

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ

Спеціальність 211 «Ветеринарна медицина»

14.06.24р.

Допускається до захисту
Зав. кафедри пропедевтики та
медицини внутрішніх хвороб
тварин і птиці ім. В.І. Левченка

Мельник доцент Мельник А.Ю.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)
«д.с.» травня 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ПРОФІЛАКТИКА ОСТЕРДИСТРОФІЇ КОРІВ

Виконав Лобода Богдан Сергійович
прізвище, імя, по батькові,

Лобода
підпис

Керівник, доцент Мельник А.Ю.
вчене звання, прізвище, ініціали

Мельник
підпис

Рецензент доцент Мельник Олександр Ю. М.
вчене звання, прізвище, ініціали

Олександр Ю. М.
підпис

Я, Лобода Богдан Сергійович, засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ветеринарної медицини

Спеціальність 211 ветеринарна медицина

Затверджую

Гарант ОІІ _____» _____



професор Рубленко М.В.

« 1 » _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачці
Лободі Богдану Сергійовичу

Тема: «Профілактика остеодистрофії корів»

Затверджено наказом ректора № _____ від _____

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат: до «1» червня 2024 р.

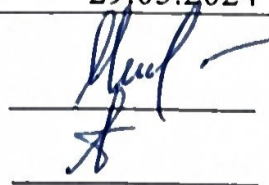
Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані.

1. Ветеринарна документація, журнали реєстрації хворих тварин, превентивні схеми профілактики хвороб;
2. Сироватка крові від клінічно досліджених тварин;
3. Біохімічне дослідження сироватки крові;
4. Клінічне дослідження, аналіз раціонів годівлі та особливості профілактики остеодистрофії корів;
5. Порівняльна оцінка ефективності декількох схем профілактики остеодистрофії корів;
6. Узагальнення результатів кваліфікаційної роботи.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	жовтень 2022 р.	виконано
Методична частина	квітень 2023 р.	виконано
Дослідницька частина	травень 2023 р.	виконано
Оформлення роботи	січень – березень 2024 р.	виконано
Перевірка на плагіат	квітень 2024 р.	виконано
Подання на рецензування	травень 2024 р.	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	29.05.2024 р.	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи



доцент Мельник А.Ю.

Здобувач

Лобода Б.С.

Дата отримання завдання «13» вересня 2022 р., протокол № 18.

АНОТАЦІЯ

Лободи Богдана Сергійовича

«Профілактика остеодистрофії корів»

У кваліфікаційній роботі було досліджено ефективність хелатних комплексів мікроелементів метіонатів Купруму, Цинку та Мангану.

Під час виконання кваліфікаційної роботи були використані клінічні, інструментальні та біохімічні методи дослідження.

За результатами роботи встановлено, що ознаки порушення мінерального обміну виявляли у 198 голів, що становить 35,1 % від загальної кількості. Симптоми остеодистрофії були діагностовані у 43 тварин, тобто у 7,6 %. Деформація хребта у вигляді лордозу була діагностована у 2 клінічно хворих корів (1,1 %).

Використання запропонованої схеми хелатних сполук мікроелементів у рекомендованих дозах з дворазовим введенням вітамінного препарату Тривітол покращило клінічний стан корів, що проявлялося зменшенням кількості тварин із скуйовдженим волоссяним покривом до 5,3 %, алопеціями – до 18,6 та клінічно вираженими ознаками алотріофагії до 23,7 %.

На біохімічному рівні це проявлялося тенденцією до збільшення вмісту загального кальцію ($2,42 \pm 0,03$ ммоль/л), іонізованого ($1,13 \pm 0,06$ ммоль/л), вірогідним (+ 8,5 %; $p < 0,05$) збільшенням вмісту неорганічного фосфору ($1,53 \pm 0,03$ ммоль/л), концентрації купруму (+24,7 %; $133,9 \pm 8,94$ мкг/100 мл; $p < 0,05$) та збільшення (+24,5; $p < 0,05$) вмісту цинку ($128,0 \pm 5,59$; мкг/100 мл).

