Invazivne vrste mekušaca u Jadranskom moru

Drnić, Martina

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:897468

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

INVAZIVNE VRSTE MEKUŠACA U JADRANSKOM MORU

INVASIVE SPECIES OF MOLLUSCS IN THE ADRIATIC SEA

SEMINARSKI RAD

Martina Drnić

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Environmental Science)

Mentor: doc. dr. sc. Jasna Lajtner

Zagreb, 2016.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. INVAZIVNI PUŽEVI U JADRANU 2

2.1. *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) 2

2.1.1. Opis vrste 2

2.1.2. Biologija i ekologija vrste 3

2.1.3. Rasprostranjenost vrste 4

2.1.4. Utjecaj vrste 6

2.1.5. Upravljanje vrstom 6

2.2. *Crepidula fornicata* (Linnaeus, 1758) 7

2.2.1. Opis vrste 7

2.2.2. Biologija i ekologija vrste 8

2.2.3. Rasprostranjenost vrste 10

2.2.4. Utjecaj vrste 11

2.2.5. Upravljanje vrstom 12

3. INVAZIVNI ŠKOLJKAŠI U JADRANU 13

3.1. *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) 13

3.1.1. Opis vrste 13

3.1.2. Biologija i ekologija vrste 14

3.1.3. Rasprostranjenost vrste 15

3.1.4. Utjecaj vrste 16

3.1.5. Upravljanje vrstom 17

3.2. *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758) 18

3.2.1. Opis vrste 18

3.2.2. Biologija i ekologija vrste 19

3.2.3. Rasprostranjenost vrste 20

3.2.4. Utjecaj vrste 21

3.2.5. Upravljanje vrstom 22

4. LITERATURA 23

5. SAŽETAK 28

6. SUMMARY 29

1. UVOD

Mekušci pripadaju beskralježnjacima koji su tijekom razvoja postigli viši stupanj organizacije. Imaju znatan stupanj plastičnosti i prilagodljivosti što im omogućava širok raspon adaptivne radijacije. Postoji otprilike 200 000 živućih vrsta. To su životinje s mekanim nekolutićavim, bilateralno simetričnim, ili sekundarno asimetričnim tijelom, kao što su npr. puževi. Nemaju unutrašnji skelet, nego vanjsku ljušturu koja služi ujedno kao zaštita i potporni organ. Ime su dobili prema latinskoj riječi *mollis*, što znači mekan, nježan, a odnosi se na mekano tijelo koje se nalazi unutar čvrste ljušture. Ljuštura se počinje izgrađivati na rubu plašta već za vrijeme veliger ličinke i raste tijekom cijelog života stvarajući zone prirasta. Morski mekušci dišu škrgama, odnosno ktenidijama koje su smještene u plaštanoj šupljini (Matoničkin i sur., 1998).

Puževi su, s obzirom na broj vrsta, najveća skupina mekušaca. Na tijelu se razlikuju glava, stopalo i plašt; leđno je smještena duga, spiralno smotana utroba, dok je na trbušnoj strani stopalo. Značajna osobina većine puževa nesimetrična je građa tijela i spiralno savijena kućica, koja je posljedica torzije. Moglo bi se reći da je takva kućica kopija savijenog plašta, u kojem je smješten veći dio unutrašnjih organa. Obje spomenute osobine javljaju se za vrijeme metamorfoze. Veličina i oblik kućice i tijela ovise o tipu staništa pa tako puževi koji obitavaju u obalnom području, gdje je mlataranje mora veliko, imaju debele i teške kućice sa širokim ušćem, što omogućuje izgradnju velikog stopala. S druge strane, kućice puževa koji žive u pijesku vrlo su tanke (Matoničkin i sur., 1998).

Školjkaši su velika skupina mekušaca, a najčešće su stanovnici mora. Tijelo im je bilateralno simetrično i smješteno unutar dvije ljušture, koje ne moraju uvijek biti simetrične. Ispod glavnog ruba ljušture nalazi se brava, a različiti oblici brave služe za određivanje školjkaša. Školjka se zapravo sastoji od dvije konveksne ljušture koje se označuju kao lijeva i desna. Obično su jednaka oblika i veličine, ali mogu biti i asimetrične. Sama ljuštura proizvod je plašta. Stopalo nastaje kod ličinki kao trbušni izvrat. U stopalu se nalaze žlijezde koje luče sluz koja se u vodi skrutne u bisusna vlakna pomoću kojih se školjkaš učvrsti na mjestu. U unutrašnjosti ljušture vidljivi su mišići zatvarači. Budući da školjkaši nemaju glavu, usni otvor nije na vrhu prednjeg dijela tijela nego nešto iza prednjeg mišića zatvarača. Najznačajnija je uloga školjkaša u procesu samoočišćenja vode iz koje uzimaju plankton i detritus što pada na dno (Matoničkin i sur., 1998).

Kako kaže definicija, invazivne vrste su vrste koje prirodno ne žive na nekom području, već su u njega dospjele namjernim ili slučajnim unošenjem, a svojim naseljavanjem i širenjem negativno utječu na bioraznolikost, zdravlje ljudi ili čine ekonomsku štetu. Kad se

kaže da negativno utječu, to znači da svojim rastom uništavaju neko stanište ili su predatori na autohtonim vrstama, odnosno onemogućuju normalan život drugim vrstama koje bi inače tamo živjele. Kontrola invazivnih vrsta i smanjivanje utjecaja na autohtone vrste danas je jedan od najvećih izazova zaštite prirode u Europi. Stranu invazivnu vrstu gotovo nikad nije moguće potpuno ukloniti iz područja u koje se proširila i zato je važno rano otkriti potencijalno invazivne vrste u ekosustavu te poduzeti mjere kontrole širenja i uklanjanja takve vrste (URL 1).

U Jadranu živi nekoliko vrsta invazivnih mekušaca. Od puževa to su prednjoškržnjaci *Rapana venosa* i *Crepidula fornicata*, a od stražnjoškržnjaka *Melibe viridis, Halgerda willeyi* i *Aplysia dactylomela*. Neki od invazivnih školjkaša u Jadranu su *Crassostrea gigas, Mya arenaria, Musculista senhousia, Brachidontes pharaonis, Pinctada radiata, Semipallium coruscans* i *Idas simpsoni.* U radu su detaljnije obrađene dvije vrste puževa i dvije vrste školjkaša.

2. INVAZIVNI PUŽEVI U JADRANU

2.1. *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846)

2.1.1. Opis vrste

Rapana venosa član je Muricidae, porodice grabežljivih morskih puževa (Slika 1). To je veliki azijski puž koji živi u morskoj, ali i u boćatoj vodi. Ima veliku i tešku kućicu s kratkom spiralom, manjom od polovice visine ušća. Velike dimenzije, pigmentiranost ušća i kratki, ali široki sifonalni kanal jedinstvena su obilježja ove vrste. Posebno obilježje ove vrste je i tamno narančasta ili žućkasto – smeđa boja u unutrašnjosti kućice. Zbog specifičnog izgleda vrstu je teško zamijeniti s nekom drugom vrstom. Međutim, juvenilni primjerci nemaju narančasto ušće, a spirala je relativno viša što znači da juvenilne jedinke mogu biti krivo determinirane. Vanjska boja je promjenjiva, od sive do crveno – smeđe boje, s više ili manje izraženim tamno smeđim crticama na spiralnim rebrima, koje imaju tendenciju napraviti prekinut uzorak poput žile kroz cijelu kućicu. Primjerci prikupljeni na pješčanom dnu obično su svjetlije obojani od primjeraka iz stjenovitih staništa. Ornamentacija je prisutna izvana u obliku aksijalnih rebara i glatkih spiralnih rebara, a iznutra u obliku malog izduženog zubića uz rub vanjske usne. Kućica je široka i ima dubok pupak. Ušće kućice je veliko i jajoliko, a kolumela široka, čvrsta i glatka.

Duljina kućice jedinki uhvaćenih u Jadranu je u rasponu od 67,0 mm do 136,7 mm, a ukupna masa (kućica + mokra tjelesna masa) iznosi od 46,0 do 553,9 g (URL 3).



Slika 1. Vanjski izgled vrste *Rapana venosa*,
preuzeto sa https://en.wikipedia.org/wiki/Veined_rapa_whelk

2.1.2. Biologija i ekologija vrste

R. venosa iznimno je prilagodljiva vrsta. Ima visok ekološki fitnes što potvrđuje visokim fertilitetom, brzim rastom i tolerancijom na niski salinitet, visoke i niske temperature, zagađenje vode i nedostatak kisika (Zolotarev, 1996), a sve je to čini uspješnom invazivnom vrstom. Može živjeti od 12 do 18 godina (Savini i sur., 2004).

Stanište: Preferira pješčana i muljevita dna gdje može rovati, ali kolonizira i čvrste podloge (Harding i Mann, 1999; Seyhan i sur., 2003). Vrsta *R. venosa* aktivno ruje i kopa, a može ostati potpuno zakopana u sediment iz kojeg viri samo vrh sifonalne cijevi (Harding i Mann, 1999).

U svom prirodnom staništu (područje Azije, Koreja) odrasli puževi pokazuju veliku toleranciju na godišnje odstupanje temperature vode (4 °C – 27 °C). Vrsta može migrirati u toplije i dublje vode zimi izbjegavajući hladnu površinsku vodu.

Mehanizam širenja: Ličinke se šire vodenim strujama.

Razmnožavanje: *R. venosa* postiže spolnu zrelost kod veličine kućice od 50 – 70 mm, što odgovara dobi od jedne do tri godine (Savini i sur., 2004). Razdvojenog je spola, a parenje se odvija tijekom zime i proljeća. U svom izvorišnom prostoru, *R. venosa* se mrijesti između lipnja i kolovoza (Yang i sur., 2008), a sličan period, od svibnja do rujna, zabilježen je u područjima introdukcije vrste (ICES, 2004). Jaja polažu od travnja do kraja srpnja, a pričvršćuju ih za tvrde podloge. Polažu 50 – 500 jaja po skupini (klasteru) (ICES, 2004), a svako jaje sadrži između 200 i 1000 jajašaca (Mann i Harding, 2000). Veličina jaja i broj jajašaca u njemu povećava se s veličinom ženke. Jaja mijenjaju boju kako se embriji razvijaju,

od blijedo žute do skoro crne (Harding i Mann, 1999). Nakon izlijeganja, ličinke su plankotrofne. Slobodnoplivajući ličinački stadij traje od 14 do 30 dana (Mann i Harding, 2000; Yang i sur., 2008), a različito trajanje ličinačkog stadija omogućuje razne strategije raspršivanje vrste i time olakšava invaziju. Raspršivanje na velike udaljenosti olakšano je brodskim balastnim vodama u kojima se nalaze ličinke puža u planktonskoj fazi.

