

Influence of causatives of germintoses of the digestive tract on biochemical indicators of serum of dogs with mono- and myxed invasions

D. Kryvoruchenko¹ | V. Yevstafieva²

Article info

Correspondence Author
D. Kryvoruchenko
E-mail:
denys.kryvoruchenko@gmail.com

¹ State Biotechnological
University,
Alchevsky Str., 44,
Kharkiv, 61002, Ukraine

² Poltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Kryvoruchenko, D., & Yevstafieva, V. (2025). Influence of causatives of germintoses of the digestive tract on biochemical indicators of serum of dogs with mono- and myxed invasions. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (2), 219–223. doi: 10.31210/spi2025.28.02.34

Biochemical studies of blood serum are important for assessing the functional state of the animal body, which is very often exposed to various types of stress, including parasitic diseases. Helminth invasions are a serious problem for veterinary medicine and public health, since a significant number of parasites have zoonotic potential. As a result of their mechanical, toxic, and trophic action, pathological changes occur not only in the organs and tissues where the helminths are localized, but also in the animal's body as a whole. The aim of the research was to study the peculiarities of the influence of pathogens of helminthiasis of the digestive tract on the biochemical parameters of blood serum of dogs with mono- and mixed invasions. The study was conducted in the conditions of the private veterinary clinic "Dovira" (Kharkiv). Four groups of animals were formed, one of which was a control group (clinically healthy dogs) and three experimental groups (the first group was infested with trichurises, the second group was infested with an association of trichurises and toxocares, and the third group was infested with an association of trichurises, toxocares, and dipylidies). The conducted studies have established the negative impact of helminths on the biochemical parameters of the blood serum of infested dogs. In particular, with trichurous monoinvasion, a slight ($P < 0.05$) increase in the activity of only the enzymes ALT (1.4 times), AST (1.2 times), GGT (1.1 times) and alkaline phosphatase (1.3 times) was detected. With mixed invasions, more significant changes were found in the biochemical parameters of the blood serum of dogs. During trichuric-toxocarosomal invasion, an increase in creatinine content (by 20.63 %, $P < 0.05$), total bilirubin (by 15.58 %, $P < 0.05$), enzyme activity ($P < 0.01$) ALT (by 1.5 times), AST (by 1.3 times), GGT (by 1.3 times) and alkaline phosphatase (by 1.3 times), as well as a decrease in glucose content (by 15.52 %, $P < 0.05$) were detected. During trichuric-toxocarosic-dipylidiosis invasion, the blood serum of infected dogs showed greater changes in the content of total protein ($P < 0.05$), albumin ($P < 0.05$), creatinine ($P < 0.01$), total bilirubin ($P < 0.01$), glucose ($P < 0.01$), as well as enzymes ($P < 0.001$) ALT, AST, GGT. The obtained data allow us to take into account the changes that occur in the biochemical parameters of the blood serum of infected dogs with mono- and mixed invasions when prescribing treatment and obtaining a more effective therapeutic effect.

Keywords: parasitology, dogs, helminthiasis, mono- and mixed invasions, blood serum, biochemical parameters.

Вплив збудників гельмінтозів травного тракту на біохімічні показники сироватки собак за моно- та мікстінвазіями

