



Гематологічні показники кнурів за згодовування комплексних кормових добавок в умовах теплового стресу

I. Т. Іваницький, М. М. Шаран
ivanickijivan285@gmail.com



Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

ORCID:

I. T. Ivanytskyi <https://orcid.org/0009-0008-2189-8661>

M. M. Sharan <https://orcid.org/0000-0003-2299-4811>

Authors' Contributions:

IIT: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Investigation; Methodology; Project administration; Supervision; Writing — original draft.

SMM: Conceptualization; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Writing — review & editing.

Declaration of Conflict of Interests:

None to declare.

Ethical approval:

The research methodology was approved by the Bioethical commission in the Institute of Animal Biology (National Academy of Sciences of Ukraine; Protocol no. 167 from January 7, 2025).

Acknowledgements:

None.



Attribution 4.0 International
(CC BY 4.0)

Метою роботи було з'ясувати вплив згодовування комплексних кормових добавок на гематологічні показники кнурів за умов теплового стресу та нормальної температури. Експеримент провели на дев'яти клінічно здорових кнурах-плідниках віком 2–4 роки порід ландрас, п'єтрен і макстер. Проведено дві серії експериментів тривалістю 90 днів (дослідження тварин, відбір та аналіз матеріалу були аналогічними): за нормальних теплових умов ($<23^{\circ}\text{C}$) і за умов теплового стресу ($25\text{--}30^{\circ}\text{C}$). У першій серії (група Дослідна 1) всім кнурам індивідуально до комбікорму впродовж 30 днів додавали кормову добавку у формі ліпосомальної емульсії, яка містила вітаміни А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку у дозі 2 мл. У другій серії експериментів (група Дослідна 2) всім кнурам індивідуально до комбікорму впродовж 30 днів додавали кормову добавку у формі ліпосомальної емульсії, яка містила вітаміни А, D₃, Е, С, глюконат цинку та бетаїн у дозі 20 мл. Для моделювання теплового стресу створювали умови підвищеної температури ($25\text{--}30^{\circ}\text{C}$) і вологості (70–80 %) впродовж 7 днів тривалістю 3 год щодня, ізолюючи клітки поліетиленовою плівкою. Температуру та вологість контролювали термогігрометром з визначенням середніх величин на кожному етапі. Наприкінці кожного етапу дослідів від усіх піддослідних кнурів брали проби крові і визначали гематологічні показники: еритроцити, гемоглобін, гематокрит, еритроцитарні індекси, вміст тромбоцитів і лейкоцитів. Встановлено, що під впливом теплового стресу в кнурів вірогідно ($P<0,05\text{--}0,001$) знижуються гематологічні показники: вміст еритроцитів, гемоглобіну, гематокрит, MCV, MCHC за незначного зменшення вмісту лейкоцитів і тромбоцитів порівняно з періодом нормальних температурних умов. Згодовування кнурам вітамінів А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку за умов теплового стресу вірогідно ($P<0,05\text{--}0,01$) підвищило вміст еритроцитів, лейкоцитів, гемоглобіну, гематокриту, еритроцитарних індексів MCV та MCH порівняно з контролем. Аналогічно, згодовування кнурам-плідникам вітамінів А, D₃, Е, С, глюконату цинку та бетаїну в умовах теплового стресу призвело до вірогідного ($P<0,01$) підвищення вмісту еритроцитів, лейкоцитів, гемоглобіну та гематокриту з одночасним зростанням еритроцитарних індексів MCV, MCH ($P<0,05$) та MCHC. Водночас згодовування кнурам обох комплексних кормових добавок за умов нормальних температури та вологості спричиняло незначне збільшення усіх досліджуваних гематологічних показників.

Ключові слова: кнури, тепловий стрес, кормова ліпосомальна добавка, гематологічні показники

Вступ

Тепловий стрес може мати великий вплив на більшість аспектів репродуктивної функції у свавців. До його наслідків належать порушення сперматогенезу та розвитку ооцитів, дозрівання яйцеклітин, раннього розвитку ембріона, росту плода і плаценти та лактації. Ці шкідливі ефекти теплового стресу є результатом або гіпертермії, пов'язаної з тепловим стресом, або фізіологічних змін у тварин, які перебувають у тепловому стресі, для регулювання температури тіла [28]. Багато впливів підвищеної температури на гамети і ранній ембріон пов'язані зі зростанням вироблення активних форм кисню. Генетична адаптація до теплового стресу можлива як щодо регуляції температури тіла, так і щодо стійкості клітин до підвищеної температури [7].

У галузі репродуктивної біотехнології однією із проблем є дослідження причин зниження якості сперматозоїдів, ооцитів і ембріогенезу високопродуктивних тварин. Фізіологічні і біохімічні механізми перебігу порушень функціонального стану репродуктивної системи тварин, пов'язані зокрема із потеплінням клімату чи з віковими або сезонними аспектами, ще детально не з'ясовані, а методи інтенсифікації репродуктивної функції тварин з урахуванням молекулярних механізмів регуляції остаточно не розроблені [38]. Тому подальші комплексні дослідження з вивчення відтворної функції продуктивних тварин за дії теплового стресу є актуальними.

