристики якості та безпечності молока, у дослідних зразків були на 10,7 % більшими. Така перевага, насамперед, зумовлювалася вищим коефіцієнтом вагомості за хімічний склад

молока, що є пріоритетним критерієм у визначенні споживчої цінності сировини. Особливо вагомим був показник масової частки жиру, який мав найвищий вплив у загальній структурі комплексної оцінки.

Водночас, хоча показники комплексної якості та безпечності як дослідних, так і базових зразків залишалися в межах категорії «досить висока», саме системний підхід до моніторингу дозволив виділити якісні відмінності та виявити потенціал для подальшого вдосконалення технологічного процесу та ветеринарно-санітарного контролю.

Застосування обов'язкового оцінювання молока за чотирма критеріями – хімічний склад, вміст соматичних клітин, точка замерзання та бактеріальне обсіменіння (КМАФАнМ) – відіграло ключову роль у зниженні ризику надходження недоброякісної або фальсифікованої сировини на переробні підприємства [57]. Такий підхід сприяв підвищенню гатунковості молока, що, у свою чергу, створило передумови для вдосконалення внутрішніх систем якості на молочарських фермах і в усій галузі загалом.

Після впровадження комплексної системи моніторингу якості молока було досягнуто позитивної динаміки за ключовими показниками:

- масова частка жиру зросла на 0,15 %, що покращило калорійність та харчову цінність продукту;
- масова частка білка збільшилася на 0,09 %, що є особливо важливим показником для виробництва твердих сирів і кисломолочної продукції;
- вміст соматичних клітин знизився на 225,3 тис/см³ або 46,1 %, що свідчить про покращення здоров'я поголів'я та санітарних умов доїння;
- КМАФАнМ (кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів) зменшено на $1,4 \times 10^5$, що забезпечило високий рівень мікробіологічної безпеки молока.

Досягнуті результати створили сприятливі передумови для вдосконалення цінової політики щодо закупівлі молока, орієнтованої на якісні показники, а не лише на обсяг продукції. Такий підхід суттєво підвищив рівень мотивації господарств щодо дотримання технологій утримання, годівлі та доїння,

спрямованих на виробництво молока високої якості з мінімальними показниками мікробіологічного і соматичного забруднення.

У кінцевому підсумку, за умов дії диференційованих закупівельних цін, прив'язаних до якості молока, господарство поліпшило власний фінансовий результат та збільшило рівень рентабельності виробництва і реалізації молока на 2,8 %. Це підтверджує ефективність запроваджених змін і демонструє, що інвестиції у якість сировини мають пряму економічну віддачу, що особливо актуально в умовах жорсткої конкуренції на агропродовольчому ринку та при орієнтації на експортно-спроможну продукцію.

ПІСЛЯМОВА

Світовий агропромисловий комплекс, а особливо галузь молочного тваринництва, сьогодні перебуває в епіцентрі глибоких і стрімких трансформацій, викликаних сукупною дією численних чинників – кліматичних, екологічних, економічних, соціальних та технологічних. Посилення глобального потепління, деградація природних ресурсів, зростання попиту на продукти харчування при одночасному підвищенні стандартів якості та безпечності – усе це формує нову реальність, у якій необхідно переосмислювати базові принципи ведення тваринництва. У таких умовах досягнення стабільності, економічної ефективності й екологічної відповідальності молочного виробництва стає не просто метою, а необхідною умовою виживання галузі у середньо- та довгостроковій перспективі.

Сучасні наукові дослідження все частіше зміщують свій фокус із простого підвищення продуктивності на розробку інтегрованих рішень, що забезпечують адаптивність тварин до змін навколишнього середовища без шкоди для їхнього фізіологічного стану, відтворювальної функції, тривалості господарського використання та добробуту. Одним із ключових понять, що виходить на перший план у цьому контексті, є функціональний гомеостаз – динамічна рівновага в організмі тварини, яка забезпечує оптимальне функціонування органів і систем у змінних умовах. Саме підтримання гомеостазу розглядається як основа сталого виробництва, що поєднує високу продуктивність із фізіологічною комфортністю.

