



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11626
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.32:631.452:636.084:616-084

Analysis of trace element composition of soil, water and fodder in the sheep dispensary system

N. M. Fedorovych✉, L. G. Slivinska

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

Article info

Received 09.10.2024

Received in revised form
11.11.2024

Accepted 12.11.2024

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine
Tel.: +38-097-384-48-41
E-mail: gpiatra@gmail.com

Fedorovych, N. M., & Slivinska, L. G. (2024). Analysis of trace element composition of soil, water and fodder in the sheep dispensary system. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(116), 174–178. doi: 10.32718/nvlvet11626

The development of sheep farming in Ukraine requires effective monitoring of the health of sheep in collective and private farms, which is carried out through regular medical check-ups. These are conducted before insemination, 3–4 weeks before lambing, and 3–4 weeks after. Dispensary checks for young sheep include daily clinical examinations, and from two months of age, once or twice a week. This process has its peculiarities and difficulties related to the specifics of sheep farming, especially in the Western biogeochemical zone, which is characterized by a deficiency of mobile forms of Cobalt, Copper, Iodine, Zinc, Manganese, and Selenium, leading to the development of microelement deficiencies in animals. The research results on the mineral content of soils, water, feed, and the diet of the Prekos breed's young sheep are presented to analyze their impact on developing microelement deficiencies within the dispensary system. Based on the analysis of soils from the ESPC "Komarnivske" of the Horodok district of the Lviv region, a decrease in the concentration of Copper in the soil by 7.3 times, Cobalt by 1.41 times, Manganese by 2.24 times, Zinc by 7.54 times, Cadmium by 3.26 times, Lead by 2.3 times, and Nickel by 1.64 times was found compared to the maximum permissible concentration. In the water used to water the sheep, a low content of Cobalt was found to be 3.7 times lower, Copper by 1.2 times, Zinc by 4.2 times, Manganese by 7.14 times, and, on the other hand, a high content of Cadmium, Lead, Nickel, and Iron. In meadow and cereal hay, low content of Manganese was found at 3.9 and 1.5 times, iron at 2.28 and 1.07 times, Cobalt and Copper at 17.5 and 4 times, and 3.57 and 4.5 times, respectively. Zinc availability was 77.4% and 85.8%. In wheat and oat grains, a reduced content of Manganese was found to be 1.35 and 1.45 times, iron by 5.44 and 14.8 mg, with an excess of Zinc, Cobalt, and Copper.

Key words: young sheep, soil, water, feed, ration, Cobalt, Copper, Manganese, Zinc, Iron, Cadmium, Lead, Nickel.

Аналіз мікроелементного складу ґрунту, води та кормів в системі диспансеризації молодняка овець

Н. М. Федорович✉, Л. Г. Слівінська

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

Розвиток вівчарства в Україні потребує ефективного контролю за станом здоров'я овець у колективних і фермерських господарствах, що здійснюється шляхом проведення диспансеризації. Її проводять перед осіменінням, за 3–4 до окоту та через 3–4 тижні після нього. Диспансеризація молодняка овець передбачає щоденний клінічний огляд, а з 2-х місячного віку – 1–2 рази на тиждень. Вона має свої особливості і труднощі пов'язані зі специфікою ведення вівчарства, особливо у Західній біогеохімічній зоні, яка характеризується дефіцитом рухомих форм Кобальту, Купруму, Йоду, Цинку, Мангану, Селену, що зумовлює розвиток у тварин гіпомікроелементозів. Представлено результати досліджень вмісту мінерального складу ґрунтів, води, кормів та раціону годівлі молодняка овець породи прекос з метою аналізу їх впливу на розвиток мікроелементозів в системі диспансеризації. На

основі проведеного аналізу ґрунтів ННВЦ “Комарнівське” Городоцького району Львівської області встановлено зниження концентрації в ґрунті вмісту Купруму у 7,3 рази, Кобальту – 1,41, Мангану – 2,24, Цинку – 7,54, Кадмію – 3,26, Плюмбуму – 2,3 та Нікелю у 1,64 рази порівняно з гранично допустимою концентрацією. У воді, якою напували овець, встановили низький вміст Кобальту у 3,7 рази, Купруму – 1,2, Цинку – 4,2, Мангану – 7,14 рази і навпаки, високий вміст Кадмію, Плюмбуму, Нікелю та Феруму. У сіні луговому і злаковому виявили низький вміст Мангану у 3,9 і 1,5 разів; Феруму у 2,28 і 1,07 разів, Кобальту та Купруму у 17,5 і 4 рази та 3,57 і 4,5 рази відповідно. Забезпеченість Цинком становила 77,4 та 85,8 %. У зерні пшениці і вівса виявили знижений вміст Мангану у 1,35 і 1,45 разів, Феруму на 5,44 та 14,8 мг, надлишок Цинку, Кобальту і Купруму.