Predatori: Nisu poznati.

U izvorišnom području vrstu *R. venosa* jedu hobotnice, ali se ovi predatori ne pojavljuju u područjima unosa vrste. Međutim, laboratorijski eksperimenti su pokazali da su rakovi sposobni hraniti se malim jedinkama (Harding, 2003).

Kućica vrste *R. venosa* iz Jadranskog mora često je obrasla spužvom, atlantskom vrstom *Cliona lobata*, koja nije uočena u Sredozemlju do pojave *R. venosa*. Kozice, serpulidni mnogočetinaši, kamenice i dagnje često se mogu naći kao epifauna na vrsti *R. venosa* (Savini i sur., 2004). Epifauna je najobilnija na morskim puževima koji žive na tvrdim podlogama (Mann i Harding, 2000).

Prehrana: *R. venosa* mesojedna je vrsta puža. Odrasli su veoma proždrljivi predatori i hrane se komercijalno vrijednim školjkašima, dok mladi najčešće jedu kozice (ICES, 2004). U Jadranu, *R. venosa* preferira vrste *Mytilus galloprovincialis, Ruditapes philippinarum* i *Anadara (Scapharca) inaequivalvis.* Zadnje dvije vrste su unesene. Većina morskih puževa grabežljivaca hrani se bušeći rupe u egzoskeletu svog plijena, a osim ovog načina vrsta *R. venosa* guši svoj plijen. Puž obuhvati ljušturu školjaša i pokrije sa sluzi duž otvora između ljuštura. Kada se životinja uguši, ljušture se otvore i oni umetnu rilo (Harding i Mann, 1999). Bušenje ostavlja ožiljke koji se mogu identificirati, ali metoda gušenja i ubijanja plijena ne. Ova vrsta također proizvodi svoje vlastite toksine za paraliziranje plijena (Seyhan i sur., 2003).

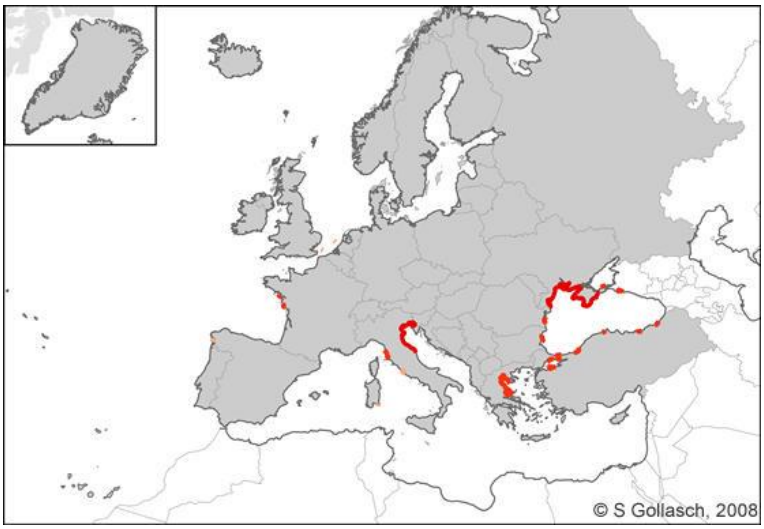
2.1.3. Rasprostranjenost vrste

Prirodno stanište: Japansko more, Žuto more, Bohajsko more, Istočno Kinesko more kod Tajvana. Molekularna istraživanja su pokazala da postoji velika genetska raznolikost među populacijama i da razlog tome nije geografska udaljenost između populacija. Populacije u prirodnom staništu pretjerano su iskorištavane i naglo opadaju (Yang i sur., 2008).

Područja introdukcije: Prvo pojavljivanje u Europi bilo je 1946.godine u Novorossiysky zaljevu (Crno more) (Micu i sur., 2008). Naknadno širenje između 1959. i 1972. godine rezultira kolonizacijom zapadnog i južnog dijela Crnog mora, a zatim i Azovskog mora (Zolotarev, 1996). Šezdesetih godina prošlog stoljeća vrsta se iz Crnog mora širi preko

Mramornog do Egejskog, Jadranskog, gdje je pronađena 1973.godine (Savini i sur., 2004) i Tirenskog mora sve do atlantske obale Francuske, gdje je pronađena 1997.godine (ICES, 2004). Prvi put je u Sjevernom moru utvrđena 2005. godine (Kerckhof i sur., 2006). Godine 2007. *R.venosa* uočena je na atlantskoj obali Španjolske (Rolán i Bañón Díaz, 2007). Rasprostranjenost vrste u Europi prikazana je Slici 2.

Molekularna istraživanja su pokazala da se samo jedan haplotip javlja u područjima unosa vrste, a on se javlja u samo dvije izvorne populacije, u Japanu i Koreji, što znači da je jedna od ovih dviju populacija izvorišna za uvođenje vrste u Crno more. To također podupire ideju da se vrsta vjerojatno unosi s kamenicama, *Crassostrea gigas*, koje su uvezene iz Japana. Teško je reći je li se jadranska populacija uspostavila zbog prirodne disperzije iz Crnog mora ili zbog antropogenog unosa, također iz Crnog mora.



Slika 2. Područje rasprostranjenosti vrste *Rapana venosa* u Europi, preuzeto iz baze DAISIE

Trend: I dalje se širi.

Put ulaska: Balastne vode, obraštaj brodova, vektori i slučajni unosi u akvakulturi (kamenice) (Kerckhof i sur., 2006). Izvorni vektor za unos u Crno more je nepoznat, iako je najvjerojatnija povezanost s uvozom mladih kamenica (ICES, 2004). Mogući put ulaska je i unos s balastnim vodama, za što je pogodna duga planktonska faza (Gomoiu i sur., 2002), kao i obraštaj brodova kao jedna od mogućnosti (jaja pričvršćena na trup) (Uyan i Aral, 2003). Unos u Jadran također je vezan uz uvoz školjkaša za marikulturu. Za balastne vode se sumnja da su vektor za uvođenje *R. venosa* u SAD, bilo iz Crnog mora ili iz Mediterana (Mann i Harding, 2000).

2.1.4. Utjecaj vrste

Utjecaj na ekosustav: Zbog svoje grabežljivosti, *R. venosa* se smatra jednom od najnepoželjnih invazivnih vrsta širom svijeta. Aktivan je predator na epifaunalnim školjkašima, vrlo proždrljiv i smatra se krivim za pad brojnosti jestivih školjkaša u Crnom moru (Zolotarev, 1996). Također, ometa lov sipe u Jadranskom moru, a ženke *R. venosa* koriste ribolovne mreže za pričvršćivanje svojih jaja i time pridonose većoj težini mreža (Savini i sur., 2004).

U područjima gdje je unesena izazvala je značajne promjene u ekosustavu, no za populacije koje obitavaju u sjevernom Jadranskom moru negativan učinak još nije dokazan. Vrsta može utjecati na prirodne i kultivirane populacije kamenica, dagnji i drugih mekušaca.

Ekonomski utjecaj: *R. venosa* je identificirana kao ključni razlog pada komercijalnog izlova dagnji u bugarskim vodama.

Zdravstveni i socijalni utjecaj: Nepoznat.

2.1.5. Upravljanje vrstom

Prevencija: Potrebno je izbjegavati prenošenje i puštanje živih organizama. Za ovu vrstu se sumnja da je unesena s kamenicama i zato kamenice treba pravilno očistiti i pregledati prije polaganja (akvakultura).

Mehaničke metode: Vjerojatnost uočavanja unosa vrste je minimalna zbog kriptične obojenosti pa se jedinke ne uoče dok ne narastu velike. Sve strategije pokazuju slabosti. Kontrolu ili uklanjanje treba usmjeriti na najosjetljiviju životnu fazu/e. Jaja, iako vidljiva i često koncentrirana, mogu se proširiti na velika područja te predstavljaju značajnu količinu propagula čak i u malim količinama. Slobodno plivajuće ličinke su previše raspršene da bi se njihovo širenje moglo pratiti. Selektivno prikupljanje odraslih velikih epifaunalnih jedinki je dugotrajno, a mogu se skupljati u posude ili uz pomoć zamki. Preporučljivo je uhvatiti što je više moguće jedinki kako bi se smanjila opasnost da vrsta uspostavi stabilnu populaciju na nekom području (ICES, 2004).

Kemijske i biološke metode: Nepoznate.

Sprječavanje širenja morskih invazivaca, poput vrste *R.venosa*, koji se prenose balastnim vodama, može uključivati uzimanje uzoraka i tretiranje balastnih vodenih sustava (program GloBallast).

Znajući potencijalno širenje morskih invazivnih vrsta, možemo označiti područja opasnosti od invazije i ukazati na područja koja su prioritetna u pogledu sprječavanja unošenja vrste na nove lokacije. Studija Savinija i suradnika (2004) o strukturi populacije *R.venosa* u sjevernom Jadranu ukazuje da valobrani (lukobrani) predstavljaju pogodna mjesta za mrijestilišta i

hranilišta ove vrste. Neke vrste rakova hrane se ovom vrstom, međutim, to nije poticaj za distribuciju rakova u estuarijska staništa napadnuta vrstom *R.venosa*.

Primjena vrste

R. venosa akumulira različite zagađivače okoliša, kao što su teški metali (Bat i sur., 2000), DDT i drugi organski pesticidi (Yang i sur., 2004), spojevi s kositrom kao što je TBT (Yang i sur., 2006), a imposeks, iako samo u ranim fazama, otkriven je u zaljevu Chesapeake (Mann i sur., 2006). Kućice *R. venosa* korištene su za turističke suvenire ubrzo nakon unosa vrste u Crno more, a nakon 1980. godine također se iskorištava i meso ove vrste (Uyan i Aral, 2003).

