

Diagnostic efficiency of coproovoscopy methods in the detection of strongylid eggs in the digestive tract of sheep

O. Natiahlyi✉

Article info

Correspondence Author

O. Natiahlyi

E-mail:

natyahlyy2@gmail.com

Poltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine**Citation:** Natiahlyi, O. (2026). Diagnostic efficiency of coproovoscopy methods in the detection of strongylid eggs in the digestive tract of sheep. *Scientific Progress & Innovations*, 29(2), 60–64. doi: 10.31210/spi2026.29.02.09

Gastrointestinal nematodes, in particular strongylidosis, lead to economic losses in livestock farms due to the negative impact of parasites on the body of ruminants, where, depending on the type of strongylids, they can cause anemia, diarrhea, weight loss, reduced productivity, and death. For laboratory diagnostics of strongylidosis of the digestive tract in animals, well-known flotation methods based on the microscopic detection of eggs are used. However, their sensitivity varies significantly, which can lead to a decrease in the effectiveness of diagnostic measures. The aim of the research was to investigate, in a comparative aspect, the sensitivity and effectiveness of known methods of coproovoscopy for strongylidosis of the digestive tract of sheep. Four flotation methods were tested under experimental conditions, namely: Dakhno's (with bischofite), Sorokova's (with a mixture of calcium and ammonium nitrate solutions), Starodub's (with a mixture of sugar and calcium nitrate solutions), and Petrenko's (with a mixture of calcium nitrate, sugar, and table salt solutions) with exposure times of 5, 10, and 15 minutes. The conducted studies established that all tested methods of coproovoscopy are sensitive and allow for the detection of 100 % of positive samples. At the same time, the most effective method, which allows for the isolation of the largest number of strongylid eggs from the digestive tract of sheep, was the Petrenko's method. With its use and an exposure of stool samples for 5 minutes, the intensity of strongylidosis exceeded the effectiveness of the Dakhno's method by 32.3 %, Sorokova's by 19.4 %, and Starodub's by 8.8 %. With exposures of 10 and 15 minutes, the effectiveness of the Petrenko's method exceeded the indicators of animal invasion by strongylids of the digestive tract obtained using the Dakhno's method by 36.1 % and 30.2 %, Sorokova's by 26.3 % and 22.5 %, and Starodub's by 19.5 % and 16.9 %, respectively. The obtained research results allow us to recommend the method where a mixture of calcium nitrate, sugar, and table salt solutions is used as a flotation fluid for effective intravital laboratory diagnostics of strongylidosis of the digestive tract in sheep.

Keywords: parasitology, sheep, strongylidosis, intravital diagnostics, coproovoscopy, efficiency.

Діагностична ефективність способів копроовоскопії під час виявлення яєць стронгілід травного тракту у овець

О. М. Натяглий

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Шлунково-кишкові нематодози, зокрема стронгіліди, призводять до економічних збитків тваринницьким господарствам унаслідок негативного впливу паразитів на організм жуйних. Залежно від виду стронгілід вони можуть спричинити анемію, діарею, втрату ваги, зниження продуктивності та загибель. Для лабораторної діагностики стронгілідозів травного тракту у тварин використовують загальновідомі способи флотації, які включають мікроскопічне виявлення яєць, і чутливість яких значно різниться, що може призвести до зниження ефективності проведення діагностичних заходів. Метою досліджень було дослідити у порівняльному аспекті чутливість та ефективність відомих способів копроовоскопії за стронгілідозів травного тракту овець. В експериментальних умовах проведено випробування чотирьох методів флотації, а саме: Дахна (із бішофітом), Сорокової (із сумішшю розчинів кальцієвої та аміачної селітри), Стародуба (із сумішшю розчинів цукру та кальцієвої селітри), Петренка (із сумішшю розчинів кальцієвої селітри, цукру та кухонної солі) за експозицій 5, 10 та 15 хвилин. Проведеними дослідженнями встановлено, що всі випробувані способи копроовоскопії є чутливими та дозволяють виявляти 100 % позитивних проб. Водночас найбільш ефективним способом, який дозволяє виділити найбільшу кількість яєць стронгілід травного тракту у овець, виявився спосіб Петренка. За його використання та експозицій копропроб 5 хв показники інтенсивності стронгілідозної інвазії перевищували результативність способів Дахна – на 32,3 %, Сорокової – на 19,4 %, Стародуба – на 8,8 %. За експозицій 10 та 15 хв ефективність способу Петренка перевищувала показники інвазованості тварин стронгілідами травного тракту, отримані за використання способів Дахна – на 36,1 та 30,2 %, Сорокової – на 26,3 та 22,5 %, Стародуба – на 19,5 та 16,9 % відповідно. Отримані результати досліджень дозволяють рекомендувати спосіб, де в якості флотанту використовують суміш розчинів кальцієвої селітри, цукру та кухонної солі, для ефективної зажиттєвої лабораторної діагностики стронгілідозів травного тракту у овець.

