

Pregledni rad DOI: 10.5937/DDD26147D

SINERGIJA ETOLOŠKIH, HEMIJSKIH I PREHRAMBENIH ATRAKTANATA U EFIKASNOSTI MEHANIČKIH METODA KONTROLE GLODARA

SYNERGY OF ETHOLOGICAL, CHEMICAL AND DIETARY ATTRACTANTS IN THE EFFECTIVENESS OF MECHANICAL RODENT CONTROL METHODS

**Vladimir Drašković^{1*}, Milica Glišić², Radovan Marčetić¹,
Darja Fjodorov¹, Radislava Teodorović¹, Katarina Nenadović¹,
Marijana Vučinić¹, Milutin Đorđević¹**

Kratak sadržaj

Glodari predstavljaju značajan rezervoar zoonotskih patogena i jednu od najvažnijih grupa štetočina u urbanim i ruralnim sredinama. Njihova kontrola se tradicionalno zasniva na primeni antikoagulantnih rodenticida, koji dominiraju tržištem, posebno u Republici Srbiji, gde čine gotovo 99% registrovanih preparata. Međutim, sve izraženiji problemi povezani sa njihovom primenom, uključujući negativan uticaj na dobrobit životinja, rizik od sekundarnih trovanja i razvoj rezistentnosti, doveli su do potrebe za razvojem alternativnih metoda kontrole. Cilj ovog rada je da, pregledom relevantne literature, analizira efikasnost mehaničkih metoda kontrole i ulogu interakcije etoloških i olfaktornih stimulusa u njihovom unapređenju. Istraživanja potvrđuju da antikoagulanti izazivaju ekstremnu i dugotrajnu patnju kod glodara, dok pravilno konstruisane i sertifikovane mehaničke klopke nude humanije rešenje kroz trenutno usmrćivanje bez suvišne patnje. Rezultati dosadašnjih istraživanja ukazuju da ponašanje glodara snažno zavisi od hemijskih i socijalnih signala, uključujući mirise hrane, feromone i kairomone predatora, kao i rezidualne mirise u klopama. Takođe, prehrambeni atraktanti i specifični hemijski signali mogu značajno povećati uspešnost hvatanja. Kombinovano

¹ Dr sci. vet. med. Vladimir Drašković, docent; dr vet. med. Radovan Marčetić, asistent; dr vet. med. Darja Fjodorov, samostalni stručno tehnički saradnik za rad u laboratorijama; dr sci. vet. med. Radislava Teodorović, redovni profesor; dr sci. vet. med. Katarina Nenadović, vanredni profesor; dr sci. vet. med. Marijana Vučinić, redovni profesor; dr sci. vet. med. Milutin Đorđević, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Katedra za zoohigijenu, Bul. oslobođenja 18, 11 000 Beograd, R. Srbija

² Dr sci. vet. med. Milica Glišić, viši naučni saradnik, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla, Bul. oslobođenja 18, 11 000 Beograd, R. Srbija

* e-mail kontakt osobe: vdraskovic@vet.bg.ac.rs

delovanje ovih faktora predstavlja važan potencijal za unapređenje mehaničkih metoda kontrole. Literaturni podaci ukazuju da mehaničke metode, uz adekvatnu primenu atraktanata i razumevanje bihevioralnih osobina glodara, predstavljaju održivu i humaniju alternativu hemijskim sredstvima, uz potencijal za njihovu širu integraciju u savremene strategije upravljanja štetočinama.

Ključne reči: Deratizacija, glodari, rodenticidi, mehaničke klopke, atraktanti

Abstract

Rodents represent a significant reservoir of zoonotic pathogens and one of the most important groups of pests in both urban and rural environments. Their control has traditionally been based on the use of anticoagulant rodenticides, which dominate the market, particularly in the Republic of Serbia, where they account for nearly 99% of registered products. However, increasingly pronounced issues associated with their application, including negative impacts on animal welfare, the risk of secondary poisoning, and the development of resistance, have led to the need for alternative control methods. The aim of this paper is to review the relevant literature and analyze the effectiveness of mechanical control methods, as well as the role of interaction of ethological and olfactory stimuli in their improvement. Studies confirm that anticoagulants cause extreme and prolonged rodent suffering, whereas properly designed and certified mechanical traps offer a more humane solution through rapid killing without unnecessary distress. Current research indicates that rodent behavior is strongly influenced by chemical and social signals, including food odors, pheromones, predator kairomones, and residual odors in traps. Furthermore, dietary attractants and specific chemical cues can significantly enhance trapping success. The combine action of these factors represents an important potential for improving mechanical control methods. Literature data suggest that mechanical methods, when combined with appropriate use of attractants and a sound understanding of rodent behavioral traits, constitute a sustainable and more humane alternative to chemical agents, with the potential for broader integration into modern pest management strategies.

