



2025. Номер 11, С 183 – 190

Отримано: 18.03.2025 Прийнято: 17.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.18

UDC 636.2.09:636.1.09:616-007:612.176:612.461.25

URIC ACID AS AN INFORMATIVE TEST IN THE DIAGNOSIS OF LIVER DISEASE IN COWS AND STRESS REACTION IN COMPETITION HORSES

**O.P. Tymoshenko, O.V. Matsenko, Yu.V. Sobakar,
V.M. Mogilyovskyy, N.O. Kravchenko,**
*State University of Biotechnology, Kharkiv, Ukraine,
E-mail: Zemlanoy1980@gmail.com*

Annotation. For liver diseases in cows and for emotional stress in horses, along with the biochemical tests used traditionally, parameters of the residual nitrogen system such as urea, creatinine and uric acid were investigated. Uric acid content is practically not determined as a diagnostic indicator during the examination of cattle and quite rarely used in horses in farm conditions. The aim of this study was to establish the diagnostic informativeness of uric acid in the complex of indicators of the residual nitrogen system for hepatitis and hepatic dystrophy in cows and in showjumping horses under emotional stress in comparison with traditional biochemical tests. Materials of the study were cows with clinical symptoms of liver disease (n=24) and clinically healthy horses of the Ukrainian equestrian show jumping sport breed at the age of 6-10 years (n=10). Blood samples were taken in a state of relative rest and 15 minutes after an entertainment performance (stress factors). The following biochemical parameters were determined in the blood serum of animals: activity of AlAT, AsAT, GGTP, alkaline phosphatase, urea, creatinine, uric acid. The high diagnostic informativeness of uric acid was established (in 100% of cases of an increase in the level of this indicator beyond the normal range) in cows with hepatitis and hepatic dystrophy, which allows recommending uric acid in combination with other diagnostic indicators as an informative test for liver diseases in cows. During the examination of horses, high diagnostic informativeness of uric acid was established: in 100% of cases, its level increased beyond the upper limit of the norm by 2.0 times compared to the state of relative rest. This must be taken into account during training in order to maximally facilitate the adaptation of the animal to the action of any stress factors, to adequately and timely adjust its physiological state.

Key words: cows, liver diseases, horses, stress, urea, creatinine, uric acid

СЕЧОВА КИСЛОТА ЯК ІНФОРМАТИВНИЙ ТЕСТ У ДІАГНОСТИЦІ ЗАХВОРЮВАНЬ ПЕЧІНКИ КОРІВ ТА СТРЕСОВОЇ РЕАКЦІЇ В КОНЕЙ СПОРТИВНОГО НАПРЯМУ КОНКУР

О.П. Тимошенко, О.В. Маценко, Ю.В. Собакар,

В.М. Могільовський, Н.О. Кравченко

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: Zemlanoy1980@gmail.com

Анотація. За захворювань печінки в корів та за емоційного стресу в коней були досліджені такі показники системи залишкового азоту, як сечовина, креатинін та сечова кислота. Останню практично не визначають як діагностичний індикатор під час обстеження великої рогатої худоби та досить рідко – в коней. Метою досліджень було встановлення діагностичної інформативності показника сечової кислоти за гепатиту та гепатодистрофії корів та в коней спортивного напрямку конкур за емоційного стресу в порівнянні з традиційними біохімічними тестами. Матеріалом для досліджень були корови з клінічними симптомами захворювань печінки (n=24) та клінічно здорові коні спортивного напрямку конкур у віці 6-10 років (n=10). Проби крові брали у стані відносного спокою та через 15 хв виступу (стрес-фактор). У сироватці крові тварин визначали активність АлАТ, АсАТ, ГГТП, лужної фосфатази, вміст сечовини, креатиніну і сечової кислоти. Встановлено високу діагностичну інформативність показника сечової кислоти (у 100 % випадків підвищення рівня даного показника за межі норми) у корів за гепатиту та гепатодистрофії. Це дозволяє рекомендувати сечову кислоту в комплексі з іншими діагностичними показниками як інформативний тест за хвороб печінки корів. Під час обстеження коней також встановлено високу діагностичну інформативність сечової кислоти: у 100 % випадків підвищення її більше за верхню межу норми у 2.0 рази порівняно зі станом відносного спокою. Це необхідно враховувати під час тренувань, щоб максимально сприяти адаптації тварини до дії будь-яких стресових факторів, адекватно та своєчасно коригувати її фізіологічний стан.

