

Анатолій Шостя,

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,
професор кафедри Технології виробництва продукції тваринництва,
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
ORCID ID: 0000-0002-1475-2364
e-mail: anatoliy.shostya@pdau.edu.ua

Юлія Карбан

асистент кафедри харчових технологій,
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
ORCID ID: 0000-0003-3384-9927
e-mail: sikorskaaulia543@gmail.com

СТАН ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО ГОМЕОСТАЗУ У КРОВІ КІЗ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОРИ РОКУ

Анотація

Гематологічні показники крові у кіз в значній мірі відображають загальний метаболічний і фізіологічний стан, а також можуть використовуватися як прогностичні, що відображають потенційний рівень продуктивності: інтенсивності росту, відтворної здатності та молочності. У зв'язку з цим метою експерименту було дослідження стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові кіз різних порід залежно від пори року.

У дослідженні було використано три групи кіз різних порід: зааненської, англо-нубійської та альпійської, по 15 тварин у кожній, віком 3-4 роки. Експеримент проводили протягом року в різні пори року. Впродовж дослідного періоду тварини утримувались в аналогічних умовах та отримували стандартний раціон.

Інтенсивність перебіг процесів пероксидного окиснення ліпідів у крові кіз оцінювали за концентраціями дієнових кон'югатів та ТБК-активних сполук. Рівень системи антиоксидантної оцінювали за активностями супероксиддисмутази і каталази, а також вмістом відновленої форми глутатіону, аскорбінової та дегідроаскорбінової кислот.

Встановлено, що на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові кіз істотний вплив здійснюють сезонні та породні фактори. Так, у літній період, на тлі теплового стресу, відбувалось істотне зростання концентрації дієнових кон'югатів у тварин альпійської і зааненської порід відповідно на 18,40% та 13,84%, порівняно із весняним періодом. Однак з настанням зимового періоду кількість даного метаболіту значно зменшувалась у тварин альпійської на 39,5% та зростала на 28,3% у англо-нубійської порід відносно осіннього періоду. Це свідчить про те, що особливо чутливими до дії холодового фактору є тварини англо-нубійської породи, а найбільш адаптованими альпійської, де міжпородна різниця за вмістом дієнових кон'югатів склала 85,71% ($P < 0,01$).

Виявлено, що найбільш стабільною ланкою ензиматичної антиоксидантної системи до дії теплових і холодових факторів характеризуються тварини зааненської породи, а високою лабільністю – англо-нубійської. Кров у тварин англо-нубійської породи є найменш насиченою низькомолекулярними антиоксидантами – відновленим глутатіоном та аскорбіновою кислотою.

Ключові слова: кози, кров, дієнові кон'югати, ТБК-активні сполуки, пероксидація, прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз.

Вступ. У галузі козівництва гематологічні показники крові відіграють роль провідну роль при оцінці біохімічного та фізіологічного стану кіз, та можуть використовуватися як прогностичні, що відображають потенційний рівень продуктивності: імунної реактивності, інтенсивності росту, відтворної здатності та молочності [8]. Зокрема, кількість еритроцитів, рівень гемоглобіну та гематокрит відображають інтенсивність обміну речовин і функціональну активність їх тканин [5].

Встановлені вірогідні кореляційні взаємозв'язки між гематологічними показниками та продуктивними ознаками у кіз різних порід. Так, у кіз зааненської породи вищі рівні гемоглобіну, гематокриту та еритроцитів статистично вірогідно корелюють з підвищеним надоем, тоді як відхилення у лейкоцитарному профілі, зокрема високий рівень NLR, пов'язані з порушеннями репродуктивної функції та зниженням імунної реактивності [13].

Динаміка біохімічних показників крові у кіз в значній мірі визначається їх ендокринним профілем [12]. Так у фазі еструсу відбувається підвищення рівнів естрогенів (ріст і дозрівання фолікулів) та лютеїнізуючого гормону (овуляція).

