



Вплив шишок хмелю і вітаміну Е на кетогенез та антиоксидантний статус корів

С. Р. Сачко¹, І. В. Вудмаска¹, І. В. Невоструєва¹, Р. Г. Сачко¹, А. П. Петрук²

ivvudmaska@gmail.com

¹Інститут біології тварин НААН,

вул. Василя Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, вул. Пекарська 50, м. Львів, 79010, Україна

Мета роботи — корекція ферментаційних процесів у рубці корів у перед- та післяотельний періоди для запобігання порушенням обміну речовин та профілактики кетозу. Для досліджуваної сформовано 2 групи корів української молочної чорно-рябої породи із продуктивністю 6–7 тис. кг молока за попередню лактацію, по 10 тварин у групі. Тривалість досліджуваної: останні три тижні сухостою — перші три тижні лактації. Тварини отримували збалансований за поживними і біологічно активними речовинами раціон, до складу якого входили: сінаж, кукурудзяний силос, дерть ячмінна, дерть пшенична, дерть кукурудзяна, шрот соєвий, сіль, мінерально-вітамінний премікс. Перша група — контрольна. До раціону корів другої групи додавали 300 мг α -токоферолу ацетату (0,6 г *Ровімікс Е-50*) та 1 г/кг сухих шишок хмелю на кг сухої речовини раціону. У крові корів до отелення досліджувана кормова добавка знижувала концентрацію продуктів пероксидного окиснення ($P < 0,05$), не впливаючи на інші показники. Після отелення виявлено суттєві зміни. У крові корів дослідної групи виявлено зниження концентрації гідроперикисів ліпідів ($P < 0,05$), ТБКАП ($P < 0,05$), бета-гідроксибутирату ($P < 0,05$). Отже, введення до раціону корів протягом транзитного періоду 300 мг α -токоферолу ацетату та 1 г/кг сухих шишок хмелю на кг сухої речовини раціону пригнічує процеси пероксидного окиснення та знижує концентрацію кетонових тіл у крові. Вказана кормова добавка може бути використана для профілактики кетозу та стеатозу корів.

Ключові слова: корови, шишки хмелю, вітамін Е, кров, кетонові тіла, пероксидне окиснення

В отельний період у корів спостерігається негативний енергетичний баланс, що проявляється дефіцитом глюкози та надмірним вивільненням жирних кислот з жирової тканини [15]. Додатковим чинником, який посилює негативні наслідки цих процесів, є порушена функція печінки, відповідальної за синтез глюкози і трансформацію вільних жирних кислот у триацилгліцероли.

В оцінці метаболічного стану корів у транзитний період основну увагу приділяють порушенням вуглеводно-ліпідного обміну та оксидативному стресу [9]. Поза увагою залишається такий важливий аспект, як інтоксикація аміаком, який є одним з провідних чинників порушення функції печінки [3]. Раціон високопродуктивних корів містить велику кількість протеїнових кормів, внаслідок чого зростає утворення аміаку, що створює додаткове навантаження на печінку,

провокує патологію паренхіми і знижує її функціональну здатність. Таким чином, для крові корів у післяотельний період характерне зниження концентрації глюкози та збільшення концентрації НЕЖК, аміаку і кетонових тіл [15]. Ці особливості метаболізму природні для корів, проте у високопродуктивних тварин прояв цих змін настільки інтенсивний, що часто призводить до патологічних порушень обміну речовин, зокрема кетозу і жирового переродження печінки. Частково вони можуть бути нівельовані коригуванням раціону, проте необхідне введення до раціону спеціальних кормових добавок [9].

Для зниження інтенсивності катаболізму протеїну до аміаку, зменшення утворення лактату і збільшення утворення пропіонату в рубці можна застосовувати антибіотики-іонофори, переважно монензин, які вибірково діють на грампозитивні бактерії, до яких нале-

жать гіперпродуценти аміаку та молочнокислі бактерії. Додавання до раціону транзитних корів монензину сприяє зростанню концентрації глюкози і зниженню концентрації кетонів у крові [2, 8]. Проте останніми роками у світі спостерігається тенденція до зменшення використання антибіотиків у тваринництві. Замінником монензину може стати насіння хмелю, яке містить пренільовані поліфеноли — α - та β -кислоти та їхні ізомери, за іонофорною дією подібні до монензину [3, 5, 6, 10, 14]. Крім того, феноли та ефірні олії шишок хмелю мають антиоксидантні [1, 4, 6, 7, 11] та гепатопротекторні [6, 13] властивості.

Застосування іонофорів для корекції обміну речовин у корів має небажаний ефект — знижене утворення ацетату в рубці внаслідок часткового пригнічення активності целюлозолітичних бактерій. На сьогодні відомо, що вітамін Е стимулює життєдіяльність целюлозолітичних бактерій за введення його у раціон корів у підвищених дозах [12]. Таким чином, спільне додавання до раціону шишок хмелю і вітаміну Е може проявляти ефективнішу дію на травні процеси та обмін речовин.

Матеріали і методи

Для дослідження сформовано 2 групи корів української молочної чорно-рябої породи, молочна продуктивність за попередню лактацію 6–7 тис. кг, по 10 тварин у групі. Тварини отримували типовий збалансований за поживними і біологічно активними речовинами раціон, до складу якого входили: сінаж, кукурудзяний силос, дерть ячмінна, дерть пшенична, дерть кукурудзяна, шрот соєвий, сіль, мінерально-вітамінний премікс. Корови першої групи слугували контролем. До раціону корів другої групи додавали з розрахунку на кг сухої речовини по 0,3 г α -токоферолу ацетату (0,6 г *Ровімікс Е-50*) та по 1 г сухих шишок хмелю. Дослід тривав протягом транзитного періоду (3 тижні перед і 3 тижні після отелення).

Для лабораторних досліджень брали венозну кров перед отеленням, через тиждень і через місяць після отелення. У крові визначали вміст кетонів тіл (ацетоацетат, гідроксибутират) йодометричним методом, концентрацію продуктів перексидного окиснення (гідропероксиди ліпідів, дієнові кон'юганти ліпідів, ТБК-АП) згідно з методами, викладеними у довіднику «Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині» [13]. Отримані результати опрацьовували статистично з використанням програми *Microsoft Excel*.

Результати й обговорення

Через тиждень після отелення концентрація глюкози у плазмі крові корів контрольної групи знижувалась, а концентрація неестерифікованих жирних зростала

порівняно з сухостійним періодом. У корів дослідної групи концентрація глюкози була на 22% більшою, а концентрація НЕЖК — на 21% меншою порівняно з контрольною групою ($P < 0,05$), кількісно вони наближались до вмісту глюкози та НЕЖК у плазмі крові корів за тиждень до і через місяць після отелення.

Встановлено зниження концентрації кетонів тіл у крові корів під впливом згодовування їм кормової добавки шишок хмелю і вітаміну Е. Особливо суттєвими були зміни вказаного параметру крові через тиждень після отелення (табл. 1).

Наприкінці першого тижня лактації спостерігалось статистично вірогідне зменшення вмісту β -гідроксибутирату ($P < 0,05$), а з урахуванням помірного зниження концентрації ацетоацетату в крові корів цієї групи різниця у кількості кетонів тіл була ще суттєвішою ($P < 0,01$).

Таблиця 1. Кетонів тіла у крові, ммоль/л ($M \pm m$, $n=10$)
Table 1. Ketone bodies in the blood, mmol/l ($M \pm m$, $n=10$)

Показники / Parameters	Групи тварин Groups of animals	
	Контроль Control	Дослід Experiment
До отелення / Before calving		
Ацетоацетат Acetoacetate	0,31 \pm 0,05	0,32 \pm 0,06
β -Гідроксибутират β -Hydroxybutyrate	0,60 \pm 0,08	0,50 \pm 0,06
Сума кетонів тіл The sum of ketone bodies	0,90 \pm 0,12	0,82 \pm 0,04
Ацетоацетат / β -гідроксибутират Acetoacetate / β -hydroxybutyrate	0,52 \pm 0,03	0,72 \pm 0,22
Тиждень після отелення / One week after calving		
Ацетоацетат Acetoacetate	0,50 \pm 0,06	0,43 \pm 0,04
β -Гідроксибутират β -Hydroxybutyrate	1,31 \pm 0,13	0,80 \pm 0,09*
Сума кетонів тіл The sum of ketone bodies	1,81 \pm 0,11	1,23 \pm 0,12**
Ацетоацетат / β -гідроксибутират Acetoacetate / β -hydroxybutyrate	0,38 \pm 0,03	0,55 \pm 0,06*
Місяць після отелення / One month after calving		
Ацетоацетат Acetoacetate	0,41 \pm 0,05	0,32 \pm 0,06
β -Гідроксибутират β -Hydroxybutyrate	0,99 \pm 0,03	0,86 \pm 0,09
Сума кетонів тіл The sum of ketone bodies	1,40 \pm 0,07	1,19 \pm 0,04*
Ацетоацетат / β -гідроксибутират Acetoacetate / β -hydroxybutyrate	0,41 \pm 0,04	0,37 \pm 0,03

Примітка. * — статистична вірогідність: * — $P < 0,05$;
** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$.

Note. * — statistical significance: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$;
*** — $P < 0,001$.

Вплив шишок хмелю і вітаміну Е на кетогенез корів у періоді до лактації та через місяць після неї виражений менше, хоча тенденції до зниження концентрації кетонів у крові тварин дослідної групи зберігаються. Так, за тиждень до лактації виявлено помірне зменшення вмісту β -гідроксибутирату за незмінної кількості ацетоацетату. Через місяць після отелення дещо зменшувалась концентрація у крові як β -гідроксибутирату, так і ацетоацетату, внаслідок чого зниження сумарної концентрації кетонів тіл було статистично вірогідним ($P < 0,05$).

Концентрація продуктів пероксидного окиснення у плазмі крові корів обох груп зростала після отелення порівняно з сухостійним періодом. Через місяць після отелення концентрація продуктів пероксидного окиснення у плазмі крові корів дещо знижувалась, проте все одно була більшою, ніж за сухостою. Це можна пояснити отельним стресом та вищою напруженістю метаболічних процесів під час лактації (табл. 2).

Отже, встановлено вплив досліджуваної кормової добавки на вміст продуктів пероксидного окиснення у крові корів. Це закономірно, оскільки обидва компоненти, супліддя хмелю та токоферол, проявляють антиоксидантні властивості. Практично усі досліджувані

показники пероксидного окиснення знижувались за згодовування кормової добавки, хоча не завжди статистично вірогідні. Важливо, що вплив добавки зберігся й через місяць після лактації, коли згодовування добавки вже припинили. Це може бути пов'язане з дією вітаміну Е, який додавали коровам у більшій за рекомендовані норми кількості. Вітамін Е депонується в організмі тварин, тому його дія тривала далі.

Висновки

1. Концентрація кетонів тіл і продуктів перекисного окислення різко зросла після отелення. Через місяць їхня концентрація дещо знизилася, але все ще була вищою, ніж у сухостійних корів.
2. Додавання шишок хмелю та вітаміну Е гальмує перекисне окислення і зменшує концентрацію кетонів тіл у крові корів.
3. Шишки хмелю і токоферолу ацетат можуть бути використані як складники кормових добавок для профілактики кетозу та жирового переродження печінки високопродуктивних корів.

Перспективи подальших досліджень

Шишки хмелю містять низку сильнодіючих біологічно активних речовин. Необхідно зосередити увагу на вивченні дії хумулону як основного антимікробного чинника.

1. Behr J, Vogel RF. Mechanisms of hop inhibition include the transmembrane redox reaction. *Appl. Environ. Microbiol.* 2010; 76 (1): 142–149. DOI: 10.1128/AEM.01693-09.
2. Compton CW, Young L, McDougall S. Efficacy of controlled-release capsules containing monensin for the prevention of subclinical ketosis in pasture-fed dairy cows. *New Zeal. Vet. J.* 2015; 63 (5): 249–253. DOI: 10.1080/00480169.2014.999842.
3. Flythe MD. The antimicrobial effects of hops (*Humulus lupulus* L.) on ruminal hyper ammonia-producing bacteria. *Lett. Appl. Microbiol.* 2009; 48 (6): 712–717. DOI: 10.1111/j.1472-765X.2009.02600.x.
4. Hartkom A, Hoffmann F, Ajamieh H, Vogel S, Heilmann J, Gerbes AL, Vollmar AM, Zahler S. Antioxidant effects of xanthohumol and functional impact on hepatic ischemia-reperfusion injury. *J. Nat. Prod.* 2009; 72 (10): 1741–1747. DOI: 10.1021/np900230p.
5. Hop acids as a replacement for antibiotics in animal feed. Patent no. US8197863B2. Date of Patent: 12.06.2012. Available at: <https://patents.google.com/patent/US8197863B2/en>
6. Karabín M, Hudcová T, Jelínek L, Dostálek P. Biologically active compounds from hops and prospects for their use. *Comprehens. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2016; 15 (3): 542–567. DOI: 10.1111/1541-4337.12201.
7. Krofta K, Mikyška A, Hašková D. Antioxidant characteristics of hops and hop products. *J. Inst. Brew.* 2008; 114 (2): 160–166. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2008.tb00321.x>
8. Markantonatos X, Varga GA. Effects of monensin on glucose metabolism in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2017; 100 (11): 9020–9035. DOI: 10.3168/jds.2016-12007.
9. McGuffey RK. A 100-year review: Metabolic modifiers in dairy cattle nutrition. *J. Dairy Sci.* 2017; 100 (12): 10113–10142. DOI: 10.3168/jds.2017-12987.

Таблиця 2. Концентрація продуктів пероксидного окиснення ліпідів у плазмі крові, мкмоль/л ($M \pm m$, $n=10$)

Table 2. Concentration of lipid peroxidation products in blood plasma, $\mu\text{mol/L}$ ($M \pm m$, $n=10$)

Показники / Parameters	Групи тварин Groups of animals	
	Контроль Control	Дослід Experiment
До отелення / Before calving		
Гідроперекиси ліпідів Lipid hydroperoxides	2,19 \pm 0,22	1,62 \pm 0,11*
ТБК-АП TBARS	3,09 \pm 0,22	2,11 \pm 0,25*
Дієнові кон'юганти Diene conjugates	4,93 \pm 0,38	4,20 \pm 0,31
Тиждень після отелення / One week after calving		
Гідроперекиси ліпідів Lipid hydroperoxides	3,51 \pm 0,32	2,81 \pm 0,23
ТБК-АП TBARS	4,40 \pm 0,20	3,56 \pm 0,31*
Дієнові кон'юганти Diene conjugates	8,21 \pm 0,53	5,55 \pm 0,65**
Місяць після отелення / One month after calving		
Гідроперекиси ліпідів Lipid hydroperoxides	3,27 \pm 0,20	2,99 \pm 0,66
ТБК-АП TBARS	3,49 \pm 0,22	3,25 \pm 0,21
Дієнові кон'юганти Diene conjugates	5,67 \pm 0,23	4,83 \pm 0,27*

10. Narvaez N, Wang Y, Xu Z, McAllister T. Effects of hops on *in vitro* ruminal fermentation of diets varying in forage content. *Livestock Sci.* 2011; 138 (1–3): 193–201. DOI: 10.1016/j.livsci.2010.12.028.
11. Olas B, Kolodziejczyk J, Wachowicz B, Jędrejek D, Stochmal A, Oleszek W. The extract from hop cones (*Humulus lupulus*) as a modulator of oxidative stress in blood platelets. *Platelets.* 2011; 22 (5): 345–352. DOI: 10.3109/09537104.2010.549597.
12. Politis I. Reevaluation of vitamin E supplementation of dairy cows: bioavailability, animal health and milk quality. *Animal.* 2012; 6 (9): 1427–1434. DOI: 10.1017/S1751731112000225.
13. Vlizlo VV, Fedoruk RS, Ratych IB. *Laboratory methods of research in biology, animal husbandry and veterinary medicine.* A reference book. Lviv, Spolom. 2012; 764 p. (in Ukrainian)
14. Vudmaska I, Petruk A, Vaskiv R, Vlizlo V. Comparison of monensin and hop cones effects on rumen fermentation and blood parameters in transition dairy cows. *XVIII Middle-European Buiatrics Congress. Hung. Vet. J.* 2018; 140 (S1): 299–304.
15. Wankhade PR, Manimaran A, Kumaresan A, Jeyakumar S, Ramesha KP, Sejian V, Rajendran D, Varghese MR. Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review. *Vet. World.* 2017; 10 (11): 1367–1377. DOI: 10.14202/vetworld.2017.1367-1377.
16. Weiskirchen R, Mahli A, Weiskirchen S, Hellerbrand C. The hop constituent xanthohumol exhibits hepatoprotective effects and inhibits the activation of hepatic stellate cells at different levels. *Front. Physiol.* 2015; 6: 140. DOI: 10.3389/fphys.2015.00140.

Effect of hop cones and vitamin E on ketogenesis and antioxidant status in transition dairy cows

S. R. Sachko¹, I. V. Vudmaska¹, I. V. Nevostruyeva¹, R. G. Sachko¹, A. P. Petruk²
ivvudmaska@gmail.com

¹Institute of Animal Biology NAAS,
38 V. Stus str., Lviv, 79034, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv,
50 Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

The purpose of the work was the correction rumen fermentation in the transition cows to prevent metabolic disorders. For the experiment, two groups of Ukrainian dairy black-and-white breed cows were formed, 10 animals per group. The experiment lasted 3 weeks *prepartum* and 3 weeks *postpartum*. Animals received a balanced diet, which consisted of haylage, silage, barley, wheat, corn, soybean meal, salt, mineral and vitamin premix. The first group was the control. To the diet of second group 300 mg of α -tocopherol acetate (0.6 g of *Rovimix E-50*) and 1 g/kg of dry hop cones per kg of dry matter was added. Before calving, the tested feed additive reduced the concentration of peroxide oxidation products in the cows blood ($P < 0.05$) without affecting other parameters. Changes that are more significant detected after calving. A decrease in the concentration of lipid hydroperoxides ($P < 0.05$), TBARS ($P < 0.05$), and beta-hydroxybutyrate ($P < 0.05$) were observed in the blood of the cows of the experimental group. Therefore, the addition into diet of transition cows of α -tocopherol and hop cones inhibits the lipid peroxidation and reduces the ketones formation. So, this feed supplement can be used to prevent ketosis and steatosis in cows.

Key words: cows, hop cones, vitamin E, blood, ketone bodies, peroxidation