

**Neven Iveša, dipl.ing. biol.**

**Doc.dr.sc. Ines Kovačić**

**Izv.prof.dr.sc. Mauro Štifanić**

**Alternativne vrste školjkaša  
za akvakulturu u uvjetima klimatskih promjena**



# Alternativne vrste školjkaša za akvakulturu u uvjetima klimatskih promjena

## Elaborat

za potrebe odabira alternativnih vrsta školjkaša u akvakulturi u sklopu provedbe projekta **Integrirani sustav uzgoja alternativnih vrsta školjkaša u uvjetima klimatskih promjena (KK.05.01.02.0012)**, financiranog kroz operativni program Konkurentnost i kohezija

**Autori:** Neven Iveša, dipl.ing.biol.  
Doc.dr.sc. Ines Kovačić  
Izv.prof.dr.sc. Mauro Štifanić

Pula, srpanj 2020.

## Sadržaj

1. Globalna proizvodnja proizvoda u akvakulturi.....	1
2. Uzgoj i ulov školjkaša u EU .....	1
3. Kriteriji za odabir školjkaša za eksperimentalni uzgoj.....	6
4. Osnovne karakteristike i distribucija odabranih vrsta školjkaša .....	8
5. Zaključak.....	19
6. Literatura .....	20
Informacije o projektu .....	23

## 1. Globalna proizvodnja proizvoda u akvakulturi

Akvakultura je jedan od najbrže rastućih sektora za proizvodnju hrane na svijetu i sve važniji doprinos globalnoj opskrbi hranom i gospodarskom rastu. Udio globalne ponude ribljih proizvoda za prehranu ljudi iz akvakulture kretao se od 16 % u 1990. godini do 54 % u 2016. godini, uključujući vodene biljke. Ako se izuzme 30 milijuna tona vodenih biljaka proizvedenih u akvakulturi, sektor i dalje čini 47 % ribe i školjkaša proizvedenih u cijelom svijetu. Ukupna procijenjena globalna proizvodnja iz ulovljenog ribarstva i akvakulture povećala se sa 193 milijuna tona u 2014. na 202 milijuna tona u 2016. Povećanje je uglavnom potaknuto iz sektora akvakulture koji je porastao za 9 %, dok je ulovljeni ribolov smanjen za 0.4 %. Globalna vrijednost proizvodnje akvakulture u 2016. godini dosegla je 220 milijardi eura (243 milijardi USD) (FAO, 2018.). Međutim, taj rast prvenstveno su potaknule azijske zemlje koje proizvode 92 % svjetskih proizvoda akvakulture. Kina je najvažniji proizvođač proizvoda akvakulture u svijetu, koji proizvodi 58 % globalnih proizvoda akvakulture. Europska proizvodnja akvakulture predstavljala je samo 1.2% svjetske proizvodnje akvakulture u smislu težine i 1.9 % vrijednosti (EU, 2018).

U razdoblju od 1995. do 2012. europska proizvodnja u akvakulturi održavala se na relativno stabilnoj razini i iznosila je 1.2 milijuna tona, a 2000. godine postignut je vrhunac proizvodnje (1.4 milijuna tona). Godine 2002. proizvodnja je iznosila 1.25 milijuna tona, što je činilo 20 % ukupne proizvodnje u ribarstvu.

## 2. Uzgoj i ulov školjkaša u EU

Vrijednost europske proizvodnje u akvakulturi dosegla je 2011. iznos od 3.6 milijardi EUR, pri čemu su 50 % te vrijednosti predstavljali riblji proizvodi, a 50 % rakovi i mekušci. Akvakultura Europske unije prvenstveno je usmjerena na četiri vrste: dagnje (39 % ukupnog obujma), pastrve (15 %), losos (14 %) i kamenice (8 %). Međutim, razvija se i proizvodnja drugih vrsta riba (brancin, orada) i školjkaša (rumenka).

Među državama članicama EU-a glavni proizvođači u području akvakulture su Španjolska (22 %), Francuska (17 %), Ujedinjena Kraljevina (16 %), Italija (13 %) i Grčka (8,5 %), čija je proizvodnja 2011. predstavljala 77 % ukupne proizvodnje u akvakulturi. Međutim, u smislu vrijednosti proizvodnje vodeći je proizvođač Ujedinjena Kraljevina (21 %), a slijede ju

Francuska (19 %), Grčka (13 %) i Španjolska (12 %). U Španjolskoj, Francuskoj i Italiji prevladava proizvodnja dvokrilnih školjaka (dagnji, kamenica i klapuna). Ujedinjeno Kraljevstvo proizvodi uglavnom losos, a Grčka prije svega brancin i oradu (<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hr/sheet/120/europska-akvakultura>). Prema FAO (2013) uzgoj mekušaca na svjetskoj razini bilježi pozitivan rast od 1994 godine nadalje.

Sukladno Pravilniku o obliku, sadržaju i načinu vođenja i dostave podataka o ulovu u gospodarskom ribolovu na moru (NN 64/18) na područje EU pa tako i na teritorijalnom moru Republike Hrvatske u gospodarskom ribolovu, ekonomski se iskorištavaju sljedeće vrste i skupine školjakaša: dagnja (*Mytilus galloprovincialis*), Jakovljeva kapica (*Pecten jacobea*), europska plosnata kamenica (*Ostrea edulis*), porodica *Pectinidae* (kapice), kokoš (*Chamelea gallina*), kućica (*Ruditapes decussatus*), kunjka (*Arca noae*), prnjavica (*Venus verrucosa*) i rumenka (*Callista chione*). Ostale vrste koje bi mogle imati gospodarski značaj grupirane su u skupinu "Školjkaši ostali" – Bivalvia sa zajedničkom FAO šifrom "CLX". Od navedenih vrsta, za kunjku je potrebno dodatno upisivati podatke o ulovu, prekrcaju i iskrcaju neovisno o količini ulova. Ovlaštenici povlastice za izlov školjakaša dužni su nadležnom Ministarstvu na mjesečnoj razini podnositi izvješća o ostvarenim ulovima školjakaša. Prema podacima Uprave ribarstva iz 2010. godine, u gospodarskom ribolovu ostvareno je 1.047 tona ulova školjakaša, što čini oko 2 % ulupnog ulova na godišnjoj razini (izvor: <https://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=13>). Glavnina prometa školjakašima u Hrvatskoj ostvaruje se iz akvakulture pri čemu se uzgajaju 3 vrste: dagnja, europska plosnata kamenica i Jakovljeva kapica. Njihov uzgoj temelji se prvenstveno na primjercima izležanima u prirodi i na hranjivim tvarima dostupnim iz okoliša.

Proizvodnja kamenica i daganja u Hrvatskoj se odvija uzgojem u moru i ulovom. Iako je 2012. godine uzgoj daganja i kamenica procijenjen na 3.150 tona i ulov prvenstveno kamenica je iznosio samo oko 5 % proizvodnje školjakaša, 2016. godine ulov čini čak 50 % ukupnih proizvedenih količina školjakaša (Tablica 1). Naime, uzgoj daganja se smanjio više od 4 puta, a uzgoj kamenica više od 3 puta, dok je ulov kamenica narastao s 180 t (2012. g.) na 318 t (2016. g.) (izvor: Državni zavod za statistiku i podaci Uprave ribarstva, mrežne stranice). Uzroci ovog smanjenja su brojni. Iako je upravo 2012. godine ukinuta zabrana izvoza školjaka u zemlje Europske unije te se očekivao nagli razvoj proizvodnje, velika šteta od ribljih predatora,

nedostatak prirodne mlađi za prikupljanje i nedostatak sredstava za veće kapitalne investicije rezultirali su zatvaranjem brojnih malih uzgajališta i smanjenjem proizvodnje. Pretpostavlja se da su sadašnji kapaciteti područja pod koncesijom za uzgoj školjkaša u Hrvatskoj dovoljni za proizvodnju oko 8.000 tona školjkaša, godišnje, dakle 10 puta više od trenutne proizvodnje.

Početkom prošlog stoljeća proširila se bolest koja je velikim dijelom uništila prirodne populacije europske plosnate kamenice te se u uzgajalištima počela proizvoditi manje cijenjena japanska kamenica (*Crassostrea gigas*). Proizvodnja europske plosnate kamenice u Europi je tako pala s 30.000 tona 1961. godine na oko 6 -7.000 tona od 2000. godine do danas. Najveći proizvođači su Španjolska s 4.500 tona i Francuska s 1.600 tona. U Hrvatskoj se danas uzgoja oko 30-60 tona kamenica, dok se još oko 400 tona izlovi ramponom u sjevernom Jadranu. Osim Hrvatske, jedino Irska i UK imaju proizvodnju europske plosnate kamenice veću od 200 tona godišnje. Na globalnom tržištu, izuzetno cijenjena europska kamenica čini samo oko 0,03 %, a ostalo se odnosi na japansku kamenicu.