Найбільш чутливим в організмі кіз до впливу різних факторів (стрес, окіт, лактація, авітаміноз) є процеси пероксидного окиснення ліпідів, що супроводжується вільно-радикальними реакціями, які обумовлюють зміни прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) [15, 9, 10]. І тепер залишається недостатньо експериментальних даних, що до ролі ПАГ у забезпеченні цілісності структури клітинних мембран, формування імунітету, молочної продуктивності, залежно від умов утримання та годівлі [14, 9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Отримані результати вказують на наявність особливостей перебігу процесів пероксидного окиснення ліпідів та функціонування антиоксидантної системи у крові кіз різних порід. Зокрема у літній період відбувається зростання вмісту первинних і вторинних продуктів пероксидації, що свідчить про активацію вільно-радикальних процесів, ймовірно пов'язаних з дією теплового стресу. Це підтверджується даними Aafreen Khan, Sanju Mandal, Anil Gattani, Amit Kumar, Subhradal Nath, Anand Kumar Jain, Deepika D Jesse, Aditya Mishra, Pragati Patel, Madhuri Dhurvey, Purnima Singh [4], які відзначили підвищення рівнів ТБК-активних комплексів та зниження активності супероксиданіондисмутаза у кіз в літню пору року. Про зниження рівня ензимозалежної системи антиоксидантного захисту у дану пору року, відмічають Daria M Urbańska, Natalia Kurhaluk, Halyna Tkaczenko, Karolina Rutkowska, Ewelina Kawecka-Grochocka, Paulina Brzozowska, Michał Czopowicz, Marcin Mickiewicz, Jarosław Kaba, Emilia Bagnicka [6], A. O. Yusuf, V. Mlambo, O. S. Sowande та R. Solomon [16].

За отриманими даними проведеного експерименту виявлено, що тривеле перебування кіз умовах холового стресу супроводжується виснаженням

системи низькомолекулярних сполук антиоксидантного захисту. Це очевидно, відбувалось за рахунок зниження коцентрації відновленого глутатіону, особливо у тварин зааненської [1, 71.

Мета – провести дослідження стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові кіз різних порід залежно від пори року.

У дослідженні було використано три групи кіз різних порід: зааненської, англо-нубійської та альпійської, по 15 тварин у кожній, віком 3-4 роки. Експеримент проводили протягом року в різні пори року, коли тварини були у стані спокою. Впродовж дослідного періоду тварини утримувались в аналогічних умовах та отримували стандартний раціон.

Перебіг процесів пероксидного окиснення ліпідів оцінювали шляхом визначення концентрації дієнових кон'югатів спектрофотометричним методом [1] та ТБК-активних сполук (альдегідів і кетонів) з використанням фотоелектроколориметрії [1]. Рівень системи ензимної ланки антиоксидантної оцінювали за активностями супероксиддисмутази фотометрично [1] та каталази за ванадій-молібдатною реакцією [1]. Кількість низькомолекулярних антиоксидантів - відновленої форми глутатіону визначали фотоелектроколориметрично із використанням реактиву Елмана [2], а аскорбінової та дегідроаскорбінової кислот — за концентрацією утворених озонів [3].

Отримані результати досліджень піддавали статистичному аналізу із використанням програми Statistica для Windows XP. Для порівняння міжгрупових різниць застосовували t-критерій Ст'юдента. Результати вважали статистично вірогідними при рівні значущості $p < 0,05$.

Отримані дані гематологічних досліджень свідчать про те, що у крові кіз залежно від пори року перебіг процесів пероксидного окиснення змінюються в широких межах, що підтверджується широким коливанням вмісту дієнових кон'югантів у англо-нубійської від 3,06 до 3,90, альпійської 2,10...3,43, зааненської 2,60...3,18 ммоль/л. (табл. 1). При цьому, у літню пору року (тепловий стрес) рівень первинних продуктів пероксидного окиснення був мінімальним у тварин англо-нубійської породи, а максимальний у альпійської, де міжпородна різниця становила 12,1%, восени англо-нубійською і зааненською 12,20%, взимку англо-нубійською і альпійською 46,15% $P < 0,005$, а на весні англо-нубійська – альпійська і зааненська відповідно 17,90% та 20,44%.

Пора року істотно впливала на перерозподіл вмісту дієнових кон'югатів у крові кіз, зокрема в літній період (тепловий стрес) відбувалось істотне зростання концентрації первинних продуктів пероксидного окиснення у тварин альпійської і зааненської порід відповідно на 18,40% та 13,84%, порівняно із весняним періодом. Однак з настанням зимового періоду кількість даного метаболіту значно зменшувалась у тварин альпійської на 39,5% та зростала на 28,3% у англо-нубійської порід порівняно із осіннім періодом.

