

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Isidora Lukić

**Stupanj infestacije ljuštture kamenice *Ostrea edulis* (Linneaus, 1758)
polihetom *Polydora* sp. na nekoliko postaja u Malostonskom zaljevu**

DIPLOMSKI RAD

Dubrovnik, 2011. godina

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Isidora Lukić

**Stupanj infestacije ljuštture kamenice *Ostrea edulis* (Linneaus, 1758)
polihetom *Polydora* sp. na nekoliko postaja u Malostonskom zaljevu**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
doc. dr. sc. Jurica Jug-Dujaković

Komentor:
dr. sc. Ana Gavrilović

Dubrovnik, 2011. godina

Ovaj diplomski rad izrađen je pod stručnim vodstvom doc. dr. sc. Jurice Jugadujakovića i dr. sc. Ane Gavrilović, u sklopu diplomskog studija Marikultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku. Rad je izveden u prostorima Tehnološko i poslovno inovacijskog centra za marikulturu - MARIBIC, Bistrina, Ston, a uzorkovanje materijala na nekoliko postaja na užgajalištima kamenica u Malostonskom zaljevu.

Najtoplije se zahvaljujem svojim mentorima na omogućavanju svih uvjeta za obavljanje praktičnog rada kao i korisnim savjetima.

Također hvala i dipl. ing. Marini Brailo koja je uvelike pomogla u praktičnom dijelu obrade uzorka. Zahvaljujem se i dr. sc. Alexisu Conidesu na pomoći u statističkoj obradi podataka.

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Kolutićavci (Annelida)	3
1.1.1. Životni ciklus	5
1.2. Metode kvantitativnog određivanja stupnja infestacije ljuštture školjkaša polihetom <i>Polydora</i> sp.....	10
1.3. Ciljevi istraživanja	11
2. MATERIJAL I METODE RADA	12
2.1. Uzorkovanje kamenica.....	12
2.2. Određivanje indeksa mesa kamenica.....	13
2.3. Određivanje stupnja infestacije ljuštture kamenica polihetom <i>Polydora</i> sp.....	14
2.3.1. Kategorizacija kamenica s obzirom na oštećenje unutrašnje površine ljuštura uzrokovano vrstama roda <i>Polydora</i> , određivanje postotka kamenica s oštećenjima ljuštture i <i>Polydora</i> indeksa	15
2.3.2. Kvantitativno određivanje poliheta <i>Polydora</i> sp. u ljušturi kamenica.....	16
2.4. Statistička analiza	17
3. REZULTATI.....	18
3.1. Indeks mesa	18
3.2. Oštećenje unutrašnje površine ljuštture kamenica polihetom <i>Polydora</i> sp.	21
3.2.1. Postotak kamenica s vidljivim oštećenjima unutrašnje površine ljuštture izazvanim polihetom <i>Polydora</i> sp.....	21
3.2.2. Kategorizacija kamenica s obzirom na stupanj oštećenja unutrašnje površine ljuštture.....	22
3.2.3. <i>Polydora</i> indeks	24
3.3. Nalaz poliheta <i>Polydora</i> sp. u ljušturi kamenica	25
3.4. Kvantitativna zastupljenost poliheta <i>Polydora</i> sp. u ljušturi kamenica	27
3.5. Rezultati usporedbe vrijednosti IM, broja parazita i PI po postajama i dubinama	30

4. RASPRAVA.....	34
5. ZAKLJUČAK	39
6. LITERATURA.....	40

**Stupanj infestacije ljuštare kamenice *Ostrea edulis* (Linneaus, 1758) polihetom
Polydora sp. na nekoliko postaja u Malostonskom zaljevu**

