

Pregledni rad DOI: 10.5937/DDD25189V

PONAŠANJE GLODARA OD ZNAČAJA ZA USPEŠNOST DERATIZACIJE

RODENT BEHAVIOUR OF IMPORTANCE FOR THE SUCCESS OF DERATIZATION

Marijana Vučinić^{1*}, *Milutin Đorđević*¹, *Vladimir Drašković*¹,
*Katarina Nenadović*¹

Kratak sadržaj

U radu su prikazana neka novija saznanja o ponašanju glodara – sivog pacova od značaja za uspešnost njihove kontrole. Ponašanje pacova je potrebno poznavati jer žive u zajednici sa čovekom nanoseći mu nenadoknadive štete. Svoje aktivnosti pacovi sinhronizuju sa aktivnostima čoveka kako bi opstali u životu i izbegli svaku opasnost koju čovek može da im nanese. Mane čoveka koje se odnose na nečistoću ili tehničku neispravnost infrastrukture koriste za sopstveno preživljavanje, odnosno kao izvore hrane i skloništa. Oblici ponašanja čoveka su istovetni i kod pacova. Razlika je u tome što kod pacova postoje oblici ponašanja, koji znatno otežavaju efikasnost deratizacije, a njima pomažu opstanak. Takvi oblici ponašanja su averzija na hranu, neofobija, specifična teritorijalnost, obazrivost i dr.

Ključne reči: *pacovi, ponašanje, kontrola populacije*

Abstract

The paper presents recent knowledge about the behaviour of rodents, specifically the brown rat, which is important for effective control measures. Understanding rat behaviour is essential, as they coexist with humans and can cause significant damage to them. Rats synchronise their activities with human actions to enhance their survival and avoid potential threats from humans. They exploit human shortcomings, such as untidiness or infrastructure failures, as sources of food and shelter. The behavioural patterns of rats mirror those of humans; however, rats exhibit specific behaviours that complicate extermination efforts, aiding their survival. These behaviours include food aversion, neophobia, specific territoriality, and circumspection, among others.

Keywords: *rats, behaviour, population control*

¹ Dr sci. vet. med. Marijana Vučinić, redovni profesor; dr sci. vet. med. Milutin Đorđević, redovni profesor; dr sci. vet. med. Vladimir Drašković, docent; dr sci. vet. med. Katarina Nenadović, vanredni profesor; Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Katedra za zoohigijenu, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, R. Srbija

* e-mail kontakt osoba: vucinicm@vet.bg.ac.rs

UVOD

Postoji nekoliko definicija ponašanja. Prema prvoj definiciji, ponašanje predstavlja skup svih uočljivih aktivnosti životinja. To znači da je ponašanje samo ono što se vidi golim okom, odnosno što je uočljivo uključujući fazu mirovanja životinje (npr. posmatranje, razmišljanje, odmor i san). Prema drugoj definiciji, ponašanje je najbrži način reagovanja životinje na promene u životnom okruženju ili u samom organizmu. Ova definicija upućuje na osnovnu ulogu ponašanja, a to je očuvanje homeostaze i integriteta organizma – fizičkog, fiziološkog, genetičkog i emocionalnog i to reakcijom na promene i dešavanja u životnom okruženju (stimulus) ili unutar organizma životinje (potrebe i nagoni). Ponašanje se manifestuje kroz 9 oblika (reaktivnost, odmor i san, kretanje, higijensko ponašanje, hranidbeno ponašanje, teritorijalno, istraživačko, socijalno i reproduktivno ponašanje) i veliki broj strategija (različiti načini ispoljavanja istog oblika ponašanja). Kao i čovek, tako i životinje imaju sposobnost da osećaju, uče, pamte, stiču iskustva i na osnovu tih iskustava predviđaju ishode i posledice dešavanja u svom okruženju kao i da ih kontrolišu u svoju korist (npr. prilaženje atraktivnim supstratima ili izbegavanje opasnih i odbojnih supstrata). Supstrati nisu samo materijali, već i predmeti i pojave u okruženju životinja (Vučinić, 2016). Na kraju, sve navedeno odnosi se i na glodare, čije aktivnosti i brojnost kontroliše čovek. Uspešnost kontrole glodara se zato zasniva na besprekornom poznavanju njihovog ponašanja i sinhronizaciji ponašanja čoveka i glodara.

Sposobnost da pamte opasne i odbojne stimulse i ishode u dodiru sa njima, kao i sposobnost da stiču iskustva kako da izbegnu ponovni kontakt sa takvim stimulusima, znatno otežava kontrolu glodara. U današnje vreme, ništa manje ne olakšava kontrolu glodara ni njihova sposobnost da iskuse neprijatnost i patnju. Zapravo, ova osobina utoliko otežava kontrolu glodara jer je nametnula etičnost i humanost u izboru strategija od strane čoveka za smanjenje njihovog broja (Baker i sar., 2022; Loeb, 2022; De Ruyver i sar., 2023). U Evropskoj uniji, kontrola štetnih organizama je standardizovana i podrazumeva teorijsku i stručnu obuku budućih profesionalaca koji će se baviti ovim poslom. Standard EN 16636 je prvi put objavljen u martu 2015. od strane Evropskog komiteta za standardizaciju (CEN) nakon više od tri godine preliminarnog rada. Standard je razvijen da podstakne profesionalizaciju evropske industrije kontrole štetočina. Sertifikacija prema EN 16636 omogućava organizacijama koje se bave kontrolom štetočina da pokažu svoju stručnost i kvalitet. Ono što svaka organizacija koja se bavi kontrolom mora da poštuje nisu samo mnogobrojne direktive i regulative, koje se odnose na kontrolu štetočina, već je minimum ovaj standard. Takođe, u EU postoji i Evropska konfederacija asocijacija za menadžment štetočinama (CEPA) koja nalaže da deo obuke za menadžment štetočinama bude i humana kontrola glodara. Zato se danas najhumanijom metodom kontrole pacova i miševa smatraju klopke ubice („odskočne klopke” kategorije A) koje ubijaju miševe za ≤ 30 sekundi (kategorija B za ≤ 60 sekundi), a pacove za ≤ 45

sekundi (kategorija A), odnosno za ≤ 90 sekundi (Schlötterburg i sar., 2021). Ovu standardizaciju obavila je radna grupa evropske NoCheRo kompanije. Za razliku od EU, u Kanadi se upotreba odskočnih klopki smatra nehumanim i neetičkim načinom kontrole glodara.