Ключові слова: корови, хвороби печінки, коні, стрес, сечовина, креатинін, сечова кислота

Вступ. *Актуальність теми.* В умовах ведення воєнних дій на території України спостерігається різке погіршення стану здоров'я як людей, так і тварин, у тому числі великої рогатої худоби і коней, внаслідок негативного впливу гострого і хронічного стресів. Це спонукає дослідників шукати нові підходи до покращення діагностики найбільш поширених хвороб тварин і патологічних наслідків впливу стресу на організм (García et al., 2015; Міц та ін., 2016; Предко & Сомова, 2022). Визначення діагностичної інформативності сечової кислоти в комплексі показників, що традиційно визначаються в сироватці крові тварин за внутрішньої патології доповнить знання про патогенез цих хвороб (Hill et al., 2011, Щепетільников та ін., 2020, Тимошенко та ін., 2024).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідники відзначають, що сечова кислота може бути маркером оксидативного стресу (Muraoka & Miura, 2003; Nathalie et al., 2008; Sautin et al., 2008). З іншого боку, як і інші сильні відновлювальні речовини, такі як аскорбат, сечова кислота також може діяти як пероксидант. Отже, доцільним є вивчення вмісту сечової кислоти за захворювань, пов'язаних з оксидативним стресом. Деякі дослідники припускають, що окислювальний стрес, викликаний гіперурикемією, є причиною метаболічного синдрому (Castejon et al., 2006). Hikmah et al. (2018) повідомляють, що концентрація сечової кислоти у крові корів після транспортування, яке є стресом для тварин, зменшувалась. З іншого боку, вміст сечової кислоти у плазмі крові

корелює з тривалістю життя приматів та інших ссавців. Концентрація уратоксидази в плазмі крові ссавців вища порівняно з людиною (Cutler et al., 2018).

У спортивному конярстві особлива увага приділяється здатності коней відновлювати сили після фізичного та емоційного навантаження (Kedzierski et al., 2009; Cottin et al., 2010; Ebge-Nwiyi et al., 2012; Bartolome & Cockram, 2016). Тому під час підготовки коней до змагань необхідно проводити їх комплексне клінічне обстеження для попередження та виявлення ранніх ознак їх перевтоми (Adamu et al., 2012; Mamun et al., 2013). Тренування і випробування спортивних коней, ускладнення умов змагань потребують пошуку та розробки об'єктивних методів оцінки їх підготовленості до фізичних навантажень. Недостатня тренуваність коней може призводити до розвитку захворювань, зокрема серцево-судинної і дихальної систем, пошкодження м'язів (Слівінська & Максимович, 2016). Баєва & Жегунов (2016) було встановлено, що концентрація біомаркери оксидативного стресу – сечової кислоти підвищилась як за фізичного так і за емоційного навантаження коней, що свідчило про недостатню їх адаптованість до показових виступів.

Мета роботи. Встановити діагностичну інформативність сечової кислоти в комплексі показників системи залишкового азоту за гепатиту та гепатодистрофії корів та в коней спортивного напрямку конкур за емоційного стресу в порівнянні з традиційними біохімічними тестами.

