

## ВПЛИВ ПОЄДНАНОЇ ЗМІНИ ДЕЯКИХ ПОКАЗНИКІВ ГОМЕОСТАЗУ НА ВІДТВОРНУ ФУНКЦІЮ КОРІВ

Чекан Олександр Миколайович

кандидат ветеринарних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-5676-1947

achekanne@gmail.com

Допа Вячеслав Олександрович

аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0003-2410-5846

vaceslavdopa@gmail.com

Прогресивний розвиток тваринницької галузі в Україні базується на декількох основних засадах, однією з яких є відтворення. Ефективне відтворення основного стада є гарантією стійкого розвитку як кожного окремо взятого тваринницького господарства, так і галузі загалом. За сталої кількості поголів'я в господарстві ремонт складає близько 25%, а при нарощуванні поголів'я – від 30% до 40%. Відомо досить велике коло причин зниження, а інколи і повного припинення відтворної здатності корів. Для установлення конкретних причин актуальним є розробка ефективних методик прогнозування та діагностики гінекологічних патологій корів, особливо у транзитному періоді. Метою дослідження було дослідження кореляції між зміною окремих біохімічних показників крові корів на 30–60 доби після отелу та відтворною здатністю самок. Дослідження проводились протягом 2021–2023 років у господарствах Сумської області із безприв'язним типом утримання. Продуктивність при цьому була на рівні 7200–7500. Кров для біохімічних досліджень відбирали із підхвостової вени в період від 30 до 60 днів після отелу. В подальшому проводили біохімічні дослідження за загальноприйнятими методиками. Отриманий цифровий матеріал оброблено методами варіаційної статистики з використанням SPSS Data editor 17.0 version. Встановлено напружений білковий обмін у корів в післяотельний період, що характеризувався верхньою межею рівня загального білка –  $86,0 \pm 2,58$  г/л та білковим коефіцієнтом –  $0,76 \pm 0,037$  од. Зареєстровано зниження рівня глобулінів у 1,2 рази у неплідних корів, що супроводжується зменшення білкового коефіцієнту у 1,24 рази. У неплідних корів характерним було підвищення аспаратамінотрансферази та лужної фосфатази у 1,37 ( $p \leq 0,01$ ) і 1,17 рази ( $p \leq 0,05$ ) відповідно. Проте у корів першої групи (фертильні тварини) зареєстровано тенденцію підвищення коефіцієнта де Рітиса у 1,29 рази та зниження рівня азоту сечовини крові у 1,19 рази порівняно із неплідними коровами. Важливим прогностичним критерієм є вищий у 1,13 рази рівня вітаміну E (12,8%) у фертильних корів. Діагностовано гіпокальціємію та гіперфосфоремію у крові неплідних корів із кліренсом із здоровими у 1,18 рази ( $p \leq 0,05$ ), що спричиняло тенденцію до зниження Ca/P співвідношення. Зміни біохімічних показників у крові тварин обох підгруп усіх інших мікро та макроїнералів вірогідно не відрізнялись, за виключенням цинку, рівень якого у крові неплідних тварин був вищий у 1,3 рази ( $p \leq 0,05$ ).

**Ключові слова:** корови, транзитний період, неплідність, відтворення, білковий та вітамінний обмін.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.2.8>

**Вступ.** Загальноновизнано, що отримання одного теляти від кожної корови впродовж року є фізіологічно та економічно обґрунтованим, що забезпечує високу рентабельність молочного скотарства в цілому. Досягнення таких показників у молочному скотарстві можливо за умови запліднення всіх корів через 60 – 120 днів після отелення. За даними ряду дослідників (Boukhechem, S., et al., 2019, Little, M. W. et al., 2016) відновлення еструсу у корів впродовж 60 днів після отелення може коливатися від 7 до 50% залежно від породи, вгодованості тварин, їх продуктивності та багатьох інших екологічних (годівлі, умов утримання, мікроклімату в приміщенні, пори року, управління стадом) факторів.

Заплідненість корів впродовж 120 днів лактації, становить від 7 до 57%, водночас за першого осіменіння становив від 27 до 63% (Boukhechem, S., et al., 2019, Bova, T. L. et al., 2014).

На сьогодні добре проаналізовано та загальноновизнано, що у високопродуктивних молочних корів перед, під час і після отелення відбуваються гормональні та метаболічні зміни викликані завершенням розвитку плода, його народженням і початком лактації, що проявляються негативним енергетичним балансом, дефіцитом білків, мінералів і вітамінів (Vailati-Riboni, M., et al., 2017, Moradi, M., et al., 2022).

Внаслідок цього відбувається розвиток метаболічного стресу ще під час отелення та відразу після нього, що призводить до зниження імунітету, а в подальшому до розвитку запальних процесів, і порушення відтворної функції (Chastant, & Saint-Dizier, 2019).

З метою профілактики метаболічного стресу в багатьох господарствах успішно використовують різноманітні кормові добавки до і після отелення. Проте стану гомеостазу перед і під час відновленням статеві циклічності та/або синхронізації еструсу, тобто на 30–60 добу лактації коли тварина досягає найвищої продуктивності недостатньо приділяється уваги. Адже відомо, що заплідненість корів може залежати від стану окремих показників гомеостазу організму тварин (Galán, E., et al., 2018).

**Мета** – встановити взаємозв'язок між окремими показниками, що характеризують стан гомеостазу крові корів на 30–60 добу після отелення та їх відтворною функцією впродовж лактації.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

1. Визначити окремі показники гомеостазу корів на 30–60 добу після отелення та провести їх аналіз залежно від репродуктивної функції впродовж лактації.