Poznavanje ponašanja glodara je neophodno za uspešnost njihove kontrole. Svaka strategija kontrole populacije glodara zahteva na prvom mestu da poznamo šta glodare privlači, šta ih plaši i odbija i na koji način vidljivim aktivnostima (ponašanje) ili indirektnim signalima ispoljavaju svoja osećanja prema životnom okruženju. Osećanja pokreću određeni oblik ponašanja glodara. To životno okruženje glodara može biti relativno stabilno, ali svaki početak kontrole populacije glodara već predstavlja promene u njihovom okruženju. Upravo zato, treba imati na umu da će se i njihovo ponašanje promeniti kako bi se prilagodili novonastalim promenama. Ovde se treba podsetiti da je ponašanje najbrži način prilagođavanja na promene u životnom okruženju. Onoliko kolika je želja čoveka da što efikasnije i što brže smanji populaciju glodara različitim kontrolnim merama, toliko je obimna i promena ponašanja glodara da čim pre i uspešnije uspostave kontrolu nad promenama koje je prouzrokovao čovek na njihovom staništu. Zato je od posebnog značaja razumeti sklonost glodara ka različitim ukusima, mirisima i bojama, veličini obroka, neofobiji, hranidbenom ponašanju, kretanju glodara, veličini staništa i teritorijalnosti, ponašanju prema mamcima, averziji, odbojnosti, ponašanju u odnosu na repelentna sredstva, klopke i zvukove (Clapperton, 2006).

Međutim, mi o ponašanju glodara, a posebno sivog pacova još uvek malo znamo. Glavna mana otežanog proučavanja pacova je njihov način života, odnosno život ispod tla, kojim korača čovek, na kojem čovek gradi svoja naselja ili ga obrađuje radi proizvodnje poljoprivrednih dobara. To otežava posmatranje ponašanja. Sledeća prepreka je noćna aktivnost pacova.

U radu će biti reči o bitnim oblicima ponašanja glodara od značaja za uspešnost deratizacije, sa pretežnim osvrtom na sivog pacova (*Rattus norvegicus*).

ZAŠTO TREBA POZNAVATI PONAŠANJE SIVOG PACOVA

Danas je poznato da su tradicionalne metode kontrole glodara rodenticidima relativno neefikasne, odnosno da njima ne može da se postigne željeni cilj – konačno uklanjanje 75-80% populacije. Zapaženo je čak da se u pojedinim urabanim sredinama, uprkos porastu gustine naseljenosti i prihoda po glavi stanovnika, brojnost glodara održava na broju od pre 50 do 70 godina ili čak i raste. Postoji nekoliko objašnjenja za ovaj trend povećanja populacije glodara. Prvo, sve dok pacovi imaju pristup izvorima hrane i skloništima, svako smanjenje brojnosti u njihovoj populaciji, brzo se nadoknađuje. Drugo, korišćenjem rodenticida za kontrolu brojnosti glodara mi utičemo da se kod njih razviju adaptacioni mehanizmi na mere kontrole od kojih su dve najznačajnije: neofobija i rezistencija (genetička i bihevioralna). Treće, rodenticidi nisu specifični

za vrstu i otrovni su i za druge životinje (neciljni organizmi), čime ulaze u lanac ishrane predstavljajući istovremeno zdravstveni i ekološki rizik. Ovo stvara pritisak na njihovo korišćenje, ali i potrebu da se nađu drugi, efikasniji i manje rizični načini kontrole glodara. Na kraju, etički i humani razlozi takođe nameću potrebu da se smanji upotreba rodenticida (Parsons i sar., 2017). Efikasniji načini kontrole mogu da se pronađu samo ako poznajemo ponašanje glodara. Međutim, postoji jasno izražena kolizija između potrebe čovečanstva da efikasno kontroliše populaciju pacova i zainteresovanosti za proučavanje ponašanja i ekologije pacova. Drugačije rečeno, čovečanstvo je zainteresovano za upravljanje populacijama pacova, ali ne i za proučavanje ponašanja i ekologije ove vrste. I zato, kako navodi Engelhaupt (2016), mi znamo više o ekologiji polarnih medveda nego o gradskim pacovima koji vekovima žive sa nama. Da bi se bolje upoznao ponašanje i ekologija pacova neophodno je da se uključe svi učesnici u okruženju gde se njihova kontrola sprovodi, a to su: društvo u celini, posedi (površine, lokaliteti) direktno ugroženi invazijom pacova, organizacije zadužene za njihovu kontrolu i istraživači. Svako od ovih učesnika predstavlja bitan izvor informacija na osnovu kojih može da se stvori „bihevioralni“, odnosno „ekološki“ profil populacije pacova na određenom prostoru. Ono što nas najviše interesuje pri definisanju bihevioralnog i ekološkog profila pacova su sklonosti ka hrani, odnosno mamcima. Posebni oblici ponašanja pacova koji nas interesuju odnose se na teritorijalnost, kretanje, socijalni život, hranidbeno ponašanje, hordašenje hrane, neofobija i istraživačko ponašanje. Na primer, pacovi su izrazito teritorijalne životinje, ali ne prelaze velike distance na teritoriji koju poznaju. Hranu traže i konzumiraju najčešće na udaljenosti od 50 m od aktivnih rupa i to noću. U toku dana, hranu konzumiraju na ne većoj udaljenosti od 30 m od aktivnih rupa. Hrane se kolektivno, odnosno veći broj pacova istovremeno može da se hrani iz istog izvora hrane. Taj broj najčešće iznosi do 100 pacova, mada može da iznosi i 160 pacova. Ako je teritorija „nestabilna“ (nesigurna) tada se pacovi ne hrane na izvoru hrane već hranu brzo sakupljaju i odnose u svoja skloništa. Ovakva saznanja mogu poslužiti pri postavljanju mamaca. Površina na kojoj su registrovane aktivne rupe pacova treba da se pokrije mamcima koji se postavljaju na 30 do 50 m od aktivnih rupa i to u što većem broju. Ovo je samo primer kako saznanja o ponašanju pacova mogu i treba da se koriste u postupku deratizacije.

