

**Morphological and biochemical blood parameters in rats during experimental toxocariasis**I. Tokar<sup>1</sup> | V. Stybel<sup>2</sup> | B. Gutyj<sup>1</sup>✉**Article info**

Correspondence Author

B. Gutyj

E-mail:

[bvh@ukr.net](mailto:bvh@ukr.net)

<sup>1</sup> Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Pekarska St., 50, Lviv, 79010, Ukraine

<sup>2</sup> State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Donetska Str., 11, Lviv, 79000, Ukraine

**Citation:** Tokar, I., Stybel, V., & Gutyj, B. (2025). Morphological and biochemical blood parameters in rats during experimental toxocariasis. *Scientific Progress & Innovations*, 28(4), 122–126. doi: 10.31210/spi2025.28.04.17

Toxocariasis is one of the most widespread parasitic diseases, characterized by a complex pathogenesis, prolonged course, and systemic damage to the organs and tissues of the host organism. Migration of *Toxocara* larvae is accompanied by mechanical tissue injury, development of inflammatory reactions, immune disturbances, and metabolic disorders, which results in significant alterations in the functional state of the hematopoietic system and internal organs, primarily the liver. In this regard, the study of morphological and biochemical blood parameters as informative markers of pathophysiological processes under parasitic invasion conditions is of particular relevance. The aim of the study was to investigate the effect of experimental toxocariasis on morphological and biochemical blood parameters in white rats in order to assess changes in the hematopoietic system, functional state of the liver, and the nature of the inflammatory response. The study was conducted on sexually mature male white rats weighing 150–180 g, maintained under standard vivarium conditions. The animals were divided into a control group and an experimental group, with 10 individuals in each group. Rats in the experimental group were infected orally with invasive *Toxocara canis* eggs at a dose of 30 eggs per 1 g of body weight. On the 14th day after infection, blood samples were collected to determine morphological and biochemical blood parameters using generally accepted methods. The results demonstrated that the development of experimental toxocariasis in rats was accompanied by pronounced changes in the morphological composition of the blood. In particular, a significant decrease in erythrocyte count and hemoglobin level was detected, indicating the development of anemic syndrome and suppression of bone marrow hematopoietic function. Analysis of erythrocyte indices revealed an imbalance in erythropoiesis processes. At the same time, leukocytosis was observed in the blood of infected animals, accompanied by characteristic shifts in the leukogram, including a decrease in lymphocyte count, an increase in the proportion of neutrophils and monocytes, and marked eosinophilia, which is a typical feature of parasitic invasions. Biochemical studies showed that toxocariasis invasion adversely affects the functional state of the liver. In the blood of rats from the experimental group, a decrease in total protein and albumin levels was observed, indicating suppression of the protein-synthesizing function of the liver. Simultaneously, a significant increase in alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase activity was recorded, reflecting the development of cytolytic syndrome and hepatocyte damage. An increased concentration of urea in the blood of infected rats indicates the presence of an inflammatory process and disturbances in nitrogen metabolism. Thus, the development of experimental toxocariasis in white rats is accompanied by complex morphofunctional disorders of the blood system and liver, reflecting the systemic nature of the pathological process.

**Keywords:** parasitology, toxocariasis, *Toxocara canis*, experimental invasion, morphological blood parameters, biochemical blood parameters, liver, rats.

**Морфологічні та біохімічні показники крові щурів за розвитку експериментального токсокарозу**I. В. Токар<sup>1</sup> | В. В. Стибель<sup>2</sup> | Б. В. Гутий<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, м. Львів, Україна