Ключові слова: паразитологія, віці, стронгіліди, зажиттєва діагностика, копроовоскопія, ефективність.**Бібліографічний опис для цитування:** Натяглий О. М. Діагностична ефективність способів копроовоскопії під час виявлення яєць стронгілід травного тракту у овець. *Scientific Progress & Innovations*. 2026. № 29 (2). С. 60–64.

Вступ

Вівчарство є однією з найважливіших галузей сільського господарства в усьому світі [1]. Її рентабельність тісно пов'язана із ветеринарним благополуччям щодо інвазійних захворювань, особливо стронгілідозів травного тракту, де зараження тварин відбувається частіше на пасовищах [2, 3].

Значне поширення збудників стронгілід травного тракту серед жуйних тварин науковці пов'язують з декількома факторами. По-перше, було встановлено, що деякі дикі жуйні можуть виступати резервуарами паразитів, які, у свою чергу, можуть передаватися домашнім тваринам [4–6]. По-друге, було висловлено припущення, що зміна клімату може мати наслідки, які впливають на біологію передачі паразитів між дикими та домашніми тваринами. Наприклад, у випадку козулі (*Capreolus capreolus*) розширення популяцій і зміна середовища існування призвели до зміни ареалу хазяїна [7]. Загалом, з тенденцією до тепліших і вологих сезонів випасу це зрештою може призвести до збільшення зараженості паразитами домашніх жуйних [8].

Економічні втрати, спричинені гельмінтозами жуйних тварин, включають зменшення споживання корму та приросту живої ваги, збільшення частоти вибракування тварин, зниження продуктивності, а також витрати на лікування інвазованих тварин [9–11].

Дослідники зазначають, що найпоширенішими стронгілідами, що реєструються у дрібній рогатій худобі, є *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp., *Nematodirus* spp. та *Oesophagostomum* spp. [12–14]. Зокрема, на території фермерських господарств Ефіопії загальна поширеність стронгілідозів травного тракту серед дрібної рогатой худоби становила 51,4 %. Стронгілідози виявилися більш поширеними у овець (74,6–84,8 %), ніж у кіз (58,6–68,6 %). Вищу зараженість тварин паразитами ($P < 0,05$) реєстрували у середньогір'ї та високогір'ї, ніж у низовинах, а також у дощовий сезон, ніж у посушливий. Результати посмертного дослідження показали, що загальна поширеність шлунково-кишкових стронгілід становила 97,7 %, де ідентифіковано загалом 11 видів нематод, серед яких домінували *Trichostrongylus axei*, *Teladorsagia* spp., *Trichostrongylus colubriformis* та *Haemonchus contortus* [15].

Відомо, що копроовоскопічна діагностика, яка ґрунтується на виявленні яєць у фекаліях, є швидким методом виявлення паразитів у тварин [16]. Причому науковцями доведено тісну кореляцію між кількістю виявлених яєць паразитів у молодняку тварин і тяжкістю перебігу інвазії [17, 18]. Однак інші дослідження показують, що окремі способи копроовоскопічної діагностики не завжди відображають реальний стан навантаження паразитів на організм хазяїна [19].

Мета дослідження

Метою досліджень став аналіз у порівняльному аспекті чутливості та ефективності відомих способів

копроовоскопії за стронгілідозів травного тракту овець.

Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 2025–2026 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету та в умовах вівчарських господарств Полтавської області.

Для визначення діагностичної ефективності сучасних способів копроовоскопії за стронгілідозів травного тракту овець проведено експериментальне випробування чотирьох різних способів, а саме:

- Дахна (із бішофітом);
- Сорокової (із сумішшю розчинів кальцієвої та аміачної селітри – 1 : 1,5);
- Стародуба (із сумішшю розчинів цукру та кальцієвої селітри – 1 : 1);
- Петренка (із сумішшю розчинів кальцієвої селітри, цукру та кухонної солі – 1,0 : 1,0 : 0,5) [20–23].