**Tablica 1.** Proizvodnja u marikulturi RH (u tonama) za razdoblje 2012.-2016.

(izvor: <http://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=14> )

Vrsta	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.
Dagnja	3.000*	1.950	714	746	699
Kamenica	150*	50	32	52	64
Jakovljeva kapica			0,04	0,01	0,06
<b>UKUPNO (t)</b>	<b>3.150</b>	<b>2.000</b>	<b>746,04</b>	<b>798,01</b>	<b>763,06</b>

\*procjena

U svijetu se pored spomenutih vrsta uzgaja još desetak različitih vrsta kapica (*Pectinidae*) (najviše je rodova *Argopecten*, *Chlamys* i *Pecten* - češljače). 90% proizvodnje je u Kini i Japanu. U Europi se uzgajaju *Aequipecten opercularis* i *Pecten maximus* (UK, Francuska, Španjolska, Norveška). *Pecten jacobus* i *Pecten maximus* su izuzetno slične vrste, a razlikuju se po arealu. *P. jacobus* nalazimo u Mediteranu, a *P. maximus* u Atlantiku (Wilding i sur., 1999). Za jadranske vrste, posebno Jakovljevu kapicu, nije do kraja razvijena uzgojna tehnologija, iako su napravljena pojedinačna istraživanja.

Većinu europskih školjkaša čine dagnje uzgojene u Španjolskoj, Italiji, Francuskoj i Nizozemskoj. Uzgoj kamenica je također važna aktivnost u EU-u, posebice u Francuskoj. Ostali školjkaši koji se u EU-u uzgajaju u većim količinama su kućice, a glavni proizvođač je Italija (*Venerupis* sp.). Međuplimni uzgoj školjkaša se intenzivno prakticira u zapadnom dijelu Europe te predstavlja stariji, tradicionalni oblik akvakulture u EU-u. Vezan je uz međuplimno područje, koristeći mogućnost relativno lako dostupne podrške s kopna kao i dinamični okoliš sučelja kopna i vode. Što se tiče uzgojnih vrsta, glavni školjkaš koji se proizvodi u EU-27 je dagnja i to dvije vrste: plava dagnja (*Mytilus edulis*) i mediteranska dagnja (*Mytilus galloprovincialis*). Daleko najveći akvakulturni proizvođač dagnji je Španjolska koja proizvodi više nego svi ostali važni proizvođači kao što su Nizozemska, Francuska, Italija, Irska i Velika Britanija, zajedno. Uzgoj kapica u Europi je počeo 70tih godina na bazi mlađi prikupljene iz prirode. Metode uzgoja su "bottom i off-bottom" uzgoj (Galicija, Malaga, Valencija) te "sea ranching" za obnovu prirodnih "stockova" (zaljev Brest i Norveška). Usprkos svim naporima, uzgoj kapica je marginalan po količinama (Strand i sur., 2016). Glavni razlozi za to su: nedovoljna količina mlađi (prirodne i iz mrjestilišta), visoka cijena proizvodnje mlađi, mala stopa preživljavanja u "bottom" uzgoju zbog predatora, dugotrajan uzgojni ciklus (za vrstu *P. maximus* i do 3 godine), niža cijena u usporedbi s divljim kapicama te nedovoljan profit u usporedbi s uzgojem daganja ili kamenica.

Skupina školjkaša koju karakterizira život u sedimentu, koju anglosaksonska literatura naziva skupnim imenom kućice (*Veneridae*); prnjavica (*Venus verrucosa*), rumenka (*Callista chione*), srčanke (*Cardiidae*), šljanci (*Solenidae*), uzgajaju se na područjima pogodnim za uzgoj na i/ili u morskom dnu. Jedna od poznatijih vrsta u uzgoju je filipinska kućica (*Ruditapes philippinarum*, odnosno *Venerupis philippinarum*). Uzgaja se u SAD, Kini, Koreji, Tajvanu, Francuskoj, Ujedinjenom kraljevstvu, Irskoj i u Jadranskom moru (Italija).

Uzgajaju se u pjeskovitim ili šljunčanim, pa čak i muljevitim lagunama u područjima mediolitorala i sublitorala, zakopane u supstratu. Salinitet treba biti iznad 25 ‰. Poželjne su struje plime i oseke od 1-2 čvora jer osiguravaju dobru opskrbu hranom, iako i manje, oko 0,5 čvorova može biti prihvatljivo. *Venerupis philippinarum* može tolerirati zimski pad temperature do 3 °C (Mioković i Ficović).

Sukladno Pravilniku o obliku, sadržaju i načinu vođenja i dostave podataka o ulovu u gospodarskom ribolovu na moru (NN 64/18) na područje EU pa tako i na teritorijalnom moru Republike Hrvatske u gospodarskom ribolovu ekonomski se iskorištavaju sljedeće vrste i skupine školjkaša:

*Mytilus galloprovincialis*,

*Pecten jacobaeus*,

*Ostrea edulis*,

porodica *Pectinidae*,

*Chamelea gallina*,

*Ruditapes decussatus*,

*Arca noae*,

*Venus verrucosa*

i *Callista chione*.

Ostale vrste koje bi mogle imati gospodarski značaj grupirane su u skupinu “Školjkaši ostali” – Bivalvia sa zajedničkom FAO šifrom CLX.

Od navedenih, za vrstu *Arca noae* potrebno je dodatno upisivati podatke o ulovu, prekrcaju i iskrcaju neovisno o količini ulova. Ovlaštenici povlastice za izlov školjkaša dužni su nadležnom Ministarstvu na mjesečnoj razini podnositi izvješća o ostvarenim ulovima školjkaša.

Međutim, prema statističkim podacima glavnina prometa školjkašima u Hrvatskoj ostvaruje se iz akvakulture pri čemu se uzgajaju 3 vrste:

*Mytilus galloprovincialis* (dagnja),

*Ostrea edulis* (europska plosnata kamenica)

i *Pecten jacobaeus* (jakopska kapica).

Njihov uzgoj temelji se prvenstveno na primjercima izležanima u prirodi i na hrani dostupnoju okolišu. Pretpostavlja se da su sadašnji kapaciteti područja pod koncesijom dovoljni za proizvodnju oko 8.000t školjkaša, dakle 10 puta veću od trenutne.



U svijetu se pored navedenih vrsta uzgaja još desetak različitih vrsta kapica (*Pectinidae*) (najviše je rodova *Argopecten*, *Chlamys* i *Pecten* - češljače). 90 % proizvodnje je u Kini i Japanu. U Europi se uzgajaju *Aequipecten opercularis* i *Pecten maximus* (UK, Francuska, Španjolska, Norveška). *Pecten jacobaeus* i *Pecten maximus* su izuzetno slične vrste, a razlikuju se po arealu rasprostranjenosti. *P. jacobaeus* nalazimo u Mediteranu, a *P. maximus* u Atlantiku (Wilding i sur., 1999).

Za jadranske vrste, posebno jakopsku kapicu, razvija se uzgojna tehnologija u Novigradskom moru, te su napravljena pojedinačna istraživanja (Baždarić i sur., 2018)

Većinu europskih školjkaša čine dagnje uzgojene u Španjolskoj, Italiji, Francuskoj i Nizozemskoj. Uzgoj kamenica je također važna aktivnost u EU, posebice u Francuskoj. Ostali školjkaši koji se u EU uzgajaju u većim količinama su kućice (*Venerupis* sp.), a glavni proizvođač je Italija.

U zapadnom dijelu Europe intenzivno se prakticira međuplimni uzgoj školjkaša koji predstavlja stariji, tradicionalni oblik akvakulture u EU. Vezan je uz međuplimno područje, koristeći mogućnost relativno lako dostupne podrške s kopna kao i dinamični okoliš sučelja kopna i vode. Što se tiče uzgojnih vrsta, glavni školjkaš koji se proizvodi u EU-27 je dagnja i to dvije vrste: plava dagnja (*Mytilus edulis*) i mediteranska dagnja (*Mytilus galloprovincialis*). Daleko najveći akvakulturni proizvođač dagnji je Španjolska koja proizvodi više nego svi ostali važni proizvođači kao što su Nizozemska, Francuska, Italija, Irska i Velika Britanija, zajedno.