У практиці свинарства в літній період свині часто потерпають від теплового стресу, який супроводжується зниженням їхньої продуктивності та відтворної здатності [35]. У цей період погіршується якість спермопродукції у кнурів-плідників, особливо функціональна активність сперматозоїдів [13, 19]. У корекції цих процесів для зменшення дії теплового стресу провідна роль належить різним біологічно активним речовинам. Дослідження показують, що тепловий стрес спричиняє ознаки оксидативного стресу у свиней, а також знижує їхні репродуктивні показники [5, 33, 36]. Науковці і практики запропонували низку заходів для зниження негативної дії теплового стресу на організм свиней, які передбачають корекцію годівлі, технологічних елементів тощо [8, 23]. Останнім часом практикують згодовування бетаїну як антистресового препарату та осмопротектора [11, 37]. Дослідження на баранах-плідниках встановили позитивну дію згодовування вітамінів А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку на гематологічні показники та якість сперми у період статевих спокою [29, 30].

Водночас недостатньо даних щодо впливу теплового стресу на метаболічні процеси в організмі кнурів та взаємозв'язок між показниками антиоксидантного захисту та якістю сперми. Також не розроблено дієвих заходів для профілактики та усунення негативної дії теплового стресу на спермопродуктивність кнурів [16].

З огляду на численні літературні дані, логічним є з'ясування дії теплового стресу на гематологічні показники у кнурів-плідників і можливість їх корекції згодовуванням вітамінів А, D₃, Е, і С у поєднанні з глюконатом цинку та бетаїном, що і стало метою наших досліджень.

Матеріали та методи

Дослідження проведено у Львівському науково-виробничому центрі «Західплемресурси» на дев'яти клінічно здорових кнурах віком 2–4 роки порід ландрас, п'єтрен і макстер, яких утримували в індивідуальних клітках. Перед початком експерименту проведено клінічний огляд кожної тварини з визначенням температури тіла.

Проведено два етапи досліджень, у яких дослідження тварин, відбір матеріалу, його аналіз були аналогічними: 1) дослідження за нормальних теплових умов (<23°C) — 90 діб; 2) дослідження за умов теплового стресу (25–30°C) — 90 діб. На кожному з етапів проведено три серії експериментів тривалістю по 30 діб, що обумовлено тривалістю сперматогенезу у кнурів.

У першій серії (група Дослідна 1) всім кнурам індивідуально до комбікорму впродовж 30 діб додавали кормову добавку у формі ліпосомальної емульсії, до складу якої входили вітаміни А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку у дозі 2 мл. Для виготовлення 20 мл добавки використано: 2 г глюконату цинку, 250 тис. МО вітаміну А, 25 тис. МО вітаміну D₃, 250 мг вітаміну Е, 500 мг вітаміну С, а також лецитин і твін-20 та деіонізовану воду.

У другій серії експериментів (група Дослідна 2) всім кнурам індивідуально до комбікорму впродовж 30 діб додавали кормову добавку у формі ліпосомальної емульсії, до складу якої входили вітаміни А, D₃, Е, С, глюконат цинку та бетаїн у дозі 20 мл. Для виготовлення 20 мл добавки використано: 200 мг глюконату цинку, 25 тис. МО вітаміну А, 2500 МО вітаміну D₃, 25 мг вітаміну Е, 50 мг вітаміну С, 8 г бетаїну, а також лецитин, твін-20 та деіонізовану воду.

Для виготовлення обох препаратів суміш перемішували та диспергували на ультразвуковому диспергаторі УЗДН-1 за частоти 22кГц впродовж 2–3 хв до утворення тонкої емульсії.

У третій серії експериментів (група Контрольна) кормових добавок з комбікормом кнурам не згодовували.

Моделювали тепловий стрес, для чого створювали умови підвищеної температури (25–30°C) і вологості (понад 80 %) впродовж 7 днів тривалістю 3 год щодня, ізолюючи клітки поліетиленовою плівкою. Температуру та вологість контролювали термогігрометром з визначенням середніх величин на кожному етапі.

Наприкінці кожного етапу дослідів від усіх піддослідних кнурів відбирали проби крові з хвоста до ранкової годівлі. У крові визначали гематологічні показники: еритроцити, гемоглобін, гематокрит, еритроцитарні коефіцієнти — середній об'єм еритроцита (MCV), середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH), середню концентрацію гемоглобіну в одному еритроциті (MCHC), а також вміст тромбоцитів і лейкоцитів. Визначення показників проводили на автоматичному гематологічному аналізаторі *Mythic 18 Orphee Vet* (*Orphee*, Швейцарія).

Усі отримані цифрові дані обробляли за допомогою комп'ютерної програми *Statistica* з використанням методу варіаційної статистики та програми *Excel* із пакетів сервісів *Microsoft Office 2007* та *2010*. Відмінності між групами вважалися статистично вірогідними при $P < 0,05$.