Метою цієї монографії було всебічне дослідження адаптаційного потенціалу великої рогатої худоби до викликів, що постають в умовах змін клімату. Автори прагнули не лише дати об'єктивну оцінку поточному стану молочного тваринництва, а й виявити глибинні біологічні основи, які визначають здатність організму тварини зберігати стійкість у нестабільному середовищі. Особливий акцент зроблено на ролі мінерального живлення, яке розглядається не тільки як джерело поживних речовин, а й як потужний інструмент регуляції метаболічних, імунних, нейроендокринних та інших життєво важливих процесів.

У результаті проведених багаторічних досліджень доведено, що правильно збалансоване мінеральне живлення сприяє не лише підвищенню надоїв, якості молока та поліпшенню репродуктивних показників, але й значною мірою підвищує стійкість до стресових факторів, таких як тепловий стрес, метаболічні навантаження в транзитний період, мікотоксикози тощо. Водночас у монографії підкреслено, що ефективність мінеральної підтримки залежить не лише від кількості, а й від біодоступності елементів, їхнього співвідношення та форми введення, що вимагає комплексного і науково обґрунтованого підходу.

Сучасні виклики, пов'язані зі змінами клімату – підвищення середньорічних температур, зменшення вологості, почастищення екстремальних погодних явищ – значною мірою впливають на здоров'я тварин, якість кормів, структуру раціонів і навіть на поведінку поголів'я. Саме тому в монографії запропоновано інноваційні підходи до годівлі, що не лише компенсують дефіцит поживних речовин у стресових умовах, а й дозволяють знизити вуглецевий слід тваринництва, оптимізувати витрати кормів і зменшити негативний вплив на довкілля. Йдеться, зокрема, про використання природних сорбентів, органічних форм мінералів, прецизійної годівлі з урахуванням індивідуальних потреб тварин, цифрових систем контролю й оцінки ефективності раціонів.

Окремий розділ присвячено якості молока як індикатору фізіологічного стану тварини. Показано, що параметри молочної продукції – вміст білка, жиру, соматичних клітин, макро- і мікроелементів – відображають не лише ефективність годівлі, а й стан печінки, репродуктивної системи, функціонування імунітету. З огляду на це, якість молока слід трактувати як «біологічний паспорт» корови, який може бути використаний для діагностики прихованих порушень обміну речовин, виявлення дефіциту або надлишку окремих компонентів у раціоні, своєчасної корекції управлінських рішень.

Таким чином, монографія є спробою інтегрувати накопичені знання у сфері зоотехнії, ветеринарії, біохімії, фізіології тварин та агроєкології з метою створення науково-обґрунтованої моделі адаптивного ведення молочного тваринництва. Такий підхід вимагає міждисциплінарної взаємодії, активного

залучення новітніх технологій – від біотехнологій і систем моніторингу до аналізу великих даних і штучного інтелекту – та обов’язкової прив’язки до конкретних кліматичних і соціально-економічних умов регіону.

У підсумку слід наголосити: молочне тваринництво стоїть на межі нового етапу свого розвитку. Це перехід від традиційної моделі, зосередженої переважно на кількісних показниках, до моделі, в якій переважає якість, стабільність, біологічна доцільність та екологічна відповідальність. Саме в цьому напрямі мають бути зосереджені зусилля науковців, виробників, менеджерів аграрного сектору та державних інституцій.

Ми щиро сподіваємось, що дана праця стане корисною для широкого кола фахівців – науковців, аспірантів, студентів аграрних вишів, практиків молочного виробництва, а також для всіх, хто зацікавлений у сталому розвитку аграрної галузі. Подальші дослідження повинні ще глибше розкрити потенціал адаптивних механізмів, розробити ефективні системи моніторингу фізіологічного стану тварин, удосконалити технології годівлі й утримання, які дозволять молочному тваринництву бути не лише рентабельним, а й гармонійно інтегрованим у глобальний ланцюг екологічно відповідального виробництва.