При зміні умов утримання кіз, у зимову пору року, інтенсивність накопичення вторинних продуктів пероксидного окиснення у крові була не однаковою,

зокрема вміст ТБК-активних сполук у тварин англо-нубійської істотно переважав на 17,3% порівняно із зааненською породами. При цьому рівень даного метаболіту у тварин альпійської породи у зимову пору року був вірогідно вищим порівняно з осіннім періодом на 21,1% ($P < 0,01$).

Табл. 1

**Інтенсивність пероксидного окиснення у крові кіз у різні пори року,
М±m (n = 5)**

Показники	Породи кіз		
	Англо - нубійська	Альпійська	Зааненська
Літо			
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	3,06±0,21	3,43±0,40	3,18±0,15
ТБК – активні сполуки, мкмоль/л	22,60±1,32	19,24±1,36	23,00±2,70
ТБК – активні сполуки після інкубування, мкмоль/л	29,56±1,49*	23,00±3,72	21,86±2,51
Осінь			
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	3,14±0,44	2,93±0,27	2,60±0,17
ТБК – активні сполуки, мкмоль/л	19,98±1,41*	16,88±1,24	15,08±1,67
ТБК – активні сполуки після інкубування, мкмоль/л	23,40±3,90	18,58±1,47	17,24±1,32
Зима			
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	3,90±0,56	2,10±0,33	2,84±0,27
ТБК – активні сполуки, мкмоль/л	20,70±1,63	21,40±1,38	18,24±1,21
ТБК – активні сполуки після інкубування, мкмоль/л	18,65±2,60	24,62±2,09	20,52±2,08
Весна			
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	3,30±0,38	2,80±0,42	2,74±0,22
ТБК – активні сполуки, мкмоль/л	20,52±1,50	19,40±1,54	19,80±1,15
ТБК – активні сполуки після інкубування, мкмоль/л	18,65±3,10	23,65±1,85	21,40±1,88

Примітка: ***- $P < 0,001$, ** - $p < 0,01$, * - $p < 0,05$ – порівняно з зааненською породою кіз.

В цій і наступних таблицях: зааненська порода – контрольна група, англо-нубійська та альпійська - дослідні групи.

Інкубування зразків крові у залізо-аскорбатному буфері виявило різний рівень антиоксидантної ємкості крові, зокрема у весняний період приріст концентрації ТБК- активних сполук після інкубування становив у зааненських кіз на 7,5%, альпійських – 18,0%, в той час як у англо-нубійських спостерігалась протилежна закономірність зниження кількості цих речовин на 10,0%. Проте з настанням теплового стресу – літній період, у даній тканині інтенсивність пероксидних процесів істотно зростала у англо-нубійських кіз на 23,6%, альпійських – 16,4%, в той час як у зааненської зменшувалась на 5,3%.

У міжсезонний період (осінній) відбувалось накопичення кількості ТБК-активних сполук після інкубування у зразках крові в англо-нубійських на 16,6%, альпійських – 9,2%, зааненських кіз – 12,5%. З настанням холодового стресу в зимовий період концентрація даних сполук найбільш істотно зросла у альпійської на 13,1%, зааненської – 11,1%, тоді як у англо-нубійської порід зменшувалась на 11,0%.

Встановлено неоднакову інтенсивність перебігу процесів пероксидного окиснення залежно від пори року, зокрема у тварин зааненської породи вміст дієнових кон'югатів у крові в літній період був вірогідно нижчий на 22,3% ($P<0,05$), відносно осіннього. У кіз англо-нубійської породи різниця при переході з осіннього на зимовий періоди склала 24,2% ($P<0,05$). Виявлено існування міжпорідної відмінності у цій тканині кіз різних порід у зимовий період за концентрацією первинних продуктів пероксидного окиснення, зокрема кількість даного метаболіту у тварин альпійської породи була меншою на 85,7% ($P<0,01$), порівняно з англо-нубійською.

