

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Rasprostranjenost i biološko-ekološke značajke invazivne vrste
Potamopyrgus antipodarum (Gray, 1843) (Mollusca,
Gastropoda)

Distribution and bio-ecological characteristics of the invasive
species *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) (Mollusca,
Gastropoda)

SEMINARSKI RAD

Nikola Hanžek

Preddiplomski studij biologije

(Undergraduate Study of Biology)

Mentor: Doc. dr. sc. Jasna Lajtner

Zagreb, 2011.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	2
2. MORFOLOGIJA.....	3
3. STANIŠTE.....	4
4. RAZMNOŽAVANJE.....	5
5. RASPROSTRANJENOST.....	7
5.1. Vektori.....	7
5.2. Gustoća populacije.....	7
6. EKOLOŠKI UTJECAJ.....	9
6.1. Prehrana.....	9
6.2. Interspecijski odnosi.....	9
6.2.1. Kompeticija i njezin utjecaj.....	9
6.2.2. Predatorstvo i parazitizam.....	11
7. METODE KONTROLE.....	13
7.1. Preventivne metode.....	13
7.2. Metode uklanjanja.....	13
8. LITERATURA.....	15
9. SAŽETAK.....	18
10. SUMMARY.....	18

1. UVOD

Invazivne vrste su vrste koje su namjerno ili slučajno unesene na mjesta koja nisu njihova prirodna staništa i značajno utječu na njih.

Invazivne vrste imaju osobine koje im omogućuju nadmoć nad domaćim vrstama poput brzog rasta, kratkog životnog ciklusa, spolnog i nespornog razmnožavanja, prilagodbe na različite uvjete okoliša. Kao vektor, čovjek ima veliki utjecaj na unos invazivnih vrsta u staništa koja nisu autohtona za njih. Unesene vrste mogu nestati u slučaju nedostatka slobodne ekološke niše i mogu biti istrebljene od strane predatora. One mogu negativno utjecati na autohtone vrste na način da se hrane njima, istiskuju ih putem kompeticije, izmjenjuju genetički materijal, unose bolesti, rade obraštaje i prijetnja su ugroženim i endemičnim vrstama. Odmah nakon direktnog uništavanja staništa invazivne vrste su, globalno gledajući, najveća opasnost za bioraznolikost na nekom području. Utjecaj invazivnih vrsta na ekosustave, autohtona staništa i vrste pojačao se s pojavom globalnog povećanja mobilnosti, trgovine, turizma i ostalih ljudskih djelatnosti. Problemom invazivnih vrsta intenzivnije se počelo baviti zadnjih desetljeća. Jedan od najvećih izazova zaštite prirode je kontrola invazivnih svojti i smanjivanje njihovog utjecaja na ekosustave (www.dzpz.hr).

Na listi ISSG (Invasive Species Specialist Group) nalazi se 15 vrsta invazivnih puževa (www.issg.org). Jedan od njih je *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) koji pripada porodici *Hydrobiidae*. Vrstu je 1843. godine izvorno opisao John Edward Gray kao *Amnicola antipodanum*. Njegovo autohtono stanište je Novi Zeland, ali se uspješno prilagodio i raširio po cijelom svijetu.

2. MORFOLOGIJA

Kućica vrste *P. antipodarum* je izdužena i dekstralna (zavijena je na desnu stranu) (Slika 1). Sastoji se od 5-6 zavoja između kojih su duboke brazde. Periostrakum (vanjski sloj ljuske) uglavnom je tanak i obojen. Boje sežu od sive i tamno smeđe do svijetlo smeđe. Neki oblici na sredini svakog zavoja imaju grebene s bodljama (trnovima) koje služe kao zaštita od predatora (Slika 2).

Otvor na kućici jajolikog je oblika. Otvor zatvara operkulum. To je rožnata tvorevina koja je ponekad građena od kalcijeva karbonata i konhiolina, zatvara ušće kućice kada se glava i stopalo uvuku. Veličina invazivnih puževa uglavnom iznosi 4-6 mm dok u Novom Zelandu gdje su autohtona vrsta mogu narasti do 12 mm (Zaranko et al., 1997; Levri et al., 2007). Pod mikroskopom slabog povećanja tkivo embrija je blijedožučkaste boje za razliku od tamnijeg tkiva roditelja.