Результати

У проведених дослідженнях встановлено значні зміни гематологічних показників у кнурів під впливом теплового стресу. Зокрема, вміст еритроцитів у крові кнурів зменшився на 13,62 % ($P < 0,01$) порівняно з періодом нормальних температур і вологості (табл. 1). Аналогічно, за дії теплового стресу вміст гемоглобіну у крові кнурів був нижчим на 9,87 % ($P < 0,05$), ніж за нормальної температури. Водночас гематокрит під впливом теплового стресу знизився на 9,76 % ($P < 0,001$) порівняно з періодом нормальних температурних умов.

Комплексні кормові добавки згодовували як за нормальних температурних умов, так і за дії тепло-

вого стресу. Аналіз впливу згодовування добавок засвідчив їхню позитивну дію на гематологічні показники кнурів-плідників за нормальної температури. Так, після згодовування кнурам вітамінів А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку (Дослідна 1) вміст еритроцитів майже не змінився, проте спостерігали тенденцію до збільшення вмісту гемоглобіну та гематокриту на 5,98 % та 3,14 % відповідно.

Подібні зміни гематологічних показників спостерігали й після згодовування кнурам-плідникам вітамінів А, D₃, Е, С, глюконату цинку та бетаїну (Дослідна 2). Зокрема, встановлено тенденцію до збільшення вмісту еритроцитів і гемоглобіну на 3,14 % та 3,60 % відповідно за одночасного збільшення гематокриту на 4,47 %.

За згодовування комплексних кормових добавок кнурам-плідникам в умовах теплового стресу зміни гематологічних показників були більш виражені. Зокрема, згодовування кнурам вітамінів А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку (Дослідна 1) призвело до збільшення вмісту еритроцитів у крові на 11,41 % ($P < 0,01$). Аналогічно, вміст гемоглобіну і гематокрит у крові кнурів під впливом згодовування комплексної добавки за умов теплового стресу збільшилися на 12,73 % ($P < 0,01$) та 11,63 % ($P < 0,01$) відповідно, порівняно з контролем.

Подібні зміни гематологічних показників встановлено і після згодовування кнурам-плідникам вітамінів А, D₃, Е, С, глюконату цинку та бетаїну (Дослідна 2) в умовах теплового стресу. Зокрема, вміст еритроцитів, гемоглобіну та гематокрит у крові кнурів-плідників, порівняно з контролем, збільшилися на 13,26 % ($P < 0,01$), 13,93 % ($P < 0,01$) та 9,59 % ($P < 0,01$) відповідно.

Таблиця 1. Основні гематологічні показники кнурів за згодовування комплексних ліпосомальних добавок ($n=9$, $M \pm m$)
Table 1. Main hematological indicators of boars fed complex liposomal supplements ($n=9$, $M \pm m$)

Показник Index	Групи / Groups		
	Контрольна Control	Дослідна 1 Experiment 1	Дослідна 2 Experiment 2
За нормальної температури / At normal temperature			
Еритроцити, Т/л Erythrocytes, T/l	7,43±0,14	7,49±0,13	7,67±0,12
Гемоглобін, г/л Hemoglobin, g/l	107,50±2,94	113,93±3,02	111,37±3,30
Гематокрит, % Hematocrit, %	39,29±0,58	40,52±0,38	41,04±0,40*
За умов теплового стресу / Under heat stress conditions			
Еритроцити, Т/л Erythrocytes, T/l	6,62±0,19 ^b	7,38±0,13**	7,50±0,14**
Гемоглобін, г/л Hemoglobin, g/l	96,89±2,41 ^a	109,22±3,41**	110,39±3,13**
Гематокрит, % Hematocrit, %	41,21±0,45 ^c	39,58±0,24**	38,86±0,57**

Примітка. * — $P < 0,05$, ** — $P < 0,01$, *** — $P < 0,001$ — вірогідна різниця між дослідними та контрольною групами; ^a — $P < 0,05$, ^b — $P < 0,01$, ^c — $P < 0,001$ — вірогідна різниця між контрольною групою за нормальної температури та за умов теплового стресу.

Note. * — $P < 0,05$, ** — $P < 0,01$, *** — $P < 0,001$ — significant difference between the experimental and control groups; ^a — $P < 0,05$, ^b — $P < 0,01$, ^c — $P < 0,001$ — significant difference between the control group at normal temperature and under heat stress conditions.

Таблиця 2. Еритроцитарні індекси крові кнурів за згодовування комплексних ліпосомальних добавок ($n=9$, $M \pm m$)
Table 2. Erythrocyte blood indices of boars fed complex liposomal supplements ($n=9$, $M \pm m$)

Показник Index	Групи / Groups		
	Контрольна Control	Дослідна 1 Experiment 1	Дослідна 2 Experiment 2
За нормальної температури / At normal temperature			
MCV, 10 ⁻¹⁵ л MCV, 10 ⁻¹⁵ l	26,53±1,43	28,03±1,60	25,88±1,58
MCH, 10 ⁻¹² г MCH, 10 ⁻¹² g	10,16±0,47	10,43±0,44	11,38±0,49
MCHC, г/л MCHC, g/l	288,91±24,21	304,93±19,49	317,19±21,06*
За умов теплового стресу / Under heat stress conditions			
MCV, 10 ⁻¹⁵ л MCV, 10 ⁻¹⁵ l	22,77±1,21 ^a	26,60±1,11*	26,07±1,16*
MCH, 10 ⁻¹² г MCH, 10 ⁻¹² g	8,17±0,41 ^b	9,87±0,40*	9,66±0,33*
MCHC, г/л MCHC, g/l	283,02±26,81	304,93±19,49	302,98±16,77