Матеріали досліджень свідчать про глибокі зміни у перебізі процесів пероксидного окиснення у організмі кіз при переході із літніх умов утримання на осінні, що підтверджується зменшенням концентрації ТБК-активних сполук у крові кіз англо-нубійської на 11,6%, альпійської - 14,0%, зааненської порід – 52,5% ($P<0,05$).

На тлі загального збільшення кількості вторинних продуктів пероксидного окиснення при переході з осіннього на зимовий період виявлено найбільш інтенсивне зростання спостерігають у тварин альпійської породи на 26,8% ($P<0,01$). Варто зазначити, що рівень ТБК- активних сполук після інкубування істотно різнився, особливо в осінню пору року, де мінімальний рівень спостерігався у тварин альпійської і зааненської порід, а у англо-нубійської їх кількість вірогідно переважала відповідно на 25,9% ($P<0,05$), 26,32% ($P<0,01$).

Рівень антиоксидантних ензимів істотно варіював у різні пори року. Так активність супероксиданіондисмутази у тварин зааненської породи змінювалася таким чином: у літній період була максимальною у англо-нубійських кіз, а мінімальною у зааненської, де міжпородна різниця становила 1,3 рази (34,7%) (табл. 2). Однак, у осінню пору року виявлено, що найбільшою

активністю даного ензиму знову характеризувалися тварини англо-нубійської породи, а найменшою – альпійської, де різниця у рівнях становила 1,5 рази.

З настанням зимового періоду функціональна активність супероксиддисмутази у кіз різних порід виражувалась в порядку її зменшення: англо-нубійська, альпійська та зааненська порід. У весняну пору року у представників першої і другої порід спостерігалось зниження рівня даного ензиму відповідно на 9% та 13,3%, а в третьої він залишався без змін порівняно з зимовим періодом.

Табл. 2

**Активність антиоксидантних екзимів у крові кіз у різні пори року,
M±m (n = 5)**

Показники	Породи кіз		
	Англо - нубійська	Альпійська	Зааненська
Літо			
Супероксид-аніондисмутаза, у.о./мл	0,985±0,132	0,880±0,103	0,731±0,098
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	97,79±3,12	101,38±1,63	86,83±1,61
Осінь			
Супероксид-аніондисмутаза, у.о./мл	0,920±0,237	0,630±0,170	0,870±0,160
Каталаза H ₂ O ₂ /хв./л	94,65±2,43	89,27±1,49	78,96±1,66 **
Зима			
Супероксид-аніондисмутаза, у.о./мл	0,970±0,250	0,850±0,270	0,740±0,323 ***
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	84,82±1,76	85,20±2,81	88,90±1,79
Весна			
Супероксид-аніондисмутаза, у.о./мл	0,890±0,221	0,750±0,150	0,761±0,190
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	79,03±1,37	86,55±2,32	81,10±2,40

У цілому необхідно зазначити, що тварини англо-нубійської породи протягом експерименту характеризувались максимальною активністю супероксиданіондисмутази.

Експериментальні дані свідчать про неоднакову здатність організму кіз до знешкодження пероксиду гідрогену у крові кіз, це підтверджується існуванням

міжпородної різниці: у літній період максимальна активність каталази зареєстрована в альпійських, а мінімальна у зааненських кіз, де міжпородна різниця становила 1,2 рази ($P<0,001$). З настанням осіннього періоду найвищий рівень даного ензиму виявлено у тварин англо-нубійської, тоді як у альпійської і зааненської він був меншим відповідно на 11,5 ($P<0,001$), 16,6% ($P<0,001$). Найбільш стабільний рівень даного ензиму спостерігався у тварин протягом весняного періоду.

Зміна пори року впливала на рівень каталази, зокрема виявлено, що у літній період відбувалось підвищення активності даного ензиму до знешкодження пероксиду гідрогену у англо-нубійської і альпійської порід порівняно з весняним періодом 19,2% ($P<0,001$) та 14,6% ($P<0,001$), а зааненської лише 6,6%. Після зниження впливу теплового навантаження на тварин в осінній період спостерігалось незначне зменшення каталази КТ у альпійської і зааненської порід, відповідно на 13,5% і 10% ($P<0,01$). У зимовий період (холодовий стрес), порівняно із осіннім, динаміка даного ензиму мала такі особливості: у англо-нубійської відбувалось зниження рівня на 10,4%, а зааненської порід зростання – 12,6%.