Slika 1. Vrsta *Potamopyrgus antipodarum*
(Snimio D. L. Gustafson)

(<http://www.issg.org/database/image.asp?ii=534&ic=e>)



Slika 2. Kućica s bodljama
(http://www.mollbase.de/list/index.php?aktion=zeige_taxon&id=75)

3. STANIŠTE

Puž *P. antipodarum* je izuzetno otporna vrsta i sposobna je preživjeti u različitim uvjetima okoliša. Naseljava jezera, rijeke, potoke, estuarije, akumulacije, zaljeve, kanale, spremnike s vodom (Brown et al., 2008). Živi na dubini od 4-25 m, najviše ga ima u priobalnoj zoni na dubini do 10 m, a može živjeti i na dubinama od 45 m. Čovjekov utjecaj na vodene površine (kanalizacija, poljoprivreda) također je pogodan za ovu vrstu zbog veće količine hranjivih tvari i sedimenta. U rijekama gdje je struja vode brza gustoće su manje za razliku od obraslih mjesta gdje je struja vode sporija s time da *P. antipodarum* bolje podnosi brzu struju vode od autohtonih populacija puževa. Puž *P. antipodarum* se može hraniti, rasti i razmnožavati kod saliniteta od 0-15 ppt (normalan salinitet je oko 5 ppt) i može podnijeti salinitet od 30-35 ppt. Kod povišenog saliniteta rastu sporije, proizvode manje potomaka i vrijeme embrionalnog razvoja je dulje. Može podnijeti i veliki raspon temperatura, od 0-34 °C (Zaranko et al., 1997; Cox & Rutherford, 2000). Kod temperature između 24-27 °C reprodukcija je gotovo nemoguća dok je optimum kod 18 °C. Populacije se smanjuju tokom zime. Najveća gustoća populacija zabilježena je u uvjetima gdje je visoka primarna produkcija, stalna temperatura, podloga puna oblutaka i stalan protok vode (Holomuzki & Biggs, 2006).

4. RAZMNOŽAVANJE

Vrsta *P. antipodarum* postiže spolnu zrelost sa šest do devet mjeseci. To vrijeme mu je ujedno potrebno da postigne veličinu od oko 3,5 mm što je također pokazatelj spolne zrelosti. U leglima se može naći od 20-120 embrija i ženka može stvoriti oko 230 jedinki unutar godine dana (Alonso & Castro-Diaz, 2008).

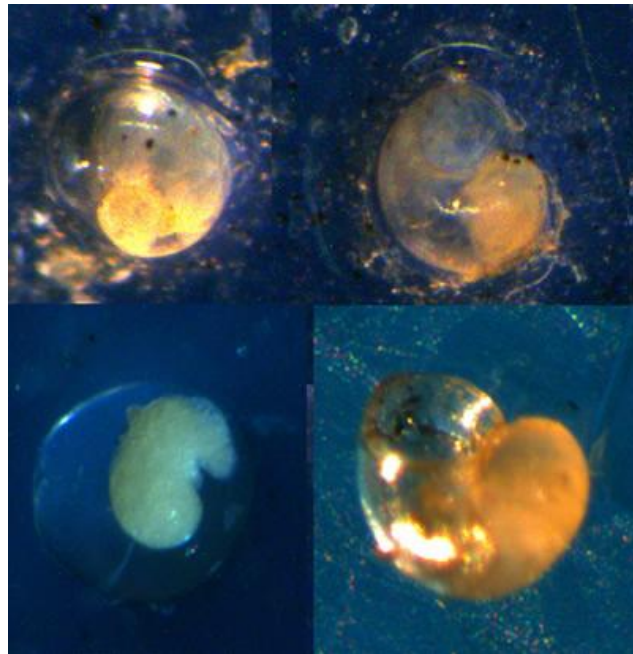
Životni vijek mu je oko dvije godine. U Novom Zelandu, koji mu je izvorno stanište, reproducira se spolno i nespolno, spolni oblici su diploidni (sadrže dva seta kromosoma, $2n$) i postoji manje od 5 % mužjaka sposobnih za razmnožavanje. Za razliku od toga, u staništu koje im nije izvorno prevladavaju ženke koje se nespolno razmnožavaju partenogenezom. To je oblik razmnožavanja u kojem se jaje razvije u mladu životinju bez oplodnje. Nastaju mladi koji su genetički istovjetni roditeljima. Kod životinja odvojenih spolova mladi koji nastaju ovim oblikom razmnožavanja uvijek su ženke (<http://rivrlab.msi.ucsb.edu>). Populacije nastale partenogenezom isključivo su triploidne (sadrže tri seta kromosoma, $3n$), (Alonso & Castro-Diaz, 2008). Ženke koje se razmnožavaju partenogenezom mogu proizvesti dva puta više potomaka nego ženke koje se razmnožavaju spolno. Ženke koje se razmnožavaju spolno daju potomke obaju spolova.