Кваліфікаційна робота магістра містить 53 сторінки, 4 таблиць, 14 рисунків, список використаних джерел із 72 найменувань та 3 додатків.

Отримані результати можуть бути використані у промисловому скотарстві, а також роботи лікаря ветеринарної медицини.

Ключові слова: остеодистрофія, корови, метаболізм, обмін речовин, гепатодистрофія, кальцій іонізований кальцій, неорганічний фосфор, Купрум, Цинк, Манган.

ABSTRACT

Loboda Bohdan Sergiyovych

"Prevention of osteodystrophy in cows"

The qualification work investigated the effectiveness of chelated complexes of trace elements of copper, zinc and manganese methionates.

During the qualification work, clinical, instrumental and biochemical research methods were used.

According to the results of the work, it was found that signs of mineral metabolism disorders were detected in 198 cattle, which is 35.1% of the total number. Symptoms of osteodystrophy were diagnosed in 43 animals, i.e. 7.6 %. Spinal deformity in the form of lordosis was diagnosed in 2 clinically sick cows (1.1%). The use of the proposed scheme of chelated compounds of trace elements in the recommended doses with double administration of the vitamin preparation Trivitol improved the clinical condition of cows, which was manifested by a decrease in the number of animals with tousled hair up to 5.3 %, alopecia up to 18.6 and clinically expressed signs of allotriophagy up to 23.7 %.

At the biochemical level, this was manifested by a tendency to increase the content of total calcium (2.42 ± 0.03 mmol/l), ionized calcium (1.13 ± 0.06 mmol/l), a significant (+ 8.5 %; $p < 0.05$) increase in the content of inorganic phosphorus (1.53 ± 0.03 mmol/l), the concentration of copper (+24.7%; 133.9 ± 8.94 $\mu\text{g}/100$ ml; $p < 0.05$) and an increase (+24.5; $p < 0.05$) in the content of zinc (128.0 ± 5.59 ; $\mu\text{g}/100$ ml).

The master's thesis consists of 53 pages, 4 tables, 14 figures, a list of references of 72 items and 3 appendices.

The results obtained can be used in industrial cattle breeding, as well as in the work of a veterinarian.

Key words: osteodystrophy, cows, metabolism, metabolism, hepatodystrophy, ionized calcium, inorganic phosphorus, Copper, Zinc, Manganese.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

α -амілаза – альфа амілаза

АлАТ – аланінамінотрансфераза

АсАТ – аспартатамінотрансфераза

МО – міжнародна одиниця

Од/л – одиниця дії на літр

г – грам

кг – кілограм

л – літр

мл – мілілітр

ммоль/л – мілімоль на літр

Lim – макисмальне і мінімальне значення

M – середнє арифметичне

m – помилка середнього арифметичного

n – кількість

t – коефіцієнт вірогідної різниці

p – критерій вірогідності

r – коефіцієнт кореляції

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ.....	2
АНОТАЦІЯ.....	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	5
ЗМІСТ	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1	9
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Причини та симптоми остеодинтрофії корів	9
1.2. Значенні мікроелементів у формуванні кісткової тканини	12
1.3. Діагностика та профілактика остеодинтрофії корів	16
1.4. Заключення з огляду літератури	20
РОЗДІЛ 2	22
ВИБІР НАПРЯМІВ ДОСЛІДЖЕНЬ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ.....	22
2.1. Матеріали та методи дослідження	22
2.2. Схема проведення досліджень.....	23
2.3. Коротка характеристика ПОСП «Нападівське»	24
РОЗДІЛ 3	32
РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	32
3.1. Лікувальні заходи за остеодинтрофії корів	32
3.2. Витрати на лікувальні заходи за остеодинтрофії.....	43
УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА	45
ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	45
ВИСНОВКИ	51
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	53
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	54
ДОДАТКИ.....	62

