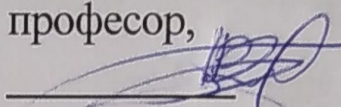


19.06.2026
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ
Спеціальність 211 – “Ветеринарна медицина”

“ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ”

Завідувач кафедри ветсанекспертизи,
гігієни продуктів
тваринництва та патанатомії
ім. Й.С. Загаєвського, доктор. вет. наук,
професор,

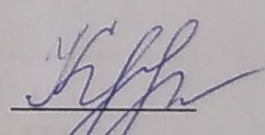
 В.П. ЛЯСОТА

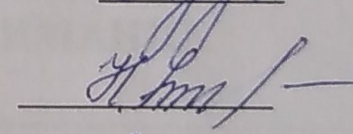
“01” травня 2026 р.

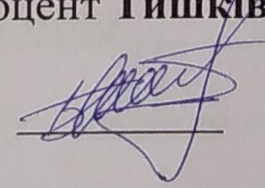
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: “Оцінка співвідношення жиру та білка у молоці
корів як маркера субклінічного кетозу та показника
його санітарної якості”

Я, Корпач Людмила В'ячеславівна, засвічую, що кваліфікаційну роботу
виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Виконала Корпач Людмила В'ячеславівна 

Керівник, доцент Тишківська Н.В. 

Рецензент  Білик С.А.

м. Біла Церква, 2026 р.

АНОТАЦІЯ

Корпач Людмила Вячеславівна. “Оцінка співвідношення жиру та білка у молоці корів як маркера субклінічного кетозу та показника його санітарної якості”

У роботі досліджено особливості метаболічного стану корів у післяотельний період та його вплив на показники якості молока. Встановлено поширення субклінічного кетозу у стаді, визначено рівень β -гідроксибутирату в крові корів та досліджено вміст кетонових тіл у молоці.

Проведено оцінку взаємозв'язку між концентрацією кетонових тіл у крові та молоці, а також проаналізовано зміни хімічного складу молока залежно від рівня кетонемії. Встановлено, що підвищення вмісту кетонових тіл супроводжується зростанням масової частки жиру та співвідношення жиру до білка (F/P), що може бути використано як непрямий маркер субклінічного кетозу.

Доведено доцільність використання показників молока для оцінки метаболічного стану корів та ранньої діагностики порушень енергетичного обміну.

Робота має практичне значення для підвищення ефективності виробництва молока та удосконалення системи контролю його якості і безпеки.

Ключові слова: субклінічний кетоз, β -гідроксибутират, молоко, якість молока, співвідношення жиру до білка, метаболічний стан корів

ANNOTATION

Korpach Liudmyla Viacheslavivna. “Assessment of the fat-to-protein ratio in cow’s milk as a marker of subclinical ketosis and an indicator of its sanitary quality”.

The study investigates the characteristics of the metabolic status of cows in the postpartum period and its impact on milk quality indicators. The prevalence of subclinical ketosis in the herd was determined, the level of β -hydroxybutyrate in the blood of cows was assessed, and the content of ketone bodies in milk was analyzed.

The relationship between the concentration of ketone bodies in blood and milk was evaluated, and changes in the chemical composition of milk depending on the level of ketonemia were analyzed. It was established that an increase in the content of ketone bodies is accompanied by a rise in milk fat content and the fat-to-protein ratio (F/P), which can be used as an indirect marker of subclinical ketosis.

The feasibility of using milk indicators to assess the metabolic status of cows and for early diagnosis of energy metabolism disorders has been substantiated.

The study has practical significance for improving the efficiency of milk production and enhancing the system of quality and safety control.

Key words: subclinical ketosis, β -hydroxybutyrate, milk, milk quality, fat-to-protein ratio, metabolic status of cows

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	
МАГІСТРА	3.
РЕФЕРАТ	4.
ВСТУП	7.
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9.
1.1. Субклінічний кетоз у корів як метаболічне порушення та фактор зміни складу молока	9.
1.2. Зміни компонентного складу молока та співвідношення жиру і білка за субклінічного кетозу	13.
1.3. Метаболічні порушення та їх відображення у складі молока за субклінічного кетозу	14.
1.4. Висновки з огляду літератури	16.
РОЗДІЛ 2. ВИБІР НАПРЯМКІВ ДОСЛІДЖЕНЬ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ	18.
2.1. Матеріали і методи дослідження	18.
2.2. Характеристика СВК "Світанок"	20.
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	26.
3.1. Поширення субклінічного кетозу у СВК "Світанок"	26.
3.2. Годівля корів та її вплив на захворюваність на кетоз	27.
3.3. Оцінка метаболічного стану корів за рівнем β -гідроксибутирату в крові	28.
3.4. Вплив кетонемії на хімічний склад і показники якості молока корів	33.
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	39.
ВИСНОВКИ	44
ПРОПОЗИЦІЇ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	46
ДОДАТКИ	51

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

СВК – Сільськогосподарський виробничий кооператив;

ДСТУ – національний стандарт України;

ВРХ – велика рогата худоба;

БГБ – β -гідроксibuтират;

F/P – співвідношення жиру до білка в молоці;

CO₂ – вуглекислий газ;

NH₃ – аміак;

H₂S – сірководень;

M – середнє арифметичне значення;

m – стандартна похибка середнього;

p – рівень статистичної значущості;

n – кількість досліджених об'єктів

ВСТУП

Актуальність. У сучасних умовах інтенсифікації молочного скотарства особливої актуальності набувають питання збереження здоров'я високопродуктивних корів та підвищення якості й безпечності молочної продукції. Однією з ключових проблем галузі є метаболічні порушення, серед яких провідне місце займає кетоз, особливо його субклінічна форма [1].

Субклінічний кетоз характеризується підвищенням концентрації кетонових тіл у крові без виражених клінічних ознак, що ускладнює його своєчасну діагностику [2]. Водночас він суттєво впливає на продуктивність корів, знижує відтворну здатність, підвищує ризик розвитку супутніх захворювань (маститів, ендометритів, зміщення сичуга) та призводить до значних економічних втрат у господарствах.

Сучасні методи діагностики кетозу, що ґрунтуються на визначенні рівня β -гідроксибутирату в крові, потребують спеціального обладнання та додаткових витрат, що обмежує їх широке використання у виробничих умовах. Тому пошук доступних, швидких та інформативних підходів до ранньої діагностики метаболічних порушень є важливим завданням ветеринарної медицини та тваринництва [3, 4].

У зв'язку з цим дослідження співвідношення жиру та білка в молоці як можливого маркера субклінічного кетозу та показника санітарної якості молока є актуальним як з наукової, так і з практичної точки зору [1]. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення системи моніторингу здоров'я корів, підвищення ефективності виробництва молока та забезпечення його якості і безпечності.

Мета і завдання. Метою роботи є оцінка співвідношення жиру та білка у молоці корів як маркера субклінічного кетозу та показника його санітарної якості. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- визначити поширення субклінічного кетозу у корів у господарстві;
- дослідити рівень β -гідроксибутирату в крові корів у післяотельний період;

- оцінити вплив рівня молочної продуктивності на розвиток субклінічного кетозу;
- визначити вміст кетонових тіл у крові та молоці корів;
- встановити взаємозв'язок між концентрацією кетонових тіл у крові та молоці;
- дослідити зміни хімічного складу молока залежно від рівня кетонемії;
- проаналізувати співвідношення жиру до білка (F/P) як індикатора субклінічного кетозу;
- оцінити можливість використання показників молока для ранньої діагностики порушень енергетичного обміну.

Об'єкт дослідження – корови молочного напрямку продуктивності у післяотельний період, зокрема їх метаболічний стан за розвитку субклінічного кетозу.

Предмет дослідження – показники метаболічного стану корів, зокрема концентрація кетонових тіл у крові та молоці, а також співвідношення жиру до білка (F/P) у молоці як маркер субклінічного кетозу.

Наукова новизна. У роботі вперше в умовах конкретного господарства встановлено взаємозв'язок між рівнем кетонових тіл у крові та молоці корів і показниками їх молочної продуктивності у післяотельний період. Удосконалено підхід до оцінки метаболічного стану корів шляхом використання співвідношення жиру до білка (F/P) у молоці як непрямого маркера субклінічного кетозу.

Набуло подальшого розвитку наукове обґрунтування можливості використання показників молока (масова частка жиру, білка та їх співвідношення) для ранньої діагностики порушень енергетичного обміну у корів.

Встановлено, що підвищення концентрації кетонових тіл супроводжується змінами хімічного складу молока, зокрема зростанням масової частки жиру та показника F/P, що може бути використано у виробничих умовах для оперативного моніторингу стану тварин.

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Субклінічний кетоз у корів як метаболічне порушення та фактор зміни складу молока

У сучасних умовах ведення молочного скотарства значного поширення набули захворювання, пов'язані з порушенням обміну речовин у тварин [5]. Це зумовлено інтенсифікацією виробництва, зміною типів годівлі, умов утримання, використання кормів різної якості, а також недостатнім рівнем моціону та впливом інших технологічних чинників.

Серед метаболічних патологій особливе місце займає кетоз, який найчастіше реєструється у високопродуктивних корів у післяотельний період. Це захворювання виникає внаслідок порушення енергетичного балансу організму, коли потреба у енергії перевищує її надходження з кормами [6].

Варто зазначити, що кетоз часто супроводжується розвитком інших патологічних станів, зокрема залежуванням тварин, парезами, зміщенням сичуга, ендометритами та затримкою посліду. Сукупність цих порушень призводить до зниження молочної продуктивності, погіршення відтворної здатності та передчасної вибраковки тварин, що має значні економічні наслідки для господарства.

Особливої уваги потребує субклінічна форма кетозу, яка перебігає без виражених клінічних ознак і тривалий час може залишатися непоміченою. Такий перебіг ускладнює своєчасну діагностику та призводить до поступового погіршення продуктивності тварин [6].

Патогенез кетозу пов'язаний із посиленням розщеплення резервних поживних речовин організму, насамперед жирів, що супроводжується накопиченням кетонових тіл у крові, сечі та молоці [7]. Це призводить до розвитку гіпоглікемії, метаболічного ацидозу та порушення функціонального стану печінки [5, 7].

Захворювання може проявлятися різними клінічними синдромами, зокрема невротичним, гепатотоксичним та гастроентеральним, а при тривалому перебігу – ознаками остеодистрофії [8].

Високий рівень продуктивності корів безпосередньо пов'язаний з інтенсивністю метаболічних процесів, які забезпечують перетворення поживних речовин корму у молочну продукцію [9]. Саме тому збалансована годівля та оптимізація умов утримання є ключовими чинниками профілактики метаболічних порушень, у тому числі кетозу [10].

Важливу роль у регуляції обмінних процесів у організмі корів відіграє мінерально-вітамінне забезпечення, яке безпосередньо впливає на енергетичний баланс, а також на перебіг ліпідного, вуглеводного та білкового обмінів. Мінеральні елементи і вітаміни виконують функцію біологічних каталізаторів у реакціях обміну речовин, зокрема у процесах окисно-відновних перетворень [9].

Разом з тим, у багатьох господарствах України забезпеченість тварин мінеральними речовинами та вітамінами залишається недостатньою, що пов'язано з їх дефіцитом у ґрунтах, воді та кормах, а відповідно - і в раціонах корів [10]. Незважаючи на значну кількість наукових досліджень, ця проблема і нині залишається актуальною. Встановлено, що вміст мінеральних елементів і вітамінів у кормах упродовж останніх десятиліть має тенденцію до зниження, що обумовлює необхідність використання кормових добавок для забезпечення повноцінної годівлі тварин.

Економічна значущість кетозу є суттєвою. За даними зарубіжних дослідників, при продуктивності корів понад 8000 л молока витрати, пов'язані з цим захворюванням, можуть досягати 0,29 € на кожен літр виробленого молока. Це підкреслює необхідність своєчасної діагностики та профілактики метаболічних порушень [10].

