

**МОНІТОРИНГ ПОКАЗНИКІВ ОБМІНУ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН У
КРОЛІВ НОВОЗЕЛАНДСЬКОЇ БІЛОЇ ПОРОДИ****Ю. В. КОРНІЙЧУК**, аспірант**Н. Г. ГРУШАНСЬКА**, доктор ветеринарних наук, доцент*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: lisa8919@bigmir.net, grushanska_ng@nubip.edu.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.013>

***Анотація.** Від мінерального статусу тварини залежить її добробут, а також якість продукції тваринництва. Дослідження мінеральних елементів надає можливість дослідити зміни навколишнього середовища і попередити негативні впливи як на організм тварини, добробут якої повністю залежить від людини, так і на організм людини, як кінцевого споживача їжі тваринного походження. Перспективним напрямом ветеринарної медицини є розроблення нових методів неінвазивної діагностики для оцінювання стану здоров'я і для визначення порушень обміну есенціальних елементів в організмі кролів, адже ці методи будуть більш гуманними, і полегшуватимуть роботу лікаря ветеринарної медицини.*

Метою дослідження було визначити особливості обміну мінеральних речовин у кролів новозеландської білої породи за віком і статтю та інформативність оцінки обміну речовин за використання різних біологічних матеріалів.

Дослідження проводили в умовах виробництва на 24 клінічно здорових кролях новозеландської білої породи, різного віку і статі. Для дослідження у тварин відбирали кров, сечу і волосся. Вміст мікроелементів в біологічних матеріалах визначали методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою.

Встановлено достовірну кореляцію між вмістом в плазмі крові кролів Кальцію з волоссям (-0,42), Мангану з волоссям (-0,32), Феруму з волоссям (0,63), Цинку з волоссям (0,40), Купруму з волоссям (0,39) і з сечею (0,44); між вмістом в цільній крові кролів Кальцію з волоссям (0,47) і з сечею (-0,33), Мангану з волоссям (-0,32); між вмістом в сечі кролів Кобальту з волоссям (-0,35). З'ясовано динаміку вмісту Кальцію, Мангану, Феруму, Цинку, Кобальту і Купруму в біологічних матеріалах кролів залежно від їх віку і статі на що вказує достовірне зростання в плазмі крові Кальцію, Мангану, Феруму, Цинку, Кобальту і Купруму у самиць від 70 діб до 240 діб, та достовірне зростання Мангану і Цинку та зниження Купруму у самців від 70 до 90 діб.

Експериментально й теоретично обґрунтовано інформативність неінвазивного методу діагностики мікроелементозів у кролів та доведено інформативність мікроелементного складу волосся для біогеоценотичної діагностики, що є доцільним під час диспансеризації та масових досліджень кролів.

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

У перспективі плануємо дослідити в різних біологічних матеріалах кролів інші елементи з наступним оціненням інформативності неінвазивних методів для діагностики порушень обміну мінеральних речовин.

Ключові слова: *Купрум, Манган, Кобальт, Цинк, Кальцій, Фосфор, атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП), кров, волосся, плазма, сеча*

Актуальність. Від мінерального статусу тварини залежить її добробут, а також якість продукції тваринництва. Незалежно від того, що технології кліткового утримання кролів розроблені вже давно і добре досліджені з наукової точки зору, екологічна ситуація набуває постійних змін. Надходження необхідних поживних речовин в організм кроля в умовах кліткового утримання, залежить від антропогенного фактору, якості кормів та регіональних особливостей мінерального складу кормів. І саме дослідження мінеральних елементів надає можливість дослідити ці зміни навколишнього середовища і попередити негативні впливи як на організм тварини, добробут якої повністю залежить від людини, так і на організм людини, як кінцевого споживача їжі тваринного походження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вчені проводять дослідження мінерального статусу за різних патологічних станів організму тварин роду гризунів [2, 8, 11, 14, 30], за порушення норм годівлі або під час додавання до раціонів різних біологічно активних добавок і

мінералів [4, 6, 7, 9, 15, 16, 18, 21, 23, 24, 27, 28, 29].

Chiericato G. M. з колегами досліджували динаміку мінерального складу плазми крові у кролиць від 35 до 120 денного віку [17].

Лебєдєв С. В. і Кван О. В. в своїх дослідженнях визначали референтні показники макро- і мікроелементів в тілі лабораторних щурів [5].

Вчені проводять дослідження щодо інформативності діагностики різних біологічних матеріалів (крові, волосся, сечі тощо) при визначенні мінерального статусу тварин роду гризунів [1, 2, 10, 27].

Барашков Г. К. з колегами в своїх дослідженнях не виявили кореляцію очищеного волосся, цільної крові і плазми крові за мінеральним складом, а показники неочищеного волосся вважають статистично недостовірними. За висновками вчених неочищене волосся не може використовуватись для оцінки рівня мінералів в організмі тварин [1].

Скальний А. А. з колегами, досліджуючи кореляцію між сироваткою крові, волоссям, нирками, печінкою, м'язами стегна і серця встановили, що аналіз волосся є інформативним методом оцінки статусу Кальцію, Цинку, Купруму і

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

Селену в організмі. Аналіз сироватки крові в меншій мірі відображує стан обміну елементів, порівняно з волоссям. Вчені припускають, що цей факт зумовлений впливом гомеостатичних механізмів на склад сироватки крові, в той час як на склад елементів в волоссі гомеостаз не впливає [10].

Гітіатуліна Е. Р. з колегами встановили, що мікроелементний аналіз волосся може служити індикатором порушення обміну мікроелементів за хвороб печінки [2].

Paradomichelakis G. З колегами в своїх дослідженнях показали, що плазма крові і волосся можуть бути біологічним індикатором мікроелементного статусу в кролів. Кров, порівняно з волоссям, є більш чутливою за незначних змін в профілі мікроелементів у кролів [27].

Проводячи дослідження обміну окремих мінералів у тварин роду гризунів вчені використовують наступні біологічні матеріали, які відбирають інвазивним шляхом або після забою тварин: цільну кров кролів [1, 4, 15, 16], мишей [20], плазму крові кролів [1, 17, 27, 28]; сироватку крові кролів [13, 21, 24, 25], щурів [8, 10]; тканини і органи (мозок, м'язи, кістки, печінка, нирки, серце, кишковик та ін.) кролів [4, 6, 7, 24], мишей [20], щурів [5, 11, 23, 29]. В той же час інші дослідники застосовували неінвазивний шлях відбору біологічного матеріалу: волосся кролів [1, 6, 7, 27], щурів [2, 5, 10, 23,

29]; сечу кролів [3, 12, 16, 17, 25, 28]; фекалії кролів [18].