2. Провести аналіз стану гомеостазу крові корів на 30-60 добу після отелення залежно від заплідненості до 117 та після 171 доби лактації.

**Матеріали і методи досліджень.** Матеріалом для проведення досліджень слугували високопродуктивні молочні корови з річним виробництвом молока на рівні 7200–7500 кг.

Відбір проб крові для отримання плазми та сироватки з метою подальшого дослідження біохімічного окремих показників гомеостазу корів на 30-60 добу після отелення здійснювали з підхвостової вени до годівлі тварин, згідно з правилами забору біологічного матеріалу (крові). Потім для проведення біохімічних досліджень готували сироватку і плазму крові. В подальшому проводили біохімічні дослідження за загальноприйнятими методиками. В отриманій сироватці крові, визначали вміст загального білку з біуретовим реактивом (Szentirmai, V., et. al., 2020), альбуміну – колориметричним методом із бромкрезолловим зеленим (Gonçalves-de-Albuquerque, C. F., et. al., 2019), глобулінів розрахунковим шляхом, активність ферментів: АЛТ та АСТ з 2,4-динітрофенілгідразиним, за методом Рейтмана-Френкеля (Chen, Y. C., et. al., 2020), лужної фосфатази в реакції гідролізу 4-нітрофенілфосфату (Balbaied, T., & Moore, E., 2019) концентрацію сечовини в реакції з діацетилмонооксидом (Singh, S., et. al., 2021), креатинін – за швидкістю утворення креатинін-пікратного комплексу в реакції Яффе (Küme, T., et. al., 2018), азот сечовини – у кінетичному тесті з уреазою та глутаматдегідрогеназою (Schimmel, P., et. al., 2021), ліпопротеїдів – з гепариновим реактивом за методом Бурштейна-Самай, глюкози – глюкозооксидазним методом, каротину, вітаміну А та вітаміну Е – методом високоефективної рідинної хроматографії, визначення кальцію, фосфору, калію, натрію, магнезійу, феруму, кобальту, мангану, купруму, цинку в зразках сироватки крові проводили методом атомно-абсорбційної спектроскопії. Атомізацію виконували з використанням графітової печі (Liu, J., et. al., 2021).

Отриманий цифровий матеріал оброблено методами варіаційної статистики з використанням SPSS Data editor 17.0 version.

Подальший аналіз досліджених показників гомеостазу проводили залежно від фізіологічного стану корів впродовж всього періоду лактації та відповідно формували групи. У першу групу віднесли корів, які стали тільними впродовж лактації. Другу групу склали неплідні тварини та ті, яких вибракували впродовж цього терміну.

На наступному етапі аналізу групу тільних корів розділили на дві підгрупи залежно від тривалості періоду від отелення до запліднення. До першої підгрупи віднесли корів, що стали тільними до 117 доби після отелення. У другу підгрупу ввійшли тварини, що запліднилися після 171 доби лактації. В цих підгрупах також аналізували стан гемостазу за досліджуваними показниками.

**Результати.** Під час біохімічних досліджень крові корів на 30-60 добу після отелення рівень загального білка, у тварин які стали тільними (перша група, 13 гол.) до 190,2±30,51 добу та у неплідних корів або котрі вибракували (друга група, 6 гол.) знаходився на верхній межі референтних показників і становив, відповідно 85,7±1,52 і 86,0±2,58 г/л. (рис. 1).

У першої групи тварин його структура складалася на 43,2 % з альбумінів (37,0±0,82 г/л) і 56,8 % з глобулінів (48,7±1,75 г/л). У корів другої групи ці показники становили відповідно 42,1 і 57,9 % або 36,2±1,4 і 49,8±2,06 г/л, білковий коефіцієнт коливався у відповідних межах і становив 0,76±0,037 у корів першої групи і 0,73±0,062 од. тварин другої групи, що свідчить про напружений перебіг білкового обміну в обох групах корів.

Водночас подальший аналіз результатів досліджень щодо стану показників гомеостазу залежно від тривалості періоду до запліднення корів (табл. 1) показав, що впродовж 4 місяців піс-

ля отелення запліднилось (5 гол.) 38,5 % тварин, їх віднесли до першої підгрупи.