Автори висловлюють щиру вдячність усім, хто сприяв підготовці цієї монографії – колегам-науковцям за консультації, аграрним підприємствам за співпрацю та надані матеріали, а також усім читачам, чий інтерес до проблематики сталого тваринництва надихає нас на подальші дослідження та пошук нових рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адмін О. Є., Адміна Н. Г., Русько Н. П. Вплив генотипу батька на продуктивність корів та імовірність їх захворювання на мастит за різних технологій утримання. *Розведення і генетика тварин* : міжвідом. темат. наук. зб. / Інститут розведення і генетики тварин ім. М. В. Зубця НААН. Київ. 2023. Вип. 65. С. 15-18.
2. Безпечність та якість масла солодковершкового різних вітчизняних виробників і визначення його фальсифікації / В. П. Лясота, Н. М. Богатко, Н. В. Букалова та ін. // *Науковий вісник ветеринарної медицини* : зб. наук. пр. 2022. № 1 (173). С. 33-43.
3. Біологічна роль цинку в організмі людини і тварин / Антоняк Г. Л. та ін. *Біологія тварин*. 2011. № 1/2. Т. 13. С. 17-31.
4. Біологічна роль мікроелементів в організмі тварин / Кравців Р. Й. та ін. *Наук. вісник ЛНУВМ ім. С. З. Гжицького*. 2005. № 2. Т. 7. Ч. 6. С. 63-69.
5. Біохімічні основи нормування вітамінного живлення корів. Жиророзчинні вітаміни / Влізло В. В. та ін. *Біологія тварин*. 2007. № 1/2. Т. 9. С. 25-42.
6. Біохімічні основи нормування мінерального живлення великої рогатої худоби. Макроелементи / Влізло В. В. та ін. *Біологія тварин*. 2006. № 1/2. Т. 8. С. 19-62.
7. Борщ О. О. Амінокислотний та мінеральний склад молока місцевих українських корів та їх помісей з швіцькою і монбельярдською породами. / *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, Біла Церква, 27-28 вересня 2018 року. С. 7-10.
8. Борщ О. О. Відтворні ознаки корів різного походження і віку. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2021. Вип. №100. С. 141-146.
9. Борщ О. О. Вплив низьких температур на поведінку і продуктивність корів за безприв'язного утримання в легкозбірних приміщеннях / *Матеріали*

науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і докторантів. Біла Церква, 18-23 травня 2017 р. Ч. 2. С. 6-8.

10. Борщ О. О. Динаміка зміни живої маси телиць різного походження в умовах безприв'язного утримання / *Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва*: матеріали державної наукової конференції, Біла Церква, 23 листопада 2017 року. С. 3.

11. Борщ О. О., Борщ О. В. Вплив способу видалення і зберігання гною на якість органічної продукції. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2021. Т. 23 (95). С. 65-70.

12. Борщ О. О., Борщ О. В. Вплив способу утримання корів на середньорічну кількість днів з термонеутральною температурою / *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, Біла Церква, 21 жовтня 2021 року. С. 10-12.

13. Борщ О. О., Борщ О. В. Екстер'єрні особливості первісток українських чорно- та червоно-рябої молочних порід і їхніх помісей зі швіцькою та монбельярдською породами. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2021. Вип. 1. С. 210-216.

14. Борщ О.О., Борщ О.В. Оцінка корів-первісток різних генотипів за показниками розвитку вимені та молоковиведення. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2021. Т. 23 (94). С. 36-41.

15. Борщ О. О., Борщ О. В. Порівняння різних систем утримання корів у період теплового стресу. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук*. Харків, 2021. Вип. 125. С. 78-91.

16. Борщ О. О., Борщ О. В. Продуктивні і біоенергетичні ознаки корівпервісток різного походження / *Актуальні проблеми сучасного тваринництва: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, Асканія-Нова, 28 жовтня 2021 р.* С. 11-12.

17. Борщ О. О., Борщ О. В., Бабенко О. І. Адаптаційні ознаки корів за зміни умов утримання упродовж зимового та літнього періодів року. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво.* Суми. 2021. Вип. 4 (47). С. 71-76.

18. Борщ О. О., Борщ О. В., Бабенко О. І. Вплив міжпородного схрещування на білковий склад, харчову та енергетичну цінність молока корівпервісток. *Таврійський науковий вісник: Серія сільськогосподарські науки.* Херсон. 2021. № 122. С. 158-166.

