

SUZBIJANJE MIŠOLIKIH GLODAVACA U ŠUMSKIM EKOSUSTAVIMA

SUPPRESSION OF THE RODENTS IN FOREST ECOSYSTEMS

Goran VIDEĆ*

SAŽETAK: Glodavci, ponajprije miševi, voluharice i štakori, oduvijek su privlačili posebnu pozornost čovjeka i živjeli s njim. Stoga i ne čudi teorija da su izuzev čovjeka, glodavci najprilagodljivija skupina sisavaca na Zemlji. Upravo zahvaljujući sinantropskom odnosu, mišoliki glodavci iskoristili su čovjeka, kako bi putem njegove aktivnosti (trgovina i transport) nastanjivali nova područja, sve dok nisu naselili sve kontinente. Suzbijanje i kontrola brojnosti populacija mišolikih glodavaca predstavlja kompleksan i zahtjevan posao, jer i najmanje nestručno izvedeni zahvati mogu imati dugoročne i nesagledive posljedice za čovjeka i za sve životinjske vrste koje nisu cilj suzbijanja.

Ključne riječi: suzbijanje, mišoliki glodavci, šumski ekosustavi

1. UVOD – Introduction

Do kraja 19. stoljeća miševi, voluharice i štakori bili su često stanovnici ljudskih domova. Kada je čovjek shvatio da su mišoliki glodavci rezervoar i vektor različitih zoonoza, promijenilo se mišljenje o njima. Prvi primjer poduzimanja mjera suzbijanja štakora seže još u davnu 1908. godinu. Te je godine u Danskoj usvojen Zakon o štakorima, kojim se lokalno stanovništvo novčananim poticajima poticalo na uništavanje štakora, što se smatra početkom kontinuirane borbe protiv ovih sisavaca (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Tri su osnovna razloga zašto se većina mišolikih glodavaca smatra štetnim:

1. stvaraju materijalne gubitke (konzumiranje i zagađivanje hrane namijenjene ljudskoj i životinjskoj prehrani; uništavanje tekstilnih i galanterijskih pro-

izvoda, građevinskog materijala, te predmeta različite umjetničke, kulturne i povijesne važnosti);

2. uzrokuju epidemiološko-zdravstvene učinke (prenose niz bolesti na čovjeka, domaće životinje i divljač);
3. izazivaju odbojnost, strah i nelagodu kod većine ljudi.

Za uspješno provođenje mjera suzbijanja populacija mišolikih glodavaca potrebno je dobro poznavati njihove načine percipiranja i reagiranja na određene stimulanse u njihovoj okolini. Primjena zatrovanih mamca najčešća je metoda u suzbijanju brojnosti mišolikih glodavaca (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991). Stoga je posebnu pozornost potrebno usmjeriti i na poznavanje fiziologije ishrane, odnosno navika u ishrani glodavaca, kako bi se spoznale slabosti u tim procesima, s ciljem što uspješnijeg i ekonomičnijeg suzbijanja.

2. EKONOMSKA VAŽNOST ŠTETA OD MIŠOLIKIH GLODAVACA Economic importance of rodent damages

Prema procjenama Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), diljem Svijeta oko 33 milijuna tona hrane namijenjene ljudskoj ishrani biva pojedeno ili uništeno,

odnosno kontaminirano ekskretima i dlakom glodavaca (urinom i izmetom zagade i do 9 puta više hrane nego što pojedaju) (Brooks, Rowe, 1987). Na taj način, prema izračunima Organizacije Ujedinjenih naroda za hranu i poljoprivredu (FAO), gubi se oko 5 % od ukupno proizvedene hrane (Brooks, Rowe, 1987). Noviji podaci govore da se negativnom aktivnošću glodavaca i

* Goran Videc, dipl. ing. šumarstva
Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva
Ulica grada Vukovara 78, 10 000 Zagreb

kukaca godišnje gubi i do 20 % hrane namijenjene ishrani ljudi i domaćih životinja. Kroz financijske pokazatelje to iznosi negdje oko 5 milijardi američkih dolara godišnje (Brooks, Rowe, 1987). Ovi podaci razumljivi su ukoliko se ima u vidu broj vrsta mišolikih glodavaca, gustoća njihovih populacija, reproduktivni potencijal, te potreba za hranom.

Štete koje glodavci nanose možemo podijeliti u nekoliko skupina:

1. uništavanje stočne hrane i gotove hrane biljnog i životinjskog porijekla namijenjene ljudskoj prehrani;
2. uništavanje i oštećivanje poljoprivrednih (žitarice) i povrtlarskih kultura;
3. uništavanje sjemena i sadnica u rasadnicima i šumskim sastojinama;
4. uništavanje i oštećivanje građevinskih objekata i njihovih dijelova;
5. uništavanje i oštećivanje arhivskog materijala, umjetničkih predmeta i kulturnih dobara;
6. oštećivanje tehničkih uređaja i instalacija, te drugog inventara i sirovina u industrijskim pogonima.

Štete koje glodavci nanose biljnim kulturama mogu biti velike. U nastajanju ovih šteta obično sudjeluje ne-

koliko vrsta ovih sisavaca istovremeno. U našoj zemlji najveće štete uzrokuju crni štakor (*Rattus rattus* L.), prugasti poljski miš (*Apodemus agrarius* Pall.), žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis* Melch.), kućni miš (*Mus musculus* L.), poljska voluharica (*Microtus arvalis* Pall.), šumska voluharica (*Clethrionomys glareolus* Sehr.), livadna voluharica (*Microtus subterraneus* L.), te vodeni voluhar (*Arvicola terrestris* L.). Prema posljednjim podacima štete od sitnih glodavaca u rasadnicima i mladim sastojinama mogu iznositi i do 80 % od ukupnog broja zasađenih sadnica (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Uz ekonomske štete koje uzrokuju sitni glodavci, posebno je zabrinjavajući njihov utjecaj na očuvanje bioraznolikosti u prirodi. U tom smislu valja napomenuti da je poradi introdukcije mišolikih glodavaca u određena područja došlo do izumiranja drugih autohtonih vrsta životinja (Irska – močvarna žaba, Galapagos – poljski puž, Velika Britanija – uništene pojedine kolonije morskih ptica, otočje Mann – prestalo razmnožavanje pojedinih vrsta morskih ptica i sl.) (Mehan, 1984).

3. MJERE SUZBIJANJA SITNIH GLODAVACA Small rodent suppression measures

Do danas poznate znanstvene i praktične spoznaje ukazuju da su se stalni naponi čovjeka u suzbijanju brojnosti populacija štetnih glodavaca bazirali na dvije skupine mjera: preventivnih i izravnih mjera suzbijanja. Kako ponekad provođenje preventivnih mjera ne daje zadovoljavajuće rezultate, čovjek je razvio niz izravnih

mjera koje uz preventivne mjere omogućuju kontroliranje populacija glodavaca na prihvatljivoj razini. Izravne mjere suzbijanja populacija temelje se na primjeni mehaničkih sredstava, bioloških mjera ili kemijskih sredstava, bilo prirodnog ili sintetičkog porijekla.