Таблиця 1

**Показники гомеостазу у тільних та неплідних корів на 30-60 добу після отелення**

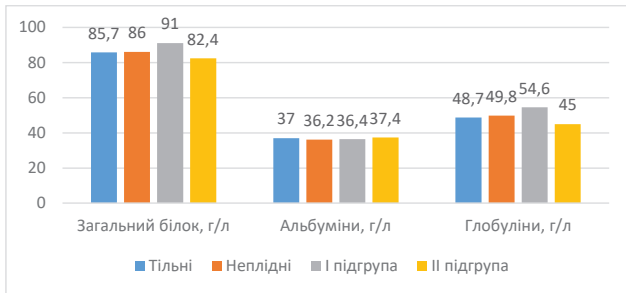
Показники	Тільні 13	Неплідні 6	P=
Загальний білок г/л	85,7±1,52	86,0±2,58	0,921
Альбуміни г/л	37,0±0,82	36,2±1,4	0,152
Глобуліни г/л	48,7±1,75	49,8±2,06	0,556
Білковий коефіцієнт	0,76±0,037	0,73±0,062	0,556
АЛТ, од/л	32,7±1,03	32,0±1,0	0,623
АСТ, од/л	100,7±6,31	137,8±10,45**	0,008
Коефіцієнт де Рітиса, од	3,1±0,19	4,4±0,44*	0,019
Проба Вельтмана, од	0,25±0,018	0,28±0,048	0,493
Лужна фосфатаза, од/л	103,6±4,62	120,7±5,24*	0,029
Сечовина, ммоль/л	5,4±0,17	6,4±0,24**	0,002
Азот сечовини, мг%	10,3±0,34	12,3±0,46**	0,003
Глюкоза, ммоль/л	2,45±0,077	2,68±0,101 <sup>a</sup>	0,075
Заг. ліпопротеїди, мг%	1004,5±74,03	988,7±118,92	0,921
Каротин, мкг%	429,7±40,61	442,8±89,4	0,921
Вітамін А, мкг/100 мл	28,6±1,94	26,5±3,88	0,623
Вітамін Е, мкг/мл	4,4±0,18	3,9±0,16*	0,034
Кальцій, ммоль/л	1,85±0,022	1,87±0,067	0,1
Неорганічний фосфор, ммоль/л	1,9±0,06	2,0±0,09	0,287
Са/Р	1,0±0,04	0,9±0,04	0,287
Мідь, мкг%	75,99±3,124	83,3±2,66 <sup>a</sup>	0,09
Цинк, мкг%	69,9±3,68	70,6±7,6	0,921
Магній, ммоль/л	1,4±0,06	1,3±0,07	0,211
Калій, ммоль/л	4,7±0,4	4,9±0,4	0,694
Натрій, ммоль/л	135,2±5,81	118,6±8,66	0,128
Залізо, мкмоль/л	24,2±2,02	20,4±0,81 <sup>a</sup>	0,09

Примітки: <sup>a</sup> – тенденція до підвищення або зниження; \* –  $p \leq 0,05$ ; \*\* –  $p \leq 0,01$  відносно корів першої групи.

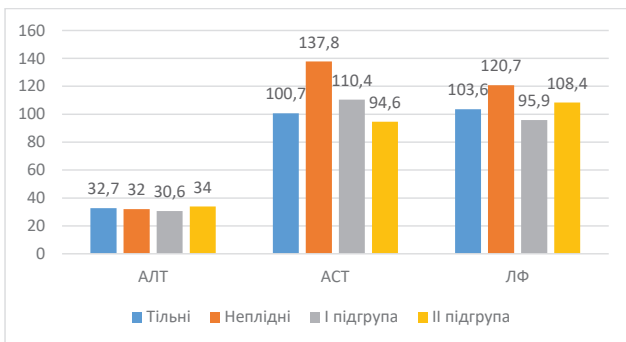
Решта корів (8 гол.) 61,5 % запліднилися після 171 доби лактації, вони склали другу підгрупу. Період від отелення до запліднення у першій підгрупі склав в середньому 94,2±9,33 діб (71-117), у другій 250,3±34,98 діб. Білковий обмін у корів першої підгрупи, характеризувався підвищеним умістом у крові загального білка у 1,1 рази ( $p \leq 0,001$ ) порівняно з другою підгрупою тварин, що запліднилися після 171 доби лактації. Така концентрація загального білка крові та його обміну в корів першої підгрупи були зумовлені підвищеним рівнем глобулінів, уміст яких перевищував їх рівень у корів другої підгрупи у 1,2 рази ( $p \leq 0,01$ ), що спричиняло тенденцію до зменшення білкового коефіцієнта у 1,24 рази ( $p \leq 0,05$ ) з 0,83±0,037 до 0,67±0,063 од.

За показником проби Вельтмана визначають перебіг патологічного процесу, частіше всього печінки. Її числове значення в обох групах і підгрупах корів вказує на хронічний перебіг патологічного процесу печінки. Крім того, у крові корів обох груп відмічали підвищену активність ферментів печінки АЛТ (алатамінотрансфераза), АСТ (аспартатамінотрансфераза) і ЛФ (лужна фосфатаза). Проте, якщо активність АЛТ вірогідно не відрізнялась між групами корів, то активність АСТ і ЛФ була вірогідно вищою у корів другої групи, що залишалися неплідними або були вибракуваними у 1,37 ( $p \leq 0,01$ ) і 1,17 рази ( $p \leq 0,05$ ) відповідно. Зростання активності АСТ у корів другої групи спричиняло підвищення коефіцієнта де Рітиса у цих тварин у 1,42 рази ( $p \leq 0,05$ ) відносно тварин першої групи з 3,1±0,19 од. до 4,4±0,44 од.

Аналіз активності ферментів залежно від тривалості періоду лактації до запліднення показав, що вона вірогідно не відрізнялась між підгрупами корів (рис. 2).



**Рис. 1. Стан білкового обміну у корів після отелення 30-60 дів**



**Рис. 2. Активність ензимів після отелення 30-60 дів**

Однак у тварин першої підгрупи відзначали тенденцію до підвищення активності АСТ і коефіцієнта де Рітиса ( $p \leq 0,072$ ) і ( $p \leq 0,071$ ) відносно корів другої підгрупи з  $2,8 \pm 0,15$  до  $3,6 \pm 0,36$  од., а активність ЛФ навпаки мала тенденцію до підвищення у тварин другої підгрупи.

Слід звернути увагу, що білковий обмін залежить від стану рубцевого травлення, який визначається за вмістом у крові сечовини та її азоту. Зокрема уміст сечовини і її азоту у крові корів другої групи був у 1,19 рази ( $p \leq 0,01$ ) більший, ніж у тварин першої групи, що вказує на порушення рубцевого травлення та білкового обміну у корів, які залишилися неплідними або були вибракуваними. Проте, рівень глюкози у крові корів другої групи мав незначну тенденцію до підвищення.