Токсокароз є одним із поширених паразитарних захворювань, що характеризується складним патогенезом, тривалим перебігом та системним ураженням органів і тканин організму хазяїна. Міграція личинок токсокар супроводжується механічним пошкодженням тканин, розвитком запальних реакцій, імунних зрушень та метаболічних порушень, що зумовлює істотні зміни функціонального стану кровотворної системи та внутрішніх органів, передусім печінки. У зв'язку з цим актуальним є вивчення морфологічних і біохімічних показників крові як інформативних маркерів патофізіологічних процесів за умов паразитарної інвазії. Метою роботи було вивчити вплив експериментального токсокарозу на морфологічні та біохімічні показники крові білих щурів з метою оцінки змін у системі кровотворення, функціонального стану печінки та характеру запальної відповіді організму. Дослідження проводили на білих статево-зрілих щурах-самцях масою тіла 150–180 г, яких утримували у стандартних умовах віварію. Тварин було розподілено на контрольну та дослідну групи по 10 особин у кожній. Щурів дослідної групи інвазували інвазійними яйцями *Toxocara canis* у дозі 30 яєць на 1 г маси тіла шляхом перорального введення. На 14-ту добу після інвазування проводили відбір зразків крові для визначення морфологічних та біохімічних показників крові згідно загальноприйнятих методик. У результаті досліджень встановлено, що розвиток експериментального токсокарозу у щурів супроводжується вираженими змінами морфологічного складу крові. Зокрема, виявлено вірогідне зниження кількості еритроцитів і рівня гемоглобіну, що свідчить про розвиток анемічного синдрому та пригнічення кровотворної функції кісткового мозку. Аналіз еритроцитарних індексів вказує на дисбаланс процесів еритропоезу. Водночас у крові інвазованих тварин встановлено лейкоцитоз, що супроводжувався характерними зрушеннями у лейкограмі: зменшенням кількості лімфоцитів, збільшенням частки нейтрофілів і моноцитів та вираженою еозінофілією, що є типовою ознакою паразитарних інвазій. Біохімічні дослідження показали, що токсокарозна інвазія негативно впливає на функціональний стан печінки. У крові щурів дослідної групи встановлено зниження рівня загального протеїну та альбумінів, що свідчить про пригнічення протеїнсинтезуальної функції печінки. Одночасно відзначено вірогідне підвищення активності аланінамінотрансферази та аспаратамінотрансферази, що вказує на розвиток цитолітичного синдрому та ушкодження гепатоцитів. Зростання концентрації сечовини у крові інвазованих щурів свідчить про розвиток запального процесу та порушення азотистого обміну в організмі. Отже, розвиток експериментального токсокарозу у білих щурів супроводжується комплексними морфофункціональними порушеннями з боку системи крові та печінки, що відображає системний характер патологічного процесу.

**Ключові слова:** паразитологія, токсокароз, *Toxocara canis*, експериментальна інвазія, морфологічні показники крові, біохімічні показники крові, печінка, щури.

**Бібліографічний опис для цитування:** Токар І. В., Стибель В. В., Гутий Б. В. Морфологічні та біохімічні показники крові щурів за розвитку експериментального токсокарозу. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (4). С. 122–126.

## Вступ

Паразитарні інвазії залишаються однією з актуальних проблем сучасної ветеринарної медицини, біології та медицини, оскільки вони широко поширені серед тварин і людини та супроводжуються значними порушеннями гомеостазу організму [1–3, 25]. Особливе місце серед нематодозів з екзогенним циклом розвитку займає токсокароз, який характеризується складним патогенезом, тривалим перебігом та системним ураженням органів і тканин [4–6, 26]. Інвазія супроводжується міграцією личинок, розвитком запальних реакцій, імунопатологічних процесів та метаболічних порушень, що зумовлює істотні зміни функціонального стану організму хазяїна [7–10, 24, 31].

Відомо, що за умов токсокарозу личинки токсокарозної інвазії мігрують різні органи та тканини, зокрема печінку, легені, серце, селезінку, м'язи та центральну нервову систему [11, 14, 18, 23]. У процесі міграції вони спричиняють механічне ушкодження тканин, а також чинять токсичну та сенсibiliзуючу дію за рахунок виділення метаболітів і продуктів розпаду [12, 15, 17]. Це призводить до активації запальних процесів, порушення функцій органів детоксикації, зсувів у системі кровотворення та розвитку імунної відповіді, що часто має алергічний характер [16, 20, 27].

