



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10315

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.294:636.083.31:591.1: 591.2

Chemical and mineral composition of antlers and bones of red deer (*Cervus elaphus*) reared under Volyn conditions

R. V. Hunchak¹✉, I. V. Vudmaska¹, V. M. Hunchak², M. P. Soltys²

¹Institute of Animal Biology of NAAS of Ukraine, Lviv, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

Article info

Received 30.06.2025

Received in revised form

31.07.2025

Accepted 01.08.2025

Institute of Animal Biology,
NAAS of Ukraine, V. Stus Str., 38,
Lviv, 79034, Ukraine.
Tel.: +38-096-238-90-33
E-mail: roman.hunchak@gmail.com

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

Hunchak, R. V., Vudmaska, I. V., Hunchak, V. M., & Soltys, M. P. (2025). Chemical and mineral composition of antlers and bones of red deer (*Cervus elaphus*) reared under volyn conditions. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 27(103), 127–134. doi: 10.32718/nvlvet-a10315

This article presents the results of studies on the content of major minerals in antlers and selected bones (cranial, costal) of the skeleton of red deer (*Cervus elaphus*). The chemical and macroelement composition was determined in the antlers of male deer from three populations (English, Hungarian, and Latvian crossbreed), which were reared at the specialized farm “Amila” in Volyn. For the study, the first antlers of young deer (aged 1–2 years) and ossified antler beams of males aged 6–7 years were examined. For comparison, similar analyses were conducted on available biomaterial from deer maintained in an enclosure with extensive grazing areas (over 2000 ha). The study revealed that the chemical composition of deer bones varied depending on rearing conditions. The proportion of organic matter in the cranial bone of animals kept on the farm tended to be higher than that of deer maintained under semi-free conditions. In the costal bone, the concentration of organic substances was greater than in enclosure-reared deer. The lowest moisture content was observed in cranial bone. The fat content in the first antlers of young deer of the English population was 45.9 % higher compared to Latvian crossbreed animals. Regarding crude protein levels in antlers, Hungarian and Latvian crossbreed deer showed higher values, while the English population exhibited the highest ash content. When comparing the chemical composition of antlers between young and older males, it was found that fat levels in the antler tissue of 1–2-year-old English and Hungarian deer were higher than in 6–7-year-old males by 17.4 % and 45.6 %, respectively. Young Latvian crossbreed deer demonstrated a 5.6 % higher level of total ash. The weight of antlers, as well as the concentration of certain minerals, showed considerable variation among individuals and was largely influenced by age and living conditions. The total weight of antlers in 6–7-year-old animals (English population) kept under semi-free enclosure conditions averaged 4260 g, which was 194 g (4.7 %) more than in farm-reared animals. The heaviest antlers were observed in Latvian crossbreed deer, while the lightest were found in males of the Hungarian population. It was established that the concentration of calcium and phosphorus ions in ossified antlers of 6–7-year-old deer ranged from 160.4 to 180.7 g/kg and from 76.7 to 80.84 g/kg of wet weight, respectively. Both calcium and phosphorus levels were the highest in Latvian crossbreed deer and the lowest in the Hungarian population. The weight of the first antlers of young male deer ranged from 588.4 to 644.6 g. It was confirmed that the content of calcium and phosphorus in antlers decreased with age. Their concentrations in the antlers of 1–2-year-old males were 31.4 % and 37.6 % higher, respectively, compared to ossified antlers of 6–7-year-old males. In addition, the concentrations of other studied elements, particularly Mg, Na, and S, decreased with age, whereas potassium (K) increased. The calcium ion content in ossified antlers was higher than in cranial bone, while phosphorus was lower. The levels of other analyzed minerals (Mg, Na, K, S) were relatively similar.

Keywords: red deer, mineral metabolism.

Хімічний та мінеральний склад пантів і кісток благородних оленів (*Cervus elaphus*) вирощених в умовах Волині