Зміни еритроцитів під впливом згодовування кнурам-плідникам комплексних кормових добавок підтверджує коливання еритроцитарних індексів як за нормальної температури, так і під час теплового стресу. Так, за нормальних температурних умов після згодовування кнурам вітамінів А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку (Дослідна 1) спостерігали тенденцію до збільшення середнього об'єму еритроцита (MCV), середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті (MCH) і середньої концентрації гемоглобіну в одному еритроциті (MCHC) — на 5,65 %, 2,74 та 5,55 % відповідно, порівняно з контролем (табл. 2). Після згодовування кнурам-плідникам вітамінів А, D₃, Е, С, глюконату цинку та бетаїну (Дослідна 2) MCH та MCHC мали на 12,04 і 9,79 % відповідно більші значення, порівняно з контролем, за майже незмінного значення MCV.

Під впливом теплового стресу еритроцитарні індекси крові кнурів значно знизилися. Зокрема, середній об'єм еритроцита (MCV), середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH), середня концентрація гемоглобіну в одному еритроциті (MCHC) зменшилися на 14,20 % ($P<0,05$), 19,58 % ($P<0,01$) та 2,04 % відповідно.

Згодовування кнурам вітамінів А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку (Дослідна 1) за умов теплового стресу спричинило зростання еритроцитарних індексів MCV, MCH та MCHC на 16,84 % ($P<0,05$), 20,82 % ($P<0,01$) та 7,74 % відповідно, порівняно з контролем. Подібні зміни еритроцитарних індексів встановлено за згодовування кнурам-плідникам вітамінів А, D₃, Е, С, глюконату цинку та бетаїну (Дослідна 2): значення MCV, MCH та MCHC мали на 14,49 % ($P<0,05$), 18,23 % ($P<0,05$) та 7,05 % відповідно вищі від контролю значення.

Після згодовування комплексних ліпосомальних добавок кнурам-плідникам встановлено зміни вмісту лейкоцитів і тромбоцитів як за нормальної температури, так і за умов теплового стресу (табл. 3).

Таблиця 3. Вміст лейкоцитів і тромбоцитів у крові кнурів за згодовування комплексних ліпосомальних добавок ($n=9$, $M\pm m$)
Table 3. The content of leukocytes and platelets in the blood of boars fed complex liposomal supplements ($n=9$, $M\pm m$)

Показник Index	Групи / Groups		
	Контрольна Control	Дослідна 1 Experiment 1	Дослідна 2 Experiment 2
За нормальної температури / At normal temperature			
Тромбоцити, $\times 10^9/\text{л}$ Platelets, $\times 10^9/\text{l}$	359,60 $\pm$ 9,08	349,89 $\pm$ 13,97	353,20 $\pm$ 14,45
Лейкоцити, $\times 10^9/\text{л}$ Leukocytes, $\times 10^9/\text{l}$	8,11 $\pm$ 0,31	9,60 $\pm$ 0,32**	9,40 $\pm$ 0,20***
За умов теплового стресу / Under heat stress conditions			
Тромбоцити, $\times 10^9/\text{л}$ Platelets, $\times 10^9/\text{l}$	355,29 $\pm$ 11,01	383,04 $\pm$ 13,25	8,40 $\pm$ 0,27**
Лейкоцити, $\times 10^9/\text{л}$ Leukocytes, $\times 10^9/\text{l}$	6,83 $\pm$ 0,58	379,04 $\pm$ 14,67	9,20 $\pm$ 0,20**

Зокрема, за нормальної температури після згодовування кнурам вітамінів А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку (Дослідна 1) спостерігали тенденцію до зниження вмісту тромбоцитів на 2,70 %, порівняно з контролем, на фоні підвищення вмісту лейкоцитів на 18,36 % ($P<0,01$).

Подібні зміни спостерігали і після згодовування кнурам вітамінів А, D₃, Е, С, глюконату цинку та бетаїну (Дослідна 2) — збільшення вмісту лейкоцитів на 15,89 % ($P<0,001$) з одночасною тенденцією до зниження вмісту тромбоцитів на 1,78 %.

Під впливом теплового стресу кількість лейкоцитів у крові кнурів-плідників знизилася на 15,75 %, хоча ці дані невірогідні, натомість вміст тромбоцитів зменшився лише на 1,20 %. Після згодовування кнурам вітамінів А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку (Дослідна 1) у період впливу теплового стресу вміст лейкоцитів зріс на 22,93 % ($P<0,01$) за одночасного збільшення кількості тромбоцитів лише на 7,81 %.

Аналогічно, згодовування кнурам-плідникам вітамінів А, D₃, Е, С, глюконату цинку та бетаїну (Дослідна 2) призвело до зростання кількості лейкоцитів на 34,63 % ($P<0,01$) на тлі незначного збільшення вмісту тромбоцитів на 6,69 %.