Ключові слова: молодняк овець, ґрунт, вода, корми, раціон, Кобальт, Купрум, Манган, Цинк, Ферум, Кадмій, Плюмбум, Нікель.

Вступ

Вівці – один з найпоширеніших видів сільськогосподарських тварин у світі, які виробляють 13 видів продукції (вовну, м'ясо, молоко, сири та бринзу, смужки овчини, шкірсировину та інші). Ці тварини добре поїдають різні види трав на пасовищах, які не споживають велика рогата худоба, коні та свині (Korniienko, 2014; Turynskyi et al., 2020).

Розвиток вівчарства в Україні потребує ефективного контролю за станом здоров'я овець у колективних і фермерських господарствах, що здійснюється шляхом проведення диспансеризації (Chernushkin et al., 2020; Helmer et al., 2021; Antunović et al., 2023). Комплекс заходів, направлених на ранню діагностику, профілактику і лікування овець за виявлених захворювань, рекомендують проводити перед осіменінням за 3–4 до окоту та через 3–4 тижні після нього. Диспансеризація молодняка овець передбачає щоденний клінічний огляд, а з 2-х місячного віку – 1–2 рази на тиждень.

Диспансеризація овець має свої особливості і труднощі пов'язані зі специфікою ведення вівчарства, особливо у Західній біогеохімічній зоні, яка характеризується дефіцитом рухомих форм Кобальту, Купруму, Йоду, Цинку, Мангану, Селену, що зумовлює розвиток у тварин гіпомікроелементозів. Тому, важливе значення має аналіз умов утримання, аналіз ґрунту та води, оцінка якості кормів (Sytnichenko, 2014). Нестачу мікроелементів компенсують за рахунок мінеральної підгодовівлі у складі преміксів або повноцінного комбікорму, що вимагає пошуку нових комплексних лікувально-профілактичних засобів (Phillips et al., 2004; Vázquez-Armijo et al., 2011; Wu et al., 2020).

Львівська область займає крайню західну частину України, відноситься до Передкарпатської зони, де переважають дерново-підзолисті поверхнево оглеєні та опідзолені оглеєні ґрунти. На території дослідного господарства присутні різні типи ґрунтів – лучно-болотні, торфовища, дерново опідзолені, темно-сірі опідзолені, дерново-підзолисті гелюваті (Tretiak et al., 2021). Даній зоні, як і по всій Україні, притаманні свої геологічні та біокліматичні особливості, де вміст мікроелементів у ґрунтах залежить від їхнього вмісту в ґрунтотворних породах (Fatieieva & Pashchenko, 2003; Shcherbatyi & Slivinska, 2013).

Мікроелементи потрапляють у організм тварин з кормом і водою. В організмі тварин вони виконують функції структурного матеріалу, беруть участь у процесах перетравлення поживних речовин корму, їх всмоктування, синтезу, розпаду й виділення метаболітів з організму. Окрім цього, створюють необхідні

умови для функціонування ферментів, гормонів, вітамінів, стабілізують кислотно-основний баланс і осмотичний тиск (Hill & Shannon, 2019; Helmer et al., 2021). Їх дефіцит призводить до виникнення порушення обміну речовин та зниження продуктивності тварин (Acharya et al., 2016; Chen et al., 2021; Tharwat et al., 2024).

Повноцінна і збалансована за всіма поживними речовинами годівля овець є вирішальним фактором для отримання здорового приплоду та росту молодняка. Проблеми фізіології та патології мінерального обміну овець та їх вплив на захворюваність тварин є предметом досліджень багатьох учених (Sytnichenko, 2014; Levchenko & Sharandak, 2017; Chernushkin et al., 2020). Дефіцит мікроелементів у овець описано детально, але регіональні особливості проблеми та співвідношення різних мінеральних речовин потребують подальшого вивчення.