Порівняльний аналіз отриманих даних свідчить про те, що у літню пору року (тепловий стрес) відбувається інтенсивне використати відновленого глутатіону у крові англо-нубійської і зааненської порід кіз, що підтверджується його мінімальним вмістом (табл. 3).

Табл. 3

Вміст низькомолекулярних антиоксидантів крові кіз, $M \pm m$

Показники	Породи кіз (n = 5)		
	Англо - нубійська	Альпійська	Зааненська
Літо			
Відновлений глутіон, мкмоль/л	0,223±0,019	0,315±0,021	0,260±0,020
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	7,70±1,26	9,30±0,82	11,11±0,64
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	10,33±0,66	10,30±0,80	12,20±0,58
Осінь			
Відновлений глутіон, мкмоль/л	0,375±0,030	0,463±0,024	0,460±0,031
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	8,96±1,28	10,80±1,20	11,20±0,86
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	12,70±0,66	12,10±0,87	13,80±0,49
Зима			
Відновлений глутіон, мкмоль/л	0,251±0,030	0,330±0,015	0,315±0,020
Аскорбінова	10,64±1,14	12,90±0,51	14,15±0,97

кислота, мкмоль/л			
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	10,49±1,17	11,24±0,87	12,26±0,60
Весна			
Відновлений глутіон, мкмоль/л	0,291±0,018	0,302±0,014	0,348±0,012
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	8,80±1,16	10,87±0,57	11,01±0,88
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	10,63±0,93	11,38±0,81	11,74±0,72

При цьому у тварин альпійської породи рівень даного метаболіту був максимальним і був вищим на 41,3% ($P<0,05$), відносно англо-нубійської та 21,2% зааненської порід. Після зниження інтенсивності дії теплового фактора на організм кіз, при настанні осіннього періоду відбувалось інтенсивне зростання вмісту відновленого глутатіону у крові кіз англо-нубійської на 1,7, альпійської – 1,5, зааненської – 1,8 рази ($P<0,001$). У осінній період рівень даної сполуки був мінімальний у тварин англо-нубійської породи будучи меншим, відносно альпійської і зааненської порід, відповідно на 23,5% і 18,8%, У зимовий період вміст глутатіону у крові кіз суттєво знижувався на 49,4% у англо-нубійських, альпійських – 40,3%, зааненських – 46,0%, порівняно з осіннім періодом. В цю пору року рівень даного метаболіту істотно різнився, будучи максимальним у альпійської породи, а мінімальний у англо-нубійської, де міжпородна різниця склала 31,5% ($P<0,05$).

Встановлено, що з настанням весняного періоду рівень відновленого глутатіону суттєво не змінювався. Однак спостерігалась істотна міжпородна різниця, де максимальний показник цієї сполуки було виявлено у зааненської, який переважав такий у альпійської і англо-нубійської порід, відповідно на 15,2% і 19,6% ($P<0,05$).

З настанням літнього періоду, порівняно з весною, концентрація відновленого глутатіону у крові істотно не змінювалася у тварин альпійської породи, а у англо-нубійської і зааненської порід виявлено зниження, відповідно на 30,5% та 33,8%.

Вміст аскорбінової кислоти у плазмі крові кіз у літній період варіював в широких межах від 7,7 до 11,11 ммоль/л, де перший показник припадав на англо-нубійську, а другий зааненську породу. Аналіз показників відновленої форми аскорбінової кислоти свідчить, що із зменшенням теплового навантаження на організм цих тварин в осінній період концентрація даної сполуки незначно збільшувалася у англо-нубійських на 16,4% та альпійських – 16,1%.

З настанням зимового періоду кількість аскорбінової кислоти у плазмі крові кіз інтенсивно зростала на 18,8%, у альпійської - 19,4% і 26,3% - зааненської порід. При цьому виявлено вірогідну міжпородну різницю за вмістом аскорбінової

кислоти, яка склала 33% ($P < 0,05$). При цьому, що в даний період спостерігалось переважання концентрації відновленої форми аскорбінової кислоти над окисленою аскорбіновою, у зааненської породи в 1,2 рази.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Встановлено, що у крові кіз на формування ПАГ істотний вплив здійснюють сезонні та породні фактори. Так, у літній період, на тлі теплового стресу, відбувається прискорення перебігу процесів пероксидації, які найбільш інтенсивно протікають у кіз альпійської породи. Чутливими до дії холодового фактору є тварини англо-нубійської породи, а найбільш адаптованими альпійської, де міжпородна різниця за вмістом дієнових кон'югатів склала 85,71% ($P < 0,01$).