Р. В. Гунчак¹, І. В. Вудмаска¹, В. М. Гунчак², М. П. Солтис²

¹Інститут біології тварин НААН України, м. Львів, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті подано результати досліджень вмісту основних мінералів у пантах та окремих кістках (черепна, реберна) скелету оленя благородного (*Cervus elaphus*). Хімічний та макроелементний склад визначено в рогах самців-оленів трьох популяцій (англійська, угорська і латвійський кросбрід), що вирощувались в умовах спеціалізованої ферми "Аміла" на Волині. Для дослідження використано перші панти молодих оленів (вік 1–2 роки) й окостенілі роги відростки самців 6–7-річного віку. Для порівняння проведено аналогічні дослідження наявного біоматеріалу від оленів, які утримувалися у вольєрі зі значними площами вигулу (понад 2000 га). У процесі досліджень встановлено, що хімічний склад кісток скелету оленів, за різних умов проживання, децю різнився. Вміст органічної складової в черепній кістці тварин, які утримувалися в умовах ферми був тенденційно вищим, ніж в оленів за напіввільного вирощування. У реберній кістці концентрація органічних речовин була більшою, ніж в оленів вольєру. Найнижчий вміст вологи відзначено в кістці черепа. Рівень жирової компоненти в перших рогах молодих оленів англійської популяції був на 45,9 % вищим, ніж у тварин латвійського кросбріду. За рівнем сирого протеїну в пантах перевагу мали олені угорської популяції та латвійського кросбріду, а за вмістом загальної золи – тварини англійської популяції. За порівняння хімічного складу пантів молодих самців і тварин у старшому віці було з'ясовано, що вміст жиру в роговій тканині 1–2-річних оленів англійської й угорської популяції був вищим порівняно з тваринами 6–7-річного віку на 17,4 і 45,6 %. У молодих оленів латвійського кросбріду встановлено більший на 5,6 % рівень золи загальної. Вага рогів, як і вміст окремих досліджуваних мінералів, мали суттєві відхилення в окремих індивідуумах і залежали, більшою мірою, від віку оленів та умов проживання. Загальна вага пантів тварин 6–7-річного віку (англійська популяція), що утримувалися в напіввільних умовах вольєра знаходилась у межах 4260 г, що було на 194 г або 4,7 % більше, ніж у тварин фермерського господарства. Найважчими, за масою, були роги відростки оленів латвійського кросбріду, а найлегші – у самців угорської популяції. Встановлено, що концентрація іонів Ca і P в окостенілих пантах 6–7-річних оленів коливалась в межах 160,4–180,7 г/кг та 76,7–80,84 г/кг сирової маси відповідно. При цьому і за Ca, і за P найвищою вона була в оленів латвійського кросбріду, а найнижчою – у тварин угорської популяції. Вага перших рогів молодих самців оленів коливалась в межах 588,4–644,6 г. Підтверджено, що вміст Ca і P в пантах оленів з віком зменшувався. Концентрація останніх в рогах самців-оленів 1–2-річного віку була на 31,4 і 37,6 % більшою, ніж в окостенілих рогах самців 6–7-річного віку. Крім того, встановлено, що концентрація інших досліджуваних елементів, зокрема Mg, Na і S з віком зменшувалась, а K – навпаки – зростала. Уміст іонів Ca в окостенілих рогах оленів був більшим, ніж в кістці черепа, а P – навпаки, меншим. Рівень інших досліджуваних мінералів (Mg, Na, K, S) був відносно подібним.

Ключові слова: олень благородний, мінеральний обмін.

Вступ

Оленям для фізіологічного росту, розвитку та функціонування всіх органів і систем організму необхідна відповідна кількість мінеральних речовин. Частина з них виводиться разом із секретами та екскрементами, тоді як інші можуть накопичуватися й використовуватися організмом у разі нестачі поживних речовин. Такий дефіцит у макро- і мікроелементах часто спостерігається під час вагітності, лактації, при виснаженні, захворюваннях, травмах, лицьці тощо (Gómez et al., 2008; 2013). Проблема мінерального живлення в цього виду диких тварин є особливо актуальною під час росту рогів, адже ця тканина формується дуже швидко й потребує значного перенесення мінералів із кісткової системи через кровотік у роги. А отже, завдяки безперервним процесам біомінералізації, кісткова тканина оленя зазнає адаптивного ремодельовання протягом усього життя (Gómez et al., 2008; Landete-Castillejos et al., 2010; Tajchman et al., 2020). Макроелементи (Ca, P, Mg, K, Na) а також мікроелементи (Li, Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Se, Mo, Sn) мають величезний вплив на повноцінний розвиток скелетної системи тварин. Їх дефіцит може послабити або навіть призупинити процеси росту і розвитку тварин, послабити імунну систему, затримати статеву зрілість, призвести до підвищення крихкості кісток, спричинити прояви остеохондрозу чи остеопорозу тощо (Audigé et al., 1995; Georgievskii et al., 2013).

Належна концентрація елементів є особливо важливою в молодих тварин і старих оленів, які мають специфічні потреби у поживних і мінеральних речовинах під час розвитку рогів (Landete-Castillejos et al., 2007). Адже вважають, що перші роги формуються зі швидкістю приблизно $1,95 \pm 0,05$ см на тиждень і досягають повної зрілості протягом 14 тижнів (Gómez et al., 2008). Та й саме зростання молодих особин найінтенсивніше відбувається від народження до року життя, а в наступні чотири роки темпи росту помітно знижуються (Zannè et al., 2006; Gómez et al., 2022).

Кісткова тканина є основною частиною скелету, а основна функція кісткової тканини, як частини скелета – це опорна: вона надає тілу опору, форму, захищає внутрішні органи від пошкоджень, а також забезпечує можливість руху. Крім того, кісткова тканина виконує метаболічні функції, такі як накопичення мінеральних солей та кровотворення у кістковому мозку (Olguin et al., 2013). За відсутності можливості синтезуватися в організмі – макро- і мікроелементи мають обов'язково надходити з кормом для підтримання мінеральних запасів (Tajchman et al., 2022).