Кров як одна з найчутливіших систем організму швидко реагує на вплив патогенних факторів, у тому числі паразитарної природи. Зміни морфологічних показників крові відображають стан еритропоезу, лейкопоезу та імунної реактивності організму, тоді як біохімічні показники дозволяють оцінити функціональний стан внутрішніх органів, передусім печінки, яка відіграє ключову роль у процесах детоксикації, синтезу білків плазми крові та регуляції обміну речовин. За умов паразитарних інвазій порушення протеїнсинтезувальної функції печінки, розвиток цитолітичного синдрому та зміни активності ферментів є одними з найбільш інформативних показників тяжкості патологічного процесу [28, 30].

Незважаючи на значну кількість наукових праць, присвячених токсокарозу, питання комплексної оцінки морфологічних і біохімічних змін крові за умов експериментальної інвазії залишаються актуальними. Особливо важливим є використання лабораторних тварин як адекватної біологічної моделі для поглибленого вивчення патогенезу захворювання, що дозволяє простежити механізми розвитку анемічного синдрому, запальної реакції, імунних зрушень та функціональних порушень печінки.

У цьому контексті вивчення змін морфологічних і біохімічних показників крові білих щурів за умов експериментального токсокарозу є доцільним та науково обґрунтованим. Отримані результати сприятимуть глибшому розумінню патофізіологічних механізмів дії токсокар на організм хазяїна, а також можуть бути використані для розробки підходів до ранньої діагностики, оцінки тяжкості перебігу інвазії та ефективності лікувально-профілактичних заходів.

## Мета дослідження

Дослідити вплив експериментального токсокарозу на морфофункціональний стан крові та печінки білих щурів.

## Матеріали і методи

Дослідження проводилися на білих статевозрілих молодих щурах-самцях лінії Вістар масою тіла 150–180 г, яких утримували в інститутському віварії Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок. Протягом усього експерименту щурів годували збалансованим раціоном, який включав усі необхідні складові. Вони мали необмежений доступ до питної води з скляних поїлок об'ємом 0,2 літра.

Для дослідження було відібрано 20 білих нелінійних щурів-самців живою масою 150–180 г. Тварин було розділено на 2 групи по 10 особин у кожній: контрольну і дослідну. Щурів дослідної групи заражали в дозі 30 інвазійних яєць *T. canis* на 1 г маси тіла тварини. Суміш яєць в 2 % крохмальному гелі із відповідною концентрацією в об'ємі 0,2 мл вводили тваринам за допомогою металевго зонда.

Зараження тварин інвазійними яйцями проводили індивідуально, перорально за допомогою металевго зонда. Для отримання інвазійного матеріалу від токсокар виділяли яйця з калу, які в подальшому культивували у чашках Петрі в 2 %-му розчині хлористоводневої кислоти на ізотонічному розчині натрію хлориду при температурі 30 °C. Морфологічні та біохімічні показники крові щурів досліджували через 14 діб від зараження [29].

Усі маніпуляції з тваринами проводили відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Страсбург, 1986 р.).

Статистичне опрацювання показників проводили з допомогою стандартних комп'ютерних програм (Statistica Version 6, StatSoft, Inc., SPSS Statistics 17.0) з визначенням середнього арифметичного ( $M$ ) та стандартної похибки середньої арифметичної ( $m$ ). В усіх випадках вірогідними вважали відмінності між групами за умови значення ймовірності  $P < 0,05$  (ANOVA).

## Результати та їх обговорення

За умов експериментального токсокарозу у крові щурів дослідної групи встановлено зниження кількості еритроцитів на 29,8 % ( $P < 0,001$ ), рівня гемоглобіну – на 25,2 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольною групою. Зменшення кількості еритроцитів і зниження рівня гемоглобіну вказує про пригнічення кровотворної функції кісткового мозку у дослідних щурів, що зумовлено впливом метаболітів личинок токсокар, а також продуктами руйнування тканин, які утворюються внаслідок їх міграції в організмі (*табл. 1*).