2. Виявлено, що найбільш стабільною ланкою ензиматичної антиоксидантної системи до дії теплових і холодових факторів характеризуються тварини зааненської породи, а високою лабільністю – англо-нубійської. Кров у тварин англо-нубійської породи є найменш насиченою низькомолекулярними антиоксидантами – відновленим глутатіоном та аскорбіновою кислотою.

Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні особливостей формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу залежно від різного рівня вітамінно-мінерального живлення кіз.

Список використаної літератури

1. Влізло В.В. Довідник: Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. Львів, 2004. 399 с.
2. Кайдашев І. П. Посібник з експериментально-клінічних досліджень біології та медицини. Полтава, 1996. С.123-128.
3. Рибалко В. П. Сучасні методики досліджень у свинарстві. Полтава, 2005. С.114-123.
4. Aafreen Khan, Sanju Mandal, Anil Gattani, Amit Kumar, Subhradal Nath, Anand Kumar Jain, Deepika D Jesse, Aditya Mishra, Pragati Patel, Madhuri Dhurvey, Purnima Singh (2025). Seasonal Variation in Antioxidant Defence Biomarkers and ROMO1 Gene Expression in Relation to Semen Quality of Goat Bucks. *Reprod Domest Anim.* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40062425/>
5. Agradi, S., Menchetti, L., Curone, G., Faustini, M., Vigo, D., Villa, L., Zanzani, S.A., Postoli, R., Kika, T. S., Riva, F., Draghi, S., Luridiana, S., Archetti, I., Brecchia, G., Manfredi, M. T., & Gazzonis, A. L. (2022). Comparison of female Verzaschese and Camosciata delle Alpi goats' hematological parameters in the context of adaptation to local environmental conditions in semi extensive systems in Italy. *Animals*, 12(13), 1703. <https://doi.org/10.3390/ani12131703>
6. Daria M Urbańska, Natalia Kurhaluk, Halyna Tkaczenko, Karolina Rutkowska, Ewelina Kawecka-Grochocka, Paulina Brzozowska, Michał Czopowicz, Marcin Mickiewicz, Jarosław Kaba, Emilia Bagnicka (2025). Effects of Turmeric and Rosemary Extract on Oxidative Stress Markers in Goats. *Animals*, 15(3):369. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39943139/>

7. Duo Su, Tianhui Zhou, Yan Wang, Linjie Wang (2023). Cold exposure regulates hepatic glycogen and lipid metabolism in newborn goats. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(18), 14330. <https://doi.org/10.3390/ijms241814330>
8. El-Tarabany, M. S., El-Tarabany, A. A., & Roushdy, E. M. (2016). Impact of lactation stage on milk composition and blood biochemical and hematological parameters of dairy Baladi goats. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(8). <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.08.003>
9. Habibu, B., Kawu, M.U., Aluwong, T., & Makun, H. J. (2016). Influence of seasonal changes on physiological variables, haematology and serum thyroid hormones profile in male Red Sokoto and Sahel goats. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 508–516. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1220384>
10. Huang, Y., Wen, J., Kong, Y., Zhao, C., Liu, S., Liu, Y., Li, L., Yang, J., Zhu, X., Zhao, B., Cao, B., & Wang, J. (2021). Oxidative status in dairy goats: Periparturient variation and changes in subclinical hyperketonemia and hypocalcemia. *BMC Veterinary Research*, 17, Article 238. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02947-1>
11. Jing Liu, Shuibing Liu, Wentao Zhang, Xiaolong Hu, Huirong Mao, Sanfeng Liu ta Biao Chen (2023). Seasonal Adaptation in Goats: Role of Antioxidants and Hormonal Indicators. *Vet Sci*, 10(2):75. <https://doi.org/10.3390/vetsci10020075>
12. Okere, C., King, R., Gurung, N. (2022). Seasonal variations in hematological and serum biochemical parameters in Kiko meat goats under semi intensive management systems. *Journal of Animal Research and Veterinary Science*, 6(1), Article 0.37. <https://doi.org/10.24966/ARVS-3751/100037>
13. Oramari, R.A.S., Bamerny, A. O., & Zebari, H. M. H. (2014). Factors affecting some hematology and serum biochemical parameters in three indigenous sheep breeds. *Advances in Life Science and Technology*, 21, 56–63. <https://scispace.com/pdf/factorsaffectingsome-hematology-and-serum-biochemical-14j677n3rc.pdf>
14. Piccione, G., Caola, G., & Refinetti, R. (2007). Annual rhythmicity and maturation of physiological parameters in goats. *Research in Veterinary Science*, 83(2), 239–243. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2006.11.0100>
15. Teama, F. E. I. (2018). Evaluation of some oxidative-stress and antioxidant markers in goats during estrous cycle under Egyptian environmental conditions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47, e20160382. <https://doi.org/10.1590/rbz47201603822>
16. Yusuf, A. O., Mlambo, V., Sowande, O. S. & Solomon, R. (2017). Oxidative stress biomarkers in West African Dwarf goats reared under intensive and semi-intensive production systems. *South African Journal of Animal Science*, 47(3). <https://www.researchgate.net/publication/315715690>