Важливим у процесі забезпечення організму мінералами є умови проживання оленів. Дикі олені, або ті що вирощуються в умовах значних за площею вольєрів, на відміну від тварин, які утримуються в загорожах фермерських господарств, мають можливість споживати різні види лісових та окультурених рослин, отже й по різному компенсувати нестачу пожив-

них і мінеральних речовин, необхідних їм для нормального росту і забезпечення відповідних метаболічних процесів (Janiszewski & Szczepanski, 2001; Ceacero et al., 2009). Випасання тварин на пасовищах не завжди може забезпечити їх потребу в мінералах, оскільки тут, як правило, обмежене різноманіття трав і рослин (Mattiello, 2009). При цьому, вважається, що нестача мінералів в оленів за вирощування в умовах ферм є критично важливою, оскільки можливість вибору кормів для задоволення потреб у макро- і мікроелементах суттєво зменшується – через це вони, за цих умов вирощування, більш схильні до дефіциту мінералів або їх дисбалансу. Проблема мінерального живлення у таких диких тварин є актуальною але водночас розв'язувана через можливості нормувати поступлення мінералів в їх організм. Олені за вирощування їх на спеціалізованих фермах отримують корм і воду з контрольованого середовища. Тварини, за цих умов, мають доступ до постійних пасовищ і годуються збалансованими кормами. Основні принципи мінерального живлення екзотичних жуйних тварин описані у наукових публікаціях (Muir et al., 1987; Wilson & Grace 2001; Grace & Wilson, 2002). При цьому необхідно враховувати певну особливість в оленів. Оскільки швидкість росту рогів у них у 2–3 рази є вищою ніж кісток скелету, роль мінералів за антлерогенезу є особливо важливою. Роги – особливий тип кісток, що ростуть з лобової кістки на голові самця оленя і позбавлені рогової речовини. Вони швидко ростуть, і скидаються щороку, тому повинні набирати вагу за дуже короткий час (Gaspar-López et al., 2008; Gómez et al., 2013). Роги в оленячих спочатку ростуть як м'які тканини, пізніше відбувається диференціація з послідовним розвитком відростка від верхівки до основи (Kay et al., 1982). Згодом ріг твердіє, кісткова тканина мінералізується та васкуляризується. При цьому превалюють процеси демінералізації скелету (Kirk, 2016).

Хімічний склад рога відображає раціон тварин в недавньому минулому, а склад внутрішніх кісток – увесь цикл мінерального живлення. Вважається, що вплив макро- і мікроелементів на властивості кісток є важливішим, ніж на роги (Currey, 2002).

Мета дослідження

Метою роботи було з'ясувати повноцінність мінерального живлення оленів, які вирощуються в умовах конкретної ферми, шляхом визначення рівня елементів у їх кістках (череп, ребра, роги).

Матеріал і методи досліджень

Для дослідження використано біоматеріал оленів, що утримувалися в умовах ферми і вольєру в Ковельському районі на Волині. Господарство “Аміла” спеціалізується на вирощуванні оленів різної популяції (англійська, угорська, латвійський кросблід) упродовж останніх 8-ми років. Приблизно 10–15 % молодих самців і самок оленів з ферми щорічно переводиться в організований вольєр (площа загорожі 2000 га).

Фрагментом цього етапу досліджень було вивчення хімічного і мінерального складу рогів (пантів) та окремих кісток (черепна, реберна) оленів. Відповідно до завдань було відібрано скинуті роги самців оленів різної популяції 1–2 і 6–7-річного віку ($n = 3$). Біоматеріалом служила стружка, отримана після дрелювання рогу (4–5 см від основи рогового відростка). Відібрані перші роги молодих оленів і вже повністю окостенілі рогові відростки старших тварин стали предметом дослідження їх хімічного складу (місту сухої речовини, сирого протеїну, жирів і загальної золи) та рівня мінералів.

Роги в оленів це кістка, що росте з черепа, через що цікавим, на нашу думку, було вивчити особливості мінерального складу саме черепної кістки. Її, як і реберні кістки, відбирали у тварин після забою. Зразки цього біоматеріалу отримували шляхом збору кісткової стружки, утвореної після свердління (черепна кістка – за 2–3 см від основи черепа; реберна – в ділянці мечоподібного відростка).

Сушу масу рогів і кісток, яку отримували після нагрівання в сушильній шафі (60 °C, 72 год.), після зважування на аналітичних вагах, поміщали у муфельну піч на 6 год (480 °C). Вміст золи визначали як частку від ділення отриманої таким чином золи на суху масу (Landete-Castillejos et al., 2010).

Визначення концентрації основних мінералів в кістках та рогах оленів (Ca, P, Mg, K, Na і S) проводили в Інституті біології тварин НААН України методом атомно-абсорбційної спектроскопії на приладі С-115 ПК. Біологічні зразки попередньо мінералізували шляхом сухого озолення з наступною кислотною екстракцією. Спалювання зразків проводили у муфельній печі за температури 450°C. Пробу озолювали впродовж 10-15 год. до отримання золи білого чи блідо-рожевого кольору (без обуглених частинок), яку розчиняли в невеликій кількості хлористоводневої кислоти (Vizlo et al., 2012).

Експерименти на тваринах проводили відповідно до правил Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментах і для інших наукових цілей (ETS №123. Страсбург, 1986).