Аналіз стану рубцевого травлення в корів залежно від тривалості періоду лактації до запліднення показав, що уміст сечовини і її азоту між підгрупами корів вірогідно не відрізнявся, але знаходився рівні верхньої межі референтних показників, що вказує на напружене рубцеве травлення (табл. 2).

Таблиця 2

**Показники рубцевого травлення**

Показники	Тільні 13	Неплідні 6	P=
Сечовина, ммоль/л	$5,4 \pm 0,17$	$6,4 \pm 0,24$	0,002
Азот сечовини, мг%	$10,3 \pm 0,34$	$12,3 \pm 0,46$	0,003
Глюкоза, ммоль/л	$2,45 \pm 0,077$	$2,68 \pm 0,101$	0,075
Заг. ліпопротеїди, мг%	$1004,5 \pm 74,03$	$988,7 \pm 118,92$	0,921

Уміст глюкози, який у жуйних залежить від стану рубцевого травлення, у крові корів обох підгруп вірогідно не відрізнявся і становив  $2,5 \pm 0,17$  ммоль/л – у першій і  $2,4 \pm 0,08$  ммоль/л – у другій підгрупах.

Уміст загальних ліпопротеїдів між групами та підгрупами корів вірогідно не відрізнявся.

Вітамінний обмін характеризувався підвищеним умістом вітаміну Е на 12,8 % ( $p \leq 0,01$ ) у корів, що в подальшому стали тільними (табл.3).

Таблиця 3

**Вітамінний обмін у порівняльному аспекті**

Показники	Тільні 13	Неплідні 6	P=
Каротин, мкг%	$429,7 \pm 40,61$	$442,8 \pm 89,4$	0,921
Вітамін А, мкг/100 мл	$28,6 \pm 1,94$	$26,5 \pm 3,88$	0,623
Вітамін Е, мкг/мл	$4,4 \pm 0,18$	$3,9 \pm 0,16$	0,034

Слід відмітити, що у цих тварин вмісту вітаміну Е у крові дещо відрізнявся залежно від тривалості періоду до настання запліднення після отелення. Так, у корів, що запліднилися після 171 доби лактації відмічалась тенденція до його підвищення відносно першої підгрупи тварин. Рівень каротину та вітаміну А між групами та підгрупами корів вірогідно не відрізнявся.

Мінеральний обмін характеризувався низьким умістом кальцію в крові обох груп корів і тенденцією до зростання рівня міді у тварин другої групи та заліза в першій (таблиця 4).

Таблиця 4

**Показники гомеостазу у тільних корів при заплідненні на 60-120 добу та більше 171 доби після отелення**

Показники	Запліднилися до 120 дів n=5	Запліднилися після 171 дів n=8	P=
Загальний білок г/л	$91,0 \pm 1,58$	$82,4 \pm 1,21^{***}$	0,001
Альбуміни г/л	$36,4 \pm 1,44$	$37,4 \pm 1,05$	0,1
Глобуліни г/л	$54,6 \pm 2,71$	$45,0 \pm 0,91^{**}$	0,006
Білковий коефіцієнт	$0,67 \pm 0,063$	$0,83 \pm 0,037$	0,05
АЛТ, од/л	$30,6 \pm 1,63$	$34,0 \pm 1,17$	0,117
АСТ, од/л	$110,4 \pm 7,71$	$94,6 \pm 3,26^a$	0,072
Коефіцієнт де Рітиса, од	$3,6 \pm 0,36$	$2,8 \pm 0,15^a$	0,071
Проба Вельтмана, од	$0,24 \pm 0,04$	$0,25 \pm 0,02$	0,1
Лужна фосфатаза, од/л	$95,9 \pm 4,76$	$108,4 \pm 6,55$	0,1
Сечовина, ммоль/л	$5,4 \pm 0,33$	$5,36 \pm 0,198$	0,1
Азот сечовини, мг%	$10,32 \pm 0,621$	$10,2 \pm 0,43$	0,1
Глюкоза, ммоль/л	$2,5 \pm 0,17$	$2,4 \pm 0,08$	0,1
Заг. ліпопротеїди, мг%	$1141 \pm 175,6$	$919,1 \pm 39,39$	0,1
Каротин, мкг%	$486,4 \pm 56,91$	$394,1 \pm 54,5$	0,1
Вітамін А, мкг/100 мл	$28,0 \pm 4,76$	$28,9 \pm 1,53$	0,1
Вітамін Е, мкг/мл	$4,1 \pm 0,042$	$4,6 \pm 0,27^a$	0,084
Кальцій, ммоль/л	$1,82 \pm 0,04$	$1,88 \pm 0,025$	0,1
Неорганічний фосфор, ммоль/л	$1,7 \pm 0,09$	$2,0 \pm 0,05^*$	0,012
Са/Р	$1,1 \pm 0,07$	$0,95 \pm 0,03^a$	0,071
Мідь, мкг%	$74,6 \pm 5,42$	$76,8 \pm 4,05$	0,1
Цинк, мкг%	$59,0 \pm 7,26$	$76,75 \pm 1,27^*$	0,035
Магній, ммоль/л	$1,48 \pm 0,092$	$1,41 \pm 0,0766$	0,1
Калій, ммоль/л	$4,4 \pm 0,42$	$4,9 \pm 0,56$	0,1
Натрій, ммоль/л	$135,9 \pm 11,5$	$134,8 \pm 6,84$	0,1
Залізо, мкмоль/л	$25,86 \pm 4,41$	$23,2 \pm 2,0$	0,1

Примітки: <sup>a</sup> – тенденція до підвищення або зниження; \* –  $p \leq 0,05$ ; \*\* –  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $p \leq 0,001$  відносно корів першої групи.