19. Борщ О. О., Борщ О. В., Рубан С. Ю. Комфорт корів у періоди інтенсивних атмосферних опадів. *Науковий вісник «Асканія-Нова».* Асканія Нова. 2021. Вип. № 14. С. 264-277.

20. Борщ О. О., Борщ О. В., Федорченко М. М. Продуктивність та поведінка корів різного віку за зміни технології доїння. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук.* Харків, 2021. №126. С. 36-44.

21. Борщ О. О., Рубан С. Ю. Інтенсивність вирощування кросбредних телиць за різних технологій утримання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* Полтава, 2017. Вип. 4. С. 63-66.

22. Борщ О. О., Рубан С. Ю., Борщ О. В. Вплив утеплення корівників на показники мікроклімату у зимовий період. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* Оброшине. 2021. Вип. 70 (2). С. 160-171.

23. Борщ О. О., Рубан С. Ю., Борщ О. В. Поведінка корів різного віку у період адаптації до умов добровільного доїння. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування.* Харків. 2021. Вип. 8. С. 4-11.

24. Визначення механізмів організації технології виробництва продукції скотарства на принципах інноваційної біоекономіки / В.А.Марченко та ін.

Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН. Харків. 2022. № 127. С. 123-129.

25. Виробництво сирого молока і управління безпекою та якістю: технічний регламент / Є. В. Руденко та ін. Харків: ІТ НААН, 2012. 11 с.

26. Вміст вітамінів А і Е в крові та молоці і дезінтоксикаційна здатність організму високопродуктивних корів за умов згодовування хелатних форм селену і йоду та мінеральних солей кобальту і хрому / Хомин М. М. та ін. *Біологія тварин*. 2007. Т. 9. №. 1-2. С. 170-175.

27. Вплив використання засобів охолодження повітря у легкозбірних приміщеннях на показники поведінки та комфорту корів за високих температур навколишнього середовища / Борщ та ін. *Біологія тварин*. Львів, 2021. Вип. 23 (4). С. 15-19.

28. Гавриленко М.С. Молочна продуктивність первісток голштинської породи за умов їх інтенсивного вирощування. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2001. Спец. випуск. С. 47-49.

29. Даньків В. Я., Дяченко О. Б., Когут М. І. Продуктивність корів-первісток симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи залежно від походження за батьком. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 155-161.

30. Добровольський Б. Підвищення молочної продуктивності корів завдяки довголіттю. *Тваринництво України*. № 6. 2003. С. 16-18.

31. ДСТУ 8396:2015. Молоко коров'яче. Визначення масової частки жиру, білка, лактози, сухої речовини методом інфрачервоної спектрометрії (експрес-метод). [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2017. 11 с. (Нац. стандарт України).

32. ДСТУ 7671:2014. Молоко коров'яче. Визначення точки замерзання кондуктометричним методом. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2016. 9 с. (Нац. стандарт України).

33. ДСТУ 7672:2014. Молоко коров'яче. Визначення кількості соматичних клітин методом проточної цитометрії (експрес-метод). [Чинний від 2015-07-01].

Вид. офіц. Київ, 2016. 13 с. (Нац. стандарт України).

34. Енергоефективність виробництва продукції скотарства невеликого підприємства у межах системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень / В.А.Марченко та ін. *Scientific Progress & Innovations*. 26 (2). 2023. С. 72-78.

35. Ефективність застосування експериментального препарату для тварин на основі олійних розчинів наноалмазів детонаційного синтезу, модифікованих β -каротином / Є.В.Руденко та ін. *Передгірне і гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72 (2). С. 186-201.

36. Канцевич С. І., Русько Н. П., Бакшеев М. М. Оцінка економічної ефективності виробництва молока залежно від його якості. *Економіка АПК*. Київ. 2014. № 4. С. 24-27.

37. Каци Г.Д., Коюда Л.І. Імунологічні та біохімічні показники крові у корів чорно-рябої породи при акліматизації у регіоні Донбасу. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 5. С. 37-39.

38. Каци Г.Д., Коюда Л.І., Рогова Н.В. Адаптаційні процеси у великої рогатої худоби. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 6. С. 38-40.