Обговорення

Тепловий стрес є одним із найважливіших факторів, який серйозно впливає на добробут тварин та економічні вигоди тваринництва. Тепловий стрес виникає через дисбаланс у механізмі надходження та втрати тепла [25]. Стрес у тварин спричиняє каскад різких змін у біологічних функціях, серед яких — зниження споживання сухої речовини, ефективність корму для росту, порушення метаболізму води, білку, енергії та мінерального балансу [26, 27]. Це також провокує зміну гормональної секреції, ферментативних реакцій і метаболітів крові [15]. Такі зміни призводять до погіршення росту, виробництва та відтворення. Сезонні та екологічні зміни можуть впливати на показники крові худоби [14].

Сезонний стрес у тварин можна передбачити за допомогою температурно-вологісного індексу [2]. У нашому експерименті було створено умови помірного теплового стресу (температура 25–28°C, вологість 80–88 %). Оскільки фізіологічна рівновага підтримується кров'ю, то кожна зміна, яка відбувається в організмі тварин, відображається в показниках крові [9]. У зв'язку з цим, ми акцентували свої дослідження на вивчення змін гематологічних показників під впливом теплового стресу.

Зміни показників крові є важливими показниками фізіологічного стану тварини. Загальний аналіз крові є важливим діагностичним інструментом для моніторингу відповіді та диференціальної діагностики. Добре відомо, що такі змінні, як порода, фізіологічна стадія, вік, репродуктивна стадія, а також умови

довкілля та пора року впливають на фізико-біохімічні параметри. В окремих експериментах параметри крові були використані для сортування обмежень продуктивності м'ясної худоби [17].

У наших дослідженнях встановлено вірогідне ($P < 0,05 - 0,001$) зниження вмісту еритроцитів, гемоглобіну та гематокриту в кнурів-плідників під дією теплового стресу. Подібні результати отримали L. Gutierrez-De La R. зі співавт. [17] і S. Casella зі співавт. [9], які встановили значне зниження кількості еритроцитів у корів із супутніми значними змінами гемоглобіну та гематокриту впродовж літа. K. Singh зі співавт. [34] також підтвердили зниження кількості еритроцитів у овець під час теплового стресу і довели, що вміст еритроцитів знижується у тварин, які погано адаптовані до холоду, але підвищуються у високоадаптованих [18]. Водночас С. Т. Shibu зі співавт. [32] повідомили про значно нижчий гемоглобін під час спеки порівняно з холодною температурою, а інші дослідники влітку спостерігали суттєво вищий рівень гемоглобіну у великої рогатої худоби, ніж взимку [22, 24].

Окремі автори звертають увагу на важливість еритроцитарних індексів в інтерпретації аналізів метаболічного профілю великої рогатої худоби [21]. У нашому експерименті під впливом теплового стресу вірогідно ($P < 0,05 - 0,01$) знизилися еритроцитарні індекси крові кнурів: середній об'єм еритроцита (MCV) і середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH) за незначного зниження середньої концентрації гемоглобіну в одному еритроциті (MCHC) на 2,04 %.

Для нівелювання дії теплового стресу на кнурів-плідників ми запропонували дві кормові добавки у формі ліпосомальної емульсії, до складу яких входять вітаміни А, D₃, Е, С, глюконат цинку та бетаїн. Ліпосомальна емульсія забезпечує пролонгований ефект, захищає діючі речовини під час проходження їх через травний тракт використанням лецитину та твіну. Вказані вітаміни мають антиоксидантні властивості [1, 4, 6], активізуючи у комплексі обмінні процеси та покращуючи репродуктивну функцію самців [12, 31]. Роль Цинку у репродуктивній функції самців теж широко висвітлена у літературі [3, 10]: встановлена його позитивна дія на синтез тестостерону, статеву активність та якісні показники сперми. Антистресові та осмопротекторні властивості бетаїну базуються на тому, що як природний донор метилу він може знижувати рівень гомоцистеїну в крові, посилювати антиоксидантну активність і знижувати оксидативний стрес [20].

Аналіз результатів проведених досліджень підтвердив позитивну дію згодовування кнурам-плідникам обох комплексних добавок з вітамінами А, D₃, Е, С, глюконатом цинку та бетаїном під час теплового стресу на гематологічні показники. Зокрема, встановлено вірогідне ($P < 0,05 - 0,01$) зростання вмісту еритроцитів, лейкоцитів і гемоглобіну, гематокриту, еритроцитарних індексів MCV, MCH та MCHC на тлі

незначного збільшення кількості тромбоцитів. Це може свідчити про нормалізацію метаболічних процесів та інтенсифікацію захисних сил в організмі кнурів-плідників.

Таким чином, застосування вітамінів А, D₃, Е та С у поєднанні з глюконатом цинку та бетаїном у формі ліпосомальної емульсії нормалізує в кнурів гематологічні показники, знижені дією теплового стресу, що в підсумку може покращити метаболічні та репродуктивні показники плідників; однак це потребує додаткових досліджень.