2.2. *Crepidula fornicata* (Linnaeus, 1758)

2.2.1. Opis vrste

Crepidula fornicata, puž je sa asimetričnom kućicom u obliku kapice, a pripada porodici Calyptraeidae (Slika 3). To je čest i dugoživući puž koji naraste između 20 i 50 mm, a hrani se filtiranjem. Kućica je ovalna i izrazito duža nego šira te nalikuje na čamac ili papuču (engl. *common slipper snail*). Spirala je gotovo nevidljiva i malo pomaknuta udesno prema stražnjem kraju ljušture. Postoji varijabilnost u zakrivljenosti i visini ljušture. Veliko ušće ima karakterističan vapnenački septum (pločicu) iza kojeg je životinja zaštićena, a proteže se do pola dužine ušće. Nema operkulum. Kućica je glatka, najčešće blijedo žućkasta s nepravilnim linijama rasta i s bijelim, žutim, crvenim ili smeđim prugama te mrljama. Velika varijabilnost u obojenosti ljušture ogleda se u broju sinonima koji se odnose na izgled (*maculata, violacea, roseae*).

C. fornicata sekundarni je proterandrični hermafrodit, što znači da životinje započnu svoje živote kao mužjaci, a zatim mogu promijeniti spol i razviti se u ženku. Ova vrsta može tolerirati širok raspon okolišnih uvjeta.

Čvrsto prianja na objekte sa svojim mišićnim stopalom, a pojedine jedinke mogu prianjati jedne na druge i formirati tzv. lance ili piramide. Populacije su osobito dobro razvijene u zaštićenim uvalama, a javljaju se u velikoj gustoći i zbog toga su u kompeticiji s drugim beskralježnjacima koji se hrane filtracijom, kako za hranu tako i za prostor (URL 2).



Slika 3. Vanjski izgled vrste *Crepidula fornicata,*
preuzeto sahttps://en.wikipedia.org/wiki/Common_slipper_shell

2.2.2. Biologija i ekologija vrste

Stanište: Sublitoralne stijene i drugi čvrsti supstrati, sublitoralni sedimenti. Pojavljuje se uglavnom u plitkim, energetski slabim i zaklonjenim estuarijima, ušćima, uvalama i kanalima do maksimalno 60 metara dubine, na muljevitom i pjeskovitom sedimentu sa školjkama i stijenama. Populacije u Europi se uglavnom nalaze u natplimnim regijama, između 0 i 20 metara. Može preživjeti lagani mraz i temperature do 30 °C, a može izdržati i zamućenu te boćatu vodu (Blanchard, 1997).

Jedinki ove vrste ima u izobilju u staništima kao što su plitke uvale i područja plime i oseke, gdje može biti izložena naglim promjenama temperature i slanosti (Collin, 2001). *C. fornicata* živi na različitim supstratima (stijena, šljunak, pijesak, mulj...), a također i na metalu, plastici i ljušturama drugih mekušaca. Najzastupljenija je na muljevitim i mješovitim podlogama, no također može opstati na pješčanim ili šljunčanim dnima u niskoenergetskim sredinama, gdje akumulacija ljuštura može dovesti do formiranja biogenog tvrdog supstrata (CIESM, 2000). Kako gustoća raste, sediment postaje muljevit i anoksičan, zbog vlastitih biodepozita i zbog toga što lanci koje formiraju predstavljaju zamke za suspendirane tvari. Ovo objašnjava zašto je maksimalna gustoća u mulju (Blanchard, 2005).

Mehanizam širenja: Lokalno raspršenje preko slobodno plivajućih ličinki.

Jedinke koje su se već pričvrstile za podlogu mogu biti prenesene u novo područje ako su pričvršćene na rakove ili mekušce, a mogu biti i povučene morskim strujama s algi na koje su pričvršćene.

Collin (2001) navodi da se *C. fornicata* obično može naći pričvršćena za stijene ili ljušture kamenica, što ne olakšava raspršivanje odraslih. Međutim, ta se vrsta također može pojaviti na karapaksu rakova, što može rezultirati povremenom disperzijom na velike udaljenosti. Raspršivanje također može biti olakšano antropogenim aktivnostima, a to obuhvaća obraštaje na trupu broda, balastne vode (JNCC, 2002) i slučajne prijenose povezane s akvakulturom (Blanchard, 1997).

Razmnožavanje: *C. fornicata* obično se nalazi u lancima u kojima su mlađi mužjaci pričvršćeni na kućice većih ženki, a pokazuju neobičan način parenja. Oni su dugoživući proterandrični hermafroditi, što znači da životinje započnu svoje živote kao mužjaci, a zatim naknadno mogu promijeniti spol i razviti se u ženku. Promjena spola može se dogoditi samo mužjaku koji je na dnu lanca, a preobrazba iz mužjaka u ženku, tijekom koje se povlače muška spolna obilježja i razvijaju ženska, traje oko dva mjeseca (Chippenfield, 1951). Oplodnja je unutarnja, a većina ženki se mrijesti dva puta u godini, nakon najniže plime i oseke. Ženka polaže između 5 000 i 30 000 jaja, ovisno o lokaciji (MarLIN, 2003), a prosječno jedna ženka godišnje producira oko 200 000 jaja. Kapsule koje sadrže jaja (otprilike 250 jajašaca po kapsuli) polažu u rano ljeto. Ženke leže na jajima tri tjedna dok se ličinke ne izlegu, a još otprilike toliko provedu u ličinačkoj fazi (Chippenfield, 1951). Rast ličinki vrlo je ovisan o temperaturi i traje oko dva tjedna duže na 18 °C nego na 24 °C (Pechenik, 1984). Čini se da je stopa rasta genetski određena, a također i potencijal raspršivanja može biti genetski ovisan (Le Cam i sur., 2009). *C. fornicata* ima obvezan planktonski ličinački stadij koji olakšava prirodnu disperziju. Nakon 2 – 4 tjedna,veliger ličinke se preobraze, a za samu metamorfozu ličinkama je potrebna tvrda podloga (Pechenik i sur., 2002).

Lanac se može promatrati kao nezavisna skupina za parenje gdje se oplodnja događa između jedinki koje mogu zauzimati bilo koju poziciju u lancu, no neka molekularna istraživanja očinstva su pokazala da su neki potomci bili oplođeni od strane mužjaka koji nisu bili prisutni u majčinom lancu (Gaffney i McGee, 1992).

Način života: Više jedinki živi zajedno (“piramida”); na dnu zakrivljenog lanca je najstarija i najveća jedinka (ženka), a prema vrhu kućice su manje i mlađe (mužjaci).

Mlade jedinke puže u potrazi za ženkom na koju će se pričvrstiti, a zatim se razvijaju i ponašaju kao mužjaci dulje vrijeme (2 – 6 godina), održavani feromonima koje otpušta ženka na dnu lanca. Budući mužjaci se tako pričvršćuju i formiraju lanac sa maksimalno 12 – 13 jedinki s najstarijom jedinkom u bazi, a uobičajeno je da 4 – 6 jedinki živi u jednom lancu.

Ako ženka ugine, najstariji i najveći mužjak razvija se u ženku. Također, kako lanac raste, mužjaci se pretvaraju u ženke (Collin, 1995). Usamljeni pojedinci mogu postati samooplodni.

Predatori: Rakovi, ribe i ptice.

Ovaj puž skoro da i nema predatora u Europi, a prednost mu je i to da može živjeti na nekoliko vrsta podloga.

Prehrana: Općenito za Calyptraeidae, prehrana uključuje suspendirane čestice, detritus i plankton (fitoplankton) kojeg filtriraju uz pomoć velikih škrga (Jørgensen i sur., 1984). *C. fornicata* se hrani suspenzijom, što je rijetkost za morske puževe i razlog za njihovo širenje u eutrofne uvale i ušća (eutrofikacija se može opisati kao zagađenje uslijed suviška nitrata i fosfata koje dovodi do poremećaja u ekosustavu kao što su promjene u sastavu prirodnih vrsta ili nedostatak kisika na dnu). Sam mehanizam hranjenja uključuje dvije sluzne mreže od kojih jedna odstranjuje velike čestice da ne uđu u šupljinu plašta, a druga zaustavlja čestice hrane na škrgama. Ovaj je mehanizam vrlo učinkovit i hvata čestice veličine 2 – 4 μm (Jørgensen i sur., 1984). Odbačene čestice su ugrađene u sluz i otpuštaju se kao pseudofeces, a na taj način raste bio-odlaganje koje može značajno promijeniti ekosustav (Ragueneau i sur., 2005).

2.2.3. Rasprostranjenost vrste

Prirodno stanište: ušće St. Lawrence u sjevernom Meksiku, Sjeverna Amerika – obale Atlantskog i Tihog oceana (Blanchard, 1997; ISSG, 2005).

Postoji nekoliko drugih vrsta roda *Crepidula* u ovom području, ali sve do nedavno samo je *C. fornicata* bila invazivna u europskim vodama.

Područja introdukcije: Sjevernoamerička pacifička obala, Japan, Urugvaj, Europa: Atlantski ocean, Norveška, Nizozemska, Španjolska, Ujedinjeno Kraljevstvo, Crno more, Sredozemno more, južna Francuska, Sicilija, Hrvatska: Sjeverni Jadran.

U Europu je unesena 1970-ih s mlađi pacifičkih kamenica, *Crassostrea gigas,* iz Japana i sa zapadne obale SAD-a. Postoji nekoliko zapisa iz Sredozemlja, ali su ograničeni na nekoliko područja intenzivnog uzgoja kamenica i dagnji (Blanchard, 1997). Rasprostranjenost vrste u Europi prikazana je na Slici 4. Postoje i dvije ili tri vrste koje mogu biti porijeklom iz Sredozemnog mora, *C. moulinsii*, *C. gibbosa* i *C. unguiformis* (WoRMS).

Trend: Vrsta se postupno širi i sposobna je naseliti druge umjerene i mediteranske klimatske regije. Širenje na sjeveru vjerojatno je zaustavljeno zbog temperature: niska temperatura tijekom zime može usporiti ili spriječiti razvoj puža, no postoji mogućnost da će se s globalnim zatopljenjem i porastom temperature vode vrsta proširiti na sjever.