ВИСНОВКИ

1. За результатами виконання кваліфікаційної роботи у ПСП «Нападівське» Вінницької області було встановлено, що за клінічного дослідження 565 корів виявило ознаки порушення мінерального обміну у 198 голів, що становить 35,1 % від загальної кількості. Симптоми остеодистрофії були діагностовані у 43 тварин, тобто у 7,6 %. У ході дослідження було встановлено, що тварини мали вгодованість нижчу за середню. У 48 корів (24,2 %) волосяний покрив був скуйовджений, а у 153 голів (77,2 %) спостерігалися часткові алопеції в ділянці шиї. Подовжене волосся в ділянці черева відзначали у 124 голів (62,6 %). Практично у всього поголів'я, що складає 94,5 % (188 тварин), візуалізували розсмоктування останньої пари ребер. Деформація хребта у вигляді лордозу була діагностована у 2 клінічно хворих корів (1,1 %). Хиткість зубів виявили у 18 % (36,6 голів). Лизуха (алотріофагія) спостерігалася у 86,3 % корів (171 тварина).

2. Біохімічним дослідженням крові було встановлено, що вміст загального кальцію у сироватці крові корів становив $2,28 \pm 0,02$ ммоль/л, водночас концентрація іонізованого кальцію коливалася в межах від 0,88 до 1,21 і в середньому складала $1,01 \pm 0,03$ ммоль/л. Вміст неорганічного фосфору знаходився в межах норми і в середньому по групі становив $1,46 \pm 0,02$ ммоль/л.

3. Вміст купруму виходив за межі норми у 5 корів, а це складало 41,6 %. Концентрація цинку у 9 із 12 досліджених проб сироватки крові (75 %) була меншою за нижню межу фізіологічної норми, що в середньому по групі тварин становило $106,2 \pm 3,83$ мкг/100 мл. Тобто, проведені результати досліджень засвідчили низький, порівняно з нормою вміст цинку та мангану. На нижній межі фізіологічної норми був і вміст загального кальцію.

4. На основі біохімічного дослідження сироватки крові контрольної групи тварин після застосування хелатів мікролементів (метіонатів купруму, цинку та мангану) на 45 добу дослідження було виявлено наступне: вміст

загального кальцію і становив $2,25 \pm 0,06$ ммоль/л. У дослідній групі середнє значення було $2,30 \pm 0,06$ ммоль/л. Концентрація іонізованого форми мала середні значення, які не відрізнялися в значущій мірі між контрольною ($1,03 \pm 0,09$ ммоль/л) та дослідною ($1,07 \pm 0,08$ ммоль/л) групами. У контрольній групі вміст неорганічного фосфору складав $1,47 \pm 0,03$ ммоль/л, а в дослідній групі $-1,48 \pm 0,03$ ммоль/л.

5. Дослідження мікроелементного складу крові показало, що у корів дослідної групи середній вміст купруму склав $129,7 \pm 11,8$ мкг/100 мл (межі норми 110,3–148,6 мкг/100 мл), що на 29,4% більше ($p < 0,05$) в порівнянні з контрольною групою, де він становив $100,2 \pm 8,49$ мкг/100 мл. Середнє значення вмісту цинку складало відповідно $106,2 \pm 5,99$ мкг/100 мл і $122,2 \pm 7,84$ мкг/100 мл у контрольній та дослідній групі відповідно.

6. Використання запропонованої схеми хелатних сполук мікроелементів у рекомендованих дозах: Cu метіонат – 175,1, Zn метіонат – 1067,4, Mn метіонат – 355,7 мг/кг корму з дворазовим введенням вітамінного препарату Тривітол у дозі 5 мл на тварину з інтервалом 8 діб покращило клінічних стан корів, що проявлялося зменшенням кількості тварин із скуйовдженим волосяним покривом до 5,3 %, алопеціями – до 18,6 та клінічно вираженими ознаками алотріофагії до 23,7 %.