3.1. Preventivne mjere – *Prevention measures*

Važnost preventivnih mjera je ponajprije u tome što one ne služe za izravno suzbijanje i uništavanje glodavaca, već što stvaraju uvjete koji umanjuju ili isključuju mogućnost naseljavanja mišolikih glodavaca u različite objekte ili na otvorene površine (šumske zajednice, poljoprivredne površine, javne površine i sl.). Preventivne mjere rijetko se upotrebljavaju kao samostalno sredstvo suzbijanja glodavaca, već najčešće čine sastavni i nerazdvojni dio integralne zaštite od glodavaca.

Preventivne mjere možemo podijeliti u sljedeće dvije skupine:

- mjere kojima se stvaraju nepovoljni uvjeti za opstanak i prehranu glodavaca;
- mjere kojima se sprječava naseljavanje u i na površine zatvorenog i/ili otvorenog tipa.

3.1.1. Agrotehničke mjere – *Agrotechnical measures*

Agrotehničke mjere imaju važan utjecaj u neizravnom suzbijanju miševa i voluharica na otvorenim površinama, poglavito u šumskim rasadnicima, a sastoje se u primjeni dubokog oranja, prekopavanja i usitnjavanja zemlje, uništavanju korovskog bilja i sl.

Važnost spomenutih mjera je u tome što se istima razbijaju i uništavaju podzemni hodnici glodavaca, njihova spremišta hrane, gnijezda s mladuncima, dok se

odrasle jedinice rastjeruju s obrađenih površina zbog nepovoljnijih životnih uvjeta.

Agrotehničke se mjere koriste i kao redovne mjere u obradi zemlje zbog boljeg plodonošenja biljaka, te samim time služe kao preventivne mjere u suzbijanju populacija glodavaca (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.1.2. Tehnološko-manipulativne mjere – *Technically-manipulative measures*

Ove mjere odnose se ponajprije na tehnologiju smještaja i upravljanja, odnosno premještanja određenih sirovina, poluproizvoda i proizvoda u skladištima rasadnika.

Tu se ponajprije misli na adekvatno izgrađen skladišni prostor, držanje sirovina ili proizvoda u kartonskim kutijama, balama, drvenim sanducima ili drugim

vrstama ambalaže smještenim u obliku manjih cjelina na policama ili paletama, koje se ne naslanjaju na zidove, te u postojanju odgovarajućih prolaza između polica koji omogućavaju kontrolu nad robom, te povremeno premještanje iste, ali i održavanje čistoće (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.1.3. Sanitarno-higijenske mjere – *Sanitary-hygienic measures*

Primjena sanitarnih mjera značajna je i učinkovita metoda borbe protiv štetnih glodavaca. Ovim mjerama može se postići učinak smanjenja mogućnosti glodavcima da dođu do hrane i zaklona, odnosno umanjeni kapacitet staništa neće podržavati naseljavanje štetnih organizama.

U ovu grupu mjera ubraja se redovito čišćenje objekata u rasadnicima, uništavanje korova na poljima i šumskim sastojinama, uredno slaganje rashodovanog materijala, redovito odnošenje otpadnog materijala, održavanje vodovodnih i kanalizacijskih instalacija i dr. (Meehan, 1984)

3.1.4. Građevinsko-tehničke mjere – *Construction-technical measures*

U borbi protiv štetnih glodavaca značajnu ulogu imaju i građevinsko-tehničke karakteristike objekata, odnosno vrste materijala od kojih su građeni i sam način njihove gradnje (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991). Stoga je potrebno da se posebna

pozornost posveti uređenju terena oko objekata i onih dijelova i elemenata u sklopu objekta kroz koje najčešće dolazi do ulaska glodavaca (temelji, podovi, vrata, prozori, ventilacijski sustavi, sustavi centralnog grijanja, kanalizacijski sustavi i sl.).

3.1.5. Repelenti – *Repellents*

Pod repelentima podrazumijevamo sredstva koja primijenjena na odgovarajući način na površine i predmete mogu odbijati ili rastjerivati pripadnike određenih životinjskih vrsta. Do danas je poznato oko 15 prirodnih i preko 60 sintetičkih preparata s odbijajućim svojstvima.

Nekada su se kao repelentna sredstva koristili jelenska koža, sumpor, različite lužine, živo vapno, n-butilmerkaptan, natrijumfluorosilikat, dok su danas više u primjeni sintetički repelenti, npr. Capsaicin, Malation

(tercijarni butilsulfonildimetilditiokarbamat), Rotran, škrljčevo ulje, Albihtol, Cimat (cinkova sol dimetilditiokarbaminske kiseline) i dr (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Primjena repelenata može biti rasipanjem po površini, zaprašivanjem aktivnih rupa glodavaca ili prskanjem u obliku suspenzija. Pojedini repelenti mogu se dodati ili miješati s različitim materijalima koji se koriste u građevinarstvu ili proizvodnji određenih vrsta roba (Meehan, 1984).

3.1.6. Ultrazvučni i elektromagnetski valovi – *Ultrasound and electromagnetic waves*

Od aparata za proizvodnju ultrazvučnih i elektromagnetskih valova može se u budućnosti očekivati puno koristi pri suzbijanju populacija štetnih glodavaca.

Ultrazvuk u kombinaciji s visokim intenzitetom, tj. bukom dovodi do letalnog ishoda, tako da se može koristiti i kao metoda suzbijanja sitnih glodavaca, a ne samo za rastjerivanje. Tvrdnje proizvođača ovakvih uređaja da isti djeluju destruktivno ili ubijaju štetne glodavce još uvijek nisu znanstveno dokazane (Meehan, 1984).

Smatra se da postoje dva osnovna razloga zbog kojih ultrazvučni valovi ne utječu značajno na ponašanje glodavaca:

1. ultrazvuk ne prolazi kroz čvrste prepreke, već se lako apsorbira na mnogim površinama,
2. ultrazvučni valovi vrlo brzo gube energiju prolazeći kroz zrak, što iziskuje uporabu vrlo snažnih izvora zvuka (Meehan, 1984).

Utvrđeno je da elektromagnetski valovi negativno djeluju na populacije štetnih glodavaca, ali još uvijek u praksi nisu primijenjeni zbog nemogućnosti proizvodnje dovoljno jakih izvora valova (Meehan, 1984).

3.2. Mehaničke metode – *Mechanical methods*

Ove se metode sastoje u primjeni mehaničkih, odnosno fizičkih sredstava u borbi protiv glodavaca. Primjena ovih metoda u suzbijanju sitnih glodavaca donekle je ograničena ukoliko je došlo do prenamnoženosti populacija. Kao samostalne metode mogu se koristiti na ograničenom prostoru ili u objektima kod malenih populacija glodavaca (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Mehaničke se metode najčešće koriste za hvatanje sitnih glodavaca na određenom lokalitetu u cilju ustanovljavanja prisutnih vrsta, te procjene njihove brojnosti prije i nakon provedenih mjera suzbijanja kemijskim sredstvima, kao i u cilju parazitoloških i drugih istraživanja. Također se najčešće koriste u slučajevima kada je zabranjena uporaba kemijskih preparata (Glaavaš, Margaletić, Hrašovec, Diminić, 2001).