Slika 3. Embriji u ženki (Snimila Gabriela Navas)
(<http://rivrlab.msi.ucsb.edu>)

Genetička istraživanja pokazuju da su nespolne linije ženki nastale iz simpatrijskih (Simpatrijska specijacija – populacija se razvija u 2 ili više reproduktivno izoliranih grupa bez prethodne geografske izolacije) spolnih ženki i da je u miješanim populacijama različitost klonova velika (Dybdahl & Lively, 1995). Neovisnost o spolnom razmnožavanju omogućuje jednoj ženki da se partenogenezom raširi, zauzme novo stanište i u samo nekoliko sezona postane dominantan mekušac na tom području (<http://rivrlab.msi.ucsb.edu>). Mogućnost nespolnog razmnožavanja ženkama omogućuje stvaranje mladih tijekom cijele godine postižući vrhunac tijekom ljeta i jeseni.

Način razmnožavanja je ovoviviparan što znači da se jaja ne polažu nego se razvijaju unutar majčinog tijela. Mladunci izlaze iz jajeta kad je jaje još uvijek unutar majčinog tijela ili neposredno nakon što jaje izađe iz majčinog tijela (Slike 3 i 4). Ženke svoje potomstvo formiraju u legla koja ostaju formirana tako dugo dok ne dođe do mogućnosti kretanja jedinki unutar njega (Alonso & Castro-Diaz, 2008).



Slika 4. Stadiji razvoja embrija (Snimio Danuta Bennett)
(<http://rivrlab.msi.ucsb.edu>)

5. RASPROSTRANJENOST

Puž *P. antipodarum* unesen je u Europu iz Australije 1859. godine i jedan je od najrasprostranjenijih alohtonih mekušaca na svijetu. Raširen je u mnogim zemljama Europe, Sjeverne Amerike, Azije i Australije (Ponder, 1988; Cianfanelli et al., 2007; Levri et al., 2007).

5.1. Vektori

Dobre fiziološke i ekološke osobine pogodne su za širenje vrste *P. antipodarum* velikim brojem vektora. Vektori su mehanizmi pomoću kojih se invazivne vrste šire. Puž *P. antipodarum* je u mogućnosti preživjeti prolaz kroz probavni sustav ptica i riba i na taj se način širiti na nova područja (Čejka et al., 2008). Akvakultura je jedan od načina njegovog širenja tako da se žive ribe ili jajašca transportiraju u nova uzgajališta. Budući da može podnijeti isušivanje, velike razlike u temperaturi i malen je pa ga je teško primjetiti može biti slučajno rasprostranjen od strane ribiča, kupača, izletnika i kućnih ljubimaca. Puž *P. antipodarum* je uveden u spremnicima s pitkom vodom iz Australije u Veliku Britaniju (Ponder, 1988). Puževi su oslobođeni kod pranja ili punjenja spremnika vodom i s obzirom da mogu preživjeti u bočatoj vodi mogli su preživjeti u estuariju rijeke Temze i dalje se raširiti. Balastne vode najčešća su metoda rasprostranjivanja ove vrste na velike udaljenosti.

5.2. Gustoća populacije

Vrsta *P. antipodarum* može zasnovati vrlo guste populacije od nekoliko stotina tisuća jedinki po metru kvadratnom (Slika 5). U Sjevernoj Americi veličine populacija iznose 50 000 - 500 000 jedinki po metru kvadratnom. U Švicarskom jezeru Zürich zabilježena je populacija od 800 000 jedinki po metru kvadratnom. Ove velike populacije imaju značajan utjecaj na ekosustav. Mogu konzumirati više od 75 % bruto primarne proizvodnje i dominirati u sekundarnoj produkciji čineći više od 97 % biomase beskralješnjaka izlučujući 65 % amonijaka. Mogu značajno povećati razinu ugljikovog dioksida precipitiranjem kalcijevog bikarbonata u kalcijev karbonat za proizvodnju kućica (Hall et al., 2003; Levri et al., 2007).



Slika 5. Gusta populacija *Potamopyrgus antipodarum* (Snimio D. L. Gustafson)
(<http://www.issg.org/database/image.asp?ii=529&ic=e>)