Д. О. Криворученко¹ | В. О. Євстаф'єва²

¹ Державний
біотехнологічний
університет,
м. Харків, Україна

² Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Біохімічні дослідження сироватки крові є важливими для оцінки функціонального стану організму тварин, який дуже часто піддається різним видам стресу, у тому числі внаслідок паразитарних захворювань. Інвазії, спричинені гельмінтами, є серйозною проблемою для ветеринарної медицини та охорони здоров'я, оскільки значна кількість паразитів мають зоонозний потенціал. Внаслідок їх механічної, токсичної та трофічної дії відбуваються патологічні зміни не тільки у тому органі і тканинах, де гельмінти локалізуються, але й в організмі тварин цілому. Метою досліджень було вивчити особливості впливу збудників гельмінтозів травного тракту на біохімічні показники сироватки крові собак за моно- та мікстінвазіями. Дослідження проводили в умовах приватної ветеринарної клініки «Довіра» (м. Харків). Було сформовано чотири групи тварин, з яких одна – контрольна (клінічно здорові собаки) та три дослідні (перша – інвазовані трихурисами, друга – асоціацією трихурисів і токсокар, третя – асоціацією трихурисів, токсокар і дипілідій). Проведеними дослідженнями встановлено негативний вплив гельмінтів на біохімічні показники сироватки крові інвазованих собак. Зокрема, за трихурозної моноінвазії виявлено незначне ($P < 0.05$) зростання лише активності ферментів АЛТ (у 1,4 раза), АСТ (у 1,2 раза), ГГТ (у 1,1 раза) та лужної фосфатази (у 1,3 раза). За мікстінвазій виявляли більш значні зміни з боку біохімічних показників сироватки крові собак. За трихурозно-токсокарозної інвазії виявлено зростання вмісту креатиніну (на 20,63 %, $P < 0.05$), загального білірубину (на 15,58 %, $P < 0.05$), активності ферментів ($P < 0.01$) АЛТ (у 1,5 раза), АСТ (у 1,3 раза), ГГТ (у 1,3 раза) та лужної фосфатази (у 1,3 раза), а також зниження вмісту глюкози (на 15,52 %, $P < 0.05$). За трихурозно-токсокарозно-дипілідіозної інвазії у сироватці крові інвазованих собак виявляли більші зрушення з боку вмісту загального білка ($P < 0.05$), альбумінів ($P < 0.05$), креатиніну ($P < 0.01$), загального білірубину ($P < 0.01$), глюкози ($P < 0.01$), а також ферментів ($P < 0.001$) АЛТ, АСТ, ГГТ. Отримані дані дозволяють враховувати зміни, які відбуваються у біохімічних показниках сироватки крові інвазованих собак за моно- та мікстінвазіями, при призначенні лікування та отримання більш результативного терапевтичного ефекту.

Ключові слова: паразитологія, собаки, гельмінтози, моно- та мікстінвазії, сироватка крові, біохімічні показники.

Бібліографічний опис для цитування: Криворученко Д. О., Євстаф'єва В. О. Вплив збудників гельмінтозів травного тракту на біохімічні показники сироватки собак за моно- та мікстінвазіями. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (2). С. 219–223.

Вступ

Гематологічні та біохімічні параметри – це показники крові, які є відображенням як фізіологічного, так і патологічного стану організму тварини, в тому числі й за паразитарних хвороб. Причому, автори зазначають, що будь-які зміни показників крові залежать від виду збудника, який викликає захворювання, умов утримання, виду тварини, рівня її імунітету тощо [1–3].

Зокрема, є повідомлення про те, що шлунково-кишкові паразити у собак викликають різноманітні клінічні ознаки, включаючи діарею, запори, метеоризм, періанальний свербіж, які можуть змінюватися залежно від віку інвазованих тварин, їх імунного статусу, показників інтенсивності інвазії [4, 5]. Також можуть виникати респіраторні симптоми, особливо пов'язані з міграцією личинок *Toxascas canis* та *Ancylostoma caninum*. Зокрема, було встановлено, що у цуценят з гострою інвазією *A. caninum* виявляли анемію, затримку розвитку, апатію, тьмяність шерсті та, навіть, загибель. Водночас, у дорослих тварин деякі гельмінти викликають тільки зміни в місці їх локалізації [6–8].

Дослідники зазначають, що у сироватці крові собак, інвазованих *Dipetalonema reconditum*, спостерігається підвищення активності ферментів АЛТ та АСТ, вмісту білірубину (загального та непрямого) та зниження вмісту глюкози. Підвищений рівень сироваткових ферментів та гіпоглікемія, виявлені у собак з мікрофіляріємією, свідчили про дисфункцію печінки, спричинену порушенням кровообігу. Крім того, гіпоглікемія була пов'язана зі споживанням глюкози паразитами [9]. Також, науковці повідомляють, що гіпербілірубінемія, викликана гельмінтами, може бути пов'язана з гемолітичною анемією та подальшою гемолітичною жовтяницею [10–15]. Білковий профіль сироватки крові собак, інвазованих мікрофіляріями, показав збільшення вмісту загального білка та глобулінів зі зниженням вмісту альбуміну. Виявлену гіперпротеїнемію автори пояснити, з одного боку, збільшенням концентрації β -глобулінів у відповідь на паразитарні антигени, а з іншого – вивільненням гемоглобіну зі зруйнованих еритроцитів [16]. Отримана гіпоальбумінемія, ймовірно, відповідає дегенеративним змінам у печінці, про що свідчать результати й інших дослідників [17, 18].