Uzgajivači školjaka strahuju od klimatskih promjena uslijed povećanog rizika od epizootske i pojave bolesti u morskome okolišu, kao i promjena okolišnih parametara (temperatura, aciditet, slanost, hranjive tvari) koji mogu imati direktan utjecaj na proizvodnju (EU, 2018).

### **3. Kriteriji za odabir školjkaša za eksperimentalni uzgoj**

Ulov školjkaša u gospodarskom ribolovu, postojana je, no statistički nedefinirana djelatnost u opskrbi rastućeg tržišta i samo djelomično namiruje potražnju za školjkašima počivajući većim dijelom na obnovljivom biološkom resursu čije se iskorištavanje nužno mora svesti na razinu održivog, što u kontekstu udovoljavanja potrebama tržišta znači oslanjanjena alternativnu primarnu proizvodnju. Jedna od perspektiva uzgoja školjkaša je uvođenje uzgoja novih vrsta. Polazni kriterij za odabir nove vrste jest mogućnost kontrolirane profitabilne proizvodnje i

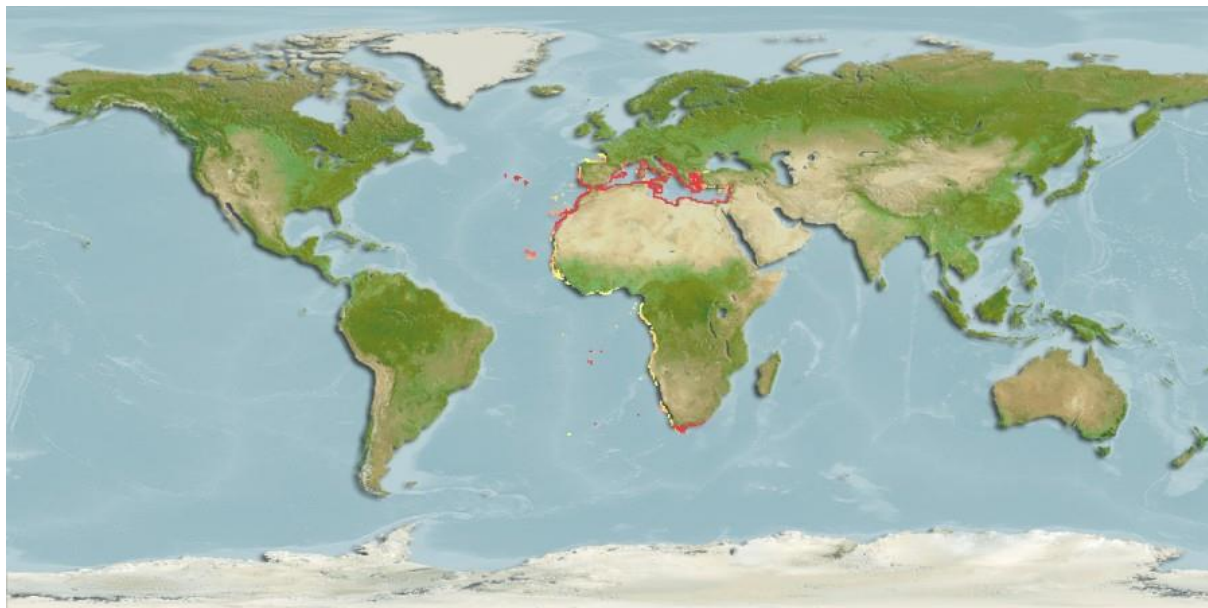
tržišna vrijednost, koja je najčešće rezultat prekomjernog izlova prirodnih populacija. Trend diversifikacije novih vrsta zbog uzgoja ili repopulacije prisutan je diljem svijeta. Kako Hrvatska obiluje kvalitetnim lokacijama za uzgoj na moru, prvenstveno u smislu ekoloških standarda, stvara dobar temelj za razvoj cjelokupne djelatnosti. Sukladno recentnoj Strategiji razvoja marikulture u Republici Hrvatskoj, uzgoj novih vrsta i razvoj novih proizvoda i tehnologija te njihovo potencijalno povezivanje sa sektorom prerade u SWOT analizi okarakterizirani su kao prilika.

S tim u svezi, za odabir novih vrsta školjkaša za eksperimentalni uzgoj, a u kontekstu postojećih klimatskih promjena određeni su sljedeći kriteriji:

- vrsta je dovoljno rasprostranjena
- široke je ekološke valencije
- prisutna je u toplijim morima (suptropskim)
- ima postojane i dostupne populacije u Jadranskom moru
- izlovljava se u gospodarskom ribolovu i/ili se koristi kao ishrana lokalnog stanovništva bez trenutno raspoložive službene evidencije

#### 4. Osnovne karakteristike i distribucija odabranih vrsta školjkaša

*Arca noae* (Linnaeus, 1758)



**Slika 1.** Distribucija školjkaša *A. noae*

([https://www.aquamaps.org/receive.php?type\\_of\\_map=regular](https://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular))

8

Nedostatak: vrsta dostiže komercijalnu vrijednost od 3-7 godina (Peharda i sur. 2002; 2003a)

Prednosti: uzgaja se uz vrste *M. galloprovincialis* i *O. edulis*

Okoliš: dubina 0-200 m, 12 – 17 °C, optimalna 15 °C

Dužina i sazrijevanje: 10 cm

Hranjenje: -

Rast u dužinu:  $\sigma = 0.29L$  inf = 3.5 cm ShHK = 0.2

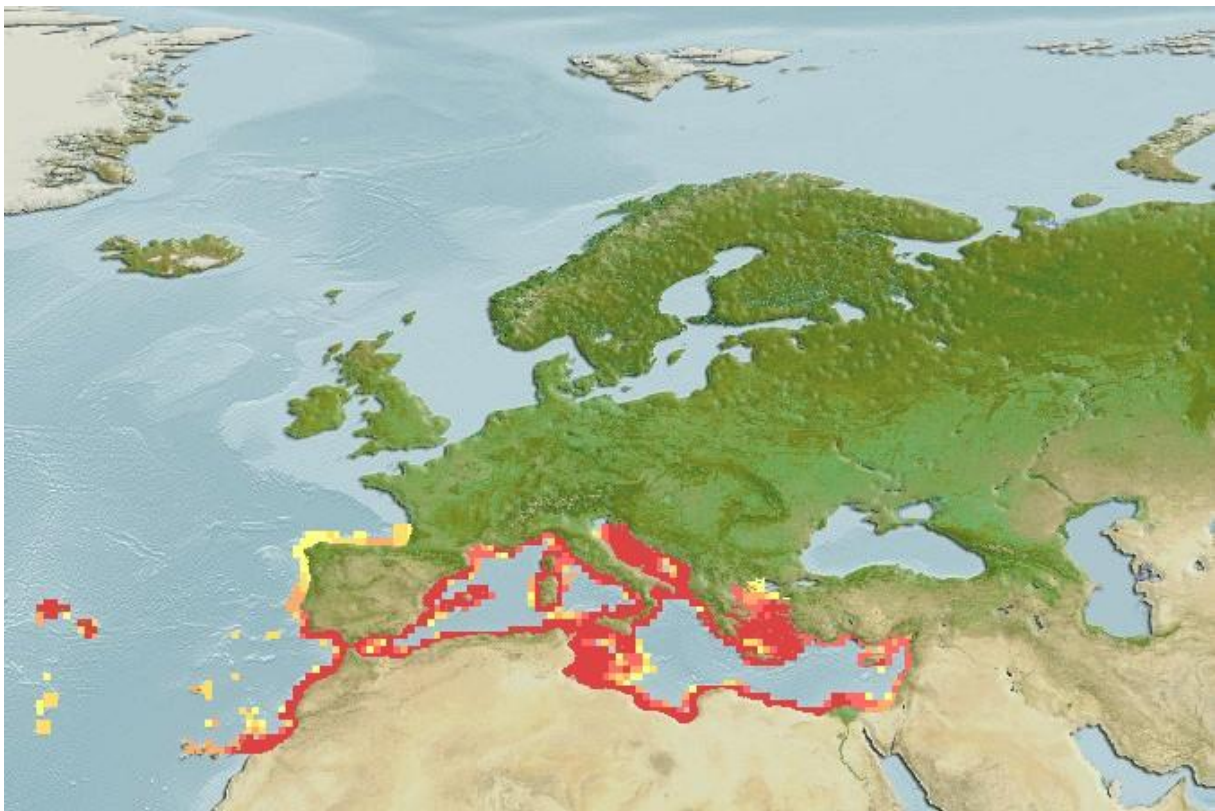
U Europi se uzgaja skupina školjkaša koju karakterizira život u sedimentu, a koju anglosaksonsa literatura naziva skupinom "scallops".