6.1. На біохімічному рівні це проявлялося тенденцією до збільшення вмісту загального кальцію ($2,42 \pm 0,03$ ммоль/л), іонізованого ($1,13 \pm 0,06$ ммоль/л), вірогідним (+ 8,5 %; $p < 0,05$) збільшенням вмісту неорганічного фосфору ($1,53 \pm 0,03$ ммоль/л), концентрації купруму (+24,7 %; $133,9 \pm 8,94$ мкг/100 мл; $p < 0,05$) та збільшенням вмісту цинку (+24,5 %; $p < 0,05$; $128,0 \pm 5,59$ мкг/100 мл).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Методи ранньої діагностики остеодистрофії корів мають ґрунтуватися на аналізі раціону годівлі корів, дослідженні клінічного стану поголів'я та результатах біохімічного аналізу крові з визначенням основних показників макро- та мікромінерального живлення – загального кальцію та його іонізованої форми, неорганічного фосфору, купруму, цинку й мангану.

2. З метою профілактики остеодистрофії корів слід згодувати у складі раціону годівлі хелати мікроелементів Купруму, Цинку та Мангану у рекомендованих дозах Cu метіонат – 175,1, Zn метіонат – 1067,4, Mn метіонат – 355,7 мг/кг корму упродовж 70 діб та вітамінний препарат Тривітол у дозі 5 мл двічі з інтервалом 8 діб.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ветеринарна клінічна біохімія: підручник / В.І. Левченко та ін.; за ред. В.І. Левченка і В.В. Влізла. 2-ге вид., перероб. та. доп. Біла Церква, 2019. – 416 с.
2. Alhussien MN, Panda BSK, Kamboj A, Dang AK (2021) Peripartum changes in the activity and expression of neutrophils may predispose to the postpartum occurrence of metritis in dairy cows. *Res Vet Sci* 135:456–468. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.11.003>
3. inflammatory gene expression precede the development of bovine uterine disease. *Sci Rep* 10(1):18275. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75104-7>
4. Casas E, Lippolis JD, Kuehn LA, Reinhardt TA (2015) Seasonal variation in vitamin D status of beef cattle reared in the central United States. *Domest Anim Endocrinol* 52:71–74. doi: doi.org/10.1016/j.domaniend.2015.03.003
5. Демидюк С.К. Біохімічні показники крові корів за мікроелементозів у західній біогеохімічній зоні України / С.К. Демидюк // – Львів, 2003. – Т. 5 (№3). – С. 40–41.
6. Клінічна діагностика хвороб тварин: [Підручник] / [В.І. Левченко, В.В. Влізла, І.П. Кондрахін та ін.]; За ред. В.І. Левченка. – Біла Церква, 2017. – 612 с.
7. Christakos S, Dhawan P, Porta A, Mady LJ, Seth T (2011) Vitamin D and intestinal calcium absorption. *Mol Cell Endocrinol* 347(1– 2):25–29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mce.2011.05.038>
8. Corripio-Miyar Y, Mellanby RJ, Morrison K, McNeilly TN (2017) 1,25-Dihydroxyvitamin D3 modulates the phenotype and function of Monocyte derived dendritic cells in cattle. *BMC Vet Res* 13(1):390. doi: <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1309-8>
9. Crookenden MA, Heiser A, Murray A, Dukkipati VSR, Kay JK, Loor JJ, Meier S, Mitchell MD, Moyes KM, Walker CG, Roche JR (2016) Parturition in dairy cows temporarily alters the expression of genes in circulating neutrophils. *J*

Dairy Sci 99(8):6470–6483. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10877>

10. Flores-Villalva S, O'Brien MB, Reid C, Lacey S, Gordon SV, Nelson C, Meade KG (2021) Low serum vitamin D concentrations in Spring-born dairy calves are associated with elevated peripheral leukocytes. *Sci Rep* 11(1):18969. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98343-8>

11. Gunville CF, Mourani PM, Ginde AA (2013) The role of vitamin D in prevention and treatment of infection. *Inflamm Allergy Drug Targets* 12(4):239–245. doi: <https://doi.org/10.2174/18715281113129990046>