Key words: Deratisation, rodents, rodenticides, mechanical traps, attractants

UVOD

Glodari, kao red sa najvećim diverzitetom vrsta među sisarima, predstavljaju primarni rezervoar za najmanje 85 različitih zoonotskih agenasa. Visok epidemiološki značaj ove grupe potvrđuje podatak da je približno 10,7% vrsta (244 od 2220) identifikovano kao rezervoar patogena, što ih čini grupom sa najvećim brojem zoonotskih domaćina među sisarima (Han i sar., 2016). Prime-na antikoagulantnih rodenticida u kontroli komensalnih glodara, prvenstveno kućnog miša (*Mus musculus*), sivog pacova (*Rattus norvegicus*) i crnog pacova (*Rattus rattus*), predstavlja ključni korak u zaštiti zdravlja ljudi i životinja, kao i u sprečavanju ekonomskih šteta koje ove štetočine mogu prouzrokovati (Regnery i sar., 2024).

Analizom zvaničnih podataka, uočava se trend porasta broja registrovanih biocidnih proizvoda na tržištu Republike Srbije. Prema Rešenju o upisu na privremenu listu iz novembra 2024. godine, od ukupno 3173 proizvoda, rodenticidi (grupa PT-14) činili su oko 5% udela sa 167 registrovanih preparata. Do jula 2025. godine ovaj broj je porastao na 183 u okviru proširene liste od 3258 proizvoda. Iako antikoagulantni rodenticidi predstavljaju dominantnu hemijsku metodu suzbijanja glodara u Evropskoj uniji, gde prema procenama Evropske agencije za hemikalije (European Chemicals Agency, ECHA) čine preko 95% svih odobrenih sredstava (Kotthoff i sar., 2019), situacija u Republici Srbiji ukazuje na još izraženiju zastupljenost ovih preparata. Od ukupno 183 registrovana proizvoda na domaćem tržištu, čak 181 (≈99%) su antikoagulantni rodenticidi, pri čemu 177 pripada drugoj generaciji, dok svega četiri čine prvu generaciju.

U cilju smanjenja štetnih uticaja na divlje životinjske vrste, pojedine zemlje su uvele restriktivne mere u pogledu primene najtoksičnijih rodenticida. U Ujedinjenom Kraljevstvu je do nedavno upotreba bromadiolona i difenakuma bila dozvoljena „oko objekata“, dok su se brodifakum i flokumafen mogli koristiti isključivo u zatvorenom prostoru (Buckle, 2013). Međutim, od januara 2025. godine, upotreba svih antikoagulanata druge generacije na otvorenim prostorima (poput polja i deponija) postala je ilegalna (CRRU, 2024). Prateći trend pooštavanja mera, od 2026. godine uvode se dodatni uslovi za profesionalne korisnike koji će, kao preduslov za kupovinu ovih proizvoda, morati da prilože dokaz o kompetentnosti ne stariji od pet godina ili potvrdu o kontinuiranom stručnom usavršavanju (CRRU, 2024).

Nasuprot ovim trendovima, liberalnija regulativa („Sl. glasnik RS“, br. 109/2021) i kontinuirani porast broja registrovanih hemijskih sredstava u Republici Srbiji, uz apsolutnu dominaciju najtoksičnijih jedinjenja, dodatno opravdavaju fokus na alternativne, mehaničke metode kontrole koje su predmet ovog rada. U tom kontekstu, cilj ovog rada je da se pregledom literature sagleda dejstvo etoloških, hemijskih i prehrambenih atraktanata na efikasnost mehaničkih zamki za suzbijanje komensalnih glodara.

Mehaničke metode deratizacije

Iako je rasprostranjeno mišljenje da su hemijske metode prihvatljive pod pretpostavkom da je dobrobit životinja zadovoljena, Baker i sar. (2022) ukazuju na to da rodenticidi, poput antikoagulanata i holekalciferola, uzrokuju najteže i najdugotrajnije oblike patnje, rangirajući ih kao metode sa „ekstremnim“ uticajem na dobrobit koji traje daniima. Nasuprot hemijskim sredstvima, mehaničke klopke sa oprugom navode se kao potencijalno najhumanija opcija, jer deluju nanošenjem fatalnih povreda u predelu vrata ili baze lobanje, čime se izaziva trenutna ili veoma brz gubitak svesti i smrt bez suvišne patnje (Parrott i sar., 2009; Baker i sar., 2022). Ipak, efikasnost ovih uređaja znatno varira u zavisnosti od kvaliteta modela, što zahteva strogu regulaciju i testiranje kako bi se izbegle teške povrede uz izostanak ciljnog efekta i osiguralo humanije

suzbijanje štetnih glodara. Iz tog razloga, evropska radna grupa Non-Chemical Alternatives for Rodent Control (NoCheRo) razvila je smernice za sertifikaciju visokokvalitetnih modela klopki, težeći da standardizovanim testiranjem potvrdi efikasnost mehanizama koji izazivaju nepovratni gubitak svesti i tako ih postavi kao humanu alternativu antikoagulantnim rodenticidima (Schlötterburg i sar., 2021).

Efikasnost klopki pre svega zavisi od njihovog redovnog održavanja, pravilnog podešavanja i planskog postavljanja. Kako bi se osigurao brz gubitak svesti i humana smrt, klopke treba postavljati na puteve kretanja glodara, i to upravno na zid ili paralelno uz njega, uz korišćenje zaklona koji životinju usmerava ka mehanizmu (Baker i sar., 2012). Dodatni ključni faktori su upotreba odgovarajućih atraktanata i striktno izbegavanje kontaminacije opreme stranim mirisima.

Uloga olfaktornih stimulusa u regulaciji brojnosti glodara

Ponašanje glodara je u velikoj meri uslovljeno mirisima koji oblikuju njihove socijalne, reproduktivne i nutritivne navike, što se direktno odražava i na njihovu reakciju prema klopka, mamcima i deratizacionim kutijama. Naime, dokazano je da miris hrane prema kojoj miševi pokazuju afinitet, kao i urin mužjaka, povećavaju istraživačku aktivnost suprotnog pola. Naime, potvrđeno je da je unos visokomasne hrane kod ove vrste primarno posredovan mirisnim signalima (Clapperton, 2006). Prema istraživanjima Hursta (1987), tragovi urina ne služe samo za orijentaciju u prostoru, već mogu olakšati i bržu detekciju novih objekata u okruženju.

Efikasnost kontrole štetnih glodara značajno zavisi od rezidualnih mirisa prethodno uhvaćenih jedinki u klopka. Ovaj uticaj je varijabilan i zavisi od pola, starosti i reproduktivnog statusa životinje (Clapperton, 2006). Istraživanje koje su sprovedi Takács i sar. (2017) ukazuje na potencijalnu primenu polnih hormona kao visokoefikasnih atraktanata u kontroli populacije glodara. Rezultati terenskih eksperimenata pokazali su da prisustvo sintetičkog testosterona u zamka čak petnaest puta povećava ulov odraslih ženki miša, dok kombinacija progesterona i estradiola značajno podstiče privlačenje mužjaka, povećavajući broj uhvaćenih jedinki kod miševa osam puta, a kod pacova trinaest puta.

Sa druge strane, mirisi predatora sadrže specifičnu klasu hemijskih signala poznatih kao kairomoni koji kod glodara mogu aktivirati urođeni strah i snažne odbrambene reakcije (Ferrero i sar., 2011). Ovi signali posreduju u komunikaciji između različitih vrsta (npr. u odnosu predator–plen) i pružaju direktnu korist organizmu koji ih detektuje, jer mu omogućavaju da blagovremeno prepozna opasnost i aktivira odbrambene mehanizme. Pomenuta jedinjenja prisutna su u krznu, pljuvački, fecesu i sekretima analnih žlezda različitih predatora, pri čemu urin često predstavlja glavni nosilac ključnih komponenti, poput 2-feniletilamina i određenih sumpornih jedinjenja nastalih razgradnjom životinjskih proteina. Međutim, potrebno je uzeti u obzir da npr. terensko istraživanje Stryjeka i sar. (2018) ukazuje da ovi znaci opasnosti ne rezultiraju

uvek izbegavanjem prostora kod sivog pacova . Naime, nalazi pokazuju da na poznatoj teritoriji pacova i u neposrednoj blizini zaklona ovi signali ne utiču na učestalost prikupljanja hrane, niti podstiču ponašanje povezano sa strahom, što ukazuje na to da miris predatora ima ograničen potencijal kao praktični repelent u divljim populacijama ovih štetočina.

