

МЕТАБОЛІЧНИЙ ГОМЕОСТАЗ КОРІВ ШВИЦЬКОЇ ПОРОДИ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НА РАННІЙ СТАДІЇ ЛАКТОПОЕЗУ

Литвищенко Л. О., доцент, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва

Піщан І. С., старший викладач кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва, канд. с.-г. наук

Миколайчук Л. П., старший викладач кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва, доктор філософії, канд. с.-г. наук

Піщан С. Г., доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м.Дніпро, Україна

Розведення високопродуктивних молочних порід корів та впровадження інтенсивних технологій їх експлуатації має динамічну тенденцію динамічного зростання виробництва молока. У США продуктивність корів упродовж останніх років подвоїлося і зараз майже в шість разів більше, ніж 100 років тому [1]. При цьому, якщо здоров'я вимені залишається практично незмінним, то загальний стан організму високопродуктивних тварин сильно змінився, оскільки спостерігається значна кількість технологічних розладів (гіпокальціємія, кетоз, ліпідоз печінки, зміщення сичуга, мастит) та суттєво знизилася репродуктивна здатність на фоні скорочення термінів господарського використання тварин [2–6].

Як відмічають вчені, найскладнішим періодом для молочних корів є початок лактогенезу та рання стадія лактопоезу, під час яких відбуваються адаптивні реакції на новий фізіологічний стан, тобто гомеорез (homeorhesis) [7]. Bauman та Currie (1980) відмічають, що під час гомеоретичної адаптації підвищена метаболічна активність організму тварин спрямовує поживні речовини переважно до вимені. Але, як наголошують Trevisi et al. (2012), McArt et al. (2012) та Zarrin et al. (2017), надмірний ліполіз і кетогенез на ранніх стадіях лактації в поєднанні зі зниженою імунною функцією, ще більше посилюють розлади здоров'я корів. Дослідження Bauman and Currie (1980) та Gross et al. (2011) показали, що під час ранньої лактації корів молочна продуктивність ще більше зростає, незважаючи на наявність енергетичного дисбалансу, який триває упродовж перших 6–8 тижнів лактації, а іноді навіть і довше [10].

Надмірне зростання живої маси корів у сухостійний період, як вказують Schuh et al. (2019), є також проблематичним, оскільки воно пов'язане із суттєвим підвищенням швидкістю ліполізу порівняно з худими коровами. Це посилює метаболічне навантаження у корів і створює більший ризик розвитку метаболічних захворювань [13]. Хоча, підвищене метаболічне навантаження не обов'язково супроводжується поганим станом здоров'я тварин, що вказує на стійкість метаболізму. Ступінь метаболічного стресу молочних корів на початку лактації не

пов'язана із загальною продуктивністю упродовж господарського використання [14, 15].

Тим не менше, як відмічає Josef J. Gross (2023), середня молочна продуктивність лактуючих корів, швидше за все, продовжить зростати. При цьому, проміжний метаболізм у багатьох корів вже близький до своїх функціональних меж або перевищує їх, що призводить до збільшення розладів здоров'я. Але, все ж, велика кількість високопродуктивних молочних корів здатна справлятися з проблемами лактації та залишатися здоровими.

Huber et al. (2016) вказують на те, що схильність високопродуктивних корів до метаболічних розладів залежить від метаболічної адаптації на дуже ранній стадії лактації. Відхилення від метаболічного гомеостазу молочної корови проявляються відповідними змінами в рідинах організму, таких як кров, сеча, слина та молоко [17]. Останні аналітичні методи метаболоміки разом із біоінформатикою здатні точно виявляти широкий спектр факторів, пов'язаних із метаболічним статусом. Зміни метаболічних процесів в організмі корів дуже важливо виявляти на ранніх стадіях. Однією з таких ланок є проведення біохімічного дослідження крові, оскільки саме вона, перебуваючи в постійному контакті з органами і тканинами, приймає участь у всіх процесах обміну речовин в організмі.