Postoji nekoliko mogućnosti primjene mehaničkih metoda, a najčešće su:

- nalijevanje vode u aktivne rupe;
- primjena zaštitnih jaraka;
- blokiranje prostorija;
- uporaba improviziranih mišolovki;
- uporaba mehaničkih i električnih klopki;
- uporaba ljepljivih tvari.

Unatoč činjenici što je hvatanje mišolikih glodavaca pomoću klopki jedna od najstarijih metoda njihova suzbijanja, postoji malo znanstvenih spoznaja o usporedbi ovih metoda s drugim metodama suzbijanja glodavaca (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.3. Biološke metode – *Biological methods*

Za biološko suzbijanje i uništavanje štetnih glodavaca mogu se koristiti paraziti, predatori ili patogeni mikroorganizmi. Prema nekim autorima i korištenje antifertilitetnih materija ili kemosterilanata pripada u skupinu bioloških metoda, no ipak, uporaba kemosterilanata mnogo je bliža kemijskim metodama suzbijanja (Brooks, Rowe, 1987).

Od davnih je vremena poznato da postoji veći broj životinjskih vrsta, poglavito sisavaca i ptica, koji su prirodni neprijatelji mišolikih glodavaca. Njihova uloga dolazi do izražaja posebice u razdobljima kada nije došlo do prenamnoženosti populacija glodavaca. Tada oni imaju glavnu ulogu u održavanju prirodne ravnoteže, odnosno održavanju populacija glodavaca na prihvatljivoj razini. Od prirodnih neprijatelja glodavaca svakako treba spomenuti lisicu (*Vulpes vulpes* L.), lasicu (*Mustela nivalis* L.), kunu (*Martes martes* L.), tvora (*Mustela putorius* L.), sove (*Strigidae* ssp.), jastrebove (*Accipitridae* ssp.), orla mišara (*Buteo buteo* L.), vjetrošne (*Falconidae* ssp.), pa čak i vrane (*Corvus corvus* L.) i svrake (*Pica pica* L.).

S druge strane, bilo je pokušaja suzbijanja štetnih glodavaca primjenom mikroorganizama, preciznije rečeno, primjenom određenih vrsta bakterija. Ova meto-

da počiva na inficiranju štetnih glodavaca specifičnim bakterijama koje kod njih izazivaju različita oboljenja, odnosno uginuće. U počecima korištenja ove metode koristili su se različiti sojevi bakterija iz roda *Salmonella* (*Bacterium typhimurium*, *Bacterium typhispermophilorum*, *Bacterium decumanicum*, *Bacterium enteritidis* i njezini serotipovi, i dr.). No, obzirom da su neki sojevi bakterija bili zarazni i opasni za čovjeka i toplokrvne životinje koje nisu bile cilj suzbijanja, te da se uporaba istih nije pokazala najučinkovitijom poradi razvijanja otpornosti nekih vrsta glodavaca na pojedine vrste, Svjetska zdravstvena organizacija donijela je preporuku po kojoj bakterije roda *Salmonella* ne treba koristiti u suzbijanju štetnih glodavaca. Ovu preporuku mnoge su zemlje ugradile u svoje zakonodavstvo kao zabranu (Brooks, Rowe, 1987).

Danas se bakterije koriste u obliku suhih zrnastih baktopreparata i granuliranih amino-koštanih bakterodenticida.

Usprkos izvještajima o dobrim svojstvima i praktičnoj primjeni bakterodenticida u suzbijanju štetnih glodavaca, treba biti na oprezu, jer se ne isključuje mogućnost zaraze ljudi i korisnih životinja koje nisu cilj suzbijanja (Meehan, 1984).

3.4. Genetske metode – *Genetical methods*

Postoje dvije mogućnosti genetske kontrole brojnosti populacija štetnih mišolikih glodavaca. Prva metoda je korištenjem destruktivnog gena koji ima sposobnost povećavanja osjetljivosti glodavaca na prirodne bolesti, dok se druga metoda zasniva na puštanju na slobodu sterilnih jedinki.

Primjer korištenja destruktivnog gena poznat je kao Grünbergov letalni sindrom, koji izaziva uginuće

25 – 100 % potomaka heterozigotnih roditelja, i to u vremenu prije nego što postignu spolnu zrelost. Ova metoda pokazuje dobre rezultate u praktičnoj primjeni, ali joj je mana što iziskuje izdašna financijska sredstva za svoju provedbu (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Metoda korištenja sterilnih jedinki (ponajprije mužjaka) očituje se u stvaranju lažnog graviditeta kod ženki

i odgodi interesa za parenje najduže do 17 dana. Ova metoda počiva na znatno izraženijoj seksualnoj aktivnosti sterilnih jedinki, odnosno češćem parenju sa ženka. Pokusi izvedeni u prirodnim uvjetima nisu dali pozitivne rezultate, jer se ženke pare s više mužjaka i ukoliko je jedan od njih fertilan dolazi do oplodnje. Da

bi se osigurao lažni graviditet, potrebno je u prirodu pustiti izrazito velik broj sterilnih jedinki, što predstavlja velik financijski trošak, a povećanjem broja sterilnih jedinki također bi se stanište u početnim mjesecima operetilo povećanjem šteta poradi prehrane tih istih jedinki (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5. Kemijske metode – *Chemical methods*

Primjena kemijskih sredstava za sada je najučinkovitiji i najbrži način reduciranja prenamnoženih populacija štetnih glodavaca, iako ona nije uvijek opravdana s biološkog gledišta, poglavito kada se uzme u obzir očuvanje bioraznolikosti na određenom području, odnosno primjena trenutnih otrova opasnih za čovjeka i životinje koje nisu predmet suzbijanja (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

No, unatoč navedenoj lošoj strani kemijskih sredstava, njihova prednost je u tome što imaju široku primjenu na velikim površinama (posebice antikoagulantna i antifertilitetna kemijska sredstva).

Rodenticidi se u prometu najčešće pojavljuju u obliku praha, granula, pasta, tekućina i plina (fumiganta), odnosno supstanci koje oslobađaju otrovni plin. U ovisnosti od toga u kakvom se obliku pojavljuju na tržištu, rodenticidi se u praksi primjenjuju u obliku:

- suhih rastresitih ili kompaktnih (parafiniziranih ili briketiranih) mamaca s hranjivom podlogom biljnog i/ili životinjskog porijekla i praškastog, tekućeg ili u obliku paste rodenticida;

- tekućih mamaca pripremljenih od odgovarajućeg tekućeg ili praškastog rodenticida otopljenog u vodi, mlijeku ili biljnom ulju;
- tekućih otopina ili suspenzija rodenticida s vodom u cilju prskanja površina;
- praškastih rodenticida namijenjenih tretiranju površina;
- plina, tj. fumigantnih sredstava.