Prednost prilikom uzgajanja: vrste iz ove skupine dostižu komercijalnu veličinu do 10cm kroz 2-5 godine, ovisno o lokalitetu i količini hrane (Peharda i sur., 2003)

Najpoznatije vrste su: *Pecten maximus*, *Chlamys islandica*, *Mimachlamys varia*, *Aequipecten opercularis*.

*Pecten maximus* i *Aequipecten opercularis* imaju sličan geografski raspon od istočne obale sjevernog Atlantika do Mediteranskog mora. Obje vrste žive na dubini do 150 m, ali najčešće su obalne vrste koje žive u zoni između 25-40 m. *Pecten maximus* živi u čistom pjeskovitom staništu, dok *A. opercularis* može živjeti i na čvrstim podlogama. *P. maximus* i *Pecten jacobaeus* su vrste za koje se dugo smatralo da su zasebne vrste. *P. maximus* čest je na obalama Atlantika, dok je *P. jacobaeus* česta vrsta Mediteranskog mora, te se njihova filogenetska istraživanja još uvijek istražuju (Morvezen i sur., 2015).

***Pecten jacobaeus* (Linnaeus, 1758)**



**Slika 2.** Distribucija školjkaša *P. jacobaeus*

([https://www.aquamaps.org/receive.php?type\\_of\\_map=regular](https://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular))

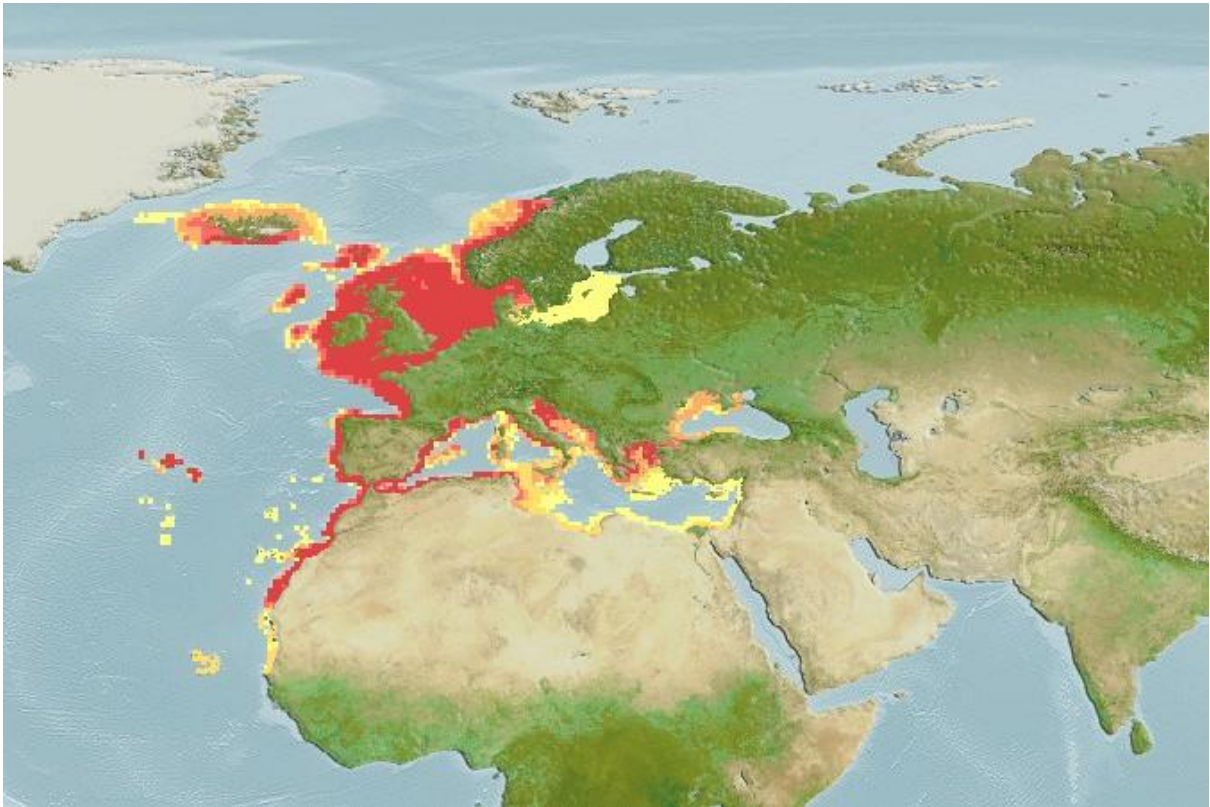
Okoliš: dubina 0-30 m, 15.9 - 21.69 °C, srednja 18.7 °C

Dužina i sazrijevanje: 5-6 cm, maksimalna dužina 25.0 cm

Hranjenje: nespecifični fitoplankton

Rast u dužinu:  $\sigma = 1.93$ ,  $L_{inf} = 12.7$  cm ShL,  $K = 0.5$

*Aequipecten opercularis* (Linnaeus, 1758)



**Slika 3.** Distribucija školjkaša *A. opercularis*

([https://www.aquamaps.org/receive.php?type\\_of\\_map=regular](https://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular))

Okoliš: 15 - 50 m, preferira 12 °C

Dužina: maksimalna 11.0 cm, jedinke žive max 8 godina; većinom 55 mm (dostižu veličinu nakon 24 mjeseca) i žive 4-5 godina

Hranjenje: organski detritus, diatomeje, fitoplankton (mlađ i odrasli)

Rast u dužinu:  $\sigma = 1.44L \text{ inf} = 7.0 \text{ cm}$  ShLK = 0.6

Važno za uzgajanje: ne može učinkovito filtrirati čestice manje od 7  $\mu\text{m}$ , ali filtrira velike količine vode

Skupina školjkaša koju karakterizira život u sedimentu, anglosaksonska literatura naziva skupnim imenom „clams“.

*Venus verrucosa* (Linnaeus, 1758)



**Slika 4.** Distribucija školjkaša *V. verrucosa*

[https://www.sealifebase.ca/TrophicEco/FoodItemsList.php?vstockcode=1987&genus=Venus  
&species=verrucosa](https://www.sealifebase.ca/TrophicEco/FoodItemsList.php?vstockcode=1987&genus=Venus&species=verrucosa)

11

Okoliš: 0-30 m, 17 °C

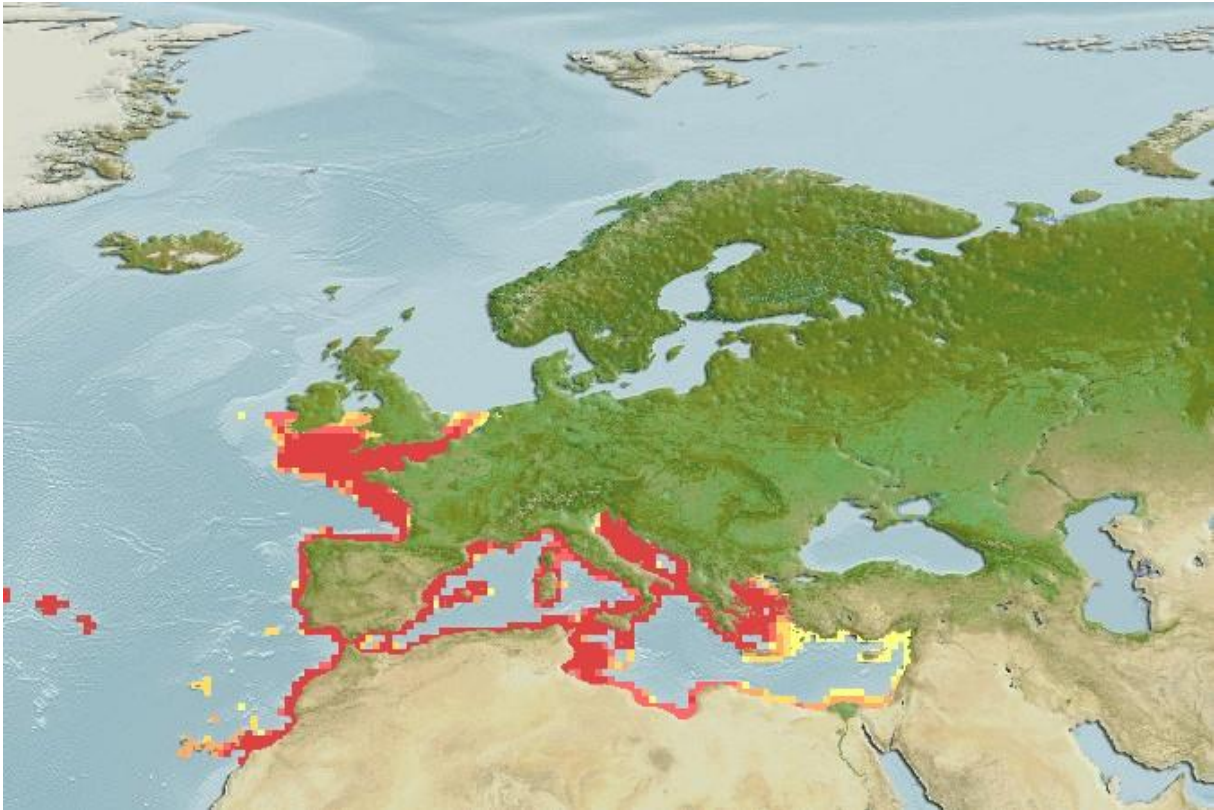
Dužina/veličina/Težina/Godine: max dužina 6.0 cm, komerijalne 5cm

Životni ciklus: gonohorne, proterandrični dvospolci, Embriji se razvijaju u ličinke trohofore koje slobodnom plivanju, te se razvijaju u veliger ličinku, a potom u odraslu školjku.