Встановлено, що розвиток кетозу найчастіше припадає на ранній післяотельний період (3–5 доба лактації), коли у корів формується від'ємний енергетичний баланс. У цей період потреба організму в енергії перевищує її надходження з кормами, що призводить до мобілізації жирових резервів і посиленого утворення кетонових тіл. Їх накопичення негативно впливає на метаболічні процеси та сприяє розвитку патологічних станів [11].

Однією з ключових причин виникнення кетозу є дисбаланс поживних речовин у раціоні, зокрема порушення співвідношення між білками, жирами і вуглеводами, а також надмірна вгодованість корів у період сухостою та на момент отелення [11].

Кетоз розглядається як індикатор неблагополучного стану стада. Захворювання супроводжується зниженням апетиту, пригніченням, зменшенням молочної продуктивності та порушенням відтворної функції. Особливо небезпечним є субклінічний перебіг, який тривалий час може залишатися непоміченим, але водночас сприяє розвитку інших патологій [1, 6, 12].

Економічні втрати при кетозі включають як прямі витрати (лікування, ветеринарне обслуговування, зниження сортності молока), так і непрямі — підвищення ризику виникнення супутніх захворювань, зокрема гінекологічних патологій (метрити, кісти), подовження сервіс-періоду та передчасне вибракування високопродуктивних тварин [13].

Важливим чинником профілактики кетозу є контроль за споживанням сухої речовини та збалансованістю раціонів. При цьому слід враховувати, що високопродуктивні корови мають значно більшу потребу в енергії порівняно з тваринами з нижчим рівнем продуктивності. Наприклад, корова масою близько 700 кг може продукувати до 60 кг молока на добу, що становить близько 10 % її живої маси [13, 14].

Аналіз літературних джерел свідчить, що в умовах господарств України однією з основних причин розвитку кетозу є порушення годівлі, особливо у сухостійний період, що підтверджує необхідність удосконалення системи годівлі та управління метаболічним станом тварин [14, 15].

Важливим елементом профілактики кетозу є правильна організація годівлі корів у сухостійний період, оскільки саме в цей час формується метаболічний статус тварини перед початком лактації. Оптимальний рівень вгодованості корів має становити не більше 3,5 бала, що дозволяє уникнути надмірної мобілізації жирових резервів після отелення. Водночас обмеження

годівлі є недопустимим, оскільки це може призвести до активації ліполізу, накопичення кетонових тіл у крові та розвитку кетозу [11].

За даними В.І. Левченка [9, 10], кетоз корів є типовим метаболічним захворюванням, яке виникає внаслідок порушення обміну речовин, зокрема за умов дисбалансу раціону – надлишку білків і жирів при недостатній кількості вуглеводів. Найбільш схильними до захворювання є високопродуктивні корови з підвищеною вгодованістю.

Незважаючи на досягнутий прогрес у розробці методів лікування та профілактики кетозу, їх ефективність не завжди є достатньою, а застосування окремих препаратів пов'язане зі значними економічними витратами. У зв'язку з цим актуальним напрямом досліджень залишається пошук нових, зокрема альтернативних, лікувально-профілактичних засобів, у тому числі на основі рослинних компонентів [1, 11].

Слід зазначити, що проблема метаболічних захворювань є актуальною не лише для вітчизняного тваринництва, але й для високорозвинених країн із інтенсивними технологіями виробництва молока. За даними статистичних досліджень, у високопродуктивних стадах до 50 % випадків захворювань у післяотельний період пов'язані з порушенням обміну речовин, серед яких провідне місце займає кетоз, особливо його субклінічна форма [15].

Сучасні підходи до лікування кетозу спрямовані на відновлення енергетичного балансу організму. З цією метою широко застосовують препарати на основі пропіленгліколю, який є попередником глюкози і метаболізується в печінці з утворенням енергетичних субстратів. Додатково використовують внутрішньовенне введення розчинів глюкози, що дозволяє швидко компенсувати дефіцит енергії. Однак слід зазначити, що такі заходи є найбільш ефективними на ранніх стадіях або при субклінічному перебігу захворювання [16].

Значний внесок у вивчення кетозу у корів зробили вітчизняні науковці, зокрема В.І. Левченко, В.В. Влізло, В.В.Сахнюк, О.В.Чуб, Н.В.Вовкотруб та інші [7, 9, 10, 17]. У науковій літературі це захворювання описувалося під різними назвами (ацетонемія, пуерперальна дистрофія печінки, токсемія тощо),

однак у сучасній ветеринарній практиці його виділено в окрему нозологічну форму – кетоз [10].

Кетоз визначають як захворювання жуйних тварин, що характеризується порушенням вуглеводно-ліпідного та білкового обміну і супроводжується накопиченням кетонових тіл у біологічних рідинах (крові, сечі, молоці). Це призводить до функціональних порушень центральної нервової системи, печінки та ендокринних залоз [9].

Основним етіологічним фактором розвитку кетозу є дефіцит енергії у високопродуктивних корів у період інтенсивної лактації. Важливу роль відіграють також гіподинамія, порушення функції гіпофізарно-наднирникової системи та надмірна вгодованість тварин перед отеленням. У період пікової лактації дефіцит енергії компенсується за рахунок мобілізації жирових резервів організму, що супроводжується утворенням кетонових тіл. Оптимальний рівень вгодованості корів перед отеленням становить 3,5–3,7 бала [2, 10].

Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить, що субклінічний кетоз є поширеним метаболічним порушенням у високопродуктивних корів, розвиток якого зумовлений комплексом факторів, серед яких провідне значення мають порушення годівлі, енергетичний дефіцит та технологічні умови утримання тварин.

1.2. Зміни компонентного складу молока та співвідношення жиру і білка за субклінічного кетозу

Основними компонентами молока є вода, жир, білок, лактоза та мінеральні речовини, співвідношення яких формується під впливом генетичних і технологічних факторів, насамперед годівлі та фізіологічного стану тварин. Встановлено, що концентрація основних поживних компонентів, зокрема жиру та білка, є найбільш варіабельною і швидко реагує на зміни умов годівлі [18].

Найбільш чутливим до змін раціону є молочний жир, рівень якого може суттєво коливатися залежно від енергетичної забезпеченості організму. Вміст білка, як правило, змінюється синхронно із жиром, тоді як концентрація

лактози та мінеральних речовин є більш стабільною і менш залежить від короткострокових змін годівлі [19].

Важливим індикатором метаболічного стану корів є співвідношення жиру до білка в молоці. За умов негативного енергетичного балансу, характерного для субклінічного кетозу, відбувається мобілізація жирових резервів організму, що супроводжується підвищенням рівня неестерифікованих жирних кислот (НЕЖК) у крові. В подальшому ці сполуки надходять до печінки, де зазнають неповного окиснення з утворенням кетонових тіл [20].

Кетонові тіла транспортуються з кров'ю до молочної залози та беруть участь у синтезі молочного жиру, що призводить до підвищення його вмісту в молоці. Водночас за умов дефіциту енергії синтез білка обмежується, що зумовлює зниження його концентрації. У результаті цього співвідношення жиру до білка в молоці зростає, що є характерною ознакою субклінічного кетозу.

Крім того, зниження споживання сухої речовини, яке часто супроводжує розвиток кетозу, призводить до зменшення продуктивності та подальшого поглиблення енергетичного дефіциту. Це, у свою чергу, посилює мобілізацію жирових резервів і сприяє прогресуванню метаболічних порушень.

Таким чином, зміни хімічного складу молока, зокрема підвищення вмісту жиру та зниження рівня білка, а також збільшення їх співвідношення, можуть використовуватися як інформативний непрямий показник субклінічного кетозу у корів.

1.3 Метаболічні порушення та їх відображення у складі молока за субклінічного кетозу

Діагностика субклінічного кетозу у корів базується на комплексній оцінці метаболічного стану тварин, зокрема шляхом визначення рівня кетонових тіл у крові (β -гідроксимасляної кислоти) та аналізу співвідношення жиру і білка в молоці у ранній період лактації. Встановлено, що нормальне співвідношення жиру до білка у молоці становить у середньому 1,2–1,3, тоді як його зростання

понад 1,5 є характерною ознакою розвитку кетозу. Зниження цього показника нижче 1,2, навпаки, може свідчити про ацидоз рубця .

На початку лактації у корів формується виражений негативний енергетичний баланс, що пов'язано з різким зростанням потреби в глюкозі та метаболічній енергії. Вже на 2–3 тижні після отелення ця потреба може перевищувати допологовий рівень у 2–3 рази. Оскільки споживання сухої речовини у цей період обмежене, організм змушений компенсувати дефіцит енергії за рахунок мобілізації внутрішніх резервів, насамперед жирової тканини.

Унаслідок інтенсивного ліполізу зростає концентрація неестерифікованих жирних кислот у крові, які транспортуються до печінки та зазнають неповного окиснення. Це призводить до накопичення кетонових тіл і розвитку кетозу, а також сприяє виникненню жирової дистрофії печінки .

Паралельно відбуваються гормональні зміни, зокрема зниження рівня інсуліну та підвищення концентрації гормону росту, що додатково стимулює мобілізацію енергетичних резервів організму. Сукупність цих процесів визначає розвиток метаболічних порушень у перехідний період .

Важливим фактором, що впливає на розвиток кетозу, є склад раціону. У високопродуктивних корів частка концентрованих кормів може перевищувати 45 %, що призводить до зниження рН рубця до 5,5–5,8 і розвитку підгострого ацидозу . За таких умов порушується діяльність рубцевої мікрофлори, знижується синтез мікробного білка та обмежується надходження амінокислот до молочної залози, що негативно впливає на синтез молочного білка.

Порушення рН рубця супроводжується вивільненням ендотоксинів і гістаміну, що спричиняє запальні процеси в організмі. Для стабілізації рН важливу роль відіграє слина, яка має буферні властивості. Збільшення частки грубих кормів у раціоні стимулює її секрецію та сприяє нормалізації умов у рубці .

За умов кетозу спостерігаються характерні зміни у складі молока. Зокрема, підвищується вміст жиру (часто $\geq 4,5$ %), тоді як рівень білка знижується ($\leq 3,2$ %), що призводить до зростання співвідношення жиру до

білка . Водночас відмічається негативна кореляція між рівнем кетонових тіл і вмістом білка та лактози у молоці, що свідчить про пригнічення синтетичних процесів у молочній залозі.

Крім того, субклінічний кетоз може розвиватися як первинно, так і вторинно – на тлі інших захворювань, які знижують споживання корму (зміщення сичуга, мастит, метрит тощо). Це ще більше поглиблює дефіцит енергії та посилює метаболічні порушення .

Таким чином, аналіз літературних даних свідчить, що субклінічний кетоз супроводжується глибокими порушеннями обміну речовин, які відображаються у зміні складу молока. Зростання співвідношення жиру до білка є важливим діагностичним показником негативного енергетичного балансу і може використовуватися як інформативний маркер субклінічного кетозу у корів.

Отже, співвідношення жиру та білка може розглядатися як доступний і інформативний показник для ранньої діагностики субклінічного кетозу, що і стало підґрунтям для проведення власних досліджень

1.4 Висновок з огляду літератури

Аналіз наукових джерел свідчить, що субклінічний кетоз у корів є одним із найбільш поширених метаболічних порушень у сучасному молочному скотарстві, яке виникає переважно у ранній період лактації внаслідок негативного енергетичного балансу. Розвиток цього стану зумовлений комплексом факторів, серед яких провідне значення мають незбалансована годівля, висока продуктивність тварин, порушення обміну речовин та технологічні умови утримання.

Встановлено, що субклінічний перебіг кетозу є особливо небезпечним, оскільки тривалий час не супроводжується вираженими клінічними ознаками, але призводить до суттєвого зниження продуктивності, порушення відтворної функції та розвитку супутніх захворювань.