Мінеральний обмін у обох підгрупах корів відбувався за гіпокальціємії та підвищеного вмісту фосфору у крові тварин другої

підгрупи у 1,18 рази ( $p \leq 0,05$ ) відносно корів першої підгрупи, що спричинило тенденцію до зниження Ca/P співвідношення.

Отримані результати досліджень вмісту у крові тварин обох підгруп усіх інших мікро та макромінералів вірогідно не відрізнялись, за виключенням цинку, рівень якого у крові тварин другої підгрупи був вищий у 1,3 рази ( $p \leq 0,05$ ).

Водночас у корів, що запліднилися на шостому місяці лактації і пізніше на 30-60 добу після отелення відмічається нижчий рівень загального білка за рахунок меншого вмісту глобулінів на фоні тенденції до зниження активності АСТ і коефіцієнта де Рітиса та незначного підвищення активності ЛФ внаслідок чого вірогідно зростає концентрація неорганічного фосфору, що призводить до порушення співвідношення кальцію до фосфору відносно вказаних показників корів, які стали тільними впродовж третього та четвертого місяців лактації. Крім того у корів, що стали тільними через три-чотири місяці після отелення відмічається тенденція до зниження вітаміну Е та вірогідне зниження вмісту цинку.

Білки сироватки крові є важливими показниками здоров'я тварин (Abuelo, A., et. al., 2019) за змінами їх концентрації можна відслідковувати перебіг фізіологічних (Bobbo, T., et. al., 2017) і патологічних (Atsushi Watanabe, al., 2018) процесів у корів. На сьогодні у корів виявлено та диференційно 14 білків, які експресуються різними генами, що тісно пов'язані з розвитком дисфункції яєчників на початку лактації у молочних корів (Csilla, Tóthová, al., 2017).

**Обговорення.** Результати наших досліджень вказують на високий рівень загального білка у крові корів обох груп і у підгрупі тварин, що запліднились до 120 доби після отелення за рахунок його глобулінової фракції та зниження А/Г співвідношення співпадають з даними ряду авторів, які повідомляють на подібну динаміку зростання кількості загального білка впродовж 6 тижнів після отелення (Bobbo, T., et. al., 2017).

Проте, в інших дослідженнях автори відмічають, що у крові корів висока концентрація загального білка зумовлена зростанням вмісту глобулінів зі зниженням А/Г співвідношення може відмічатись за розвитку запальних процесів матки, молочної залози, кінцівок (Abuelo, A., et. al., 2019).

Роль печінки у білковому обміні добре відома (Zhao, C., et. al., 2019). Морфологічні і фізіологічні зміни в печінці пов'язані з розвитком негативного енергетичного балансу у перехідний період можуть призвести до жирового її переродження, що характеризується підвищенням активності ензимів (Yerra, Veera Ganesh & Drosatos, Konstantinos., 2023).

Тому підвищену активність АСТ і ЛФ та підвищення коефіцієнта де Рітиса у групі неплідних і вибракуваних корів необхідно розглядати, як ознаку пошкодження клітин печінки та/або порушення її функції, що спричиняє розлад функціонування інших систем організму, в тому числі репродуктивної. Про підвищену активність АСТ на фоні низької концентрації у крові корів глюкози та кальцію за метриту вказують ряд дослідників (Djokovic, Radojica, et. al., 2019).

Хоча за результатами наших досліджень концентрація глюкози у крові другої групи корів мала тенденцію до підвищення відносно тварин, що стали тільними.

Загальноновизнано, що годівля корів за раціонами з високим вмістом білка сприяє підвищенню молочної продуктивності корів але знижує їх репродуктивну функцію. Одним із чинників такого стану відтворної функції у корів є накопичення в біологічних рідинах сечовини (Cui, L., et. al., 2019).

Подібну думку щодо високої або низької концентрації сечовини у крові молочних корів і її впливу на зниження їх фер-

тильності висловлюють деякі дослідники (Brahma, Biswajit, et. al., 2011). Водночас (Akhtar, Muhammad, et. al., 2022) висувують гіпотезу, що висока концентрація сечовини до запліднення більш шкідлива, ніж після нього. Крім того, ряд дослідників вбачають, що шкідливий вплив сечовини на відтворну функцію у молочних корів відбувається опосередковано через порушення обмінних процесів в ендометрії, особливо ліпідного, а також зниження імунного захисту матки та виділення про-тизапальних цитокінів (Cheng, Z., et. al., 2015). Також збільшення сечовини у біологічних рідинах може мати шкідливий вплив як на ооцити, так і на ранні ембріони (Kowsar, R., et. al., 2018).

Таким чином неплідність корів другої групи можна пояснити високим вмістом у крові сечовини та її азоту. Крім того, знижений вміст вітаміну Е у неплідних корів вказує на оксидантний стрес у цих тварин. Адже, відомо, що вітамін Е функціонує як внутрішньоклітинний антиоксидант, що забезпечує перетворення вільно реактивного кисню та ліпідних гідропероксидаз у неактивні форми, таким чином підтримується цілісність мембранних фосfolіпідів (Zangeronimo, Marcio, et. al., 2013).

