

due to pest infestations (aphids). Sunny conditions have been shown to optimise morphological parameters (height 175 ± 5 cm, stem diameter 2.3 ± 0.2 cm), seed productivity (200 ± 20 seeds/inflorescence, viability 85 ± 5 %) and nectar yield (1200 kg/ha over 36 days flowering). These results surpass those of traditional honey plants (buckwheat – 200 kg/ha, phacelia – 170 kg/ha) and reinforce the sustainability of beekeeping in the context of 20–25% honey yield reductions in 2024–2025 due to war and climate anomalies.

The practice of cultivating crops on degraded lands (wastelands, ravines with a pH range of 6.5–7.8) has been shown to have several key benefits. Firstly, it has been demonstrated that this method can restore soil fertility, with an increase in humus of between 1–2 % over a period of two years. Secondly, it has been observed that this practice can enhance biodiversity, as evidenced by an increase in the Shannon index from 1.5 to 2.8, which is attributable to the attraction of pollinators. Thirdly, it has been shown to reduce erosion and foster ecosystem resilience, aligning with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) 13 and 15. The pharmacological potential of echinopsine alkaloid (which includes neurostimulatory, cardioprotective, anticancer, and immunomodulatory properties) has the potential to open avenues for novel drug development, with the result that it can be integrated into the bioeconomy. Genetic variability (65–80 % polymorphism via RAPD markers) ensures a high degree of adaptability to anthropogenic pressures, including war contaminations. The study's innovation lies in its comprehensive ecological modelling of causal relationships between climatic factors, growth conditions, and ecosystem services, with recommendations for integration into degraded land restoration programmes (avoid shading due to pest risks, optimise sowing at 3 cm depth, conduct agroecological monitoring using GIS technologies, and investigate microplastics and war pollutants' impact on productivity). The findings of the study propose a strategy for sustainable agroecosystem development in Ukraine, promoting biodiversity and regional economic recovery.

Key words: *Echinops exaltatus* Schrad., degraded lands restoration, biodiversity, nectar productivity, climate change, Western Podillia.

Надійшла 03.09.2025.

УДК: 595.421:616.98:579.834.1:615.285.42

doi: 10.25128/2078-2357.25.3.4

С. С. ПОДОБІВСЬКИЙ, Я. С. СТРАВСЬКИЙ

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського
вул. Майдан Волі, 1, Тернопіль, 46001
e-mail: podobivskiy@tdmu.edu.ua

РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНСЕКТИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЕВІМЕКТИН ОРАЛЬНИЙ, НЕОСТОМОЗАН ТА ЕКТОСАН У БОРОТБІ З ІКСОДОВИМИ КЛІЩАМИ

Наведено результати застосування синтетичних препаратів девімектин оральний, неостомозан, ектосан для боротьби з ектопаразитами тварин та їх можливе застосування для обмеження чисельності іксодових кліщів безпосередньо у середовищі. Встановлено, що найбільш ефективними в цьому відношенні є ектосан і неостомозан у концентраціях 3–5 %, при цьому 100 % летальний ефект досягається вже протягом 5–10 хв після потрапляння цих препаратів та тіло кліщів.

Досліджені препарати можна застосовувати для боротьби з іксодовими кліщами на невеликих природних або урбанізованих територіях у концентраціях від 1 до 5 % шляхом їх розпилювання при безпосередній присутності кліщів.

Ключові слова: синтетичні препарати, інсектициди, акарициди, іксодові кліщі.

Іксодові кліщі (*Ixodidae*) є небезпечними переносниками широкого спектру патогенних агентів, зокрема збудників хвороби Лайма, анаплазмозу, бабезіозу, рикетсіозів, ерліхіозів та інших інфекцій, що становлять суттєву загрозу для здоров'я як людини, так і тварин.

Одним із стратегічно важливих напрямків вирішення проблеми обмеження чисельності кліщів, а разом з тим і поширення кліщових інфекцій є застосування біологічних і синтетичних препаратів, які використовуються як для обробки територій, так і для захисту тварин і людини від укусів кліщів [12].

Першим акарицидом, який почали використовувати в боротьбі з кліщами ще 1895 році, був миш'як [2]. Проте вже всередині ХХ століття було виявлено стійкість кліщів до цього препарату. Використання синтетичних акарицидів є найпоширенішим методом, який виробники використовують для боротьби з кліщами [5, 7, 14, 20].