Досліджуючи рівні мінералів в біологічних матеріалах вчені застосовували такі методи: атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-OES) [9, 26], мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) [1, 2, 4, 5, 10, 20, 27], атомно-абсорбційної спектрофотометрії з графітовою піччю (ETAAS) [19], полум'яної атомно-абсорбційної спектрофотометрії (FAAS) [16, 17, 22], іоноселективний метод [25], атомно-абсорбційної спектрометрії (AAS) [5, 6, 7, 8, 11, 18, 23, 24, 28, 29], біохімічні методи – спектрофотометрії [13, 17], метод спектрального аналізу (XRF) [3, 12].

Перспективним напрямом ветеринарної медицини є розроблення нових методів неінвазивної діагностики для оцінювання стану здоров'я і для визначення порушень обміну есенціальних елементів в організмі кролів, адже ці методи будуть більш гуманними, і полегшуватимуть роботу лікаря ветеринарної медицини.

Для дослідження рівнів мінералів у біологічних матеріалах тварин вчені використовують різні методи і в своїх роботах висвітлюють показники в різних одиницях, а їх дослідження зазвичай охоплюють лише окремий перелік мінералів в окремих біологічних матеріалах,

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

уникаючи комплексності досліджень обміну мінералів в організмі. А це в свою чергу ускладнює використання цих даних іншими вченими для аналітичних досліджень, а через появу нових аналітичних методів також потребує оновлення референтних показників. По опрацьованим нами даним в Україні робіт, які б були присвячені одночасному комплексному дослідженню мінеральних речовин у різних біологічних матеріалах (цільна кров, плазма крові, сеча і волосся) кролів новозеландської білої породи з урахуванням віку і статі методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою відсутні. Таким чином, робота спрямована на отримання нових комплексних даних є перспективним напрямом досліджень.

Мета дослідження - визначити особливості обміну мінеральних речовин у кролів новозеландської білої породи за віком і статтю та інформативність оцінки обміну речовин за використання різних біологічних матеріалів.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили на 24 клінічно здорових кролях новозеландської білої породи, різного віку і статі. Було сформовано 5 дослідних груп (1 група – самки 70 добового віку, 2 група - самці 70 добового віку, 3 група – самки 90 добового віку, 4 група – самці 90 добового віку, 5 група – самки 240

добового віку), контрольну групу не формували. Відбір тварин для дослідження проводився рандомно з подальшим поділом відібраних тварин по групам за віком, статтю і беручи до уваги, що вага тварин в межах однієї групи повинна коливатися не більше 3 % від середньої ваги в групі.

Досліджень проводили в умовах виробництва (Філія «Антонов-Агро») з використанням лактуючих кролиць. 8 лактуючих кролиць (вік 8 місяців – 240 діб) утримувались індивідуально в клітках і отримували раціон збалансований за основними показниками, водопостачання централізоване, напування з автопоїлок. До складу кормової суміші для лактуючих кролиць входить (г/кг): сіно люцерни 200, пшениця 200, соняшниковий шрот 150, ячмінь 175, овес 100, соєвий шрот 65, сухе молоко 65, крейда 10, премікс “FYS” 5 (в 1 кг преміксу кальцій карбонату 650 г, сарапоніну 30 - 100 г, олігосахариду 250 г), Клінофід 4 (нейтролізатор мікотоксинів на основі кліноптилоліту і гейландиту), монокальцій фосфат 4, сіль 4, лізин 2, глюкоза 10, лактоза 5, метіонін 1. Відбір біологічного матеріалу у 8 лактуючих кролиць проводили у віці 240 діб. У 16 кролів на відгодівлі (8 самців і 8 самок, вік 70 та 90 діб). Кролі утримувались індивідуально у клітках і отримували раціон збалансований за основними

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

показниками, водопостачання централізоване, напування індивідуальне з поїлок. До раціону кролів входили (г/кг): сіно люцерни 265, пшениця 140, соняшниковий шрот 110, ячмінь 309, овес 100, соєвий шрот 58, Люманце Ц 1, крейда 4, премікс «FYS» 4,5 (в 1 кг преміксу кальцій карбонату 650 г, сарапоніну 30 100 г, олігосахариду 250 г), Клінофід 2 (нейтролізатор мікотоксинів на основі клінопітіолу і гейландиту), трикальцій фосфат 4, сіль 1,5, лізин 1. Відбір біоматеріалу від 16 кролів проводили дворазово у віці 70 і 90 діб.

Для дослідження у тварин відбирали кров, сечу і волосся, всі біологічні матеріали від однієї тварини відбирали в один день. Вміст мікроелементів в біологічних матеріалах визначали методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою на приладі Optima 2100 DV фірми (PerkinElmer Inc., США, 2004).

Для оцінки результатів і аналізу отриманих даних використовувались всі без виключення зразки біологічних матеріалів отримані від тварин.

Одержані цифрові дані для визначення середнього арифметичного (М), середньої статистичної помилки (m), достовірної різниці (p) і кореляції ® опрацьовували статистично з використанням програми Microsoft EXCEL. Для визначення вірогідності

відмінностей між середніми величинами застосовували критерій Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення. Клінічні показники кролів під час проведення відбору біологічних матеріалів знаходились в межах фізіологічних коливань. Від кожної окремої тварини всі досліджувані біологічні матеріали, а саме цільну кров, плазму крові, сечу і волосся, відбирали одномоментно.

В цільній крові кролів залежно від віку у самиць встановлено вірогідне зниження вмісту Кальцію у 5 групі порівняно з 1 групою в 2 рази і у 5 групі порівняно з 3 групою в 2,1 рази, вірогідне зниження вмісту Плюмбуму у 3 групі порівняно з 1 групою в 3,5 рази, вірогідне збільшення вмісту Мангану у 3 групі порівняно з 1 групою в 2,3 рази, у 5 групі порівняно з 1 групою в 3,8 рази (табл. 1).

В цільній крові кролів залежно від віку у самців встановлено вірогідне збільшення вмісту Мангану у 4 групі в порівнянні з 2 групою в 3,2 рази, вірогідне збільшення вмісту Кадмію у 4 групі в порівнянні з 2 групою в 1,9 рази (табл. 1).

В плазмі крові кролів залежно від віку у самиці встановлено вірогідне збільшення вмісту Кальцію у 5 групі порівняно з 1 групою в 3 рази і у 5 групі порівняно з 3 групою в 3,1 рази, вірогідне збільшення вмісту Мангану у 3 групі порівняно з 1 групою в 1,6 рази і у 5 групі порівняно з 1 групою в

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

2,4 раза, вірогідне збільшення вмісту Цинку у 5 групі порівняно з 1 групою в 3 рази і у 5 групі порівняно з 3 групою в 2,9 раза, вірогідне збільшення вмісту Феруму у 5 групі порівняно з 1 групою в 2,3 раза і у 5 групі порівняно з 3 групою в 3 рази, збільшення вмісту Кобальту у 3 групі

порівняно з 1 групою в 1,9 раза і у 5 групі порівняно з 1 групою в 4,5 раза і у 5 групі порівняно з 3 групою в 2,4 раза, вірогідне збільшення вмісту Купруму у 5 групі з 1 групою в 4,9 раза і у 5 групі порівняно з 3 групою в 4,2 раза (табл. 1).