Про підвищення заплідненості корів та зниження ембріональної смертності за ін'єкцій вітаміну Е повідомляють ряд дослідників (Pontes, G.C.S., et. al., 2015, Haga, S., et. al., 2021).

Крім того, ряд дослідників (Hussein, & Staufenbiel, 2012) вважають, що таке збільшення у крові міді є вторинним і його можна пояснити підвищеною активністю церулоплазміну, так як до його складу входить більше, ніж 95% міді крові. Відомо, що підвищений рівень церулоплазміну виявляють у крові корів із запальними захворюваннями (Bäumer, & Staufenbiel, 2019).

Крім того церулоплазмін відіграє важливу роль у метаболізмі заліза (Hussein, H.A., et. al., 2019), чим можна пояснити його тенденцію до зниження у крові корів другої групи.

Вірогідно менший рівень цинку у крові корів першої підгрупи можна пояснити посиленням окислювальним стресом на що вказує тенденція до зменшення вмісту вітаміну Е (Moura, Francielle, et. al., 2022).

Крім того відомо, що в мишей (Gammoh, Nour & Rink, Lothar., 2020) дефіцит цинку може посилювати утворення білків гострої фази запалення. Непрямим доказом такого явища в наших дослідженнях може бути висока концентрація загального білку за рахунок глобулінової фракції у корів першої підгрупи.

Вірогідно вищий рівень фосфору у крові корів другої підгрупи можна пояснити руйнуванням мембранних фосfolіпідів і вивільненням фосфору внаслідок оксидантного стресу цих тварин (Liu, M. J., et. al., 2014). Уміст усіх інших мінералів вірогідно не відрізнявся між групами та підгрупами корів.

**Висновки.** Таким чином у корів, що залишались неплідними або були вибракувані впродовж лактації на 30-60 добу після отелення відмічається гіперензема, високий рівень сечовини та її азоту в крові, а також зниження концентрації вітаміну Е. Такий стан гомеостазу свідчить про напружене функціонування ензимної та оксидативної систем печінки на фоні порушення рубцевого травлення, що підтверджується тенденцією до підвищення рівня глюкози та міді й зниження заліза в крові.

Водночас у корів, що запліднилися на третьому-четвертому місяці лактації на 30-60 добу після отелення відмічається гіперпротенемія за рахунок гіперглобунемії та тенденції до різноспрямованої зміни активності ензимів, що не порушує співвідношення кальцію до фосфору та компенсує оксидативний стрес за рахунок зниження вмісту цинку і вітаміну Е відносно корів, які стали тільними на більш пізній стадії лактації.