Мета дослідження

Дослідити мінеральний склад ґрунтів, води та кормів у системі диспансеризації і проаналізувати їх вплив на виникнення мікроелементозів молодняка овець.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились в ННВЦ “Комарнівське” Городоцького району Львівської області. Диспансеризацію молодняка овець (3-5 міс. віку) породи прекос проводили в зимово-весняний період за загальноприйнятими методиками. Овець утримували в кошарах, годівля – дворазова. Аналіз ґрунту, води та основних кормів проводили в лабораторії агрохімії та аналітичних досліджень Інституту сільськогосподарства Карпатського регіону НААН України. Визначення вмісту рухомих сполук Мангану, Цинку, Феруму, Купруму, Кобальту, Кадмію, Плюмбуму, Нікелю та Кальцію визначали в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії.

Результати та їх обговорення

З метою встановлення етіологічних чинників мікроелементозів овець породи прекос нами виконано дослідження ґрунтів. Встановлено зниження концентрації рухомих форм біогенних елементів та рН, яке було на рівні 6,0. За даними (Zaslavskiy, 2024) більшість мікроелементів максимально доступні за кислотності ґрунту 6,6–6,9.

Купрум – один з найменш рухомих елементів у ґрунті. Вплив рН ґрунту на засвоєння його значно слабший, порівняно з іншими незамінними мікроелементами. За низького рН Купрум більш доступний рослинам, ніж за високого. Купрум зберігається в поверхневому шарі, впливає на біологічну активність

ґрунту і може бути доступний для рослин за найрізноманітніших умов. Найбільш важлива форма Купруму в ґрунтових розчинах – це його розчинні органічні хелати. За результатами дослідження вміст Купруму в ґрунті становив 0,41 мг/кг, що у 7,3 рази менше порівняно з ГДК (табл. 1).

Таблиця 1

Уміст мікроелементів та елементів-забруднювачів у ґрунтах у ННВЦ “Комарнівське” Городоцького району Львівської області, мг/кг

Елемент	Рухома форма	ГДК (норма)	Відхилення
Манган	22,31	50	-27,69
Цинк	3,05	23	-19,95
Ферум	5,91	-	-
Купрум	0,41	3,0	-2,59
Кобальт	3,54	5,0	-1,46
Кадмій	0,92	3,0	-2,8
Плюмбум	2,61	6,0	-3,39
Нікель	2,43	4,0	-1,57

Кобальт – мікроелемент, який значно поширений у природі, проте його кількість є незначною. Він зустрічається поряд із Нікелем і Ферумом у співвідношенні 1:20:2100. Кобальт вступає у взаємодію з усіма металами, що геохімічно асоціюються з Ферумом. Проте найбільш тісні взаємозв'язки спостерігаються між Co і Mn або Fe у ґрунтах та між Co і Fe у рослинах у зв'язку з їх здатністю розміщуватися в одних і тих же позиціях кристалічних структур і через подібність їх металоорганічних структур. Вміст Кобальту становив лише 3,54 мг/кг (табл. 1). Слід зазначити, що ГДК для цього мікроелементу становить 5,0 мг/кг. Якщо рухомих форм Кобальту в ґрунті менше 5 мг/кг, це спричиняє його дефіцит у зеленій масі. Значна кількість Кобальту знаходиться в чорноземних шарах ґрунту, багатих на перегній. Збільшення рН середовища призводить до зменшення рухомості Кобальту, оскільки він утворює хелатоподібні сполуки з амінокислотами ґрунту. На лужних або золистих ґрунтах рослини поглинають мало Кобальту (Doletskyi, 2012).

Вміст Феруму в ґрунтах в середньому становить 29,6 г/кг і залежить від типу ґрунту (Fatieieva & Pashchenko, 2003). За звичайних рівнів рН концентрація Феруму в ґрунтових розчинах коливається від 30 до 550 мкг/л, а в кислих ґрунтах вона може сягати 2000 мкг/л. Тому кислі ґрунти більше збагачені розчинним неорганічним Ферумом, ніж нейтральні та

лужні. У ґрунтах, що багаті на органічні сполуки, Ферум знаходиться переважно в хелатній формі (Fatieieva & Pashchenko, 2003). У ґрунтах дослідного господарства встановлено низький вміст рухомих форм Феруму (5,91 мг/кг) (табл. 1).