1. Вміст елементів у крові кролів новозеландської білої породи (мг/л, $M \pm m$, $n=6-8$)

Показник	Групи залежно від віку (діб) та статі				
	70		90		240
	1 група самки, $n=8$ ♀	2 група самці, $n=7$ ♂	3 група самки, $n=8$ ♀	4 група самці, $n=6$ ♂	5 група самки, $n=8$ ♀
**Ca	80,75±2,55	81,33±2,14	85,05±1,73	86,63±2,80	40,85±1,86 ▲▲▲ ΔΔΔ
Lim min-max	66,8–91,6	74,6–90,6	80,9–93,5	76,5–93,3	35,4–51,6
*Ca	60,43±4,15	59,48±3,49	58,16±4,49	64,42±5,34	178,04±16,62 ▲▲▲ ΔΔΔ
Lim min-max	38,76–78,96	47,87–72,59	39,76–70,05	51,48 - 90,16	112,54 -236,32
**Mn	0,0038±0,0009	0,0038±0,0007	0,0086±0,0018 ▲	0,0122±0,0016 ■■■	0,0144±0,0022 ▲▲▲
Lim min-max	0,0016–0,0085	0,0024–0,0062	0,0018–0,016	0,0082–0,018	0,0087–0,021
*Mn	0,009±0,001	0,007±0,001	0,014 ±0,001 ▲▲	0,015 ±0,001 ■■■	0,022±0,006 ▲
Lim min-max	0,0068–0,013	0,0039 -0,011	0,0091 -0,018	0,011 -0,022	0,0079–0,044
**Pb	0,021±0,006	0,025±0,009	0,006±0,001 ▲	0,027±0,008	0,029±0,002 ΔΔΔ
Lim min-max	0,006–0,05	0,007–0,085	0,004–0,01	0,01–0,05	0,02–0,04
**Cd	0,0040±0,0008	0,0021±0,0004	0,0036±0,0010	0,0040±0,0011	0,0021±0,0005
Lim min-max	0,001–0,0078	0,00096–0,0036	0,001–0,0066	▲ 0,0011–0,0072	0,00095–0,0063
*Fe	0,79±0,07	0,76±0,11	0,61±0,11	0,64±0,05	1,84±0,24
Lim min-max	0,49–1,09	0,48–1,16	0,06–1,13	0,43–0,73	▲▲▲ ΔΔΔ 1,09–3,04
*Zn	1,66±0,40	0,66±0,08 ▲	1,72±0,24	1,56±0,15 ■■■	4,99±0,75 ▲▲ ΔΔΔ
Lim min-max	0,46–2,63	0,43–0,86	0,71–2,68	0,81–1,9	3,17–7,66
*Co	0,0033±0,0004	0,0033±0,0005	0,0062±0,0010 ▲	0,0056±0,0010	0,0149±0,0036 ▲▲ Δ
Lim min-max	0,0022–0,0049	0,00098–0,0053	0,0028–0,0097	0,0029–0,0084	0,0048–0,031
*Cu	0,25±0,052	0,52±0,07 ▲▲	0,29±0,04	0,28±0,06 ■	1,23±0,10 ▲▲ ΔΔΔ
Lim min-max	0,055–0,45	0,3–0,73	0,14–0,44	0,19–0,54	0,6–1,8

Примітки: * – вимірювали в плазмі крові; ** – вимірювали в цільній крові; ▲ - $P<0,05$; ▲▲ - $P<0,01$; ▲▲▲ - $P<0,001$; Δ - $P<0,05$; ΔΔ - $P<0,01$; ΔΔΔ - $P<0,001$; ■ $P<0,05$; ■■ $P<0,01$; ■■■ - $P<0,001$

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

В плазмі крові кролів залежно від віку у самців становлено вірогідне збільшення вмісту Мангану у 4 групі порівняно з 2 групою в 2,1 раза, збільшення вмісту Цинку у 4 групі порівняно з 2 групою в 2,4 раза, вірогідне зниження вмісту Купруму у 4 групі порівняно з 2 групою в 1,9 раза (табл. 1).

У сечі кролів залежно від віку у самиць встановлено вірогідне зниження вмісту Мангану у 5 групі порівняно з 1 групою в 5,1 раза і у 5 групі порівняно з 3 групою в 4 рази, вірогідне збільшення вмісту Купруму у 5 групі порівняно з 3 групою в 5,4 раза і вірогідне зниження у 3 групі в порівнянні з 1 групою в 3,6 раза (табл. 2).

Таблиця 2. Вміст елементів у сечі кролів новозеландської білої породи
(мг/л, $M \pm m$, $n=4-8$)

Показник	Групи залежно від віку (діб) та статі				
	70		90		240
	1 група самки, $n=8$ ♀	2 група самці, $n=8$ ♂	3 група самки, $n=8$ ♀	4 група самці, $n=8$ ♂	5 група самки, $n=4$ ♀
Ca	3092,93±886,56	3793,4±883,7	2472,34±516,95	2646,85±623,06	4135,75±1264,07
Lim min-max	1002,6-6497,4	1030,66-8750	1059,3-5927,5	1137,4-3740,8	1670,33-6913,33
Mn	0,28±0,07	0,05±0,01	0,22±0,06	0,18±0,05	0,055±0,009
Lim min-max	0,13-0,57	0,019-0,15	0,035-0,44	0,042-0,26	0,03-0,064
Pb	35,25±8,14	25,38±3,77	23,50±4,16	31,00±7,24	32,75±4,52
Lim min-max	13,0-104,0	12,0-39,0	13,0-48,0	18,0-43,0	25,0-43,0
Cd	1,25±0,36	0,64±0,17	1,24±0,33	1,93±0,45	2,95±0,94
Lim min-max	0,21-3,4	0,13-1,5	0,07-3,7	1,2-2,8	1,20-5,30
Fe	2,14±0,60	1,46±0,38	1,10±0,26	1,19±0,27	32,75±4,52
Lim min-max	0,75-4,86	0,3-3,62	0,3-2,97	0,73-1,69	0,28-1,24
Zn	1,63±0,42	0,98±0,23	1,66±0,31	1,93±0,45	1,22±0,29
Lim min-max	0,43-3,4	0,4-1,76	0,42-3,3	1,17-3,18	0,67-1,63
Co	0,06±0,01	0,065±0,011	0,075±0,016	0,075±0,017	0,047±0,008
Lim min-max	0,02-0,12	0,035-0,109	0,033-0,148	0,042-0,1	0,033-0,063
Cu	0,25±0,05	0,05±0,01	0,07±0,02	0,07±0,02	0,38±0,11
Lim min-max	0,055-0,45	0,02-0,1	0,026-0,17	0,03-0,12	0,10-0,60

Примітки: ▲ - $P<0,05$; ▲▲ - $P<0,01$; ▲▲▲ - $P<0,001$; Δ - $P<0,05$; ΔΔ - $P<0,01$; ΔΔΔ - $P<0,001$; ■ - $P<0,05$; ■■ - $P<0,01$; ■■■ - $P<0,001$

У сечі кролів залежно від віку у самців встановлено вірогідне збільшення вмісту Мангану у 4 групі в порівнянні з 2 групою в 3,6 раза,

вірогідне збільшення вмісту Кадмію у 4 групі в порівнянні з 2 групою в 3 рази (табл. 2).