**Таблиця 1**

Морфологічні показники крові щурів за розвитку експериментального токсокарозу ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )

Показники	Групи тварин	
	контрольна	дослідна
Гемоглобін, г/л	132,4±10,7	99,1±9,3*
Еритроцити, Т/л	6,58±0,14	4,62±0,15***
Гематокрит, %	33,6±1,34	32,1±1,08
Середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті, пг	20,12±1,24	21,45±1,26
Концентрація гемоглобіну в еритроциті, г/100 мл	39,4±1,41	30,9±1,37***
Лейкоцити, Г/л	7,82±0,36	10,68±0,55**
Лімфоцити, %	77,9±2,1	60,1±1,7***
Нейтрофіли, %	18,8±1,3	27,4±1,6***
Моноцити, %	1,36±0,05	2,85±0,06***
Еозинофіли, %	1,94±0,14	9,65±0,32***

Примітки: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи –  $P<0,05$ -\*;  $P<0,01$ -\*\*;  $P<0,001$ -\*\*\*.

Щодо визначення індексів червоної крові встановлено, що середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті вірогідно зріс на 6,8 %, тоді як концентрація гемоглобіну в еритроциті у крові щурів дослідної групи знизилася відповідно на 21,6 % ( $P<0,001$ ) порівняно з контрольною групою. У дослідній групі щурів встановлено збільшення гематокритної величини до 32,1±1,08 %, тоді як у контрольній групі даний показник становив 33,6±1,34 %.

При дослідженні кількості лейкоцитів встановлено, що у крові тварин дослідної групи досліджувані показники зріс до 10,68±0,55 Г/л ( $P<0,01$ ), тоді як у контрольній групі тварин даний показник становив 7,82±0,36 Г/л. Лейкоцитоз у інвазованих щурів пов'язаний із дією продуктів тканинного катаболізму, що надходять у кров при механічному пошкодженні личинками, а також із впливом токсинів паразитів, які стимулюють лейкопоз.

Проведений нами аналіз лейкограми крові білих щурів показав, що експериментальне інвазування збудником токсокарозу тварин привело до вірогідного зниження числа лімфоцитів до 50,1±1,7 % ( $P<0,001$ ). Необхідно також відзначити що у щурів дослідної групи за розвитку експериментального токсокарозу, вірогідно зростає число нейтрофілів до 27,4±1,6 %, ( $P<0,001$ ), моноцитів – до 2,85±0,06 % ( $P<0,001$ ). Число еозинофілів у крові щурів дослідної групи також було високим і відповідно становило 9,65±0,32 %, тоді як у контрольній групі даний показник був значно нижчим і відповідно становив 1,94±0,14 %. Збільшення числа еозинофілів у крові дослідної групи щурів є характерним для гельмінтозів.

У щурів, заражених інвазійними яйцями токсокар, встановлено пригнічення протеїнсинтезувальної функції печінки, на що вказує зниження рівня загального протеїну у їх крові на 16,3 % ( $P<0,05$ ) порівняно з контролем. При дослідженні рівня альбумінів у крові щурів дослідної групи встановлено аналогічні зміни, як і при дослідженнях загального протеїну. Так, рівень альбумінів у крові щурів дослідної групи знизився до 17,9±0,8 г/л ( $P<0,001$ ), тоді як у контрольній групі даний показник

був значно вищим і відповідно становив 23,2±0,9 г/л (табл. 2).

При дослідженні функціонального стану печінки щурів за розвитку експериментального токсокарозу встановлено підвищення активності амінотрансфераз у їх сироватці крові. Так, активність аланінаміно-трансферази у сироватці крові інвазованих щурів підвищилася на 52,9 % ( $P<0,001$ ), а активність аспартатамінотрансферази – на 29,3 % ( $P<0,05$ ) порівняно з контрольною групою.

**Таблиця 2**

Біохімічні показники крові щурів за розвитку експериментального токсокарозу ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )

Показники	Групи тварин	
	контрольна	дослідна
Загальний протеїн, г/л	66,1±3,4	55,3±1,6*
Альбуміни, г/л	23,2±0,9	17,9±0,8***
АлАт, од/л	78,3±4,1	119,7±5,1***
АсАт, од/л	212,4±19,7	274,7±15,4*
ЛФ, од/л	290,3±21,6	302,6±23,5
Сечовина, ммоль/л	5,67±0,29	6,21±0,30

Примітки: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи –  $P<0,05$ -\*;  $P<0,001$ -\*\*\*.

Щодо визначення активності лужної фосфатази у сироватці крові щурів контрольної і дослідної груп встановлено, що активність ензиму дещо вищою була у щурів дослідної групи, де відповідно становила 302,6±23,5 од/л, а у сироватці крові щурів контрольної групи даний показник становив 290,3±21,6 од/л.

Концентрація сечовини у крові щурів дослідної групи за умов експериментального токсокарозу перевищувала фізіологічні величини, що було клінічною ознакою розвитку запального процесу в організмі тварин. Так, концентрація сечовини у крові інвазованих щурів зросла на 9,5 %, відносно показників контрольної групи.

## Висновки

1. Експериментальний токсокароз у щурів супроводжується розвитком анемічного синдрому, що підтверджується зниженням кількості еритроцитів та рівня гемоглобіну, що вказує про пригнічення кровотворної функції кісткового мозку під впливом метаболітів личинок токсокар та продуктів тканинного катаболізму. Аналіз еритроцитарних індексів вказує на дисбаланс у системі еритропоезу. Спостерігається вірогідне зростання середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті при одночасному зниженні концентрації гемоглобіну в еритроциті. В інвазованих щурів встановлено лейкоцитоз, який зумовлений стимуляцією лейкопоезу токсинами токсокар. Це супроводжується вираженими зрушеннями у лейкограмі: зниженням рівня лімфоцитів, збільшенням числа сегментоядерних нейтрофілів, моноцитів та значною еозинофілією, що є характерною ознакою паразитарних інвазій.

2. Інвазія токсокарами негативно впливає на протеїнсинтезувальну функцію печінки, що проявляється зниженням вмісту загального протеїну та рівня

альбумінів у їх крові. Біохімічні дослідження вказують на розвиток цитолітичного синдрому у печінці інвазованих щурів: активність аланін-амінотрансферази зросла на 52,9%, а аспартат-амінотрансферази – на 29,3% порівняно з контролем, що є ознакою ушкодження гепатоцитів. У щурів дослідної групи спостерігається підвищення концентрації сечовини у крові на 9,5%, що вказує на розвиток запального процесу та порушення азотистого обміну в організмі.

### Конфлікт інтересів




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

### References

- Ardekani, A., Roshanshad, A., Hosseini, S. A., Magnaval, J.-F., Abdollahi, A., & Rostami, A. (2021). Toxocariasis-associated urinary system diseases: a systematic review of reported cases. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 116 (7), 668–672. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trab177>
- Auer, H., & Walochnik, J. (2020). Toxocariasis and the clinical spectrum. *Advances in Parasitology*, 109, 111–130. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.005>
- Beirumvand, M., Rafiei, A., Razmjou, E., & Maraghi, S. (2018). Multiple zoonotic helminth infections in domestic dogs in a rural area of Khuzestan Province in Iran. *BMC Veterinary Research*, 14 (1), 224. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1529-6>
- Chidumayo, N. N. (2020). Prevalence of Toxocara in dogs and cats in Africa. *Advances in Parasitology*, 109, 861–871. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.032>
- Dantas-Torres, F. (2020). Toxocara prevalence in dogs and cats in Brazil. *Advances in Parasitology*, 109, 715–741. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.028>
- Daryani, A., Sharif, M., Amouei, A., & Gholami, S. (2009). Prevalence of Toxocara canis in stray dogs, northern Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 12 (14), 1031–1035. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2009.1031.1035>
- Deplazes, P., van Knapen, F., Schweiger, A., & Overgaauw, P. A. (2011). Role of pet dogs and cats in the transmission of helminthic zoonoses in Europe, with a focus on echinococcosis and toxocarosis. *Veterinary Parasitology*, 182 (1), 41–53. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.014>
- Despommier, D. (2003). Toxocariasis: clinical aspects, epidemiology, medical ecology, and molecular aspects. *Clinical Microbiology Reviews*, 16 (2), 265–272. <https://doi.org/10.1128/CMR.16.2.265-272.2003>
- Dietrich, C. F., Cretu, C., & Dong, Y. (2020). Imaging of toxocariasis. *Advances in Parasitology*, 109, 165–187. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.03.001>
- Fenoy, S., Ollero, M. D., Guillén, J. L., & del Aguila, C. (2001). Animal models in ocular toxocariasis. *Journal of Helminthology*, 75, 119–124.
- Fialho, P. M., & Corrêa, C. R. (2016). A Systematic review of toxocariasis: A neglected but high-prevalence disease in Brazil. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 94 (6), 1193–1199. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0733>
- Jenkins, E. J. (2020). Toxocara spp. in dogs and cats in Canada. *Advances in Parasitology*, 109, 641–653. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.026>
- Ketzis, J. K., & Lucio-Forster, A. (2020). Toxocara canis and Toxocara cati in domestic dogs and cats in the United States, Mexico, Central America and the Caribbean: A review. *Advances in Parasitology*, 109, 655–714. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.027>
- Li, H. Y., Zou, Y., Elsheikha, H. M., Xu, Y., Cai, L., Xie, S. C., Zhu, X. Q., & Zheng, W. B. (2022). Lipidomic changes in the liver of beagle dogs associated with Toxocara canis infection. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12, 890589. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.890589>
- López-Osorio, S., Penagos-Tabares, F., & Chaparro-Gutiérrez, J. J. (2020). Prevalence of Toxocara spp. in dogs and cats in South America (excluding Brazil). *Advances in parasitology*, 109, 743–778. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.029>
- Mazur-Melewska, K., Mania, A., Sluzewski, W., & Figlerowicz, M. (2020). Clinical pathology of larval toxocariasis. *Advances in Parasitology*, 109, 153–163. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.004>
- Mengarda, A. C., Silva, T. C., Silva, A. S., Roquini, D. B., Fernandes, J. P. S., & de Moraes, J. (2023). Toward anthelmintic drug candidates for toxocariasis: Challenges and recent developments. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 251, 115268. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2023.115268>
- Miller, A. D. (2020). Pathology of larvae and adults in dogs and cats. *Advances in Parasitology*, 109, 537–544. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.024>
- Nicoletti, A. (2013). Toxocariasis. *Handbook of Clinical Neurology*, 114, 217–228. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53490-3.00016-9>