39. Контроль соматичних клітин у молоці племінних / Є.В.Руденко та ін. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків. 2011. № 104. С. 187-198.

40. Косташ В.Б. Продуктивні та племінні якості молочної худоби Буковини. *Тваринництво України*. 2007. № 5. С. 10-12.

41. Косташ В.Б. Продуктивні якості червоно-рябої молочної худоби / матеріали IV конференції молодих вчених та аспірантів. Київ. 2006. С. 50-51.

42. Луценко М. М., Борщ О. В., Борщ О. О. Міцність копитного рогу у корів вітчизняних порід та їхніх помісей із швіцькою та монбельярдською породами. *Аграрна наука та харчові технології*. Вінниця. 2018. Вип. 3 (102). С. 124-130.

43. Науково-методичні основи моніторингу якості сирого молока: наукове видання / Є. В. Руденко та ін. Харків, 2010. Ч. 1. 122 с.

44. Новгородська Н. В., Блащук В.В. Проблеми якості молока в Україні. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С. З. Гжицького*. 2015. Том 17. № 1 (16). Ч. 4. С. 72-76.

45. Обґрунтування механізмів оптимізації технолого-економічних параметрів молочних ферм і комплексів різної виробничої потужності / В.А.Марченко та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. Випуск 1-2 (36-37). 2019. С. 70-78.

46. Особливості формування системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень при створенні підприємств малої виробничої потужності / В.А.Марченко та ін. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків. 2023. № 128. С. 130-140.

47. Порівняльний аналіз амінокислотного складу та біологічної цінності білків молока корів чистопородних порід та їх помісей / О.О.Борщ та ін. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. Біла Церква. 2019. Вип. 1(147). С. 43-49.

48. Приліпко Т.М., Коваль Т.В. Нейрогуморальна регуляція обміну речовин у разі порушення травлення в жуйних. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2022. Вип. 123. С. 187-192.

49. Приліпко Т.М., Коваль Т.В. Адаптивні зміни властивостей ферментів при різному рівні молочної продуктивності. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика». 2022. Вип. 124. С. 183-188.

50. Приліпко Т.М., Косташ В.Б., Коваль Т.В. Аліментарне підвищення відтворювальної функції великої рогатої худоби: монографія. Кам'янець-Подільський: Віт'АДрук, 2022. 390 с.

51. Приліпко Т.М., Федорів В.М., Косташ В.Б. Розробка сучасних методів оцінки якості і безпеки сировини і харчових продуктів згідно зі стандартами і

нормативами ЄС. *Таврійський науковий вісник. Технічні науки. Харчові технології*. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика». 2022. № 1. С. 113-124.

52. Продуктивність і комфорт утримання корів за низьких температур довкілля / О.О.Борщ та ін. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. Львів. 2021. Вип. 22 (2). С. 88-96.

53. Русько Н. П. Банк даних з якості молока корів та його призначення. *Розвиток ветеринарної медицини на сучасному етапі* : матеріали всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., м. Тернопіль, 8 квітня 2011 р. Тернопіль. 2011. С. 65-66.

54. Русько Н. П. Вплив рівня соматичних клітин у молоці на його склад та гатунковість. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. Нова Каховка: ПИЕЛ, 2011. Вип. 4. С. 150-156.

55. Русько Н. П. Моніторинг поживної цінності молока племінних корів. *Проблеми зооінженерії і ветеринарної медицини*. Харків. 2011. Вип. 22 (1). С. 292-298.

56. Русько Н. П. Моніторинг рівня соматичних клітин в молоці як інструмент поліпшення його якості. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія : Тваринництво. Суми. 2015. Вип. 2(27). С. 173-175.

57. Русько Н. П. Оцінка натуральності молока за точкою його замерзання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2011. № 2(61). С. 92-94.

58. Русько Н. П. Формування мікроелементного складу молока корів, виробленого за різних сезонів року та умов утримання. *Відновлення та інноваційний розвиток тваринництва в умовах сучасних викликів* : матеріали всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. науковців, викладачів та аспірантів, м. Харків, 23-24 квіт. 2024 р. Харків. 2024. С. 78-80.