Оленів, що утримувались в умовах вольєру іммобілізували з використанням препарату Ксила (0,3–0,4 мг/кг м.т.), а самі роги у тварин зрізали за допомогою нешвидкісної електропилки.

Результати та їх обговорення

Формування кісткової тканини в організмі оленів відбувається на першій стадії їхнього розвитку а макро- і мікроелементи є важливими структурними компонентами кісток. Загальновідомо, що хімічний склад пантів, як особливого виду кісткової тканини, визначається генетичними особливостями цього виду диких тварин, та відображає їх раціон живлення. Нами у процесі досліджень встановлено, що хімічний склад кісток скелету в оленів, за різних умов проживання, дещо різнився. Так, вміст органічної складової в черепній кістці тварин, які утримувалися

в умовах ферми, був тенденційно вищим, ніж в оленів за напіввільного вирощування (вольєрне утримання). Стосовно ребер, то даний показник був більшим на 2,3 % в оленів вольєру. Найнижчим вміст вологи був в оленів в кістках черепа, у порівнянні з показниками в інших досліджуваних нами кістках (табл. 1).

Досліджуючи хімічний склад перших пантів у молодих оленів з'ясовано, що він мав певні коливання і залежав від популяції тварин (табл. 2).

Відсотковий вміст сухої речовини і сирого протеїну був найбільшим в оленів угорської

популяції. Стосовно рівня жирової компоненти то вона була вищою на 45,9 % в оленів англійської популяції, ніж у тварин латвійського кросбрїду. Уміст золи мав найнижчий рівень у фермерських оленів англійської популяції.

Хімічний склад повністю окостенілих оленів 6–7-річного віку характеризувався тим, що вміст сухої речовини був практично подібним в оленів усіх досліджуваних груп (табл. 3).

Таблиця 1

Хімічний склад кісток в оленя за різних умов утримання ($M \pm m, n = 3$)

Показник	Ферма		Вольєр	
	Вид кістки			
	черепа	реберна	черепа	реберна
Вміст води, %	10,44 ± 0,60	16,8 ± 0,44	12,28 ± 0,54	14,4 ± 0,82
Органічна частина, %	56,4 ± 2,12	52,8 ± 3,88	54,2 ± 4,66	55,8 ± 4,12
Неорганічна частина, %	43,6 ± 3,82	47,2 ± 4,80	45,8 ± 3,92	44,2 ± 5,08

Таблиця 2

Хімічний склад перших рогів оленів (1–2 роки) ($M \pm m, n = 3$)

Показник	Різновиди оленів		
	Англійська популяція (ферма)	Угорська популяція (ферма)	Латвійський кросбрїд (ферма)
Суша речовина (%)	87,16 ± 10,08	90,42 ± 8,84	88,60 ± 11,44
Сирий протеїн (%)	30,12 ± 4,12	34,14 ± 6,28	36,08 ± 6,06
Жири (%)	5,66 ± 0,88	4,60 ± 0,64	3,88 ± 0,60
Зола загальна (%)	60,62 ± 8,12	64,74 ± 8,20	65,16 ± 6,82

Таблиця 3

Хімічний склад рогів в оленів 6–7-річного віку різних популяцій ($M \pm m, n = 3$)

Показник	Різновиди оленів			
	Англійська популяція (ферма)	Угорська популяція (ферма)	Латвійський кросбрїд (ферма)	Англійська популяція (вольєр)
Суша речовина (%)	90,22 ± 7,46	91,24 ± 12,44	92,02 ± 8,82	90,88 ± 11,42
Сирий протеїн (%)	30,24 ± 6,82	33,12 ± 8,88	34,16 ± 10,44	32,28 ± 7,66
Жири (%)	4,82 ± 0,68	3,16 ± 0,42	3,88 ± 0,44	4,08 ± 0,54
Зола загальна (%)	60,16 ± 6,16	63,44 ± 5,88	61,82 ± 8,12	64,82 ± 10,46

За рівнем сирого протеїну в пантах перевагу мали олені угорської популяції і латвійського кросбрїду, а за вмістом загального жиру – тварини англійської популяції. В останніх найнижчим був рівень золи в рогах.

За порівняння хімічного складу перших пантів молодих самців оленів і тварин у старшому віці було з'ясовано, що досліджувані показники дещо відрізнялися. Відзначено, що вміст жиру в роговій тканині молодих оленів англійської та угорської популяції був вищим порівняно з тваринами 6–7-річного віку на 17,4 і 45,6 %. У одно-двохрічних оленів латвійського кросбрїду – більшим на 5,4 % був відсоток золи загальної. У тварин, які утримувалися в напіввільних умовах вольєру порівняно з фермерськими тваринами вміст золи був більшим.

Встановлено значні відхилення у показниках вмісту мінеральних речовин в рогах окремих тварин,

що є, очевидно, результатом різної структури цього виду кісткової тканини та обумовлено особливостями біотрансформації цих мінералів. Вага рогів, як і вміст окремих біоелементів мав суттєві відхилення в окремих індивідуумів і залежав від віку оленів, умов утримання і, меншою мірою, від популяції (табл. 4).

Нами визначено вагу рогів та їх мінеральний склад оленів 6–7-річного віку, які мали по 6–10 рогових відростків у перших рогах молодих самців-оленів.

З'ясовано, що маса окостенілих рогів була найбільшою у тварин англійської популяції, які утримувалися у напіввільних умовах і становила 4260 г, що було на 194 г або 4,7 % більше, ніж у тварин фермерського господарства. За визначення маси рогів в оленів окремих популяцій встановлено, що найважчими вони були в оленів латвійського кросбрїду, а найлегшими – у самців угорської популяції.

Таблиця 4Концентрація макроелементів у багатівідросткових рогах оленів 6–7-річного віку ($M \pm m$, $n = 3$)

Показник	Англійська популяція (ферма)	Угорська популяція (ферма)	Латвійський кросбрід (ферма)	Англійська популяція (вольєр)
Вага рогів (г)	4066,4 ± 168,4	3960,8 ± 152,8	4120,66 ± 184,6	4260,42 ± 180,64
Ca (мг/кг)	178,40 ± 12,12	160,40 ± 10,82	180,76 ± 4,28	169,46 ± 13,16
P (мг/кг)	80,12 ± 5,88	76,4 ± 8,90	80,84 ± 5,66	80,46 ± 9,64
Mg (мг/кг)	3,75 ± 0,22	3,32 ± 0,38	3,46 ± 0,24	3,26 ± 0,40
K (г/кг)	0,466 ± 0,022	0,426 ± 0,036	0,488 ± 0,020	0,490 ± 0,022
Na (мг/кг)	5,71 ± 0,54	5,12 ± 0,48	6,12 ± 0,32	5,34 ± 0,44
S (мг/кг)	0,513 ± 0,04	0,464 ± 0,08	0,490 ± 0,06	0,560 ± 0,06
Ca/P	2,23	2,10	2,23	2,10

Концентрація мінеральних речовин у пантах оленів є визначальним чинником їх міцності. Уміст мінералів напряму залежить від поступлення з кормом і, очевидно, визначається стадією розвитку рогового відростка. У процесі досліджень встановлено, що в окостенілих пантах зрілих за віком благородних оленів мінеральна частина в значних кількостях представлена іонами Ca та P. Так, концентрація останніх в рогах цього виду копитних коливалась, залежно від популяції, від 160,40 до 180,7 мг/кг та від 76,4 до 80,84 мг/кг сирової маси відповідно. При цьому за вмістом Кальцію і Фосфору найвищим показник був в оленів латвійського кросбріду, а найнижчою – у тварин угорської популяції. Визначений нами коефіцієнт співвідношення Ca:P не мав значущої різниці, але в цілому, був таким, що визначав кальцій-фосфорний обмін як такий, що здатний задовільнити підвищені потреби в мінералах.

На думку окремих науковців, Магній може бути своєрідним будівельним матеріалом при формуванні рогової кістки (Kuba, 2014). Завдяки здатності діяти як двовалентний катіон та можливості утворювати солі з фосфатами, Mg може компенсувати дефіцит Ca в організмі у момент критичної необхідності (за умови неможливості покрити потребу макроелементів через корм) (Tajchman et al., 2021). Аналізуючи вміст іонів Mg в рогах благородних оленів, що вирощувались у фермерському господарстві “Аміла”

та утримувались в умовах вольєру було з’ясовано, що концентрація елемента в досліджуваному матеріалі була достатньо високою (3,26–3,75 мг/кг). При цьому в оленів англійської популяції найбільший вміст Mg виявлено у рогах тварин, відібраних на фермі, а найнижчою – відібраних в умовах вольєру.

Калій і Натрій є одними з найбільш лімітованих елементів диких копитних тварин. Вони мусять поступати в організм оленів, особливо тих, що вирощуються на фермах, у вигляді мінеральних добавок, оскільки вміст цих мінералів в рослинах і ґрунтах є невеликим (Grace et al., 2008). Важливим є розуміння того, що Калію відводиться особлива роль в метаболізмі мінеральних речовин. Від його забезпеченості залежать втрати іонів Ca з сечею та ріст рогів шляхом мобілізації Ca зі скелету (Raferty et al., 2005; Nowicka et al., 2006). Визначений нами рівень іонів Na і K в пантах оленів знаходився в межах референтних величин для цього виду диких копитних тварин і не мав суттєвих відхилень у тварин різних популяцій та за різних умов утримання.

Уміст в рогах Сульфуру був найвищим в оленів англійської популяції, які перебували в напіввільних умовах утримання і мали широкий доступ до багатогранної фауни лісових масивів.

За подібною схемою було досліджено вагу та хімічний склад рогів молодих самців оленів (табл. 5).

Таблиця 5Вміст мінералів в рогах оленів 1-2 річного віку ($M \pm m$, $n = 3$)

Показник	Різновиди оленів		
	Англійська популяція	Угорська популяція	Латвійський кросбрід
Вага рогів (г)	644,6 ± 36,8	630,4 ± 30,8	588,4 ± 48,4
Ca (г/кг)	349,44 ± 7,64	248,7 ± 10,12	235,12 ± 9,96
P (г/кг)	110,28 ± 6,62	120,64 ± 10,14	105,16 ± 12,24
Na (г/кг)	4,82 ± 0,66	5,66 ± 0,48	5,16 ± 0,66
Mg (г/кг)	3,60 ± 0,28	4,42 ± 0,64	4,20 ± 0,50
K (г/кг)	0,642 ± 0,08	0,528 ± 0,14	0,670 ± 0,08
S (г/кг)	0,540 ± 0,04	0,624 ± 0,06	0,498 ± 0,06
Ca/P	2,13	2,06	2,24

Закономірно, що наявний лише один роговий відросток в молодих тварин мав меншу, порівняно зі старшими тваринами, вагу. Вона коливалась в межах 588,4–644,6 г. При цьому найважчими такі роги були у самців англійської популяції, а найлегші – латвійського кросбріду.

Концентрація іонів Ca і P в роговій кістці та співвідношення Ca/P мали у тварин різних популяцій значні відхилення але, в цілому, відповідали вимогам щодо вмісту цих елементів. При цьому нами було підтверджено дані багатьох дослідників, що з віком вміст Ca і P в пантах зменшується. За нашими

дослідженнями концентрація останніх в рогах молодих оленів англійської популяції, порівняно з аналогічним показником рогів 6–7-річних оленів була більшою на 31,4 і 37,6 % відповідно. У не до кінця окостенілих пантах молодих самців оленів, зокрема угорської популяції і латвійського кросбрїду, більшою була й концентрація іонів Магнію та Калію.

За визначення вмісту в досліджуваному матеріалі Натрію було встановлено, що цей елемент присутній у роговій тканині в достатньо високій кількості, однак порівняно з багатовідростковими рогами оленів 6–7-річного віку його концентрація була меншою. Зокрема, рівень Na в пантах молодих оленів англійської популяції був меншим на 15,6 %.

Уміст Сульфуру в рогах молодих оленів, як і окостенілих пантах старших тварин, мав значні коливання як в окремих індивідуумів так і в тварин різних популяцій.

Підсумовуючи цю частину досліджень можна стверджувати, що рівень мінеральних елементів у

рогах оленів був достатнім для забезпечення росту рогової тканини. При цьому відзначено, що із збільшенням віку тварин і ваги рогів концентрація іонів Ca, P, Mg, Na зменшувалася, а K, навпаки – зростала.

За літературними даними є припущення, що в оленів активно проходять демінералізація скелета, щоб задовольнити зростаючі потреби росту рогів (Picavet & Balligand, 2016). Швидкість росту рогів оленя благородного є високою (Currey, 2002), що спричиняє активне використання мінералів зі скелету, що, в свою чергу, відображає залежність від поступлення біоелементів ззовні.

Нами вивчено вміст основних мінералів в кістках оленя, зокрема черепній, оскільки роги в них ростуть із черепа. Для порівняння в дослідженнях було використано і реберну кістку.

На табл. 6 подано результати щодо вмісту основних макроелементів у 2-х видах кісток.

Таблиця 6

Рівень мінералів в кістках 6–7-річних оленів англійської популяції за різних умов утримання ($M \pm m, n = 3$)

Показник	Ферма		Вольєр	
	Вид кістки			
	черепна	реберна	черепна	реберна
Ca (г/кг)	145,4 ± 24,12	160,6 ± 20,2	150,24 ± 14,7	164,4 ± 24,2
P (г/кг)	83,4 ± 7,2	79,4 ± 5,8	85,2 ± 11,2	77,6 ± 7,7
Ca/P	1,74 ± 0,22	2,02 ± 0,18	1,76 ± 0,20	2,12 ± 0,08
K (г/кг)	0,44 ± 0,02	0,52 ± 0,06	0,60 ± 0,04	0,58 ± 0,04
Na (г/кг)	5,34 ± 0,30	6,72 ± 0,28	5,56 ± 0,34	6,26 ± 0,40
Mg (г/кг)	3,12 ± 0,40	3,82 ± 0,22	3,44 ± 0,30	4,40 ± 0,18
S (г/кг)	0,32 ± 0,07	0,46 ± 0,06	0,39 ± 0,01	0,52 ± 0,05

Як результат дослідження було встановлено, що вміст іонів Ca в черепній кістці, порівняно з аналогічним показником в роговому відростку, був на 18,3 % меншим. При цьому рівень P тут був на 4,1 % більшим. На підвищене використання в процесі росту рогів Ca та іммобілізацію його зі скелету вказує зниження кальцій-фосфорного співвідношення до 1,74.

У реберній кістці відхилення в концентрації Ca і P, порівняно з пантами, були незначними. Концентрація іонів Mg в рогах і досліджуваних кістках була, приблизно, рівною.

Таким чином, отримані нами результати щодо макроелементного статусу благородних оленів підтверджують повідомлення багатьох науковців, що вміст мінералів у кістковій тканині цих диких копитних тварин визначають не тільки географічне положення, фізична активність, середовище міграції але й вік, порода, статус годівлі тощо. В оленів, що утримувались в напіввільних умовах вольєра, очевидно через більше фізіологічне навантаження, можливість мобілізації достатньої кількості мінералів зі скелету і раціону є меншою, що накладає свій вплив на ріст рогів. Маса рогів і кількість рогових відростків, очевидно, прямо не залежить від мінерального живлення тварин. Олені, на думку окремих вчених (Tajchman et al., 2020; 2022), здатні оцінювати потребу в біоелементах, визначати їх

наявність або вміст в кормах і моделювати споживання, щоб задовольнити вимогу саме у тих мінералах, які на даний момент вкрай необхідні. Подібну думку висловлює і Dryden G. M. (2016). За його повідомленням поглинання мінералів зростає у процесі активного росту рогів і зменшується коли потреба в них є мінімальною (Dryden, 2016).

Висновки

1. Зі збільшенням віку самців оленів і ваги рогів концентрація Ca, P, Mg і Na в пантах зменшується, а K – зростає.

2. Вміст Ca в окостенілих рогах оленів є вищим, ніж у черепній кістці, а P – навпаки, нижчим. Рівень інших досліджуваних елементів (Mg, Na, K, S) є відносно подібним.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Audigé, L., Wilson, P. R., Morris, R. S., & Davidson, G. W. (1995). Osteochondrosis, skeletal abnormalities and enzootic ataxia associated with copper deficiency

- in a farmed red deer (*Cervus elaphus*) herd. *New Zealand veterinary journal*, 43(2), 70–76. DOI: 10.1080/00480169.1995.35852.
- Ceacero, F., Landete-Castillejos, T., García, A. J., Estévez, J. A., Martínez, A., Calatayud, A., Gaspar-López, E., & Gallego, L. (2009). Free-choice mineral consumption in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) response to diet deficiencies. *Livestock Science*, 122(2-3), 345–348. DOI: 10.1016/j.livsci.2008.08.002.
- Currey, J. D. (2002). *Bones: structure and mechanics*. Princeton: Princeton University Press. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Bones.html?id=2jYsJhxiNWQC&redir_esc=y.
- Dryden, G. M. (2016). Nutrition of antler growth in deer. *Animal Production Science*, 56(6), 962. DOI: 10.1071/an15051.
- Gaspar-López, E., Landete-Castillejos, T., Gallego, L., & García, A. J. (2008). Antler growth rate in yearling Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *European Journal of Wildlife Research*, 54(4), 753–755. DOI: 10.1007/s10344-008-0185-8.
- Georgievskii, V. I., Annenkov, B. N., & Samokhin, V. T. (2013). *Mineral Nutrition of Animals: Studies in the Agricultural and Food Sciences*. Elsevier Science & Technology Books. URL: <https://shop.elsevier.com/books/mineral-nutrition-of-animals/georgievskii/978-0-408-10770-9>.
- Gómez, J. Á., Pérez-Barbería, J., García, A. J., Cappelli, J., Chonco, L., Ceacero, F., Pérez-Serrano, M., & Landete-Castillejos, T. (2022). Factors affecting antler growth period and casting date in red deer. *Journal of Mammalogy*, 103(1), 169–177. DOI: 10.1093/jmammal/gyab097.
- Gómez, J., Landete-Castillejos, T., García, A. J., Gaspar-López, E., Estevez, J. A., & Gallego, L. (2008). Lactation growth influences mineral composition of first antler in Iberian red deer *Cervus elaphus hispanicus*. *Wildlife Biology*, 14(3), 331–338. DOI: 10.2981/0909-6396(2008)14[331:lgimco]2.0.co;2.
- Gomez, S., Garcia, A. J., Luna, S., Kierdorf, U., Kierdorf, H., Gallego, L., & Landete-Castillejos, T. (2013). Labeling studies on cortical bone formation in the antlers of red deer (*Cervus elaphus*). *Bone*, 52(1), 506–515. DOI: 10.1016/j.bone.2012.09.015.
- Grace, N. D., & Wilson, P. R. (2002). Trace element metabolism, dietary requirements, diagnosis and prevention of deficiencies in deer. *New Zealand veterinary journal*, 50(6), 252–259. DOI: 10.1080/00480169.2002.36321.
- Grace, N. D., Castillo-Alcala, F., & Wilson, P. R. (2008). Amounts and distribution of mineral elements associated with liveweight gains of grazing red deer (*Cervus elaphus*). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 51(4), 439–449. DOI: 10.1080/00288230809510473.
- Janiszewski, P., & Szczepanski, W. (2001). Analysis of autumn-winter diet of stags, hinds and calves of red deer (*Cervus elaphus L.*) based on rumen content. *Folia For Pol Ser A For.*, 43, 69–83.
- Kay, R. N. B., Phillio, M., Suttie, J. M., & Wenham, G. (1982). The growth and mineralization of antlers. *The Journal of Physiology*, 322–326.
- Kirk, A. (2016). *Skeletons: the extraordinary form & function of bones*. New York, New York : Wellfleet Press. URL: https://archive.org/details/skeletonsextraor0000kirk_d3m3.
- Kuba, J. (2014). Analysis of changes in the concentration of Ca, P and Mg in blood serum of red deer (*Cervus elaphus*) immature males in farm breeding. *Acta Sci. Pol. Zootech.*, 13(2), 31–40. URL: https://asp.zut.edu.pl/2014/13_2/asp-2014-13-2-234.pdf.
- Landete-Castillejos, T., Currey, J. D., Estevez, J. A., Fierro, Y., Calatayud, A., Ceacero, F. Garcia, A. J., & Gallego, L. (2010). Do drastic weather effects on diet influence changes in chemical composition, mechanical properties and structure in deer antlers? *Bone*, 47(4), 815–825. DOI: 10.1016/j.bone.2010.07.021.
- Landete-Castillejos, T., Currey, J. D., Estevez, J. A., Gaspar-López, E., Garcia, A., & Gallego, L. (2007). Influence of physiological effort of growth and chemical composition on antler bone mechanical properties. *Bone*, 41(5), 794–803. DOI: 10.1016/j.bone.2007.07.013.
- Mattiello, S. (2009). Welfare issues of modern deer farming. *Italian Journal of Animal Science*, 8(sup1), 205–217. DOI: 10.4081/ijas.2009.s1.205.
- McDowell, L. R. (2003). *Minerals in animal and human nutrition*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Science.
- Muir, P. D., Sykes, A. R., & Barrell, G. K. (1987). Calcium metabolism in red deer (*Cervus elaphus*) offered herbage during antlerogenesis: kinetic and stable balance studies. *The Journal of Agricultural Science*, 109(2), 357–364. DOI: 10.1017/S0021859600080783.
- Nowicka, M. Z., Gutowska, J., Nocen, I., Piotrowska, S., & Chiubek D. (2006). Contents calcium, magnesium, and phosphorus in antlers and cranial bones of different region in West Poland. *Pol. J. Environ Stud.*, 15(2), 297–301. URL: https://www.pjoes.com/pdf-87871-21730?filename=Contents%20of%20Calcium_.pdf.
- Olguin, C. A., Landete-Castillejos, T., Ceacero, F., García A. J., & Gallego, L. (2013). Effects of Feed Supplementation on Mineral Composition, Mechanical Properties and Structure in Femurs of Iberian Red Deer Hinds (*Cervus elaphus hispanicus*). *PLoS ONE*, 8(6), e65461. DOI: 10.1371/journal.pone.0065461.
- Picavet, P. P., & Balligand, M. (2016). Organic and mechanical properties of Cervidae antlers: a review. *Veterinary research communications*, 40(3-4), 141–147. DOI: 10.1007/s11259-016-9663-8.
- Rafferty, K., Davies, K. M., & Heaney, R. P. (2005). Potassium intake and the calcium economy. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(2), 99–106. DOI: 10.1080/07315724.2005.10719450.
- Shin, H. T., Hudson, R. J., Gao, X. H., & Suttie, J. M. (2000). Nutritional Requirements and Management Strategies for Farmed Deer - Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13(4), 561–573. DOI: 10.5713/ajas.2000.561.
- Tajchman, K., Bogdaszewska, L., Kowalczyk-Vasilev, E. & Dabrowski, R. (2020). Effects of Ca and P supplementation on the haematological parameters

- and content of selected minerals in the blood of young farmed fallow deer males (*Dama Dama*). *Biologia*, 75, 401–411. DOI: 10.2478/s11756-019-00310-2.
- Tajchman, K., Ukalska-Jaruga, A., Bogdaszewski, M., Pecio, M., & Dziki-Michalska, K. (2020). Accumulation of toxic elements in bone and bone marrow of deer living in various ecosystems. A case study of farmed and wild living deer. *Animals*, 10, 2151. DOI: 10.3390/ani10112151.
- Tajchman, K., Ukalska-Jaruga, A., Bogdaszewski, M., Pecio, M., & Janiszewski, P. (2021). Comparison of the accumulation of macro- and microelements in the bone marrow and bone of wild and farmed red deer (*Cervus elaphus*). *BMC veterinary research*, 17(1), 324. DOI: 10.1186/s12917-021-03041-2.
- Tajchman, K., Ukalska-Jaruga, A., Ceacero, F., Pecio, M., & Steiner-Bogdaszewska, Z. (2022). Concentration of Macroelements and Trace Elements in Farmed Fallow Deer Antlers Depending on Age. *Animals*, 12(23), 3409. DOI: 10.3390/ani 12233409.
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratyck, I. B. et al. (2012). Laboratorni metodu doslidzen y biologii, tvarunnuctvi ta veterunarnii meducuni. Dovidnuk za redakciey akademika NAAN Vlizla V.V. SPOLOM (in Ukrainian).
- Wilson, P. R., & Grace, N. D. (2001). A review of tissue reference values used to assess the trace element status of farmed red deer (*Cervus elaphus*). *New Zealand veterinary journal*, 49(4), 126–132. DOI: 10.1080/00480169.2001.36219.
- Zannèse, A., Morellet, N., Targhetta, C., Coulon, A., Fuser, S., Hewison, A. J. M., & Ramanzin, M. (2006). Spatial structure of roe deer populations: Towards defining management units at a landscape scale. *Journal of Applied Ecology*, 43(6), 1087–1097. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2006.01229.x.