Отож, за дії теплового стресу вірогідно знижуються гематологічні показники в кнурів: вміст еритроцитів — на 13,62 % ($P < 0,01$), вміст гемоглобіну — на 9,87 % ($P < 0,05$), гематокрит — на 9,76 % ($P < 0,001$), MCV — на 14,20 % ($P < 0,05$), MCHC — на 19,58 % ($P < 0,01$), порівняно з періодом нормальних температур і вологості.

Згодовування кнурам вітамінів А, D₃, Е, і С з глюконатом цинку за умов теплового стресу спричинило збільшення вмісту еритроцитів у крові на 11,41 % ($P < 0,01$), гемоглобіну — на 12,73 % ($P < 0,01$), гематокриту — на 11,63 % ($P < 0,01$), еритроцитарних індексів MCV та MCH — на 16,84 % ($P < 0,05$) і 20,82 % ($P < 0,01$) відповідно, вміст лейкоцитів — на 22,93 % ($P < 0,01$), порівняно з контролем.

Згодовування кнурам-плідникам вітамінів А, D₃, Е, С, глюконату цинку та бетаїну в умовах теплового стресу призвело до підвищення вмісту еритроцитів, гемоглобіну та гематокриту на 13,26 % ($P < 0,01$), 13,93 % ($P < 0,01$) та 9,59 % ($P < 0,01$) відповідно, порівняно з контролем, з одночасним зростанням еритроцитарних індексів MCV, MCH та MCHC на 14,49 % ($P < 0,05$), 18,23 % ($P < 0,05$) і 7,05 % відповідно, а також збільшенням кількості лейкоцитів на 34,63 % ($P < 0,01$) та тромбоцитів на 6,69 %.

Згодовування кнурам обох комплексних кормових добавок за умов нормальних температурно-вологісних умов спричиняло невірогідне збільшення усіх досліджуваних гематологічних показників.

Подальші дослідження будуть скеровані на з'ясування впливу згодовування комплексних кормових добавок кнурам-плідникам в умовах теплового стресу на біохімічні процеси в організмі та сперміях.

Джерела

1. Abdulkareem TA, Al-Haboby AH, Al-Mjamei SM, Hobi AA. Sperm abnormalities associated with vitamin A deficiency in rams. *Small Rum Res.* 2005; 57 (1): 67–71. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2004.06.017.
2. Akyuz A, Boyaci S, Cayli A. Determination of critical period for dairy cows using temperature humidity index. *J Anim Vet Adv.* 2010; 9 (13): 1824–1827. DOI: 10.3923/javaa.2010.1824.1827.
3. Allouche-Fitoussi D, Breitbart H. The role of zinc in male fertility. *Int J Mol Sci.* 2020; 21 (20): 7796. DOI: 10.3390/ijms21207796.
4. Angelis C, Galdiero M, Pivonello C, Garifalos F, Menafrà D, Cariati F, Salzano C, Galdiero G, Piscopo M, Vece A, Colao A, Pivonello R.