59. Русько Н. П., Корх І. В. Економічна ефективність упровадження комплексної системи оцінювання та управління якістю і безпечністю сирого молока / *Консолідація заради майбутнього: наукові здобутки вчених задля*

перемоги та після воєнної відбудови України : тези міжнарод. наук.-практ. конф. молодих вчених та спеціалістів, м. Полтава, 29 серп. 2024 р. Полтава. 2024. С. 86-89.

60. Русько Н. П., Шаповалов С. О. Розробка науково-методичних підходів до моніторингу якості сирого молока. *Агроекологічний журнал*. Київ. 2011. С. 203-207.

61. Русько Н. П., Шаповалов С. О., Россо Л. М. Вміст соматичних клітин у збірному товарному молоці. *Аграрний вісник Причорномор'я* : зб. наук. пр. Одеса. 2011. Вип. 58. С. 84-89.

62. Русько Н. П., Шаповалов С. О., Россо Л. М. Оцінка вмісту протеїну у молоці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2011. № 3(62). С. 83-87.

63. Русько Н., Шаповалов С., Россо Л. Підвищення точності вимірювань показників якості молока. *Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України* : матеріали всеукр. наук.-практ. конф., м. Тернопіль, 18-20 трав. 2011 р. Тернопіль. 2011. С. 120-122.

64. Санітарно-гігієнічний контроль виробництва молока-сировини коров'ячого та його мікробіологічний аналіз / Н. В. Букалова та ін. *Таврійський науковий вісник. Технічні науки. Харчові технології*. 2022. № 3. С. 119-128.

65. Сірацький Й.З., Федорович Є.І. Адаптаційні особливості тварин української чорно-рябої молочної породи. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 9. С. 24-28.

66. Соломон А. М. Обґрунтування напрямків розвитку молочних продуктів. *Техніка енергетика транспорт АПК*. ВНАУ: 2017. № 2 (97). С. 85-88.

67. Ткачов А. В., Шахова Ю. Ю. Добова динаміка прояву ознак статеві охоти корів та телиць парувального віку молочного стада за безприв'язного утримання. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. 2020 р. № 123. С. 176-184.

68. Шаповалов С. О., Русько Н. П. Методичні основи моніторингових досліджень. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир. 2011. № 2. Т. 1 (29). С. 122-127.

69. Amino acid and mineral composition of milk from local Ukrainian cows and their crossbreedings with Brown Swiss and Montbeliarde breeds / A.A. Borshch et. al. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. Semarang, Indonesia. 2018. Vol. 43(3). P. 238-246.

70. Behavior and energy losses of cows during the period of low temperatures / O.O. Borshch et. al. *Scientific Horizons*. Zhytomyr, Ukraine. 2021. Vol. 24(5). P. 46-53.

71. Bioenergetic and ethological features of the first-calf heifers of different genotypes / O.O.Borshch et. al. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. Lviv/ 2021. Vol. 4 (1). P. 51-55.

72. Borshch O. O. The influence of global warming on the productivity and quality of cow's milk. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. Lviv. 2021. Vol. 4 (2). P. 22-27.

73. Borshch O. O., Borshch O. V. Exterior features of different breeds firstborns / *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня працівника сільського господарства*. Херсон, 17 листопада 2021 р. Херсон. 2021. С. 131-133.

74. Borshch O. O., Borshch O. V., Babenko O. I. The energy exchange consumption and cows productivity in period of low-temperature load. *Science, Research, Development*. Berlin, 2020. №32. P. 27-30.

75. Borshch O. O., Borshch O. V., Fedorchenko M. M. Influence of low temperatures on heat balance in easily assembled premises of different types. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. Lviv. 2021. Vol. 4 (2). P. 27-30.

76. Borshch O. O., Nedashkivskyi V. M., Nedashkivska N. V. Influence of changes in dairy cows keeping on indoor temperatures / *Theoretical and practical foundations of science: Abstracts of XIV International Scientific and Practical*

Conference. Rome, Italy. 2021. P. 12-14.

77. Control of safety of honey by establishing its falsification by express method / N.Bogatko et. al. // *Science, innovations and education: problems and prospects: Proceedings of the VI International scientific and practical conference*, Tokyo, Japan, 2022. Tokyo: CPN Publishings Group, 2022. C. 35-40.