6. EKOLOŠKI UTJECAJ

6.1. Prehrana

Vrsta *P. antipodarum* hrani se noću. Hrani se biljnim i životinjskim detritusom, perifitonskim i epifitskim algama. Jedinka koja se hrani raspadnutim lišćem listopadnog drveća brže raste ako jede lišće vrbe ili jasike čija je kutikula mekša za razliku od raspadnutog lišća bukve ili hrasta gdje je kutikula čvršća (Hanlon, 1981). Međutim, nije poznato da li su se puževi koji su bili podvrgnuti eksperimentu hranili raspadnutim lišćem ili bakterijama koje su se tamo nalazile. Hraneći se algama kao primarnim proizvođačima u hranidbenom lancu uzrokuje posljedice koje utječu na mnoge organizme. Ekosustavi u kojima prevladavaju alge pogodniji su za njihov razvoj za razliku od onih u kojima prevladava detritus. Alge su uglavnom potisnute zbog njegovog utjecaja, ali postoji i pozitivan utjecaj kod nekih nitastih alga roda *Cladophora sp.* Hrana su mu dijatomeje koje čine obraštaj na ograncima ovih makroalga (*Cocconeis pediculus*, *Gomphonema sp.*, *Rhoicosphenia curvata*). Selektivnim skidanjem dijatomeja ovaj puž prekida kompeticiju s epifitskim algama i omogućuje vrstama roda *Cladophora sp.* veću količinu svjetlosti i hranjivih tvari (<http://rivrlab.msi.ucsb.edu>).

6.2. Interspecijski odnosi

6.2.1 Kompeticija i njezin utjecaj

Prehrambene navike su, poput njegovih povijesnih značajki i tolerancije na okoliš, vrlo promjenjive prirode. S obzirom na brzu prilagodbu i širok spektar hrane kojom se hrani, ova vrsta sposobna je natjecati se s većinom organizama koji naseljavaju niše u kojima se ona pojavljuje.

Puž *P. antipodarum* hrani se istom hranom kao i većina makrozoobentosa (detritus i perifiton) (Winterbourn & Fegley, 1989; Death, 1991) pa zbog toga dolazi do kompeticije s autohtonim vrstama. Posljedica kompeticije (uzrok je visoka gustoća (28 000/m²) smanjenje je količine hranjivih tvari i promjena gustoće i rasprostranjenosti autohtonih svojiti kao što su vodencvjetovi (*Ephemeroptera*), obalčari (*Plecoptera*), trzalci (*Chironomidae*) i tulari (*Trichoptera*) (Kerans, 2003).

Autohtone i ugrožene vrste slatkovodnih puževa također mogu biti ugrožene kao posljedica kompeticije (Bowler, 1991; Strayer, 1999; Richards et al., 2001). Pretpostavlja se da je puž *P. antipodarum* glavni uzrok ugroženosti pet vrsta autohtonih puževa u rijeci Snake (www.issg.org). Zauzeo je prostor na kojem žive autohtoni puževi koji su ugroženi. Uzrok kompeticije je hrana ili sklonište (vlažna staništa ispod stijena) koja ih štite od brzog protoka rijeke (Bowler, 1991).

Više od 75 % ugroženih puževa u Sjevernoj Americi spada u porodicu *Hydrobiidae*, u tu istu porodicu spada *P. antipodarum*. Zbog ekološke sličnosti vrsta *P. antipodarum* postaje ozbiljan problem za zaštićene vrste koje istiskuje kompeticijom i zauzima njihove niše. Primjer koji pripada istoj porodici je ugrožena vrsta *Taylorconcha serpenticola*. U području Yellowstone-a istraživanja kompeticije između *P. antipodarum* i endemičnog puža *Pyrgulopsis robusta* pokazala su da obje vrste smanjuju gustoću algi hraneći se njima i da *P. antipodarum* ima negativan utjecaj na rast endemičnog puža (Riley et al., 2008). Također se pretpostavlja da ograničava rast gustoće autohtone vrste *Valvata utahensis* u rijeci Snake (Lysne & Koetsier, 2008). U zaljevu Mont Saint-Michael u zapadnoj Francuskoj s postotkom od 80 % prevladava unutar zajednice puževa (Gerard et al., 2003). Slično tome, čini 83 % zajednice mekušaca u akumulacijskom jezeru pokraj industrijske zone u Poljskoj (Lewin & Smolinski, 2006).

Vrlo je malo informacija da ribe koriste vrstu *P. antipodarum* u prehrani (<http://rivrlab.msi.ucsb.edu>). Zbog operkuluma koji zatvara ušće kućice, može netaknut proći kroz njihov probavni sustav (Ryan, 1982; McCarter, 1986). Istraživanje je pokazalo da je 80 % jedinki prošlo neprobavljeno kroz probavni sustav kalifornijske (*Oncorhynchus mykiss*) i potočne (*Salmo trutta*) pastrve u kojem mogu preživjeti do pet sati. Osim što je teško probavljiv energetski je nepovoljan izvor hrane (Ryan, 1982; Haynes et al., 1985; McCarter, 1986). Pretpostavlja se da su ribe koje ga konzumiraju lošijeg zdravlja i kraćeg životnog vijeka (Vinsen & Baker, 2008). Na mjestima gdje mu je gustoća visoka smanjuje se gustoća populacija riba.