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

У волоссі кролів залежно від віку у самиць встановлено вірогідне зниження вмісту Кальцію у 5 групі порівняно з 1 групою в 2,4 раза і у 5 групі порівняно з 3 групою в 2,4 раза, вірогідне зниження вмісту Мангану у 5 групі порівняно з 1 групою в 3,8 раза і у 5 групі порівняно з 3 групою в 4,6 раза, зниження вмісту Плюмбуму у 3 групі порівняно з 1 групою в 3,8 раза, вірогідне збільшення вмісту Плюмбуму у 5 групі порівняно з 3

групою в 3,9 раза, зниження вмісту Кадмію у 5 групі порівняно з 1 групою в 2,1 раза, збільшення вмісту Феруму у 5 групі порівняно з 1 групою в 3,2 раза і у 5 групі порівняно з 3 групою в 4,2 раза, збільшення вмісту Цинку у 5 групі порівняно з 1 групою в 1,5 раза і у 5 групі порівняно з 3 групою в 1,4 раза, збільшення вмісту Купруму у 5 групі порівняно з 1 групою в 1,5 раза (табл. 3).

Таблиця 3. Вміст елементів у волоссі кролів новозеландської білої породи (мкг/г, $M \pm m$, $n=6-8$)

Показник	Групи залежно від віку (діб) та статі				
	70		90		240
	1 група самки, $n=8$ ♀	2 група самці, $n=7$ ♂	3 група самки, $n=8$ ♀	4 група самці, $n=6$ ♂	5 група самки, $n=8$ ♀
Ca	1524,86±193,87 1098–2788	2396,58±475,71	1570,27±379,92	1293,17±137,99	643,05±72,35 ▲▲▲ Δ
Lim _{min-max}		1612,4–4786,7	505,33–4093,33	800–1828	352,8–951,77
Mn	7,04±2,21	13,02±1,90	8,45±1,56	10,86±2,31	1,85±0,31 ▲ΔΔΔ
Lim _{min-max}	2,13–14,4	5,1–21,0	3,5–14,67	5,88–15,6	1,03–2,8
Pb	1,13±0,33	0,28±0,08 ▲	0,30±0,08 ▲	0,15±0,03	1,16±0,12 ΔΔΔ
Lim _{min-max}	0,28–2,4	0,11–0,49	0,12–0,64	0,084–0,23	0,39–1,82
Cd	0,041±0,008	0,019±0,004	0,029±0,007	0,013±0,004	0,020±0,005 ▲
Lim _{min-max}	0,014–0,076	0,009–0,04	0,008–0,08	0,00574–0,025	0,0023–0,06
Fe	24,74±5,84	28,33±7,68	18,55±3,83	21,01±4,81	78,30±6,43 ▲▲▲ ΔΔΔ
Lim _{min-max}	5,33–52,0	4,6–60	4,08–33,33	10,8–38,63	44,33–93,33
Zn	197,22±26,98	219,59±32,01	218,94±26,53	177,90±19,93	304,27±18,63 ▲▲ Δ
Lim _{min-max}	93,61–297,12	106,82–284,28	152,28–316,28	112,28–231,88	226,35–384,65
Co	0,057±0,012	0,143±0,035 ▲	0,053±0,009	0,107±0,030	0,038±0,007
Lim _{min-max}	0,033–0,11	0,023–0,32	0,02–0,1	0,02–0,19	0,0098–0,061
Cu	11,27±1,50	13,70±1,83	13,50±1,54	11,77±0,99	16,92±1,39 ▲
Lim _{min-max}	6,27–19,8	7,05–18,92	8,93–20,93	8,8–15,6	11,76–25,32

Примітки: ▲ - $P<0,05$; ▲▲ - $P<0,01$; ▲▲▲ - $P<0,001$; Δ - $P<0,05$; ΔΔ - $P<0,01$; ΔΔΔ - $P<0,001$; ■ $P<0,05$; ■■ $P<0,01$; ■■■ - $P<0,001$

У волоссі кролів залежно від віку у самців встановлено вірогідне зниження вмісту Плюмбуму у 4 групі

порівняно з 2 групою в 1,9 раза, зниження вмісту Кобальту у 4 групі

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

порівняно з 2 групою в 1,3 раза (табл. 3).

За підрахунку коефіцієнту кореляції досліджуваних

мікроелементів в різних біологічних матеріалах встановлено залежність цих мікроелементів між різними біологічними матеріалами (табл. 4).

Таблиця 4. Кореляція між вмістом елементу в біологічних матеріалах кролів новозеландської білої породи ($n=32-37$)

Показник	Ca	Mn	Pb	Cd	Fe	Zn	Co	Cu
Кров-волосся	0,47**	-0,28*	-0,07	0,17	-	-	-	-
Плазма-волосся	-0,42**	-0,32*	-	-	0,63**	0,40**	-0,25	0,39**
Кров-сеча	-0,33**	-0,14	0,05	-0,22	-	-	-	-
Плазма-сеча	0,13	-0,16	-	-	-0,02	-0,01	-0,16	0,44**
Сеча-волосся	-0,14	-0,09	0,01	0,00	-0,18	-0,01	-0,35**	0,11

Примітки: «-» - кореляцію не визначали; * $k=0,25$, $P<0,05$; ** $k=0,33$ $P<0,01$

Кореляція між цільною кров'ю і волоссям у кролів новозеландської білої породи відображує концентрацію Кальцію, Мангану, Плюмбуму і Кадмію в організмі тварин. Кореляція між плазмою крові і волоссям у кролів новозеландської білої породи відображує концентрацію Кальцію, Мангану, Феруму, Цинку, Кобальту і Купруму в організмі тварин. Кореляція між цільною кров'ю і сечею у кролів новозеландської білої породи відображує концентрацію Кальцію, Мангану, Плюмбуму і Кадмію в організмі тварин. Кореляція між плазмою крові і сечею у кролів новозеландської білої породи відображує концентрацію Кальцію, Мангану, Феруму, Цинку, Кобальту і Купруму в організмі тварин. А також

нами встановлена кореляція таких елементів як Кальцій, Манган, Плюмбум, Кадмій, Ферум, Цинк, Кобальт і Купрум між сечею і волоссям (табл. 4).