### Бібліографічні посилання:

1. Abuelo, A., Hernández, J., Benedito, J. L., & Castillo, C. (2019). Redox Biology in Transition Periods of Dairy Cattle: Role in the Health of Periparturient and Neonatal Animals. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 8(1), 20. <https://doi.org/10.3390/antiox8010020>
2. Akhtar, Muhammad & Rahman, Hifzul & Pasha, Talat & Khan, Nauman & Chishti, Ghazanfar & Ali, Mubashar & Imran, Muhammad & Tahir, Muhammad & Naveed ul Haque, Muhammad. (2022). Effects of periparturient glucose precursor supplementation on lactation performance and metabolic health of primiparous and multiparous dairy cows. *Animal Bioscience*. 36. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0218>.
3. Atsushi Watanabe, Eiji Hata, Petr Sláma, Kazuhiro Kimura, Tsunao Hirai. (2018) Characteristics of mammary secretions from Holstein cows at approximately 10 days before parturition: with or without intramammary infection. *Journal of Applied Animal Research* 46:1, pages 604-608. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1256293>
4. Balbaied, T., & Moore, E. (2019). Overview of Optical and Electrochemical Alkaline Phosphatase (ALP) Biosensors: Recent Approaches in Cells Culture Techniques. *Biosensors*, 9(3), 102. <https://doi.org/10.3390/bios9030102>
5. Bäumer, J. & Staufienbiel, R. (2019). Validation of an automated assay for measurement of bovine plasma ceruloplasmin. *Acta Vet Scand* 61, 34. <https://doi.org/10.1186/s13028-019-0470-4>
6. Bobbo, T., Fiore, E., Giancesella, M., Morgante, M., Gallo, L., Ruegg, P. L., Bittante, G., & Cecchinato, A. (2017). Variation in blood serum proteins and association with somatic cell count in dairy cattle from multi-breed herds. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 11(12), 2309–2319. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001227>
7. Boukhechem, S., Moula, N., Lakhdera, N., & Kaidi, R. (2019). Feeding practices of dairy cows in Algeria: Characterization, typology, and impact on milk production and fertility. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 6(4), 567–574. <https://doi.org/10.5455/javar.2019.f384>
8. Bova, T. L., Chiavaccini, L., Cline, G. F., Hart, C. G., Matheny, K., Muth, A. M., Voelz, B. E., Kesler, D., & Memili, E. (2014). Environmental stressors influencing hormones and systems physiology in cattle. *Reproductive biology and endocrinology : RB&E*, 12, 58. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-12-58>
9. Brahma, Biswajit & Ghosh, S. & Pankaj, Dr. Prabhat & Mandal, G.. (2011). Evaluation of Milk Urea Concentration as Useful Indicator for Dairy Herd Management: A Review. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 1. 1-18. <https://doi.org/10.3923/ajava.2011.1.19>.
10. Chastant, S., & Saint-Dizier, M. (2019). Inflammation: friend or foe of bovine reproduction?. *Animal reproduction*, 16(3), 539–547. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2019-0057>
11. Chen, Y. C., Yeh, Y. C., Lin, Y. F., Au, H. K., Hsia, S. M., Chen, Y. H., & Hsieh, R. H. (2022). Aspartame Consumption, Mitochondrial Disorder-Induced Impaired Ovarian Function, and Infertility Risk. *International journal of molecular sciences*, 23(21), 12740. <https://doi.org/10.3390/ijms232112740>
12. Cheng, Z., Oguejiofor, C. F., Swangchan-Uthai, T., Carr, S., & Wathes, D. C. (2015). Relationships between Circulating Urea Concentrations and Endometrial Function in Postpartum Dairy Cows. *Animals : an open access journal from MDPI*, 5(3), 748–773. <https://doi.org/10.3390/ani5030382>
13. Csilla, Tóthová & Pavol, Mudroň & Oskar, Nagy. (2017). The electrophoretic pattern of serum proteins in dairy cows with inflammatory diseases. *Acta veterinaria*. 67. 178-190. <https://doi.org/10.1515/acve-2017-0016>.
14. Cui, L., Wang, H., Ding, Y., Li, J., & Li, J. (2019). Changes in the blood routine, biochemical indexes and the pro-inflammatory cytokine expressions of peripheral leukocytes in postpartum dairy cows with metritis. *BMC veterinary research*, 15(1), 157. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1912-y>
15. Djokovic, Radojica & Cincovic, Marko & Ilić, Zoran & Kurćubić, Vladimir & Andjelic, Biljana & Petrovic, Milos & Lalic, Nebojsa & Jasovic, Boban. (2019). Estimation of Metabolic Status in High Yielding Dairy Cows During Transition Period and Full Lactation. *Acta Scientiae Veterinariae*. 47. 1667. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.92100>.
16. Galán, E., Llonch, P., Villagrà, A., Levit, H., Pinto, S., & Del Prado, A. (2018). A systematic review of non-productivity-related animal-based indicators of heat stress resilience in dairy cattle. *PloS one*, 13(11), e0206520. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206520>
17. Gammoh, Nour & Rink, Lothar. (2020). Zinc and the immune system: Insights into the role of zinc in autoimmune diseases. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805378-2.00003-6>.
18. Gonçalves-de-Albuquerque, C. F., Barnese, M. R. C., Soares, M. A., Castro Faria, M. V., Silva, A. R., Castro Faria Neto, H. C., Burth, P., & Younes-Ibrahim, M. (2019). Serum albumin-fatty acid saturation test. *MethodsX*, 6, 1871–1875. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.08.004>
19. Haga, S., Ishizaki, H., & Roh, S. (2021). The Physiological Roles of Vitamin E and Hypovitaminosis E in the Transition Period of High-Yielding Dairy Cows. *Animals : an open access journal from MDPI*, 11(4), 1088. <https://doi.org/10.3390/ani11041088>
20. Hussein, H.A., Bäumer, J. & Staufienbiel, R. Validation of an automated assay for measurement of bovine plasma ceruloplasmin. *Acta Vet Scand*, 61, 34 (2019). <https://doi.org/10.1186/s13028-019-0470-4>
21. Hussein, H.A., Staufienbiel, R. (2012). Variations in Copper Concentration and Ceruloplasmin Activity of Dairy Cows in Relation to Lactation Stages with Regard to Ceruloplasmin to Copper Ratios. *Biol Trace Elem Res*, 146, 47–52. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9226-3>
22. Kowsar, R., Iranshahi, V. N., Sadeghi, N., Riasi, A., & Miyamoto, A. (2018). Urea influences amino acid turnover in bovine cumulus-oocyte complexes, cumulus cells and denuded oocytes, and affects in vitro fertilization outcome. *Scientific reports*, 8(1), 12191. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30774-2>