Водночас, вміст рухомих форм Мангану становив 22,31 мг/кг, що нижче за норму в 2,24 рази (табл. 1). Дефіцит Мангану зумовлює затримку росту молодняку та формування кісткової тканини, порушується відтворна функція. Антагоністами Мангану є надлишок у ґрунті і рослинах Молибдену, Кальцію, Фосфору та Феруму (Levchenko & Sharandak, 2017).

Допустиме значення щодо вмісту Цинку в ґрунтах становить 23,0 мг/кг. Його вміст у ґрунтах ННВЦ “Комарнівське” становить 3,05 мг/кг, що в 7,54 рази менше за ГДК (табл. 1).

Вміст рухомих форм елементів-забруднювачів, зокрема Кадмію становив 0,92; Плюмбуму – 2,61; Нікелю – 2,43 мг/кг, що у 3,26; 2,3 і 1,64 рази менше рівня гранично допустимих концентрацій (табл. 1).

Важливим джерелом мікроелементів для тварин є вода, проте водні джерела Львівської області збіднені щодо їх вмісту (табл. 2). Нами встановлено, що у воді господарства вміст Кобальту знаходився на рівні 0,027 мг/л, що в 3,7 рази менше мінімального допустимого рівня (0,1 мг/л) (табл. 3).

Таблиця 2

Уміст мікроелементів та елементів-забруднювачів у воді для напування молодняку овець у ННВЦ “Комарнівське” Городоцького району Львівської області, мг/л

Елемент	Рухома форма	ГДК (норма)	Відхилення
Манган	0,007	≤0,05	-0,043
Цинк	0,24	≤1,0	-0,76
Ферум	0,82	≤0,2	+0,62
Купрум	0,085	≤1,0	-0,915
Кобальт	0,027	≤0,1	-0,073
Кадмій	0,014	≤0,001	+0,013
Плюмбум	0,021	≤0,01	+0,011
Нікель	0,066	≤0,02	+0,046

Окрім Кобальту, проведеними спектрометричними дослідженнями води, якою напувають молодняк овець, нами встановлений зменшений вміст Купруму в 1,2 рази, Цинку – 4,2, Мангану – 7,14 і навпаки, надмірний вміст Кадмію у 14,0 разів, Плюмбуму – 2,1, Нікелю – 3,3 та Феруму – 4,1 рази порівняно з гранично допустимою концентрацією (табл. 3).

Значний вплив техногенного навантаження на екосистему призводить до підвищення вмісту в ґрунтах сполук важких металів, які, взаємодіючи з біологічно активними речовинами, надходять у водні джерела, рослини (корми) та організм тварин і можуть проявляти антагоністичну або синергічну дію у відношенні до біогенних мікроелементів (Rudko & Matsiievska, 2009).

На підставі низького вмісту мікроелементів у ґрунтах і водних джерелах господарств, можна стверджувати про їх низький вміст і у кормах.

Таблиця 3

Уміст мікроелементів у основних кормах молодняку овець у ННВЦ “Комарнівське” Городоцького району Львівської області, мг/кг

Корм	Сіно лугове		Сіно злакове		Зерно пшениці		Зерно вівса	
	факт.	норма*	факт.	норма*	факт.	норма*	факт.	норма*
Манган	24,3	94,0	75,6	115,0	34,26	46,4	38,95	56,5
Цинк	16,4	21,2	10,3	12,0	31,72	23	43,91	22,5
Ферум	82,5	188,0	78,6	84,0	45,44	40,0	55,8	41,0
Купрум	1,32	5,6	0,56	2,0	8,43	6,6	5,65	4,9
Кобальт	0,05	0,2	0,02	0,09	0,94	0,07	0,78	0,07

Примітка: * Provatorov et al., 2024

Встановлено, що вміст Мангану в усіх кормах господарства (сіно лугове і злакове, зерно пшениці і вівса) був нижчий (Provatorov et al., 2024). Зокрема у сіні луговому і злаковому даного елементу менше у 3,9 і 1,5 разів; у зерні пшениці і вівса – у 1,35 і 1,45 разів відповідно. Забезпеченість Цинком у сіні луговому і злаковому становила 77,4 та 85,8 %. У зерні пшениці і вівса вміст Цинку був вищий за норму. У сіні вміст Феруму був нижчим у 2,28 і 1,07 разів. У зерні пшениці і вівса вище на 5,44 та 14,8 мг порівняно з нормою (Provatorov et al., 2024).