Rast:  $\sigma = 0.90$ ,  $L_{inf} = 5.3$  cm ShL,  $K = 0.3$

Hranjenje: *Enteromorpha* sp., *Ulva* sp., *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus*, *Laminaria digitata*, *Pelvetia canaliculata*

*Callista chione*



**Slika 5.** Distribucija *C. chione* ([https://www.aquamaps.org/receive.php?type\\_of\\_map=regular](https://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular))

Okoliš: 10 - 25 m, preferira 9 °C

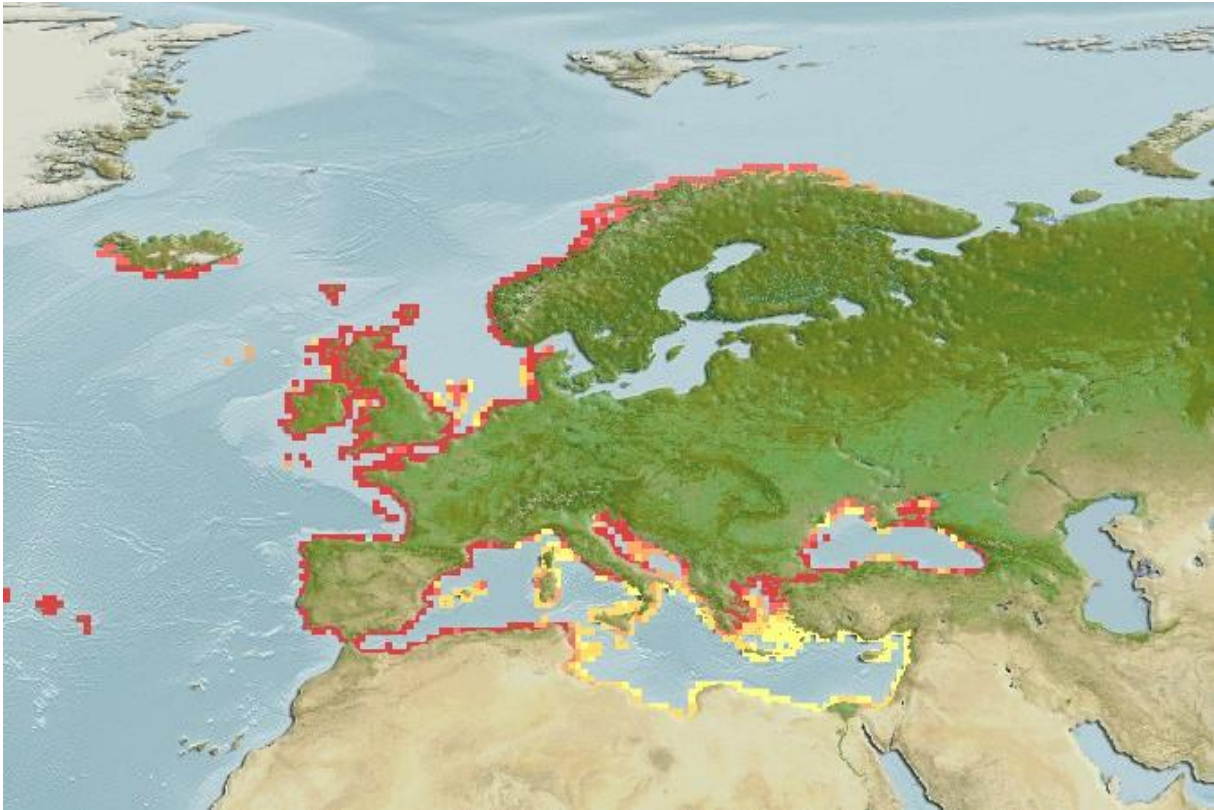
Dužina: maksimalna 5.0 cm (22-28 radijalnih prstenova), najčešća duljina 3.5 cm, jedinke žive 40 godina

Životni ciklus: Embriji se razvijaju u ličinke trohofore koje slobodnom plivanju, te se razvijaju u veliger ličinku, a potom u odraslu školjku.

Hranjenje: detritus (organska tvar) ili fitoplankton

Rast u dužinu:  $\sigma = 1.18L_{inf} = 9.2 \text{ cm}$  ShLK = 0.2

*Chamelea gallina*



**Slika 6.** Distribucija *C. gallina* ([https://www.aquamaps.org/receive.php?type\\_of\\_map=regular](https://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular))

Okoliš: 2-25 m, preferira 12 °C

Dužina: maksimalna 5.0 cm (najčešća duljina 4 cm, 5g)

Životni ciklus: Embriji se razvijaju u ličinke trohofore koje slobodnom plivanju, te se razvijaju u veliger ličinku, a potom u odraslu školjku.

Hranjenje: fitoplankton

Rast u dužinu:  $\sigma = 1.00L \text{ inf} = 3.8 \text{ cm}$   $\text{ShLK} = 0.7$



*Ruditapes decussatus*



**Slika 7.** Distribucija *R. decussatus*

[https://www.aquamaps.org/receive.php?type\\_of\\_map=regular](https://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular)

Okoliš: 0-1 m, preferira 15 °C, u Italiji na 18 °C (Venecijanska laguna)

Dužina: maksimalna 6.0 cm (najčešća duljina 6cm)

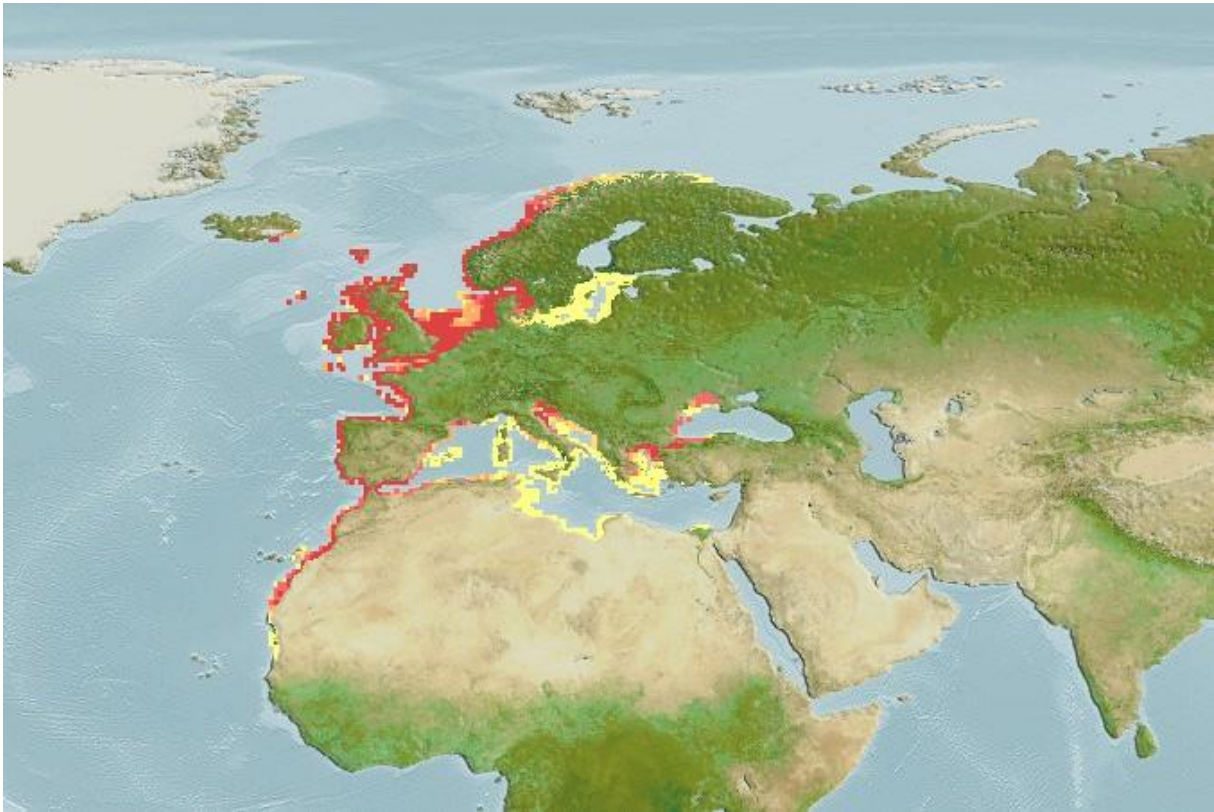
Životni ciklus: Embriji se razvijaju u ličinke trohofore koje slobodnom plivanju, te se razvijaju u veliger ličinku, a potom u odraslu školjku.