Na temelju načina ulaska u organizam glodavca dijelimo ih na digestivne otrove, koje životinje unose u organizam konzumiranjem čvrstih ili tekućih zatrovanih mamaca, te na respiratorne otrove, koji ulaze u organizam preko dišnih organa (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Rodenticide koje danas koristimo možemo, s obzirom na letalni ishod po jednokratnom, odnosno višekratnom konzumiranju, podijeliti na brzodjelujuće (akutne, trenutne) i sporodjelujuće (kronične, kumulativne) (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.1. Brzodjelujući (akutni, trenutni) rodenticidi – *Acute rodenticides*

Osnovna značajka ove skupine rodenticida je da vrlo brzo ispoljavaju svoje toksično djelovanje, te se i nazivaju akutnim ili trenutnim otrovima.

Negativna strana ove grupe rodenticida je što i u malim količinama predstavljaju veliku opasnost za čovjeka i toplokrvne životinje koje nisu predmet suzbijanja, pa stoga njihova uporaba zahtijeva primjenu strogih mjera opreza. Također jedan od nedostataka ovih rodenticida je i u tome što oni kod zatrovanih jedinki ispoljavaju znakove trovanja u obliku grčeva koji uzro-

kuju ciku i nenormalno ponašanje jedinki, što uznemirava, odnosno rastjeruje druge jedinke i upozorava ih na oprez, tj. stvara strah kod uzimanja zatrovane hrane. Još jedna od velikih zamjerki akutnih otrova je što za neke od njih, npr. natrijfluoroacetat ili cinkfosfid, ne postoji odgovarajući antidot (Mehlan, 1984).

Akutni rodenticidi nalaze se u uporabi već dugi niz godina, no unatoč činjenici da su načini i metode suzbijanja glodavaca unapredovali, akutni rodenticidi još uvijek u velikoj mjeri nalaze svoju primjenu u praksi.

3.5.1.1. Norbormid – *Norbormide*

U praksi je još od davne 1964. godine. Proizvodi se u obliku kristalnog praha s 0,5 % ili 1,0 % aktivne tvari. U prometu se javlja pod nazivom *Shoxin norbormid* za pripremanje mamaca ili u obliku gotovih mamaca pod nazivom *Raticate*, a proizvodi ga švicarska tvrtka *Tavol Lab.*, odnosno pod naziv *Di-toxin*, a u promet ga stavlja kanadska tvrtka *Gernardt – Penick*. Norbormid se može naći u prodaji i u obliku koncentrata pakiranog u bočicama od 50 ml (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Glavne osobine ovog rodenticida su selektivni način djelovanja, te dobra prihvatljivost glodavaca, odnosno učinkovitost u suzbijanju određenih skupina štetnih glodavaca otpornih na varfarin. Akutna oralna doza (LD_{50}) za poljskog prugastog miša iznosi 100 – 500 mg/kg, odnosno za sivog štakora 8 – 10 mg/kg. Tretiranjem prirodnih populacija štetnih glodavaca mortalitet se kreće između 75 – 100 %. Ovaj preparat nije moguće nabaviti na hrvatskom tržištu (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.1.2. Cink-fosfid – *Zinc phosphide*

Izuzimajući antikoagulantne rodenticide, cinkfosfid je zasigurno najčešće korišten preparat diljem svijeta (Meehan, 1984). To je amorfni prah tamne metalno-sive boje, karakterističnog mirisa na fosfor ili bijeli luk, posebice u prisutnosti vlage ili razblaženih kiselina. Netopljiv je u vodi i alkoholu, a slabo je topljiv u bazama i mastima. Cinkfosfid se dobro otapa u slabim kiselinama i upravo na ovoj osobini zasniva se njegovo toksično djelovanje (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991). Kako sukladno Zakonu o otrovima pripada u I. skupinu otrova, izuzetno je otrovan i opasan za ljude i sve životinje.

Akutna LD₁₀₀ doza iznosi za sivog štakora 75 – 100 mg/kg, kućnog miša 150 – 200 mg/kg, dok za vodenu voluharicu iznosi 4 – 5 mg/kg. Sa sadržajem 2,5 % cinkfosfida u mamcu postiže se redukcija brojnosti po-

pulacije štetnih glodavaca do 85 %, dok se s koncentracijom od 1,0 % cinkfosfida u mamcu smanjuje populacija glodavaca do 65 %. Unatoč širokoj primjeni možemo kazati da se cinkfosfidnim mamcima ne može u potpunosti reducirati brojnost populacije, ponajprije stoga što cinkfosfid ima neugodan miris i okus, pa ga glodavci izbjegavaju (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

U prirodnim šumama i kulturama najčešće se koriste mamci u obliku zrnja različitih žitarica koji se ubacuju u aktivne rupe glodavaca ili se nude u različitim sandučićima, cijevima i drugim prigodnim skrovištima pokrivenim granjem, slamom ili korovskim biljem, kako bi bili nedostupni ostalim neciljanim životinjama (Shivannandappa, Ramesh, Krishnakumari, 1979).

3.1.5.3. Krimidin – *Crimidin*

Koristi se još od 1940. godine. U prometu se javlja kao gotovi mamac pod nazivom *Castrix*, a proizvodi ga njemačka tvrtka *Bayer*. Ovaj mamac sadrži pšenična zrna impregnirana s 0,1 % aktivne tvari. Prihvatljivost ovih mamaca je prilično umanjena i ne može se poboljšati čak ni prethodnim nuđenjem nezatrovanih mamaca (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Izuzetne je otrovnosti, kako za štetne glodavce, tako i za ljude i ostale životinje. Akutna oralna LD₅₀

doza za sivog štakora iznosi 1 – 2 mg/kg, a za kućnog miša 2 – 2,5 mg/kg. Najčešće se koristi za suzbijanje poljske i podzemne voluharice, te kućnog i poljskog prugastog miša (Meehan, 1984).

Nedostatak ovog preparata je u tome, što zatrovane životinje nenormalnim ponašanjem i ciklom upozoravaju ostale članove populacije na opasnost (Meehan, 1984).

3.1.5.4. Barij-karbonat – *Barium carbonate*

To je bijeli prah bez mirisa, ali gorkog okusa. Dobro se otapa u toploj vodi. Svoju primjenu našao je u većoj mjeri između dva svjetska rata, no i danas ga još ponegdje možemo susresti kao rodenticidno sredstvo, iako je u većini zemalja zamijenjen učinkovitijim sredstvima. Najčešće se koristi za suzbijanje populacije sivog štakora, te letalna doza za istoga iznosi 100 – 200 mg/kg (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Zbog gorkog okusa preparata, pri pripremanju mamaca za glodavce dodaju se i različite indiferentne tvari, kako bi se mamci učinili prihvatljivim za glodavce. Pripremljeni mamci moraju se odmah postavljati zbog brze razgradnje aktivne tvari (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.1.5.5. Arsen-trioksid – *Arsenic trioxide*

To je bijeli prah “metalnog” okusa, poznatiji pod imenom “mišomor”. Letalna doza za kućnog miša i sivog štakora iznose 10 – 20 mg/kg. Zbog velikog rizika od slučajnih trovanja životinja koja nisu predmet suz-

bijanja ovaj preparat se već duži niz godina ne koristi kao rodenticid (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.1.5.6. Talij-sulfat – *Thallium sulfate*

Talij-sulfat je prah bijele boje, bez okusa i mirisa, te je izrazito toksičan za životinje i čovjeka. Njemačka tvrtka *Bayer* stavlja ga na tržište u obliku paste (*Zelio – giftpaste*) ili gotovih mamaca od zrna žitarica (*Zelio – giftkörner*) s koncentracijom talij-sulfata u mamcu od 0,5 – 1,5 %. Ovaj preparat može se primijeniti kao te-

kućina, na način da se na 1 litru vode doda oko 100 g šećera i 5 g otrova. Mišoliki glodavci vrlo rado konzumiraju ove mamce, a letalna doza za sivog štakora iznosi 25 mg/kg, dok za kućnog miša iznosi 16 – 27 mg/kg (Meehan, 1984).