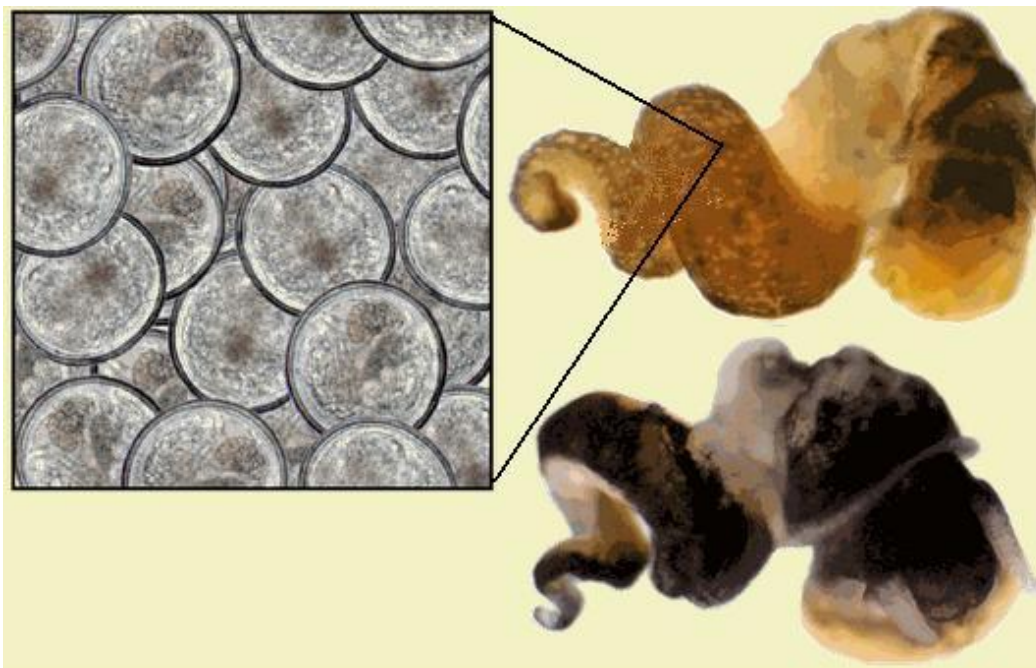
Uloga interspecijske interakcije u uspjehu i utjecaju puža *P. antipodarum* još uvijek je u potpunosti nejasna. Matematički modeli pokazuju da i pozitivni i negativni interspecijski odnosi *P. antipodarum* i ostalih vrsta mogu biti još složeniji od već složenih međuodnosa (Kerans, 2003). Njegova niska gustoća može privući makrozoobentos (Schreiber et al., 2002) za razliku od visoke abundancije koja sprječava naseljavanje drugih vrsta (Kerans et al., 2005). Niske i

srednje gustoće populacija vrste *P. antipodarum* mogu potaknuti rast alga i poboljšati utjecaj invazije, ali visoka gustoća može imati negativan utjecaj na vrste koje obitavaju u istom staništu. Potrebna su još mnoga istraživanja da bi se utvrdio utjecaj invazivnosti na autohtone zajednice.

6.2.2. Predatorstvo i parazitizam

Predatori i paraziti koji napadaju vrstu *P. antipodarum* pojavljuju se u autohtonim i u alohtonim populacijama. U Novom Zelandu i Australiji u želucima riba *Anguilla dieffenbachii*, *Anguilla australis*, *Salmo trutta* pronađeni su uzorci *P. antipodarum*, ali nije razjašnjeno da li su ga ove vrste ciljano konzumirale ili ga pojele slučajno, zajedno s ostalim plijenom kojim su se hranile (Levri, 1998). Ne postoje sigurni dokazi da predatori mogu kontrolirati populacije *P. antipodarum*. U pritoku rijeke Madison gdje mu je gustoća oko 20 000 jedinki/ m² samo je jedan puž nađen u želucu 29 jedinki *Salmo trutta* i 17 jedinki *Cottus bairdii*, (Cada, 2004). Suprotno od toga, u gornjem toku rijeke Madison u želucu vrste *Prosopium williamsoni* pronađeno je puno jedinki. Ovi rezultati pokazuju da ga neke vrste riba izbjegavanju dok ga druge rado jedu.