Другим поколінням інсектицидів були синтетичні хлорорганічні речовини, тісно пов'язані з дихлор-дифеніл-трихлоретаном (ДДТ), карбаматами та органофосфатами. Останнє пов'язане з нервово-паралітичною речовиною фосгеном, яка використовувалася як зброя під час Першої світової війни [4]. Третє покоління містить синтетичні піретроїди та амідини. Сучасне покоління акарицидних препаратів містить менше фенілпіразолу, регулятора росту комах і макроциклічних лактонів, які є токсичними сполуками для тварин і навколишнього середовища. Ці сполуки наразі є найбільш використовуваними акарицидами в програмах боротьби з кліщами в усьому світі [18].

Сучасні підходи інтегрованого контролю базуються на використанні хімічних засобів, що характеризуються надзвичайною ефективністю через їх спрямований нейротоксичний вплив: ці речовини порушують нормальне функціонування нервової системи паразитів, спричиняючи безперервну деполяризацію нейрональних клітин, що призводить до швидкого паралічу та летального наслідку [16, 17].

Окрім піретроїдів нині активно використовуються акарициди із вмістом органофосфатів. Їх дію обумовлює інгібування ферменту ацетилхолінестерази, відповідального за розщеплення нейромедіатора ацетилхоліну в синаптичних просторах. Така інгібуюча дія призводить до його надмірного накопичення, що викликає хронічну стимуляцію нервової системи, судом, параліч і зрештою – летальний ефект для кліщів [3, 19].

До складу сучасного арсеналу засобів проти кліщів входять також інші групи синтетичних інсектицидів, серед яких карбамати та неонікотиноїди. Їх механізми дії теж орієнтовані на порушення роботи нервової системи паразитів. Останні діють як агоністи ацетилхолінових рецепторів, викликаючи надмірну стимуляцію нервових клітин. Незважаючи на високу ефективність, застосування неонікотиноїдів вимагає особливої обережності через можливий токсичний вплив на не таргетні організми, зокрема запилювачів [8, 17].

Проте застосування багатьох синтетичних препаратів часто викликає резистентність кліщів до їх дії [1, 6, 9, 11, 15]. Завдяки цьому виникає постійна потреба у створенні нових препаратів та їх апробації безпосередньо в середовищі або на тілі тварин чи людей.

Однією із праць, у якій розглянуто питання боротьби з іксодовими кліщами в Україні, є робота В. А Левицької [10]. У межах її досліджень були проведені досліди з виявлення дії 4 препаратів: Цифлутрин, Перметрин, Імідаклоприд і Фіпроніл – на кліщів двох видів *I. ricinus* та *D. reticulatus*. За результатами досліджень найкращий ефект, а саме 100 % загибель кліщів протягом 24 год показали перші два препарати: Цифлутрин та Перметрин. Два інші препарати при 24-годинній експозиції викликали загибель лише 10–40 % кліщів.

Перші наші дослідження із застосування синтетичних акарицидів в боротьбі з іксодовими кліщами були проведені у 2024 році [13].

Матеріали та методи досліджень

У роботі з кліщами використовували лабораторне обладнання: чашки Петрі, пробірки, аерозольні розпилювачі, пінцети, препарувальні голки, фільтрувальний папір, широкі таці, біле полотно.

Кліщів добували в доквіллі з використанням «прапора» (біла тканина розміром 1 м x 1 м, яку тягнуть по траві з використанням поперечної планки і держала). Ідентифікацію кліщів проводили за допомогою оптико-електронної системи «IMAGLAV-SEO». Для проведення дослідів із синтетичними препаратами використовували відповідні препарати, які

сертифіковані і наявні у аптеках ветеринарної медицини. Застосовували препарати в розведенні від 0,5 до 5 %. Тривалість впливу і його летальну дозу вивчали за безпосередньої дії препарату.

Хід дослідів проводили за однією схемою. Брало дві групи кліщів в однаковому стані. Їх поміщали в посудину (широка таця застелена серветками). Кліщів контрольної групи обприскували водою, а кліщів дослідної групи – препаратом у відповідній концентрації. Після обприскування кліщів дослідної групи переміщали в чисту посудину, щоб вони не контактували з краплями препарату на дні і стінках посудини. Протягом всього дослідження фіксували поведінку кліщів контрольної і дослідної групи. Записували помітні зміни в поведінці кліщів до моменту їх повного завмирання. Після чого кліщів розглядали під мікроскопом, подразнювали їх фізично і констатували їх загибель.

Метою роботи було дослідити можливість використання синтетичних інсектицидів: ектосан, девіметин оральний та неостомозан у обмеженні чисельності кліщів на невеликих природних або урбаністичних територіях і запобіганні ураження населення іксодовими кліщами.

Результати досліджень та їх обговорення

Була проведена серія дослідів із дослідження дії окремих інсектицидів синтетичного походження на іксодових кліщів в лабораторних умовах і в середовищі.

Для порівняння обрано три препарати: девіметин оральний, неостомозан і ектосан.

Девіметин оральний – це протипаразитарний препарат широкого спектру дії, який належить до групи макроциклічних лактонів. Івермектин, активна речовина препарату, має виражену інсектицидну та акарицидну дію і призводить до летального ефекту при потраплянні в організм членистоногих. Препарат впливає на нервову систему, викликаючи незворотні зміни, які призводять до загибелі кліща. До цього часу апробація його дії на іксодових кліщів не проводилася.

Неостомозан – це інсектоакарицидний препарат, що містить піретроїди в органічному розчиннику, які забезпечують пролонговану дію. Цей засіб ефективний проти широкого спектру ектопаразитів. Трансмікс і тетраметрин, які є діючими речовинами, діють як нейротоксини на центральну і периферичну нервову систему паразитів. Вони блокують натрієві канали в нервових клітинах, викликаючи тремтіння, параліч і загибель.

Ектосан – це комбінований контактний інсектоакарицид, що містить альфациперметрин та піперонілу бутоксид. Препарат діє на широкий спектр ектопаразитів, включаючи кліщів. Альфациперметрин уражає периферичну нервову систему комах і кліщів на всіх фазах їхнього розвитку (яйце, личинка, німфа, імаго).

Дослідження дії девіметину орального, неостомозану та ектосану. Для дослідів брали по 5 груп кліщів виду *Dermacentor reticulatus*, по 5 кліщів у групі для апробації кожного препарату. 4 групи кліщів були дослідними і їх піддавали впливу препаратам за різних концентрацій. Девіметин оральний – 0,5 %, 1 %, 3 %, 5 %; неостомозан – 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 3 %; ектосан – 0,5 %, 1 %, 3 %, 5% відповідно. 4 група кліщів у кожному випадку була контрольною – кліщів обприскували водою.

Результати досліджень представлені в таблиці.

Таблиця

Порівняння ефективності препаратів девіметин оральний, неостомозан і ектосан

Концентрація препарату (%) \ Летальна доза	LD ₅₀	LD ₁₀₀	Назва препарату
0,5	Кліщі залишалися живим протягом		Девіметин оральний
1,0	13±2 (хв)	70±2 (хв)	
3,0	14±2 (хв)	25±1 (хв)	
5,0	13±2 (хв)	24±2 (хв)	
0,5	19 ±1 (хв)	30 ±1 (хв)	Неостомозан
1,0	14 ± 1 (хв)	18 ±1 (хв)	
1,5	14±1 (хв)	26±2 (хв)	
3,0	14±1 (хв)	26±2 (хв)	
0,5–0,7	25±3 (хв)	38±1(хв)	Ектосан
1,0	32±3 (хв)	39±1 (хв)	
2,5–3,0	8±1 (хв)	12±1 (хв)	
5,0	2±1 (хв)	5±1 (хв)	

Висновки

Синтетичні препарати ектосан, девіметин оральний та неостомозан в концентраціях від 1 до 5 % призводять до загибелі іксодових кліщів протягом 10–30 хвилин, що можна використати для обробки парків, скверів, дачних ділянок, прибудинкових територій тощо.

Найефективнішим акарицидом є неостомозан, який за концентрації 1 % та експозиції 20 хв призводить до 100 % загибелі кліщів і є безпечним для хребетних тварин і людини.