У результаті метаболічних змін, пов'язаних із мобілізацією жирових резервів та накопиченням кетонових тіл, відбувається перебудова хімічного складу молока. Зокрема, характерним є підвищення масової частки жиру та

зниження вмісту білка, що зумовлює збільшення співвідношення жиру до білка. Цей показник розглядається як доступний та інформативний критерій оцінки енергетичного статусу корів і може використовуватися для ранньої діагностики субклінічного кетозу.

Крім того, встановлено, що субклінічний кетоз негативно впливає на якість і безпечність молока, що проявляється зміною його фізико-хімічних властивостей, підвищенням рівня соматичних клітин, зростанням мікробного обсіменіння та погіршенням технологічних характеристик.

Таким чином, узагальнення літературних даних підтверджує доцільність використання співвідношення жиру та білка у молоці як ефективного індикатора метаболічного стану корів та обґрунтовує необхідність подальших досліджень, спрямованих на оцінку його діагностичної цінності та впливу на показники якості і безпечності молочної продукції.

РОЗДІЛ 2.

ВИБІР НАПРЯМКІВ ДОСЛІДЖЕНЬ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Матеріали і методи дослідження

Дослідження виконували в умовах СВК “Світанок” Ковельського району Волинської області, що спеціалізується на виробництві сирого коров’ячого молока. Основним напрямом діяльності господарства є розведення великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності.

У господарстві утримуються корови чорно-рябої та червоно-рябої порід, які характеризуються високою молочною продуктивністю.

Лабораторні дослідження зразків крові та молока проводили на базі Експертний центр діагностики та лабораторного супроводу “Біолайтс” та у науково-дослідній лабораторії ветеринарно-санітарної експертизи Білоцерківський національний аграрний університет.

Дослідження виконували у декілька етапів.

На першому етапі встановлювали поширення субклінічного кетозу у стаді. З цією метою було обстежено 76 корів у період 10–17-ї доби після отелення.

Для визначення рівня кетонових тіл відбирали кров із хвостової вени. Краплю крові наносили на тест-смужку, яку вводили у портативний аналізатор FreeStyle Optium для визначення концентрації β -гідроксибутирату.

Наступним етапом досліджень було вивчення впливу рівня продуктивності корів на розвиток кетозу.

З цією метою тварин розподілили на дві групи залежно від рівня молочної продуктивності: 1-ша група – корови з продуктивністю до 5 тис. кг молока за лактацію ($n=5$); 2-га група корови з продуктивністю 7–8 тис. кг молока за лактацію ($n=10$).

У зразках крові визначали вміст β -гідроксибутирату та глюкози за допомогою глюкометра Optium Xseed, в сечі – рН, наявність білка, глюкози, кетонових тіл, крові з використанням тест-стрічок PentaPhan.

Отримані дані використовували для оцінки зв'язку між рівнем продуктивності та розвитком субклінічного кетозу.

Наступним етапом досліджень було визначення вмісту кетонових тіл у крові та молоці корів з метою оцінки їх взаємозв'язку та можливості використання показників молока для діагностики субклінічного кетозу.

З цією метою було обстежено 125 корів у період 10–17-ї доби лактації, яких залежно від концентрації β -гідроксибутирату у крові розподілили на п'ять груп: 1-ша група – менше 0,4 ммоль/л; 2-га група – 0,4–0,8 ммоль/л; 3-тя група – 0,8–1,2 ммоль/л; 4-та група – 1,2–1,6 ммоль/л; 5-та група – 1,6–2,0 ммоль/л.

Останнім етапом досліджень було вивчення впливу лактаційного періоду на концентрацію кетонових тіл у крові та молоці, а також на показники якості молока.

Дослідження кетонових тіл у крові тварин. Дослідження вмісту кетонових тіл у крові корів проводили у післятельний період, зокрема на 15–25-ту добу лактації. Для аналізу використовували портативний кетонometr. Відбір крові здійснювали з хвостової вени за допомогою одноразового шприца. Отриману краплю крові наносили на тест-пластину (смужку), яку попередньо встановлювали у прилад.

Після цього визначали концентрацію кетонових тіл шляхом зчитування показників з дисплея кетонometра.

Вміст кетонових тіл в молоці виявляли за реакцією Россу. Дослідження проводимо наступним чином: до досліджуваного молока додають сірчаноокислий амоній, водний розчин нітропрусиду натрію та аміаку. За позитивної реакції молоко набуває від блідо-пурпурового до темно-пурпурового забарвлення.

Масову частку жиру у молоці корів визначали згідно ДСТУ ISO 488:2007 [22].

Масову частку білка згідно ДСТУ ДСТУ ISO 8968-1:2005 (IDF 20-1:2001) [23].

Для проведення аналізу використовували попередньо підготовлені жироміри, які встановлювали у штатив. У кожен бутерометр за допомогою

автоматичної піпетки вносили 10 мл концентрованої сірчаної кислоти (густина 1,82). Далі додавали 10,77 см³ дослідного, ретельно перемішаного молока, яке вводили по стінці жироміра, обережно нашаровуючи на кислоту.

Після цього вносили 1 см³ ізоамілового спирту та закривали бутерометр сухою гумовою пробкою. Вміст жироміра інтенсивно перемішували шляхом струшування до повного розчинення білків.

Далі жироміри встановлювали пробкою донизу у водяну баню за температури 65 °С і витримували протягом 5 хвилин. Після цього їх виймали, висушували зовнішню поверхню та центрифугували протягом 5 хвилин зі швидкістю 1200 об/хв.

Після центрифугування жироміри знову витримували у водяній бані за температури 65 °С протягом 5 хв. По завершенні витримки, обертанням гумової пробки встановлювали жировий стовпчик на початкову позначку шкали ("0") та визначали вміст жиру у верхній градуйованій частині бутерометра за нижнім меніском у відсотках.

2.2. Характеристика СВК "Світанок"

Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю "Світанок" є сучасним високотехнологічним підприємством агропромислового комплексу, що спеціалізується на виробництві молока та вирощуванні великої рогатої худоби. Господарство розташоване у Волинській області та характеризується високим рівнем організації виробництва, впровадженням інтенсивних технологій і ефективною системою управління.

Загальне поголів'я великої рогатої худоби становить близько 330 голів, з яких 300 – фуражні корови. Продуктивність корів становить 7000–8000 кг молока, середньодобовий надій становить 20–30 кг на добу, масова частка жиру 3,5–4,0 %, масова частка білка коливається від 3,0 до 3,4 %.

Утримання корів безприв'язне, в одному приміщенні утримується до 300 корів. Видалення гною в корівниках здійснювали за допомогою дельта-скребкового транспортера. Напування тварин проводиться з використанням

групових поїлок (чанів); у зимовий період воду підігрівали до температури 20–25 °С. Вентиляція у приміщеннях була природно-витяжною (Рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Безприв'язне утримання корів у корівниках

Оцінку мікроклімату на фермі проводили за показниками температури повітря, концентрації вуглекислого газу (CO_2), відносної вологості, вмісту аміаку (NH_3) та сірководню (H_2S), а також за рівнем мікробного забруднення повітря [23].

З метою визначення умов утримання тварин досліджували температурний режим у корівниках за різних способів утримання та в різні пори року. Температуру повітря вимірювали ртутними та спиртовими термометрами.

Концентрацію вуглекислого газу визначали за методом Суботіна–Нагорського. Відомо, що вміст CO_2 у повітрі приміщень знаходиться в обернено пропорційній залежності від вмісту кисню. За ефективної роботи вентиляції та оптимальної відносної вологості концентрація вуглекислого газу перебуває в допустимих межах, тоді як порушення технологічних умов утримання призводить до її підвищення [24].

Вміст аміаку (NH_3) у повітрі корівників визначали експрес-методом із використанням 0,001 н. розчину сірчаної кислоти та індикатора Тоширо. Аміак утворюється переважно внаслідок розкладу сечі під дією уреазоактивних

мікроорганізмів. Підвищені концентрації аміаку негативно впливають на стан здоров'я тварин, тому його рівень підлягає постійному контролю.

Концентрацію сірководню (H_2S) визначали за допомогою газоаналізатора УГ-2 (мг/м^3). Джерелом його утворення є розклад органічних речовин, що містять сірку, а також можливе надходження з каналізаційних систем.

Відносну вологість повітря визначали за допомогою статичного психрометра Августа. Відомо, що у тваринницьких приміщеннях цей показник, як правило, перевищує атмосферний і не повинен перевищувати 70 %. Підвищення вологості негативно впливає на здоров'я тварин та сприяє розвитку захворювань.

Швидкість руху повітря у приміщенні вимірювали за допомогою крильчатого анемометра АСО-3. Крім того, визначали рівень бактеріального забруднення повітря як один із показників санітарно-гігієнічного стану корівників.

Утримання тварин здійснюється за безприв'язно-боксовою технологією у сучасних корівниках (Рис 2.2).



Рисунок 2.2. – Утримання корів в умовах СВК “Світанок”

Корівники оснащені системою вентиляції, мають природне освітлення, модернізовані системами видалення гною (Рис. 2.3).



Рисунок 2.3. – Технологічне оснащення корівника

Доїння корів у господарстві здійснюється за допомогою роботизованих доїльних систем виробництва DeLaval (Швеція), що забезпечують автоматизований процес видоювання з урахуванням фізіологічних та етологічних особливостей тварин (Рис. 2.4). Роботизована доїльна система, що використовується у господарстві, складається з кількох основних елементів: доїльного боксу для корови, машинного відділення, руки-маніпулятора та панелі управління.



Рисунок 2.4 – Процес доїння корів за допомогою роботизованої системи DeLaval

Сутність даної технології полягає в тому, що корови самостійно заходять у доїльний бокс у міру наповнення вимені та фізіологічної готовності до видоювання. У середньому корови відвідують доїльний робот 2,6–2,7 разів на добу, тоді як високопродуктивні тварини (з добовим надоєм понад 30 кг) – до 4–5 разів на добу.

Перед початком доїння система автоматично очищує та підготовлює вим'я: здійснює його миття, видалення перших цівок молока та контроль якості шляхом визначення електропровідності. Молоко з відхиленнями за показниками якості відводиться в окрему ємність.

Процес доїння перебігає наступним чином: рука-маніпулятор включає привідну частину, механічну руку та тримач доїльних стаканів. Пошук дійок здійснюється за допомогою високоточної оптичної системи з лазерними датчиками, що дозволяє автоматично визначати їх розташування та зберігати інформацію про кожну тварину у базі даних (Рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Система пошуку дійок із використанням лазерних датчиків у роботизованій доїльній установці

Після цього відбувається основний процес доїння, під час якого здійснюється індивідуальний контроль продуктивності кожної корови, зокрема визначається об'єм молока, швидкість молоковіддачі, тривалість доїння та показники якості молока по кожній чверті вимені.

Після завершення доїння проводиться автоматична дезінфекція дійок та очищення обладнання, що забезпечує високий рівень санітарно-гігієнічного стану системи.

Один робот у середньому обслуговує 50–70 корів, що дозволяє ефективно контролювати технологічні процеси, підвищувати продуктивність тварин та своєчасно виявляти порушення їх фізіологічного стану, зокрема ранні стадії маститу.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Поширення субклінічного кетозу у СВК “Світанок”

Кетоз є післяродовим метаболічним захворюванням, що найчастіше реєструється у самок, зокрема корів і овець. Захворювання характеризується підвищеним утворенням та накопиченням кетонових тіл в організмі, що призводить до порушення функцій ендокринної системи, а також ураження внутрішніх органів, зокрема печінки, нирок і серця.

Основними етіологічними чинниками розвитку кетозу є порушення збалансованості раціонів за поживними речовинами, зокрема дефіцит енергії та легкоферментованих вуглеводів (крохмалю і цукрів) на тлі надлишкового вмісту протеїну. Важливу роль також відіграє згодовування кормів низької якості, зокрема силосу та сінажу, що містять масляну кислоту та інші продукти гниття, які негативно впливають на вуглеводно-ліпідний обмін [5–7].

Оскільки захворювання часто перебігає у субклінічній, підгострій або хронічній формах, його діагностика ґрунтується на виявленні кетонемії, кетонурії та гіпоглікемії [8–13].

За результатами досліджень, наведеними в таблиці 3.1, встановлено рівень поширення кетозу серед корів у господарстві досить високий.

Таблиця 3.1.

Захворювання корів на кетоз

Кількість обстежених тварин	Кількість хворих	%	Рівень БГБ (ммоль/л)	
			1,2–4,0	≥ 4,1
76	21	27,6	18	3

Було обстежено 76 тварин, із яких у 21 корови діагностовано кетоз, що становить 27,6 % від загальної кількості поголів'я. Це свідчить про достатньо високу поширеність даного метаболічного порушення у стаді.

Поряд із загальним визначенням поширеності кетозу у стаді було проведено аналіз захворюваності корів різного віку (лактації) у післяотельний період (7–30-та доба) лактації (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Поширеність субклінічного кетозу у корів залежно від лактації у післяотельний період

Вік тварини (лактація)	Період лактації (доба)	Досліджено, всього	Хворих	
			голів	%
2	7–30	27	9	33,3
3	7–30	25	8	32
4	7–30	20	4	20

Встановлено, що рівень захворюваності на субклінічний кетоз залежить від кількості лактацій. Зокрема, серед корів другої лактації кетоз діагностовано у 9 тварин із 27 обстежених, що становить 33,3 %. У корів третьої лактації захворюваність була дещо нижчою – 32 % (8 із 25 тварин). Найменшу частку хворих виявлено серед корів четвертої лактації – 20 % (4 із 20 тварин).

Отримані результати свідчать про тенденцію до зменшення частоти субклінічного кетозу зі збільшенням віку тварин. Найбільш уразливими до розвитку даного метаболічного порушення є корови 2–3 лактації, що, ймовірно, пов'язано з високим рівнем продуктивності та значним навантаженням на обмін речовин у цей період.

3.2 Годівля корів та її вплив на захворюваність на кетоз

За даними наукових досліджень і практичного досвіду, не менше третини корів у перші 50 діб лактації уражуються субклінічним або клінічним кетозом. Це призводить до значних економічних втрат у молочному скотарстві, зокрема через зниження продуктивності, порушення відтворної функції та додаткові витрати на лікування тварин.

Основною причиною розвитку кетозу є незбалансованість раціону, передусім порушення співвідношення між енергією та поживними речовинами,

що зумовлює формування негативного енергетичного балансу. Зменшення ризику виникнення цього захворювання можливе за умови забезпечення належного рівня годівлі та утримання корів, особливо у сухостійний період.

Кетоз розглядається як індикатор неблагополучного стану молочного стада. Захворювання часто перебігає без виражених клінічних ознак, проте може проявлятися зниженням живої маси, змінами поведінки, зменшенням молочної продуктивності та погіршенням репродуктивних показників. Навіть у субклінічній формі кетоз підвищує ризик розвитку інших метаболічних і гінекологічних захворювань, що додатково негативно впливає на економічні показники господарства.

При аналізі годівлі корів у господарстві виявили, що у раціоні є нестача вуглеводів, їхня забезпеченість у тварин на роздої становила: цукром – 43%, крім того відмічали значний надлишок сирого та, особливо, перетравного протеїну 135 і 152%, відповідно. За енергетичною поживністю концентровані корми складали 52,1%. При потребі у 45%.

Отже, встановлений дисбаланс раціону, що характеризується дефіцитом вуглеводів і надлишком протеїну та концентрованих кормів, свідчить про порушення енергетичного обміну у корів і створює передумови для розвитку субклінічного кетозу.

3.3 Оцінка метаболічного стану корів за рівнем β -гідроксибутирату в крові

Одним із важливих критеріїв оцінки стану тварин є визначення рівня кетонових тіл, зокрема β -гідроксибутирату (БГБ), у крові. При цьому встановлено, що у високопродуктивних корів концентрація кетонових тіл, як правило, вища порівняно з менш продуктивними тваринами, що пояснюється підвищеною потребою в енергії, яка не завжди повністю забезпечується за рахунок корму і компенсується мобілізацією власних жирових резервів організму.

Численні дослідження свідчать, що з віком корів ризик розвитку метаболічних порушень, зокрема кетозу, зростає. Важливим фактором, який

впливає на виникнення цього захворювання, є рівень вгодованості тварин у сухостійний період та перед отеленням. Встановлено, що корови з оцінкою вгодованості понад 4 бали мають вищу концентрацію кетонових тіл порівняно з тваринами оптимальної або зниженої вгодованості [31].

Субклінічний кетоз негативно позначається на економічній ефективності молочного виробництва, що обумовлено зниженням молочної продуктивності, погіршенням якості молока та додатковими витратами на лікування тварин. Вплив кетозу на продуктивність може проявлятися вже за концентрації β -гідроксибутирату понад 1,0 ммоль/л. При цьому встановлено пряму залежність між рівнем кетонових тіл і втратою молочної продуктивності: зі збільшенням їх концентрації спостерігається більш виражене зниження надоїв [10].

З огляду на це, доцільним є проведення аналізу раціону годівлі корів, з метою оцінки їх впливу на розвиток кетозу.

Аналіз рівня β -гідроксибутирату показав, що у більшості хворих тварин (18 голів) його концентрація знаходилася в межах 1,2–4,0 ммоль/л, що відповідає субклінічній формі кетозу. Водночас у 3 корів рівень цього показника перевищував 4,1 ммоль/л, що може свідчити про більш тяжкий перебіг захворювання.

Отримані результати вказують на те, що в господарстві переважає саме субклінічна форма кетозу, яка, як правило, не супроводжується вираженими клінічними ознаками, але має суттєвий вплив на продуктивність та якість молока.

Для проведення моніторингу захворюваності корів на кетоз у господарстві ми розподілили корів раннього післяотельного періоду (1–15 днів) на дві групи за продуктивністю: 1-ша група – 5 тис. кг молока за лактацію ($n=5$), 2-га група – 7–8 тис. кг ($n=10$).

Установлено, що у корів післяотельного періоду з продуктивністю 7–8 тис. кг рівень β -гідроксибутирату у сироватці крові коливався в межах 0,5–4,4 ммоль/л і в середньому був у 2,7 раза вищим порівняно з тваринами першої групи. У 70 % корів у ранній післяотельний період (1–15 днів після отелення) відмічали підвищення концентрації β -оксимасляної кислоти до 0,7–4,4 ммоль/л

(за норми до 0,6 ммоль/л) (рис. 3.1, 3.2), причому у 71,4 % цих тварин показник перевищував 1,5 ммоль/л.

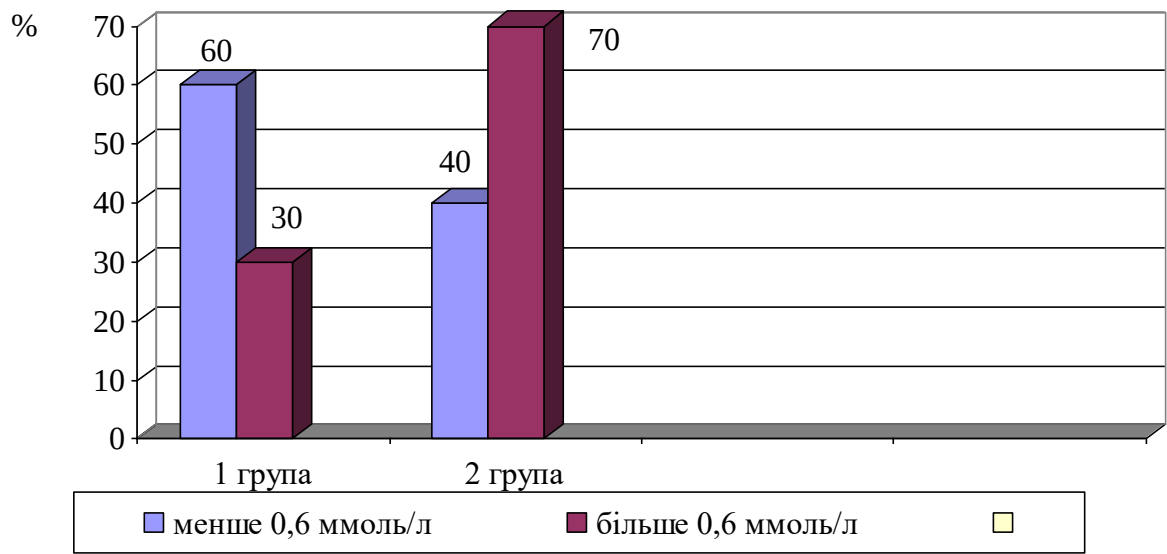


Рис. 3.1. – Рівень кетонемії у корів продуктивністю 5 тис. кг (1 група) та 7-8 (2 група)

Такі значення свідчать про розвиток кетонемії та потребують своєчасного медикаментозного втручання для запобігання інтоксикації організму.

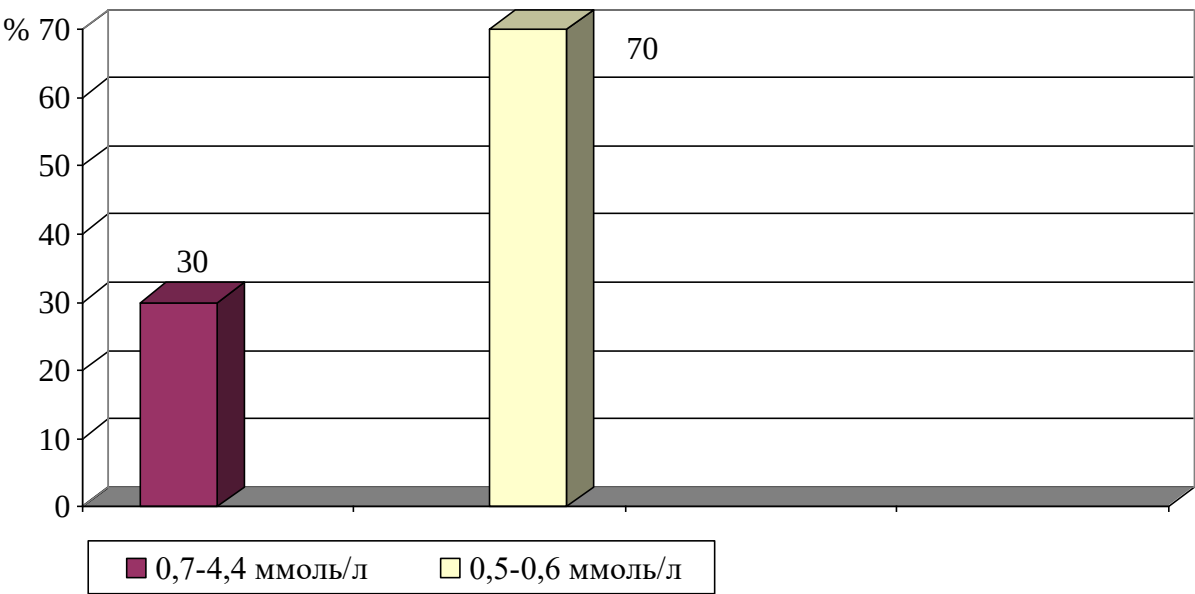


Рис. 3.2. – Рівень кетонемії у корів з продуктивністю 7–8 тис. кг молока

У групі корів з меншим рівнем продуктивності підвищений рівень β -оксимасляної кислоти (0,7–1,3 ммоль/л) спостерігали у 40 % досліджених корів (рис. 3.3).

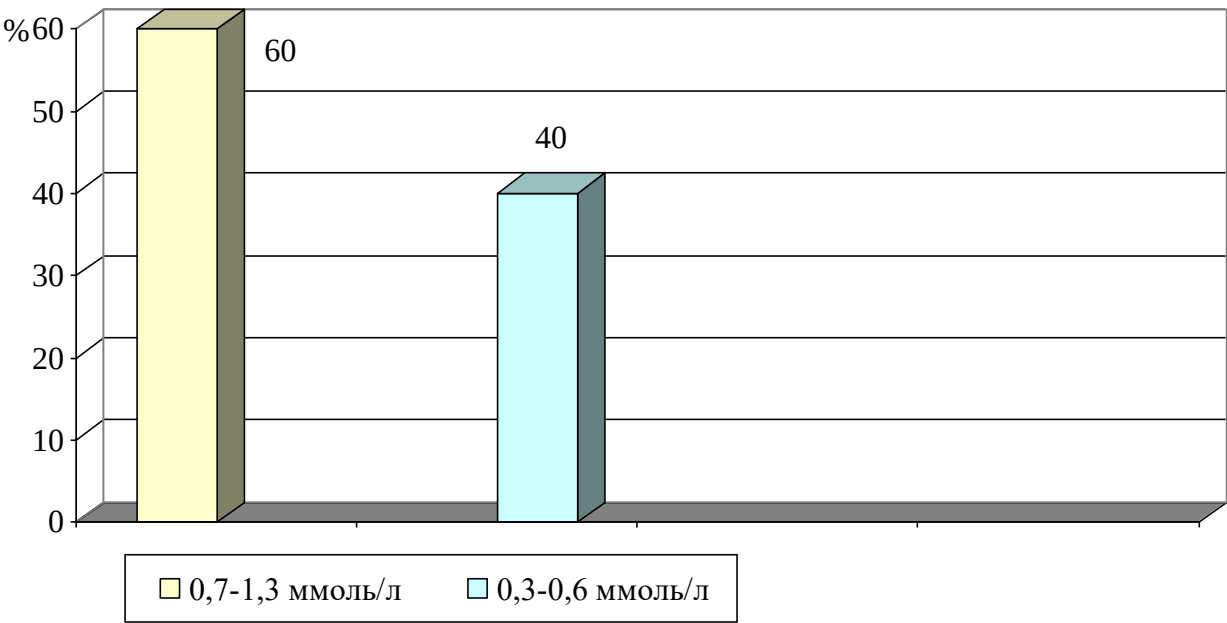


Рис. 3.3. – Рівень кетонемії в корів з продуктивністю 5 тис. кг молока

Слід відмітити, що клінічні симптоми кетозу (пригнічення, гіпорексія, виснаження, гіпотонія передшлунків) спостерігали лише у 30 % корів другої групи, тоді як у 100 % тварин першої групи клінічний стан був задовільний.

Таблиця 3.3

Показники вуглеводно-ліпідного обміну в корів, визначені за допомогою глюкометра OptiumXceed

Показники	Біометричний показник	1 група	2 група	p<
Кетонові тіла (β -оксимасляна кислота), ммоль/л	Lim	0,3–1,3	0,5–4,4	0,05
	M±m	0,65±0,22	1,79±0,46	
	> 0,6	40 %	70 %	
Глюкоза, ммоль/л	Lim	1,4–2,7	1,2–4,8	0,1
	M±m	2,2±0,29	2,98±0,33	
	< N	40 %	30 %	

Лише за високого вмісту β -гидроксибутирату (1,7–4,4 ммоль/л) вміст глюкози в крові високоудійних корів почав знижуватися (1,2–3,7; $2,5 \pm 0,51$ ммоль/л; табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Вміст глюкози в крові корів залежно від рівня кетонемії, ммоль/л

Глюкоза	Рівень кетонемії, ммоль/л		
	< 0,6 (норма)	0,7–1,4 (субклінічний перебіг)	1,5 і > (клінічно виражений)
1 група			
Lim	2,2–2,7	1,4–2,0	–
M $\pm$ m	$2,4 \pm 0,22$	$1,7 \pm 0,30$	
p<	–	0,1	
2 група			
Lim	2,4–3,3	3,0–4,8	1,2–3,7
M $\pm$ m	$2,9 \pm 0,27$	$3,9 \pm 0,90$	$2,5 \pm 0,51$
p<	–	0,5	0,5

Примітка: p< порівняно з тваринами з рівнем кетонемії < 0,6 ммоль/л.

За результатами аналізу сечі встановлено, що показник рН у корів другої групи був на 6,2 % нижчим порівняно з тваринами першої групи. При цьому у високопродуктивних корів середні значення вмісту кетонових тіл і білка в сечі були достовірно вищими – відповідно у 5,6 та 3,6 раза порівняно з показниками першої групи (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Показники сечі у корів 1–15 днів після отелу

Показники	Біометричний показник	1 група	2 група	p<
Водневий показник	Lim	7,5–9,0	6,0–9,0	–
	M $\pm$ m	$8,1 \pm 0,31$	$7,6 \pm 0,38$	0,1
Кетонові	Lim	0–0,5	0–1,5	–

тіла, ммоль/л	M±m	0,12 ± 0,125	0,67 ± 0,263	0,1
Білок, г	Lim	0–0,3	0–1,0	–
	M±m	0,15 ± 0,087	0,54 ± 0,149	0,05

Наведені вище результати досліджень показали, що з метою оцінки вуглеводноліпідного статусу за субклінічного перебігу кетозу в корів раннього післяотельного періоду більш інформативним є визначення рівня β-гідроксибутирату в крові, порівняно з іншими маркерами кетозу. Високий відсоток корів з протеїнурією не завжди можна вважати об'єктивним, оскільки визначення наявності білка тест-стрічками в сечі корів з водневим показником більше 8, часто дає хибнопозитивні результати.

3.4 Вплив кетонемії на хімічний склад і показники якості молока корів

Наступним етапом досліджень було визначення вмісту кетонових тіл у крові та молоці корів з метою оцінки їх взаємозв'язку та можливості використання показників молока для діагностики субклінічного кетозу.

Кетонові тіла, зокрема β-гідроксибутират, ацетооцтова кислота та ацетон, утворюються в печінці внаслідок порушення енергетичного обміну, зокрема за умов негативного енергетичного балансу. Надалі вони надходять у кровообіг, звідки частково транспортуються до молочної залози та виділяються з молоком, а частково використовуються тканинами організму як джерело енергії.

З цією метою 125 обстежених корів розподіли за концентрацією кетонових тіл у крові на 5 груп (рис. 3.4).

На рисунку 3.4 представлено частоту розподілу концентрації β-гідроксибутирату (ВНВА) у 125 зразках крові корів.

Аналіз отриманих даних свідчить, що найбільша кількість зразків припадає на інтервали з низькими та помірними значеннями ВНВА, що відповідає фізіологічному стану або початковим стадіям порушення енергетичного обміну.

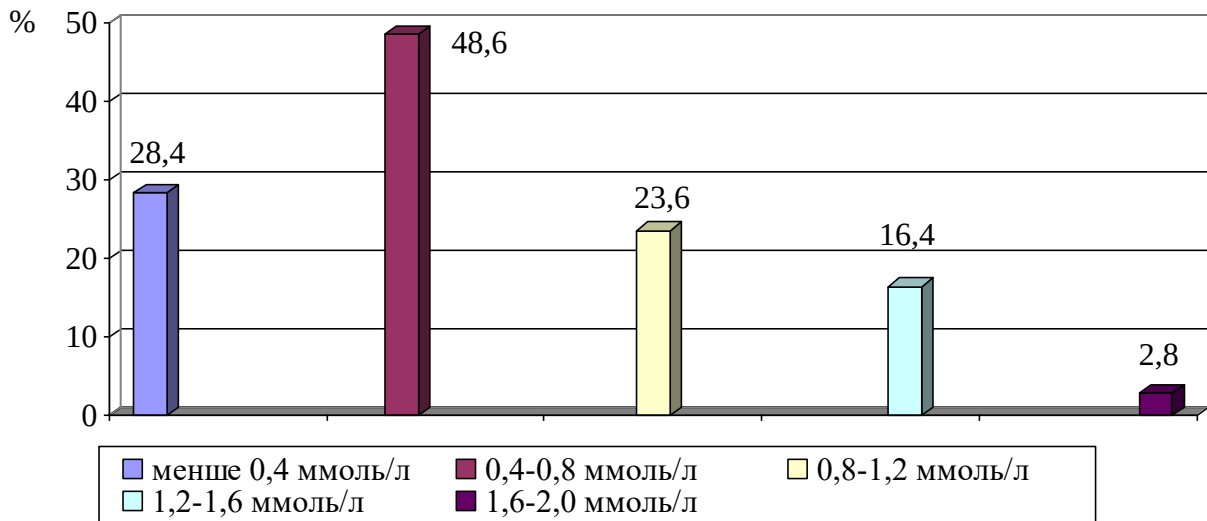


Рис. 3.4 – Частота розподілу концентрації БГБ (ммоль/л) у 125 зразках крові

За результатами визначення рівня β -гідроксибутирату у крові встановлено, що до негативної групи (із фізіологічним рівнем кетонемії) було віднесено 101 корову, тоді як до позитивної групи (із підвищеним вмістом кетонових тіл) – 24 тварини. Таким чином, частка корів із ознаками субклінічного кетозу становила 19,2 %, що свідчить про наявність даного метаболічного порушення у досліджуваному стаді.

З огляду на це, наступним етапом досліджень було визначення вмісту різних кетонових тіл не лише у крові, а й у молоці корів. Це дало можливість оцінити їх взаємозв'язок та встановити доцільність використання показників молока як альтернативного, менш інвазивного методу діагностики субклінічного кетозу (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Концентрація кетонових тіл у крові та молоці корів залежно від метаболічного статусу

Показники	Негативні (n=101)	Позитивні (n=24)
Кров:		
Ацетон	$0,177 \pm 0,01$	$0,356 \pm 0,04$
Асетоацетат	$0,089 \pm 0,008$	$0,236 \pm 0,02$

БГБ	$0,58 \pm 0,03$	$1,7 \pm 0,10$
Молоко:		
Ацетон	$0,184 \pm 0,01$	$0,375 \pm 0,05$
Ацетоацетат	$0,04 \pm 0,002$	$0,07 \pm 0,05$
БГБ	$0,069 \pm 0,008$	$0,23 \pm 0,03$

За результатами досліджень встановлено відмінності у концентрації кетонових тіл у крові та молоці корів залежно від їх метаболічного статусу.

У корів із субклінічним кетозом (позитивна група) вміст усіх досліджуваних кетонових тіл у крові був вірогідно вищим порівняно з клінічно здоровими тваринами. Зокрема, концентрація β -гідроксибутирату становила $1,7 \pm 0,1$ ммоль/л, що майже у 3 рази перевищувало аналогічний показник у негативній групі ($0,58 \pm 0,03$ ммоль/л).

Аналогічна тенденція спостерігалась і щодо інших кетонових тіл: вміст ацетону та ацетоацетату у крові корів позитивної групи був відповідно у 2,0 та 2,6 рази вищим, ніж у здорових тварин.

У молоці також відмічено підвищення концентрації кетонових тіл у корів із субклінічним кетозом. Так, рівень ацетону зростав більш ніж у 2 рази, β -гідроксибутирату – понад у 3 рази, а ацетоацетату – майже у 2 рази порівняно з негативною групою.

Водночас абсолютні значення кетонових тіл у молоці були значно нижчими, ніж у крові, що свідчить про їх часткове використання та трансформацію у тканинах молочної залози.

Отримані результати підтверджують наявність взаємозв'язку між концентрацією кетонових тіл у крові та молоці, проте цей зв'язок не є прямолінійним. Це обумовлює можливість використання показників молока як непрямого індикатора метаболічного стану корів та ранньої діагностики субклінічного кетозу.

Встановлено, що рівень кетонових тіл у організмі корів визначається сукупністю факторів, серед яких провідну роль відіграють умови годівлі, рівень продуктивності та стадія лактації. Порушення енергетичного балансу

супроводжується змінами хімічного складу молока, зокрема зростанням співвідношення жиру до білка.

З огляду на це, наступним етапом досліджень було вивчення впливу лактаційного періоду на концентрацію кетонів у крові та молоці, а також на показники якості молока (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Зміни показників якості молока та рівня кетонів у корів різних лактацій

Показники	1 група	2 група	3 група	Лактація ≥ 4
Кількість тварин	32	54	31	28
Концентрація БГБ у крові (ммоль/л)	$0,60 \pm 0,04$	$0,81 \pm 0,08$	$1,1 \pm 0,08$	$0,95 \pm 0,09$
Надої, кг	$39,1 \pm 3,4$	$31,1 \pm 8,7$	$30,0 \pm 8,4$	$38,4 \pm 9,2$
Масова частка жиру, %	$3,78 \pm 0,72$	$4,15 \pm 1,01$	$4,14 \pm 0,87$	$4,26 \pm 0,95$
Масова частка білка, %	$3,06 \pm 0,32$	$3,11 \pm 0,32$	$3,05 \pm 0,$	$3,06 \pm 0,38$
Жир/білок	1,24	1,33	1,36	1,39
Лактоза, %	$4,87 \pm 0,20$	$4,86 \pm 0,21$	$4,85 \pm 0,19$	$4,82 \pm 0,25$
Концентрація БГБ у молоці, ммоль/л	$0,05 \pm 0,004$	$0,07 \pm 0,005$	$0,08 \pm 0,006$	$0,07 \pm 0,008$

Аналіз результатів, наведених у таблиці 3.6, свідчить про наявність чіткої залежності між лактаційним періодом корів, рівнем кетонів та показниками якості молока.

Встановлено, що зі збільшенням кількості лактацій відбувається поступове зростання рівня β -гідроксибутирату (БГБ) у крові корів: від $0,60 \pm 0,04$ ммоль/л у первісток до $0,95 \pm 0,09$ ммоль/л у корів 4-ї і більше лактацій. Це свідчить про підвищення ризику розвитку субклінічного кетозу у тварин старших лактацій.

Аналогічна тенденція спостерігається і щодо рівня БГБ у молоці, який зростає від $0,05 \pm 0,004$ ммоль/л до $0,07 \pm 0,008$ ммоль/л, що підтверджує наявність взаємозв'язку між концентрацією кетонів у крові та молоці.

Паралельно із зростанням рівня кетонових тіл відмічається підвищення продуктивності корів: надій збільшується з $31,1 \pm 3,4$ кг у первісток до 38–39 кг у корів старших лактацій. Це узгоджується з відомими даними про більшу схильність високопродуктивних тварин до розвитку негативного енергетичного балансу.

Важливим є те, що зі збільшенням терміну лактації підвищується масова частка жиру в молоці (з 3,78 % до 4,26 %), тоді як вміст білка залишається відносно стабільним. У результаті цього співвідношення жиру до білка (F/P) зростає від 1,24 до 1,39, що може свідчити про розвиток енергетичного дефіциту та субклінічного кетозу.

Водночас вміст лактози має тенденцію до незначного зниження, що також може бути пов'язано з порушенням енергетичного обміну в організмі тварин.

Встановлено, що зі збільшенням концентрації кетонових тіл у молоці спостерігається тенденція до підвищення масової частки жиру та співвідношення жиру до білка. Це може бути пов'язано з розвитком негативного енергетичного балансу, за якого відбувається мобілізація жирових резервів організму, що, у свою чергу, впливає на зміну хімічного складу молока.

За результатами досліджень встановлено відмінності у концентрації кетонових тіл у крові та молоці корів залежно від їх метаболічного статусу.

У корів із субклінічним кетозом (позитивна група) вміст усіх досліджуваних кетонових тіл у крові був вірогідно вищим порівняно з клінічно здоровими тваринами. Зокрема, концентрація β -гідроксибутирату становила $1,7 \pm 0,1$ ммоль/л, що майже у 3 рази перевищувало аналогічний показник у негативній групі ($0,58 \pm 0,03$ ммоль/л).

Аналогічна тенденція спостерігалась і щодо інших кетонових тіл: вміст ацетону та ацетоацетату у крові корів позитивної групи був відповідно у 2,0 та 2,6 рази вищим, ніж у здорових тварин.

У молоці також відмічено підвищення концентрації кетонових тіл у корів із субклінічним кетозом. Так, рівень ацетону зростав більш ніж у 2 рази, β -

гідроксибутирату – понад у 3 рази, а ацетоацетату – майже у 2 рази порівняно з негативною групою.

Водночас абсолютні значення кетонових тіл у молоці були значно нижчими, ніж у крові, що свідчить про їх часткове використання та трансформацію у тканинах молочної залози.

Отримані результати підтверджують наявність взаємозв'язку між концентрацією кетонових тіл у крові та молоці, проте цей зв'язок не є прямолінійним. Це обумовлює можливість використання показників молока як непрямого індикатора метаболічного стану корів та ранньої діагностики субклінічного кетозу.

У зв'язку з цим концентрація кетонових тіл у молоці певною мірою відображає їх рівень у крові, однак цей зв'язок не є прямолінійним, що обумовлено їх метаболічними перетвореннями та використанням у тканинах молочної залози.

РОЗДІЛ 4.

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Останніми роками значно зросла увага до питань якості та безпечності молока [10, 18, 22]. У сучасних умовах виробництва активно впроваджуються новітні технології, спрямовані на підвищення продуктивності тварин за мінімальних витрат [25]. Водночас інтенсифікація галузі не завжди супроводжується збереженням належного рівня якості продукції: підвищення надоїв нерідко супроводжується погіршенням окремих показників молока. У зв'язку з цим актуальним є пошук оптимальних підходів до управління стадом, які забезпечують баланс між продуктивністю та якістю молочної продукції.

Проблема забезпечення населення повноцінними білковими продуктами залишається актуальною як для економічно розвинених країн, так і для тих, що розвиваються. Забезпечення населення якісними та безпечними харчовими продуктами є одним із ключових завдань світового рівня, що знаходить відображення у діяльності Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO) [26].

Питанням харчової цінності молока присвячено значну кількість наукових досліджень [27, 28]. Встановлено, що за наявності захворювань у корів, зокрема метаболічних порушень, відбуваються суттєві зміни амінокислотного складу молока. За результатами досліджень [28] підтверджено, що при кетозі у корів змінюється кількісний склад амінокислот, що свідчить про зниження харчової цінності молока.

Зокрема, встановлено зменшення вмісту незамінних амінокислот: валіну – на 22,6 %, фенілаланіну – на 10,1 %, ізолейцину – на 39,4 %, лізину – на 40,8 %, тирозину – на 69,5 %. Водночас спостерігалось підвищення вмісту деяких замінних амінокислот, зокрема серину та аспарагінової кислоти – на 10,5 % та 9,5 % відповідно.

Отримані результати свідчать, що метаболічні порушення у корів, зокрема кетоз, призводять до змін хімічного складу молока, що негативно впливає на його харчову цінність і безпечність [38, 40].

Встановлено, що високопродуктивні корови з підвищеною вгодованістю після отелення споживають меншу кількість корму [28, 30, 41], компенсуючи енергетичні потреби за рахунок мобілізації жирових резервів організму. Це, у свою чергу, призводить до порушення обміну речовин і сприяє розвитку метаболічних захворювань, зокрема кетозу. У зв'язку з цим особливої уваги потребує оцінка поживності та збалансованості раціонів.

Результати досліджень [10, 42] підтверджують, що рівень і структура годівлі мають визначальний вплив на захворюваність тварин хворобами обміну речовин. Крім того, встановлено, що раціон суттєво впливає не лише на продуктивність, але й на якість молока, що узгоджується з даними інших авторів [2, 11, 43]. Зокрема, оптимальна годівля у перехідний період розглядається як один із ключових факторів підготовки корів до лактації. Саме цей період є критичним, оскільки в ньому найчастіше формуються передумови для розвитку метаболічних розладів, у тому числі кетозу [19, 44].

Основною причиною виникнення кетозу є дефіцит енергії, особливо на початку лактації [31, 45]. При цьому порушення обміну речовин починаються ще наприкінці попередньої лактації та продовжуються у сухостійний період. Корови з високою вгодованістю (понад 4 бали) після отелення споживають менше корму, що призводить до недостатнього надходження енергії та посилення ліполізу. Внаслідок цього зростає рівень кетонових тіл у крові, а печінка, за умов підвищеного навантаження, не здатна повністю забезпечити їх утилізацію, що призводить до інтоксикації організму [32, 46].

Зазначені порушення негативно впливають на харчову та біологічну цінність молока. За результатами досліджень [28] встановлено зниження вмісту більшості амінокислот у білках молока корів, хворих на кетоз: сумарне зменшення незамінних амінокислот становило 2,23 мг/г, а замінних – 3,68 мг/г. Подібні результати узгоджуються з даними інших авторів [33], які також відзначають зниження амінокислотного складу та зміну їх співвідношення при патологічних станах, що знижує біологічну цінність молока.

При аналізі отриманих результатів доцільно враховувати вплив таких факторів, як рівень годівлі, вік тварин, період лактації, а також стадія і характер перебігу захворювання.

Отримані результати свідчать про достатньо високу поширеність субклінічного кетозу у стаді, яка становила 27,6 %. Це узгоджується з даними літератури, згідно з якими значна частина корів у післяотельний період перебуває у стані негативного енергетичного балансу, що супроводжується підвищенням рівня кетонових тіл [43, 47].

Аналіз захворюваності залежно від лактації показав, що найбільш уразливими до розвитку субклінічного кетозу є корови 2–3 лактації, у яких частка хворих була найвищою (33,3 % та 32 % відповідно). У корів старших лактацій цей показник знижувався, що може бути пов'язано з адаптацією організму до умов інтенсивної лактації або особливостями вибірки тварин.

Важливим фактором, що впливає на розвиток кетозу, є незбалансованість раціону. У досліджуваному господарстві встановлено дефіцит вуглеводів (забезпеченість цукром 43 %) при одночасному надлишку протеїну (до 152 %) та підвищеній частці концентрованих кормів. Такий дисбаланс сприяє формуванню негативного енергетичного балансу, посиленню мобілізації жирових резервів організму та накопиченню кетонових тіл у крові.

Результати визначення β -гідроксибутирату підтверджують, що у високопродуктивних корів рівень кетонемії є вищим, що пов'язано з підвищеною потребою в енергії у період роздоювання. При цьому встановлено, що зі зростанням концентрації кетонових тіл відбуваються зміни показників якості молока, зокрема підвищується масова частка жиру та співвідношення жиру до білка (F/P).

Отримані дані узгоджуються з літературними джерелами, які вказують на можливість використання співвідношення жиру до білка як непрямого індикатора порушень енергетичного обміну. Зростання показника F/P при кетозі пояснюється підвищеною мобілізацією жирних кислот із депо та їх використанням у синтезі молочного жиру [46].

Крім того, встановлено, що метаболічні порушення у корів супроводжуються змінами хімічного складу молока, зокрема зниженням вмісту окремих амінокислот, що негативно впливає на його харчову та біологічну цінність [45].

Таким чином, результати досліджень підтверджують, що субклінічний кетоз є важливим фактором, який впливає не лише на продуктивність корів, але й на якість та безпечність молока. Це обґрунтовує необхідність комплексного контролю метаболічного стану тварин, зокрема шляхом оцінки показників молока, що є доступним і ефективним інструментом для виробничих умов.

Особливу увагу слід приділити тому, що субклінічний кетоз у більшості випадків перебігає без чітко виражених клінічних ознак, проте вже на ранніх етапах призводить до порушення обміну речовин. Це підтверджується отриманими результатами, оскільки навіть за відсутності явних симптомів у частини тварин спостерігалось підвищення рівня β -гідроксибутирату та зміни показників якості молока.

Важливим є і те, що використання показників молока як діагностичного інструменту має значні переваги у виробничих умовах. На відміну від досліджень крові, які потребують додаткових витрат часу та ресурсів, аналіз молока дозволяє здійснювати постійний моніторинг стану тварин без порушення технологічного процесу. Це особливо актуально в умовах застосування роботизованих систем доїння, де дані про склад молока можуть бути отримані в автоматичному режимі.

Крім того, встановлений зв'язок між рівнем кетонових тіл та співвідношенням жиру до білка (F/P) підтверджує доцільність використання цього показника як швидкого та інформативного критерію оцінки енергетичного стану корів. При цьому важливо враховувати, що зміни F/P можуть бути зумовлені не лише кетозом, але й іншими факторами, такими як рівень годівлі, склад раціону, стадія лактації та індивідуальні особливості тварин.

Отримані результати також свідчать про необхідність комплексного підходу до оцінки стану корів, який повинен включати аналіз показників крові,

молока та умов годівлі. Такий підхід дозволяє більш точно встановити причини метаболічних порушень та розробити ефективні заходи їх профілактики.

З практичної точки зору важливим є те, що раннє виявлення субклінічного кетозу дозволяє своєчасно коригувати раціони тварин, знижувати рівень кетонемії та запобігати розвитку більш тяжких форм захворювання. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню продуктивності корів, покращенню якості молока та зменшенню економічних втрат у господарстві.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що поширеність субклінічного кетозу у досліджуваному стаді становить 27,6 %, що свідчить про значну актуальність даного метаболічного порушення у післяотельний період.

2. Виявлено, що рівень захворюваності на субклінічний кетоз залежить від лактації корів: найбільша частка хворих тварин спостерігалася серед корів 2–3 лактації (33,3 % та 32 % відповідно), тоді як у корів старших лактацій цей показник знижувався.

3. Доведено, що одним із основних факторів розвитку кетозу є незбалансованість раціону, яка характеризується дефіцитом вуглеводів (43 %) та надлишком протеїну (до 152 %) і концентрованих кормів (52,1 % при нормі 45 %), що призводить до формування негативного енергетичного балансу.

4. Встановлено, що у високопродуктивних корів рівень β -гідроксибутирату в крові є вищим порівняно з менш продуктивними тваринами, що обумовлено підвищеною потребою в енергії та активною мобілізацією жирових резервів організму.

5. Виявлено взаємозв'язок між рівнем кетонових тіл у крові та показниками якості молока: зі зростанням кетонемії підвищується масова частка жиру та співвідношення жиру до білка (F/P).

6. Доведено, що співвідношення жиру до білка (F/P) у молоці може бути використане як інформативний непрямий показник для ранньої діагностики субклінічного кетозу у виробничих умовах.

7. Встановлено, що субклінічний кетоз супроводжується змінами хімічного складу молока, зокрема зниженням вмісту окремих амінокислот, що негативно впливає на його харчову та біологічну цінність.

8. Обґрунтовано доцільність використання комплексного підходу до оцінки метаболічного стану корів, який включає аналіз показників крові, молока та умов годівлі, що дозволяє своєчасно виявляти порушення обміну речовин і підвищувати ефективність виробництва молока.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. З метою раннього виявлення субклінічного кетозу у корів рекомендується впровадити регулярний моніторинг рівня β -гідроксибутирату в крові тварин у післяотельний період (10–20-та доба лактації), особливо у високопродуктивних корів.

2. У виробничих умовах доцільно використовувати співвідношення жиру до білка (F/P) у молоці як доступний і оперативний непрямий показник оцінки енергетичного стану корів та ранньої діагностики метаболічних порушень.

3. Рекомендується проводити систематичний аналіз раціонів годівлі з метою їх збалансування за енергетичною поживністю, зокрема забезпечити достатній рівень легкоперетравних вуглеводів (цукрів і крохмалю) та уникати надлишку протеїну і концентрованих кормів.

4. Особливу увагу слід приділяти годівлі корів у сухостійний та перехідний періоди, забезпечуючи оптимальну вгодованість тварин (3,0–3,5 бали) для запобігання розвитку негативного енергетичного балансу після отелення.

5. У господарстві доцільно виділяти групи ризику (корови 2–3 лактації, високопродуктивні тварини) та проводити для них посилений контроль метаболічного стану.

6. Для профілактики кетозу рекомендується застосовувати коригуючі заходи, спрямовані на підвищення енергетичної цінності раціону, зокрема введення глюкопластичних речовин (пропіленгліколь), а також використання вітамінно-мінеральних добавок.

7. З метою підвищення якості та безпечності молока необхідно здійснювати постійний контроль показників його хімічного складу та вмісту соматичних клітин, що дозволить своєчасно виявляти порушення стану здоров'я тварин.

8. Рекомендується використовувати можливості роботизованих систем доїння для автоматизованого збору та аналізу даних щодо складу молока, що дозволить підвищити ефективність моніторингу стану корів у реальному часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 1. Скляр О.І., Герун І.В., Кіричек Л.В. Годівля корів як один із факторів захворювання на кетоз і вплив на якість та безпечність молока. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2018. Вип. 1 (42). С. 249–252.
2. Oetzel G.R. Herd-Level Ketosis – Diagnosis and Risk Factors. Preconference Seminar: Dairy Herd Problem Investigation Strategies: 40th Annual Conference. Vancouver, 2007. P. 67–91.
3. Шевченко І.В. Кетонурія як маркер розвитку метаболічних захворювань у дітей. Ukrainian scientific medical youth journal. 2022. №1 (129). С. 56.
4. Піцул А.Г., Гарабажіу І.І. Перебіг ацетонемічного синдрому у дітей на тлі загострення патології системи травлення (кластерний аналіз). Молодий вчений. 2018. № 7 (59). С. 393-395.
5. Duffield T. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract. 2000. V. 16(2). P. 53.
6. Oetzel G.R. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. Vet. Clin. North Am. (Food Animal). – 2004. V. 20(3). P. 651–674.
7. Вовкотруб Н.В., Чуб О.В. Експрес-скринінг вуглеводно-ліпідного статусу в корів за різної продуктивності. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2014. Випуск 14 (114). С. 32–36.
8. Герун І. В. Санітарно-гігієнічна оцінка якості та безпечності молока корів, отриманого за новітніх технологій : дис. ... канд. вет. наук : 16.00.06. Суми, 2016. 143 с.
9. Левченко В.І., Влізло В.В., Кондрахін І.П. (2004). Клінічна діагностика внутрішніх хвороб тварин. Біла Церква, 608.
10. Левченко В. І., Влізло В. В., Кондрахін І. П. (2015). Внутрішні хвороби тварин: навч. посіб. Біла Церква, Ч. 2., 610 с.
11. Ветеринарна клінічна біохімія / [Левченко В.І., Влізло В.В., Кондрахін І.П. та ін.]; За ред. В.І. Левченка і В.Л. Галяса. Біла Церква, 2002. 400 с.

12. Скляр О.І., Улько Л.Г., Герун І.В. (2018). Моніторинг захворювання корів на кетоз та зниження якості молока. Вісник Сумського НАУ. Серія «Ветеринарна медицина». 11 (43), 164–166.
13. Shkromada O., Skliar O., Pikhtirova A., Gerun I. (2019) Pathogens Transmission and Cytological Composition of Cow's Milk 19, (45), 73–79.
14. Townsend J. Cowside Tests for Monitoring Metabolic Disease / J. Townsend // Tri-State Dairy Nutrition Conference. 2011. P. 55–59.
15. Hayırlı A., Doğan V., Kaynar Ö., Cengiz M., Ballı B. Evaluation of peripartum prognostic and diagnostic markers in dairy cattle. *Turkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences*. 2016. Vol. 2, No. 3. P. 63–80.
16. Arslan C., Tufan T. Feeding the transition dairy cow II. Metabolic disorders seen in this period and prevention through feeding. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2010. Vol. 16, No. 1. P. 151–158.
17. Левченко В.І., Сахнюк В.В., Чуб О.В. (2002). Дисбаланс КЖК у патогенезі кетозу високопродуктивних корів. *Наук. вісник Львів. держ. акад. вет. медицини ім. С. З. Гжицького*. Т. 4, (№2), ч. 1, 88–91.
18. Ткаченко Н. А., Чагаровський О. П., Дец Н. О., Ланженко Л. О., Кручек О. А. Ветеринарно-санітарна та технологічна експертиза молока : навч. посіб. Рівне : Овід, 2018. 235 с.
19. Якубчак О. М., Хоменко В. І., Мельничук С. Д. та ін. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / за ред. О. М. Якубчак, В. І. Хоменка. 2-ге вид. Київ : Біопром, 2005. 799 с.
20. Яценко І. В., Богатко Н. М., Букалова Н. В. та ін. Гігієна молока і молочних продуктів. Ч. 1 : Гігієна молока : підручник. Харків : Діса плюс, 2016. 416 с.
21. ДСТУ ISO 488:2007. Молоко. Визначення масової частки жиру. Жироміри Гербера. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 12 с. (Національний стандарт України).

22. ДСТУ ISO 8968-1:2005 (IDF 20-1:2001). Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод К'ельдаля. [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 14 с. (Національний стандарт України).

23. Бондар А. О., Поручник М. М., Тарасенко Л. О., Рудь В. О. Гігієна тварин та ветеринарна санітарія : навч. посіб. / за ред. А. О. Бондар. Миколаїв : МНАУ, 2018. 179 с.

24. Чорний М.В., Щепетільников Ю.О., Бондар А.О., Панасенко Є.О. Вплив абіотичних факторів на продуктивність та здоров'я корів та резистентність телят. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2016. Вип. 2 (90), ч. 2. С. 161–170.

25. Демчук М. В., Козенко. О. В., Козій Б. В. (2010). О методиці вивчення впливу комплексних чинників середовища на функціональний стан організму або й стада тварин. Науковий вісник Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького. Львів, Т. 12, № 4, 162–172.

26. Ібатуллін І.І., Костенко В.І. (2013). Норми, орієнтовні раціони та практичні поради з годівлі великої рогатої худоби: посібник; за ред. І.І. Ібатулліна Житомир: Рута, 516 с.

27. Кухтин М.Д., Перкій Ю.Б., Крушельницька Н.В. (2015). Формування змішаних біоплівків мікроорганізмами, які виділені з доїльного устаткування та молока сирого. тематичний науковий збірник Ветеринарна медицина. Харків, 442–448.

28. Герун І.В. (2012). Амінокислотний склад молока здорових корів та хворих на кетоз. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія “Ветеринарна медицина” №4 (50). 2020, 3–9.

30. Скляр О. І., Герун І. В., Кіричек Л. В. Годівля корів як фактор кетозу. Вісник СНАУ. Серія: Ветеринарна медицина. 2018. Вип. 1 (42). С. 251–254.

31. Левченко В.І., Сахнюк В.В. Кетоз високопродуктивних корів. Вісник Білоцерківського держ. аграр. ун-ту. Вип. 11. Біла Церква, 2000. С. 69–73.

32. Етіопатогенез, принципи терапії та профілактики ацидозу, кетозу і вторинної остеодистрофії високопродуктивних молочних корів /М. Цвіліховський та ін. Вет. медицина України. 2005. № 1. С. 15–17.

33. Кравченко С. О., Канівець Н. С., Романенко Є. В. Профілактика кетозу високопродуктивних корів у весняний період. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 4. С. 94–96.