Науковці виявили у сироватці крові собак за анкілостомозу незначне зростання вмісту С-реактивного білку, який є чутливим маркером запалення [19–21]. Водночас, у дорослих собак за субклінічного анкілостомозу не спостерігалися змін з боку активності амілази, ліпази та маркерах, пов'язаних з метаболізмом ліпідів (холестерин, ліпопротеїни високої та низької щільності, бутирілхолін-естераза). На думку авторів, такі зміни вказують на те, що субклінічна форма інвазії анкілостомами не впливає на підшлункову залозу та метаболізм ліпідів [22].

Таким чином, біохімічні показники сироватки крові можна використовувати як маркери рівня впливу шлунково-кишкових паразитів на організм інвазованих тварин.

Мета дослідження

Метою досліджень було вивчити особливості впливу збудників гельмінтозів травного тракту на біохімічні показники сироватки крові собак за моно- та мікстинвазій.

Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 2024–2025 рр. в умовах приватної ветеринарної клініки «Довіра» (м. Харків).

Було сформовано три групи собак віком від 6 міс. до 3 років, з яких одна – контрольна (клінічно здорові собаки) та три дослідні (перша – інвазовані трихурисами, друга – асоціацією трихурисів і токсокар, третя – асоціацією трихурисів, токсокар і дипілідій) по 7 голів у кожній.

Визначення біохімічних показників сироватки крові проводили за загальноприйнятими методами [23]. Вміст загального білка (г/л), альбумінів (г/л), креатиніну (мкмоль/л), загального білірубину (мкмоль/л), глюкози (ммоль/л), а також ферментів (Од/л) АЛТ (аланінамінотрансфераза), АСТ (аспартатамінотрансфераза), ГГТ (гамма-глутамілтрансфераза) та лужна фосфатаза визначали за допомогою автоматичного біохімічного аналізатора «Miura 200» (Виробник *Via delle Driadi*, Італія).

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (M), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (P) з використанням методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено негативний вплив гельмінтів на біохімічні показники сироватки крові інвазованих собак. Зокрема, за трихурозної моноінвазії виявлено незначне ($P < 0,05$) зростання лише активності ферментів АЛТ (у 1,4 раза, $59,67 \pm 19,86$ Од/л), АСТ (у 1,2 раза, $43,56 \pm 6,31$ Од/л), ГГТ (у 1,1 раза, $9,71 \pm 1,18$ Од/л) та лужної фосфатази (у 1,3 раза, $94,84 \pm 24,05$ Од/л) порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорових собак (*рис. 1*).

За трихурозно-токсокарозної мікстинвазії виявлено вже більш значні зміни, які характеризувалися збільшенням вмісту креатиніну на 20,63 % ($111,52 \pm 23,26$ мкмоль/л, $P < 0,05$), загального білірубину на 15,58 % ($8,31 \pm 0,98$ мкмоль/л, $P < 0,05$), зниженням вмісту глюкози на 15,52 % ($4,30 \pm 0,59$ ммоль/л, $P < 0,05$) (*рис. 2*), а також зростанням активності ферментів АЛТ у 1,5 раза ($67,44 \pm 23,73$ Од/л, $P < 0,01$), АСТ у 1,3 раза ($47,22 \pm 6,89$ Од/л, $P < 0,01$), ГГТ у 1,3 раза ($10,69 \pm 2,31$ Од/л, $P < 0,01$) та лужної фосфатази у 1,3 раза ($95,18 \pm 19,24$ Од/л, $P < 0,01$) порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорових собак (*рис. 1*).