Hranjenje: detritus, fitoplankton

Rast u dužinu:  $\sigma = 1.10L_{inf} = 5.4 \text{ cm}$  ShLK = 0.4

Skupina školjkaša koju karakterizira život u sedimentu, koju anglosaksonska literatura naziva skupnim imenom „cockles“ srčanke.

*Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758)



**Slika 8.** Distribucija *C. edule* ([https://www.aquamaps.org/receive.php?type\\_of\\_map=regular](https://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular))

Okoliš: 0-10 m, preferira 10-15 °C

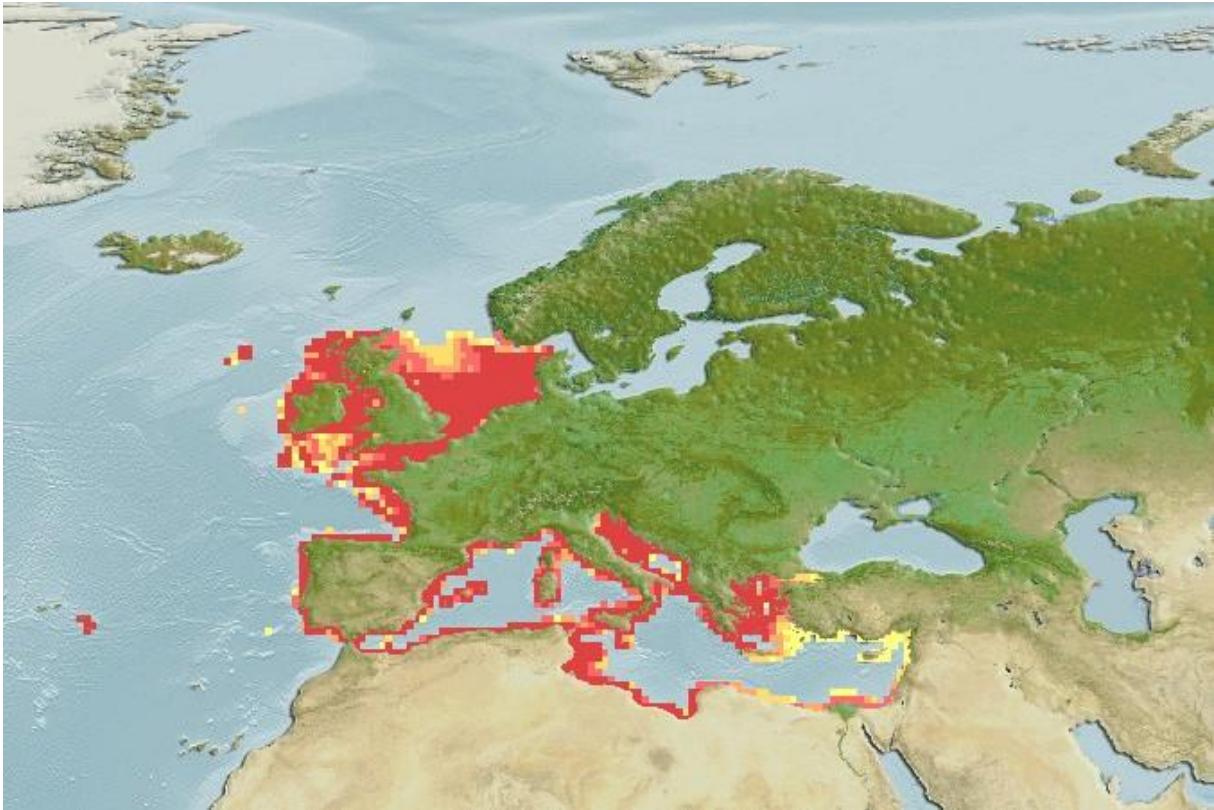
Dužina: maksimalna 5.0 cm (22-28 radijalnih prstenova), najčešća duljina 3.5 cm, jedinke žive 5-10 godina

Životni ciklus: Embriji se razvijaju u ličinke trohofore koje slobodnom plivanju, te se razvijaju u veliger ličinku, a potom u odraslu školjku.

Hranjenje: detritus (organska tvar)

Rast u dužinu:  $\sigma = 0.78L_{inf} = 3.1$  cm ShLK = 0.6

*Acanthocardia tuberculata*



**Slika 9.** Distribucija *A. tuberculata*

([https://www.aquamaps.org/receive.php?type\\_of\\_map=regular](https://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular))

Okoliš: 0-10 m, 8-20 °C preferira 11 °C

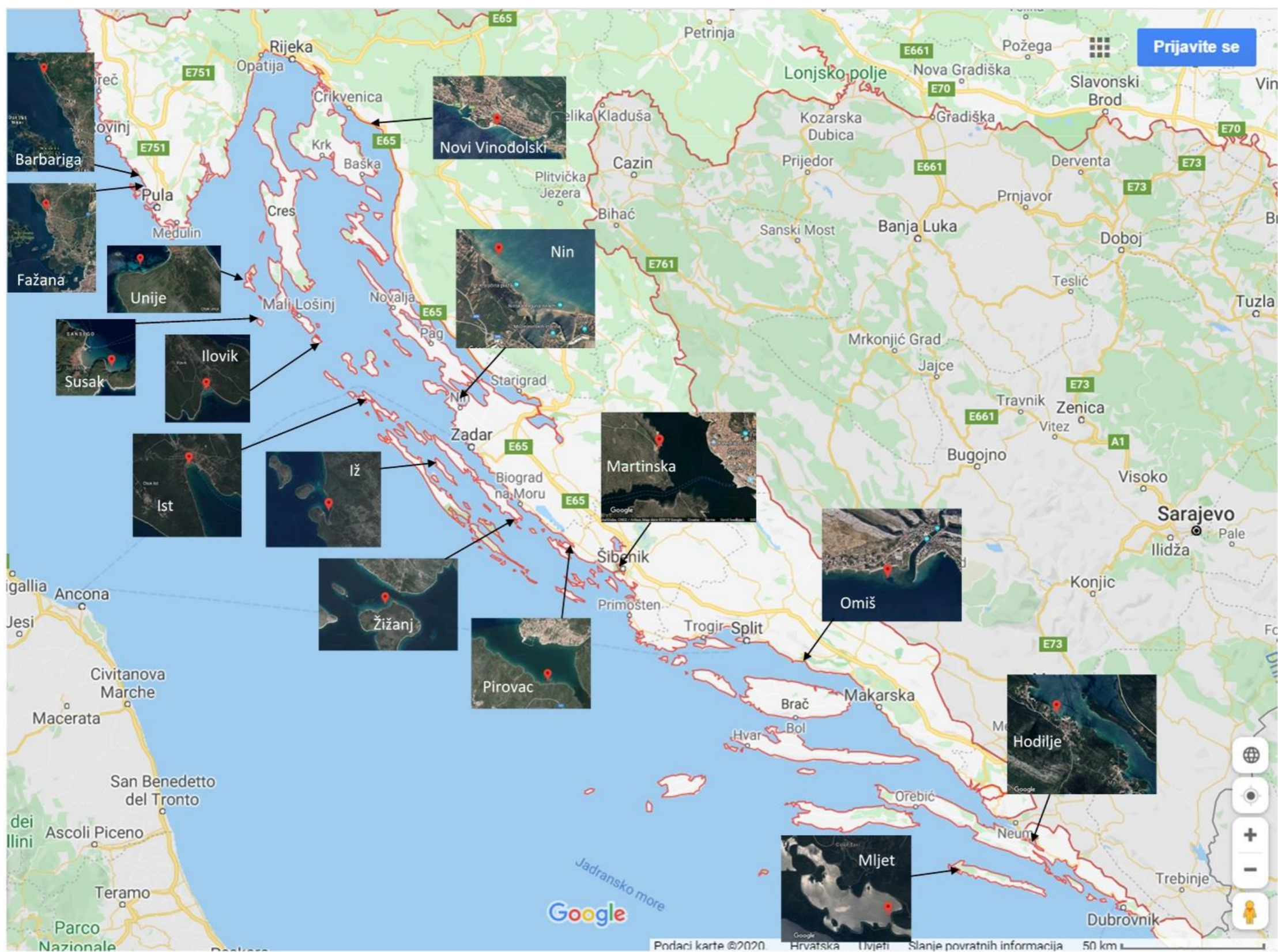
Dužina: maksimalna 7.7 cm, najčešća težina 3.08 g, jedinke žive 5-10 godina

Životni ciklus: Embriji se razvijaju u ličinke trohofore koje slobodnom plivanju, te se razvijaju u veliger ličinku, a potom u odraslu školjku.