- The role of vitamin D in male fertility: A focus on the testis. *Rev Endocr Metab Disord.* 2017; 18 (3): 285–305. DOI: 10.1007/s11154-017-9425-0.
5. Audet I, Laforest JP, Martineau GP, Matte JJ. Effect of vitamin supplements on some aspects of performance, vitamin status, and semen quality in boars. *J Anim Sci.* 2004; 82 (2): 626–633. DOI: 10.2527/2004.822626x.
 6. Baiomy AA, Mohamed AEA, Mottelib AA. Effect of dietary selenium and vitamin E supplementation on productive and reproductive performance in rams. *J Vet Med Res.* 2009; 19 (1): 39–43. DOI: 10.21608/jvmr.2009.77807.
 7. Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA, Kachman SD. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. *Livest Prod Sci.* 2001; 71 (2–3): 253–260. DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00184-1.
 8. Cabezón FA, Stewart KR, Schinckel AP, Barnes W, Boyd RD, Wilcock P, Woodliff J. Effect of natural betaine on estimates of semen quality in mature AI boars during summer heat stress. *Anim Reprod Sci.* 2016; 170: 25–37. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2016.03.009.
 9. Casella S, Scianò S, Zumbo A, Monteverde V, Fazio F, Piccione G. Effect of seasonal variations in Mediterranean area on haematological profile in dairy cow. *Comp Clin Pathol.* 2013; 22 (4): 691–695. DOI: 10.1007/s00580-012-1468-8.
 10. Cheah Y, Yang W. Functions of essential nutrition for high quality spermatogenesis. *Adv Biosci Biotechnol.* 2011; 2 (4): 182–197. DOI: 10.4236/abb.2011.24029.
 11. Chudak RA, Podolian YM, Babkov YI. The qualitative characteristics of pig meat under the action of feed additive "Betain". *Agr Sci Feed Technol.* 2017; 2 (96): 118–124. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2017_2_18 (in Ukrainian)
 12. Cofré-Narbona EJ, Peralta-Troncoso OA, Urquieta-Mangiola BE, Raggi-Saini LA, Benavides-Aguila N, Parraguez-Gamboa VH. Improvement of antioxidant status and semen quality by oral supplementation with vitamins C and E in rams. *Rev Cient.* 2016; 26 (3): 156–163. Available at: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/141691/Improvement-of-antioxidant-status-and-semen-quality.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 13. Einarsson S, Brandt Y, Lundeheim N, Madej A. Stress and its influence on reproduction in pigs: A review. *Acta Vet Scand.* 2008; 50: 48. DOI: 10.1186/1751-0147-50-48.
 14. Feldman BF, Zinkl JG, Jain NC (eds). *Schalm's Veterinary Hematology.* 5th ed. Wiley, 2000: 1344 p. Available at: https://books.google.com.ua/books/about/Schalm_s_Veterinary_Hematology.html?id=HKCDyJH41lcC&redir_esc=y
 15. Ganaie AH, Shanker G, Bumla NA, Ghasura RS, Mir NA, Wani SA, Dudhatra GB. Biochemical and physiological changes during thermal stress in bovines. *J Vet Sci Technol.* 2013; 4 (1): 1000126. DOI: 10.4172/2157-7579.1000126.
 16. Guevara RD, Pastor JJ, Manteca X, Tedo G, Llonch P. Systematic review of animal-based indicators to measure thermal, social, and immune-related stress in pigs. *PLoS ONE.* 2022; 17 (5): e0266524. DOI: 10.1371/journal.pone.0266524.
 17. Gutierrez-De La R JH, Warnick AC, Cowley JJ, Hentgs JF. Environmental physiology in the subtropics. I. Effect of stress in some haematological values of beef cattle. *J Anim Sci.* 1971; 32 (5): 968–973. DOI: 10.2527/jas1971.325968x.
 18. Habibu B, Dzenda T, Ayo JO, Yaqub LS, Kawu MU. Haematological changes and plasma fluid dynamics in livestock during thermal stress, and response to mitigative measures. *Livest Sci.* 2018; 214: 189–201. DOI: 10.1016/j.livsci.2018.05.023.
 19. Horky P, Tmejova K, Kensova R, Cernei N, Kudr J, Ruttkay-Nedecky B, Sapakova E, Adam V, Kizek R. Effect of heat stress on the antioxidant activity of boar ejaculate revealed by spectroscopic and electrochemical methods. *Int J Electrochem Sci.* 2015; 10 (8): 6610–6626. DOI: 10.1016/S1452-3981(23)06746-9.
 20. Kempson SA, Vovor-Dassu K, Day C. Betaine transport in kidney and liver: Use of betaine in liver injury. *Cell Physiol Biochem.* 2013; 32 (S1): 32–40. DOI: 10.1159/000356622.
 21. Klinkon M, Jazbec I, Zadnik T, Trenti F. Red blood cell (RBC) count in cattle in Slovenia. *Proceedings of the 18th World's Buiatrics Congress.* 26th Congress of the Italian Association of Buiatrics, Bologna, Italy. 1994; 29 (2–2): 1269–1271.
 22. Lateef A, Das H, Panchasara HH, Nilufar H, Sanap MJ. Seasonal effects on milk yield, erythrocytic and leukocytic indices of Kankrej cattle (*Bos indicus*). *Vet World.* 2014; 7 (7): 472–477. DOI: 10.14202/vetworld.2014.472-477.
 23. Li Y, Wang A, Taya K, Li CM. Declining semen quality and steady-ing seminal plasma ions in heat-stressed boar model. *Reprod Med Biol.* 2015; 14 (4): 171–177. DOI: 10.1007/s12522-015-0205-9.
 24. Naik BR, Siva Kumar AVN, Ravi A, Bramhaiah KV, Chakravarthi VP. Effect of seasons on physiological and hematological values in Punganur cattle. *Int J Pharm Biosci.* 2013; 4 (4): 40–49. Available at: <https://www.ijpbs.net/abstract.php?article=Mjc5MA==>
 25. Purwar V, Cherryll DM, Singh S, Kumar J, Khare A, Thorat G. Assessment of haematological parameters during different climatic seasons. *J Pharmacognos Phytochem.* 2019; 8 (1): 1741–1744. Available at: <https://www.phytojournal.com/archives/2019.v8.i1.7010/assessment-of-haematological-parameters-during-different-climatic-seasons>
 26. Purwar V, Oberoi PS, Alhussien MN, Santoshi P, Diwakar, Kumar N. Effect of protected fat, yeast, niacin, zinc and chromium supplementation on the productive performance of heat-stressed Karan Fries heifers. *Ind J Dairy Sci.* 2018; 71 (3): 252–257.
 27. Purwar V, Oberoi PS, Dang AK. Effect of feed supplement and additives on stress mitigation in Karan Fries heifers. *Vet World.* 2017; 10 (12): 1407–1412. DOI: 10.14202/vetworld.2017.1407-1412.
 28. Ross JW, Hale BJ, Gabler NK, Rhoads RP, Keating AF, Baumgard LH. Physiological consequences of heat stress in pigs. *Anim Prod Sci.* 2015; 55 (12): 1381–1390. DOI: 10.1071/AN15267.
 29. Sharan O. Semen quality of rams fed a liposomal vitamin-mineral supplement during the period of sexual rest. *Sci Mess LNUVMBT Ser Vet Sci.* 2023; 25 (111): 84–89. DOI: 10.32718/nvlvet11113. (in Ukrainian)
 30. Sharan OM, Stefanyk VY. Hematological indicators and sperm quality of rams during the sexual rest period when fed a liposomal vitamin and mineral supplement. *Biol Tvarin.* 2022; 24 (4): 12–16. DOI: 10.15407/animbiol24.04.012. (in Ukrainian)
 31. Shedeed HA. Evaluating the effect of adding vitamins E & C to the extender for Barki ram semen by cooling. *Int J Env Agric Biotechnol.* 2020; 5 (2): 356–365. DOI: 10.22161/ijeab.52.10.
 32. Shibu CT, Singh SV, Upadhyay RC. Impact of temperature rise on pulmonary dynamics, heat dissipation and antioxidant status in KF heifers. *Ind J Anim Nutr.* 2008; 25 (1): 67.
 33. Shostya AM, Sarnavska IV. Influence of vitamin feed additive on the quality of sperm production in boars. *Bull Poltava State Agr Acad.* 2022; 1: 134–141. DOI: 10.31210/visnyk2022.01.17. (in Ukrainian)
 34. Singh KM, Singh S, Ganguly I, Ganguly A, Nachiappan RK, Chopra A, Narula HK. Evaluation of Indian sheep breeds of arid zone under heat stress condition. *Small Rum Res.* 2016; 141: 113–117. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2016.07.008.
 35. Stančić B, Božić A, Stančić I, Dragin S, Radović I, Petrović M. Effect of season on native boar sperm quality parameters. The 1st International Symposium on Animal Science, Belgrade (Serbia), November 8–10, 2012: 65–70.
 36. Sui H, Wang S, Liu G, Meng F, Cao Z, Zhang Y. Effects of heat stress on motion characteristics and metabolomic profiles of boar spermatozoa. *Genes.* 2022; 13 (9): 1647. DOI: 10.3390/genes13091647.
 37. The use of natural betaine in pig diets. *Organic Group LLC.* Available at: <https://organic-group.com.ua/zastosuvannya-naturalnogo-betayinu-u-ratsionah-svynej> (last access 01.02.2025) (in Ukrainian)
 38. Yaremchuk I, Kornyat S, Sharan M, Shtapenko O, Gevkan I, Andrushko O. Metabolic processes and reproductive ability of male rabbits under the action of heat stress. *Biol Tvarin.* 2023; 25 (4): 26–31. DOI: 10.15407/animbiol25.04.026. (in Ukrainian)