1. Abbas R. Z. et al. Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: *The state of play. Veterinary Parasitology*. 2014. Vol. 203. No. 1–2. P. 6–20. [https://doi: 10.1016/j.vetpar.2014.03.006](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.03.006).
2. Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. Biological effects of essential oils – a review. *Food Chem Toxicol*. 2008. Vol. 46. No. 2. P. 446–475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
3. Castilho R.C., Venancio R. and Narita J.P.Z. Mesostigmata as biological control agents, with emphasis on rhodacaroida and parasitoida. In: Carrillo D., de Moraes G.J. and Peña J.E. Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. Springer, Cham, Switzerland. 2015. P. 1–31. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15042-0>
4. De la Fuente J., Kocan K.M. & Contreras M. Prevention and control strategies for ticks and pathogen transmission. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 2015. Vol. 34. No. 1. P. 249–264. [https://doi: 10.20506/rst.34.1.2357](https://doi.org/10.20506/rst.34.1.2357).
5. George J.E., Pond J.M., Davey R.B. Acaricides for controlling ticks on cattle and the problem of acaricide resistance. In *Ticks: Biology, Disease and Control*; Bowman, A.S., Nuttall, P., Eds. Cambridge University Press: Cambridge, UK. 2008. P. 408–423. [https://doi:10.1017/CBO9780511551802.019](https://doi.org/10.1017/CBO9780511551802.019).
6. George J. E., Pound J. M., & Davey R. B. Synthetic acaricides: Mechanisms of action and resistance. *Pest Management Science*. 2019. Vol. 75. no. 7. P. 1623–1631. [https://doi:10.1017/S0031182003004682](https://doi.org/10.1017/S0031182003004682)
7. Gonzaga B. C. F., Barrozo M. M., Coutinho A. L. et al. Essential oils and isolated compounds for tick control: advances beyond the laboratory. *Parasites & Vectors*. 2023. Vol. 16. No. 415. [https://doi: 10.1186/s13071-023-05969-w](https://doi.org/10.1186/s13071-023-05969-w).
8. Hartelt K., Wurst E., Collatz J. et al. Biological control of the tick *Ixodes ricinus* with entomopathogenic fungi and nematodes: Preliminary results from laboratory experiments. *International Journal of Medical Microbiology*. 2008. No. 298. Supplement 1. P. 314–320. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2007.10.00>.
9. Juergens U.R., Stöber M., Vetter H. Anti-inflammatory activity of 1,8-cineole (eucalyptol) in bronchial epithelial cells. *Pulm Pharmacol Ther.* 2003. Vol. 16. No. 2. P. 113–119. [https://doi: 10.1053/rmed.2003.1432](https://doi.org/10.1053/rmed.2003.1432).
10. Levytska V. A., Mushinsky A. B., Zubrikova D., Blanarova L., Długosz E., Vichova B.A, Slivinska K. A., Gajewski Z., Gizinski S., Liu S., Zhou L., Rogovskyy A. S. Detection of pathogens in ixodid ticks collected from animals and vegetation in five regions of Ukraine. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 2021. 12 (1): 101586. [https://doi: 10.1053/rmed.2003.1432](https://doi.org/10.1053/rmed.2003.1432).
11. Nuttall P. Climate change impacts on ticks and tick-borne infections. *Biologia*. 2021. Vol. 77. No. 6. [https://doi:10.1007/s11756-021-00927-2](https://doi.org/10.1007/s11756-021-00927-2).
12. Ortiz-Urquiza A. & Keyhani N. O. Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. *Insects*. 2013. Vol. 4. No. 3. P. 357–374. <https://doi.org/10.3390/insects4030357>.
13. Podobivskiy S. S., Lipska V. V., Stravskiy Y. S., Fedoniuk L. Ya. Results of insecticide testing in the control of ixodes ticks. *Bulletin of problems biology and medicine*. 2024;1(172):106-110. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2024-1-172-06-110>.
14. Rajput V. D., Singh A., Minkina T. Nano-Enabled Products: Challenges and Opportunities for Sustainable Agriculture. *Plants*. Vol. 10. Iss. 12. <https://doi.org/10.3390/plants10122727>.
15. Richards S. L., Byrd B. D. and White A. V. Assessing Insecticide Resistance in Adult Mosquitoes: Perspectives on Current Methods. *Environmental Health Insights*. <https://doi.org/10.1177/1178630220952790>.
16. Sparks T. C., & Nauen R. IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2015. No. 121. P. 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.11.014>.
17. Tariq A., Adnan M., Amber R., Pan K., Mussarat S., Shinwari Z.K. Ethnomedicines and anti-parasitic activities of Pakistani medicinal plants against Plasmodia and Leishmania parasites. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*. 2016. Vol. 15. No 52. [https://doi: 10.1186/s12941-016-0170-0](https://doi.org/10.1186/s12941-016-0170-0).
18. Toxicology of Organophosphate & Carbamate Compounds. Book. /Edited by: Gupta R. C. 2006. [https://doi: 10.1016/B978-0-12-088523-7.X5000-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-088523-7.X5000-5).
19. U.S. Environmental Protection Agency. Integrated Pest Management (IPM) Principles. Available at: <https://www.epa.gov/safepestcontrol/integrated-pest-management-ipm>. 2025.