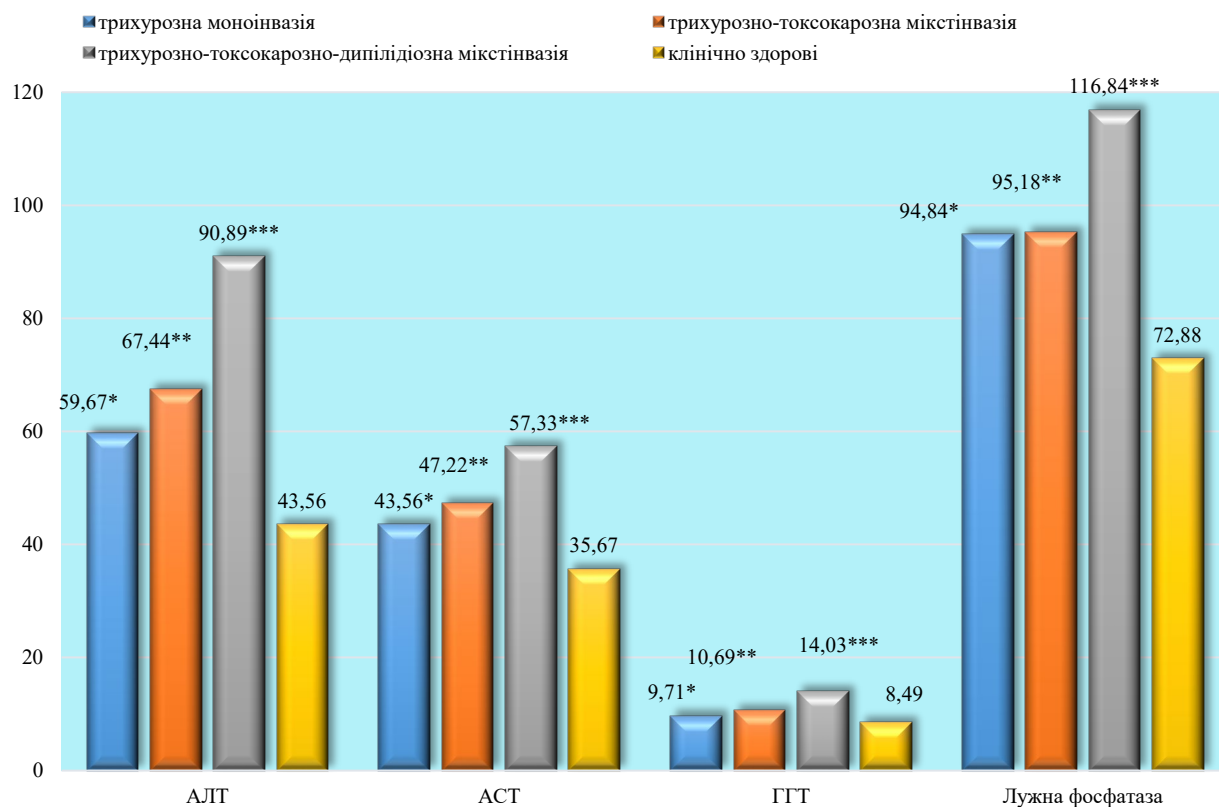


Рис. 1. Показники активності ферментів (Од/л) в сироватки крові собак за моно- та мікстинвазій (n=7)

Примітки: * P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001 – відносно показників у клінічно здорових тварин