12. Holcombe SJ, Wisnieski L, Gandy J, Norby B, Sordillo LM (2018) Reduced serum vitamin D concentrations in healthy early-lactation dairy cattle. *J Dairy Sci* 101(2):1488–1494. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13547>

13. Біохімічні основи нормування мінерального живлення великої рогатої худоби 1. Макроелементи / В.В. Влізло, Л.І. Сологуб, В.Г. Янович та ін. // Біологія тварин (наук.-теорет. журнал). – Львів, 2006. – Т. 8, № 1–2. – С. 19–40.

14. Nocek J.E. The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle / J.E. Nocek, M.T. Sucha, D.J. Tomlinson // *J. Dairy Sci.* – 2006. – Vol. 89, № 7. – P. 2679–2693.

15. Апуховська Л.І. Обмін кальцію в нормі і при патології / Л.І. Апуховська // *Ветеринарна клінічна біохімія*; За ред. В.І. Левченка і В.Л. Галяса. – Біла Церква, 2002. – С. 121–127.

16. Schröder B. Mechanisms and regulation of calcium absorption from the gastrointestinal tract in pigs and ruminants: comparative aspects with special emphasis on hypocalcemia in dairy cows / B. Schröder, G. Breves // *Anim. Health Res. Rev.* – 2006. – № 7, Iss. 1–2. – P. 31–41.

17. McDowell L.R. Recent advances in minerals and vitamins on nutrition of lactating cows / L.R. McDowell // *Pakistan Journal of Nutrition.* – 2002. – Vol. 1(1). – P. 8–19.

18. Heaney R.P. Functional indices of vitamin D status and ramifications of vitamin D deficiency / R.P. Heaney // *Am J Clin Nutr.* – 2004. – Suppl. 80. – P.

1706S–1709S.

19. Minireview on regulation of intestinal calcium absorption / A.V. Perez, G. Picotto, A.R. Carpentieri et al. // *Digestion*. – 2008. – Vol. 77. – P. 22–34.
20. The calcium-sensing receptor regulates mammary gland parathyroid hormone-related protein production and calcium transport / J. VanHouten, P. Dann, G. McGeoch et al. // *J. Clin. Invest.* – 2004. – Vol. 113, № 4. – P. 598–608.
21. Milk production, estimated phosphorus excretion and bone characteristics of dairy cows fed different amounts of phosphorus for two or three years / Z. Wu, L.D. Satter, A.J. Blohowiak [et al.] // *J. Dairy Sci.* – 2001. – Vol. 84, № 7. – P. 1738–1748.
22. Using solanum glaucophyllum as a source of 1,25-dihydroxyvitamin D to prevent hypocalcemia in dairy cows / R.L. Horst, J.P. Goff, S. Gill [et al.] // *Acta Vet Scand.* – 2003. – Vol. 44 (Suppl 1). – P. 67.
23. Біохімічні основи нормування вітамінного живлення корів 1. Жиророзчинні вітаміни / В.В. Влізло, Б.М. Куртяк, В.Г. Янович та ін. // *Біологія тварин.* – 2007. – Т. 9, № 1–2. – С. 25–42.
24. Variation of 25-hydroxyvitamin D in sera of healthy and sick cows / V. Spakauskas, I. Klimiene, M. Ruzauskas et al. // *Biologija.* – 2006. – № 4. – P. 80 – 86.
25. Апуховска Л.І. Механізм регуляції обміну кальцію в організмі / Л.І. Апуховская, Л.В. Антоненко, Т.М. Никифорова // *Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту.* – Біла Церква, 2003. – Вип. 25, ч. 2. – С. 3 – 10.
26. Moe S.M. Core curriculum in nephrology / Disorders of calcium, phosphorus, and magnesium / S.M. Moe // *American Journal of Kidney Diseases* – 2005. – Vol. 45. P. 213–218.
27. Вплив терміну введення вітаміну Е на D-вітамінний та мінеральний обмін в організмі / В.М. Василевська, А.І. Безусяк, С.О. Романова та ін. // *Укр. біохім. журн.* – 2007. – Т. 79, № 6. – С. 87–92.
28. Holick M.F. Medical progress: vitamin D deficiency / M.F. Holick // *N Engl J Med.* – 2007. – Vol. 357, № 3. – P. 266–281.