Anatoliy Shostya,

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow,
Professor of the Department of Animal Production Technology,
Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-1475-2364

e-mail: anatoliy.shostya@pdau.edu.ua

Yulia Karban

Assistant at the Department of Food Technologies,
Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-3384-9927

e-mail: sikorskaaulia543@gmail.com

THE STATE OF PROOXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS IN THE BLOOD OF GOATS DEPENDING ON THE SEASON

Abstract

Hematological parameters in goats largely reflect their overall metabolic and physiological status and may also serve as prognostic indicators of potential productivity, including growth intensity, reproductive capacity, and milk yield. In this context, the aim of the present study was to investigate the state of prooxidant–antioxidant homeostasis in the blood of goats of different breeds depending on the season.

The study involved three groups of goats of different breeds: Saanen, Anglo-Nubian, and Alpine, with 15 animals in each group, aged 3–4 years. The experiment was conducted over one year during different seasons. Throughout the study period, animals were kept under similar housing conditions and were fed a standard diet.

The intensity of lipid peroxidation in goat blood was assessed by the concentrations of diene conjugates and TBA-reactive substances. The antioxidant system was evaluated based on the activities of superoxide dismutase and catalase, as well as the content of reduced glutathione, ascorbic acid, and dehydroascorbic acid.

It was established that seasonal and breed-specific factors significantly influenced the formation of prooxidant–antioxidant homeostasis in goat blood. In the summer period, under heat stress conditions, the concentration of diene conjugates increased significantly in Alpine and Saanen goats by 18.40% and 13.84%, respectively, compared to the spring period. However, during winter, the level of this metabolite markedly decreased in Alpine goats (by 39.5%) but increased in Anglo-Nubian goats (by 28.3%) relative to autumn values. This indicates that Anglo-Nubian goats are particularly sensitive to cold stress, while Alpine goats are the most adapted, with interbreed differences in diene conjugate content reaching 85.71% ($P < 0.01$).

The study also revealed that Saanen goats demonstrated the most stable enzymatic antioxidant defense against both heat and cold stress, whereas Anglo-Nubian goats exhibited high variability. Moreover, the blood of Anglo-Nubian goats was the least enriched in low-molecular-weight antioxidants, such as reduced glutathione and ascorbic acid.

Key words: goats, blood, diene conjugates, TBA-reactive substances, peroxidation, prooxidant–antioxidant homeostasis.