Методологічною основою наукових досліджень були методи їх проведення у зоотехнічній практиці. Дані зоотехнічного та племінного обліку були зібрані по коровах (n=75 гол.) швіцької породи упродовж 2023–2024 рр. на МБК "Єкатеринославський" Дніпропетровської області. Дослідження продуктивних та метаболічних якостей швіцьких тварин проведено за методом збалансованих груп: I група (25 гол.) – тварини першої лактації із середньодобовим удоєм $23,5 \pm 0,53$ кг; II група (25 гол.) – первістки з добовою продуктивністю $25,5 \pm 0,77$ кг; III група тварин першої лактації (25 гол.) – добовий удій $28,5 \pm 1,20$ кг. Біохімічний аналіз крові корів трьох груп різного рівня молочної продуктивності (по 5 голів у кожній) проводили на 2–3 місяцях лактації. Отриманий цифровий матеріал опрацьований шляхом варіаційної статистики з використанням стандартного пакету прикладних статистичних програм „Microsoft Office Excel”.

J. J. Gross et al. (2016) відмічають, що незважаючи на активацію адаптивних механізмів для мобілізації поживних речовин із тканин організму для підтримки та виробництва молока, підвищене метаболічне навантаження все ще є фактором ризику для здоров'я тварин.

Як відомо, білки входять до складу всіх анатомічних структур, прискорюють біохімічні реакції в організмі корів, регулюють обмін речовин та синтезуються в печінці з амінокислот, які потрапляють з кормом. Відповідність рівня білкового забезпечення раціону біологічним потребам організму лактуючих первісток визначали за концентрацією загального білка та його фракцій в сироватці крові, білковому індексу та вмісту сечовини.

Білок крові складається із двох головних фракцій – альбумінової і глобулінової. Особлива роль в організмі тварин за альбумінами, які необхідні для синтезу

специфічних білків тканин. У нормі в сироватці крові тварин рівень альбуміни коливається у незначних межах і становить у середньому 30,0–35,5 г/л. Дослідження сироватки крові піддослідних тварин I і II показали, що рівень альбумінів дещо нижче нижнього рівня норми і становить в середньому відповідно 28,33 і 28,22 г/л. У цей же час у тварин III групи альбуміновий показник був відносно найменшим і знаходився на рівні 27,48 г/л.

Напроти, показник глобулінів у піддослідних тварин трьох груп був дещо вищий найвищого показника референтного значення. Так, у корів I групи його рівень становив у середньому 40,67 г/л, тоді як у тварин II групи він не опускався нижче 41,22 г/л. Відносно найвищим глобуліновим показником характеризувалися лактуючі корови III групи, у яких рівень глобулінів становив у середньому 45,44 г/л і перевищував тварин I групи на 10,5 %, а тварин II групи – на 9,29 %.

Добре відомо, що абсолютне значення концентрації альбумінів чи глобулінів в сироватці крові має менше інформативне значення, ніж їх співвідношення (норма 0,6–1,1), яке у великій мірі характеризує направленість та інтенсивність білкового обміну в цілому. При цьому головним виступає не скільки підвищення цього коефіцієнту, як його зниження. Розрахунковий коефіцієнт співвідношення білків сироватки крові корів I і II груп відповідав нормі і був майже рівним, оскільки становив відповідно 0,69 і 0,68 одиниці. При цьому, білковий коефіцієнт тварин III групи, хоча і відповідав нижній межі норми, та все ж був відносно найнижчим інших дослідних груп первісток і становив у середньому 0,6 одиниці.

Різні показники двох фракцій білка сироватки крові не призвели до загального порушення його значення у піддослідних тварин різного рівня молочної продуктивності. У нормі загальний білок сироватки крові корів повинен знаходитися в межах 67–75 г/л. У проведених дослідженнях рівень загального білка лактуючих тварин I і II групи відповідали нормі і становили відповідно 69,0 і 69,4 г/л. Натомість показник загального білка у найбільш продуктивних корів III групи знаходився на рівні 72,9 г/л, що відповідало референтному значенню та перевищувало показники I і II груп тварин на 5,4 і 4,8 %.

Добре відомо, що оптимальна кількість сирого протеїну в раціоні та відповідність його біологічним потребам організму корів визначається за концентрацією сечовини в крові: зниження рівня вказує на дефіцит сирого протеїну, а збільшення – про загальну незбалансованість раціону. Висока концентрація сечовини за нормальних значеннях інших біохімічних показників крові вказує на високу ступінь засвоєння протеїну корму. Оптимальні показники сечовини крові лактуючих тварин знаходиться в межах 2,8–5,8 ммоль/л. Середнє значення сечовини в крові корів I і III груп знаходилося на рівні відповідно 3,85 і 3,79 ммоль/л, а у первісток II групи не перевищувало 3,64 ммоль/л, що поступалося показникам I і III груп відповідно на 5,45 і 3,96 %. При цьому, показники концентрації сечовини у піддослідних первісток трьох рівнів продуктивності відповідали середньому референтному значенню.