Для дослідів використовували зразки фекалій від інвазованих стронгілідами травного тракту овець, що утримувалися у господарствах Полтавської області. Кожним способом було досліджено 14 зразків фекалій, а відстоювання фекальної суміші проводили за експозицій 5, 10 та 15 хв. Підрахунок кількості виявлених яєць стронгілід проводили у 1 г фекалій (яєць/г, ЯГФ).

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили визначенням середнього арифметичного (М), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (Р) з використанням методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що всі випробувані способи копроовоскопії є чутливими і дозволяють виявляти 100 % позитивних проб. Водночас показники діагностичної ефективності за кількістю виявлених яєць стронгілід травного тракту у овець залежно від випробуваних способів копроовоскопії значно різнилися. Найбільш ефективним способом, який дозволяв виділити найбільшу кількість яєць стронгілід травного тракту, виявився спосіб Петренка, де в якості флотанту використовують суміш розчинів кальцієвої селітри, цукру та кухонної солі. Зокрема, за його використання та експозиції 5 хв показники інтенсивності стронгілідозної інвазії перевищували результативність способу Дахна на 32,3 % ($54,9 \pm 16,2$ яєць/г, $P < 0,001$), способу Сорокової – на 19,4 % ($65,4 \pm 17,0$ яєць/г, $P < 0,05$) та способу Стародуба – на 8,8 % ($74,0 \pm 17,7$ яєць/г) (рис. 1).

За експозиції копропроб 10 хв, також, найвищі значення інтенсивності стронгілідозної інвазії виявлено за використання способу Петренка порівняно зі способами Дахна – на 36,1 % ($97,1 \pm 36,2$ яєць/г, $P < 0,001$), способу Сорокової – на 26,3 % ($112,0 \pm 30,5$ яєць/г, $P < 0,01$) та способу Стародуба – на 19,5 % ($74,0 \pm 17,7$ яєць/г, $P < 0,05$) (рис. 2).

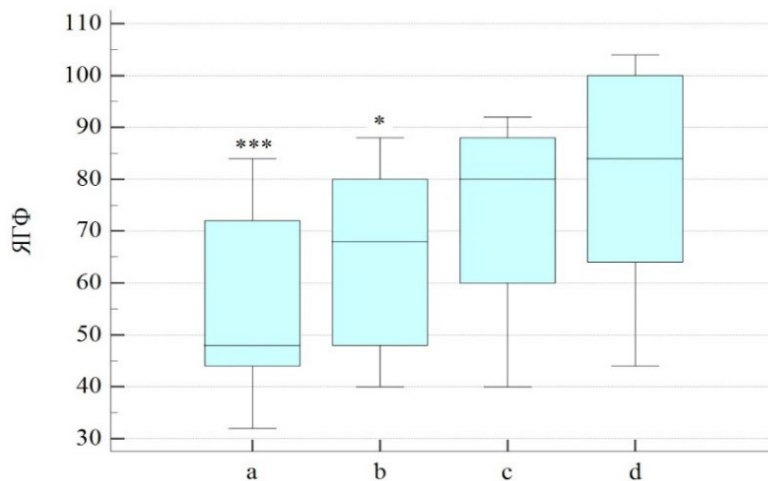


Рис. 1. Діагностична ефективність способів копроовоскопії за стронгілідозів травного тракту овець, експозиція 5 хв: а – спосіб Дахна; б – спосіб Сорокової; с – спосіб Стародуба; d – спосіб Петренка (n=14); *P<0,05, ***P<0,001 – порівняно зі способом d

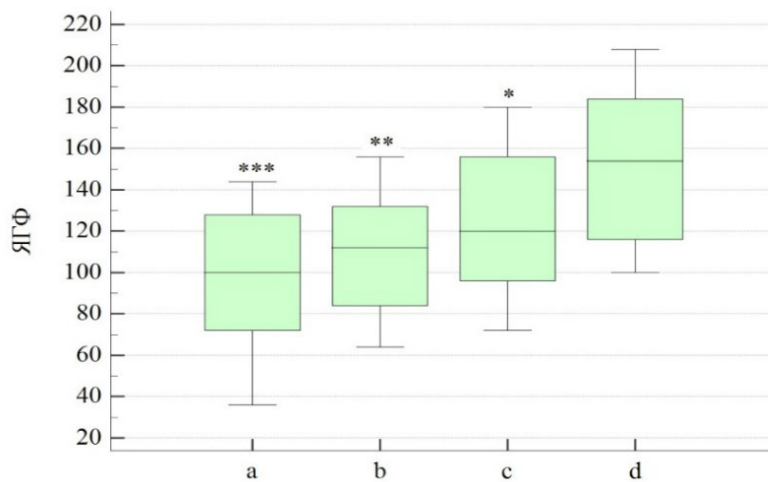


Рис. 2. Діагностична ефективність способів копроовоскопії за стронгілідозів травного тракту овець, експозиція 10 хв: а – спосіб Дахна; б – спосіб Сорокової; с – спосіб Стародуба; d – спосіб Петренка (n=14); *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001 – порівняно зі способом d