Put ulaska: Akvakultura (mlađi kamenica); zatim se širi s kamenicama, brodovima (obraštaj, balastne vode), plutajućim objektima i prirodnom disperzijom.



Slika 4. Područje rasprostranjenosti vrste *Crepidula fornicata* u Europi, preuzeto iz baze DAISIE

2.2.4. Utjecaj vrste

Utjecaj na ekosustav: Mogu se pojaviti u gustoći koja prelazi 1700 jedinki/m^2 i postići mokru biomasu od 10kg/m^2, što rezultira trofičkom kompeticijom u obalnim područjima i izaziva smanjeni rast komercijalno vrijednih školjkaša u zatvorenim uvalama. Najozbiljniji utjecaj vrste *C. fornicata* je taj što mijenja svojstva sedimenta uklanjanjem velike količine suspendiranog organskog materijala iz stupca vode (filtrira ugljik) i odlaganjem tog filtriranog materijala na dno u obliku fecesa i pseudofecesa. Sediment se mijenja u muljevite naslage izmeta i ljuštura, a akumuliranje takvog sedimenta smanjuje raznolikost i brojnost biljaka. Ukupno godišnje bio-odlaganje iznosi gotovo tri ukupne biomase (Ehrhold i sur., 1998). JNCC (2002) navodi da je *C. fornicata* u kompeticiji za hranu i prostor s drugim beskralježnjacima koji se hrane filtracijom. Smatra se štetnikom na komercijalnim uzgajalištima kamenica, natječući se za prostor i hranu, te taložeći mulj na njih, što predstavlja neprikladan supstrat za polaganje jaja kamenica. Također je i štetnik na dagnji, odnosno povećava mortalitet dagnji u uzgajalištima koja su invazirana, a preživjelim dagnjama ograničava i smanjuje rast. Dagnje trebaju proizvoditi više bisusnih niti da kompenziraju dodatnu težinu pričvršćenih puževa.

Neke eksperimentalne studije (de Montaudouin i sur., 1999) pokazuju da prisutnost *C. fornicata* ne utječe na bentoske zajednice i da se ne javlja kompeticija za prostor s drugim makrozoobentičkim vrstama, ali to stanište postaje više heterogeno. Također zaključuju da potencijalna kompeticija između vrste *C. fornicata* i kamenica (*Ostrea edulis*) nije pokazala mnogo preklapanja, a da je *C. fornicata* osigurala potrebne niše za buduće vrste koje

obitavaju na čvrstom supstratu, i da je bogata zajednica mogla biti izgrađena na temelju vrste *C. fornicata* tako da je kompeticija *C. fornicata* na rast kamenica zanemariva u usporedbi s učinkom kompeticije između samih kamenica (intraspecijska kompeticija).

Vallet i sur. (2001) navode da prisutnost *C. fornicata* može imat utjecaj na suprabentičku zajednicu jer dolazi do povećanja broja vrsta i raznolikosti. Mrtve i žive jedinke, odnosno ljušture vrste *C. fornicata,* mogu pružiti novo stanište sporim plivačima npr. dekapodnim rakovima (desetonošci) koji se ondje mogu sakriti, ali isto tako ljušture predstavljaju i utočište za predatore.

Neočekivan pozitivan utjecaj je taj da prehrambene aktivnosti ove vrste mogu spriječiti cvjetanje štetnih algi, ali i obnavljati silicij, tako da dijatomeje nisu ograničene zbog nedostatka ovog minerala (Ragueneau i sur., 2005).

Zdravstveni i socijalni utjecaj: Ovi puževi se mogu koristiti kao hrana, mogu biti glavno jelo, predjelo ili biti ukomponirani u više različitih jela. Prije, za vrijeme i nakon kuhanja puževi proizvode veliku količinu tekućine koja se može skuhati kao juha.

2.2.5. Upravljanje vrstom

Na ovoj vrsti provedena su brojna istraživanja i stoga bi trebalo biti moguće napraviti dobre procjene rizika. Nekoliko metoda upravljanja dostupno je u borbi protiv ove vrste, ali zaključeno je da se daljnje širenje ne može spriječiti.

Prevencija: Reguliranjem i redovitim praćenjem prijenosa kamenica i dagnji.

Mehaničke metode: Puževi bi trebali biti uklonjeni sa školjkaša koji se koriste za marikulturu. Ako se uklanjaju s brodova ili drugih plutajućih objekata, sve skinuto treba uništiti. Jaruženje uključuje uklanjanje površinskog sloja sedimenta no istraživanja ukazuju na to da ova metoda može negativno utjecati na pridnena staništa više nego na samo širenje puža (Grall i Hall-Spencer, 2003).

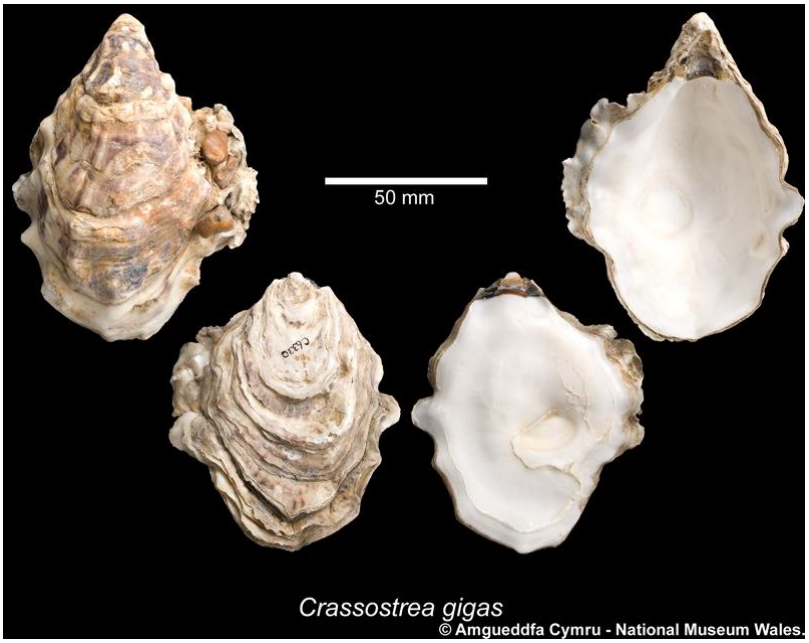
Kemijske i biološke metode: Nepoznate.

3. INVAZIVNI ŠKOLJKAŠI U JADRANU

3.1. *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)

3.1.1. Opis vrste

Pacifička kamenica, *Crassostrea gigas*, filtrator je iz porodice Ostreidae (Slika 5). Ovaj se epifaunalni školjkaš hrani fitoplanktonom i detritusom, a živi uz obalu u boćatoj i morskoj vodi do dubine od 40 metara. Dvije izdužene čvrste ljušture varijabilne su veličinom i oblikom, ovisno o gustoći jedinki i supstratu na kojem žive, pa će tako biti zaobljene i s puno velikih nabora na tvrdom, a jajolike i glatke na mekanom supstratu. Dugačke su između 80 i 200 mm, a izuzetni pojedinci mogu narasti do 400 mm. Desna (gornja) ljuštura može biti spljoštena ili imati oblik šalice s malim okruglastim vrhom (umbo), dok je lijeva (donja) veća i uglavnom blago ispupčena te ima bolje razvijen vrh koji je viši nego na desnoj ljušturi. Ljušture imaju velike, nepravilne i oštre nabore koji mogu biti kružni i/ili radijalni. Boja ljušture je varijabilna, bijela do sivo – bijela s ljubičastim prugama i mrljama koje se radijalno pružaju od vrha. Unutrašnjost ljušture je bijela, s jednim mišićnim ožiljkom koji je ponekad taman, ali nikad ljubičast ili crn. Životinja je jednom ljušturom zacementirana za stijenu ili neku drugu tvrdu podlogu (CIESM, 2000; NIMPIS, 2002).



Slika 5. Vanjski izgled vrste *Crassostrea gigas*, preuzeto sa http://naturalhistory.museumwales.ac.uk/britishbivalves/browserecord.php?-recid=216

Često je se zamijeni za portugalsku kamenicu, *Crassostrea angulata*. Pacifička kamenica pokazuje dobru stopu rasta kroz ljeto, a osjetno raste i tijekom zime. Brojnost jedinki po

metru kvadratnom najčešće iznosi 1000 do 2000 kamenica, s ukupnom težinom od 30 do 50 kg/m^2, no težina može ići i do 140 kg/m^2 (Fey i sur., 2010).

3.1.2. Biologija i ekologija vrste

Mehanizam širenja: Pelagičke ličinke budu raspršene vodenim strujama na velike udaljenosti.

Razmnožavanje: Kamenice su odvojenog spola, no postoje i jedinke koje su hermafroditi. *C. gigas* spolno je zrela nakon jedne godine, a mijenja i spol tijekom života, obično u zimskim mjesecima. Najčešće se prvo mrijesti kao mužjak, a kasnije kao ženka, odnosno život započinje kao mužjak i tako živi godinu dana, a onda se pretvara u ženku. U određenim okolišnim uvjetima, jedan spol ima prednost pred drugim. Proterandrija je česta u područjima obilja hrane, a protoginija se javlja u područjima gdje vlada oskudica hrane. U staništima gdje ima puno hrane, omjer spolova u odrasloj populaciji ide u korist ženki, dok je u područjima s manje hrane veći udio mužjaka. Mrijest ovisi o temperaturi i događa se u ljetnim mjesecima na temperaturama od 18 – 26 °C i u vodi saliniteteta od 20 – 35 PSU. Pacifička kamenica je izuzetno plodna vrsta, ima vrlo visoku stopu rasta i visoku stopu reprodukcije. Tijekom sezone parenja reproduktivni organi mogu činiti 50% volumena tijela. Ženke mogu proizvesti između 50 i 100 milijuna jaja po mrijestu koja oslobađaju u nekoliko navrata. Ženka ispušta svoja jaja do 30 metara od svog tijela u obliku bijelih oblaka. Mužjaci oslobađaju svoju spermu, a vanjska oplodnja, koja se odvija u vodenom stupcu, mora se dogoditi u roku od 10 – 15 sati nakon mrijesta. Ličinke su planktonske i slobodno plivaju, a razvijaju se 3 – 4 tjedna prije nego što pronađu odgovarajuću čistu i tvrdu podlogu na koju će se pričvrstiti i zacementirati donjom ljušturom. Vrlo mali postotak kamenica preživljava ovu fazu. Prosječno rastu 20 – 25 mm na godinu, žive između 10 i 30 godina i dosegnu prosječnu veličinu od 150 – 200 mm (NIMPIS, 2002; CABI, 2010).