Встановлена нашими дослідженнями кореляція між кров'ю і волоссям підтверджується дослідженнями інших вчених [2, 10, 27].

Висновки і перспективи.

1. Вміст елементів в біологічних матеріалах кролів новозеландської білої породи (цільна кров, плазма крові, сеча, волосся) визначені методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою на приладі Optima 2100 DV фірми (PerkinElmer Inc., США, 2004) є інформативним для визначення

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

мінерального статусу організму кролів.

2. Встановлено достовірну кореляцію між вмістом в плазмі крові кролів Кальцію з волоссям (-0,42), Мангану з волоссям (-0,32), Феруму з волоссям (0,63), Цинку з волоссям (0,40), Купруму з волоссям (0,39) і з сечею (0,44); між вмістом в цільній крові кролів Кальцію з волоссям (0,47) і з сечею (-0,33), Мангану з волоссям (-0,32); між вмістом в сечі кролів Кобальту з волоссям (-0,35).

3. З'ясовано динаміку вмісту Кальцію, Мангану, Феруму, Цинку, Кобальту і Купруму в біологічних матеріалах кролів залежно від їх віку і статі на що вказує достовірне зростання в плазмі крові Кальцію, Мангану, Феруму, Цинку, Кобальту і Купруму у самиць від 70 діб до 240 діб, та достовірне зростання Мангану і Цинку та зниження Купруму у самців від 70 до 90 діб.

4. З'ясовано динаміку вмісту Феруму, Цинку, Купруму, Кальцію, Мангану, Кадмію, Плюмбуму і

Кобальту в волоссі у кролів залежно від їх віку і статі. На що вказує достовірне зростання у самиць від 70 до 240 добового віку Феруму, Цинку, Купруму та зниження Кальцію, Мангану, Кадмію; та достовірне зниження в волоссі у самців від 70 до 90 добового віку Плюмбуму та Кобальту.

За результатами проведеної нами роботи експериментально й теоретично обґрунтовано інформативність неінвазивного методу діагностики мікроелементозів у кролів та доведено інформативність мікроелементного складу волосся для біогеоценотичної діагностики, що є доцільним під час диспансеризації та масових досліджень кролів.

У перспективі плануємо дослідити в різних біологічних матеріалах кролів інші елементи з наступним оцінюванням інформативності неінвазивних методів для діагностики порушень обміну мінеральних речовин.

Список використаних джерел

1. Барашков Г. К., Краснова И. А., Марисюк А. Р. Содержание микроэлементов (МЭ) в шерсти и крови кроликов. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2012. № 12. С. 8–11.
2. Гатиатулина Е. Р., Попова Е. В., Полякова В. С., Скальная А. А., Аглетдинов Э. Ф., Никоноров А. А., Скальный А. В. и Тыньков А. А. Оценка содержания микроэлементов в шерсти животных с неалкогольной жировой болезнью печени. *Микроэлементы в медицине*. 2017. № 18(1).

- С. 17–21. doi: 10.19112/2413-6174-2017-18-1-17-21.

3. Голубев М. І., Махно К. І. Засвоєння хрому в організмі кролів залежно від його джерела в комбікормі. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17, №1(61), Ч. 3. С. 39–43.

4. Коваленок Ю. К. Диагностика значимости исследования крови как биомаркера микроэлементной обеспеченности животных. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. Ветеринарные науки*. 2011. № 6. С. 64–66.

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

5. Лебедев С. В., Кван О. В. Референтные значения химических элементов в теле лабораторных животных. *Микроэлементы в медицине*. 2014. № 15(2). С. 34–39.
6. Лесик Я. В. Содержание элементов в тканях кроликов при выпойке соединений хрома (III). *Микроэлементы в медицине*. 2014. № 15(1). С. 27–33.
7. Лесик Я. В., Федорук Р. С. Мікроелементи тканин кролів за згодовування хлориду хрому. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2014. Т. 16, № 3(60), Ч. 2. С. 199–204.
8. Марущак М. І., Антонишин І. В., Габор Г. Г., Бржиський А. В. Вплив дисбалансу мікроелементів на регуляцію апоптозу в щурів з аліментарним ожирінням. *Вісник наукових досліджень*. 2015. № 3. С. 97–100. doi: [10.11603/1681-276X.2015.3.5206](https://doi.org/10.11603/1681-276X.2015.3.5206).
9. Палюх Т. А., Цвіліховський М. І. Застосування препарату «Мінковіт» для нормалізації мінерального обміну в організмі лактуючих норок. *Ветеринарна медицина України*. 2013. № 9(211). С. 16–19.
10. Скальный А. А., Мелихова М. В., Бонитенко Е. Ю., Скальный А. В., Скальная М. Г., Мирошников С. А. Сравнительный анализ информативности диагностических биосубстратов (сыворотка крови и шерсть) при определении элементного статуса экспериментальных животных. *Микроэлементы в медицине*. 2016. Т. 17(1). С. 38–44.
11. Тарасова І. В. Гіпоксія – чинник дефіциту та дисбалансу мікроелементів у тканинах печінки новонароджених щурів. *Таврический медико-биологический вестник*. 2012. Т. 15, № 1(57). С. 241–244.
12. Шулько О. П. Баланс мінеральних елементів в організмі молодняку кролів за різних доз сірки та оптимального рівня селену в раціоні. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: збірн. наук. праць*. 2011. № 6(88). С. 72–74.
13. Ahmadi M., Pet I., Stef L., Dumitrescu G., Patruica S., Nicula M., Ciochina L. P., Popa M., Dronca D. Blood serum minerals – in vivo mineral interactions following iron overload. *Revista de chimie*. 2019. № 70(1). P. 4073–4076.
14. Bremme K. A. Haemostatic changes in pregnancy. *Best Pract Res Clin Haematol*. 2003. V. 16. P. 153–168.
15. Bulat Z., Dukic-Cosic D., Antonijevic B., Buha A., Bulat P., Pavlovic Z., Matovic V. Can zinc supplementation ameliorate cadmium-induced alterations in the bioelement content in rabbits? *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*. 2017. № 68(1). P. 38–45. doi: [10.1515/aiht-2017-68-2919](https://doi.org/10.1515/aiht-2017-68-2919).
16. Bulat Z., Dukic-Cosic D., Antonijevic B., Bulat P., Vujanovic D., Buha A., Matovic V. Effect of magnesium supplementation on the distribution patterns of zinc, copper, and magnesium in rabbits exposed to prolonged cadmium intoxication. *The scientific world journal*. 2012. ID 572514. P. 1–9. doi: [10.1100/2012/572514](https://doi.org/10.1100/2012/572514).
17. Chiericato G. M., Rizzi C., Ravarotto L., Zakaria H. Circulating levels of metabolites, enzymes and minerals of grimaud female rabbits from weaning to 120 days of age. *World congress of animal feeding*. 2000. № 7. P. 111–116.
18. Chrastinova L., Chrenkova M., Formelova Z., Polacikova M., Cobanova K., Laukova A., Bino Glatzova E., Strkolcova G., Kandricakova A., Rajskey M., Mlynekova Z., Marinov M. Effect of combinative dietary zinc supplementation and plant thyme extract on growth performance and nutrient digestibility in the diet for growing rabbits. *Slovak journal of animal science*. 2018. № 51(2). P. 52–60.
19. Cobanova K., Chrastinova L., Chrenkova M., Polacikova M., Formelova Z., Ivanisinova O., Ryzner M., Gresakova L. The effect of different dietary zinc sources on mineral deposition and antioxidant indices in rabbit tissues. *World rabbit science*. 2018. № 26. P. 241–248. doi: [10.4995/wrs.2018.9206](https://doi.org/10.4995/wrs.2018.9206).
20. Felber D. M., Wu Y., Zhao N. Regulation of the metal transporters ZIP14 and ZnT10 by Manganese intake in mice. *Nutrients*. 2019. № 11. 2099(1-13). doi: [10.3390/nu11092099](https://doi.org/10.3390/nu11092099).
21. Hassan Fardos A. M., Mahmoud R., El-Araby Iman E. Growth performance, serum biochemical, economic evaluation and IL6 gene expression in growing rabbits fed diets supplemented with zinc nanoparticles. *Zagazig veterinary journal*. 2017. № 45(3). P. 238–249. doi: [10.21608/zviz.2017.7949](https://doi.org/10.21608/zviz.2017.7949).