Uticaj stimulusa u mamcima na efikasnost kontrole brojnosti glodara

Komensalni glodari, prvenstveno sivi pacov, crni pacov i kućni miš, klasifikuju se kao omnivorne vrste (Shiels i Pitt, 2014). Ove vrste poseduju visoko razvijeno i funkcionalno čulo ukusa (Yarmolinsky i sar., 2009). Iako ovi glodari poseduju širok spektar nutritivnih afiniteta, Meehan (1984) ističe da je nemoguće definisati namirnicu koja bi bila podjednako atraktivna svim populacijama pacova i da univerzalno efikasan mamac ne postoji. Na specifičnost ishrane utiče i stanište, pri čemu Guiry i Buckley (2018) navode da urbane populacije konzumiraju kvalitetniju i ujednačeniju hranu, dok se ruralne prilagođavaju raznovrsnijim prirodnim resursima. Nadovezujući se na značaj sastava mamaca, Marsh (1988) navodi da su šećeri, kao i biljna i životinjska ulja i masti, najefikasniji aditivi za poboljšanje palatabilnosti i prihvatanja mamaca na bazi žitarica. Nasuprot tome, dodaci različitih aroma često ispoljavaju kontraefekat, rezultirajući smanjenom konzumacijom umesto očekivanog povećanja privlačnosti (Schmolz i Kalle, 2010).

Etološki faktori koji utiču na efikasnost mehaničkih metoda deratizacije

Efikasnost mehaničkih metoda deratizacije štetnih glodara značajno varira kako između vrsta, tako i između jedinki unutar iste vrste. Na primer, sivi pacov pokazuje nižu verovatnoću ulova u poređenju sa drugim komensalnim glodari-ma, što je rezultat kombinacije unutrašnjih faktora i prethodnog iskustva. Kod miševa se javljaju jedinke sklone ulasku u zamke i one koje ih izbegavaju, pri čemu se razlike mogu uočiti i između polova i starosnih kategorija. Pored toga, spoljašnji faktori, kao što su vlažnost, temperatura i vegetacija, dodatno utiču na efikasnost hvatanja (Clapperton, 2006). Uz navedene faktore, na ponašanje glodara u kontekstu sakupljanja hrane i prilaska zamkama utiču i složeni društveni mehanizmi. Jedan od njih je mimetička želja – pojava da jedinka ispoljava afinitet prema objektima koje već poseduje drugi pacov. Li i saradnici (2016) su pokazali da su pacovi, suočeni sa izborom sakupljanja hrane u takmičarskom okruženju, birali one objekte koje je već posedovao drugi pacov. Ovi nalazi ukazuju na to da glutamatergični sistem (*N'*-metil-D-aspartatni receptori – NMDA) obrade informacija igra ključnu ulogu u društveno usmerenom donošenju odluka kod pacova, dok se mehanizmi društvene motivacije razlikuju od onih zasnovanih isključivo na nutritivnoj vrednosti.

ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati ukazuju da održivi i savremeni sistemi kontrole glodara ne mogu biti zasnovani isključivo na hemijskim rodenticidima, s obzirom na njihovu široku primenu, ekološke rizike i negativne efekte na dobrobit životinja. Dominacija antikoagulantnih jedinjenja druge generacije dodatno naglašava potrebu za preispitivanjem postojećih strategija upravljanja populacijama štetnih glodara. Mehaničke metode, posebno kada su podržane standardizovanim dizajnom i pravilnom primenom, predstavljaju realnu i etički prihvatljiviju alternativu, s tim da se mora uzeti u obzir da njihova efikasnost nije univerzalna i da u velikoj meri zavisi od obrazaca ponašanja glodara, koji su pod snažnim uticajem olfaktornih, prehrambenih i socijalnih faktora. Analiza dostupne literature sugeriše da integracija atraktanata i razumevanje bihejvioralnih mehanizama značajno mogu unaprediti uspešnost mehaničkih sistema kontrole. U tom kontekstu, budući razvoj strategija suzbijanja glodara trebalo bi da bude zasnovan na principima integrisanog upravljanja štetočinama, uz kombinovanje bioloških saznanja i tehničkih rešenja, čime se omogućava efikasnija, ekološki prihvatljivija i etički održivija kontrola populacije glodara u savremenim uslovima.

Zahvalnica

Rad je podržan sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovor broj 451-03-34/2026-03/200143).