Gore navedeno ukazuje da poznavanje ponašanja pacova ima svoju direktnu primenu u sprovođenju mera njihove kontrole.

KRETANJE PACOVA

Norveški i crni pacovi (*Rattus norvegicus* i *Rattus rattus*) su ubikvitarne urbane štetočine, prisutne u svim gradovima širom svet. Mada su blisko povezani sa ljudima, u gradskim sredinama ih je izuzetno teško kontrolisati. Uprkos bliskoj povezanosti sa ljudima, gradske pacove je teško kontrolisati zarad nedostatka osnovnih znanja o ekologiji pacova u urbanim sredinama. Izuzetno vredan rad

Byers i sar. (2019) upoznaje nas sa kretanjem pacova u urbanim ekosistemima i metodologijom koja se koristi za praćenje kretanja pacova. U najkraćim crtama, zaključci ovog rada ukazuju da je kretanje pacova kroz gradske sredine usko vezano za lokaciju, dostupnost lokalnih resursa i prisustvo prepreka kao što su putevi sa frekventnim saobraćajem. Takođe, rad ukazuje da su genetičke metode za praćenje kretanja pacova mnogo efikasnije od metoda koje se zasnivaju na hvatanju pacova. Upravo te genetičke metode ukazuju da pacovi često prelaze puteve za koje mi smatramo da predstavljaju prepreke. Raspršivanje (disperzija) populacije pacova na velike udaljenosti i prostranstva postoji zahvaljujući njihovim prirodnim migracijama, što predstavlja aktivno kretanje ili njihovim pasivnim kretanjem kao „slepih putnika” skrivenih u transportnim sredstvima koja koristi čovek. Inače, poznavanje puteva kretanja pacova je od značaja za razumevanje mogućnosti širenja uzročnika zaraznih bolesti pomoću ovih bioloških ili mehaničkih vektora. Pored samih pacova, vektori za uzročnike bolesti zajedničkih ljudima i životinjama mogu biti i njihovi ektoparaziti – npr. krpelji i buve (Frye i sar., 2015; Hornok i sar., 2015; Alonso i sar., 2020). Na farmama invadiranim pacovima uočeno je prisustvo većeg broja ektoparazita.

Jedan od najvećih nedostataka u znanju o ekologiji pacova u urbanim sredinama je nepoznavanje njihovog staništa, jer još uvek ne znamo gotovo ništa o njegovoj veličini. Na staništima su skloništa pacova, prostor za odgajivanje mladunaca, prostor za parenje i prostor za traženje hrane. Različite jedinke različito koriste stanište, što uslovljava njihova starost, pol, gustina naseljenosti, godišnje doba i varijabilnost životne sredine. Ovo može dovesti u zabunu stručnjake koji procenjuju puteve kretanja pacova. Na svom „osnovnom” staništu pacovi provode 50% svog aktivnog vremena. Oni ne koriste samo jednu jazbinu kao sklonište već istražuju i zaposedaju sve jazbine na svom staništu i manje ili više privremeno koriste one koje im se učine najsigurnijim. To znači da su oblik i veličina životnog prostora fleksibilni. Veličina staništa i prostora po kojem se kreću varira i u zavisnosti od pola pacova. Mužjaci se kreću po većim površinama od ženki u potrazi za ženkama spremnim za parenje i izračunato je da je ta površina za mužjake 13 puta veća u dužini i 5 puta veća u širini od površine koju kao stanište koriste ženke. Kako je veličina staništa prevashodno uslovljena obilnošću vitalnih resursa, one je promenjiva, ali za sivog pacova u većini gradskih sredina iznosi do 130 m². Ukoliko stanište obiluje izvorima hrane, pacovi ga nerado napuštaju i nema potrebe da se kreću po većim površinama i na veće udaljenosti od svojih jazbina. Istraživanjima je ustanovljeno da je najveći broj pacova u urbanim sredinama ponovo uhvaćen na lokalitetima na kojima su prethodno bili uhvaćeni. Ova osobina sivog pacova se naziva „odanost staništu”. Tokom dana, po površini svog staništa pacov ne prelazi duže razdaljine od 10 do 20 odnosno 30 m, dok u kanalizacionim cevima prelazi i do 200 m. Za raširenost populacije pacova karakteristično je da ne napuštaju svoje mesto rođenja na većim distancama od 45-50 m. Raširenost populacije zavisi opet od dostupnosti vitalnih resursa, konkurentskih odnosa, hijerarhijskog poretka i reproduktivnog ponašanja, odnosno

prisustva ženki spremnih za parenje. Polno zreli muški pacovi prelaze veće distance od polno zrelih ženki i mladih muških pacova. U pojedinim slučajevima ova distance nije veća od 3 km.

Pacovi su noćne životinje sa najvećom aktivnosti dva do tri sata pre izlaska i posle zalaska Sunca. Međutim, mogu biti aktivni i tokom dana, u period od 6.00 do 19.00 časova, s tim što im aktivnost opada u kasnim jutarnjim satima i ranim popodnevnim satima (Parsons i sar., 2015). Mužjaci napuštaju jazbine jedan do dva sata pre ženki. Kreću se uglavnom istim putevima, mada mogu koristiti i alternativne puteve.

Najčešća prepreka za kretanje pacova su saobraćajnice. To znači da subpopulacije pacova u gradovima ne dolaze u međusobne kontakte osim ako nisu uslovljene vitalnim resursima. Pacovi mogu da prelaze saobraćajnice, ali se to uglavnom retko dešava. Međutim, uske puteve mogu često da prelaze.