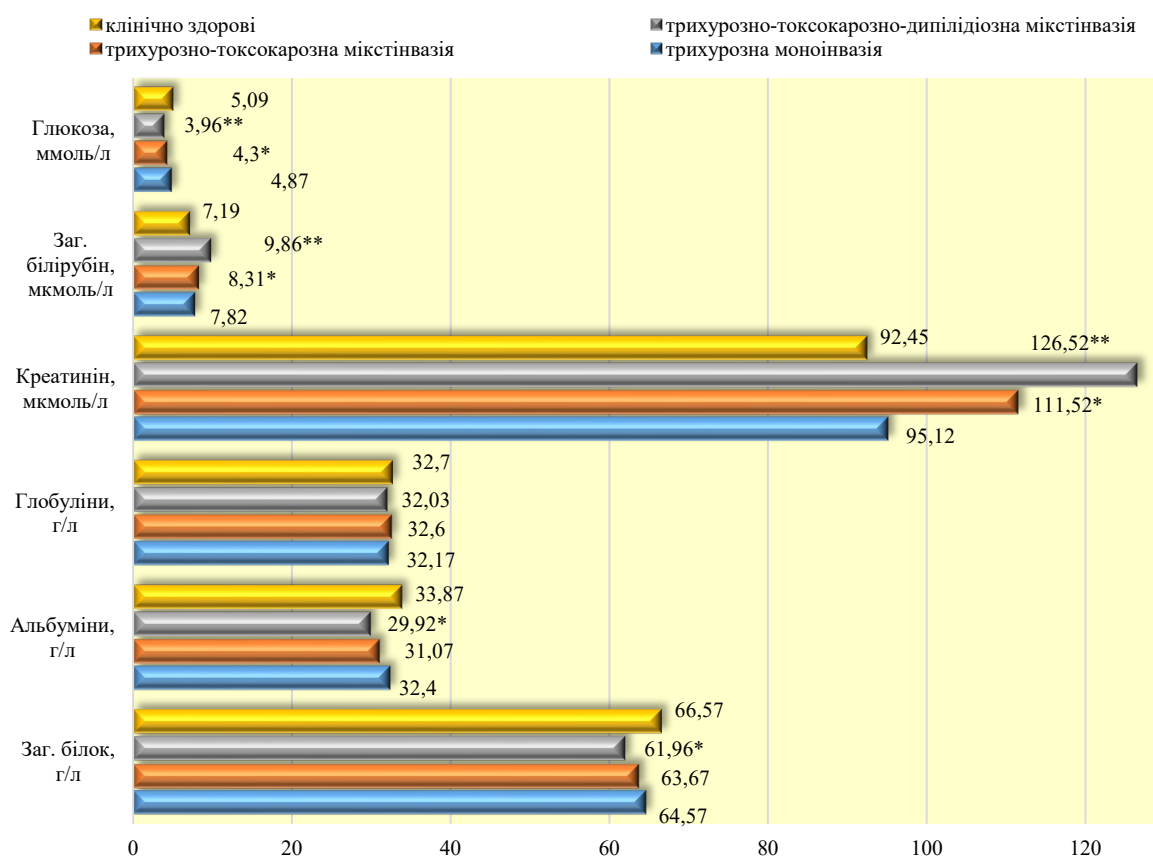


Рис. 2. Біохімічні показники сироватки крові собак за моно- та мікстинвазій (n=7)

Примітки: * P<0,05, ** P<0,01 – відносно показників у клінічно здорових тварин

За трихурозно-токсокарозо-дипілідіозної інвазії у сироватці крові інвазованих собак виявляли більші зрушення з боку біохімічних показників. Так, у інвазованих собак в сироватці крові знижувався вміст загального білка на 6,93 % ($61,96 \pm 4,30$ г/л, $P < 0,05$), альбумінів на 11,66 % ($29,92 \pm 4,20$ г/л, $P < 0,05$), глюкози на 22,20 % ($3,96 \pm 0,52$ ммоль/л, $P < 0,01$), збільшувався вміст креатиніну на 36,85 % ($126,52 \pm 34,77$ мкмоль/л, $P < 0,01$), загального білірубину на 37,13 % ($9,86 \pm 2,35$ мкмоль/л, $P < 0,01$) (рис. 2), а також зростала активність ферментів АЛТ у 2,1 раза ($90,89 \pm 20,33$ Од/л, $P < 0,001$), АСТ у 1,6 раза ($57,33 \pm 9,81$ Од/л, $P < 0,001$), ГГТ у 1,7 раза ($14,03 \pm 3,34$ Од/л, $P < 0,001$), лужної фосфатази у 1,6 раза ($116,84 \pm 28,02$ Од/л, $P < 0,001$) порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорових собак (рис. 1).

Науковці зазначають, що встановлення гематологічних та біохімічних змін за паразитозів тварин є вкрай необхідними, так як дозволяють вивчити окремі лаки патогенезу інвазій, а також провести необхідне та ефективне лікування [1–3]. Тому, нами було проведено вивчення особливостей впливу збудників гельмінтозів травного тракту на біохімічні показники сироватки крові собак за моно- та мікстинвазій.

Проведеними дослідженнями встановлено негативний вплив гельмінтів на біохімічні показники сироватки крові інвазованих собак. Зокрема, за трихурозної моноінвазії виявлено незначне ($P < 0,05$) зростання лише активності ферментів АЛТ, АСТ, ГГТ та лужної фосфатази. За трихурозно-токсокарозо-мікстинвазії виявлено вже більш значні зміни, які характеризувалися збільшенням вмісту креатиніну ($P < 0,05$), загального білірубину ($P < 0,05$), зниженням вмісту глюкози ($P < 0,05$), а також зростанням активності ферментів ($P < 0,01$) АЛТ, АСТ, ГГТ та лужної фосфатази. За трихурозно-токсокарозо-дипілідіозної інвазії у сироватці крові інвазованих собак виявляли ще більші зрушення з боку біохімічних показників, а саме: знижувався вміст загального білка ($P < 0,05$), альбумінів ($P < 0,05$), глюкози ($P < 0,01$), збільшувався вміст креатиніну ($P < 0,01$), загального білірубину ($P < 0,01$), зростала активність досліджених ферментів ($P < 0,001$).