Велике інформативне значення має показник азоту сечовини, підвищений вміст якого вказує на низьку ефективність раціону, що може впливати на відтворну здатність тварин. У нормі азот сечовини повинен становити не менше 8 мг%, але й не перевищувати 14 мг%. Як показали дослідження у тварин I і III груп азот сечовини був дещо нижче нижнього референтного значення і становив у середньому відповідно 7,24 і 7,29 мг%. Натомість у тварин II груп показник азоту сечовини становив у середньому 8,31 мг%. Тобто, у піддослідних первісток різного рівня молочної продуктивності трьох груп не спостерігалось підвищеного вмісту азоту сечовини у крові.

У жуйних тварин вуглеводний обмін відіграє значну роль у визначенні рівня та інтенсивності інших обмінів. Вагомим показником метаболізму вуглеводів виступає концентрація цукру в крові, де його постійність забезпечується глікогенолізом (розпад глікогену до глюкози) та утворенням глікогену. За недостатнього забезпечення глюкозою, особливо у першу фазу лактації корів, організм компенсує енергетичний дефіцит шляхом спалювання жирів, що значно підвищує концентрацію холестерину в крові та утворення кетонових тіл, що може суттєво знизити продуктивність корів. Рівень глюкози в крові жуйних невисокий, але досить стабільний і тримається на рівні 2,0–2,7 ммоль/л. Підтримання цієї динамічної рівноваги можливо за умови, коли збільшення споживання глюкози в період інтенсивної лактації супроводжується зростанням її надходження в кров і, навпаки, зменшення споживання в сухостійний період – відповідне зменшення її надходження. Гіпоглікемічний стан (зниження рівня глюкози в крові) носить адаптивний характер та вказує не лише на незадовільний рівень годівлі, а й на відсутність запасу глікогену в печінці. У здорових лактуючих тварин на фоні збалансованої годівлі рівень глюкози в крові повинен становити в межах від 2,50 до 4,16 ммоль/л. Дослідження сироватки крові первісток трьох груп показали, що рівень глюкози знаходиться практично на нижній межі рефератного значення і становить в середньому 2,37–2,39 ммоль/л.

У жуйних тварин ліпідний обмін розпочинається з розщеплення жирів корму, яке відбувається під дією ліпаз мікроорганізмів передшлунків. Гліцерин і жирні кислоти всмоктуються безпосередньо в кров. Окислення гліцерину відбувається через фосфорилювання його молекул та перетворення у піровиноградну кислоту. Жирні кислоти піддається бета-окисленню в печінці та перетворюється в масляну кислоту, яка може утворювати оцтову кислоту та кетонові тіла. У нормі ліпопротеїди у крові тварин становить 400–800 мг%. Дослідження сироватки крові трьох дослідних груп різного рівня молочної продуктивності швіцьких первісток показали досить високий рівень ліпопротеїдів, який перевищував верхнє референтне значення практично в 1,3 раза. Тим не менше, показник ліпопретидів в сироватці крові піддослідних первісток був досить вирівняним і становив у середньому 1045,68–1047,34 мг%.

На промисловому комплексі з виробництва молока в умовах інтенсивної технології експлуатації швіцькі первістки за високого рівня енергетичної годівлі на

ранній стадії лактопоезу із середньодобовим удоєм 23,5–28,5 кг проявляють високі метаболічні активності, що забезпечує нормальне протікання білкового, вуглеводного та жирового обмінів.