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

22. Hassan F., Mobarez S., Mohamed M., Attia Y., Mekawy A., Mahrose K. Zinc and/or Selenium Enriched Spirulina as antioxidants in growing rabbit diets to alleviate the deleterious impacts of heat stress during summer season. *Animals*. 2021. V. 11(3). 756. <https://doi.org/10.3390/ani11030756>

23. Hullar I., Vucskits A. V., Berta E., Andrasofszky E., Bersenyi A., Szabo J. Effect of fluvic and humic acids on copper and zinc homeostasis in rats. *Acta Veterinaria Hungarica*. 2018. № 1(66). P. 40–51. doi: [10.1556/004.2018.005](https://doi.org/10.1556/004.2018.005).

24. Montiel R. S., Acosta I. T., Delgado E. V., Juarez-Silva M. E., Azaola A., Romo F. P.-G. Inulin as a growth promoter in diets for rabbits. *Revista Brasileira de zootecnia-brazilian journal of animal science*. 2013. № 42(12). P. 885–891.

25. Ozkan C., Kaya A., Akgul Y. Normal values of haematological and some biochemical parameters in serum and urine of new Zealand white rabbits. *World rabbit science*. 2012. № 20. P. 253–259. doi: [10.4995/wrs.2012.1229](https://doi.org/10.4995/wrs.2012.1229)

26. Paliuch T. A., Nemova T. V., Tsvilichovskiy M. I. Progress of production performances in minks under effect of preparation minkovit and vitamin-mineral premix pushnogold. *Ветеринарна медицина України*. 2015. № 4(230). P. 13–16.

27. Papadomichelakis G., Pappas A. C., Zoidis E., Danezis G., Georgiou K. A., Fegeros K. Blood and hair as non-invasive trace element biological indicators in growing rabbits. *World rabbit science*. 2019. № 27. P. 21–30. doi: [10.4995/wrs.2019.10654](https://doi.org/10.4995/wrs.2019.10654)

28. Ritskes-Hoitinga J., Grooten H. N. A., Wienk K. J. H., Peters M., Lemmens A. G. Lowering dietary phosphorus concentrations reduces kidney calcification, but does not adversely affect growth, mineral metabolism, and bone development in growing rabbits. *British journal of nutrition*. 2004. № 91. P. 367–376. doi: [10.1079/BJN20031065](https://doi.org/10.1079/BJN20031065).

29. Szabo J., Vucskits A. V., Berta E., Andrasofszky E., Bersenyi A., Hullar I. Effect of fulvic and humic acids on iron and manganese homeostasis in rats. *Acta Veterinaria Hungarica*. 2017. № 1(65). P. 66–80. doi: [10.1556/004.2017.007](https://doi.org/10.1556/004.2017.007).

30. Wells M. Y., Decobecq C. P., Decouvelaere D. M., Justice C., Guttin

P. Changes in clinical pathology parameters during gestation in the New Zealand white rabbit. *Toxicol Pathol*. 1999. № 27. P. 370–9.

References

1. Barashkov, G. K., Krasnova, I. A., Marisjuk, A. R. (2012). Soderzhanie mikrojelementov (MJe) v shersti i krovi krolikov [The content of trace elements (ME) in the wool and blood of rabbits]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy*, 12, 8–11.

2. Gatyatulyna, E. R., Popova, E. V., Poljakova, V. S., Skal'naja, A. A., Agletdynov, Э. F., Nykonorov, A. A., Skal'nyj, A. V. y Tyn'kov, A. A. (2017). Ocenka sodержaniya mykroelementov v shersty zhyvotnyh s nealkogol'noj zhyrovoj bolezniyu pecheny [Evaluation of the content of trace elements in the wool of animals with non-alcoholic fatty liver disease]. *Mykroelementy v medycyne*, 18(1), 17–21. doi: [10.19112/2413-6174-2017-18-1-17-21](https://doi.org/10.19112/2413-6174-2017-18-1-17-21).

3. Golubjev, M. I., Mahno, K. I. (2015). Zasvojenija hromu v organizmi kroliv zalezno vid jogo dzherela v kombikormi [Assimilation of chromium in the body of rabbits depending on its source in the feed]. *Naukovyj visnyk LNUVMBT imeni S. Z. G'zhyc'kogo*, 17, №1(61), Ch. 3, 39–43.

4. Kovalenok, Ju. K. (2011). Diagnostika znachimosti issledovaniya krovi kak biomarkera mikrojelementnoj obespechennosti zhyvotnyh [Diagnostics of the Significance of Blood Testing as a Biomarker of Microelement Provision of Animals]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. Veterinarnye nauki*, 6, 64–66.

5. Lebedev, S. V., Kvan, O. V. (2014). Referentnye znachenija himicheskikh jelementov v tele laboratornyh zhyvotnyh [Reference values of chemical elements in the body of laboratory animals]. *Mikrojelementy v medicine*, 15(2), 34–39.

6. Lesik, Ja. V. (2014). Soderzhanie jelementov v tkanjah krolikov pri vypoike soedinenij hroma (III) [The content of elements in the tissues of rabbits when drinking chromium (III) compounds]. *Mikrojelementy v medicine*, 15(1), 27–33.