Окремі науковці свідчать про зміни, які відбуваються у сироватці крові собак, інвазованих мікрофіліаріями, такі як: підвищується активність АЛТ та АСТ, вміст білірубину (загального та непрямого), знижується вміст глюкози. Такі зміни, на думку авторів, свідчать про дисфункцію печінки, спричинену порушенням кровообігу та токсичною дією паразитів, а також зі споживанням глюкози паразитами [9–12].

Отримані дані дозволяють враховувати зміни, які відбуваються в біохімічних показниках сироватки крові інвазованих собак за моно- та мікстинвазій, при призначенні лікування та отримання більш результативного терапевтичного ефекту.

Висновки

Виявлено, що збудники трихурозу, токсокарозу та дипілідіозу негативно впливають на біохімічні показники сироватки крові інвазованих собак.

За трихурозної моноінвазії встановлено незначне зростання активності АЛТ, АСТ, ГГТ та лужної фосфатази (у 1,1–1,3 раза, $P < 0,05$). При збільшенні співчленів у мікстинвазії виявляли більші зрушення з боку біохімічних показників сироватки крові інвазованих собак. Трихурозно-токсокарозна та трихурозно-токсокарозо-дипілідіозна мікстинвазії характеризувалися зниженням вмісту загального білка (на 6,93 %, $P < 0,05$), альбумінів (на 11,66 %, $P < 0,05$), глюкози (на $22,20$ – $15,52$ %, $P < 0,05$... $P < 0,01$), збільшенням вмісту креатиніну (на $20,63$ – $36,85$ %, $P < 0,05$... $P < 0,01$), загального білірубину (на $15,58$ – $37,13$ %, $P < 0,05$... $P < 0,01$), а також зростанням активності АЛТ (у $1,5$ – $2,1$ раза, $P < 0,01$... $P < 0,001$), АСТ (у $1,3$ – $1,6$ раза, $P < 0,01$... $P < 0,001$), ГГТ (у $1,3$ – $1,7$ раза, $P < 0,01$... $P < 0,001$), лужної фосфатази (у $1,3$ – $1,6$ раза, $P < 0,01$... $P < 0,001$).

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Etim, N. N. (2014). Haematological parameters and factors affecting their values. *Agricultural Science*, 2 (1), 37–47. <https://doi.org/10.12735/as.v2i1p37>
2. Khan, T. A., & Zafar, F. (2005). Haematological study in response to varying doses of estrogen in broiler chicken. *International Journal of Poultry Science*, 4 (10), 748–751. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.748.751>
3. Kubkomawa, I. H., Tizhe, M. A., Emenalom, O. O., & Okoli, I. C. (2015). Handling, reference value and usefulness of blood biochemical of indigenous pastoral cattle in tropical Africa: A review. *Dynamic Journal of Animal Science and Technology*, 1 (2), 18–27.
4. Epe, C. (2009). Intestinal Nematodes: Biology and Control. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 39 (6), 1091–1107. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2009.07.002>
5. Riggio, F., Mannella, R., Ariti, G., & Perrucci, S. (2013). Intestinal and lung parasites in owned dogs and cats from central Italy. *Veterinary Parasitology*, 193 (1–3), 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.11.026>
6. Overgaauw, P. A. M., & Nelderland, V. (1997). Aspects of Toxocara Epidemiology: Toxocarosis in dogs and cats. *Critical Reviews in Microbiology*, 23 (3), 233–251. <https://doi.org/10.3109/10408419709115138>
7. Reinemeyer, C. R. (2016). Formulations and clinical uses of pyrimidine compounds in domestic animals. *Pyrantel Parasiticide Therapy in Humans and Domestic Animals*, 67–107. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801449-3.00015-6>
8. Payne-Johnson, M., Maitland, T. P., Sherington, J., Shanks, D. J., Clements, P. J. M., Murphy, M. G., McLoughlin, A., Jernigan, A. D., & Rowan, T. G. (2000). Efficacy of selamectin administered topically to pregnant and lactating female dogs in the treatment and prevention of adult roundworm (*Toxocara canis*) infections and flea (*Ctenocephalides felis felis*) infestations in the dams and their pups. *Veterinary Parasitology*, 91 (3–4), 347–358. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(00\)00304-6](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(00)00304-6)
9. Court, J. P., Martin-Short, M., & Lees, G. M. (1986). A comparison of the response of *Dipetalonema viteae* and *Brugia pahangi* adult worms to antifilarial agents *in vitro*. *Tropical Medicine and Parasitology*, 37 (4), 375–380.
10. Sharma, M. C., & Pachauri, S. P. (1981). Blood cellular and biochemical studies in canine dirofilariasis. *Veterinary Research Communications*, 5 (1), 295–300. <https://doi.org/10.1007/bf02214997>