Predatori: Ličinkama *C.gigas* hrane se životinje koje filtriraju vodu te žarnjaci. Mladim se jedinkama hrani širok raspon vrsta uključujući plošnjake, dekapodne rakove, grabežljive puževe, morske zvijezdače i ribe.

Prehrana: Protozoa, bakterije, dijatomeje, ličinke drugih beskralježnjaka, detritus (PWSRCAC, 2004).

Stanište: Litoralne stijene i drugi čvrsti supstrati u području niske plime i oseke.

Žive na dubini između 3 i 40 metara u području s niskom do umjerenom izloženošću valovima. Iako se obično pričvrste za stijenu, također se mogu nastaniti u muljevitim ili pjeskovitim mjestima (gdje se pričvrste na kamenčiće ili ostatke ljuštura), ili na vrhu drugih živih školjkaša (odrasle kamenice ili dagnje). Ličinke se često nasele na ljušturama odraslih

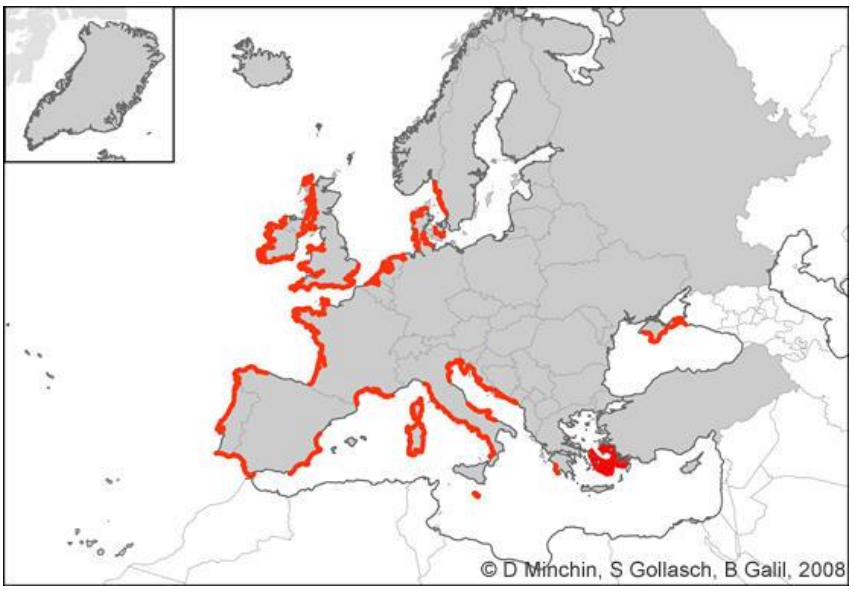
kamenica, a velika masa kamenica može rasti zajedno i formirati greben kamenica. Čvrsta karbonatna stijena od pacifičkih kamenica potpuno je nova biogena struktura u području plime i oseke. Često se može vidjeti kako je zacementirana na umjetnim tvrdim podlogama u lukama i marinama (NIMPIS, 2002). Eurihalina je vrsta (12 – 42 PSU, optimalni raspon 20 – 30 PSU) i tolerantna na velike temperaturne amplitude (3 – 35 °C). Međutim, za razmnožavanje im je potrebno 4 – 8 tjedana s temperaturom višom od 18 °C. Može preživjeti u vodi s niskom koncentracijom kisika (do 2,9 µg / l), a podnosi i širok raspon pH (6 – 9.2).

3.1.3. Rasprostranjenost vrste

Prirodno stanište: SZ Pacifik

Unesena je iz Azije (Japan) i raširena po cijelom svijetu (NIMPIS 2002).

Područje introdukcije: Prvo je stigla u Portugal. Trenutno se javlja na cijeloj europskoj obali Atlantika, u Sredozemnom i Crnom moru. Zemlje u kojima je zabilježena uspostavljena populacija: Cipar, Malta, Grčka, Francuska, Španjolska, Italija, Hrvatska, Njemačka, Belgija, Nizozemska, Švedska, Danska, Ujedinjeno Kraljevstvo, Irska, Australija, Novi Zeland, Kanada, Kina, Tunis, Čile i dr. Rasprostranjenost vrste u Europi prikazana je na Slici 6.



Slika 6. Područje rasprostranjenosti vrste *Crassostrea gigas* u Europi, preuzeto iz baze DAISIE

S geografskog gledišta, rasprostranjenost *C. gigas* u svijetu pokazuje da su samo ekvatorijalna i polarna područja manje povoljna za uzgoj (CABI 2010).

Trend: Širi se. Ličinke se mogu proširiti do 1300 km pomoću oceanskih struja, a vrsta kolonizira obalna područja kilometrima daleko od svojih roditelja.

Put ulaska: Namjeran unos divljih stokova iz Japana u Francusku 1960-ih za uzgoj. Zabilježena je kao obraštaj na brodovima i u balastnim vodama. To je široko uzgajana kamenica u više od 40 zemalja diljem svijeta (Eno i sur., 1997). U Europu je unesena kao zamjena ili kao alternativa za uzgoj autohtonih vrsta, posebno europske kamenice (*Ostrea edulis*). Hopkins (2001) navodi da je pacifička kamenica uvedena u Europu kao komercijalna vrsta od značaja za akvakulturu u zemljama poput Velike Britanije i Francuske.

3.1.4. Utjecaj vrste

Utjecaj na ekosustav: Pacifičke kamenice, izravno unesene iz prirode, izvor su nekoliko bolesti i štetočina na kamenicama i drugim vrstama. Prostrana i gusta naselja kamenica mogu dovesti do konkurencije s nativnom zajednicom za hranu i prostor. Također može doći do hibridizacije s lokalnom vrstom kamenica. Utvrđeno je da je sposobna križati se s nekoliko drugih vrsta *Crassostrea* (Gaffney i Allen, 1993). Suživot dviju vrsta kamenica, nativne europske kamenice (*Ostrea edulis*) i pacifičke kamenice otvara mogućnost prirodne hibridizacije. Međutim, hibridi još nisu uočeni. Jednom uspostavljena populacija dovodi do promjene staništa, uzrokuje eutrofikaciju koja utječe na kvalitetu vode, a također i probleme kod uzgoja školjkaša, zbog težine i brzog rasta (NIMPIS, 2002). Ova je kamenica i domaćin širokom spektru štetnika i parazita, uključujući *Haplosporidium nelsoni* koji uzrokuje MSX bolest kamenica.

Čini se da je *C. gigas* ključna vrsta za povećanje trenda globalne homogenizacije flore i faune, a otkriveno je i da ima pozitivan efekt na druge invazivne vrste poput puža *Crepidula fornicata* (Wolff i sur., 2010). Hopkins (2001) navodi da postoji velika zabrinutost da je autohtona europska kamenica (*O. edulis*), kao rezultat unosa *C. gigas*, postala ugrožena vrsta.

Suha masa tijela puževa, bez obraštaja pacifičke kamenice na kućici, dva puta je veća u odnosu na puževe prekrivene kamenicama. Također, brzina puzanja puževa s kamenicama na njima znatno je sporija, oko deset puta manja nego kod slobodnih puževa. Pacifičke kamenice kao epibionti izazivaju i snažan pad u reprodukciji puževa na koje su pričvršćene. Samo je pitanje vremena kada će sve brojnije populacije epibiontskih invazivnih vrsta početi sve jače utjecati i pogoršati populacijsku dinamiku puževa.

Pacifičke kamenice imaju veliki kapacitet filtracije i filtriraju u prosjeku 5 l/g/h (Ren i sur., 2000). Kako kamenice otpuštaju hranjive tvari i pseudofeces u okoliš, planktonska i bentička produktivnost može rasti (Diederich 2005).

Kontinuirani unos pacifičke kamenice stvara potencijalni rizik za uvođenje drugih stranih vrsta i bolesti. Pacifička kamenica uspostavila je čvrste populacije u europskim obalnim vodama i čini se da joj posebno pogoduje trenutni trend zagrijavanja voda. Zbog velikog

utjecaja na okoliš, ova je vrsta proglašena kao jedna od 100 najinvazivnijih stranih vrsta u Europi (projekt DAISIE).

Ekonomski utjecaj: Važna vrsta kultivirana širom svijeta, koju je jeftino uzgajati i održavati i koja je odgovorna za glavnu i najveću proizvodnju školjkaša u Europi (CABI 2010). Brzo raste, otporna je na okolišni stres i može se prilagoditi različitim uvjetima u okolišu. Otprilike je potrebno dvije godine da kamenica postigne veličinu potrebnu za prodaju. U mnogim situacijama u kojima je *C. gigas* unesena kako bi oživjela postojeću akvakulturu, vrsta se naturalizirala i proširila duž obala prvo polako, ali od kasnih 1990-ih, invazija u europskim vodama je brzo napredovala. Prošla su samo četiri desetljeća nakon prvog unosa otkad su europske i susjedne priobalne vode više ili manje kontinuirano kolonizirane ovom stranom vrstom.

Zdravstveni i socijalni utjecaj: Redovito praćenje kultiviranih kamenica potrebno je jer toksično cvjetanje algi može učiniti kamenice nepodobnima za prodaju. Nekontrolirane berbe kamenica kontaminiranih mikroorganizmima mogu dovesti do bolesti kod ljudi. Odrasle jedinke *C. gigas* imaju velik kapacitet za bioakumuliranje zagađivača (jer su filtratori), što dovodi do opasnosti od prehrambenih proizvoda neprikladnih za ljudsku potrošnju. U turističkim mjestima obraštaji kamenica (npr. na ljestvama) neposredno ugrožavaju sigurnost ljudi jer mogu ozlijediti i razderati noge, ali i cipele, svojim oštrim ljušturama.

3.1.5. Upravljanje vrstom

Prevencijske, mehaničke i kemijske metode su nepoznate. Ne postoje sigurne mehaničke metode koje neće naštetiti i drugim komponentama ekosistema.