7. Lesyk, Ja. V., Fedoruk, R. S. (2014). Mikroelementy tkanyn kroliv za

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

zgodovuvannja hlorydu hromu [Trace elements of rabbit tissues during chromium chloride feeding]. *Naukovyj visnyk LNUVMBT imeni S. Z. G'zhyc'kogo*, 16, № 3(60), Ch. 2, 199–204.

8. Marushhak, M. I., Antonyshyn, I. V., Gabor, G. G., Brzhys'kyj, A. V. (2015). Vplyv dysbalansu mikroelementiv na regulaciju apoptozu v shhuriv z alimentarnym ozhyrinnjam [The effect of micronutrient imbalance on the regulation of apoptosis in rats with alimentary obesity]. *Visnyk naukovyh doslidzhen'*, 3, 97–100. doi: 10.11603/1681-276X.2015.3.5206.

9. Paljuh, T. A., Cvilihovs'kyj, M. I. (2013). Zastosuvannja preparatu «Minkovit» dlja normalizacii mineral'nogo obminu v organizmi laktujuchykh norok [The use of the drug "Minkovit" to normalize mineral metabolism in lactating minks]. *Veterynarna medycyna Ukrainy*, 9(211), 16–19.

10. Skal'nyj, A. A., Melyhova, M. V., Bonytenko, E. Ju., Skal'nyj, A. V., Skal'naja, M. G., Myroshnykov, S. A. (2016). Sravnytel'nyj analiz ynformatyvnyosti dyagnostycheskykh byosubstratov (syvorotka krovy y sherst') pry opredeleny elementnogo statusa eksperymental'nyh zhyvotnyh [Comparative analysis of the information content of diagnostic biosubstrates (blood serum and wool) in determining the elemental status of experimental animals]. *Mykroelementy v medycyne*, 17(1), 38–44.

11. Tarasova, I. V. (2012). Gipoksija – chynnyk deficytu ta dysbalansu mikroelementiv u tkanynah pechinky novonarodzhennykh shhuriv [Hypoxia - a factor in the deficiency and imbalance of trace elements in the liver tissue of newborn rats]. *Tavrycheskyj medyko-byologicheskij vestnyk*, 15, № 1(57), 241–244.

12. Shul'ko, O. P. (2011). Balans mineral'nyh elementiv v organizmi molodnjaku kroliv za riznyh doz sirky ta optymal'nogo rivnja seleniu v racioni [The balance of mineral elements in the body of young rabbits at different doses of sulfur and the optimal level of selenium in the diet]. *Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkci tvarynnyctva: zbirn. nauk. prac'*, 6(88), 72–74.

13. Ahmadi, M., Pet, I., Stef, L., Dumitrescu, G., Patruica, S., Nicula, M., Ciochina, L. P., Popa, M., Dronca, D. (2019).

Blood serum minerals – in vivo mineral interactions following iron overload. *Revista de chimie*, 70(1), 4073–4076.

14. Bremme, K. A. (2003). Haemostatic changes in pregnancy. *Best Pract Res Clin Haematol*, 16, 153–168.

15. Bulat, Z., Dukic-Cosic, D., Antonijevic, B., Buha, A., Bulat, P., Pavlovic, Z., Matovic, V. (2017). Can zinc supplementation ameliorate cadmium-induced alterations in the bioelement content in rabbits? *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 68(1), 38–45. doi: 10.1515/aiht-2017-68-2919.

16. Bulat, Z., Dukic-Cosic, D., Antonijevic, B., Bulat, P., Vujanovic, D., Buha, A., Matovic, V. (2012). Effect of magnesium supplementation on the distribution patterns of zinc, copper, and magnesium in rabbits exposed to prolonged cadmium intoxication. *The scientific world journal*, ID 572514, 1–9. doi: 10.1100/2012/572514.

17. Chiericato, G. M., Rizzi, C., Ravarotto, L., Zakaria, H. (2000). Circulating levels of metabolites, enzymes and minerals of grimaud female rabbits from weaning to 120 days of age. *World congress of animal feeding*, 7, 111–116.

18. Chrastinova, L., Chrenkova, M., Formelova, Z., Polacikova, M., Cobanova, K., Laukova, A., Bino Glatzova, E., Strkolcova, G., Kandricakova, A., Rajskey, M., Mlynekova, Z., Marinov, M. (2018). Effect of combinative dietary zinc supplementation and plant thyme extract on growth performance and nutrient digestibility in the diet for growing rabbits. *Slovak journal of animal science*, 51(2), 52–60.

19. Cobanova, K., Chrastinova, L., Chrenkova, M., Polacikova, M., Formelova, Z., Ivanisinova, O., Ryzner, M., Gresakova, L. (2018). The effect of different dietary zinc sources on mineral deposition and antioxidant indices in rabbit tissues. *World rabbit science*, 26, 241–248. doi: 10.4995/wrs.2018.9206.

20. Felber, D. M., Wu, Y., Zhao, N. (2019). Regulation of the metal transporters ZIP14 and ZnT10 by Manganese intake in mice. *Nutrients*, 11, 2099(1-13). doi: 10.3390/nu11092099.

21. Hassan Fardos, A. M., Mahmoud, R., El-Araby Iman, E. (2017). Growth performance, serum biochemical, economic evaluation and IL6 gene expression in growing

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

rabbits fed diets supplemented with zinc nanoparticles. Zagazig veterinary journal, 45(3), 238–249. doi: [10.21608/zviz.2017.7949](https://doi.org/10.21608/zviz.2017.7949).

22. Hassan, F., Mobarez, S., Mohamed, M., Attia, Y., Mekawy, A., Mahrose, K. (2021). Zinc and/or Selenium Enriched Spirulina as antioxidants in growing rabbit diets to alleviate the deleterious impacts of heat stress during summer season. Animals, 11(3), 756. <https://doi.org/10.3390/ani11030756>

23. Hullar, I., Vucskits, A. V., Berta, E., Andrasofszky, E., Bersenyi, A., Szabo, J. (2018). Effect of fulvic and humic acids on copper and zinc homeostasis in rats. Acta Veterinaria Hungarica, 1(66), 40–51. doi: [10.1556/004.2018.005](https://doi.org/10.1556/004.2018.005).

24. Montiel, R. S., Acosta, I. T., Delgado, E. V., Juares-Silva, M. E., Azaola, A., Romo, F. P.-G. (2013). Inulin as a growth promoter in diets for rabbits. Revista Brasileira de zootecnia-brazilian journal of animal science, 42(12), 885–891.