Завдання дослідження. Визначити показники системи залишкового азоту та активності ферментів у сироватці крові здорових корів, корів за гепатиту та корів за гепатодистрофії. Визначити показники системи залишкового азоту та активність ферментів в сироватці здорових коней у стані відносного спокою та після виступу.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом для досліджень були корови Голштинської породи віком 5–10 років з клінічними симптомами ураження печінки, зокрема гепатиту (n=9) та гепатодистрофії (n=15). Симптомами гепатиту в корів були підвищення температури тіла, іктеричність кон'юнктиви, збільшення та болючість печінки при пальпації. Симптоми гепатодистрофії – межі печінки виходили за останнє ребро справа, болючості органа не відзначали. Контрольною групою були корови тієї ж вікової групи без клінічно-виражених ознак патології (n=10). Крім того, матеріалом для досліджень були клінічно здорові спортивні коні конкурного напрямку, обох статей, віком 6-10 років. Для виконання цієї роботи було відібрано 10 особин української верхової породи. Проби крові брали у стані відносного спокою та через 15 хв після розважально-показового виступу.

Біохімічні дослідження проводили на базі відділу лабораторної діагностики та імунології Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків. У тварин обох видів проводили відбір крові з яремної вени для отримання сироватки та подальшого її біохімічного дослідження. Активність АЛАТ та АсАТ визначали динітрофенілгідразиним методом, активність лужної фосфатази – кінетичним методом, активність ГГТП – кінетичним колориметричним методом, концентрацію сечовини – реакцією з диацетилмонооксидом, концентрацію креатиніну – реакцією Яффе, концентрацію сечової кислоти – колориметричним фотометричним методом з фосфорновольфрамовим реактивом за методикою наведеною в посібнику В.І. Левченка зі співавторами (Левченко та ін., 2010).

Обробку отриманих даних проводили за допомогою програми *Microsoft Excel 2010* із визначенням середньоарифметичного (M), помилки середньої (m), лімітів (Lim) та довірчих інтервалів (ДІ).

Результати досліджень та їх обговорення. Результати аналізів сироватки крові здорових корів та хворих на гепатит і гепатодистрофію наведені в табл. 1 і 2.

Таблиця 1.

Активність ферментів сироватки крові здорових корів, за гепатиту та за гепатодистрофії

Групи тварин		АлАТ, ммоль/(г×л)	АсАТ, ммоль/(г×л)	ГГТП, Од/л	Лужна фосфатаза, Од/л
Здорові тварини (n=10)	Lim	0,45-1,04	0,76-1,27	7,70-15,20	36,8-77,40
	M±m	0,70±0,06	0,98±0,05	11,57±0,77	49,30±3,97
Гепатит (n=9)	Lim	0,08-1,99	1,63-3,95	1,2- 111,90	25,4-111,90
	M±m	1,06±0,28	2,37±0,23***	43,94±15,2**	47,73±12,99
	Інф-ть	↑56;N 0;↓44	↑100;N0;↓0	↑75;N13;↓12	↑17;N67;↓16
Гепато дистрофія (n=15)	Lim	0,31-1,52	1,56-3,10	3,5-99,40	28,9-246,00
	M±m	0,98±0,11	2,27±0,13***	33,75±9,25*	104,29±30,20**
	Інф-ть	↑53;N27;↓20	↑100;N0;↓0	↑50;N42;↓8	↑50;N25;↓25

Примітка: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ різниця вірогідна між здоровими коровами та хворими на гепатит і на гепатодистрофію.

За результатами досліджень було відзначено тенденцію до підвищення активності АлАТ – внутрішньоклітинного ферменту, який бере участь в утворенні деяких замісних амінокислот, у 56 % корів за гепатиту та у 53 % корів за гепатодистрофії. Активність АсАТ – мітохондріального ферменту гепатоцитів, виявилася більш інформативною. Показник підвищувався у 100% корів як за гепатиту так і за гепатодистрофії, в 2,4 та 2,3 рази, відповідно. Це свідчить про глибокі альтеративні зміни гепатоцитів, що характерно для хронічного перебігу хвороб печінки у великої рогатої худоби.

Активність ГГТП – ферменту, локалізованого, головним чином, на мембранах клітин, які вистилають протоки органів, зокрема печінки, була підвищена у 75 % корів за гепатиту в 3,8 рази. За гепатодистрофії встановлено підвищення активності ГГТП у 50 % тварин у 2,9 рази. Це вказує на наявність холестазу. Активність лужної фосфатази – фермента, неспецифічного для оцінки функцій печінки, що утворюється в кістковій тканині, печінці, слизовій оболонці кишечника, плаценті та легенях, знаходилася на різному рівні у сироватці крові тварин обох груп. Так, за гепатиту показник збільшився на 17 %, був у нормі у 67 % і знижувався у 16 % тварин. За гепатодистрофії активність лужної фосфатази була підвищена у 50 % тварин, в решті випадків вона була або в нормі, або зниженою. Такі результати не дозволяють однозначно трактувати зміни активності даного фермента за гепатодистрофії. Проте, порівняно з гепатитом, зростання активності лужної фосфатази в сироватці крові корів спостерігали частіше за гепатодистрофії.

У табл. 2 наведено дані про інформативність показників системи залишкового азоту за тих самих варіантів патології.

Таблиця 2.

Показники системи залишкового азоту в сироватці крові здорових корів, за гепатиту та за гепатодистрофії

Групи тварин		Сечовина, ммоль/л	Креатинін, мкмоль/л	Сечова кислота, мкмоль/л
Здорові тварини (n=10)	Lim	3,40-6,20	69,20-131,80	40,00-66,30
	M±m	4,79±0,31	97,02±6,99	52,00±2,53
Гепатит (n=9)	Lim	3,93-7,01	89,20-111,4	72,80-110,2
	M±m	5,72±0,31	99,00±6,54	98,82±4,30***
	Інф-ть	↑12;N 88;↓0	↑0;N100;↓0	↑100;N 0;↓0
Гепато дистрофія (n=15)	Lim	3,13-8,75	82,5-109,4	115,9-282,5
	M±m	6,12±0,50	98,93±3,64	137,39±10,62***
	Інф-ть	↑50;N42;↓8	↑0;N100;↓0	↑100;N 0;↓0

Примітка: *** – $p \leq 0,001$ різниця вірогідна між здоровими коровами та хворими на гепатит; різниця вірогідна між здоровими коровами та хворими на гепатодистрофію.

Концентрація креатиніну – ангідриду амінокислоти креатину в усіх тварин в обох групах знаходилась у межах довірчих інтервалів та референтної норми для великої рогатої худоби. Отже, дані види патології печінки не супроводжувалися суттєвими порушеннями структури і функції нирок.

Уміст сечової кислоти в сироватці крові здорових корів становив $52,00 \pm 2,53$ мкмоль/л. За гепатиту вміст сечової кислоти був збільшим у всіх корів у 1,9 рази, а за гепатодистрофії в 2,6 рази, відповідно. Уміст сечової кислоти в сироватці крові корів за гепатодистрофії був на 39,1 % більшим порівняно таким за гепатиту. Отже, цей показник можна використовувати в комплексі з іншими біохімічними тестами для диференційної діагностики гепатопатій.

Таким чином, найбільш інформативними тестами, які у 100 % корів достовірно відрізнялися від значень норми за хронічного гепатиту та гепатодистрофії, виявились вміст АсАТ та сечової кислоти. Крім того, сечова кислота, за результатами наших досліджень, виявилася єдиним тестом, який в усіх корів дозволив диференціювати хронічний гепатит та гепатодистрофію, що доводить доцільність його застосування під час діагностики захворювань печінки.

Результати досліджень сироватки крові коней у стані відносного спокою та після фізичного навантаження наведені в табл. 3 і 4.

Таблиця 3.

Активність ферментів у сироватці крові коней спортивного напрямку конкур у стані відносного спокою та після фізичного навантаження (n=10)

Групи тварин		АлАТ, Од/л	АсАТ, Од/л	Лужна фосфатаза, Од/л	ГГТП, Од/л
Відносний спокій	Lim	14,50 – 19,51	217,5 – 346,7	106,8 – 211,7	18,4 – 26,3
	M±m	16,90±0,55	303,60±13,1	161,90±12,90	23,50±0,91
	Інф-ть	↑0;N100;↓0	↑0; N90; ↓10	↑0;N100;↓0	↑0; N90; ↓10
Після фіз навантаження	Lim	11,20 – 15,40	368,10 – 395,30	183,30 – 219,50	20,20 – 24,70
	M±m	13,70±0,34	382,70±2,60	200,10±3,45	22,00±0,53
	Інф-ть	↑0;N20;↓80	↑100; N0; ↓0	↑0; N100; ↓0	↑0;N100;↓80

Згідно з отриманим даним, за відносного спокою активність досліджуваних ферментів у сироватці крові коней була в межах норми, що свідчить про стабільний стан обмінних процесів в організмі і про те, що обрана група тварин була однорідною.

Згідно з даними табл. 4, показники системи залишкового азоту в сироватці крові коней змінювалися неоднозначно. Зокрема, вміст креатиніну після виступу достовірно не змінився та був у межах довірчих інтервалів у стані спокою. Оскільки креатинін вважається індикатором функціонального стану нирок і те, що концентрація сечовини у сироватці крові

тварин також не виходила за межі верхнього значення референтної норми для коней, можна стверджувати, що цей стресовий стан не мав істотного впливу на нирки. Проте вміст сечовини на тлі впливу стресових факторів, навпаки, знизився у 50 % коней на 13,4 %, що свідчить про зниження інтенсивності білкового синтезу в печінці коней.

Таблиця 4.

Показники системи залишкового азоту в сироватці крові коней спортивного напрямку конкур у стані відносного спокою та після фізичного навантаження (n=10)

Групи тварин		Сечовина, ммоль/л	Креатинін, мкмоль/л	Сечова кислота, мкмоль/л
Відносний спокій	Lim	5,40 – 7,50	113,30 – 148,20	29,10 – 49,30
	M±m	6,70±0,21	125,30±3,87	40,40±2,21
	Інф-ть	↑0; N90; ↓10	↑20; N80; ↓0	↑0; N90; ↓10
Після фіз навантаження	Lim	5,10 – 6,70	108,20 – 122,80	70,90 – 94,50
	M±m	5,80±0,17*	116,00±1,45	80,00±2,53***
	Інф-ть	↑0; N50; ↓50	↑0; N100; ↓0	↑100; N0; ↓0

Примітка: * – $p \leq 0,05$; *** – $p \leq 0,001$ різниця вірогідна між показниками в сироватці крові коней у стані відносного спокою і такими тварин після фізичного навантаження.

Уміст сечової кислоти був більшим, ніж верхнє значення, у всіх коней, і більшим, ніж у стані спокою, в 2,0 рази. Відомо, що сечова кислота має антиоксидантні та проокиснюючі властивості (Piccione et al., 2008; Sautin et al., 2008). Окиснені ліпіди можуть перетворити сечову кислоту на оксидант. Також відома сильна позитивна кореляція між вмістом сечової кислоти та тригліцеридів, кількість яких у коней за фізичного навантаження завжди підвищується (Muraoka & Miura, 2003). Ця кореляція може бути обумовлена оксидативним стресом, пов'язаним з накопиченням сечової кислоти за стресового стану тварин.

Слід зазначити, що в організмі коня в стресовій ситуації через знижену реакційну здатність урикази – ферменту, що розщеплює сечову кислоту, її кількість збільшується в геометричній прогресії. Під час стресу АТФ інтенсивно розщеплюється до АДФ і АМФ; останній постійно розпадається до гіпоксантину, що перетворюється на ксантин і сечову кислоту за допомогою ксантиноксидази (Castejon et al., 2006; Whiting, 2009). Стресовий стан формує середовище, що сприяє активації даного ферменту. У результаті інтенсивних м'язових скорочень під час фізичних навантажень (конкур) на тлі емоційного стресу накопичується гіпоксантин і концентрація сечової кислоти зростає як у м'язах, що скорочуються, так і в сироватці крові.

Таким чином, результати наших досліджень засвідчили, що сечову кислоту можна використовувати для об'єктивної оцінки стану здоров'я коней під час тренувань та виступів, що супроводжуються стресовими ситуаціями.

Висновки.

1. Встановлено високу діагностичну інформативність вмісту сечової кислоти у сироватці крові (підвищення даного показника за межі норми у всіх тварин) корів за гепатиту та гепатодистрофії, що дозволяє рекомендувати цей параметр в комплексі з іншими діагностичними показниками як інформативний тест за хвороб печінки корів.

2. Встановлено високу діагностичну інформативність сечової кислоти у складі комплексу біохімічних тестів під час обстеження коней спортивного напрямку конкур. У 100 % випадків її вміст зростає за верхню межу норми під час фізичного та емоційного навантаження і був у 2,0 рази більше, ніж у стані спокою. Це необхідно враховувати під час тренувань, щоб максимально сприяти адаптації коня до будь-яких стресових факторів і здійснювати адекватну та своєчасну корекцію.

3. Результати досліджень дозволяють рекомендувати показник вмісту сечової кислоти в сироватці крові в комплексі з іншими діагностичними показниками як інформативний тест, що не потребує значних витрат на його визначення, входить у

програми біохімічних аналізаторів і може бути застосованим для диференційної діагностики хвороб печінки великої рогатої худоби та оцінки стану здоров'я коней в умовах фізичного та емоційного навантаження.

References

1. Баєва, Т. І., & Жегунов Г. Ф. (2016). Вплив фізичного та емоційного навантаження на метаболічний профіль сироватки крові спортивних коней. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*, 24(2), 484–488. https://www.dnu.dp.ua/docs/visnik/fbem/program_5e56a4083c7cc.pdf
2. Левченко, В. І., Головаха, В. І., & Кондрахін, І. П. (2010). *Методи лабораторної клінічної діагностики хвороб тварин*. Київ, Аграрна освіта, 437 с.
3. Міц, І. Р., Денефіль, О. В., & Андрішшин, О. П. (2016). Морфологічні зміни внутрішніх органів у тварин різної статі, які зазнали хронічного стресу. *Вісник наукових досліджень*, 3, 107. <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/visnyk-nauk-dos/article/view/6994>
4. Предко, В. В., & Сомова, О. О. (2022). Вплив війни на зміну рівня стресу та стратегій збереження життєстійкості українців. *Психологія національної безпеки та безпеки життєдіяльності*, 33(72), 4, 89–98. <https://doi.org/10.32782/2709-3093/2022.4/16>
5. Слівінська, Л. Г., & Максимович, І. А. (2016). Біохімічний профіль крові спортивних коней. *Біологія тварин*, 18(2), 105–112. <https://aminbiol.com.ua/index.php/108-archive/bt-18-2-2016/1334-biochemical-profile-of-sport-horses-blood>
6. Тимошенко, О. П., Маценко, О. В., Собакар, Ю. В., Кравченко, Н. О., & Цвірко П. А. (2024). Показники системи залишкового азоту за цукрового діабету та гіперадренокортицизму собак. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*, 9, 213–221. <http://ojs.hdzva.edu.ua/index.php/journal/article/view/356/317>
7. Щепетільников, Ю. О., Маслак, Ю. В., Маценко, О. В., Пасічник, В. А., & Могільовський В. М. (2020). Білковий та вуглеводно-ліпідний обмін у корів при прив'язному утриманні за результатами диспансеризації. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*, 6, 118–122. <https://doi.org/10.31890/vtpp.2020.06.21>
8. Adamu, L., Noraniza, M. A., Rasedee, A. & Bashir, A. (2012) Metabolic responses in endurance horses during racing in relation to uric acid profile, leucocytes, heart rate and plasma biochemical parameters, *Veterinary Medicine – Czech*, 57(11), 591–596. https://vetmed.agriculturejournals.cz/artkey/vet-201211-0004_metabolic-responses-in-endurance-horses-during-racing-in-relation-to-uric-acid-profile-leucocytes-heart-rate.php
9. Bartolome, E., & Cockram, M. S. (2016). Potential Effects of Stress on the Performance of Sport Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 40(1), 84–93. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0737080615300721?via%3Dihub>
10. Castejon, F., Trigo, P., Munoz, A. & Riber, C. (2006): Uric acid responses to endurance racing and relationships with performance, plasma biochemistry and metabolic alterations. *Equine exercise physiology. Equine Veterinary Journal*, 36, 70–73. <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2042-3306.2006.tb05516.x>
11. Cottin, F., Metayer, N., Goachet A. G., Julliand, V., J. Slawinsk, J., Billat V., & Barrey, E. (2010). Oxygen consumption and gait variables of Arabian endurance horses measured during a field exercise test. *Equine Veterinary Journal*, 42, 1–5. <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2042-3306.2010.00184.x>
12. Cutler, R. G., Camandola, S., Feldman, N. H., Yoon, J. S., Haran, J. B., Arguelles, S. & Mattson, M. P. (2018). Uric acid enhances longevity and endurance and protects the brain against ischemia. *Neurobiology of Aging*. 12(75), 159–168. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019745801830438X?via%3Dihub>
13. Ebge-Nwiyi, T.N., Kalu, N.A. & Naphtali C. (2012). Preliminary studies on some haematological and serum biochemical parameters of apparently healthy adult horses in Maiduguri, Nigeria. *African Journal of Biomedical Research*, 15(1), 49–53. <https://doi.org/10.4314/>
14. Garcia, A.B., Angeli, N., Machado, L., de Cardoso, F.C., & Gonzalez F. (2015). Relationships between heat stress and metabolic and milk parameters in dairy cows in southern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 47, 889–894. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-015-0804-9>

15. Hikmah, H., Abustam, E., Asja, M. A., & Nahariah, N. (2018). The blood plasma profile of Bali Cattle with different resting statuses before slaughter. *1st International Conference of Animal Science and Technology (ICAST)*, 1–6. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/247/1/012042/pdf>
16. Hill, J. M., Leisewitz, A. L., & Goddard, A. (2011). The utility of uric acid assay in dogs as an indicator of functional hepatic mass. *Journal of the South African Veterinary Association*, 82(2), 86–93. <https://journals.jsava.aosis.co.za/index.php/jsava/article/view/40>
17. Kedzierski, W., Bergero, D. & Assenza A. (2009). Trends of hematological and biochemical values in the blood of young race horses during standardized field exercise tests. *Acta Veterinaria (Beograd)* 59, 457–466. <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0567-83150906457K>
18. Mamun, M. A., Hassan, M. M., Shaikat, A. H., Islam, S. K. M. A., Hoque, M. A., Uddin, M., & Hossain, M. B. (2013). Biochemical analysis of blood of native cattle in the hilly area of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 11(1), 51–56. <https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=bioch>
19. Muraoka, S., & Miura, T. (2003): Inhibition by uric acid of free radicals that damage biological molecules. *Pharmacology and Toxicology*, 93, 284–289. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1600-0773.2003.pto930606.x>
20. Nathalie, K., Brieuc, de M. & Pierre, L. (2008). The oxidant/antioxidant equilibrium in horses. *Veterinary Journal*, 177(2), 178–191. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17897849/>
21. Piccione, G., Vazzana, I., Giannetto, C., Ganesella, M. & Ferrantelli, V. (2008). Modification of some hematological and hematochemical parameters in horse during long distance rides. *Research Journal of Veterinary Sciences*, 1, 37–43. <https://scialert.net/abstract/?doi=rjvs.2008.37>
22. Sautin, Y. Y., & Richard, J. J. (2008). Uric Acid: The oxidant-antioxidant paradox. *Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids*, 27, 608–619. <http://dx.doi.org/10.1080/15257770802138558>
23. Whiting J. (2009): The exhausted horse. In: *Current Therapy in Equine Medicine*. 6th ed. Saunders Elsevier, St. Louis, MO, USA. 926–929.