LITERATURA

1. Baker, S. E., Ayers, M., Beausoleil, N. J., Belmain, S. R., Berdoy, M., Buckle, A. P., Cagienard, C., Cowan, D., Fearn-Daglish, J., Goddard, P., Golledge, H. D. R., Mullineaux, E., Sharp, T., Simmons, A., & Schmolz, E. (2022). An assessment of animal welfare impacts in wild Norway rat (*Rattus norvegicus*) management. *Animal Welfare*, 31(1), 51–68.
2. Baker, S. E., Ellwood, S. A., Tagarielli, V. L., & Macdonald, D. W. (2012). Mechanical performance of rat, mouse and mole spring traps, and possible implications for welfare performance. *PLOS ONE*, 7(6), e39334.
3. Buckle, A. (2013). Anticoagulant resistance in the United Kingdom and a new guideline for the management of resistant infestations of Norway rats (*Rattus norvegicus*). *Pest Management Science*, 69(3), 334–341.
4. Clapperton, K. (2006). *A review of the current knowledge of rodent behaviour in relation to control devices* (Science for Conservation No. 263). Department of Conservation.
5. CRRU (Campaign for Responsible Rodenticide Use). (2024, July 3). Guidance changes for gamekeepers on rodenticide use. *Think Wildlife*. <https://www.thinkwildlife.org> (Datum pristupa 04.05.2026)
6. Ferrero, D. M., Lemon, J. K., Fluegge, D., Pashkovski, S. L., Korzan, W. J., Datta, S. R., Spehr, M., Fendt, M., & Liberles, S. D. (2011). Detection and avoidance of a carnivore odor by prey. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(27), 11235–11240.
7. Guiry, E., & Buckley, M. (2018). Urban rats have less variable, higher protein diets. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1889), 20181441.
8. Han, B. A., Kramer, A. M., & Drake, J. M. (2016). Global patterns of zoonotic disease in mammals. *Trends in Parasitology*, 32(7), 565–577.
9. Hurst, J. L. (1987). The functions of urine marking in a free-living population of house mice, *Mus domesticus*. *Animal Behaviour*, 35(5), 1433–1442.

10. Kotthoff, M., Rüdell, H., Jürling, H., Severin, K., Hennecke, S., Friesen, A., & Koschorreck, J. (2019). First evidence of anticoagulant rodenticides in fish and suspended particulate matter: Spatial and temporal distribution in German freshwater aquatic systems. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(8), 7315–7325.
11. Li, F., Cao, W. Y., Huang, F. L., Kang, W. J., Zhong, X. L., Hu, Z. L., Wang, H. T., Zhang, J., Zhang, J. Y., Dai, R. P., & Li, C. Q. (2016). Roles of NMDA and dopamine in food-foraging decision-making strategies of rats in the social setting. *BMC Neuroscience*, 17, 3.
12. Marsh, R. E. (1988). Bait additives as a means of improving acceptance by rodents. *EPPO Bulletin*, 18(2), 195–202.
13. Meehan, A. P. (1984). *Rats and mice: Their biology and control*. Rentokil Ltd.
14. Parrott, D., Quy, R., van Driel, K., Lurz, P., Rushton, S., Gurnell, J., Aebischer, N., & Reynolds, J. (2009). *Review of red squirrel conservation activity in northern England* (Natural England Commissioned Report NECR019). Natural England.
15. Regnery, J., Rohner, S., Bachtin, J., Möhlenkamp, C., Zinke, O., Jacob, S., Wohlsein, P., Siebert, U., Reifferscheid, G., & Friesen, A. (2024). First evidence of widespread anticoagulant rodenticide exposure of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in Germany. *Science of The Total Environment*, 907, 167938.
16. Schlötelburg, A., Geduhn, A., Schmolz, E., Friesen, A., Baker, S., Martenson, N., Le Laidier, G., Urzinger, M., Klute, O., Schröer, D., & Puschmann, M. (2021). *NoCheRo-guidance for the evaluation of rodent traps. Part A: Break back/snap traps*. German Environment Agency.
17. Schmolz, E., & Kalle, A. (2010). Effect of addition of artificial flavour on rodent bait attractiveness. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, 24, 192–194.
18. Shiels, A. B., & Pitt, W. C. (2014). A review of invasive rodent (*Rattus* spp. and *Mus musculus*) diets on Pacific islands. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, 26, 156–160.
19. Stryjek, R., Mioduszevska, B., Spaltabaka-Gędek, E., & Juszcak, G. R. (2018). Wild Norway rats do not avoid predator scents when collecting food in a familiar habitat: A field study. *Scientific Reports*, 8, 9475.
20. Takács, S., Gries, R., & Gries, G. (2017). Sex hormones function as sex attractant pheromones in house mice and brown rats. *ChemBioChem*, 18(14), 1391–1395.
21. Yarmolinsky, D. A., Zuker, C. S., & Ryba, N. J. (2009). Common sense about taste: From mammals to insects. *Cell*, 139(2), 234–244.
22. Zakon o biocidnim proizvodima. (2021). *Službeni glasnik RS*, br. 109/2021.