Pri niskoj gustini naseljenosti, a posebno u slučajevima kada naseljavaju nove površine, primećeno je da se pacovi kreću po novom staništu brzim hodom bez pravila, koja bi se odnosila na pravac kretanja, odnosno u svim smerovima i da brzo prošire površinu staništa. Stanište pacova u populacijama niske gustine je znatno veće nego stanište pacova pri velikoj gustini naseljenosti. Međutim, hranu sakupljaju samo iz centralnih delova staništa. Ipak, pri velikoj gustini naseljenosti, mladi pacovi su prinuđeni da napuste stanište na kojem su rođeni i da potraže drugo stanište sa izvorom hrane. Poznavanje kretanja pacova takođe ima primenu u deratizaciji. Na primer, sprovođenje mera kontrole treba započeti kada je populacija pacova najniža i to pokrivanjem što veće teritorije mamcima. Druga primena odnosi se na migracije pacova na veće udaljenosti zbog alternativnih izvora hrane. U takvim slučajevima mamce treba postaviti blizu aktivnih rupa, a ne blizu ovih alternativnih izvora hrane.

Za stručnjake koji se bave kontrolom populacija sivog pacova, pravi izazov predstavlja upravo njihovo otkrivanje pri maloj gustini naseljenosti (Davis i sar., 2023). U takvim okolnostima pomažu kamere osetljive na pokrete i psi, koji otkrivaju pacove. Međutim, obuka pasa u ovom pravcu je skupa, tako da se prednost daje kamerama i savremenijim metodama otkrivanja prisustva glodara kao što je eDNK (environmental DNA). To je dezoksiribonukleinska kiselina živih bića koja se nalazi u uzorcima voda, zemljišta ili drugog materijala uzetih iz prirode (Piaggio i sar., 2025).

HRANIDBENO PONAŠANJE PACOVA OD ZNAČAJA ZA DERATIZACIJU

Kod pacova je izražena sezonska varijacija u ishrani, kao i sklonost ka određenim vrstama hraniva. Od praktičnog značaja za deratizaciju je odabir onih hraniva za mamke kojima je sklono više od 75% populacije pacova. Uz to, pacovi su najviše skloni onim supstratima u mamcima koji ostvaruju brzi uticaj na organizam kao što su vodeni rastvori vitamina ili rastvor NaCl (Lund, 1988).

Pacovi imaju sposobnost učenja posmatranjem i oponašanjem, ali i asocijativnog učenja. Sklonost ka hrani i supstratu koji se koristi u mamcima se sa odraslih pacova prenosi na mladunce na nekoliko načina: a) mladi imitiraju ponašanje odraslih u vezi sa hranjenjem prateći ih i hraneći se iz istih izvora; b) odrasli pacovi ostavljaju olfaktorne signale u području hranjenja i te signale mladunci preferiraju prilikom odbijanja od sisanja kada istražuju okolinu; c) putem mleka majke koja doji, mladunci mogu biti uslovljeni da preferiraju istu ishranu koju je ona konzumirala. Zato se pri deratizaciji uvek treba truditi da se očuva ukus hraniva, odnosno da se ova osobina čak i poveća. Pacovi preferiraju više vlažnim nego suvim hranivima. U tom pravcu pre će prihvatiti potopljene i nabubrele žitarice nego suva zrna. Sveže biljno ulje (3-8%) često poboljšava ukusnost žitarica, istovremeno olakšavajući prijanjanje toksina na čestice mamca. Umesto toga mogu se koristiti glicerini i čisto mineralno ulje, ali nisu toliko atraktivni za pacove, mada su bolje održivi (ne užegnu). U mamce se obično dodaju insekticidi, fungicidi i antioksidansi kako bi sprečili njihov kvar, ali mogu da utiču na palatabilnost. Feromoni su predloženi kao atraktanti za mamce za glodare, a ispitivanja pokazuju da se polni feromoni iz urina ženki pacova mogu koristiti za povećanje privlačnosti hemosterilantima, dok se sekret prepucijalne žlezde takođe može koristiti za privlačenje ženki pacova. Međutim, ako takvi mirisi privlače pacove, povećano konzumiranje mamaca se retko postiže. Ako miris nije nadjačan ukusom hrane, on nema uticaja na ponašanje pri ishrani pacova.

Kod pacova može biti prisutna izražena averzija na hraniva, mamce, deratizacione kutije i mesto vezano za razvoj averzije. Averzija se obično dovodi u vezu sa ukusom hraniva, odnosno mamaca. Međutim, ona može biti prouzrokovana bilo kojim stimulusom koji je kod pacova doveo do neprijatnosti i nesigurnosti u momentu konzumiranja mamaca. Ne samo da će pacov pamtititi ukus hraniva/mamka, već će i izgled deratizacione kutije i mesto nastanka neprijatnosti. Do averzije može da dođe i zarad bilo koje neprijatnosti bez prisustva mamaca i deratizacionih kutija. Averzija za posledicu ima zaobilazanje mesta na kojem se ona razvila. Zato, kod praktičnog izvođenja deratizacije može da se desi da izvesna mesta na kojem su postavljene deratizacione kutije sa mamcima pacovi zaobilaze, odnosno iz njih ne konzumiraju mamke. Ovo upućuje na potrebu da se pre postavljanja mamaka sa rodenticidom posmatra aktivnost pacova u blizini deratizacionih kutija ali, i na postavljanja većeg broja kutija u nizu u blizini aktivnih rupa (Lund, 1988). Kod pacova je ipak najčešća averzija na hranu, odnosno mamac i nastaje usled bolesti. Zato, da se izbegne pojava averzije, razmak između unošenja mamka i pojave bolesti usled delovanja rodenticida ne sme biti kraći od 6 do 7 časova kako pacov ne bi povezoao unošenje hrane sa razvojem bolesnog stanja.