11. Ziegler, C., Käufer-Weiss, I., & Zahner, H. (1991). On the Pathogenesis of Anaemia and Leukopenia in Filarial (*Litomosoides carinii*) Infection of *Mastomys natalensis*. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 38 (1–10), 123–134. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1991.tb00855.x>
12. Niwetpathomwat, A., Kaewthamasorn, M., Tiawwirup, S., Techangamsuwan, S., & Suvarnavibhaja, S. (2007). A retrospective study of the clinical hematology and the serum biochemistry tests made on canine dirofilariasis cases in an animal hospital population in Bangkok, Thailand. *Research in Veterinary Science*, 82 (3), 364–369. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2006.09.002>
13. Niwetpathomwat, A., Assarasakorn, S., Techangamsuwan, S., Suvarnavibhaja, S., & Kaewthamasorn, M. (2006). Canine dirofilariasis and concurrent tick-borne transmitted diseases in Bangkok, Thailand. *Comparative Clinical Pathology*, 15 (4), 249–253. <https://doi.org/10.1007/s00580-006-0637-z>
14. Shafqaat, A., Butt, A. A., Muhammad, G., Athar, M., & Khan, M. Z. (2004). Haemato-biochemical studies on the haemoparasitized camels. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6 (2), 331–334.
15. Kitagawa, H., Kitoh, K., Iwasaki, T., & Sasaki, Y. (1997). Comparison of laboratory data in dogs with heartworm caval syndrome surviving and nonsurviving after surgical treatment. *Journal of Veterinary Medical Science*, 59 (7), 609–611. <https://doi.org/10.1292/jvms.59.609>
16. Moustafa, A. M., Agag, B., Esmat, M., & Selim, A. M. (1991). Studies on filariasis in Egyptian buffaloes. III. Clinical observations and electrophoretic patterns in sera of naturally infested buffaloes with microfilaria before and after treatment with stipophon. *Zagazig Veterinary Journal*, 19, 583–595.
17. Sharma, M. C., & Joshi, C. (2002). Serum mineral and haematobiochemical profile of microfilariae infected cattle in India: Its effects on production and therapy. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 15 (3), 357–365. <https://doi.org/10.5713/ajas.2002.357>
18. Safwat, M. S., & El-Abdin, Y. Z. (1982). Some biochemical studies on the serum of infested and non-infested camels with *Dipetalonema evansi*. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 19, 141–145.
19. Silvestrini, P., Zoia, A., Planellas, M., Roura, X., Pastor, J., Cerón, J. J., & Caldin, M. (2013). Iron status and C-reactive protein in canine leishmaniasis. *Journal of Small Animal Practice*, 55 (2), 95–101. <https://doi.org/10.1111/jsap.12172>
20. Cerón, J. J., Eckersall, P. D., & Martínez-Subiela, S. (2005). Acute phase proteins in dogs and cats: current knowledge and future perspectives. *Veterinary Clinical Pathology*, 34 (2), 85–99. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.2005.tb00019.x>
21. Mukorera, V., Dvir, E., van der Merwe, L. L., & Goddard, A. (2011). Serum C-reactive protein concentration in benign and malignant canine Spirocerosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 25 (4), 963–966. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2011.0733.x>
22. Schmidt, E. M. S., Tvarijonavičiute, A., Martínez-Subiela, S., Cerón, J. J., & Eckersall, P. D. (2016). Changes in biochemical analytes in female dogs with subclinical *Ancylostoma* spp. infection. *BMC Veterinary Research*, 12 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0833-2>
23. Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). Laboratory methods of research in biology, animal husbandry and veterinary medicine. Spolom, Lviv

ORCID

D. Kryvoruchenko 
V. Yevstafieva 

<https://orcid.org/0000-0002-2044-8019>
<https://orcid.org/0000-0003-4809-2584>



2025 Kryvoruchenko D. and Yevstafieva V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.