Osim što je akutan otrov, talij-sulfat ima i kumulativno djelovanje, te se uz činjenicu da nije selektivan otrov, pri njegovoj široj primjeni javljaju trovanja do-

maćih životinja i divljači (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.1.5.7. Scilirozid – *Red squill*

Ovaj preparat dobiva se iz biljke, crvenog morskog luka (*Scilla maritima rubra* L.), i koristi se kao raticid još od davnih vremena. Čista supstanca dobiva se u obliku amorfnog praha crvenkaste boje. Za njega je karakteristično da je nepostojan i zbog toga je potrebno obratiti pozornost na datum proizvodnje (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

U prometu se mogu naći različiti preparati na bazi scilirozida, bilo kao tekući koncentri ili prah (npr. *Silmurin* – Sandoz, *Redsquill* – S.B. Penick & Co.). Ovi preparati se koriste ponajprije za pripremanje mamaca.

No, scilirozid prah se može pripremiti i za posipanje rupa i ustaljenih puteva kretanja mišolikih glodavaca (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Utvrđena akutna oralna doza za sivog štakora iznosi 0,4 – 0,7 mg/kg, dok za kućnog miša iznosi 0,2 mg/kg. Utvrđeno je da je šumski miš (*A. sylvaticus* L.) nešto manje osjetljiv na čisti scilirozid (Meehan, 1984).

Dobre osobine ovog preparata su da je neatraktan za domaće životinje i divljač, a također je utvrđeno da nije toksičan za ljude (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.1.5.8. Endrin – *Endrin*

U čistoj formi je kristalni prah bijele boje. U vodi je netopljiv dok ga jake kiseline i temperatura iznad 200 °C razgrađuju. Tehnički proizvod u granulama je žućkaste boje i sadrži 92 % aktivne tvari. Komercijalni naziv mu je *Pinodrin* ili *Endrin 20*, a na tržištu se pojavljuje u obliku tekućeg koncentrata s 20 % aktivne tvari (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Zbog njegove izrazite toksičnosti na glodavce, sve toplokrvne životinje i čovjeka, njegova uporaba dozvoljena je samo kada nema mogućnosti izbora drugih rodenticidnih sredstava za suzbijanje populacija poljske i podzemne voluharice, i to samo u ograđenim po-

vršinama, kako bi se izbjegla kontaminacija vodenih tokova i trovanje domaćih životinja i divljači. Također se primjenjuje samo u periodu mirovanja vegetacije. Nakon tretiranja iste površine ne smiju se koristiti za ispašu stoke u vremenu do 120 dana po tretiranju (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Operativna primjena ovog preparata na ugroženim područjima provodi se prskanjem otopinom sa sadržajem aktivne tvari 0,35 – 0,4 %, te je pritom potrebna količina otopine 1,0 – 2,0 lit/ha (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.1.5.9. Kamfeklor – *Kamfeklor*

Ovaj preparat nalazi se na tržištu pod komercijalnim nazivom *Toksafen 50 %*, a proizvodi ga tvrtka *Hercules – Inc.* Proizvodi se u obliku tekućeg koncentrata (40 % aktivne tvari), praha za aplikaciju (10 % aktivne tvari) ili u obliku granula (20 % aktivne tvari) (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Koristi se za suzbijanje poljskih miševa i voluharica u razdoblju mirovanja vegetacije. Prije provođenja tretiranja potrebno je spriječiti pristup plemenitoj divlja-

či, a u tijeku tretiranja posebnu je pozornost potrebno posvetiti zaštiti od kontaminacije vode. Operativna primjena prskanjem provodi se otopinama u maksimalnoj koncentraciji do 0,125 %, odnosno 1,25 kg/ha površine. Nakon provedenog tretiranja, površine se ne smiju koristiti za proizvodnju hrane za čovjeka i toplokrvne životinje u vremenu od 2 godine (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.1.5.10. Alfakloraloza, brometalin, kalciferol – *Alpha-chloralose, bromethalin, calciferol*

Ovi preparati jedni su od posljednje sintetiziranih rodenticida i predstavljaju grupu “humanih” rodenticida, čija primjena ne dovodi do trovanja životinja i patnje prije uginuća, nego dovodi do naglog smanjenja meta-

boličkih procesa, moždane aktivnosti, rada srca i disanja, a posljedica ovakvog stanja je nagli pad temperature tijela životinje, odnosno uginuće (Meehan, 1984).

3.5.2. Sporodjelujući rodenticidi – antikoagulant – *Anticoagulants*

Ovi rodenticidi danas su najšire korištena kemijska sredstva u suzbijanju populacija štetnih glodavaca. U usporedbi s trenutnim otrovima, oni pokazuju dvije

osnovne prednosti: 1. ne izazivaju kod glodavaca strah od mamaca; 2. sigurniji su za korištenje.

Prve generacije ovih preparata imale su manu što su se zatrovani mamci morali izlagati u nekoliko navrata, nekoliko dana, a za uginuće životinje bilo je potrebno i do 12 dana. Nova generacija ovih preparata ima daleko bolje i humanije osobine.

Svi antikoagulantni rodenticidi koji se danas koriste u praksi zapravo su derivati hidroksikumarina i indandiona. Oni sprječavaju koagulaciju krvi, izazivaju pucaanje krvnih žila i stvaranje hemoragija na pojedinim organima.

No, unatoč dobrim osobinama, pozornost znanosti i prakse sve više zaokuplja problem pojave rezistencije, kao rezultat genetičkih mutacija i rekombinacija nast-

lih uslijed neadekvatnog tretiranja populacija različitih štetnih glodavaca. Tendencija širenja rezistencije sve je više prisutna diljem mnogih zemalja (Brooks, Rowe, 1987).

Rezistencija glodavaca na antikoagulantne rodenticide često služi, ili bolje rečeno zloupotrebljava se, kao izgovor i pokriće propusta pri suzbijanju populacija sitnih glodavaca. Neuspjeh tretiranja ponajprije se mora tražiti u zastupljenosti preparata u mamcima, količini izloženih mamaca, njihovom načinu postavljanja i u njihovoj prihvatljivosti (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.2.1. Antikoagulanti stare (prve) generacije – *First generation anticoagulants*

3.5.2.1.1. Varfarin – *Warfarin*

Ovaj preparat bio je prvi masovno korišten antikoagulant. U prodaji se nalazi pod imenom *Alfarin*, *Coumafene* ili *Zookumarin* (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

U suzbijanju štetnih glodavaca najčešće se koriste mamci sa sadržajem varfarina 0,005 – 0,05 %. Mortalitet od 100 % postiže se ukoliko jedinke konzumiraju zatrovane 0,005 % varfarin mamce u trajanju od 4 do 7

dana. Varfarin mamci dobro su prihvaćeni od glodavaca, ukoliko je preparat čist (Brooks, Rowe, 1987).

U prodaji se nalazi i tekuća formulacija varfarina sa sadržajem supstance od 0,26 %, te kontaktna formulacija koja služi za posipanje puteva kojima se glodavci kreću, odnosno mjesta na kojima se zadržavaju (Mechan, 1984).

3.5.2.1.2. Kumatetralil – *Coumatetralyl*

To je kristalni prah svijetlo-žute boje, bez mirisa i okusa, netopljiv u vodi, a topljiv u većini organskih otapala. Najčešće se koristi za suzbijanje populacija mišolikih glodavaca rezistentnih na varfarin (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Na tržištu se nalazi kao proizvod tvrtke *Bayer*, pod nazivom *Rakumin 57*. Također ga je na tržištu moguće

naći u obliku koncentrata za razrjeđivanje i nanošenje na inertnu ili atraktivnu podlogu. Uobičajeno je da se izrađuju 5 % *Rakumin* mamci, ali može se primijeniti i kao kontaktni rodenticid (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.2.1.3. Kumaklor – *Coumachlor*

Tehnički kumaklor je prah žute boje sa 70 % aktivne tvari. Koristi se kao deratizacijsko sredstvo za posipanje uobičajenih puteva kretanja glodavaca i njihovih mjesta okupljanja (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Na tržištu se pojavljuje pod nazivom *Tomorin*, a proizvođač je *Ciba Geigy*. Sadržaj kumaklora u *Tomorinu*

može biti 1 % ili 10 %. Ovaj preparat služi za pripremanje mamaca. S natrijevim solima u koncentraciji od 0,5 % aktivne tvari služi i za pripremanje tekućih mamaca (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.2.1.4. Pindon – *Pindon*

Ovo je derivat indandiona. Komercijalni naziv mu je *Pival*, odnosno *Pivaldon* (u Francuskoj), a dolazi u prodaju kao 0,5 % koncentrat. U suzbijanju populacija svih vrsta štetnih glodavaca koriste se mamci sa

0,025 % pindona. Odlikuje se osobinom izrazito dobre prihvatljivosti od mišolikih glodavaca, a utvrđen je mortalitet istih i do 100 % (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.2.1.5. Difacinon – *Diphacinone*

U prodaji se može naći kao 0,1 %-tni koncentrat ili kao gotov parafiniziran briket – mamac. Utvrđena je njegova jače izražena toksičnost kod štakora nego kod

miševa. Prihvatljivost difacinon mamaca ocijenjena je vrlo dobrom, a učinkovitost tretiranja istim povećava se ukoliko se daje kumulativno, odnosno nekoliko uza-

stopnih dana. U zavisnosti od vrste glodavaca koja se suzbija zastupljenost aktivne tvari u mamcu kreće se od

0,005 % do 0,0125 % (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.2.1.6. Klorfacinon – *Chlorophacinone*

Ovaj preparat jedan je od najčešće korištenih u posljednjih desetak godina. Na našem tržištu može se pronaći kao vodotopivi i uljni koncentrat ili u obliku gotovih mamaca (*Faciron forte mamac*, *Ratix mamac S*, *Grain quick*) (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Prema podacima nekih proizvođača uspješniji je od varfarina. Tretiranjem populacija kućnog miša u trajanju 7 – 14 dana sa 0,005 % klorfacinon mamacima došlo je do značajne redukcije brojnosti mišolikih glodavaca (80 – 100 %). Prihvatljivost mamaca s ovim anti-

koagulantom opada kod miševa s povećanjem koncentracije aktivne tvari (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Klorfacinon se uobičajeno koristi sa zastupljenošću u mamicima od 0,005 %. U istoj koncentraciji primjenjuje se i kao tekući vodotopivi ili 0,25 % uljni koncentrat za pripremanje mamaca. Može se koristiti i kao 0,2 % kontaktni prah za posipanje staza i mjesta okupljanja mišolikih glodavaca (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.2.2. Antikoagulantni druge generacije – *Second generation anticoagulants*

3.5.2.2.1. Difenak – *Difenacoum*

Ovaj preparat je prvi od nosintetiziranih antikoagulanata koji se pokazao uspješnim u suzbijanju mišolikih glodavaca rezistentnih na preparate prve generacije. To je prah bijele boje, bez mirisa, netopljiv u vodi. Akutna oralna LD₅₀ doza za štetne glodavce kreće se u rasponu od 0,8 do 7,0 mg/kg, ovisno o vrsti štetnog glodavca, njegovu spolu i uzrastu (Meehan, 1984).

Difenak proizvodi tvrtka *Sorex Ltd.* i na tržištu se pojavljuje u obliku 0,1 %-tnog koncentrata ili gotovih mamaca pod nazivom *Neosorex*, s 0,005 % aktivne

tvari difenaka. Tvrtka *ICI* iz Engleske proizvodi mamce u obliku peleta pod komercijalnim nazivom *Ratak*, sa sadržajem difenaka od 0,005 %. Osim za pripremanje mamaca difenak se u nekim zemljama (Danska) koristi i za posipanje staza, aktivnih rupa i mjesta okupljanja mišolikih glodavaca (Meehan, 1984).

U koncentraciji od 0,001 % aktivne tvari u mamicima izaziva mortalitet kod 70 % jedinki sivog štakora, dok je u koncentraciji od 0,002 % mortalitet 100 % u vremenu od petnaestak dana (Meehan, 1984).

3.5.2.2.2. Brodifak – *Brodifacoum*

Brodifak je najtoksičniji od svih do sada sintetiziranih antikoagulantnih rodenticida. Najčešće se koristi u koncentracijama od 0,005 %, 0,003 % i 0,002 %. Na tržište dolazi kao gotov mamac pod nazivom *Klerat*, *Talon*, *Ratak*, *Metikus*, *Imperator*, *Perthrine* i *Actellic* (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Mamci sa 0,005 % brodifaka uspješno se koriste u suzbijanju populacija poljske voluharice, te se postiže

mortalitet iznad 85 % ukoliko se mamci konzumiraju minimalno 16 dana. Sa sadržajem od 0,0025 % brodifaka u mamicima postignut je letalni ishod od 100 % pri jednokratnom tretiranju vodene voluharice. Akutna oralna LD₅₀ doza za poljskog miša iznosi 0,65 – 0,68 mg/kg, dok za šumsku voluharicu iznosi 0,47 mg/kg (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.2.2.3. Bromadiolon – *Bromadiolone*

Bromadiolon dolazi na tržište kao koncentrat sa sadržajem aktivne tvari od 1,0 % i 0,25 % i služi ponajprije za pripremanje mamaca, a zatim kao prah za posipanje staza kojima se mišoliki glodavci kreću, odnosno mjesta na kojima se zadržavaju, i aktivnih rupa sa koncentracijom aktivne tvari u inertnoj podlozi od 0,15 %. Na tržištu se nalazi i 0,1 %-tni koncentrat za priprema-

nje tekućih mamaca, te gotovi mamci s 0,005 i 0,01 % bromadiolona. Na našem tržištu nalazi se pod nazivima *Brodilon mamac*, *Brodilon Miki* i *Suralon mamac* (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Pri primjeni ovih preparata treba voditi računa o načinu i mjestu izlaganja istih, jer su izuzetno otrovni za pernatu divljač i domaću pernatu živinu.