Hematological parameters of boars fed with complex feed additives under heat stress conditions

I. T. Ivanytskyi, M. M. Sharan
ivanickijvan285@gmail.com

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

The aim of the work was to determine the effect of feeding complex feed additives on hematological indicators of boars under conditions of heat stress and normal temperature. The experiment was conducted on nine clinically healthy breeding boars aged 2–4 years of the Landrace, Piétrain and Maxter breeds. Two series of experiments lasting 90 days were conducted with the similar study of animals, material selection and analysis: under normal thermal conditions ($<23^{\circ}\text{C}$) and under conditions of heat stress ($25\text{--}30^{\circ}\text{C}$). In the first series (Experimental group 1), all boars were individually given a feed additive in the form of a liposomal emulsion, which contained vitamins A, D₃, E, and C with zinc gluconate in a dose of 2 ml, for 30 days. In the second series of experiments (Experimental group 2), all boars were individually given a feed additive in the form of a liposomal emulsion, which contained vitamins A, D₃, E, C, zinc gluconate and betaine in a dose of 20 ml, for 30 days. Heat stress was simulated by creating conditions of elevated temperature ($25\text{--}30^{\circ}\text{C}$) and humidity (70–80 %) 3 hours daily for 7 days by insulating the cages with polyethylene film. Temperature and humidity were monitored with a thermohygrometer with average values determined at each stage. At the end of each stage of the experiment, blood samples were taken from all experimental boars and hematological parameters (erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, erythrocyte indices, platelet and leukocyte content) were determined. It has been found that under the influence of heat stress in boars, hematological indicators significantly ($P<0.05\text{--}0.001$) decrease: the content of erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, MCV, MCHC with a slight decrease in the content of leukocytes and platelets compared to the period of normal temperature conditions. Feeding boars vitamins A, D₃, E, and C with zinc gluconate under heat stress conditions caused a significant ($P<0.05\text{--}0.01$) increase in the content of erythrocytes, leukocytes, hemoglobin, hematocrit, erythrocyte indices MCV and MCH, compared to the control. Similarly, feeding boars with vitamins A, D₃, E, C, zinc gluconate and betaine under heat stress conditions resulted in a significant ($P<0.01$) increase in the content of erythrocytes, leukocytes, hemoglobin and hematocrit with a simultaneous increase in the erythrocyte indices MCV, MCH ($P<0.05$) and MCHC. At the same time, feeding boars with both complex feed additives under normal temperature and humidity conditions caused a slight increase in all studied hematological parameters.

Key words: boar, heat stress, liposomal feed additive, hematological parameters