29. Holick M.F. Resurrection of vitamin D deficiency and rickets / M.F. Holick // *J. Clin. Invest.* – 2006. – Vol. 116, № 8. – P. 2062–2072.
30. Апуховська Л.І. Обмін фосфору в нормі та при патології / Л.І. Апуховська // *Ветеринарна клінічна біохімія* / В.І. Левченко, В.В. Влізло, І.П. Кондрахін; За ред. В.І. Левченка і В.Л. Галяса. – Біла Церква, 2002. – С. 127–136.
31. Shaikh A. Regulation of phosphate homeostasis by the phosphatonins and other novel mediators / A. Shaikh, T. Berndt, R. Kumar // *Pediatr Nephrol.* – 2008. – Vol. 23. – P. 1203–1210.
32. Elizondo S. Environmental problems, homeostasis, partitioning, and phosphorus requirements of dairy cattle / S. Elizondo, A. Jorge // *Revista electrynica de Veterinaria.* – 2007. – Vol. 8, № 9. – P. 1–14.
33. Cerosaletti P.E. Phosphorus reduction through precision feeding of dairy cattle / P.E. Cerosaletti, D.G. Fox, L.E. Chase // *J. Dairy Sci.* – 2004. – Vol. 87, № 7. – P. 2314–2323.
34. Animal management to reduce phosphorus losses to the environment / K.F. Knowlton, J.S. Radcliffe, C.L. Novak et al. // *J. Anim. Sci.* – 2004. – E. Suppl. 82. – P. E173–E195.
35. Effect of dietary phosphorus on performance of lactating dairy cows: milk production and cow health / H. Lopez, F.D. Kanitz, V.R. Moreira et al. // *J. Dairy Sci.* – 2004. – Vol. 87, № 1. – P. 139–146.
36. Phosphate transport in the duodenum and jejunum of goats and its adaptation by dietary phosphate and calcium / K. Huber, C. Walter, B. Schroder et al. // *Am. J. Physiol. Regul. Integr.* – 2002. – Vol. 283, № 2. – P. R296 – R302.
37. Вплив вітамінів D₃ та E на мінеральний обмін у різних тканинах / Л.І. Апуховська, В.М. Василевська, А.І. Безусяк та ін. // *Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту.* – Біла Церква, 2006. – Вип. 40. – С. 13–24.
38. Куртяк Б.М., Янович В.Г. Жиророзчинні вітаміни у ветеринарній медицині і тваринництві / Б.М. Куртяк, В.Г. Янович. – Львів: Тріада плюс, 2004. – 426 с.