Na vrsti *P. antipodarum* u Novom Zelandu parazitira do 14 vrsta metilja (Winterbourn, 1974; Jokela & Lively, 1995a i b, Dybdahl & Lively, 1998). Metilji imaju važnu ulogu u regulaciji gustoća populacija jer steriliziraju domaćina. Nijedan metilj koji parazitira na ovoj vrsti nije pronađen u Europi i Sjevernoj Americi. Rod *Microphallus* pronađen je u Australiji (Slika 6). Ovaj metilj najčešći je parazit na pužu *P. antipodarum* s učestalošću većom od 50 %. Životni ciklus metilja uključuje dva domaćina. Ciklusi se izmjenjuju između puža i probavnog trakta kralješnjaka. Patkarice kao što su divlja i siva patka jedu puževe koji se nalaze na površini vodenih makrofita i na taj se način zaraze (Winterbourn, 1974). Paraziti se u domaćinu razmnožavaju spolno i ispuštaju jaja u vodeno stanište gdje će jaja biti pojedena od strane *P. antipodarum*. U njemu parazit prolazi kroz nespolnu proliferaciju u gonadama pri čemu dolazi do nemogućnosti reprodukcije zaražene jedinice. Učestalost zaraze veća je na rubu jezera gdje je voda plića zbog patkarica koje tamo borave većinu vremena (Jokela & Lively 1995).



Slika 6. Puž *Potamopyrgus antipodarum* zaražen (gornji desni kut) metiljem roda *Microphallus* (gornji lijevi kut) i zdravi puž (donji desni kut) (Snimio Gabe Harp) (indiana.edu/~curtweb/Research/About%20Microphallus.html)

7. METODE KONTROLE

7.1. Preventivne metode

U trenutku kada vrsta *P. antipodarum* naseli neko područje iskorjenjivanje je na većini lokacija nemoguće i često nepraktično na mjestima gdje bi bilo moguće. Edukacija ribiča, lovaca, zaposlenika u akvakulturama i šire publike o metodama širenja, njihovog utjecaja na ekosustav i o metodama kontrole važna je u prevenciji širenja. Postoje metode koje sprječavaju širenje putem vodene opreme kao što su čizme za ribolov na koje ovaj puž može biti pričvršćen. Metode kao što su isušivanje, zagrijavanje, zamrzavanje i pranje pokazale su se dobre u uklanjanju vrste *P. antipodarum* s opreme. Sušenje opreme na 30 °C u trajanju od najmanje 24 sata ili na 40 °C u trajanju od 2 sata dokazano je učinkovito. Uranjanje u vodu koja je zagrijana na 50 °C također ubija puža. Zamrzavanje opreme na 6-8 sati je također učinkovito. Temeljito ispiranje također ga uklanja s opreme. Kemijskim tretmanom moguće je njegovo uklanjanje s opreme. Zbog njegove veličine koja je izuzetno mala teško je kontrolirati širenje putem balastnih voda. Čišćenje obraštaja s trupova brodova također je jedan od faktora koji bi spriječio širenje ove invazivne vrste, čišćenje sidra također (www.issg.org).

7.2. Metode uklanjanja

Fizičke mjere kao što su pražnjenje vode iz izoliranih mjesta poput malih jezera, bara kanala za navodnjavanje i mrijestilišta riba i njihovo zagrijavanje i potpuno isušivanje ljeti ili zamrzavanje zimi pokazale su se kao pogodne za uklanjanje vrste *P. antipodarum*. Zidovi bazena u mrijestilištima spaljuju se bacačima plamena. Predložene su prepreke poput električnih brana koje mogu ograničiti njegovo kretanje (www.issg.org).

Kemijski tretman vodenih sustava predstavlja opasnost za domaće vrste. Bayluscide je jedini pesticid protiv mekušaca koji je testiran na *P. antipodarum*. Testiranje je provedeno u malom potoku koji se nalazi uz donji tok rijeke Madison. Smrtnost puževa je bila 100 %-tna nakon 48 jedinica izloženosti (www.issg.org).

Biološka kontrola bazira se na parazitizmu metilja. Istraživanja učinkovitosti i specifičnosti parazita pokazala su obećavajuće rezultate. Kontrolni plan vrste *P. antipodarum* trebao bi biti proveden u mjestima gdje se raširio i na mjestima gdje bi se potencijalno mogao

širiti. Plan bi trebao obuhvaćati mjere sprječavanja, javno obrazovanje, monitoring i mjere pomoću kojih bi se širenje usporilo i iskorijenilo (www.issg.org).