78. High yielding cows metabolism peculiarities under climate change conditions with the use of feed additive with protein protected from rumen degradation / I. Sediuk et. al. *Scientific Horizons*. 26(9). 2023. P. 52-60.

79. Kalyinka A.K., Lesyk O.B., Prylipko T.M. Optimization of growing and feeding of different breeds of ruminants and their hybrids with an average level of feeding in the conditions of the carpathian region of Bukovina. *SWorldJournal (online)*. 2022. Issue 14. Part 1. Svishtov, Bulgaria. P. 42-47.

80. Koval T.V., Prylipko T.M., Kostash V.B. Calcium- and magnesium-protein complexes of keratin formations in the blood of farm animals in connection with development and productivity. *Modern engineering and innovative technologies. International periodic scientific journal (online)*. Issue Nr. 21. Part 1. Karlsruhe, Germany. 2022. P. 60-63.

81. Microbiological analysis and sanitary and hygienic control of raw milk / T.M.Prylipko et. al. *SWorldJournal (online)*. Issue Nr. 13. Part 1. 2022. Svishtov, Bulgaria. P.4-7.

82. Milk quality of breeding cows in Eastern Ukraine / N.Rusko et. al. // *Materials XVI Baltic Animal Breeders and Genetics Conference*. Riga. Latvia, 11-12 Sept. 2013. Riga. 2013. P. 36-37.

83. Productivity, milk composition and reasons for leaving the herds of Ukrainian local cows and their crossbreeds with Brown Swiss and Montbeliarde breeds during five lactations / O.O. Borshch et. al. *Roczniki Naukowe Zootechniki*. Krakow, Poland. 2021. Vol. 48 (2). P. 205-216.

84. Prylipko T., Andrukhivsky V. The effectiveness of different ways to supplement selenium deficiency in the diets of high-yielding lactating cows. // *Modern*

issues of practice and theory : abstracts of the II Int. Sci. and Pract. Conf., London, Great Britain, 2022. London, 2022. P. 18-22.

85. Prylipko T.M., Koval.T.V. Biochemical bases of increase of fat content of dairy raw materials. *Annali d'Italia. Scientific journal of Italy*. №25. vol.1. Florence, Italy. 2021. P. 51-55.

86. Prylipko T.M., Koval T.V. The role of biocomplexes in the metabolism of productive animals. *Modern engineering and innovative technologies. International periodic scientific journal (online)*. Issue Nr. 21. Part 1. 2022. Karlsruhe, Germany. P. 55-59.

87. Prylipko T.M., Koval T.V. The influence of maternal nutrition on the duration of intrauterine development of calves. *Modern engineering and innovative technologies. International periodic scientific journal (online)*. Issue Nr. 27. Part 1. Karlsruhe, Germany 2023. P. 86-89.

88. Seasonal dynamics of changes in the freezing point of natural milk as a criterion for determining the possible amount of added water / N.P.Rusko et. al. *Cold in Biology and Medicine – 2024* : materials 48 Annual conference of young scientists, Kharkiv, May 15-16. 2024. Kharkiv. 2024. P. 25-30.

89. The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of milk of cows / O.O. Borshch et. al. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. Sofia, Bulgaria. 2019. Vol. 25 (1). P. 117-123.

90. The impact of high temperatures on respiration rate, breathing condition and productivity of dairy cows in different production systems / S.Ruban et. al. *Animal Science Papers and Reports*. Magdalenka, Poland. 2020. Vol. 38 (1). P. 1-12.