25. Ozkan, C., Kaya, A., Akgul, Y. (2012). Normal values of haematological and some biochemical parameters in serum and urine of new Zealand white rabbits. World rabbit science, 20, 253–259. doi: [10.4995/wrs.2012.1229](https://doi.org/10.4995/wrs.2012.1229)

26. Paliuch, T. A., Nemova, T. V., Tsvilichovskiy, M. I. (2015). Progress of

production performances in minks under effect of preparation minkovit and vitamin-mineral premix pushnogold. Ветеринарна медицина України, 4(230), 13–16.

27. Papadomichelakis, G., Pappas, A. C., Zoidis, E., Danezis, G., Georgiou, K. A., Fegeros, K. (2019). Blood and hair as non-invasive trace element biological indicators in growing rabbits. World rabbit science, 27, 21–30. doi: [10.4995/wrs.2019.10654](https://doi.org/10.4995/wrs.2019.10654)

28. Ritskes-Hoitinga, J., Grooten, H. N. A., Wienk, K. J. H., Peters, M., Lemmens, A. G. (2004). Lowering dietary phosphorus concentrations reduces kidney calcification, but does not adversely affect growth, mineral metabolism, and bone development in growing rabbits. British journal of nutrition, 91, 367–376. doi: [10.1079/BJN20031065](https://doi.org/10.1079/BJN20031065).

29. Szabo, J., Vucskits, A. V., Berta, E., Andrasofszky, E., Bersenyi, A., Hullar, I. (2017). Effect of fulvic and humic acids on iron and manganese homeostasis in rats. Acta Veterinaria Hungarica, 1(65), 66–80. doi: [10.1556/004.2017.007](https://doi.org/10.1556/004.2017.007).

30. Wells, M. Y., Decobecq, C. P., Decouvlaere, D. M., Justice, C., Guttin, P. (1999). Changes in clinical pathology parameters during gestation in the New Zealand white rabbit. Toxicol Pathol, 27, 370–9.

МОНИТОРИНГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБМЕНА МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ У КРОЛЕЙ НОВОЗЕЛАНДСКОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ Ю. В. Корнійчук, Н. Г. Грушанская

Аннотация. От минерального статуса животного зависит его благосостояние, а также качество продукции животноводства. Исследование минеральных элементов позволяет исследовать изменения окружающей среды и предупредить негативные воздействия как на организм животного, благосостояние которого полностью зависит от человека, так и на организм человека, как конечного потребителя пищи животного происхождения. Перспективным направлением ветеринарной медицины является разработка новых методов неинвазивной диагностики для оценки состояния здоровья и определения нарушений обмена эссенциальных элементов в организме кроликов, ведь эти методы будут более гуманными, и будут облегчать работу врача ветеринарной медицины.

Целью исследования было определить особенности обмена минеральных веществ у кроликов новозеландской белой породы по возрасту и полу и

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

информативность оценки обмена веществ на использование различных биологических материалов.

Исследования проводили в условиях производства на 24 клинически здоровых кролях новозеландской белой породы, всех возрастов и пола. Для исследования у животных отбирали кровь, мочу и волосы. Содержание микроэлементов в биологических материалах определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой.

Установлена достоверная корреляция между содержанием в плазме крови кроликов Кальция с волосами (-0,42), Мангана с волосами (-0,32), Ферума с волосами (0,63), Цинка с волосами (0,40), Купрума с волосами (0,39) и с мочой (0,44); между содержанием в цельной крови кроликов Кальция с волосами (0,47) и с мочой (-0,33), Мангана с волосами (-0,32); между содержанием в моче кролей Кобальта с волосами (-0,35). Выявлена динамика содержания Кальция, Мангана, Ферума, Цинка, Кобальта и Купрума в биологических материалах кроликов в зависимости от их возраста и пола на что указывает достоверный рост в плазме крови Кальция, Мангана, Ферума, Цинка, Кобальта и Купрума у самок от 70 до 240 суток и достоверный рост Мангана и Цинка и снижение Купрума у самцов от 70 до 90 суток.

Экспериментально и теоретически обоснована информативность неинвазивного метода диагностики микроэлементозов у кроликов и доказана информативность микроэлементного состава волос для биогеоэкологической диагностики, целесообразным при диспансеризации и массовых исследований кроликов.

В перспективе планируем исследовать в разных биологических материалах кроликов другие элементы с последующей оценкой информативности неинвазивных методов для диагностики нарушений обмена минеральных веществ.

Ключевые слова: Купрум, Манган, Кобальт, Цинк, Кальций, Фосфор, атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИЗП), кровь, волосы, плазма, моча

MONITORING OF INDICATORS OF MINERAL METABOLISM IN NEW ZEALAND WHITE RABBITS

Yu. V. Korniiichuk, N. H. Grushanska

Abstract. The quality of livestock products depends on the mineral status of the animals. The study of mineral elements makes it possible to investigate changes in the environment and to prevent negative impacts both on the animal organism, the well-being of which is completely dependent on humans, and on the human organism, as the final consumer of food of animal origin. A promising direction in veterinary medicine is the development of new methods of non-invasive diagnostics for assessing the state of health and determining metabolic disorders of essential elements in the body of rabbits, because these methods will be more humane and will facilitate the work of a veterinary medicine doctor.

Корнійчук Ю. В., Грушанська Н. Г.

The aim of the study was to determine the characteristics of mineral metabolism in rabbits of the New Zealand white breed by age and sex and the informativeness of the assessment of metabolism for the use of various biological materials.

The studies were carried out under production conditions on 24 clinically healthy rabbits of the New Zealand White breed, of all ages and sex. For research, blood, urine, and hair were taken from the animals. The content of trace elements in biological materials was determined by the method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma.

A significant correlation was revealed between the content in the blood plasma of rabbits of Calcium with hair (-0.42), Manganese with hair (-0.32), Iron with hair (0.63), Zinc with hair (0.40), Copper with hair (0.39) and with urine (0.44); between the content in whole blood of rabbits of Calcium with hair (0.47) and with urine (-0.33), Manganese with hair (-0.32); between the content of Cobalt with hair in the urine (-0.35). The dynamics of the content of Calcium, Manganese, Iron, Zinc, Cobalt, and Copper in the biological materials of rabbits depending on their age and sex was found out, which is indicated by a significant increase in the blood plasma of Calcium, Manganese, Iron, Zinc, Cobalt, and Copper in females from 70 to 240 days and a significant increase in Manganese and Zinc and a decrease in Copper in males from 70 to 90 days.

The informational content of the non-invasive method for diagnosing microelementoses in rabbits has been experimentally and theoretically substantiated, and the informational content of the microelement composition of hair for biogeocoenotic diagnostics has been proved, which is appropriate for medical examination and mass research of rabbits.

In the future, we plan to investigate other elements in different biological materials of rabbits, followed by an assessment of the information content of non-invasive methods for diagnosing disorders of mineral metabolism.

Key words: *Copper, Manganese, Cobalt, Zinc, Calcium, Phosphorus, the method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma, blood, hair, plasma, urine*