Забезпеченість кормів Кобальтом і Купрумом низька. За результатами досліджень виявили, що у сіні луговому його було у 17,5 та 4 рази менше; у сіні злаковому – 3,57 та 4,5 рази відповідно. Уміст його у концентрованих кормах був дещо вищий.

Таким чином, аналіз годівлі молодняку овець, проведений нами на основі результатів дослідження мінерального складу кормів, показав недостатню їх забезпеченість за вмістом Мангану, Кобальту, Цинку, Купруму та незначно – Феруму.

Подальші дослідження полягатимуть у корекції раціонів молодняку овець щодо вмісту даних мікроелементів.

Висновки

Вміст рухомих форм Cu, Co, Mn, Zn, Cd, Pb, Ni у ґрунтах господарства нижчий в 7,3, 1,41, 2,24, 7,54, 3,26; 2,3 і 1,64 рази порівняно з гранично допустимою концентрацією (ГДК). Вода, якою напували овець,

Організм овець відрізняється підвищеними потребами до мікроелементного живлення, оскільки вони продукують вовну. Даний процес потребує не лише великої кількості пластичного та енергетичного матеріалу, а й мікроелементів. Тому, годівлю овець та балансування раціонів проводять з врахуванням віку, статі, фізіологічного стану та рівня продуктивності (Provatorov et al., 2024).

Раціон молодняку овець дослідного господарства у зимовий період складав: сіно лугове – 0,5 кг, сіно злакове – 0,3 кг, зерно пшениці – 0,3 кг, зерно вівса – 0,15 кг.

Нами проаналізований вміст есенціальних мікроелементів (Кобальту, Купруму, Мангану, Цинку та Феруму) в основних кормах, які згодовують молодняку овець (табл. 3).

характеризуються низьким вмістом Co – у 3,7 рази, Cu – у 1,2, Zn – у 4,2, Mn – у 7,14 і навпаки, надмірним вмістом Cd, Pb, Ni та Fe. При аналізі кормів, якими годують молодняк овець, встановлено дефіцит у них Mn, Co, Zn, Cu, незначно Fe.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Acharya, M., Burke, J. M., Coffey, K. P., Kegley E. B., Miller, J. E., Smyth, E., Welborn, M. G., Terrill, T. H., Mosjidis, J. A., & Rosenkrans, C. (2016). Changes in concentrations of trace minerals in lambs fed sericea lespedeza leaf meal pellets with or without dietary sodium molybdate. *Journal of Animal Science*, 94(4), 1592–1599. DOI: 10.2527/jas.2015-9910.
- Antunović, Z., Mioč, B., Novoselec, J., Širić, I., Držaić, V., Šalavardić, Ž. K. (2023). Essential trace and toxic element content in lacaune sheep milk during lactation. *Foods*, 12(23), 4291. DOI: 10.3390/foods12234291.
- Chernushkin, B. O., Vlizlo, V. V., Slivinska, L. G., Guttyj, B. V., Shcherbatyy, A. R., Maksymovych, I. A., Leno, M. I., Rusyn, V. I., Lychuk, M. H., Fedorovych, V. L., Lukashchuk, B. O., Zinko, H. O., & Prystupa, O. I. (2020). Treatment strategies for sheep with acute yellow atrophy of the liver caused by the fasciolosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 294–301. DOI: 10.15421/2020_100.