За експозиції копропроб 15 хв отримали аналогічні результати, як за експозицій 5 та 10 хв. Так, найвищі показники інтенсивності стронгілідозної інвазії виявлено за використання способу

Петренка порівняно зі способами Дахна – на 30,2 % ($149,7 \pm 31,2$ яєць/г, $P < 0,001$), способу Сорокової – на 22,5 % ($166,3 \pm 39,8$ яєць/г, $P < 0,01$) та способу Стародуба – на 16,9 % ($178,3 \pm 46,6$ яєць/г, $P < 0,05$) (рис. 3).

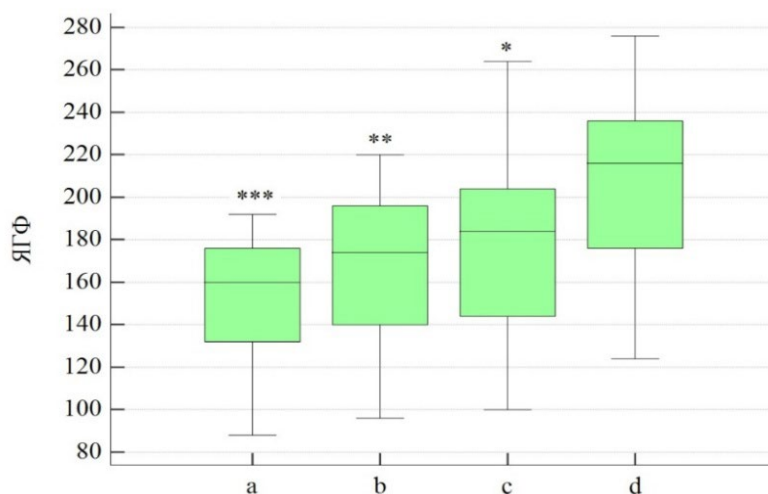


Рис. 3. Діагностична ефективність способів копроовоскопії за стронгілідозів травного тракту овець, експозиція 15 хв: а – спосіб Дахна; б – спосіб Сорокової; с – спосіб Стародуба; d – спосіб Петренка (n=14); *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001 – порівняно зі способом d

Науковці всього світу повідомляють про значне поширення стронгілідозів травного тракту у жуйних тварин, що пов'язане із циклом розвитку паразитів, змінами клімату, особливостями пасовищного утримання дрібної рогатої худоби, можливістю передачі паразитів між дикими та домашніми тваринами, а також високою стійкістю паразитів у довкіллі [4–6, 15]. Тому актуальним є проведення своєчасної діагностики стронгілідозів із використанням найбільш ефективних методів копроовоскопії.

Проведеними дослідженнями встановлено, що випробувані способи Дахна (із бішофітом), Сорокової (із сумішшю розчинів кальцієвої та аміачної селітри), Стародуба (із сумішшю розчинів цукру та кальцієвої селітри), Петренка (із сумішшю розчинів кальцієвої селітри, цукру та кухонної солі) є чутливими та дозволяють виявляти 100 % позитивних проб із яйцями стронгілід травного тракту. Водночас найбільш ефективним способом, який дозволяє виділити найбільшу їх кількість, є спосіб Петренка, де показники інтенсивності стронгілідозної інвазії за експозиції копропроб 5 хв перевищували результативність способів Дахна – на 32,3 %, Сорокової – на 19,4 %, Стародуба – на 8,8 %. За експозицій 10 та 15 хв ефективність способу Петренка перевищувала показники інвазованості тварин стронгілідами травного тракту, отримані при використанні способів Дахна – на 36,1 та 30,2 %, Сорокової – на 26,3 та 22,5 %, Стародуба – на 19,5 та 16,9 % відповідно.

Є повідомлення в науковій літературі, де доведено високу діагностичну ефективність випробуваних способів за інших паразитозів. Зокрема, спосіб Петренка має вищу діагностичну ефективність за трихуриду овець, ніж способи Фюллеборна, Маллорі, Котельникова-Хренова, Галата і Мельничука, Манойло, Дахна – у 1,3–2,3 рази ($P < 0,05 \dots P < 0,005$) [23]. Разом з тим, спосіб Стародуба перевищував результативність під час лабораторної діагностики трихостронгілізу гусей способів Котельникова-Хренова, Маллорі, Мельничука – на 23,11–54,99 % ($P < 0,05 \dots P < 0,001$) [22], а спосіб Сорокової перевищував результативність під час лабораторної діагностики стронгілідозу овець способів Котельникова-Хренова, Дахна, Натяглої – на 23,22–47,27 % ($P < 0,05 \dots P < 0,001$) [21].

Отримані результати досліджень дозволяють рекомендувати спосіб, де в якості флотанту використовують суміш розчинів кальцієвої селітри, цукру та кухонної солі, для ефективної зажиттєвої лабораторної діагностики стронгілідозів травного тракту у овець.

Висновки

Проведеними дослідженнями встановлено, що способи копроовоскопії із використанням випробуваних флотантів мають 100 %-ву чутливість щодо яєць стронгілід травного тракту під час лабораторної діагностики інвазованих овець. Разом з тим, найвищі показники інтенсивності стронгілідозної інвазії виявлено за використання способу, де в якості флотанту використано суміш розчинів кальцієвої селітри, цукру

та кухонної солі. Цей спосіб залежно від експозиції копропроб має вищу результативність порівняно зі способами, де в якості флотанту використано бішофіт – на 30,2–36,1 %, суміш розчинів кальцієвої та аміачної селітри – на 19,4–26,3 %, суміш розчинів цукру та кальцієвої селітри – на 8,8–19,5 %.

ДЕКЛАРАЦІЇ

Етична заява

Автор заявляє, що проведені дослідження повністю відповідають загальноприйнятим нормам гуманного ставлення до тварин та принципам біоетики. Експериментальна частина роботи виконувалася з дотриманням вимог чинного законодавства України, зокрема Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження», та Директиви ЄС 2010/63/EU про захист тварин, що використовуються для наукових цілей. Збір матеріалу (зразків фекалій) в умовах вівчарських господарств здійснювався неінвазивним шляхом під час природної дефекації тварин, що виключало нанесення травм, мінімізувало будь-які стресові або больові фактори та не порушувало звичних умов утримання овець.

Фінансування

Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

Подяки

Немає.

Декларація щодо використання ІІІ та технологій на основі ІІІ

Автор заявляє, що не використовував штучний інтелект або технології на основі ІІІ під час підготовки цього рукопису.

References

1. Olmedo-Juárez, A., Zarza-Albarran, M. A., Rojo-Rubio, R., Zamilpa, A., González-Cortazar, M., Mondragón-Ancelmo, J., Rivero-Pérez, N., & Mendoza-de Gives, P. (2020). *Acacia farnesiana* pods (plant: Fabaceae) possesses anti-parasitic compounds against *Haemonchus contortus* in female lambs. *Experimental Parasitology*, 218, 107980. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2020.107980>
2. Roeber, F., Jex, A. R., & Gasser, R. B. (2013). Advances in the diagnosis of key gastrointestinal nematode infections of livestock, with an emphasis on small ruminants. *Biotechnology Advances*, 31(8), 1135–1152. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.01.008>
3. Zajíčková, M., Nguyen, L. T., Skálová, L., Raisová Stuchlíková, L., & Matoušková, P. (2020). Anthelmintics in the future: current trends in the discovery and development of new drugs against gastrointestinal nematodes. *Drug Discovery Today*, 25(2), 430–437. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2019.12.007>
4. Walker, J. G., & Morgan, E. R. (2014). Generalists at the interface: Nematode transmission between wild and domestic ungulates. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 3(3), 242–250. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2014.08.001>

5. White, L. A., Forester, J. D., & Craft, M. E. (2017). Dynamic, spatial models of parasite transmission in wildlife: Their structure, applications and remaining challenges. *Journal of Animal Ecology*, 87(3), 559–580. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12761>
6. Winter, J., Rehbein, S., & Joachim, A. (2018). Transmission of helminths between species of ruminants in Austria appears more likely to occur than generally assumed. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 30. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00030>
7. Côté, S. D., Rooney, T. P., Tremblay, J.-P., Dussault, C., & Waller, D. M. (2004). Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(1), 113–147. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105725>
8. Skuce, P. J., Morgan, E. R., van Dijk, J., & Mitchell, M. (2013). Animal health aspects of adaptation to climate change: beating the heat and parasites in a warming Europe. *Animal*, 7, 333–345. <https://doi.org/10.1017/s175173111300075x>
9. Charlier, J., Rinaldi, L., Musella, V., Ploeger, H. W., Chartier, C., Vineer, H. R., Hinney, B., von Samson-Himmelstjerna, G., Băcescu, B., Mickiewicz, M., Mateus, T. L., Martinez-Valladares, M., Quealy, S., Azaizah, H., Sekovska, B., Akkari, H., Petkevicius, S., Hektoen, L., Höglund, J., Morgan, E. R., Bartley, D. J., & Claerebout, E. (2020). Initial assessment of the economic burden of major parasitic helminth infections to the ruminant livestock industry in Europe. *Preventive Veterinary Medicine*, 182, 105103. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105103>
10. Rashid, M., Rashid, M. I., Akbar, H., Ahmad, H., Hassan, M. A., Ashraf, K., Saeed, K., & Gharbi, M. (2018). A systematic review on modelling approaches for economic losses studies caused by parasites and their associated diseases in cattle. *Parasitology*, 146(2), 129–141. <https://doi.org/10.1017/s0031182018001282>
11. Charlier, J., Höglund, J., von Samson-Himmelstjerna, G., Dorny, P., & Vercruysse, J. (2009). Gastrointestinal nematode infections in adult dairy cattle: *Impact on production, diagnosis and control*. *Veterinary Parasitology*, 164(1), 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.04.012>
12. Almalaik, A. H. A., Bashar, A. E., & Abakar, A. D. (2008). Prevalence and dynamics of some gastrointestinal parasites of sheep and goats in Tulus area based on post-mortem examination. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 3(6), 390–399. <https://doi.org/10.3923/ajava.2008.390.399>
13. Besier, R. B., Kahn, L. P., Sargison, N. D., & Van Wyk, J. A. (2016). The pathophysiology, ecology and epidemiology of *Haemonchus contortus* infection in small ruminants. *Advances in Parasitology*, 93, 95–143. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.022>
14. Torres-Acosta, J. F. J., & Hoste, H. (2008). Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Ruminant Research*, 77(2-3), 159–173. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.009>
15. Mohammed, N., Taye, M., Asha, A., & Sheferaw, D. (2014). Epizootological study of small ruminant gastrointestinal strongyles in Gamo-Gofa Zone, Southern Ethiopia. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(2), 469–474. <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0528-1>
16. Nielsen, M. K. (2021). Parasite faecal egg counts in equine veterinary practice. *Equine Veterinary Education*, 34(11), 584–591. <https://doi.org/10.1111/eve.13548>
17. Bryan, R. P., & Kerr, J. D. (1989). The relation between the natural worm burden of steers and the faecal egg count differentiated to species. *Veterinary Parasitology*, 30(4), 327–334. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(89\)90102-7](https://doi.org/10.1016/0304-4017(89)90102-7)
18. Teixeira, W. F. P., Gomes, L. V. C., Felippelli, G., Buzzulini, C., Zapa, D. M. B., Cavalcante, A. S. d. A., Borges, D. G. L., Ferreira, L. L., Santos, T. R. d., Soares, V. E., Arnhold, E., Costa, A. J. d., Borges, F. d. A., & Lopes, W. D. Z. (2021). Investigation of fecal egg counts versus worm burden and helminth fauna in cattle treated or not with macrocyclic lactones in a tropical region. *Veterinary Parasitology*, 300, 109618. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109618>
19. Eysker, M., & Ploeger, H. W. (2000). Value of present diagnostic methods for gastrointestinal nematode infections in ruminants. *Parasitology*, 120(7), 109–119. <https://doi.org/10.1017/s0031182099005752>
20. Dakhno, I. S., & Dakhno, Yu. I. (2010). *Ekologichna helmintologhiia* [Ecological helminthology]. *Navchalniy posibnyk*. Kozatskyi val, VAT “SOD” (in Ukrainian)
21. Sorokova, S. S. (2019). Comparative effectiveness of the methods of coproovoscopic diagnosing sheep strongyloidosis. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 146–151. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.19>
22. Starodub, Ye. S. (2019). Improving coproovoscopic diagnostics of trichostrongylosis of geese. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 222–226. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.26>
23. Petrenko, M. (2023). Effectiveness of the improved method of lifelong diagnostics trichurosis of sheep. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(3), 13–16. <https://doi.org/10.32718/ujvas6-3.03>

ORCID

O. Natiahlyi 

<https://orcid.org/0009-0004-4275-0173>



2026 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.