NEOFBIJA

Znanja neophodna za sprovođenje kontrole populacija glodara uglavnom se prikupljaju iz naučne literature. Pri čitanju naučnih članaka neophodno je obratiti pažnju na koju populaciju glodara se odnose. Drugačije rečeno, treba razlučiti da li se odnose na ponašanje glodara posmatranih u laboratorijskim uslovima, odnosno na ponašanje laboratorijskih sojeva glodara ili na ponašanje divljih populacija ili na ponašanje komensalnih glodara. Osnovna razlika između ove tri populacije glodara je u nivou neofobije (strah od novog i nepoznatog). Dok se neofobija totalno izgubila kod laboratorijskih sojeva glodara, ona je nešto manja kod komensalnih glodara, a najveći intenzitet ispoljavanja neofobije ostao je kod divljih populacija glodara koje nemaju kontakt sa čovekom i prostorom koji za svoj život i svoje aktivnosti koristi čovek. Neofobija, koja se opisuje kao izbegavanje novih i nepoznatih predmeta, supstrata i pojava, pa čak i u slučajevima kada su mali i beznačajni, upravo je prvi put opisana kod sivog pacova pre oko 70 godina (Chitty i Shorten, 1946; Barnett, 1958). Neofobija je genetički kontrolisana pojava kod pacova. Kada se pacovi iz divljih populacija čuvaju u kavezima i pod laboratorijskim uslovima, neofobija se zadržava kod niza njihovih potomaka odgajanih u istim uslovima (Kiyokawa i sar., 2017). Smatra se da na intenzitet neofobije kod divljih pacova utiču ljudske aktivnosti na njihovom staništu. Na primer, intenzivni programi kontrole populacije pomoću zamki i rodenticida, odnosno novih objekata, utiču da se kod divljih pacova razvije neofobija. Upravo zato, ona ne nestaje u uslovima kada se divlji sivi pacovi stave u laboratorijske uslove života i kada se njihov kontakt sa čovekom intenzivira. Ovo ukazuje na činjenicu da intenziviranje programa i strategija kontrole populacija pacova doprinosi razvoju neofobije većeg intenziteta što navodi na zaključak da je neofobija jedna od osnovnih odbrambenih reakcija sivog pacova iz divljih populacija na opasnosti u životnom okruženju. Međutim, kod komensalnih pacova, onih koji žive u neposrednoj blizini čoveka i stalno su u kontaktu sa dnevnim aktivnostima čoveka, neofobija se gubi. Ova pojava je dokazana na jednoj pijaci u Tokiju gde je dnevna aktivnost pacova svakodnevna bez obzira na prisustvo ljudi i gde ljudi gotovo da tolerišu prisustvo pacova. Pod takvim okolnostima pacovi postaju indiferentni na nove predmete, materijale i pojave (Koizumi i sar., 2021).

Pri sprovođenju mera kontrole populacije sivog pacova neofobija za posledicu ima vremenski odloženo prilaženje mamcima kao i konzumiranje manje količine mamaka. Reakcija ponašanja koja signalizira strah je izraženo higijensko ponašanje pacova, odnosno čišćenje. To sve rezultira u produženom odgovoru na mamce, odnosno supstancu koji se u hranivu koristi kao sredstvo kontrole. Međutim, ono što je kod sivog pacova interesantno je da u prisustvu mirisa predatora pacovi ne smanjuju aktivnost u odnosu na mamce tretirane fecesom ili urinom predatora. Naime, izostaju reakcije karakteristične za stres i strah pacova, a to su pojačano čišćenje ili ukočenost od straha. Ovo se odnosi samo na slučajeve kada se nalaze u poznatom okruženju i ukazuje da prirodni ili sintetski

mirisi predatora nisu obećavajući repelenti u kontroli populacija sivog pacova (Stryjek i sar., 2018).

Suprotno ovom otkriću, nekoliko godina ranije je ustanovljena još jedna specifična reakcija u ponašanju kao odgovor na prisustvo mirisa predatora. Naime, pacovi su kao plen (npr. za mačke, lisice) primorane da traže hranu na istoj teritoriji koju dele sa predatorima. Stoga, u prisustvu predatora, pacovi moraju da donesu odluku da li će na mestu na kojem su pronašli hranu istu pojesti ili će je poneti u jazbinu. Ovakvo ponašanje (prenošenje hrane u jazbinu) zavisi od većeg broja činilaca (npr. nivo gladi, količina i veličina hrane, udaljenost do gnezda). Pokazalo se da se ponašanje pri nošenju hrane intenzivira što je rizičnija situacija u potrazi za hranom. Zapravo, kada oseće miris predatora, pacovi učestalije prenose hranu u jazbinu, a posebno u slučaju kada su komadi hrane veći i teži (Wernecke i sar., 2016). Zapravo, pacovi su motivisani da u jazbine, odnosno skloništa prenose hranu koja je veća od zrna kukuruza. Ovo treba uzeti u obzir kao rizik za trovanje neciljnih organizama pri ispuštanju/ispadanju hrane. I ovo saznanje može da se koristi u praksi kontrole glodara pri čemu sintetički mirisi predatora mogu da ih motivišu da veće količine hrane unose u svoja skloništa gde se nalaze drugi pacovi. Međutim, pacovi se brzo navikavaju na mirise predatora i kada shvate da je miris predatora bezopasan (habituacija), nastavljaju normalno da se ponašaju prema izvorima hrane, odnosno mestima na kojima se hrana nalazi (Bedoya-Pérez i sar., 2021). Ukoliko se u kontroli štetočina koriste sintetički mirisi predatora kao repelenti, treba imati na umu da mirisi vremenom gube na jačini i da ga treba obnavljati ili fabrički rešavati ovaj problem.

Neofobija na hranu

Neofobija na hranu je reakcija na novu hranu, koja postoji kod mnogih životinjskih vrsta, posebno kod svaštojeda, uključujući sivog pacova. Neofobičnu reakciju obično karakteriše izbegavanje nove hrane i neophodnost da se proceni i njena potencijalna vrednost i opasnost po život od strane životinje (Modlinska, 2022). Neofobična reakcija nije primećena kod pacova koji naseljavaju dinamično okruženje sa visokim nivoom varijabilnosti u pogledu hrane i izvora hrane. Modlinska i Stryjek (2016) su sprovedi ogled upravo u visoko varijabilnim uslovima, koji je imao za cilj da pokaže ponašanje divljih pacova *R. norvegicus* u njihovom prirodnom staništu. Pacovi su proučavani na farmi, a eksperimentalna arena je bila ograničena posebno konstruisanim deratizacionim kutijama, koje su bile slobodno dostupne pacovima. U redovnim intervalima, pacovima je davana nova hrana sa promenjenim ukusom i mirisom, dok je njihovo ponašanje snimano video-kamerom. Rezultati ovih istraživača potvrdili su pretpostavku da pacovi koji žive u veoma promenljivom okruženju ne pokazuju neofobiju prema hrani. Uočena reakcija na novu hranu može biti povezana sa reakcijom na novi objekat (deratizaciona kutija) u većoj meri nego sa neofobijom prema hrani. Ovu svoju pretpostavku su Stryjek i Modlinska (2016) takođe dokazali

ogledom uočivši da su pacovi više neofobični u odnosu na deratizacijske kutije u kojima je postavljena hrana nego na posude sa istom hranom. Vrednost dobijenih rezultata navedenih istraživača je pre svega u činjenici da su istraživanja sprovedena u prirodnom okruženju pacova i da je ispitivano njihovo spontano ponašanje.

Koizumi i sar. (2021) su se pozvali na prethodno dokazanu činjenicu da je neofobija kod pacova genetički određena, odnosno da se nasleđuje. Pošto pacovi u gradovima formiraju populacije sa različitim genetskim karakteristikama, razumljivo je bilo da ovi istraživači pretpostave da će divlji pacovi uhvaćeni na različitim lokacijama u urbanim sredinama ispoljavati različite nivoe neofobije. Kod posmatranih i uhvaćenih pacova, koje su kasnije obdukovali u laboratorijskim uslovima, utvrdili su da pored onih koji su bili neofobični, postoje i populacije pacova koji su bili indiferentni u odnosu na nove objekte, te da je kod njih niži broj takozvanih Fos ćelija, odgovornih za stvaranje medijatora straha. To znači da u urbanim sredinama mogu biti prisutne dve populacije pacova, a to su neofobični i indiferentni na nove predmete. Ovo je od praktičnog značaja za deratizaciju jer na mestima koja su dinamična u promenama, odnosno koja obiluju različitim supstratima, predmetima i pojavama pacovi su indiferentni na novine u svom okruženju. Drugačije rečeno, na takvim mestima mogu da se koriste novi proizvodi u deratizaciji (npr. nove klopke, deratizacijske kutije i sl.).

Stručnjake koji se bave kontrolom populacija glodara, a posebno neofobičnih sivih pacova, dugo interesuje kako se mogu suprostaviti neofobiji kod ove vrste. Naučnici iz Japana su se dosetili da kod sisara postoje takozvani umirujući feromoni – mirisne materije, koji sisari izlučuju na površinu tela ili u spoljašnju sredinu, a čiji miris oseće vomero-nazalnim organom, koji je rudimentiran kod čoveka (Kiyokawa i sar., 2023). Feromoni služe za sporazumevanje životinja i predstavljaju olfaktorne signale. Kod druge životinje koja oseća miris feromona, pokreću hormonske odgovore ili promene ponašanja. Duže vreme je poznato da, unutar iste vrste, pacovi koji su u opuštenom stanju, odnosno kod kojih ne postoji strah, mogu da uzrokuju slično stanje kod pacova u njihovoj blizini. Zapravo, oni mogu da se smire bez ikakve direktne interakcije sa opuštenim pacovima. Uzrok su feromoni, biološka jedinjenja čiji mirisi dospevaju u vazduh, koja su emitovali opušteni/relaksirani pacovi i čiji su miris osutili drugi pacovi. Međutim, priroda umirujućih feromona kod pacova do skora nije bila poznata. Praktično je bilo vrlo teško uzorkovati feromone od pacova u oglednim uslovima radi daljeg proučavanja. Međutim, Kiyokawa i sar. (2023) su se dosetili da pacove uvedu u opštu anesteziju i da onda uzorkuju feromone pomoću vode sa njihovih vratova. Glavni umirujući feromon koji je japanski tim istraživača otkrio kod sivog pacova je 2-metilbuterna kiselina (2-MB). Identično jedinjenje se nalazi u aromama sireva i vina. Istraživači su primenili sintetički analog ovog feromona na divljim populacijama sivog pacova i otkrili da ih stimuliše da ga njuše i da ih umiruje. Tim istraživača veruje da će primena ovog feromona biti od ključnog značaja za humanu kontrolu populacije sivog pacova u urbanim sredinama gde

može umanjiti strah od novog i nepoznatog (neofobija). Inače centar za strah se nalazi u amigdali. 2-MB smanjuje strah tako što utiče na mozak, o čemu svedoči smanjena proizvodnja c-Fos proteina, koji se sintetizira pod uticajem opasnih stimulusa (Bullitt, 1990).

OZELENJIVANJE GRADOVA I UVEĆANJE BROJA SIVIH PACOVA IZ DIVLJIH POPULACIJA

Zarad unapređenja kvaliteta života u gradovima sve više se primenjuje strategija urbanog ozelenjivanja. Međutim, primećeno je da je ova strategija u direktnoj vezi sa povećanjem broja pacova u zelenim regijama gradova. Prethodna istraživanja su pokazala da se brojnost pacova može objasniti prisustvom (prehrambenog) otpada, održavanjem u dobrom građevinskom stanju zgrada i kuća (odgovorno vlasništvo nad starim građevinskim objektima), prisustvom nepropusnih površina, brojem restorana u oblasti, socio-ekonomskim statusom stanovnika, vrstom postojećeg kanalizacionog sistema i gustom ljudske populacije (Tamayo-Uria i sar., 2014). Ovi ekološki i socio-ekonomski faktori direktno ili indirektno utiču na dostupnost hrane i/ili skloništa. Na primer, pokazalo se da su područja u kojima žive stanovnici sa višim prihodima koji žive u kućama koje održavaju u dobrom građevinskom stanju u negativnoj vezi sa brojem pacova. Ovo je verovatno zato što oblasti sa višim socio-ekonomskim statusom imaju manje otpada (hrane) na javnim površinama i poboljšano održavanje stanovanja, ograničavajući mogućnosti pacovima da pronađu ili naprave svoja skloništa (Masi i sar., 2010). Skloništa za pacove mogu biti različita počev od jazbina koje kopaju u zemljištu do skloništa u loše održanim zgradama (pukotine, rupe) ili kanalizacije. Stanje kanalizacije može se vremenom pogoršati, na primer, zbog pukotina i slepih krajeva, povećavajući verovatnoću da ih pacovi koriste kao sklonište. Takođe je ustanovljeno da većoj brojnosti pacova pogoduju i zelene površine, što znači da su u pozitivnoj korelaciji. One za pacove mogu da obezbede izvore hrane i skloništa. Odsustvo zelenih površina i prisustvo pločnika u vezi su sa prisustvom manjeg broja pacova (Masi i sar., 2010). Zato savremene strategije kontrole brojnosti glodara u urbanim sredinama zahtevaju da dobro poznavanje uticaja ozelenjivanja na brojnost pacova, jer se ova mera koristi za unapređenje mentalnog zdravlja, biodiverziteta i zadržavanja vode, kao i za smanjenje efekata urbanih toplotnih ostrva (Green i sar., 2016). Pretpostavlja se da zelene površine mogu biti u vezi sa većim prisustvom otpada poreklom od hrane za ljude, koji se lako može zaglaviti ili sakriti u gustom rastinju), ali i u prirodnih resursa hrane za glodare kao što su npr. voće i orašasti plodovi. Štaviše, zelenija područja predstavljaju prirodno okruženje za kopanje jazbina, odnosno skloništa za pacove. Dobro skrivene jazbine i rupe za ulazak, odnosno izlazak iz jazbina u gustom zelenilu pruža odličnu zaštitu pacovima od grabljivaca. Međutim, u zelenim područjima se očekuje i veće prisustvo grabljivica, što bi negativno uticalo na prisustvo pacova. Upravo sve nabrojane činioce i njihove

veze neophodno je istražiti što bi doprinelo pametnijem projektovanju gradova i omogućilo efikasnije mere prevencije i kontrole glodara, odnosno pacova (Masi i sar., 2010). De Cock i sar. (2024) su ustanovili da je veliki broj pacova u urbanim sredinama veći na zelenim površinama izuzetno bogatim biljnom vegetacijom, na kojima se nalaze bejbi zoovrtovi i veliki broj restorana.

Kada se diskutuje o vezi između „pokrivenosti” urbanih površina vegetacijom i broja glodara, tada treba analizirati veći broj mogućnosti. Na primer, određeni tipovi vegetacije mogu da pruže pacovima veću mogućnost za skrivanje, jer pacovi izbegavaju otvoreni prostor (Barnett, 2017). Uočene su značajne pozitivne veze između brojnosti pacova i prisustva žbunja, drveća, ruderalne vegetacije, vegetacije sa voćem, vegetacije na obali reke, četinara i listopadnog drveća, kao i značajne negativne veze između broja pacova i prisustva zimzelelih biljaka (Traweger i sar., 2006). Interesantno je da de Cock i sar. (2024) nisu pronašli pozitivnu vezu između broja pacova i prisustva rastinja sa voćem i orašastim plodovima. Pretpostavili su da kada je na raspolaganju veliki broj drugih resursa hrane, koji ostaju za ljudima koji su boravili na zelenim površinama, na brojnost pacova više utiču ti resursi hrane nego prisustvo vegetacije sa voćem ili orašastim plodovima. Pored toga, vegetacija voća ili orašastih plodova obezbeđuje hranu za pacove samo u određeno doba godine, što može biti nedovoljno i previše nepouzđano da bi se hranila velika populacija pacova tokom cele godine. De Cock i sar. (2024) ukazuju da povećan broj pacova na zelenim površinama na kojima se nalaze bejbi zoovrtovi dovode u vezi sa prisustvom hrane za životinje, kao i sa prisustvom restorana, koji predstavljaju izvore hrane. Takođe, pacovi su skloni da naseljavaju zelene površine koje se nalaze u blizini vode.

ZAHVALNICA

„Rad je podržan sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovor broj 451-03-136/2025-03/200143).”

LITERATURA

1. Alonso, R., Ruiz, M., Lovera, R., Montes De Oca, D. P., Cavia, R., & Sánchez, J. P. (2020). Norway rat (*Rattus norvegicus*) ectoparasites in livestock production systems from central Argentina: Influencing factors on parasitism. *Acta Tropica*, 203, 105299.
2. 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: 51-68.
3. Barnett S. A. (1958). Experiments on 'neophobia' in wild and laboratory rats. *British Journal of Psychology*, 49: 195-201.
4. Barnett, S. A. (2017). *The rat: A study in behavior*. Routledge.
5. Bedoya-Pérez, M. A., Le, A., McGregor, I. S., & Crowther, M. S. (2021). Antipredator responses toward cat fur in wild brown rats tested in a semi-natural environment. *Behavioral Ecology*, 32, 835-844.
6. Bullitt, E. (1990). Expression of c-fos-like protein as a marker for neuronal activity following noxious stimulation in the rat. *Journal of Comparative Neurology*, 296, 517-530.

7. Chitty, D., & Shorten, M. (1946). Techniques for the study of the Norway rat (*Rattus norvegicus*). *Journal of Mammalogy*, 27, 63-78.
8. Davis, R. A., Seddon, P. J., Craig, M. D., & Russell, J. C. (2023). A review of methods for detecting rats at low densities, with implications for surveillance. *Biological Invasions*, 25, 3773-3791.
9. de Cock, M. P., Esser, H. J., van der Poel, W. H., Sprong, H., & Maas, M. (2024). Higher rat abundance in greener urban areas. *Urban Ecosystems*, 27, 1389-1401.
10. De Ruyver, C., Baert, K., Cartuyvels, E., Beernaert, L. A., Tuytens, F. A., Leirs, H., & Moons, C. P. (2023). Assessing animal welfare impact of fourteen control and dispatch methods for house mouse (*Mus musculus*), Norway rat (*Rattus norvegicus*) and black rat (*Rattus rattus*). *Animal Welfare*, 32, e2.
11. Engelhaupt E. (2016) Yes, Rats Can Swim Up Your Toilet. And It Gets Worse Than That. *Science Salon*. National Geographic, National Geographic.
12. Frye, M. J., Firth, C., Bhat, M., Firth, M. A., Che, X., Lee, D., Williams, S. H., & Lipkin, W. I. (2015). Preliminary Survey of Ectoparasites and Associated Pathogens from Norway Rats in New York City. *Journal of Medical Entomology*, 52, 253-259.
13. Green, O. O., Garmestani, A. S., Albro, S., Ban, N. C., Berland, A., Burkman, C. E., Gardiner, M. M., Gunderson, L., Hopton, M. E., Schoon, M. L., & Shuster, W. D. (2016). Adaptive governance to promote ecosystem services in urban green spaces. *Urban Ecosystems*, 19, 77-93.
14. Hornok, S., Földvári, G., Rigó, K., Meli, M. L., Gönczi, E., Répási, A., Farkas, R., Papp, I., Kontschán, J., & Hofmann-Lehmann, R. (2015). Synanthropic rodents and their ectoparasites as carriers of a novel haemoplasma and vector-borne, zoonotic pathogens indoors. *Parasites & Vectors*, 8, 1-6.
15. Kiyokawa Y., Tanaka K. D., Ishii A., Mikami K., Katayama M., Koizumi R., Minami S., Tanikawa T., & Takeuchi Y. (2017). Two strains of roof rats as effective models for assessing new-object reaction. *Journal of Veterinary Medical Science*, 79, 702-708.
16. Kiyokawa, Y., Tamogami, S., Ootaki, M., Kahl, E., Mayer, D., Fendt, M., Nagaoka, S., Tanikawa, T., & Takeuchi, Y. (2023). An appeasing pheromone ameliorates fear responses in the brown rat (*Rattus norvegicus*). *iScience*, 26, 107081.
17. Koizumi, R., Kiyokawa, Y., Tanaka, K. D., Kimura, G., Tanikawa, T., & Takeuchi, Y. (2021). Existence of wild brown rats (*Rattus norvegicus*) that are indifferent to novel objects. *Journal of Veterinary Medical Science*, 83, 78-83.
18. Loeb, J. (2022). Glue traps and poisons should be 'last resort'. *Veterinary Record*, 190, 93-93.
19. Lund, M. (1988). Rodent behaviour in relation to baiting techniques. *EPPO Bulletin*, 18, 185-193.
20. Masi, E., Pino, F. A., Santos, M. D. G. S., Genehr, L., Albuquerque, J. O. M., Bancher, A. M., & Alves, J. C. M. (2010). Socioeconomic and environmental risk factors for urban rodent infestation in Sao Paulo, Brazil. *Journal of Pest Science*, 83, 231-241.
21. Modlinska, K. (2022). Food Neophobia. In: Vonk, J., Shackelford, T.K. (eds) *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior*. Springer, Cham. 2778-2780.
22. Modlinska, K., & Stryjek, R. (2016). Food neophobia in wild rats (*Rattus norvegicus*) inhabiting a changeable environment—a field study. *PLoS One*, 11, e0156741.
23. Parsons, M. H., Banks, P. B., Deutsch, M. A., & Corrigan, R. F. (2017). Trends in urban rat ecology: A framework to define the prevailing knowledge gaps and incentives for academia, pest management professionals (PMPs) and public health agencies to participate. *Journal of Urban Ecology*, 3.
24. Parsons, M. H., Sarno, R. J., & Deutsch, M. A. (2015). Jump-starting urban rat research: conspecific pheromones recruit wild rats into a behavioral and pathogen-monitoring assay. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 3, 146.
25. Piaggio, A. J., Robinson, S. J., Shiels, A. B., Taylor, D. R., Spock, D. R., Allira, M., Serr, M., Klein, C. M., Godwin, J., Russell, J. C., Wilkinson, S., Holmes, N. D., Will, D. J., & Gemmell, N. J. (2025). Evaluation of Environmental DNA as a Surveillance Tool for Invasive House Mice (*Mus musculus*). *Environmental DNA*, 7: e70069.

26. Schlötelburg, A., Geduhn, A., Schmolz, E., Friesen, A., Baker, S., Martenson, N., Le Laidier, G., Urzinger, M., Klute, O., Schröer, D., Brigham, A., & Puschmann, M. (2021). NoCheRo-Guidance for the Evaluation of Rodent Traps. Part A Break back/Snap traps. *German Environment Agency, Dessau, Germany*, 1-46.
27. Stryjek, R., & Modlinska, K. (2016). Neophobia in wild rats is elicited by using bait stations but not bait trays. *International Journal of Pest Management*, 62, 158-164.
28. 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.
29. Tamayo-Uria, I., Mateu, J., Escobar, F., & Mughini-Gras, L. (2014). Risk factors and spatial distribution of urban rat infestations. *Journal of Pest Science*, 87, 107-115.
30. Traweger, D., Travnitzky, R., Moser, C., Walzer, C., & Bernatzky, G. (2006). Habitat preferences and distribution of the brown rat (*Rattus norvegicus* Berk.) in the city of Salzburg (Austria): implications for an urban rat management. *Journal of Pest Science*, 79, 113-125.
31. Vučinić, M. (2016). Dobrobit životinja. CID, Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
32. Wernecke, K. E., Brüggemann, J., & Fendt, M. (2016). Predator odor exposure increases food-carrying behavior in rats. *Physiology & Behavior*, 154, 15-19.