7. LITERATURA

- Alonso, A., Castro-Diez, P., 2008. What explains the invading success of the aquatic mud snail *Potamopyrgus antipodarum* (Hydrobiidae, Mollusca) *Hydrobiologia* **614**: 107-116.
- Bowler, P. A., 1991. The Rapid Spread of the Freshwater Hydrobiid Snail *Potamopyrgus antipodarum* (Gray) in the Middle Snake River, Southern Idaho. *Proceedings of the Desert Fishes Council* **21**: 173-182.
- Brown, K. M., Lang, B., Perez, K. E., 2008. The conservation ecology of North American pleurocerid and hydrobiid gastropods. *Journal of the North American Benthological Society* **27**: 484-495.
- Cada, C. 2004. Interactions between the invasive New Zealand mud snail, *Potamopyrgus antipodarum*, baetid mayflies, and fish predators. M. S. Thesis, 126 pp. Montana State University, Bozeman, MT.
- Cianfanelli, S., Lori, E., Bodon, M., 2007. Non-indigenous freshwater molluscs and their distribution in Italy. In: F. Gherardi (Ed.), *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution and threats*. *Invading Nature*. Springer Series in Invasion Ecology, Springer, Dordrecht, The Netherlands: 103-121.
- Cox, T. J., Rutherford, J. C., 2000. Thermal tolerances of two stream invertebrates exposed to diurnally varying temperature. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* **34**: 203-208.
- Čejka T., Dvořák L., Košel, V., 2008. Present distribution of *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) (Mollusca: Gastropoda) in the Slovak Republic. *Malacologica Bohemoslovaca* **7**: 21-25.
- Death, R., 1991. *Environmental Stability: Its Effects on Stream Benthic Communities*. PhD. Thesis. University of Canterbury, New Zealand, Canterbury.
- Dybdahl, M. F., Lively C.M., 1995. Diverse, endemic and polyphyletic clones in mixed populations of the freshwater snail *Potamopyrgus antipodarum*. *Journal of Evolutionary Biology* **8**: 385-398.
- Dybdahl, M. F., Lively, C. M., 1998. Host-parasite coevolution: evidence for rare advantage and time-lagged selection in a natural population. *Evolution* **52**: 1057-1066.
- Gerard, C., Blanc, A., Costil, K., 2003. *Potamopyrgus antipodarum* (Mollusca:Hydrobiidae) in continental aquatic gastropod communities: Impact of salinity and trematode parasitism. *Hydrobiologia* **493**: 167-172.
- Hall, R. O. Jr., Tank, J. L., Dybdahl, M. F., 2003. Exotic snails dominate nitrogen and carbon cycling in a highly productive stream. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **1**: 407-411.
- Hanlon, R. D. G., 1981. The influence of different species of leaf litter on the growth and food preference of the Prosobranch Mollusk *Potamopyrgus jenkinsi* (E. A. Smith). *Archives of Hydrobiologie* **91**: 463-474.

- Haynes, A., Taylor, B. J. R., Varley, M. E., 1985. The influence of the mobility of *Potamopyrgus jenkinsi* (Smith, E. A.) (Prosobranchia: Hydrobiidae) on its spread. Archives of Hydrobiologie **103**: 497-508.
- Holomuzki, J. R., Biggs, B. J. F., 2006. Habitat-specific variation and performance trade-offs in shell armature of New Zealand mudsnails. Ecology **87**:1038–1047.
- Jokela, J., Lively, C. M., 1995a. Parasites, sex, and early reproduction in a mixed population of freshwater snails. Evolution **49**: 1268-1271.
- Jokela, J., Lively, C. M., 1995b. Spatial variation in infection by digenetic trematodes in a population of freshwater snails (*NZ mudsnail*). Oecologia **103**: 509-517.
- Kerans, B. L., (2003). Models of interactions of two species: lessons for invasion of *Potamopyrgus antipodarum*. Paper presented at the 3rd Annual New Zealand mud snail in the Western USA conference.
- Kerans, B. L., Dybdahl, M. F., Gangloff M. M, Jannot, J. E., 2005. *Potamopyrgus antipodarum*: distribution, abundance, and effects on native macroinvertebrates in the Greater Yellowstone Ecosystem. Journal of the North American Benthological Society **24**: 123-138.
- Levri, E. P., 1998. The influences of non-host predators on parasite-induced behavioral changes in a freshwater snail. Oikos **81**: 531-537.
- Levri, E.P., Kelly, A. A., Love, E., 2007. The invasive New Zealand mud snail (*Potamopyrgus antipodarum*) in Lake Erie. Journal of Great Lakes Research **33**: 1–6.
- Lewin, I., Smolinski, A., 2006. Rare and vulnerable species in the mollusc communities in the mining subsidence reservoirs of an industrial area (The Katowicka Upland, Upper Silesia, Southern Poland) Limnologica **36**: 181-191.
- Lysne, S., Koetsier, P., 2008. Comparison of desert valvata snail growth at three densities of the invasive New Zealand mudsnail. Western North American Naturalist. **68**: 103-106.
- McCarter, N. H., 1986. Food and energy in the diet of brown and rainbow trout from Lake Benmore, New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research **20**: 551-559.
- Ponder, W. F., 1988. *Potamopyrgus antipodarum* a molluscan coloniser of Europe and Australia. Journal of Molluscan Studies **54**: 271-285.
- Richards, D. C., Cazier, L. D., Lester, G. T., 2001. Spatial distribution of three snail species, including the invader *Potamopyrgus antipodarum*, in a freshwater spring. Western North American Naturalist **61**: 375-380.
- Riley, L. A., Dybdahl, M. F., Hall, R. O. Jr., 2008. Invasive species impact: asymmetric interactions between invasive and endemic freshwater snails. Journal of the North American Benthological Society **27**: 509-520.
- Ryan, P. A. 1982. Energy contents of some New Zealand freshwater animals. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research **16**: 283-287.