23. Küme, T., Sağlam, B., Ergon, C., & Sisman, A. R. (2018). Evaluation and comparison of Abbott Jaffe and enzymatic creatinine methods: Could the old method meet the new requirements?. *Journal of clinical laboratory analysis*, 32(1), e22168. <https://doi.org/10.1002/jcla.22168>
24. Little, M. W., O'Connell, N. E., & Ferris, C. P. (2016). A comparison of individual cow versus group concentrate allocation strategies on dry matter intake, milk production, tissue changes, and fertility of Holstein-Friesian cows offered a grass silage diet. *Journal of dairy science*, 99(6), 4360–4373. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10441>
25. Liu, J., Cook, R., Danhof, L., Lopatto, D., Stoltzfus, J. R., & Benning, C. (2021). Connecting research and teaching introductory cell and molecular biology using an Arabidopsis mutant screen. *Biochemistry and molecular biology education : a bimonthly publication of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology*, 49(6), 926–934. <https://doi.org/10.1002/bmb.21579>
26. Liu, M. J., Bao, S., Napolitano, J. R., Burris, D. L., Yu, L., Tridandapani, S., & Knoell, D. L. (2014). Zinc regulates the acute phase response and serum amyloid A production in response to sepsis through JAK-STAT3 signaling. *PLoS one*, 9(4), e94934. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094934>
27. Moradi, M., Zhandi, M., Sharafi, M., Akbari, A., Atrabi, M. J., & Totonchi, M. (2022). Gene expression profile of placentomes and clinical parameters in the cows with retained placenta. *BMC genomics*, 23(1), 760. <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08989-5>
28. Moura, Francielle & Ferreira, Bruno & Muniz, Elusca & Justino, Allisson & Silva, Ana & Ribeiro, Rosy & Dantas, Noelio & Ribeiro, Daniele & Araújo, Fernanda & Espindola, Foued & Almeida Silva, Anielle Christine & Tomiosso, Tatiana. (2022). Antioxidant, anti-inflammatory, and wound healing effects of topical silver-doped zinc oxide and silver oxide nanocomposites. *International Journal of Pharmaceutics*. 617. 121620. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.121620>
29. Pontes, G.C.S. & Monteiro Jr, Pedro & Prata, Alexandre & Guardieiro, M.M. & Pinto, D.A.M. & Fernandes, G.O. & Wiltbank, M.C. & Santos, Jose & Sartori, Roberto. (2015). Effect of injectable vitamin E on incidence of retained fetal membranes and reproductive performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 98. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8886>
30. Raboisson, Didier & Albaaj, Ahmad & Nonne, G. & Foucras, Gilles. (2017). High urea and pregnancy or conception in dairy cows: A meta-analysis to define the appropriate urea threshold. *Journal of Dairy Science*. 100. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12009>
31. Schimmel, P., Kleinjans, L., Bongers, R. S., Knol, J., & Belzer, C. (2021). Breast milk urea as a nitrogen source for urease positive Bifidobacterium infantis. *FEMS microbiology ecology*, 97(3), fiab019. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiab019>
32. Singh, S., Sharma, M., & Singh, G. (2021). Recent advancements in urea biosensors for biomedical applications. *IET nanobiotechnology*, 15(4), 358–379. <https://doi.org/10.1049/nbt2.12050>
33. Szentirmai, V., Wacha, A., Németh, C., Kitka, D., Rácz, A., Héberger, K., Mihály, J., & Varga, Z. (2020). Reagent-free total protein quantification of intact extracellular vesicles by attenuated total reflection Fourier transform infrared (ATR-FTIR) spectroscopy. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 412(19), 4619–4628. <https://doi.org/10.1007/s00216-020-02711-8>
34. Vailati-Riboni, M., Osorio, J. S., Trevisi, E., Luchini, D., & Loor, J. J. (2017). Supplemental Smartamine M in higher-energy diets during the prepartal period improves hepatic biomarkers of health and oxidative status in Holstein cows. *Journal of animal science and biotechnology*, 8, 17. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0147-7>
35. Yerra, Veera Ganesh & Drosatos, Konstantinos. (2023). Specificity Proteins (SP) and Krüppel-like Factors (KLF) in Liver Physiology and Pathology. *International Journal of Molecular Sciences*. 24. 4682. <https://doi.org/10.3390/ijms24054682>
36. Zangeronimo, Marcio & Oberlender, Guilherme & Solis-Murgas, Luis. (2013). Effect of nutrition on the reproduction in gilts – a review. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*. XI. 1-20.
37. Zhao, C., Shu, S., Bai, Y., Wang, D., Xia, C., & Xu, C. (2019). Plasma Protein Comparison between Dairy Cows with Inactive Ovaries and Estrus. *Scientific reports*, 9(1), 13709. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49785-8>

**Chekan O. M.**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Dopa V. O.**, Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**The effect of a combined change of some indicators of homeostasis on the reproductive function of cows**

The progressive development of the livestock industry in Ukraine is based on several basic principles, one of which is reproduction. Effective reproduction of the main herd is a guarantee of sustainable development of each individual animal husbandry and the industry as a whole. With a constant number of livestock in the farm, repairs make up about 25%, and with increasing livestock – from 30% to 40%. A fairly wide range of reasons for the decrease, and sometimes even the complete cessation of the reproductive capacity of cows, is known. To establish specific causes, it is important to develop effective methods of forecasting and diagnosis of gynecological pathologies of cows, especially in the transit period. The purpose of the study was to investigate the correlation between the change in individual biochemical indicators of the blood of cows 30–60 days after calving and the reproductive capacity of females. The research was carried out during 2021–2023 in farms of the Sumy region with a non-attached type of maintenance. Productivity was at the level of 7200–7500. Blood for biochemical studies was collected from the subcaudal vein between 30 and 60 days after calving. Subsequently, biochemical studies were carried out according to generally accepted methods. The obtained digital material was processed by methods of variational statistics using SPSS Data editor 17.0 version. A tense protein metabolism in cows in the postpartum period was established, which was characterized by the upper limit of the total protein level –  $86.0 \pm 2.58$  g/l and the protein coefficient –  $0.76 \pm 0.037$  units. A decrease in the level of globules by 1.2 times was recorded in infertile cows, which was accompanied by a decrease in the protein coefficient by 1.24 times. Infertile cows were characterized by an increase in asparataminotransferase and alkaline phosphatase by 1.37 ( $p \leq 0.01$ ) and 1.17 times ( $p \leq 0.05$ ), respectively. However, in the cows of the first group (fertile animals), a trend of an increase in the de Ritis coefficient by 1.29 times

and a decrease in the blood urea nitrogen level by 1.19 times was registered compared to infertile cows. An important prognostic criterion is a 1.13 times higher level of vitamin E (12.8%) in fertile cows. Hypocalcemia and hyperphosphoremia were diagnosed in the blood of infertile cows with a clearance of 1.18 times that of healthy cows ( $p \leq 0.05$ ), which caused a tendency to decrease the Ca/P ratio. Changes in biochemical indicators in the blood of animals of both subgroups of all other micro- and macrominerals probably did not differ, with the exception of zinc, the level of which was 1.3 times higher in the blood of infertile animals ( $p \leq 0.05$ ).

**Key words:** cows, transit period, infertility, reproduction, protein and vitamin metabolism.