39. Using solanum glaucophyllum as a source of 1,25-dihydroxyvitamin D to prevent hypocalcemia in dairy cows / R.L. Horst, J.P. Goff, S. Gill [et al.] // *Acta Vet Scand.* – 2003. – Vol. 44(Suppl 1). – P. 67.
40. Біохімічні основи нормування вітамінного живлення корів 1. Жиророзчинні вітаміни / В.В. Влізло, Б.М. Куртяк, В.Г. Янович [та ін.] // *Біологія тварин.* – 2007. – Т. 9, № 1–2. – С. 25–42.
41. Moe S.M. Core curriculum in nephrology / Disorders of calcium, phosphorus, and magnesium / S.M. Moe // *American Journal of Kidney Diseases* – 2005. – Vol. 45. P. 213–218.
42. Вплив терміну введення вітаміну Е на D-вітамінний та мінеральний обмін в організмі / В.М. Василевська, А.І. Безусяк, С.О. Романова [та ін.] // *Укр. біохім. журн.* – 2007. – Т. 79, № 6. – С. 87–92.
43. Holick M.F. Medical progress: vitamin D deficiency / M.F. Holick // *N Engl J Med.* – 2007. – Vol. 357, № 3. – P. 266–281.
44. Kimura K. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle / K. Kimura, T.A. Reinhardt, J.P. Goff // *J. Dairy Sci.* – 2006. – Vol. 89, № 7. – P. 2588–2595.
45. Біохімічні основи нормування мінерального живлення великої рогатої худоби 1. Макроелементи / В.В. Влізло, Л.І. Сологуб, В.Г. Янович [та ін.] // *Біологія тварин.* – 2006. – Т. 8, № 1–2. – С. 19–40.
46. Біохімічні основи нормування мінерального живлення великої рогатої худоби 1. Макроелементи / В.В. Влізло, Л.І. Сологуб, В.Г. Янович [та ін.] // *Біологія тварин.* – 2006. – Т. 8, № 1–2. – С. 19–40.
47. Holick M.F. Vitamin D status: measurement, interpretation, and clinical application / M.F. Holick // *AEP.* – 2009. – Vol. 19, № 2. – P. 73–78.
48. Nelson CD, Lippolis JD, Reinhardt TA, Sacco RE, Powell JL, Drewnoski ME, O’Neil M, Beitz DC and W. P. Weiss. 2016a. Vitamin D status of dairy cattle: Outcomes of current practices in the dairy industry. *J Dairy Sci*99(12):10150–10160. doi: [https:// doi.org/10.3168/jds.2016-11727](https://doi.org/10.3168/jds.2016-11727)
49. Nelson CD, Powell JL, Price DM, Hersom MJ, Yelich JV, Drewnoski

ME, Bird SL, Bridges GA (2016b) Assessment of serum 25-hydroxyvitamin D concentrations of beef cows and calves across seasons and geographical locations. *J Anim Sci* 94(9):3958–3965. doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2016-0611>

50. Nelson CD, Reinhardt TA, Lippolis JD, Sacco RE, Nonnecke BJ (2012) Vitamin D signaling in the bovine immune system: a model for understanding human vitamin D requirements. *Nutrients* 4(3):181–196. doi: <https://doi.org/10.3390/nu4030181>

51. Nelson CD, Reinhardt TA, Thacker TC, Beitz DC, Lippolis JD (2010) Modulation of the bovine innate immune response by production of 1 α ,25-dihydroxyvitamin D(3) in bovine monocytes. *J Dairy Sci* 93(3):1041–1049. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2663>

52. Poindexter MB, Kweh MF, Zimpel R, Zuniga J, Lopera C, Zenobi MG, Jiang Y, Engstrom M, Celi P, Santos JEP, Nelson CD (2020) Feeding supplemental 25-hydroxyvitamin D3 increases serum mineral concentrations and alters mammary immunity of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 103(1):805–822. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16999>

53. Tellez-Perez AD, Alva-Murillo N, Ochoa-Zarzosa A, Lopez-Meza JE (2012) Cholecalciferol (vitamin D) differentially regulates antimicrobial peptide expression in bovine mammary epithelial cells: implications during *Staphylococcus aureus* internalization. *Vet Microbiol* 160(1–2):91–98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2012.05.007>

54. Weir RR, Strain JJ, Johnston M, Lewis C, Fearon AM, Stewart S, Pourshahidi LK (2017) Environmental and genetic factors influence the vitamin D content of cows' milk. *Proc Nutr Soc* 76(1):76–82. doi: <https://doi.org/10.1017/S0029665116000811>

55. Wisnieski L, Brown JL, Holcombe SJ, Gandy JC, Sordillo LM (2020) Serum vitamin D concentrations at dry-off and close-up predict increased postpartum urine ketone concentrations in dairy cattle. *J Dairy Sci* 103(2):1795–1806. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16599>