- Schreiber, E. S. G., Lake, P. S., Quinn, G. P., 2002. Facilitation of native stream fauna by an invading species: Experimental investigations of the interaction of the snail, *NZ mudsnail* (Hydrobiidae) with native benthic fauna. *Biological Invasions* **4**: 317- 325.
- Strayer, D. L., 1999. Effects of alien species on freshwater mollusks in North America. *Journal of the North American Benthological Society* **18**: 74-98.
- Vinson, M. R., Baker, M. A., 2008. Poor growth of Rainbow Trout fed New Zealand Mud Snails *Potamopyrgus antipodarum*. *North American Journal of Fisheries Management* **28**: 701–709.
- Winterbourn, M. J., 1974. Larval trematoda parasitising the New Zealand species of *Potamopyrgus* (Gastropoda: Hydrobiidae). *Mauri Ora* **2**: 17-30.
- Winterbourn, M. J., Fegley, A., 1989. Effects of nutrient enrichment and grazing on periphyton assemblages in some spring-fed, South Island streams. *New Zealand Natural Sciences* **16**: 57-65.
- Zaranko, D., Farara, D., Thompson, F. G., 1997. Another exotic mollusc in the Laurentian Great Lakes: The New Zealand Native *Potamopyrgus antipodarum* (Gray 1843) (Gastropoda, Hydrobiidae). *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. **54**: 809-814.

INTERNETSKI IZVORI:

<http://www.dzrp.hr>, pristupljeno 09.09.2011

<http://indiana.edu/~curtweb/Research/About%20Microphallus.html>, pristupljeno 28.08.2011

<http://www.issg.org>, pristupljeno 28.08.2011

<http://www.issg.org/database/image.asp?ii=529&ic=e>, pristupljeno 05.09.2011

<http://www.issg.org/database/image.asp?ii=534&ic=e>, pristupljeno 05.09.2011

http://www.mollbase.de/list/index.php?aktion=zeige_taxon&id=75, pristupljeno 12.09.2011

<http://rivrlab.msi.ucsb.edu>, pristupljeno 28.08.2011

7. SAŽETAK

Invazivna vrsta puža, *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843), autohtona je vrsta na Novom Zelandu. Hrani se perifitonom, dijatomejama i biljnim i životinjskim detritusom. Rasprostranila se po cijelom svijetu gdje negativno utječe na bioraznolikost i uzrok je velikih gospodarskih šteta. U populacijama koje mogu dosegnuti brojnost jedinki od 800 000/m² prevladavaju ženke koje se razmnožavaju partenogenezom. Vrsta je u kompeticiji za hranu i prostor s autohtonim vrstama koje na taj način direktno ugrožava. Prilagodbe kao što su tolerancija na veliki raspon temperatura, velike dubine i visoke vrijednosti saliniteta daju joj prednost u odnosu na autohtone vrste. Ukoliko dođe do uspostavljanja stabilnih populacija, vrstu je nemoguće eliminirati. Zbog toga su preventivne metode poput kemijskog tretmana, isušivanja, zagrijavanja, zamrzavanja i pranja opreme, koja se prethodno koristila na mjestima gdje je prisutna vrsta *P. antipodarum*, izuzetno važne. Osim toga, bitna je i edukacija o načinima širenja ove vrste kao i o metodama kontrole.

7. SUMMARY

Invasive species of snail, *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843), is native species of New Zealand. It feeds on periphyton, diatoms, and plant and animal detritus. It is spread all over the world where negatively affects biodiversity and causes great economic damages. Females which are parthenogenetic are dominating in populations which may reach a number of 800 000snails/m². Species is in competition for food and area with native species which are directly endangered. Adaptations such as tolerance on wide range of temperatures, great depth and high salinity gives it advantage over native species. If it comes to establishing stable populations, species is impossible to eliminate. Therefore the preventive measures such as chemical treatment, drying (water-drainage), heating, freezing and washing equipment, which was previously used on areas where *P. antipodarum* habits, are very important. In addition, education about ways of spreading these species and control methods is very important.