20. Welsh J.A.; Braun H.; Brown, N.; Um, C.; Ehret, K.; Figueroa, J.; Boyd Barr, D. Production-related contaminants (pesticides, antibiotics and hormones) in organic and conventionally produced milk samples sold in the USA. *Public Health Nutr.* 2019. No. 22. P. 2972–2980. [https://doi: 10.1017/S136898001900106X](https://doi.org/10.1017/S136898001900106X).

S. S. Podobivskiy, Y. S. Stravskiy

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine

THE RESULTS OF THE APPLICATION OF INSECTICIDAL PREPARATIONS DEVIMECTIN ORAL, NEOSTOMOZAN AND ECTOSAN IN THE CONTROL OF IXODID TICKS

The results of the use of synthetic drugs devimectin oral, neostomozan, and ectosan for the control of animal ectoparasites and their possible use to limit the number of ixodid ticks directly in the environment are presented in this study.

The methodology employed for the testing of the drugs is almost identical. For the purposes of this study, groups of 5–8 ticks were selected for the experimental and control groups. The number of experimental groups was determined by the number of samples with drug concentrations. In this instance, the number of samples was four, with concentrations ranging from 0.5 to 0.07 %, 1.0 %, 1.5 %, 3.0 % and 5.0 % of the drug.

The experiments were conducted within the confines of the laboratory. The ticks were positioned centrally on a horizontal tray, which was then covered with either a white cloth or a paper napkin. The drugs were administered at a selected concentration, which was then dispersed in the form of a spray, and subsequently applied to the ticks. Throughout the experiment, the behaviour of the ticks was meticulously monitored, with the time of any slowing down or cessation of activity being recorded. Following the cessation of tick activity, physical irritation was employed to elicit a response, and in the absence of a response, conclusions were drawn about the tick's demise.

The administration of oral devimectin was found to demonstrate the lowest level of efficacy. It has been established that the drug, when ingested, experiences difficulty in penetrating the tick's membranes. Consequently, the onset of its lethal effect at low concentrations commences a minimum of 60–70 minutes after exposure.

The drug neostomozan has been observed to demonstrate effective penetration through tick membranes at low concentrations (approximately 1 %), while its permeability decreases with increasing concentrations. Concurrently, the lethal effect of the drug increases to 26–28 %. Consequently, in the context of tick control, it is recommended to employ neostomozan at a concentration that does not exceed 1.0 %. It has been observed that this concentration results in a 100 % lethal effect within an exposure time of 18–19 minutes.

The mechanism of action of ectosan is antithetical to that of neostomozan. It is evident that an increase in the concentration of the drug results in a reduction of the time required for the drug to exert its full lethal effect. At a concentration of approximately 1.0 %, the time required for the drug to exert its full lethal effect is approximately 38–39 minutes. However, at a concentration of 5.0 %, the time required for the drug to exert its full lethal effect is reduced to 5–6 minutes.

It has been established that ectosan and neostomozan are the most effective in this regard at concentrations of 3–5 %, with a 100 % lethal effect achieved within 5–10 minutes after these drugs enter the body of ticks.

The investigation established that the drugs could be used to control Ixodes ticks in small natural or urbanised areas in concentrations ranging from 1 to 5 % by spraying them directly onto ticks.

Key words: synthetic drugs, insecticides, acaricides, Ixodes ticks.

Надійшла 28.08.2025.