Hranjenje: -




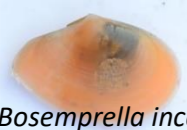







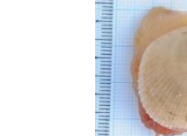


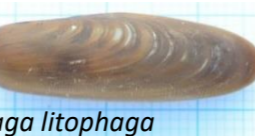


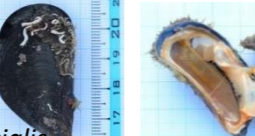
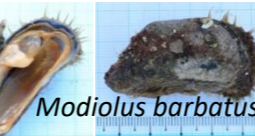








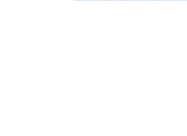

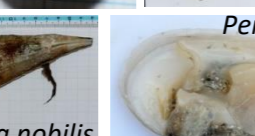









Rast u dužinu:  $\sigma = 1.29L \text{ inf} = 5.4 \text{ cm}$  ShLK = 0.7

Kao podrška kriteriju odabira alternativne vrste školjkaša za uzgoj, uz minimiziranje mogućeg utjecaja na postojeći ekosustav, u nastavku su navedeni preliminarni podaci o rasprostranjenosti školjkaša na plitkim pjeskovitim dnima dubine 2 - 4 metra uzduž istočne obale Jadrana, prikupljeni prilikom uzorkovanja obavljenih na ljeto i jesen 2018. godine, u sklopu aktivnosti financiranih projektom „DNA barkodiranje bioraznolikosti hrvatske faune“ (CroBarFauna), HRZZ IP, #2288.



**Slika 10.** Mjesta uzorkovanja školjkaša duž istočne obale Jadrana. Ukupno je uzorkovano 8 obalnih i 7 otočnih postaja.

**Tablica 2.** Makroskopski školjkaši uzorkovani na postajama prikazanim na **Slici 10**. Znak „+“ označava prisustvo pojedine vrste na određenoj postaji. Posljednja dva stupca prikazuju udio pojavnosti pojedine vrste na svih 15 postaja uzorkovanja. Korištenom metodom uzorkovanja na 8 obalnih postaja ukupno je identificirano 59 uzoraka, odnosno u prosjeku po 7,38 različitih vrsta školjkaša po postaji, dok je na 7 otočnih postaja ukupno identificirano 27 uzoraka, odnosno u prosjeku po 3.9 različitih vrsta makroskopskih školjkaša po postaji.

VRSTA	LOKACIJA	LOKACIJA								LOKACIJA							Prisustvo vrste po postajama	
		BARBARIGA	FAŽANA	N. VINOLOLSKI	NIN	PIROVAC	MARTINSKA	OMIŠ	HODIJE	UNIJE	SUSAK	ILOVIK	IST	IŽ	ŽIŽANJ	MLJET		
 <i>Acanthocardia tuberculata</i>		+			+	+			+		+						6/15	40%
 <i>Arca noae</i>			+												+		5/15	33%
 <i>Callista chione</i>																		
 <i>Cardites antiquatus</i>																		
 <i>Bosemprella incarnata</i>																		
 <i>Chlamys varia</i>																		
 <i>Cerastoderma edule</i>																		
 <i>Glycimeris sp.</i>																		
 <i>Dosinia sp.</i>																		
 <i>Limaria tuberculata</i>																		
 <i>Lithophaga litophaga</i>																		
 <i>Gouldia minima</i>																		
 <i>Mytilus galloprovincialis</i>																		
 <i>Modiolus barbatus</i>																		
 <i>Mactra stultorum</i>																		
 <i>Lithophaga litophaga</i>																		
 <i>Modiolus barbatus</i>																		
 <i>Moerella distorta</i>																		
 <i>Mytilaster minimus</i>																		
 <i>Neopycnodonte cochlearis</i>																		
 <i>Modiolus barbatus</i>																		
 <i>Moerella distorta</i>																		
 <i>Mytilaster minimus</i>																		
 <i>Mytilus galloprovincialis</i>																		
 <i>Neopycnodonte cochlearis</i>																		
 <i>Ostrea edulis</i>																		
 <i>Parvicardium exiquum</i>																		
 <i>Pecten jacobaeus</i>																		
 <i>Peronea planata</i>																		
 <i>Pinna nobilis</i>																		
 <i>Pteria hirundo</i>																		
 <i>Ruditapes decussatus</i>																		
 <i>Solecurtus strigilatus</i>																		
 <i>Solen capensis</i>																		
 <i>Teredo navalis</i>																		
 <i>Venerupis geographica</i>																		
 <i>Venus sp.</i>																		
 <i>Venus verrucosa</i>																		
 <i>Venus verrucosa</i>																		

## **5. Zaključak**

U skladu s navedenim iskustvima u akvakulturi, za provedbu eksperimenta najoportunije bi bilo upotrijebiti neke od vrsta i/ili porodica školjkaša za koje već postoji uzgojna tehnologija kako bi se gubitci u održavanju jedinki na životu smanjili na najmanju moguću mjeru. Također, razmotrit će se vrste koje se uobičajeno izlovljavaju u gospodarskom ribolovu u Jadranu s naglaskom na cirkumglobalno rasprostranjene čiji je ekološki optimum u toplijim morima. S obzirom na mogući utjecaj novounesenih, alohtonih vrsta na lokalni ekosustav, prednost pri odabiru alternativnih vrsta treba dati onim vrstama koje su već dobro rasprostranjene u lokalnom podneblju.

## 6. Literatura

- Arneri, E., C. Frogliá, R. Polenta and B. Antolini (1997) Growth of *Chamelea gallina* (Bivalvia: Veneridae) in the eastern Adriatic (Neretva River Estuary). *Tisucu Godina Prvoga Spomena Ribarstva u Hrvata* 597:669-676.
- Baždarić, B., Peharda, M., Šarić, T. Župan Ivan (2018). Growth of the Great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) in the Novigrad Sea (Croatia). U: Book of Abstracts of the 69<sup>th</sup> Annual Meeting of the European Federation of Animal Science.
- Breber, P. (1985) On-growing of the carpet-shell clam (*Tapes decussatus* (L.): two years experience in Venice Lagoon. *Aquaculture* 44, 51-56.
- Carlier, A., P. Riera, J.-M. Amouroux, J.-Y. Bodiou and A. Grémare (2007) Benthic trophic network in the Bay of Banyuls-sur-Mer (northwest Mediterranean, France): an assessment based on stable carbon and nitrogen isotopes analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 72(1-2):1-15.
- Duncan, P. F., Brand, A. R., Strand, Ø., Foucher, E. (2016) The European scallop fisheries for *Pecten maximus*, *Aequipecten opercularis*, *Chlamys islandica*, and *Mimachlamys varia*. U: *Developments in Aquaculture and Fisheries Science* (Vol. 40, pp. 781-858). Elsevier.
- Demir, M. (2003) Shells of mollusca collected from the seas of Turkey. *Turkey Journal of Zoology* 27:101-140.
- European commission (2018). Economic report of the EU aquaculture sector (STECF-18 19). Publications of the European Union, Luxemburg. 418 p.
- Gaspar, M.B., A.M. Pereira, P. Vasconcelos and C.C. Monteiro (2004) Age and growth of *Chamelea gallina* from the Algarve coast (Southern Portugal): influence of seawater temperature and gametogenic cycle on growth rate. *Journal of Molluscan Studies* 70(4):371-377.
- Katsanevakis, S. (2005). Abundance and spatial distribution of the Mediterranean scallop, *Pecten jacobaeus*, in a marine lake. *Fisheries Research*, 76(3), 417-429.