- Nijse, R., Ploeger, H. W., Wagenaar, J. A., & Mughini-Gras, L. (2015). Toxocara canis in household dogs: prevalence, risk factors and owners' attitude towards deworming. *Parasitology Research*, 114 (2), 561–569. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-4218-9>
- Overgaauw, P. A. (1997). Aspects of Toxocara epidemiology: toxocarosis in dogs and cats. *Critical Reviews in Microbiology*, 23 (3), 233–251. <https://doi.org/10.3109/10408419709115138>
- Overgaauw, P., & Nijse, R. (2020). Prevalence of patent Toxocara spp. infections in dogs and cats in Europe from 1994 to 2019. *Advances in Parasitology*, 109, 779–800. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.030>
- Said, W. S., Stybel, V. V., Gutyj, B. V., Pryima, O. B., & Mazur, I. Y. (2020). Protein-synthesizing function and functional state of the liver of dogs at experimental toxocariasis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22 (98), 132–137. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9823>
- Said, W. S., Stybel, V. V., Gutyj, B. V., Pryima, O. B., Sobolta, A. G., Leskiv, K. Y., & Dytiuk, M. P. (2020). The state of the immune system of dogs in experimental toxocariasis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3 (3), 20–24. <https://doi.org/10.32718/ujvas-3-04>
- Stybel, V. V., Gutyj, B. V., & Said, W. S. (2021). Effect of fenbenzyl and fenbendazole on peroxide intensity oxidation of lipids in the blood of dogs in experimental toxocariasis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23 (101), 107–112. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10118>
- Stybel, V. V., Gutyj, B. V., Gufriy, D. F., Slivinska, L. G., Kushnir, I. M., Kushnir, V. I., Prijma, O. B., Said, W. S., & Guta, Z. A. (2021). The effect of fenbenzyl and fenbendazole on the morphological parameters of the blood of dogs, with experimental infestation with the pathogen Toxocariasis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23 (104), 148–155. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10424>
- Tokar, I. V., Stybel, V. V., & Gutyj, B. V. (2024). Intensity of lipid peroxidation processes in the blood of dogs infected with the causative agent of toxocariasis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (115), 64–69. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11509>
- Tokar, I. V., Stybel, V. V., Gutyj, B. V., & Honcharov, O. L. (2024). The state of the system of antioxidant protection of the body of dogs during toxocariasis invasion. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 7 (2), 60–66. <https://doi.org/10.32718/ujvas7-2-09>
- Vlizio, V. V., Fedoruk, R. S., Ratyck, I. B., Vishchur, O. I., Sharan, M. M., Vudmaska, I. V., Fedorovych, Y. I., Ostapiv, D. D., Stapai, P. V., Buchko, O. M., Hunchak, A. V., Salyha, Y. T., Stefanyshyn, O. M., Hevkan, I. I., Lesyk, Y. V., Simonov, M. R., Nevostruieva, I. V., Khomyh, M. M., Smolianinov, K. B., Havryliak, V. V., Kolisnyk, H. V., Petrukh, I. M., Broda, N. A., Luchka, I. V., Kovalchuk, I. I., Kropyvka, S. Y., Paraniak, N. M., Tkachuk, V. M., Khrabko, M. I., Shtapenko, O. V., Dzen, Y. O., Maksymovych, I. Y., Fedorovych, V. V., Yuskiv, L. L., Dolaichuk, O. P., Ivanytska, L. A., Cirko, Y. M., Kystiv, V. O., Zahrebelnyi, O. V., Simonov, R. P., Stoianovska, H. M., Kyryliv B. Y., Kuziv, M. I., Maior, K. Y., Kuzmina, N. V., Talokha, N. I., Lisna, B. B., Klymyshyn, D. O., Chokan, T. V., Kaminska, M. V., Kozak, M. R., Oliinyk, A. V., Holova, N. V., Dubynskiy, V. V., Iskra, R. Y., Ravis, Y. F., Tsepko, N. L., Kyshko, V. I., Oleksiuk, N. P., Denys, H. H., Slyvchuk, Y. I., & Martyn, Y. V. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen' u biolohiyi, tvarynytsvi ta vetrynarniy medytsyni*. Spolom: Lviv [in Ukrainian]

30. Woodruff, A. W. (1987). Toxocariasis. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 80 (12), 785.  
<https://doi.org/10.1177/014107688708001230>
31. Zheng, W. B., Zou, Y., Liu, G. H., & Zhu, X. Q. (2020). Epidemiology of *Toxocara* spp. in dogs and cats in mainland China, 2000-2019. *Advances in Parasitology*, 109, 843–860.  
<https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.031>

#### ORCID

- I. Tokar  <https://orcid.org/0009-0005-3400-5509>  
V. Stybel  <https://orcid.org/0000-0002-0285-6182>  
B. Gutyj  <https://orcid.org/0000-0002-5971-8776>



2025 by the author(s). 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.