Kako bi se spriječilo nekontrolirano širenje kamenica u Europi metode su došle prekasno da bi bile od koristi. Osim toga, premještanja *C. gigas* u nova područja dogodila su se u vrijeme kada su metode upravljanja bile ograničene (Miossec i sur., 2009).

Zbog visokog potencijala za prirodno raspršivanje u uvedenim područjima i zbog mnogo ljudskih vektora za sekundarno raspršivanje duž europske obale, odgovarajuće mjere opreza potrebne su izvan međunarodnog plana upravljanja. Odluka da se pacifička kamenica ne unosi za uzgoj samo bi odgodila invaziju, osim ako ista odluka ne bi bila donesena za sve europske obalne zemlje i susjedne vode. Međutim, još uvijek nije osmišljen i realiziran neki koordinirani međunarodni program za praćenje i dokumentiranje širenja i utjecaja. Potreban je strogi program praćenja kontrole invazivnih vrsta povezanih s balastnim vodama, marinama i akvakulturom.

C. gigas uspostavila je populaciju izvan područja uzgoja, najvjerojatnije kao posljedica povećanja temperature vode. *C. gigas* je identificirana kao jedna od deset najštetnijih

potencijalnih vrsta, na temelju općeg potencijalnog utjecaja (ekonomskog i ekološkog). Rang opasnost za autohtone ciljane vrste, temeljen na potencijalu invazivnosti iz zaraženih u nezaražena područja, identificira vrstu *C. gigas* kao „srednje prioritetnu vrstu“. Te vrste imaju relativno visok utjecaj ili invazivni potencijal. Pacifička kamenica je visokorizična strana vrsta u umjerenim područjima. Rang ljestvica može pomoći u razvoju planova i metoda kontrole koje uključuju reguliranje, iskorjenjivanje i dugoročno upravljanje. Također je i prijeko potrebna edukacija i podizanje svijesti ljudi širom svijeta. Istraživanje uspješnosti osnivanja populacija i utjecaja pacifičkih kamenica u različitim područjima europskih obalnih voda je u tijeku.

Biološke metode: Iako su specifični nametnici, paraziti i bolesti imali utjecaj na proizvodnju, sredstvo učinkovite biološke kontrole nije otkriveno. Jedna od metoda koja se razmatra je uzgoj sterilnih triploida *C. gigas*. Postoje dvije metode za proizvodnju triploidnih životinja; jedna je kemijskom indukcijom, a druga je križanjem tetraploida s diploidnim jajima.

3.2. *Mya arenaria (*Linnaeus, 1758)

3.2.1. Opis vrste

Mya arenaria, školjkaš iz porodice Myidae, može narasti do 100 – 150 mm dužine i 80 – 190 mm širine, a živi zakopan u sediment kako bi se sakrio od potencijalnih predatora (Slika 7). Boja ljušture varira, od bijele do svijetlo sive, ovisno o sedimentu u kojeg se ukopava. Ljuštura je jajolika, tanka i krhka, zaobljena u prednjem djelu, a zatvorena na oba kraja, odnosno dvije se ljušture ne mogu u potpunosti zatvoriti. Ljušture su nejednake, desna je malo više ispupčena nego lijeva. Vanjski dio ljušture je grub i hrapav i ima nejednake koncentrične prstenove. Unutrašnjost desne ljušture ima duboku jamu, dok se u unutrašnjosti lijeve nalazi vapnenačka pločica odnosno hondrofor koji se koristi kako bi se mogla razlikovati od mnogih drugih nativnih rodova pacifičkih školjkaša. Oblik hondrofora razlikuje se među vrstama. Dva spojena smeđa sifona, koji filtriraju vodu, nalaze se na stražnjem kraju. Plaštana šupljina je velika i upućuje na dugačke sifonalne cijevi koje se nalaze na posteriornom djelu ljušture (Cohen, 2005).

M. arenaria je široko rasprostranjena, uglavnom zbog svoje prilagodljivosti različitim okruženjima. Utjecaji vrste očituju se u promjeni staništa i u velikoj bioakumulaciji.



Slika 7. Vanjski izgled vrste *Mya arenaria*, preuzeto sa http://naturalhistory.museumwales.ac.uk/britishbivalves/browserecord.php?-recid=102

3.2.2. Biologija i ekologija vrste

M.arenaria spori je kopač u odnosu na druge školjkaše. Kopa duboke rupe u pijesku, mulju i šljunku u estuarijima i zaštićenim obalama u međuplimnom području pa sve do 50 metara dubine (Cohen, 2005). Koristi drugačiji mehanizam, odnosno izbacuje vodu kroz malu rupu u prednjem kraju. Stopalo je relativno malo i služi samo kao "sidro" za vrijeme ukopavanja. Školjkaš duljine 5 cm može se ukopati više od 15 cm duboko u sediment. Mala genetska varijabilnost utvrđena je u izvornim i uvedenim područjima, što ukazuje na brzo širenje populacije i visok protok gena.

Stanište: *M. arenaria* se može naći u boćatoj vodi, ušćima rijeka i u morskim staništima. Vrsta se ukopava u sediment, 20 – 30 cm ispod površine. Preferira pjeskovito tlo, a posebno pjeskovito muljevita tla s proslojcima šljunka. Ako je podloga previše gruba onda se ne može adekvatno ukopati i sakriti, a može i oštetiti svoju tanku ljušturu (Cohen, 2005).

Lokacije s čistom vodom koja brzo teče imaju najveće populacije *M. arenaria* (Tyler-Walters, 2003). Može preživjeti velike temperaturne amplitude, između -2 i 28 °C, s optimalnom temperaturom između 6 – 14 °C. Tolerantna je na nizak salinitet i općenito na promjene

saliniteta, a optimalan salinitet je između 25 – 35 PSU. Također je vrlo tolerantna na anaerobne uvjete i može opstati u kisikom osiromašenom okolišu do 8 dana (Cohen, 2005).

Mehanizam širenja: Ličinke i obraštaj.

Razmnožavanje: Razdvojenog je spola, a oplodnja je vanjska. Spolnu zrelost postižu pri veličini ljušture između 20 i 50 mm. Ženka može osloboditi 1 – 5 milijuna jaja tijekom sezone, a obično se mrijesti jednom do dva puta godišnje; jednom u rano proljeće, a drugi put u kasno ljeto, ovisno o lokaciji i mjesečnim ciklusima plime i oseke. Temperatura je ključan čimbenik u reprodukciji, s optimalnim rasponom od 10 do 15 °C (Cohen, 2005). Plodnost se povećava s dobi i veličinom, osobito kod ženki (Tyler-Walters, 2003). Oko 12 sati nakon oplodnje, izlegu se ličinke (Cohen, 2005). Visoka smrtnost ličinki i juvenilnih jedinki (90% u prvoj godini) uobičajena je zbog velike proizvodnje jaja (Tyler-Walters, 2003). Ličinke provedu dva do pet tjedana slobodno plivajući u planktonu prije metamorfoze i naseljavanja na morsko dno. Školjkaš zatim provede još dva do pet tjedana krećući se po morskom dnu ili se privremeno pričvrsti na površinu nekog objekta. *M. arenaria* tada počinje kopati u sedimentu i ostaje zakopana ostatak života (Cohen, 2005). Mlade jedinke se mogu otkopati ako im nešto smeta, ali odrasli ne mogu zbog njihove velike ljušture (Tyler-Walters, 2003). *M. arenaria* postaje odrasla između prve i četvrte godine, ovisno o dužini sezone rasta. Tipičan životni vijek je između 10 i 12 godina (Cohen, 2005).

Predatori: Ribe, rakovi, raže, morskih psi, galebovi, rakuni i ptice močvarice (Tyler-Walters, 2003).

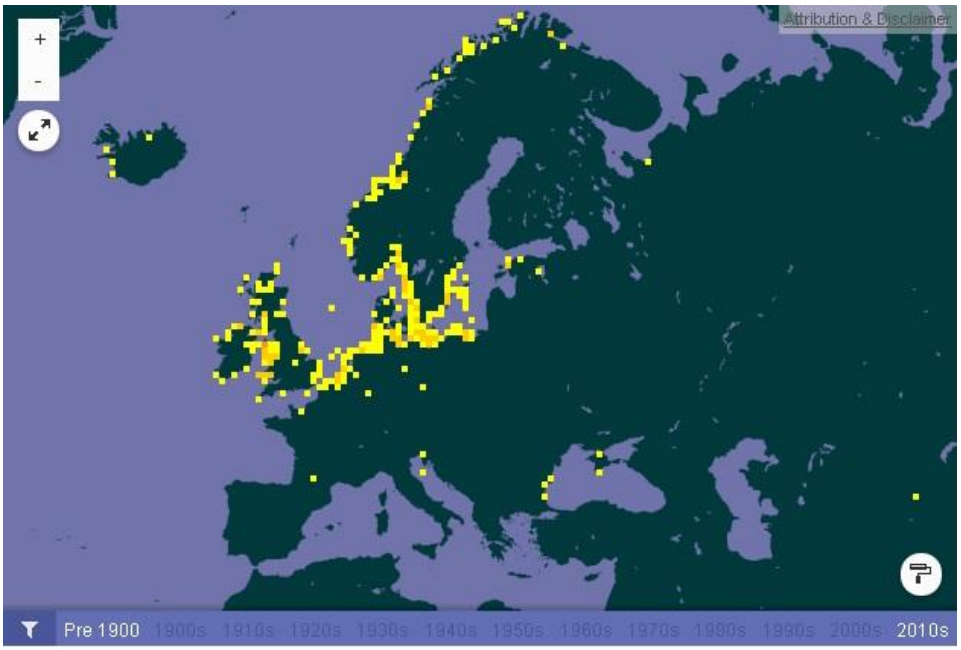
Prehrana: Aktivno se hrani suspenzijom filtrirajući organske čestice i mikrobeskralježnjake, poput planktona, nitastih algi, dijatomeja, bičaša te ličinki meduza i riba. Hrani se pomoću dvije spojene sifonske cijevi koje uvlače vodu koja se procjeđuje kroz trepetljike. Voda se zatim vraća natrag i izbacuje kroz sifon. Odrasla jedinka može profiltrirati do 50 litara vode dnevno (Tyler-Walters, 2003).

3.2.3. Rasprostranjenost vrste

Prirodno stanište: Prostor istočne obale Sjeverne Amerike, ali ne znaju se sjeverne i južne granice. Većina publikacija govori da je to raspon od Labradora do Sjeverne Karoline (Morgan i sur., 1978).

Područje introdukcije: sjeveroistočni Atlantik, Kanada, Finska, Norveška, Danska, Ujedinjeno Kraljevstvo, Portugal, Španjolska, Poljska, Njemačka, Francuska, Italija, Grčka, Sredozemno more, Crno more

M. arenaria je unesena u Crno more oko 1966. godine (Gomoiu i sur., 2002), a postoji i nekoliko zapisa iz Sredozemlja, od kojih je najstariji iz 1976. godine (Zenetos i sur., 2003). Rasprostranjenost vrste u Europi prikazana je na Slici 8.



Slika 8. Područje rasprostranjenosti vrste *Mya arenaria* u Europi, preuzeto sa http://www.gbif.org/species/2288946

Trend: Širi se.

Put ulaska (vektor): Obraštaj brodova, balastne vode.

M. arenaria je najstarija dokumentirana vrsta koja je introducirana u europske vode.

3.2.4. Utjecaj vrste

Utjecaj na ekosustav: *M. arenaria* je u kompeticiji s drugim vrstama, uzrokuje abiotičke promjene i koristi resurse. Ostali ekološki utjecaji uključuju bentosko-pelagičke interakcije, bioakumulaciju, dominaciju u zajednici i promjene staništa (Baltic Sea Alien Species Database, 2007). *M. arenaria* ima visoki filtracijski kapacitet. Količine od jedne do deset litara na sat izmjerene su na primjercima dužine 60 do 70 mm, a stopa filtracije cijele populacije je više od 8 m^3/m^2 dan (Foster i Zettler, 2004). Ugibanjem vrste formiraju se tzv. „nakupine smrti“ koje mogu trajati 100 godina ili više i oblikovati staništa za druge vrste (Palacios i sur., 2000).

Ekonomski utjecaj: *M. arenaria* služi u kulinarske svrhe. Obično se ne jede u Europi, ali u svom izvornom području važna je vrsta za uzgoj i vrlo je cijenjena kao izvor hrane.Također je bitna vrsta za istraživanja (Tyler-Walters, 2003). Hrani se suspenzijom pa igra presudnu ulogu

u filtriranju i čišćenju vode, a može se koristiti i za reguliranje i provođenje standarda zagađenja u kontroli kvalitete vode.

3.2.5. Upravljanje vrstom

Zbog svoje veličine (prosječno 100 mm), brojnosti, dugovječnosti (maksimalno živi 28 godina) i jednostavnosti prepoznavanja, *M. arenaria* se koristi kao indikatorska vrsta i vrsta pogodna za monitoring u nekoliko zemalja (Strasser i sur., 2008).

Preventivne mjere: Provedena je studija koja je bila osmišljena u svrhu identifikacije i rangiranja unesenih morskih vrsta. One se definiraju kao vrste koje su došle nekim vektorom (najčešće brod), imaju uspostavljenu populaciju i koje imaju značajan utjecaj na ljudsko zdravlje, ekonomske interese ili na okoliš. Na temelju invazijskog potencijala i utjecaja, *M. arenaria* je kategorizirana kao „nisko prioritetna“ vrsta.

Mehaničke metode: Zbog ljudske uporabe kao izvor hrane, ova vrsta je uspostavila stabilne populacije što iskorjenjivanje čini neisplativim (Hoagland i Jin, 2006).

4. LITERATURA

Baltic Sea Alien Species Database (2007): *Mya arenaria*. Olenin, S., Daunys, D., Leppakoski, E., Zaiko, A. (ur.). Dostupno na: www.ku.lt/nemo/mainnemo.htm

Bat, L., Gönlügür, G., Andaç, M., Öztürk, M., Öztürk, M. (2000): Heavy metal in the sea snail *Rapana venosa* from Sinop coasts of the Black Sea. *Turkish Journal of Marine Sciences 6*: 227-240.

Blanchard, M. (1997): Spread of the slipper limpet *Crepidula fornicata* in Europe. Current state and consequences. *Scientia Marina 61, Supplement 2*: 109-118.

CABI (2010): Aquaculture Compendium report - *Crassostrea gigas* (Pacific oyster). *CABI, Oxfordshire*: 51 str.

Chippenfield, P.N.J. (1951): The breeding of *Crepidula fornicata* in the river Blackwater, Essex. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K. 30*: 49-71.

CIESM (International Commission for the Scientific Exploration of the Mediterranean Sea), http://www.ciesm.org/

Cohen, A.N. (2005): Guide to the exotic species of San Fransisco Bay. San Fransisco Estuary Institute, Oakland, California. Dostupno na: www.exoticsguide.org

Collin, R. (1995): Sex, size, and position: A test of models predicting size at sex change in the protandrous gastropod *Crepidula fornicata*. *American Naturalist 146* (6): 815-831.

Collin, R. (2001): The effects of mode of development on phylogeography and population structure of North Atlantic *Crepidula* (Gastropoda: Calyptraeidae). *Molecular Ecology 10*: 2249-2262.

DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe), http://www.europe-aliens.org/

Diederich, S. (2005): Invasion of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the Wadden Sea: competitive advantage over native mussels. *PhD Christian-Albrechts-University Kiel*: 154 str.

Ehrhold, A., Blanchard, M., Auffret, J.-P., Garlan, T. (1998): Conséquences de la prolifération de la crépidule (*Crepidula fornicata*) sur l'évolution sédimentaire de la baie du Mont-Saint-Michel (Manche, France). *Comptes Rendue Académie des Sciences, Paris, Science de la terre et des planètes 327:* 583-588.

Eno, N.C., Clark, R.A., Sanderson, W.G. (1997): Non-native marine species in British waters: a review and directory. *Joint Nature Conservation Commitee, Peterborough*: 152 str.

Fey, F., Dankers, N., Steenbergen, J., Goudswaard, K. (2010): Development and distribution of the non-indigenous Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*) in the Dutch Wadden Sea. *Aquaculture International 18*: 45-59.

Foster, S., Zettler, M.L. (2004): The capacity of the filter-feeding bivalve *Mya arenaria* L. to affect water transport in sandy beds. *Marine Biology 144*: 1183-1189.

Gaffney, P.M., McGee, B. (1992): Multiple paternity in *Crepidula fornicata*. *Veliger 35*(1): 12-15.

Gaffney, P.M., Allen, S.K. (1993): Hybridization among *Crassostrea* species: a review. *Aquaculture 113*: 1-13.

Gomoiu, M.T., Alexandrov, B., Shadrin, N., Zaitsev, Y. (2002): The Black Sea – a recipient, donor and transit area for alien species. In: Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management (eds. E. Leppäkoski, S. Gollasch and S. Olenin), str. 341-350. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Grall, J., Hall-Spencer, J.M. (2003): Problems facing maerl conservation in Brittany. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 13*: 55-64.

Harding, J. M. (2003): Predation by blue crabs, *Callinectes sapidus*, on rapa whelks, *Rapana venosa* possible naturalcontrols for an invasive species? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 297*: 161- 177.

Harding, J.M., Mann, R. (1999): Observations on the biology of the veined rapa whelk, *Rapana venosa* in the Chesapeake Bay. *Journal of Shellfish Research 18* (1): 9-17.

Hoagland, P., Jin, D. (2006): Science and Economics in the Management of an Invasive Species. *Bioscience 56* (11): 931–935.

Hopkins, C. (2001): A review of introductions and transfers of alien marine species in the North Sea Area.

ICES (2004) Alien Species Alert: *Rapana venosa* (veined whelk). Urednici: Roger Mann, Anna Occhipinti, and Juliana M. Harding. ICES Cooperative Research Report No.264, 14 str.

International Commission for the Scientific Exploration of the Mediterranean Sea (CIESM) (2000): *Crepidula fornicata*. CIESM: Atlas of Exotic Species in the Mediterranean Sea.

ISSG (Invasive Species Specialist Group): http://www.issg.org/

JNCC (Joint Nature Conservation Committee) (2002): *Crepidula fornicata*. Advisors of UK Government.

Jørgensen, C.B., Kiørboe, T., Møhlenberg, F., Riisgård, H.U. (1984): Ciliary and mucus-net filter feeding, with special reference to fluid mechanical characteristics. *Marine Ecology Progress Series 15*: 283-292.

Kerckhof, F., Vink, R.J., Nieweg, D.C. and Post, J.N.J. (2006): The veined whelk *Rapana venosa* has reached the North Sea. *Aquatic Invasions 1*(1): 35-37.

Le Cam, S., Pechenik, J.A., Cagnon, M., Viard, F. (2009): Fast versus slow larval growth in an invasive marine mollusc: Does paternity matter ? *Journal of Heredity 100* (4): 455-464.

Mann, R., Harding, J.M. (2000): Invasion of the North American Atlantic coast by a large predatory Asian mollusc. *Biological Invasions 2*: 7-22.

Mann, R., Harding, J.M., Westcott, E. (2006): Occurrence of imposex and seasonal patterns of gametogenesis in the invading veined rapa whelk *Rapana venosa* from Chesapeake Bay, USA. *Marine Ecology Progress Series 310*: 129-138.

MarLIN (2003): *Crepidula fornicata*. Slipper limpet. Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key InformationSub-programme [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Matoničkin, I., Habdija, I.,Primc-Habdija, B. (1998): Beskralježnjaci. Biologija nižih Avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, 691.str.

Micu, S., Kelemen, B., Mustata, G. (2008): Current distribution and shell morphotypes of *Rapana venosa* in the Agigea 4M littoral. Analele Ştiinţifice ale Universităţii "Al. I. Cuza" Iaşi, s. *Biologie animală 54*: 185-190.

Miossec, L., Le Deuff, R.-M., Goulletquer, P. (2009): Alien species alert: *Crassostrea gigas* (Pacific oyster). *ICES Cooperative Research Report 299*: 42 str.

Montaudouin, X. de, Audemard, C., Labourg, P.-J. (1999): Does the slipper limpet (*Crepidula fornicata*) impair oyster growth and zoobenthos biodiversity? A revisited hypothesis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 235*: 105-124.