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	3
ПЕРЕДМОВА	4
РОЗДІЛ I. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ МОЛОЧНОГО СКОТАРСТВА	6
1.1. Стан і проблеми у галузі молочного скотарства	6
1.2. Проблеми та їх розв'язання у галузі молочного скотарства	16
1.3. Комплексне впровадження у виробництво інноваційних високопродуктивних та ресурсозберігаючих технологій	24
РОЗДІЛ II. ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ДОБРОБУТ КОРІВ	32
2.1. Мінімізація негативних наслідків зміни клімату на здоров'я і рівень продуктивності тварин	32
2.2. Адаптаційні ознаки корів	46
2.3. Поведінка молочної худоби та її використання в управлінні технологічними процесами	52
РОЗДІЛ III. ПРИНЦИПИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ГОДІВЛІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМОВАНОГО ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ КОРІВ І ТЕЛЯТ	63
3.1. Залежність рівня поживних речовин в організмі та молоці великої рогатої худоби від типу і складу застосованого раціону.	63
3.2. Значення мінеральних речовин і вітамінів у функціональному гомеостазі організму жуйних тварин	66
3.3. Комплексні добавки біологічно активних речовин та їх застосування в раціонах великої рогатої худоби	73
3.4. Продуктивність молочних корів дослідних груп та витрати кормів на виробництво молока за згодовування вітамінно- мінеральної комплексної добавки	80

РОЗДІЛ IV. МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ СИРОВИНИ ТА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН В РАЦІОНАХ ДІЙНИХ КОРІВ	83
4.1. Склад молока та якість сиру при випасанні корів на культурному пасовищі з різним рівнем калійного добрива	83
4.2. Морфологічні та біохімічні зміни в крові високопродуктивних корів при кетозах	103
4.3. Склад молока і якість масла при введенні в раціон корів мікроелементів на культурних пасовищах Чернівецької області з різним фоном мінеральних добрив	110
4.4. Склад, технологічні властивості молока та якість сиру в залежності від сезону року при різній структурі кормових раціонів	124
4.5. Порівняльний вплив солей хлористого в фосфорнокислого кальцію на технологічні властивості молока та якість сиру	137
4.6. Вплив лимонної кислоти, яку додатково вносили в молоко, на його технологічні властивості та якість сиру	138
4.7. Якість молока для виробництва сиру в умовах силосного типу годівлі корів	139
4.8. Вплив на якість молока кормових раціонів, покращених мінеральними добавками азоту і фосфору	149
4.9. Якість і безпечність молока корів після застосування кормових сумішей на основі біологічно активних речовин гумінової природи	152
4.10. Роль бета-каротину у продуктивній діяльності організму	158
4.11. Застосування наноалмазів у тваринництві	164
РОЗДІЛ V. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОЦІНКИ ЯКОСТІ МОЛОКА СИРОВИНИ	166
5.1. Склад, фізико-хімічні та антимікробні властивості молока	166
5.2. Джерела мікробного забруднення свіжого сирого молока	167

5.3. Контроль якості молока	169
5.4. Молокопереробний комплекс України	173
5.5 Порівняння на попит молока у країнах ЄС та Україні та види молочної сировини для молочної промисловості	175
5.6. Характеристика чинників, які впливають на якість молока-сировини	177
5.7. Вплив сезону року на технологічні властивості молока	183
5.8. Жирно-кислотний склад молочного жиру	187
5. 9. Якість солодковершкового масла	193
5.10. Характеристика молочної сировини	197
5.11. Обґрунтування системи моніторингу і управління якістю та безпечністю молока корів	199
5.12. Вплив способів утримання і доїння корів на якість сирого молока	207
5.13. Дослідження хімічного складу товарного молока	209
5.14. Методологічні основи щодо формування організаційної системи моніторингу якості та безпечності сирого молока в господарствах різного типу	210
5.15. Обґрунтування і реалізація прийомів оцінювання системи моніторингу, сертифікації, стандартизації якості та безпечності сирого молока	214
5.16. Формування окремих елементів технологічного процесу визначення хімічного складу молока за застосування методики інфрачервоної спектрометрії	217
5.17. Розроблення нормативних документів і методик визначення показників якості та безпечності сирого молока	220
ПІСЛЯМОВА	225
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	228

Наукове видання

ПРИЛІПКО Тетяна Миколаївна

КОВАЛЬ Тетяна Вячеславівна

**МОЛОЧНЕ ВИРОБНИЦТВО В УМОВАХ ЗМІН
КЛІМАТУ ТА СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ГОДІВЛІ: ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ГОМЕОСТАЗ,
МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ ТА ЯКІСТЬ
ПРОДУКЦІЇ**

Монографія