References

1. Vlizlo V.V. Dovidnyk: Fiziolohe-biokhimichni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarnii medytsyni. Lviv, 2004. 399 p.
2. Kaidashev I. P. Posibnyk z eksperymentalno–klinichnykh doslidzhen biolohii ta medytsyny. Poltava, 1996. P.123-128.
3. Rybalko V. P. Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi. Poltava, 2005. P.114-123.
4. Aafreen Khan, Sanju Mandal, Anil Gattani, Amit Kumar, Subhradal Nath, Anand Kumar Jain, Deepika D Jesse, Aditya Mishra, Pragati Patel, Madhuri Dhurvey, Purnima Singh (2025). Seasonal Variation in Antioxidant Defence Biomarkers and ROMO1 Gene Expression in Relation to Semen Quality of Goat Bucks. *Reprod Domest Anim*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40062425/>
5. Agradi, S., Menchetti, L., Curone, G., Faustini, M., Vigo, D., Villa, L., Zanzani, S.A., Postoli, R., Kika, T. S., Riva, F., Draghi, S., Luridiana, S., Archetti, I., Brecchia, G., Manfredi, M. T., & Gazzonis, A. L. (2022). Comparison of female Verzaschese and Camosciata delle Alpi goats' hematological parameters in the context of adaptation to local environmental conditions in semi extensive systems in Italy. *Animals*, 12(13), 1703. <https://doi.org/10.3390/ani12131703>
6. Daria M Urbańska, Natalia Kurhaluk, Halyna Tkaczenko, Karolina Rutkowska, Ewelina Kawecka-Grochocka, Paulina Brzozowska, Michał Czopowicz, Marcin Mickiewicz, Jarosław Kaba, Emilia Bagnicka (2025). Effects of Turmeric and Rosemary Extract on Oxidative Stress Markers in Goats. *Animals*, 15(3):369. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39943139/>
7. Duo Su, Tianhui Zhou, Yan Wang, Linjie Wang (2023). Cold exposure regulates hepatic glycogen and lipid metabolism in newborn goats. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(18), 14330. <https://doi.org/10.3390/ijms241814330>
8. El-Tarabany, M. S., El-Tarabany, A. A., & Roushdy, E. M. (2016). Impact of lactation stage on milk composition and blood biochemical and hematological parameters of dairy Baladi goats. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(8). <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.08.003>
9. Habibu, B., Kawu, M.U., Aluwong, T., & Makun, H. J. (2016). Influence of seasonal changes on physiological variables, haematology and serum thyroid hormones profile in male Red Sokoto and Sahel goats. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 508–516. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1220384>
10. Huang, Y., Wen, J., Kong, Y., Zhao, C., Liu, S., Liu, Y., Li, L., Yang, J., Zhu, X., Zhao, B., Cao, B., & Wang, J. (2021). Oxidative status in dairy goats: Periparturient variation and changes in subclinical hyperketonemia and hypocalcemia. *BMC Veterinary Research*, 17, Article 238. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02947-1>
11. Jing Liu, Shuibing Liu, Wentao Zhang, Xiaolong Hu, Huirong Mao, Sanfeng Liu ta Biao Chen (2023). Seasonal Adaptation in Goats: Role of Antioxidants and Hormonal Indicators. *Vet Sci*, 10(2):75. <https://doi.org/10.3390/vetsci10020075>



12. Okere, C., King, R., Gurung, N. (2022). Seasonal variations in hematological and serum biochemical parameters in Kiko meat goats under semi intensive management systems. *Journal of Animal Research and Veterinary Science*, 6(1), Article 0.37. <https://doi.org/10.24966/ARVS-3751/100037>
13. Oramari, R.A.S., Bamerny, A. O., & Zebari, H. M. H. (2014). Factors affecting some hematology and serum biochemical parameters in three indigenous sheep breeds. *Advances in Life Science and Technology*, 21, 56–63. <https://scispace.com/pdf/factorsaffectingsome-hematology-and-serum-biochemical-14j677n3rc.pdf>
14. Piccione, G., Caola, G., & Refinetti, R. (2007). Annual rhythmicity and maturation of physiological parameters in goats. *Research in Veterinary Science*, 83(2), 239–243. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2006.11.0100>
15. Teama, F. E. I. (2018). Evaluation of some oxidative-stress and antioxidant markers in goats during estrous cycle under Egyptian environmental conditions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47, e20160382. <https://doi.org/10.1590/rbz47201603822>
16. Yusuf, A. O., Mlambo, V., Sowande, O. S. & Solomon, R. (2017). Oxidative stress biomarkers in West African Dwarf goats reared under intensive and semi-intensive production systems. *South African Journal of Animal Science*, 47(3). <https://www.researchgate.net/publication/315715690>

Стаття надійшла до редакції 28.червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 02 серпня 2025 року

Стаття опублікована 30 вересня 2025 року