Morgan, R.P. II, Block, S.B., Ulanowicz, N.I., Buys, C. (1978): Genetic variation in the soft-shelled clam, *Mya arenaria*. *Estuaries 1* (4): 255-258.

NIMPIS (2002): Pacific oyster *Crassostrea gigas*. National Introduced Marine Pest Information System. Web publikacija, http://data.daff.gov.au/marinepests/

Palacios, R., Armstrong, D.A., Orensanz, J. (2000): Fate and legacy of an invasion: extinct and extant populations of the soft-shell clam (*Mya arenaria*) in Grays Harbor (Washington). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 10*: 279-303.

Pechenik, J.A. (1984): The relationship between temperature, growth rate, and duration of planktonic life for larvae of the gastropod *Crepidula fornicata*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 74*: 241-257.

Pechenik, J.A., Jarrett, J.N., Rooney, J. (2002): Relationships between larval nutritional experience, and juvenile feeding rates in the prosobranch gastropod *Crepidula fornicata*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 280*: 63-78.

PWSRCAC (2004): Non-indigenous aquatic species of concern for Alaska. Fact Sheet - Pacific (Japanese) Oyster *Crassostrea gigas*. - Prince William Sound Regional Citizens' Advisory Council. Web publikacija, http://www.pwsrcac.org/

Ragueneau, O., Chauvaud, L., Moriceau, B., Leynaert, A., Thouzeau, G., Donval, A., Le Loch, F., Jean, F. (2005): Biodeposition by an invasive suspension feeder impacts the biogeochemical cycle of Si in a coastal ecosystem (Bay of Brest, France). *Biogeochemistry 75*: 19-41.

Ren, J.S., Ross, A.H., Schiel, D.R. (2000): Functional desriptions of feeding and energetics of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in New Zealand. *The Marine Ecology Progress Series 208*: 119-130.

Rolán, E., Bañón Díaz, R. (2007): Primer hallazgo de la especie invasora *Rapana venosa* y nueva información sobre *Hexaplex trunculus* (Gastropoda, Muricidae) en Galicia. *Noticiario SEM 47*: 57-59.

Savini, D., Castellazzi,M., Favruzzo, M.,Occhipinti-Ambrogi, A. (2004): The alien mollusc *Rapana venosa* in the Northern Adriatic Sea: population structure and shell morphology. *Chemistry and Ecology 20*: 411-424.

Seyhan, K., Mazlum, E.R., Emiral, H., Engin, S., Demirhan, S. (2003): Diel feeding periodicity, gastric emptying, and estimated daily food consumption of whelk (*Rapana venosa*) in the south eastern Black Sea (Turkey) marine ecosystem. *Indian Journal of Marine Science 32* (3): 249-251.

Strasser, C.A., Mullineaux, L.S., Walther, B.D. (2008): Growth rate and age effects on *Mya arenaria* shell chemistry: Implications for biogeochemical studies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 355*: 153-163.

Tyler-Walters, H. (2003): *Mya arenaria*. Sand gaper. *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme* [on-line].

Uyan, O., Aral, O. (2003): The larval development stages of the Japanese snail, *Rapana thomasiana*, Gross [sic] 1861, in the egg capsule. *Turk Journal of Zoology 27*: 331-337.

Vallet, C., Dauvin, J.-C., Hamon, D., Dupuy, C. (2001): Effect of introduced common slipper shell on the suprabenthic biodiversity of the subtidal communities in the Bay of Saint-Brieuc. *Conservation Biology 15*(6): 1686-1690.

Wolff, W.J., Bakker, J.P., Laursen, K., Reise, K. (2010): The Wadden Sea Quality Status Report. Synthesis Report 2010. *Wadden Sea Ecosystem 29*: 25-74.

WoRMS (World Register of Marine Species),http://www.marinespecies.org/

Yang, J., Li, Q., Kong, L., Zheng, X., Wang, R. (2008): Genetic structure of the veined rapa whelk (*Rapana venosa*) populations along the coast of China. *Biochemical Genetics 46*: 539-548.

Yang, R.Q., Yao, Z.W., Jiang, G.B., Zhou, Q.F. Liu, J.Y. (2004): HCH and DDT residues in molluscs from Chinese Bohai coastal sites. *Marine Pollution Bulletin 48*: 795-805.

Yang, R., Zhou, Q., Liu, J., Jiang, G. (2006): Butyltins compounds in molluscs from Chinese Bohai coastal waters. *Food Chemistry 97*: 637-643.

Zenetos, A., Gofas, S., Russo, G., Templado, J. (2003): CIESM atlas of exotic species. Vol. 3 – Molluscs, CIESM Publishers, Monaco, 376 str.

Zolotarev, V. (1996): The Black Sea ecosystem changes related to the introduction of new mollusc species. P.S.Z.N. I: *Marine Ecology 17* (1–3): 227-236

Internetski izvori

URL 1: http://www.invazivnevrste.hr/?page_id=127, pristupljeno 2.9.2016.

URL 2: https://en.wikipedia.org/wiki/Common_slipper_shell, pristupljeno 31.8.2016.

URL 3: https://en.wikipedia.org/wiki/Veined_rapa_whelk, pristupljeno 31.8.2016.

Izvori slika:

Slika 1. https://en.wikipedia.org/wiki/Veined_rapa_whelk, pristupljeno 31.8.2016.

Slika 2. http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50553#, pristupljeno 31.8.2016.

Slika 3. https://en.wikipedia.org/wiki/Common_slipper_shell, pristupljeno 31.8.2016.

Slika 4. http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50159, pristupljeno 31.8.2016.

Slika 5.http://naturalhistory.museumwales.ac.uk/britishbivalves/browserecord.php?recid=216, pristupljeno 7.9.2016.

Slika 6. http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50156, pristupljeno 31.8.2016.

Slika 7.http://naturalhistory.museumwales.ac.uk/britishbivalves/browserecord.php?recid=102, pristupljeno 11.9.2016.

Slika 8. http://www.gbif.org/species/2288946, pristupljeno 12.9.2016.

5. SAŽETAK

Invazivne vrste su vrste koje prirodno ne žive na nekom području, već su u njega dospjele namjernim ili slučajnim unošenjem, a svojim naseljavanjem i širenjem negativno utječu prvenstveno na bioraznolikost. U Jadranu živi nekoliko vrsta invazivnih mekušaca, a u radu su detaljnije obrađene dvije vrste puževa, *Rapana venosa* i *Crepidula fornicata*, te dvije vrste školjkaša, *Crassostrea gigas* i *Mya arenaria*. *Rapana venosa* veliki je azijski puž, iznimno je prilagodljiv i ima visok ekološki fitnes. U sjevernom Jadranu je pronađen 1973.godine. Zbog svoje grabežljivosti smatra se jednom od najnepoželjnih invazivnih vrsta širom svijeta, a može utjecati na prirodne i kultivirane populacije kamenica, dagnji i drugih mekušaca. *Crepidula fornicata* sjevernoamerička je vrsta rasprostranjena u sjevernom Jadranu. U Europu je unesena 1970-ih, a u Jadranu se pojavljuje nešto kasnije. Štetnik je na kamenicama i dagnjama. Vrsta *Crassostrea gigas* azijska je vrsta školjkaša vrlo otporna na okolišni stres. Zabilježena je u cijelom Jadranu, a jednom uspostavljena populacija dovodi do promjene staništa, uzrokuje eutrofikaciju, a također i probleme kod uzgoja školjkaša. Zbog velikog utjecaja na okoliš, ova je vrsta proglašena jednom od 100 najinvazivnijih stranih vrsta u Europi. *Mya arenaria* široko je rasprostranjena vrsta zbog svoje prilagodljivosti različitim okruženjima. Podrijetlom je iz Sjeverne Amerike. Najstarija je dokumentirana vrsta koja je introducirana u europske vode, a u Sredozemlju se pojavljuje 1976. godine. U kompeticiji je s drugim vrstama, uzrokuje abiotičke promjene i koristi resurse. Zbog svoje veličine, brojnosti, dugovječnosti i jednostavnosti prepoznavanja koristi se kao indikatorska vrsta i vrsta pogodna za monitoring. Vrste *C. gigas* i *M. arenaria* unesene su i šire se balastnim vodama i preko obraštaja brodova, a osim ovim putem, vrste *R. venosa* i *C. fornicata* unose se i šire različitim vektorima te slučajnim prijenosima u akvakulturi (mlađi kamenica). Otkriveno je da *C. gigas* ima pozitivan efekt na druge invazivne vrste poput puževa *C. fornicata* i *R. venosa.*

6. SUMMARY

Invasive species are species that do not naturally live in some area but they have entered with the intentional or accidental introduction, and their settlement and expansion have a negative impact primarily on biodiversity. In the Adriatic, there are a few species of invasive molluscs, and in this work two species of snails are introduced, *Rapana venosa* and *Crepidula fornicata*, and two species of shellfish, *Crassostrea gigas* and *Mya arenaria*. *Rapana venosa* is a big Asian snail, extremely flexible and has a high ecological fitness. It was found in the northern Adriatic in 1973. Because of its greed it is considered as one of the most undesirable invasive species worldwide and can affect the natural and cultivated populations of oysters, mussels and other molluscs. *Crepidula fornicata* is a North American species that is widely spread in the northern Adriatic. In Europe it was introduced in the 1970s, and in the Adriatic it appeared a few years later. The pest is on the oysters and mussels. *Crassostrea gigas* is an Asian species of shellfish which is highly resistant to environmental stress. It is recorded in the Adriatic Sea, and once established population leads to changes in habitat, causing eutrophication, as well as problems in shellfish farming. Due to the large environmental impact, this species was declared as one of the 100 most invasive alien species in Europe. *Mya arenaria* is a widely spread species because of its adaptability to different environments. It originates from North America. It is the oldest documented species that has been introduced into European waters and it appeared in the Mediterranean in 1976. It is compeeting with other species, causing abiotic changes and using resources. Due to its size, population size, long life and ease of recognition is used as the indicator species and species suitable for monitoring. *C. gigas* and *M. arenaria* were introduced and spread via ballast water and fouling of ships, and in addition, species *R. venosa* and *C. fornicata* enter and spread with variety of vectors and random transfers in aquaculture (spat of oysters). Scientists found out that *C. gigas* had a positive effect on other invasive species like snails *C. fornicata* and *R. venosa*.