Література:

1. USDA NASS, 2023. https://www.nass.usda.gov/Charts_and_Maps/Crop_Progress_&_Condition/2023/index.php
2. Fleischer P., Metzner M., Beyerbach M., Hoedemaker M., Klee W. The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2001. 84. 2025–2035. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74646-2.
3. Ingvarsen K. L., Dewhurst R. J., and Friggens N. C. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? a position paper. *Livestock Production Science*. 2003. 83. 277–308. doi: 10.1016/S0301-6226(03)00110-6.
4. Duffield T. F., Lissemore K. D., McBride B. W., Leslie K. E. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production, *Journal of Dairy Science*. 2009. 92. 571–580. DOI: [10.3168/jds.2008-1507](https://doi.org/10.3168/jds.2008-1507)
5. Zarrin M., Grossen-Rösti L., Bruckmaier R. M., Gross J. J. Elevation of blood β -hydroxybutyrate concentration affects glucose metabolism in dairy cows before and after parturition. *Journal of Dairy Science*. 2017. 100. 2323–2333. doi: 10.3168/jds.2016-11714.
6. Brunner N., Groeger S., Canelas J., Raposo J. C., Bruckmaier R. M., Groos J. J. Gross. Prevalence of subclinical ketosis and production diseases in dairy cows in Central and South America, Africa, Asia, Australia and New Zealand, and Eastern Europe. *Translational Animal Science*. 2019. 3. 19–27. <https://doi.org/10.1093/tas/txy102>
7. Bauman D. E., and Currie W. B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*. 1980. 63. 1514–1529. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(80)83111-0.
8. Trevisi E., Amadori M., Cogrossi S., Razzuoli E., Bertoni G. Metabolic stress and inflammatory response in high-yielding, periparturient dairy cows. *Research in Veterinary Science*. 2012. 93. 695–704. doi: 10.1016/j.rvsc.2011.11.008.
9. McArt J. A., Nydam D. V., Oetzel G. R. Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2012. 9. 5056–5066. doi: 10.3168/jds.2012-5443.

10. Gross J., van Dorland H. A., Bruckmaier R. M., Schwarz F. J. Milk fatty acid profile related to energy balance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2011. 78. 479–488. DOI: [10.1017/S0022029911000550](https://doi.org/10.1017/S0022029911000550)
11. Gross J. J., Bruckmaier R. M. Review: Metabolic challenges in lactating dairy cows and their assessment via established and novel indicators in milk. *Animal*. 2019. 19. 75–81. <https://doi.org/10.1017/S175173111800349X>
11. Roche J. R., Kolver E. S., Kay J. K. Influence of precalving feed allowance on periparturient metabolic and hormonal responses and milk production in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2005. 88. 677–689. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72732-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72732-6)
12. Schuh K., Sadri H., Häussler S., Webb L. A., Urh C., Wagner M., Koch C., Frahm J., Dänicke S., Dusel G., et al. Comparison of performance and metabolism from late pregnancy to early lactation in dairy cows with elevated v. normal body condition at dry-off. *Animal*. 2019. 13. 1478–1488. doi: 10.1017/S1751731118003385.
13. Bruckmaier R. M., Gross J. J. Lactational challenges in transition dairy cows. *Animal Production Science*. 2017. 57. 1471–1481. DOI:[10.1071/AN16657](https://doi.org/10.1071/AN16657)
14. Aeberhard K., Bruckmaier R. M., Kuepfer U., Blum J. W. Milk yield and composition, nutrition, body conformation traits, body condition scores, fertility and diseases in high-yielding dairy cows – part 1. *Journal of Veterinary Medicine Series A Physiol. Pathol. Clin. Med.* 2001. 48. 97–110. doi: 10.1046/j.1439-0442.2001.00292.x.
15. Gross J. J., Grossen-Rösti L., Schmitz-Hsu F., Bruckmaier R. M. Metabolic adaptation recorded during one lactation does not allow predicting longevity in dairy cows Schweiz. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 2016. 158. 565–571. doi: 10.17236/sat00078.
16. Josef J. Gross. Dairy cow physiology and production limits. *Anim Front*. 2023. 13(3). 44–50. doi: 10.1093/af/vfad014
17. Huber K., Dänicke S., Rehage J., Sauerwein H., Otto W., Rolle-Kampczyk U., von Bergen M. Metabotypes with properly functioning mitochondria and anti-inflammation predict extended productive life span in dairy cows. *Scientific Reports*. 2016. 6. 24642. DOI: [10.1038/srep24642](https://doi.org/10.1038/srep24642)
18. Overton T. R., A. McArt J. A., Nydam D. V. A 100-year review: metabolic health indicators and management of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2017. 100. 10398–10417. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13054>