- Doletskyi, S. P. (2012). Vmist makro- ta mikroelementiv v osnovnykh kormakh riznykh bioheokhimichnykh zon Ukrainy za vplyvu suchasnykh umov dovkillia. *Veterynarna biotekhnolohiia*, 21, 218–220 (in Ukrainian).
- Fatieieva, A. I., & Pashchenko, Ya. V. (2003). Fonovy vmist mikroelementiv u gruntakh Ukrainy. NNTs “Instytut gruntoznavstva ta ahrokhimii imeni O.N. Cokolovskoho”, Kharkiv (in Ukrainian).
- Helmer, C., Hannemann, R., Humann-Ziehank, E., Kleinschmidt, S., Koelln, M., Kamphues, J., & Ganter, M. (2021). A Case of Concurrent Molybdenosis, Secondary Copper, Cobalt and Selenium Deficiency in a Small Sheep Herd in Northern Germany. *Animals*, 11, 1864. DOI: 10.3390/ani11071864.
- Hill, G. M., & Shannon, M. C. (2019). Copper and zinc nutritional issues for agricultural animal production. *Biological Trace Element Research*, 188, 148–159. DOI: 10.1007/s12011-018-1578-5.
- Korniienko, H. V. (2014). Tendentsii rozvytku haluzi vivcharstva: Ukraina ta svitovyi dosvid. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria. Ekonomichni nauky*, 75, 54–64 (in Ukrainian).
- Levchenko, V. I., & Sharandak, P. V. (2017). Diagnostyka mikroelementoziv vivtsematok. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 87–90 (in Ukrainian).
- Phillips, C. J. C., Chiy, P. C., & Omed, H. M. (2004). The effects of cadmium in feed, and its amelioration with zinc, on element balances in sheep. *Journal of Animal Science*, 82(8), 2489–2502. DOI: 10.2527/2004.8282489x.
- Provatorov, H. V., Ladyka, V. I., & Bondarchuk, L. V. (2024). Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnist kormiv dlia riznykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn: dovidnyk. Sumy: Universytetska knyha (in Ukrainian).
- Rudko, H. I., & Matsiievska, O. O. (2009). Doslidzhennia hidroheokhimichnykh pokaznykiv pidzemnoi hidrosfery zakhidnykh rehioniv Ukrainy na vmist mikroelementiv. *Visnyk Natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhnika”: seriia “Teoriia i praktyka budivnytstva”*, Dnipropetrovsk, 655, 250–256 (in Ukrainian).
- Shcherbatyi, A. R., & Slivinska, L. H. (2013). Diagnostyka mikroelementoziv kobyl u zakhidnii bioheokhimichnii zoni Ukrainy. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 4, 25–28 (in Ukrainian).
- Sytynichenko, L. V. (2014). Porushennia mineralnogo obminu v ovets u zoni kyivskoho Polissia (diagnostyka, likuvannia, profilaktyka) : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia k.vet.n.: spets. 16.00.01 “Diagnostyka i terapiia tvaryn”. K. (in Ukrainian).
- Tharwat, M., Almundarij, T. I., & Marzok, M. (2024). Diseases and disorders of trace elements deficiency in farm animals: an illustrated review. *International Journal of Veterinary Science* x(x), 1–17. DOI: 10.47278/journal.ijvs/2024.139.
- Tretiak, A. M., Tretiak, V. M., Kuryltsiv, R. M., Priadka, T. M., & Tretiak, N. A. (2021). Upravlinnia zemelnymy resursamy ta zemlekorystuvanniam: bazovi zasady teorii, instytutsiolizatsii, praktyky: monohrafiia [za zah. red. A.M. Tretiaka]. Bila Tserkva: “TOV “Bilotserkivdruk” (in Ukrainian).
- Turynskyi, V. M., Bohdanova, K. S., & Bohdanova, N. V. (2020). Stan ta tendentsii rozvytku konkurentozdatnoho vivcharstva v Ukraini. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN*, 124, 203–212. DOI: 10.32900/2312-8402-2020-124-203-212 (in Ukrainian).
- Vázquez-Armijo, J. F., Rojo, R., López, D., Tinoco, J. L., González, A., Pescador, N., & DomínguezVara, I. A. (2011). Trace elements in sheep and goats reproduction: a review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 (1), 1–13. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/939/93915703039.pdf>.
- Wu, T., Song, M., & Shen, X. (2020). Seasonal dynamics of copper deficiency in wumeng semi-fine wool sheep. *Biological Trace Element Research*, 197, 487–494. DOI: 10.1007/s12011-019-02018-5.
- Zaslavskyi, S. (2024). Ohliad: mineralni elementy ta yikh rol u zhyvlenni tvaryn. NV LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii. *Seriia: Silskohospodarski nauky*, 26 (100), 157–161. DOI: 10.32718/nvl-vet-a10024 (in Ukrainian).