56. LeBlanc SJ (2014) Reproductive tract inflammatory disease in post-

partum dairy cows. *Anim* 8 Suppl 1:54–63. doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731114000524>

57. Institute of Medicine Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium (2011) Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: National Academies Press (US).Google Scholar

58. Calvo, MS & Whiting, SJ (2013) Survey of current vitamin D food fortification practices in the United States and Canada. *J Steroid Biochem Mol Biol* 136, 211–213.Google Scholar

59. Lamberg-Allardt, C, Brustad, M, Meyer, HE et al. (2013) Vitamin D – a systematic literature review for the 5th edition of the Nordic Nutrition Recommendations. *Food Nutr Res* 57, 1–31.Google Scholar

60. Luce, EM (1924) The influence of diet and sunlight upon the growth-promoting and anti-rachitic properties of the milk afforded by a cow. *Biochem J* 18, 716–739.Google Scholar

61. Методи лабораторної діагностики хвороб тварин / [В.І. Левченко, В.І. Головаха, І.П. Кондрахін та ін.]; за ред. В.І. Левченка. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 437 с.

62. McCance, RA & Widdowson, E (2014) In McCance and Widdowson's The Composition of Foods, 7th ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry.Google Scholar

63. Hymøller, L, Mikkelsen, LK, Jensen, SK et al. (2008) Access to outside areas during March and April in Denmark has negligible effect on the vitamin D3 status of organic dairy cows. *Acta Agric Scand A* 58, 51–54.Google Scholar

64. Федорович В.Л. Лабораторна діагностика субклінічного та клінічного перебігу ензоотичної остеодистрофії корів / В.Л. Федорович, А.М. Стадник // *Наук. вісник Львів. нац. ун-ту вет. медицини імені С.З. Гжицького*. – Львів, 2007. – Т. 9, №3 (34). – Ч. 1 – С. 225–231.

65. Weiss W. P. Azem E. Steinberg W. Reinhardt T. A. 2015. Effect of feeding 25-hydroxyvitamin D3 with a negative cation-anion difference diet on calcium and vitamin D status of periparturient cows and their calves. *J. Dairy*

Sci.98:5588–5600. doi:10.3168/jds.2014-9188

66. Лабораторне дослідження крові тварин та клінічна інтерпретація його результатів: Методичний посібник для підготовки фахівців напряму «Ветеринарна медицина» за кредитно-модульною системою організації навчального процесу / [В.І. Левченко, В.І. Головаха, В.В. Сахнюк, В.П. Москаленко та ін.]. За ред В.І. Левченка і В.М. Безуха. – Біла Церква, 2015. – 136 с.

67. New candidate markers of phosphorus status in beef breeder cows *Anim. Prod. Sci.*, 57 (2017), pp. 2291-2303

68. Nelson C. D. Merriman K. E. 2014. Vitamin D metabolism in dairy cattle and implications for dietary requirements. In: Proceedings of the 25th Florida Ruminant Nutrition Symposium, Gainesville, FL. <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/#2014>. p. 78–90.

69. Merriman K. E. Kweh M. F. Powell J. L. Lippolis J. D. Nelson C. D. 2015. Multiple β -defensin genes are upregulated by the vitamin D pathway in cattle. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 154:120–129. doi:10.1016/j.jsbmb.2015.08.002

70. Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows / *J. Dairy Sci.*, 100 (2017), pp. 7427-7434 doi:10.3168/jds.2016-12210.

71. Слівінська Л.Г. Уміст у крові кісткових маркерів метаболізму за остеодистрофії корів / Л.Г. Слівінська, ВЛ. Федорович // *Наук. вісник вет. медицини: Зб. наук. праць.* – Біла Церква, 2011. – Вип. 8 (87). – С. 151–155.

72. Петренко О.С. Гіпокальціємія і гіпофосфатемія високопродуктивних корів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук: спец. 16.00.01 “Діагностика і терапія тварин” / О.С. Петренко. – Біла Церква, 2011. – 24 с.