FAO (2016) Cultured Aquatic Species Information Programme. *Ruditapes decussatus*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Figueras, A. In FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome

Kang, C.K., P. Sauriau, P. Richard, G.F. Blanchard (1999) Food sources of the infaunal suspension-feeding bivalve *Cerastoderma edule* in a muddy sandflat of Marennes-Oleron Bay, as determined by analyses of carbon and nitrogen stable isotopes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 187:147-158.

Metaxatos, A. (2004) Population dynamics of the venerid bivalve *Callista chione* (L.) in a coastal area of the eastern Mediterranean. *Journal of Sea Research* 52:293-305

Metaxatos, A., L. Ignatiades (2011) Clearance rate in the venerid bivalve *Callista chione* (L) in response to endemic algal species and bacteria: effects of cell biovolume and body size. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 44(5):305-320.

Morton, Brian; Peharda, Melita (2007). "The biology and functional morphology of *Arca noae* (Bivalvia: Arcidae) from the Adriatic Sea, Croatia, with a discussion on the evolution of the bivalve mantle margin". *Acta Zoologica*. 89 (1): 19–28.

Mioković, D., Ficović, M. Interna skripta: Program osnovnog stručnog osposobljavanja za obavljanje djelatnosti akvakulture – uzgoj školjkaša. Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede i ribarstva. 36 p.

„Narodne novine“ 64/18. Pravilnik o obliku, sadržaju i načinu vođenja i dostave podataka o ulovu u gospodarskom ribolovu na moru.

Ruppert, E.E., R.S. Fox and R.D. Barnes (2004) *Invertebrate Zoology. A functional evolutionary approach*. 7th Ed. Brooks/Cole, Thomson Learning learning, Inc. 990 p.

Peharda, Melita; Richardson, Christopher A.; Onofri, Vladimir; Bratos, Ana; Crncevic, Marija (2002). "Age and growth of the bivalve *Arca noae* L. in the Croatian Adriatic Sea". *Journal of Molluscan Studies*. 68 (4): 307–310.

Peharda, M., A. Soldo, A. Pallaoro, S. Matić and P. Cetinić (2003) Age and growth of the Mediterranean scallop *Pecten jacobaeus* (Linnaeus 1758) in the northern Adriatic Sea. *J. Shell. Res.* 22(3):639-642.



Peharda, M., D. Ezgeta-Balić, M. Radman, N. Sinkjević, N. Vrgoč and I. Isajlović (2012) Age, growth and population structure of *Acanthocardia tuberculata* (Bivalvia: Cardiidae) in the eastern Adriatic Sea. *Scientia Marina* 76(1):59-66.

Strand, Ø., Louro, A., & Duncan, P. F. (2016). European aquaculture. U: *Developments in Aquaculture and Fisheries Science* (Vol. 40, pp. 859-890). Elsevier.

Župan, I., Peharda, M., Ezgeta-Balić, D. i Šarić, T. (2012). Noah's ark shell (*Arca noae* Linnaeus, 1758) – what do we need to know for starting up its aquaculture?. *Croatian Journal of Fisheries*, 70 (2), 71-81.

Wilding, C. R. Beaumont , A. W., Latchford, J. (1999). Are *Pecten maximus* and *Pecten jacobaeus* different species? *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 79: 949 - 952.

## Informacije o projektu

Klimatske promjene značajna su dugoročna prijetnja održivosti uzgoja školjkaša u Republici Hrvatskoj. Promjene okolišnih parametara, kao što su porast temperature mora, smanjenje dotoka slatke vode, porast saliniteta te acidifikacija mora, izrazito će negativno utjecati na uzgoj školjkaša, usporavajući i smanjujući njihov rast te povećavajući smrtnost. Na promjenu okolišnih parametara posebno je osjetljiv uzgoj kamenica, koje će u nekim područjima do kraja stoljeća postati nemoguće uzgajati. Porast temperature mora pospješit će i pojavu te širenje postojećih, ali i novih bolesti kod školjkaša u uzgoju, dok će porast prosječnih temperatura zraka značajno povećati rizik od kvarenja školjkaša tijekom njihova skladištenja i distribucije prema potrošačima te rukovanja sa školjkašima pri pripremi hrane, s posljedično negativnim efektima na zdravlje ljudi. Kako bi se segment marikulture vezan uz uzgoj školjkaša u RH učinio otpornijim na klimatske promjene te dugoročno održivim, nužno je provesti konkretne mjere prilagodbe kojima će se spriječiti ili umanjiti opisani negativni učinci promjene klime na uzgoj školjkaša te s njima povezani negativni učinci na zdravlje ljudi te iskoristiti potencijalni pozitivni učinci klimatskih promjena. To je moguće postići promjenama u tehnologiji uzgoja školjkaša te diversifikacijom uzgoja, uvođenjem novih vrsta školjkaša u marikulturnu proizvodnju u RH.

U okviru projekta "Integrirani sustav uzgoja alternativnih vrsta školjkaša u uvjetima klimatskih promjena", istraživački tim od 16 znanstvenika s Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Odjela za prirodne i zdravstvene studije Sveučilišta u Puli u konzultacijama s relevantnim dionicima detektirat će alternativnu vrstu školjkaša s najvećim potencijalom za marikulturni uzgoj u uvjetima klimatskih promjena i uspostaviti će njen eksperimentalni uzgoj. Izolirat će se i identificirati probiotički sojevi autohtono prisutni u probavnom sustavu odabrane alternativne vrste školjkaša te će se ispitati njihov učinak na rast i zdravstveni status školjkaša u kritičnim uvjetima uzgoja, na granici ekološke valencije. Razvit će se postupci pripreme probiotičkih mikrobnih kultura u obliku prikladnom za skladištenje te potencijalno apliciranje u uzgajalištima temeljeni na enkapsulaciji u alginatni hidrogel te istražiti bioraspodjelivost enkapsuliranih probiotičkih sojeva na temelju utvrđivanja stupnja zadržavanja, distribucije i razgradnje alginatnih mikročestica u probavilu školjkaša. Istražit će se i utjecaj izoliranih probiotičkih sojeva na produljenje trajnosti i mikrobiološke ispravnosti odabrane alternativne vrste školjkaša tijekom skladištenja i distribucije na tržište. Aktivnosti projekta bit će usmjerene i na osiguravanje javnosti i dostupnosti podataka i projektnih rezultata dionicima projekta te podizanje svijesti šire javnosti o utjecaju, ranjivosti i mogućnostima prilagodbe klimatskim promjenama. Projekt će rezultirati prijedlozima najmanje četiriju mjera prilagodbe klimatskim promjenama, koje će uključivati:

- (1) detektiranje alternativne vrste školjkaša s najvećim potencijalom za komercijalni uzgoj u uvjetima klimatskih promjena i procjenu mogućnosti njenog kontroliranog uzgoja i uvođenja u marikulturnu proizvodnju u RH,
- (2) definiranje kritičnih okolišnih parametara čiji je monitoring ključan za kontrolirani uzgoj odabrane alternativne vrste školjkaša u uvjetima klimatskih promjena,
- (3) procjenu učinkovitosti i definiranje postupaka primjene probiotičkih sojeva radi sprječavanja ili umanjivanja utjecaja promijenjenih okolišnih parametara na rast i zdravstveni status odabrane alternativne vrste školjkaša te
- (4) procjenu učinkovitosti i definiranje postupaka primjene probiotičkih sojeva radi produljivanja trajnosti i mikrobiološke ispravnosti odabrane alternativne vrste školjkaša tijekom skladištenja i distribucije u promijenjenim klimatskim uvjetima.

Projekt je odobren u u sklopu poziva "Shema za jačanje primijenjenih istraživanja za mjere prilagodbe klimatskim promjenama" u okviru [Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014.-2020.](#)

Projekt sufinancira Europska unija sredstvima iz [Europskog fonda za regionalni razvoj](#). Ukupna vrijednost projekta je 3.422.948,07 kuna, od čega bespovratna EU sredstva iznose 2.870.821,65 kuna.

Projekt će se provoditi u razdoblju od 20. siječnja 2020. godine do 20. siječnja 2023. godine.

Kontakt za više informacija o projektu:

Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

tel: 01 4605 000

web: [www.pbf.unizg.hr](http://www.pbf.unizg.hr)

Više informacija o EU fondovima dostupno je na web-stranicama Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije, [www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr).