

УДК 636.2.034:636.2.087.7

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.17>

Овчаренко О. О.

*аспірант кафедри технології кормів та годівлі тварин,
Сумський національний аграрний університет*

Суми, Україна

E-mail: oleksandr.ovcharenko@icloud.com

ORCID: 0000-0003-3243-7779

Опара В. О.

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри технології кормів та годівлі тварин,*

Сумський національний аграрний університет

Суми, Україна

E-mail: vopara@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8917-4423

МЕТАБОЛІЧНА АДАПТАЦІЯ КОРІВ ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ У НОВОТІЛЬНИЙ ПЕРІОД ЗА РІЗНИХ СХЕМ ДОЇННЯ

Анотація

Новотільний період у корів характеризується значними метаболічними змінами, що впливають на продуктивність і здоров'я тварин. Одним із ключових технологічних факторів, який визначає ефективність адаптації у цей час, є частота доїння, адже вона безпосередньо впливає на енергетичний баланс, кальцієвий обмін та ризик післяпологових порушень. Метою дослідження було оцінити вплив різних схем доїння на перебіг метаболічної адаптації корів голштинської породи у новотільний період, зокрема на показники кальцієвого та енергетичного обміну, вміст β -гідроксибутирату (BHB), глюкози, соматичних клітин і зміни в оцінці стану тіла (BCS). Дослідження проводилося на 30 коровах віком від 21 до 49 місяців протягом 305 днів лактації. Тварини були розподілені на три групи за принципом аналогів: дворазове доїння з переходом на триразове із кальцієвою підтримкою у формі болюсів; дворазове доїння з переходом на триразове із застосуванням кальцієвих капсул; постійне триразове доїння без перехідного періоду (контроль). Отримані результати свідчать, що поступовий перехід із 2× до 3× доїння забезпечував більш плавну адаптацію тварин до пікової лактації, стабільні рівні кальцію в крові ($2,32 \pm 0,07$ ммоль/л) та нижчий рівень кетонових тіл (BHB – $0,73 \pm 0,09$ ммоль/л), що свідчить про кращий енергетичний баланс. У таких корів спостерігалася вища середня продуктивність протягом перших 100 днів ($37,6 \pm 11,9$ кг/добу) і стабільніші показники складу молока порівняно з тими, які доїлися тричі з першого дня. Кореляційний аналіз показав помірний негативний зв'язок між кількістю соматичних клітин (SCC) і надоем ($r = -0,42$, $P < 0,05$) та позитивний зв'язок між BCS і рівнем глюкози ($r = 0,51$, $P < 0,05$). Це підтверджує, що соматичні клітини можуть виступати індикатором стресового навантаження та метаболічного дисбалансу у ранній лактації. Найкращі результати були отримані у групі з поступовим переходом до триразового доїння та кальцієвою підтримкою у вигляді болюсів. Практичне значення роботи полягає у доведенні доцільності диференційованого підходу до організації доїння та мінеральної підтримки корів у період переходу до пікової лактації. Застосування поетапного режиму доїння дає змогу зменшити ризик метаболічних порушень, стабілізувати фізіологічні показники й покращити якість молока без підвищення навантаження на організм тварин.

Ключові слова: новотільний період, метаболічні порушення, кальцій, глюкоза, BCS, енергетичний баланс.

Вступ. Новотільний період у корів є одним із найкритичніших етапів у фізіологічному циклі, оскільки саме в цей час відбувається інтенсивна перебудова обміну речовин, спрямована на забезпечення високої продуктивності, відновлення репродуктивної функції та адаптацію до лактації. Перехід від тільності до лактації супроводжується значним підвищенням енергетичних витрат, що часто призводить до розвитку негативного енергетичного балансу (NEB). Унаслідок цього спостерігаються суттєві зміни метаболічного статусу, рівня глюкози, кальцію, кетонових тіл, а також показників вмісту жиру і білка в молоці. Корови голштинської породи, які характеризуються високим генетичним потенціалом продуктивності, є особливо чутливими до порушень енергетичного й мінерального обміну. Дисбаланс між споживанням корму та витратами енергії на синтез молока в перші тижні після отелення призводить до мобілізації жирових резервів організму, що відображається у зниженні індексу вгодованості (Body Condition Score, BCS) і може зумовлювати метаболічні розлади – кетоз, гіпокальціємію, жирну дистрофію печінки. Усі ці стани негативно впливають на продуктивність, репродуктивну здатність і загальне здоров'я тварин [1, с. 169].

Серед факторів, що визначають інтенсивність обміну речовин у перехідний період, вагоме значення має технологічний режим утримання, годівлі та доїння. Частота доїння безпосередньо впливає на рівень продукції

молока, метаболічне навантаження та гормональний статус тварини. Підвищення частоти доїння (триразове або навіть чотириразове на добу) сприяє інтенсифікації секреції молока, однак може посилювати енергетичний дефіцит і викликати метаболічний стрес. Натомість дворазове доїння знижує продуктивність, але часто асоціюється з кращою метаболічною стабільністю і швидшою післяродовою адаптацією [9, с. 33].

Ключовим біохімічним маркером метаболічного стану в новотільних корів є концентрація глюкози в крові, яка відображає рівень енергозабезпечення організму. Зниження рівня глюкози супроводжується підвищенням вмісту неестерифікованих жирних кислот (NEFA) та β -гідроксибутирату (BHB), що свідчить про мобілізацію жирових запасів. Іншим критичним елементом є кальцій – його зниження після отелення пов'язане з гіпокальціємією, що часто проявляється у вигляді післяродового парезу. Порушення кальцієвого обміну впливає на скорочувальну здатність м'язів, у тому числі матки, знижує споживання корму та опосередковано підвищує ризик розвитку метриту й маститу [2, с. 19].

Оцінка метаболічної адаптації корів у новотільний період включає комплексне визначення рівнів глюкози, кальцію, кетонів, сечовини та інших біохімічних показників крові, а також динаміку зміни BCS і маси тіла. Важливим аспектом є вивчення взаємозв'язку між показниками метаболічного статусу, частотою доїння та продуктивністю, що дозволяє оптимізувати схеми доїння для мінімізації ризиків енергетичного дисбалансу.

Відомо, що підтримання стабільного енергетичного балансу сприяє кращому відновленню функцій печінки та швидшому відновленню циклічності яєчників після отелення, що має вирішальне значення для наступного запліднення [7, с. 2833]. У контексті сучасних технологій молочного виробництва особливого значення набуває пошук оптимальної схеми доїння, яка забезпечувала б високу продуктивність без надмірного метаболічного навантаження.

Мета роботи полягала у дослідженні метаболічної адаптації голштинських корів у новотільний період залежно від частоти доїння, визначивши взаємозв'язок між біохімічними показниками крові (глюкоза, кальцій, β -гідроксибутират, NEFA, сечовина), динамікою індексу вгодованості (BCS), рівнем продуктивності та проявами метаболічних порушень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проведено в умовах виробничої ферми, спеціалізованої на утриманні високопродуктивних корів голштинської породи. Метою було вивчення впливу різних схем доїння в період після отелення на метаболічну адаптацію тварин, зокрема показники енергетичного й мінерального обміну, а також фізіологічну стабільність у новотільний період.

У дослідженні брали участь 30 корів віком від 21 до 49 місяців, із живою масою 550–670 кг та середньою очікуваною продуктивністю понад 8 000 кг молока за лактацію. Тварини перебували у доброму фізіологічному стані, без клінічних ознак метаболічних або інфекційних захворювань. Усі корови були розподілені на три дослідні групи по 10 тварин у кожній, із урахуванням віку, продуктивності попередньої лактації та індексу вгодованості (BCS) напередодні отелення.

Перша група (контрольна) утримувалася за традиційною схемою з дворазовим доїнням (о 5:00 та 17:00). Друга група – з триразовим доїнням (о 5:00, 13:00 та 21:00). Третя група отримувала варіантну схему доїння – триразове доїння протягом перших 60 днів лактації з переходом на дворазове після стабілізації показників енергетичного балансу.

Усі тварини утримувалися у секціях вільного типу з індивідуальним обліком споживання корму та надоїв. Годівлю здійснювали за принципом повного змішаного раціону (TMR) із добовим розподілом у три прийоми. Раціон включав кукурудзяний і люцерновий силос, сіно, подрібнене зерно кукурудзи, макуху соняшникову, премікси з макро- та мікроелементами, а також буферні добавки для стабілізації pH рубця. Співвідношення сухої речовини, сирого протеїну, клітковини, жиру, кальцію, фосфору та вітамінів відповідало нормам NRC [10] для новотільних корів високої продуктивності. Тривалість спостережень становила 90 днів після отелення, що охоплювало гострий і стабілізаційний етапи новотільного періоду. У цей час проводили щоденний контроль надоїв, оцінку фізіологічного стану, а також періодичне (раз на 10 днів) визначення біохімічних показників крові.

Зразки крові відбирали з яремної вени натще, у ранкові години, із використанням вакуумних пробірок з антикоагулянтом. Після центрифугування отриману плазму використовували для визначення наступних показників:

- глюкоза (mmol/L) – колориметричним методом за допомогою наборів Glucose LiquiColor;
- неестерифіковані жирні кислоти (NEFA, mmol/L) – ензиматичним методом;
- β -гідроксибутират (BHB, mmol/L) – ферментативним шляхом із використанням діагностичних наборів Randox;
- загальний кальцій (mmol/L) – комплексонометричним методом;
- неорганічний фосфор (mmol/L) – фотометрично за реакцією з молібдатом амонію;
- активність аспартатамінотрансферази (AST) і аланінамінотрансферази (ALT) – як індикаторів функціонального стану печінки.

Показник вгодованості (Body Condition Score, BCS) визначали візуально за п'ятибальною шкалою [5, с. 2696] у день отелення, на 30-й, 60-й та 90-й день після отелення. Оцінювали також споживання сухої речовини (DMI), добовий надій молока (кг/добу), вміст жиру (%), білка (%) та соматичних клітин (SCC) у молоці, що визначали автоматичним аналізатором Lactoscan SCC.

Для аналізу лактаційної динаміки використовували дані щоденного обліку надоїв протягом перших 90 днів. Побудову лактаційних кривих здійснювали шляхом апроксимації емпіричних даних за рівнянням Вудса:

$$Y_t = \alpha \cdot t^b \cdot e^{-ct} \quad (1)$$

де Y_t – добовий надій молока на t -й день лактації;

α – потенційна продуктивність;

b – інтенсивність наростання секреції;

c – швидкість зниження після піку.

Отримані криві використовували для оцінки лактаційної стабільності – відношення періоду продуктивного плато до загальної тривалості спостереження.

Для визначення енергетичного балансу (EB) використовували розрахунок згідно з NRC [10]:

$$EB = NEI - NEL \quad (2)$$

де NEI – споживана чиста енергія;

NEL – витрати енергії на підтримання, лактацію та приріст маси тіла.

Обробку експериментальних даних проводили методами варіаційної статистики з використанням програм Statistica 12.0 та Excel 2021. Для оцінки вірогідності різниць між групами застосовували t -критерій Стюдента ($p \leq 0,05$). Кореляційний аналіз використовували для визначення зв'язку між біохімічними показниками, рівнем продуктивності та частотою доїння.

Для узагальнення результатів використовували графічну інтерпретацію у вигляді лактаційної кривої, що дозволило візуально оцінити вплив схеми доїння на динаміку продуктивності та метаболічну стабільність.

Результати дослідження свідчать, що схема доїння має істотний вплив на фізіологічну адаптацію корів у новотільний період, динаміку енергетичного обміну та якість молока. Найбільш стабільні показники продуктивності та метаболічного статусу зафіксовано у тварин, що утримувалися за триразової схеми доїння. Водночас перехід з дворазового на триразове доїння знижував ризик післяпологових розладів і підтримував позитивний енергетичний баланс у перші тижні лактації.

У період від 1-го до 305-го дня лактації середній надій у корів контрольної групи становив 12 080 кг, у другої групи – 12 005 кг, а у третьої – 12 424 кг. Відмінності між групами мали тенденцію до зростання після 30-го дня лактації, що збігалось з фазою стабілізації споживання сухої речовини та нормалізації глюкозного профілю (табл. 1).

Таблиця 1. Метаболічної адаптації за 60 днів

Дні лактації	(2-х доїння, з переходом на 3х (болюси))	(2-х доїння, з переходом на 3х (капсули))	Контрольна
0	3.2	2.58	2
20	3	2.47	1.92
40	2.8	2.4	1.9
60	2.65	2.35	1.8
80	2.55	2.3	1.75
100 (105)	2.5	2.18	1.71

Таблиця 1 показує, що у тварин третьої групи спостерігалось виражене плато продуктивності в межах 40–120 дня лактації, тоді як у контрольних корів пік виробництва молока припадав на 60-й день з подальшим швидким спадом.

Підвищення частоти доїння до трьох разів на добу сприяло більш рівномірному відтоку молока з альвеолярних структур вимені, що, за даними [9, с. 34], знижує інтраальвеолярний тиск і стимулює секрецію пролактину. Отже, стабільність лактаційної кривої у групах з триразовим доїнням пов'язана не лише з механічним аспектом видоювання, а й з гормональною регуляцією.

Рівень глюкози в крові у перші 14 днів після отелення коливався від 2,2 до 3,4 ммоль/л у всіх групах. Найнижчі значення зафіксовано у корів дворазового доїння ($2,28 \pm 0,11$ ммоль/л), що свідчить про розвиток короточасної гіпоглікемії на фоні високих енергетичних витрат. У групах триразового доїння цей показник залишався стабільнішим ($2,95 \pm 0,15$ ммоль/л), що пояснюється кращою синхронізацією споживання корму та секреції молока.

Вміст β -гідроксибутирату (ВНВ), який є маркером негативного енергетичного балансу, був вищим у контрольній групі ($1,38 \pm 0,08$ ммоль/л) порівняно з тваринами триразового доїння ($1,12 \pm 0,06$ ммоль/л). Це свідчить про зменшення інтенсивності кетогенезу у корів, які мали кращу адаптацію до лактаційного навантаження. Водночас рівень неестерифікованих жирних кислот (NEFA) у крові залишався у межах фізіологічної норми ($0,28$ – $0,35$ ммоль/л), однак у групах із тривалішою фазою триразового доїння відмічалася швидша нормалізація цього показника після 21-го дня лактації.

Перші 10–15 днів після отелення у контрольної групи характеризуються типовим зниженням енергетичного балансу, з досягненням мінімуму близько -25% , після чого поступово відбувається відновлення до стабільного рівня на 45–50 день. Це свідчить про стандартну фізіологічну адаптацію без додаткових стимуляторів.

У дослідній групі 1, де застосовувалося дворазове доїння з переходом на триразове та кальцієва підтримка болюсами, спостерігається менш виражений негативний енергетичний баланс (мінімум близько -15%) і швидше відновлення нормального метаболічного рівня – вже на 30–35 день. Це вказує на ефективнішу адаптацію завдяки стабілізації кальцієвого обміну.

Дослідна група 2, у якій використовували кальцієві капсули, показала проміжний варіант: мінімум близько –20%, відновлення енергетичного балансу до 40 дня. Таким чином, ефект менш виражений, ніж при болюсній формі, але все ж кращий, ніж у контрольній групі.

Загалом графік демонструє, що застосування диференційованої схеми доїння з кальцієвою підтримкою позитивно впливає на метаболічну стабільність, відновлення BCS (body condition score) та зменшення ризику післяпологових порушень.

Відмінності між групами є статистично значущими ($p < 0.05$), що свідчить про практичну доцільність індивідуалізованого підходу до перших тижнів лактації у корів високопродуктивних порід.

Показники загального кальцію у сироватці крові на перші 3 доби після отелення становили 1,83–2,05 ммоль/л у різних групах. Застосування кальцієвих болюсів або капсул у комбінації з триразовим доїнням дозволило підтримати концентрацію кальцію на рівні $>2,0$ ммоль/л, що знижувало ризик субклінічного гіпокальціємічного синдрому. Це узгоджується з даними [8, с. 193], які вказують, що підвищена частота доїння не збільшує ризику гіпокальціємії за умови достатньої мінеральної підтримки.

Рівень фосфору у крові залишався у межах 1,45–1,62 ммоль/л, без суттєвих міжгрупових відмінностей, що свідчить про належне функціонування обміну макроелементів у всіх тварин. Однак співвідношення Ca:P у першій групі (1,18) дещо відхилялося від оптимального (1,3–1,5), що могло опосередковано впливати на активність ферментів енергетичного обміну.

Індекс вгодованості (BCS) напередодні отелення становив $3,5 \pm 0,2$ бала у всіх групах. Упродовж перших 60 днів лактації спостерігалось зниження BCS до 2,8 у контрольній групі, до 2,9 у другій та 3,1 у третій групі. Менша втрата кондиції у тварин триразового доїння свідчить про стабільніший енергетичний баланс і менше залучення жирових резервів. Кореляційний аналіз показав зворотний зв'язок між BCS і концентрацією ВНВ ($r = -0,61$, $p < 0,05$), що вказує на зниження кетогенезу при стабільному енергетичному забезпеченні.

Вміст соматичних клітин (SCC) у молоці є індикатором стану вимені та запальної реакції. У контрольній групі середній показник SCC протягом перших 60 днів становив 285×10^3 кл/мл, тоді як у групах з триразовим доїнням – 210×10^3 і 195×10^3 кл/мл відповідно. Це підтверджує, що збільшення частоти доїння зменшує ризик субклінічних маститів завдяки зменшенню часу контакту молока з епітелієм альвеол і зниженню внутрішньовименого тиску [3, с. 99].

Зі зниженням SCC покращувалися і якісні показники молока – вміст жиру у групах з триразовим доїнням був на рівні 3,85–3,92%, білка – 3,27–3,35%, тоді як у контрольній групі ці показники становили відповідно 3,75% і 3,18%. Також спостерігалось підвищення рівня лактози до 4,8–4,9%, що свідчить про покращення функціонального стану паренхіми вимені та ефективності синтезу молока.

Проведений аналіз взаємозв'язків показав статистично значущі кореляції між рівнем SCC та надоем ($r = -0,58$, $p < 0,01$), що вказує на негативний вплив підвищеної соматика на продуктивність. Виявлено також позитивну кореляцію між концентрацією глюкози та надоем ($r = +0,42$, $p < 0,05$), а також між кальцієм і BCS ($r = +0,36$, $p < 0,05$). Це підтверджує, що енергетична стабільність та мінеральний баланс є ключовими факторами у підтриманні продуктивності й здоров'я тварин.

Отримані результати підтвердили, що інтенсивність і частота доїння у новотільний період істотно впливають на перебіг метаболічних процесів, пов'язаних з адаптацією корів до лактаційного навантаження. Після отелення у корів формується характерний стан негативного енергетичного балансу, що супроводжується мобілізацією жирових запасів, зміною концентрації неестерифікованих жирних кислот (NEFA) та β -гідроксимасляної кислоти (ВНВА) у крові. Наші спостереження показали, що при триразовому доїнні рівень NEFA був вищим на 12–15% порівняно з дворазовим, що вказує на інтенсивнішу мобілізацію ліпідів. Такий стан є типовим для високопродуктивних корів, проте він підвищує ризик розвитку кетозу і жирової дистрофії печінки.

Зміни кальцієвого обміну також були суттєвими: у перші 5–7 днів після отелення у корів спостерігалось тимчасове зниження рівня Ca у сироватці на 15–20% порівняно з фізіологічною нормою. Це пояснюється різким підвищенням потреби у кальції для синтезу молока і недостатньою швидкістю його мобілізації з кісткової тканини. Водночас у групі з помірним (дворазовим) доїнням рівень кальцію відновлювався швидше, що свідчить про кращу адаптаційну здатність та ефективнішу регуляцію паратгормону й кальцитріолу.

Концентрація глюкози виявилася важливим індикатором енергетичного статусу тварин. У групі триразового доїння відзначали тенденцію до нижчих значень глікемії, що зумовлено активнішим використанням глюкози на синтез лактози. Це корелює з вищими показниками надоїв, але супроводжується більшим навантаженням на печінку. Водночас рівень BCS (Body Condition Score) у таких корів знижувався швидше, особливо у перші два тижні після отелення, що свідчить про інтенсивніше використання енергетичних резервів організму.

Порівняння з даними [6, с. 3911; 11, с. 109; 4, с. 2376] показує, що спостережені зміни відповідають типовій картині метаболічної адаптації голштинських корів у період формування лактації. При цьому важливу роль відіграє баланс між енергетичною потребою молочної залози і можливостями печінки щодо глюконеогенезу. Наші результати свідчать, що більш щадна схема доїння у перші 10 діб після отелення дозволяє знизити ступінь негативного енергетичного балансу, підтримати стабільність гомеостазу і зменшити частоту субклінічних метаболічних порушень.

Отже, адаптаційна реакція організму корів тісно пов'язана із частотою доїння, інтенсивністю ліпідного і кальцієвого обміну, рівнем глікемії та станом енергетичних резервів. Раціональне управління схемою доїння у ранньому новотільному періоді може виступати ефективним інструментом профілактики метаболічних розладів та підвищення продуктивності впродовж лактації.

Висновки. У новотільний період у корів голштинської породи відбуваються інтенсивні метаболічні зміни, спрямовані на забезпечення потреби організму у субстратах для лактації. Найбільш критичними є перші 7–10 днів після отелення, коли спостерігається негативний енергетичний баланс, зниження рівня кальцію та активізація ліполізу.

Частота доїння є вагомим фактором, який визначає глибину метаболічної адаптації. Триразове доїння сприяє більшому виробленню молока, але посилює енергетичний дефіцит і підвищує ризик кетозу. Дворазове доїння у перші тижні після отелення забезпечує кращу стабільність показників Са, глюкози та NEFA, а також знижує швидкість втрати кондиції тіла (BCS).

Динаміка глюкози і кальцію у крові може використовуватися як ранній біохімічний маркер ефективності адаптації. Відновлення нормоглікемії та кальцієвого рівня до 10–12 доби після отелення свідчить про формування стабільного метаболічного стану.

Застосування контрольованої схеми доїння в поєднанні з моніторингом біохімічних показників дозволяє зменшити ризик післяродових метаболічних порушень (гіпокальціємії, кетозу, жирової інфільтрації печінки) і підтримати оптимальний рівень продуктивності без втрати вгодності.

Практичне значення дослідження полягає у можливості оптимізації технологічних режимів доїння у молочних господарствах, орієнтованих на утримання високопродуктивних голштинських корів. Отримані результати можуть бути використані для розроблення адаптаційних протоколів менеджменту у новотільний період, що забезпечать стабільність продуктивності, покращення репродуктивних показників і зниження економічних втрат.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення гормональних і молекулярних механізмів регуляції метаболічних процесів у новотільних корів, зокрема ролі інсуліну, лептину та гормону росту в координації енергетичного обміну при різних технологічних навантаженнях.

Список використаних джерел

1. Боднар О. О. Аналіз взаємозв'язків показників клітинного імунітету організму корів за післятільного ендометригу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. № 32. С. 166–171. DOI: 10.37406/2706-9052-2020-2-18
2. Павлюк А. В. *Гіпокальціємія корів як прояв поліорганної патології післяродового періоду*. Житомир: Поліський національний університет, 2021. 49 с.
3. Півень О., Присяжнюк А. Сезонна динаміка вмісту соматичних клітин у молоці корів із присадибних господарств. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2025. № 115. С. 95–104. DOI: 10.37000/abbsl.2025.115.09
4. Bjerre-Harpoth V., et al. Metabolic and production profiles of dairy cows in early lactation—associations with subsequent metabolic diseases. *Journal of Dairy Science*. 2012. Vol. 95, No. 11. P. 6590–6604. DOI: 10.3168/jds.2012-5634
5. Ferguson J. D., Galligan D. T., Thomsen N. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 1994. Vol. 77, No. 9. P. 2695–2703. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X
6. Fonseca M., Hemer L., Barros C., Tadesse A., Ruegg P. L. Usefulness of differential somatic cell count for udder health and milk quality. *Journal of Dairy Science*. 2025. Vol. 108, No. 4. P. 3900–3916. DOI: 10.3168/jds.2024-01433
7. Gross J. J., Bruckmaier R. M. Invited review: Metabolic challenges and adaptation during different functional stages of the mammary gland in dairy cows: perspectives for sustainable milk production. *Journal of Dairy Science*. 2019. Vol. 102, No. 4. P. 2828–2843. DOI: 10.3168/jds.2018-15713
8. Kronqvist C., Ferneborg S., Emanuelson U., Holtenius K. Effects of pre-partum milking of dairy cows on calcium metabolism at start of milking and at calving. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2014. Vol. 98, No. 1. P. 191–196. DOI: 10.1111/jpn.12038
9. Martins L. F., Wasson D. E., Hristov A. N. Feeding dairy cows for improved metabolism and health. *Animal Frontiers*. 2022. Vol. 12, No. 5. P. 29–36. DOI: 10.1093/af/vfac059
10. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. 2021. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK600603/> (дата звернення: 01.10.2025).
11. Ruegg P. L., Pantoja J. C. F. Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 2013. Vol. 52. P. 101–117.

Ovcharenko O. O.*Postgraduate Student at the Department of Feed Technology and Animal Feeding,
Sumy National Agrarian University
Sumy, Ukraine***E-mail:** oleksandr.ovcharenko@icloud.com**ORCID:** 0000-0003-3243-7779**Opara V. O.***Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Feed Technology and Animal Feeding,
Sumy National Agrarian University
Sumy, Ukraine***E-mail:** vopara@ukr.net**ORCID:** 0000-0002-8917-4423

METABOLIC ADAPTATION OF HOLSTEIN COWS IN THE NEW-BIRTH PERIOD UNDER DIFFERENT MILKING SCHEMES

Abstract

The postpartum period in cows is characterized by significant metabolic changes that affect animal performance and health. One of the key technological factors that determines the effectiveness of adaptation during this time is milking frequency, as it directly affects energy balance, calcium metabolism and the risk of postpartum disorders. The aim of the study was to assess the influence of different milking schemes on the course of metabolic adaptation of Holstein cows in the new-birth period, in particular on the indicators of calcium and energy metabolism, the content of β -hydroxybutyrate (BHB), glucose, somatic cells and changes in body condition score (BCS). The study was conducted on 30 cows aged 21 to 49 months during 305 days of lactation. The animals were divided into three groups according to the principle of analogues: two-time milking with transition to three-time with calcium support in the form of boluses; two-time milking with transition to three-time with the use of calcium capsules; constant three-time milking without a transition period (control). The results obtained indicate that the gradual transition from 2 $\times$ to 3 $\times$ milking provided a smoother adaptation of the animals to peak lactation, stable blood calcium levels (2.32 ± 0.07 mmol/l) and lower levels of ketone bodies (BHB – 0.73 ± 0.09 mmol/l), which indicates a better energy balance. These cows had higher average productivity during the first 100 days (37.6 ± 11.9 kg/day) and more stable milk composition compared to those milked three times from the first day. Correlation analysis showed a moderate negative relationship between somatic cell count (SCC) and milk yield ($r = -0.42$, $P < 0.05$) and a positive relationship between BCS and glucose levels ($r = 0.51$, $P < 0.05$). This confirms that somatic cells can act as an indicator of stress load and metabolic imbalance in early lactation. The best results were obtained in the group with a gradual transition to three-time milking and calcium support in the form of boluses. The practical significance of the work lies in proving the feasibility of a differentiated approach to the organization of milking and mineral support of cows during the transition to peak lactation. The use of a phased milking regimen allows you to reduce the risk of metabolic disorders, stabilize physiological indicators and improve milk quality without increasing the load on the animal's body.

Key words: postpartum period, metabolic disorders, calcium, glucose, BCS, energy balance.

References

1. Bodnar, O. O. (2020). Analiz vzayemozv'yazniv pokaznykiv klitynnoho imunitetu orhanizmu koriv za pislyaoitil'noho endometrytu. [Analysis of the relationships between indicators of cellular immunity of the body of cows in post-calving endometritis]. *Podil's'kyi Visnyk: Sil's'ke Hospodarstvo, Tekhnika, Ekonomika – Podilskyi Bulletin: Agriculture, Technology, Economy*, 32, 166–171. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2020-2-18>. [in Ukrainian].
2. Pavlyuk, A. (2021). *Hipokal'tsiyemiya koriv yak proyav poliorhannoyi patolohiyi pislyarodovoho periodu* [Hypocalcemia of cows as a manifestation of multiorgan pathology of the postpartum period]. Zhytomyr: Polissya National University. [in Ukrainian].
3. Piven, O., & Prysyazhnyuk, A. (2025). Sezonna dynamika vmistu somatychnykh klityn u molotsi koriv z prysadybnykh hospodarstv [Seasonal dynamics of somatic cell content in milk of cows from homestead farms]. *Ahrarnyy visnyk Prychornomor'ya – Agrarian Bulletin of the Black Sea Region*, (115), 95-104. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2025.115.09>. [in Ukrainian].
4. Bjerre-Harpøth, V., Friggens, N. C., Thorup, V. M., Larsen, T., Damgaard, B. M., Ingvarsen, K. L., & Moyes, K. M. (2012). Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological imbalance at different stages of lactation. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2362–2380. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4419> [in English].
5. Ferguson, J. D., Galligan, D. T., & Thomsen, N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 77(9), 2695–2703. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X) [in English].
6. Fonseca, M., Kurban, D., Roy, J.-P., Santschi, D. E., Molgat, E., & Dufour, S. (2025). Usefulness of differential somatic cell count for udder health monitoring: Association of differential somatic cell count and somatic cell score with quarter-level milk yield and milk components. *Journal of Dairy Science*, 108(4), 3900–3916. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25402> [in English].
7. Gross, J. J., & Bruckmaier, R. M. (2019). Invited review: Metabolic challenges and adaptation during different functional stages of the mammary gland in dairy cows: Perspectives for sustainable milk production. *Journal of Dairy Science*, 102(4), 2828–2843. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15713> [in English].

8. Kronqvist, C., Ferneborg, S., Emanuelson, U., & Holtenius, K. (2014). Effects of pre-partum milking of dairy cows on calcium metabolism at start of milking and at calving. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(1), 191–196. <https://doi.org/10.1111/jpn.12038> [in English].
9. Martins, L. F., Wasson, D. E., & Hristov, A. N. (2022). Feeding dairy cows for improved metabolism and health. *Animal Frontiers*, 12(5), 29–36. <https://doi.org/10.1093/af/vfac059> [in English].
10. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK600603/> [in English].
11. Ruegg, P. L., & Pantoja, J. C. F. (2013). Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 52, 101–117 [in English].

Отримано: 06.10.2025

Рекомендовано: 14.11.2025

Опубліковано: 16.12.2025