34. Тодоров М.І., Чернецова Л.М. Причини та поширення кетозу корів у ТОВ АФ “Дністровська”. Аграрний вісник Причорномор’я. Одеса, 2017. Вип. 83. С. 258–261.

35. Тодоров М.І., Калашнікова Г.В. Ефективність лікувально-профілактичних заходів у разі кетозу корів. Аграрний вісник Причорномор’я. Ветеринарні науки. 2019. Вип. 91. С. 148–151.

36. Кравчук А.О., Тишківський М.Я. Лікувально-профілактичні заходи за кетозу в корів. Наукові пошуки молоді у ХХІ столітті. Актуальні проблеми ветеринарної медицини: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. магістрантів і молодих дослідників (БНАУ, м. Біла Церква, 30 жовт. 2024 р.). Біла Церква, 2024. С. 60–61.

37. Митрофанов О.В., Маслак Ю.В., Маценко О.В. [та ін]. Показники, що характеризують стан печінки, нирок та органів травлення за кетозу корів. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. 2017. Вип. 34, № 2. С. 144–150.

38. Улько Л.Г., Березовський АВ., Фотіна Т.І. Шляхи корекції біохімічного статусу корів за кетозу [Електронний ресурс]. Матеріали XIV Міжнар. конгресу спеціалістів ветеринарної медицини (м. Бровари, 6–7 жовт. 2016 р.). Бровари, 2016. С. 62–64.

39. Пайол А.О., Головаха В.І. Клініко-гематологічний статус корів, хворих на кетоз, в умовах степової зони України. Актуальні проблеми ветеринарної медицини : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів (БНАУ, м. Біла Церква, 20 листоп. 2020 р.). Біла Церква, 2020. С. 120–121.

40. Кременчук І., Трач В. Морфологічні та біохімічні показники крові корів за кетозу. Аграрний вісник Причорномор’я. 2021. Вип. 99. С. 48–51.

41. Hrek V.A. Prevention of ketosis in cows after calving on the analysis of hematological parameters. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine, 2024. № 2(65). C. 8-12.

42. Antanaitis R., Juozaitienė V., Televičius M., Malašauskienė, D., Urbutis, M., & Baumgartner, W. (2020). Relation of Subclinical Ketosis of Dairy Cows with Locomotion Behaviour and Ambient Temperature. *Animals : an open access journal from MDPI*, 10(12), 2311.

43. Chisato, K., Yamazaki T., Kayasaki S., Fukumori R., & Oikawa, S. (2023). Epidemiological Features of Postpartum Subclinical Ketosis in Dairy Herds in Hokkaido, Japan. *Animals : an open access journal from MDPI*, 14(1), 144.

44. Compton C.W., Young L., & McDougall S. (2015). Subclinical ketosis in post-partum dairy cows fed a predominantly pasture-based diet: defining cut-points for diagnosis using concentrations of beta-hydroxybutyrate in blood and determining prevalence. *New Zealand veterinary journal*, 63(5), 241–248.

45. Couperus A.M., Schroeder F., Hettegger P., Huber J., Wittek T., & Peham JR. (2021). Longitudinal Metabolic Biomarker Profile of Hyperketonemic Cows from Dry-Off to Peak Lactation and Identification of Prognostic Classifiers. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(5), 1353.

46. Djoković R., Ilić Z., Kurćubić V., [et al.]. Diagnosis of subclinical ketosis in dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2019. T. 35, № 2. C. 111–125.

47. Cejna V., Chladek G. The importance of monitoring changes in milk fat to milk protein ratio in Holstein cows during lactation. *Journal of Central Europe Agriculture*. 2005, (6). P. 539-546.

ДОДАТКИ

Додаток 1.

УДК: 619:636.2:637.12**КОРПАЧ Л.В.**, магістранткаНауковий керівник – **ТИШКІВСЬКА Н.В.**, канд. вет. наук*Білоцерківський національний аграрний університет*

СПІВВІДНОШЕННЯ ЖИРУ ТА БІЛКА У МОЛОЦІ ЯК МАРКЕР РИЗИКУ СУБКЛІНІЧНОГО КЕТОЗУ У КОРІВ

У роботі досліджено співвідношення масової частки жиру та білка у молоці корів у період ранньої лактації як можливий індикатор субклінічного кетозу. Встановлено, що середнє значення показника жир/білок становило 1,48, що перевищує порогове значення 1,4 та свідчить про ризик розвитку негативного енергетичного балансу. Паралельне визначення β -гідроксибутирату в крові показало наявність пограничних значень у 28 % досліджених корів. Отримані результати підтверджують доцільність використання співвідношення жир/білок як скринінгового маркера метаболічних порушень у ранній лактації.

Ключові слова: молоко, корови, субклінічний кетоз, β -гідроксибутират, співвідношення жир/білок, лактація.

Кетоз є одним із найбільш поширених метаболічних захворювань високопродуктивних молочних корів у період ранньої лактації, що зумовлює економічні втрати й негативно впливає на добробут тварин [1]. Наявність субклінічного кетозу підвищує ризик розвитку виробничо-зумовлених патологій, зокрема клінічного кетозу, зміщення сичуга, затримки посліду, маститу, метриту та кульгавості [2]. Крім того, спостерігається зниження молочної продуктивності, погіршення відтворної здатності та збільшення рівня вибракування корів, що призводить до суттєвих економічних втрат.

За субклінічного кетозу визначають підвищується концентрація циркулюючих кетонових тіл, передусім β -гідроксибутирату, за відсутності клінічних ознак захворювання. Патологічний стан характеризується підвищеним рівнем кетонових тіл у крові, а також їх появою в молоці та сечі. У більшості досліджень пороговим значенням для діагностики субклінічного кетозу вважають концентрацію β -гідроксибутирату в крові $\geq 1,2$ ммоль/л. Саме визначення β -гідроксибутирату у крові вважається “золотим стандартом” діагностики кетозу [1].

Водночас у практичних умовах застосування цього методу може бути обмеженим через необхідність забору крові та лабораторного аналізу. Крім того, за тяжких порушень функції печінки синтез кетонових тіл може бути зміненим, що потенційно ускладнює інтерпретацію результатів. Саме тому

актуальним є пошук альтернативних або додаткових індикаторів метаболічного статусу, зокрема аналіз показників молока. У наукових роботах показано, що підвищення співвідношення масової частки жиру до білка в молоці ($>1,4$ – $1,5$) асоціюється з негативним енергетичним балансом і підвищеним ризиком субклінічного кетозу в ранній лактації. Таким чином, співвідношення жир/білок може використовуватися як доступний скринінговий маркер для раннього виявлення корів групи ризику.

Метою роботи було визначити діагностичну цінність співвідношення жиру та білка у молоці корів як маркера субклінічного кетозу в період ранньої лактації.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження виконували на базі науково-дослідної лабораторії ветеринарно-санітарної експертизи Білоцерківського національного аграрного університету та у Експертному центрі діагностики та лабораторного супроводу "Біолайтс".

У дослідженні використовували зразки сирого молока, відібрані від корів чорно-рябої голштинізованої породи у період ранньої лактації (до 30-ї доби після отелення) в одному з господарств Черкаської області. Відбір проб здійснювали після ранкового доїння з дотриманням вимог асептики, а транспортування до лабораторії проводили за умов холодового ланцюга.

Масову частку жиру в молоці визначали відповідно до вимог ДСТУ ISO 488:2007 "Молоко. Визначення масової частки жиру. Метод Гербера", який є ідентичним перекладом міжнародного стандарту ISO 488:1983 "Milk – Determination of fat content – Gerber butyrometers" [3].

Масову частку білка визначали згідно з ДСТУ ISO 8968-1:2005 (IDF 20-1:2001, IDT) "Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод К'ельдаля" [4].

Поряд із визначенням співвідношення жиру та білка в молоці корів визначали концентрацію β -гідроксибутирату у крові. Дослідження проводили з використанням портативного електрохімічного аналізатора FreeStyle Optium Neo із тест-смужками для визначення кетонів у цільній крові. Субклінічний кетоз діагностували за концентрації β -гідроксибутирату $\geq 1,2$ ммоль/л.

Результати дослідження. Молочні корови страждають від негативного енергетичного балансу протягом перших двох тижнів лактації, високої мобілізації ліпідів із запасів жиру в організмі, кетогенезу та гіпоглікемії [1]. Частина мобілізованих вільних жирних кислот безпосередньо включається до молочного жиру, що призводить до збільшення його масової кількості у молоці. Разом з тим, масова частка молочного жиру дещо зменшується через зменшення постачання енергії. Співвідношення жиру до білка у молоці використовується для моніторингу поширеності субклінічної форми кетозу у стаді [5]. Співвідношення жир/білок більше 1,5 вказує на субклінічну форму кетозу, тоді як значення нижче 1,1 вказує на ацидоз рубця [1, 5]. Використовуючи рівень β -гідроксибутирату у крові 1,2 ммоль/л або вище як порогову концентрацію для субклінічної форми кетозу, як відсоток жиру в день тестування, так і відсоток білка в день тестування були суттєво пов'язані.

Таблиця 1. – Показники масової частки жиру, білка та їх співвідношення у молоці корів

Показники	Min	Max	Mean
Масова частка жиру, %	3,8	4,8	4,3
Масова частка білка, %	2,7	3,2	2,9
Жир/білок	1,4	1,5	1,48

За результатами дослідження встановлено, що масова частка жиру в молоці корів коливалася в межах 3,8–4,8 %, середнє значення становило 4,3 %. Масова частка білка варіювала від 2,7 до 3,2 %, із середнім показником 2,9 % (див. табл. 1).

Співвідношення жир/білок перебувало в межах 1,4–1,5, середнє значення становило 1,48, що перевищує порогове значення 1,4, яке в літературі розглядається як індикатор ризику розвитку субклінічного кетозу в період ранньої лактації (табл. 1). Підвищення співвідношення жир/білок у досліджених корів, ймовірно, пов'язане з негативним енергетичним балансом та мобілізацією жирових резервів організму.

Для підтвердження метаболічного статусу тварин паралельно визначали концентрацію кетонових тіл у крові. За результатами досліджень у 18 із 25 корів (72 %) рівень β -гідроксибутирату перебував у межах 0,6–0,8 ммоль/л, що відповідає фізіологічній нормі. У 7 корів (28 %) концентрація β -гідроксибутирату становила 1,1–1,2 ммоль/л, що відповідає пограничним або пороговим значенням субклінічного кетозу. Отримані дані свідчать про наявність у частини корів ризику розвитку метаболічних порушень у ранній лактації.

Висновок. 1. Отримані результати підтверджують доцільність використання співвідношення жир/білок як скринінгового маркера метаболічних порушень та зумовлюють необхідність подальших досліджень для уточнення його діагностичної чутливості й специфічності у поєднанні з визначенням β -гідроксибутирату.

Список літератури

1. Djoković R., Ilić Z., Kurćubić V., [et al.]. Diagnosis of subclinical ketosis in dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2019. Т. 35, № 2. С. 111–125.
2. Cejna V., Chladek G. The importance of monitoring changes in milk fat to milk protein ratio in Holstein cows during lactation. *Journal of Central Europe Agriculture*. 2005, (6). P. 539–546.
3. ДСТУ ISO 488:2007 Молоко. Визначання масової частки жиру. Жироміри Гербера (ISO 488:1983, IDT). Чинний від 2009-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2008. 16 с.
4. ДСТУ ISO 8968-1:2005 (IDF 20-1:2001) Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод К'ельдаля (ISO 8968-1:2001, IDF 20-1:2001, IDT). Чинний від 2005-07-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2005. 18 с.
5. Jenkins T.N., Pena G., Risco C., [at all.]. Utility of inline milk fat and protein ratio to diagnose subclinical ketosis and to assign propylene glycol treatment in lactating dairy cows. *Canadian Veterinary Journal*. 2015, (56). P. 850–854.