3.5.2.2.4. Flokumafen – *Flocoumafen*

Ovo je posljednji u nizu sintetiziranih antikoagulanata druge generacije. Na tržište ga stavlja engleska tvrtka *Shell*, pod nazivom *Storm*. Komercijalni Storm mamci s podlogom od cijelih zrna žitarica, briketirani

ili parafinizirani sadrže 0,005 % flokumafena (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Dosadašnja iskustva pokazuju dobru prihvatljivost Storm mamaca, a toksična svojstva ovog rodenticida

ispoljavaju je relativno brzo (čak i nakon samo jednog konzumiranja mamaca), i to poglavito kod vrsta mišolikih glodavaca rezistentnih na varfarin i kumatetralil (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Akutne oralne LD₅₀ doze sa stopom mortaliteta od najmanje 75 % iznose za kućnog miša 0,79 – 2,40

mg/kg, žutogrlog šumskog miša 4,20 mg/kg, šumskog miša preko 10,0 mg/kg, šumsku voluharicu 0,23 mg/kg, poljsku voluharicu 0,12 mg/kg, te za vodenog voluhara 0,20 mg/kg (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.3. Fumigantni rodenticidi – *Fumigants*

Relativno je malen broj fumiganata koji se koriste u suzbijanju populacija mišolikih glodavaca. Osnovna osobina fumiganata je da se kroz zrak brzo šire i prodiru u sve pukotine. Ova sredstva primjenjuju se u suzbi-

janju glodavaca u njihovim podzemnim hodnicima. U suzbijanju populacija štetnih mišolikih glodavaca kod nas se koriste cijanovodična kiselina, fosforovodik, ugljični-disulfid, metil-bromid i klorpikrin.

3.5.3.1. Cijanovodična kiselina – *Hydrocyanic acid*

To je bezbojna tekućina sa specifičnim mirisom i okusom na gorke badem. Lako se otapa u vodi i u plinovitom stanju je lakša od zraka. Osim u tekućem stanju nalazimo je i u krutom stanju, ukoliko je adsorbirana na poroznu podlogu (Meehan, 1984).

Najpoznatiji preparati ove kiseline su *Ciklon C*, koji se proizvodi u granulama, i *Ciklon D*, koji se proizvodi u obliku tableta. Tableta *Ciklon D* preparata razvija 6 litara otrovnog plina u 1m³ zraka, što predstavlja koncentraciju od 0,6 %. S druge strane, mišoliki glodavci izu-

zetno su osjetljivi na cijanovodik, pa tako LD₅₀ doza za sivog štakora iznosi 0,4 mg/l ili 330 ppm u zraku, odnosno za kućnog miša 1,0 mg/l (Meehan, 1984).

Glede visoke razine otrovnosti, pri primjeni ovih preparata potrebno je primijeniti sredstva zaštite, a neki proizvođači u cilju smanjenja mogućnosti od slučajnih trovanja dodaju ovim preparatima tzv. lakrimatore, odnosno sredstva koja imaju oštar miris i predstavljaju indikatore opasnosti (Meehan, 1984).

3.5.3.2. Fosforovodik – *Phosphor hydrogen*

Ovaj fumigant je plin bez boje i slabo se otapa u vodi. Fosforovodik se pri povećanoj vlažnosti zraka ili zemljišta oslobađa iz aluminij- ili magnezij fosfida. Na tržištu se ovaj preparat može naći pod različitim nazivima, npr. *Phostoxin*, *Detia plin E ex B*, *Polynatol*, *Arrex*, *Celphos* i sl. (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991)

Najčešće se koristi *Phostoxin*, a proizvodi ga nje-mačka tvrtka *Degesch*. Ovaj preparat izrađen je na bazi

aluminij – fosfida. Proizvodi se u obliku tableta i peleta. Svaka tableta je težine 3 g i oslobađa 1 g plina, što je dovoljno za 100 %-tni mortalitet jedinki voluharice u podzemnim hodnicima (Meehan, 1984).

Novije formulacije fumiganata zasnivaju se na bazi magnezij – fosfida, jer otpuštaju otrovni plin mnogo brže od onih na bazi aluminij – fosfida (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.3.3. Ugljični – disulfid – *Carbon disulfide*

Čista supstanca ovog fumiganta je tekućina svijetlo-žute boje, a koristi se tako da se njime natope komadići vate ili neke tkanine i ubace u aktivnu rupu glodavca, uz uvjet da se sve druge rupe (aktivne i neaktivne) zatvore zemljom (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

Ovaj plin izuzetne je otrovnosti (inhalacija 1 g oslobođenog plina u kubičnom metru zraka izaziva akutno trovanje kod čovjeka), te je stoga potrebno obratiti posebnu pozornost na mjere zaštite kod primjene ovog fumiganta (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.3.4. Metil-bromid – *Methyl bromide*

U posljednje vrijeme ovo fumigacijsko sredstvo sve se manje koristi u suzbijanju populacija mišolikih glodavaca, ponajprije zbog njihove visoke razine otpornosti na visoke koncentracije ovog plina u kraćem vremenu izlaganja. Više se koristi u suzbijanju štetnih vrsta kukaca ili iznimno za mišolike glodavce u zatvore-

nim prostorima (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.3.5. Klorpikrin – *Chloropicrin*

Može se koristiti kao fumigantni rodenticid tretiranjem aktivnih rupa ili zatvorenih prostora i pritom se postiže redukcija broja populacije i do 87 %. Kako postoje učinkovitija fumigantna sredstva ne preporučuje

se za suzbijanje štetnih glodavaca. Najčešće se koristi kao lakrimator (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991).

3.5.4. Kemosterilanti – *Chemosterilants*

U posljednjih tridesetak godina razvila se jedna relativno nova kategorija sredstava namijenjenih suzbijanju populacija štetnih glodavaca, koja se temelji na reguliranju procesa reprodukcije u smislu njegova privremenog ili pak trajnog zaustavljanja. Takvi su preparati nazvani antifertilantima ili kemosterilantima.

Steroidni hormoni su do sada najviše istraživani i kao inhibitori se koriste estrogene i androgene. Nekoliko jakih steroida dobivenih umjetnim putem (npr. *Mestranol*, *Quinestrol*, *Glyzophol*, *Diethylstilbestrol* i dr.) pokazali su vrlo dobre osobine u reguliranju procesa reprodukcije. Znatna prednost mnogih kemosterilanata u odnosu na do sada korištene rodenticide je u tome, što njihova selektivnost i način uporabe malo štete čovjeku, iako se preporučuje odgovarajuća preventiva.

Za sada još uvijek ima mnogo više spoznaja o fiziološkim mogućnostima kemosterilanata nego o ekološ-

kim gledištima njihove primjene u kontroli brojnosti štetnih glodavaca. Učinkovitost primjene kemosterilanata ubuduće će sve više zavisiti od poznavanja biologije i ekologije određene vrste štetnog glodavca, nego što je to bio slučaj kod uporabe letalnih rodenticida. Ni jedan kemosterilant neće samostalno u potpunosti udovoljiti zahtjevima deratizacije, ali u kombinaciji s antiokoagulatnim mamcima činit će moćno oružje u borbi protiv mišolikih glodavaca.

Do danas je poznato 16 potencijalnih kemosterilanata, od kojih je većina testirana i u prirodnim uvjetima. Većina kemosterilanata pripada skupini steroida (npr. NEU, Mestranol, Quinestrol, BDH-10131, AY-20121 i dr.), dok od nesteroidnih kemosterilirajućih preparata pozornost zahtijevaju alfa-klorohidrin (U-5897) i CI-628.

4. ZAKLJUČAK – Conclusion

Šumske sastojine, plantaže, kulture, rasadnike, skladišta sjemena i objekte koji se nalaze pored ovih površina vrlo često ugrožavaju određene vrste mišolikih glodavaca (*Apodemus spp.*, *Microtus spp.*, *Clethrionomys glareolus* Sehr., *Mus musculus* L. i djelomično *Rattus spp.*), izazivajući pritom značajne ekonomske štete, posebice ukoliko se pojave u gustim populacijama. Masovna pojava određenih vrsta štetnih glodavaca uvjetovana je nizom različitih čimbenika, od kojih su najvažniji obilje odgovarajućih izvora hrane, povoljne klimatske prilike, kao i njihov snažno izražen reproduksijski potencijal.

Dosadašnja su istraživanja u svezi sa suzbijanjem glodavaca dala smjernice i potrebna rješenja, ali uspjeh koji bi zadovoljio uglavnom izostaje, jer se suzbijanje populacija štetnih glodavaca ne provodi sustavno i organizirano, a time ni stručno i pravovremeno.

Najznačajniji elementi pravilnog provođenja mjera suzbijanja populacija štetnih glodavaca uključuju:

1. utvrđivanje vrste glodavaca i njegove gustoće populacije;
2. poznavanje njegove biologije i ekologije, a posebice prehrane i reprodukcije;
3. precizno određivanje razdoblja u kojemu će primijenjene mjere suzbijanja dati najbolje rezultate;

4. pravilan izbor rodenticidnih preparata, njihove optimalne zastupljenosti u mamcima, izbor najatraktivnije hranjive podloge, pravilno odabiranje mjesta izlaganja zatrovanih mamaca, praškastih ili fumigantnih preparata, te poznavanje načina njihova sigurnog izlaganja.

Najveća važnost u borbi protiv mišolikih glodavaca danas svakako imaju kemijske metode suzbijanja. Koriste se akutni i kumulativni rodenticidi u obliku mamaca, zatim kao praškasti preparati za posipanje aktivnih rupa i fumiganti. Od trenutnih otrova za pripremanje mamaca najčešće se koristi cink-fosfid. No, umjesto cink-fosfidom najbolje je mamce zatrovati preparatom bez mirisa i okusa, odnosno antikoagulantom. U tu svrhu preporučuje se Faciron - uljni ili vodotopivi koncentrat, kao i bromadiolon. No, svakako valja istaći da i ostali antikoagulantni preparati nalaze široku primjenu.

Bez obzira da li su mamci zatrovani akutnim ili antikoagulantnim preparatima, treba ih postavljati izravno u aktivne rupe ili na skrovišta mjesta, a ne rasijavati po površini, kako bi se smanjila mogućnost trovanja drugih neciljanih životinja, odnosno čovjeka. S druge strane mnoge međunarodne konvencije i rezolucije, kojih je i Republika Hrvatska potpisnica, u cilju očuvanja okoliša i bioraznolikosti u šumskim ekosustavima, preporučuju i nalažu postepeno smanjivanje, odnosno

potpuno ukidanje korištenja kemijskih preparata i metoda za suzbijanje populacija štetnih mišolikih glodavaca. U budućnosti će preventivne metode u kombina-

ciji s ostalim nekemijskim metodama imati mnogo veće značenje nego što to imaju danas.

LITERATURA – References

- Brooks, J. F. i F. P. Rowe, 1987: Commensal Rodent Control, World Health Organization, Geneva, str. 36–74.
- Glavaš, M., J. Margaletić, B. Hrašovec, i D. Diminić, 2001: Mišoliki glodavci, štete i suzbijanje u nizinskim šumama, Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996., Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, str. 7–10.
- Hrgović, N., Z. Vukičević i D. Kataranovski, 1991: Deratizacija – Suzbijanje populacija štetnih glodara, Dečje Novine, Beograd, str. 81–170.
- Meehan, A. P., 1984: Rats and mice – Their biology and control, Rentokill Ltd., Tonbridge, str. 141–329.
- Shivanandappa, T., H. P. Ramesh i M. K. Krishnakumari, 1979: Rodenticidal Poisoning of Non-Target Animals: Acute Oral Toxicity of Zinc Phosphide to Poultry, Springer-Verlag New York Inc., str. 452–455.

SUMMARY: Rodents, especially mice, voles and rats, always draw people's attention and lived with them. Therefore it is no surprise that except people, rodents are the most adaptive group of mammals on Earth. Exactly because of this synanthropic relation, forest rodents used people through their activities (trade, transport) to accommodate new areas until they populated all continents. Suppression and control of forest rodents population represent complex and demanding job due to the reason that even the smallest unprofessional moves can have long effects and immeasurable consequences for people and all animals which are not the aim of the suppression.

Researches until now on rodent suppression gave guidelines and needed solutions, but in most cases there is no satisfying success because the suppression of rodent populations is not organized and conducted systematically and due to those reasons, unprofessionally and not on time.

The most important elements of regular carrying out of suppression measures on rodent populations include:

- 1. identification of rodent species and its density population*
- 2. be acquainted with its biology and ecology, especially feeding and reproduction system*
- 3. precise determination of a period in which taken suppression measures can give the best results*
- 4. correct choice of rodenticides, their optimal presence in baits, selection of the most attractive feeding base, correct choice of displaying place and knowledge of the method for secure display.*

The most important role in struggle with mice rodents today definitely has chemical methods of suppression. But in the future, the prevention methods in combination with other non chemical methods will be far more important then today.

Key words: suppression, rodents, forest ecosystems