SAŽETAK

U radu je proučavan je utjecaj infestacije vrsta roda *Polydora* na kvalitetu mesa i ljuštare europske plosnate kamenice *Ostrea edulis* (Linneaus, 1758) iz Malostonskog zaljeva. Prikupljene su cementirane kamenice starosti oko 2 godine sa pet različitih postaja i dvije dubine. Kako bi se učinkovito ekstrahirali paraziti iz ljuštura kamenice za kvantitativno određivanje stupnja infestacije, kamenice su stavljeni u otopinu formalina tijekom 7 dana, a nakon toga u otopinu 2M HCl. Rezultati ovog istraživanja pokazali su da se kamenice na svih pet postaja na području Malostonskog zaljeva s obzirom na kvalitetu mesa i stupanj oštećenja ljuštare polihetom *Polydora* sp. mogu svrstati u izuzetno kvalitetne. Indeks mesa (IM) pokazuje da na istraživanim postajama kamenice najvećim dijelom spadaju u vrhunsku kategoriju. Najveći broj kamenica s obzirom na stupanj oštećenja unutrašnje površine ljuštare spada u najbolju, kategoriju 0. Što se tiče postotka kamenica s vidljivim oštećenjima na unutrašnjoj površini ljuštare izazvanim polihetom *Polydora* sp. utvrđeno je da je postotak infestacije veći na dubini od 4 m pri čemu je na pojedinim postajama (Banja i Brijesta) utvrđena 100% infestacija. Vrijednosti *Polydora* indeksa (PI) u rasponu od 0.025 do 0.25 ukazuju na minimalan utjecaj poliheta na kvalitetu ljuštare. Srednji broj parazita po kamenici kretao se od 6-22. Utvrđeno je da invadiranost parazitom prema našim rezultatima istraživanja nema značajnijeg utjecaja na indeks mesa kamenica vjerovatno radi malog broja parazita po invadiranoj ljušturi. Srednji broj parazita, postotak oštećenja unutrašnje površine ljuštare i PI su usko specifični za svaku postaju što se može protumačiti različitim vrijednostima hidrografskih parametara na pojedinim postajama. Pri tome, na svakoj postaji svi mjereni parametri osim IM se značajno razlikuju u ovisnosti o dubini što je pokazao i Ch^2 test.

Ključne riječi: *Ostrea edulis*/ indeks mesa/ kvaliteta ljuštare/ *Polydora* sp.

Infestation of the shell of the oyster *Ostrea edulis* (Linneaus, 1758) with the burrowing polychaete *Polydora* sp. at several stations in the Mali Ston Bay

SUMMARY

We studied the effects of infestation of the burrowing polychaete *Polydora* sp. on the shells of *Ostrea edulis*, and the quality of the meat, in the Mali Ston Bay area. Cemented oysters, two years old, were collected from five different stations and at two depths. In order to efficiently extract parasites from the shells of the oyster to quantitatively determine the degree of infestation, oysters were placed in a solution of formaldehyde for 7 days, then in a solution of 2M HCl. The results of this study showed that the oysters at all five stations in Mali Ston Bay, regarding the quality of the meat and the degree shell damage caused by polychaete *Polydora* sp., could be classified as "very good". The meat index (IM) showed that oysters from the investigated area mostly belong in the top category. It was determined that the percentage of individuals with visible damage on the inner surface of the shell caused by the polychaete *Polydora* sp., is greater at a depth of 4 m., and at some stations (Banja and Brijesta) infestation is determined to be 100%. The value of the *Polydora* index in the range 0.025-0.25 indicated that damages caused by *Polydora* sp. had minimal influence on the quality of oysters in the investigated area. The mean number of parasites ranged from 6-22. According to our results, it was found that the parasitic infestation may not significantly affect the meat index of the oyster, probably because of the low number of parasites per infected shell. The mean number of parasites, the percentage of damage on the inner surface of the shell, and PI are strongly specific to each station as interpreted by the influence of different hydrographic parameters. All measured parameters except IM are significantly different depending on the depth, as was demonstrated by a *Chi square* test.

Key words: oyster/*Ostrea edulis*/ meat index/ shell quality/ *Polydora* sp.

1. UVOD

Europska plosnata kamenica *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) užgaja se od davnina u Malostonskom zaljevu. Osnovna obilježja kvalitete konzumne kamenice, predstavljaju kvaliteta mesa i izgled ljuštura.

Kvaliteta mesa europske plosnate kamenice varira tijekom godine, a u prvom redu ovisi o promjeni abiotskih i biotskih čimbenika sredine, sezoni mrijesta te o eventualnoj pojavi bolesti. Kvalitetnim školjkašima smatraju se oni s visokim sadržajem suhe tvari u mekanom dijelu tijela, odnosno mesu, koje pritom maksimalno ispunjava prostor između ljuštura (najveći indeks kondicije). U optimalnim uvjetima sredine zdrave su kamenice najkvalitetnije u stadiju gonadnog mirovanja, odnosno u hladnjem dijelu godine (Gavrilović i Petrinec, 2003).

Širom svijeta se kao pokazatelj kvalitete mesa koriste različiti načini izračunavanja indeksa kondicije, pri čemu veće brojčane vrijednosti predstavljaju bolju kvalitetu. U Francuskoj, koja je najveći potrošač sirovih kamenica, ova se vrsta školjkaša prema vrijednosti indeksa mesa (vrsta indeksa kondicije koja se izračunava po formuli: $IM = \text{masa mokrog mesa} / \text{masa cijelog školjkaša} \times 100$) kategorizira u tri kvalitativne skupine:

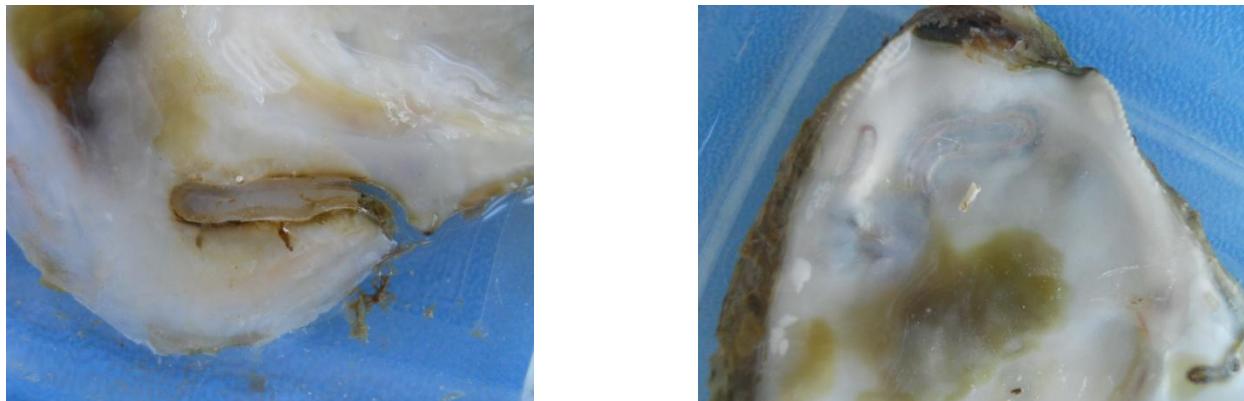
- vrhunska („spéciales“, indeks mesa > 10,5),
- izvrstan („fines“, indeks mesa od 6,5 do 10,5) i
- neklasificiran („non classées“, indeks mesa < 6,5) (Fleury i sur., 2003).

Budući da je europska plosnata kamenica *O. edulis* izuzetno cijenjena delikatesa koja se konzumira, najčešće, sirova servirana na konkavnoj ljušturi, različita oštećenja ljuštura umanjuju njezinu tržišnu kvalitetu.

Među organizmima koji oštećuju ljuštu kamenica nalaze se mahovnjaci (Soule i sur., 1969), spužve roda *Cliona* (Nassanov, 1924; Old, 1942; Cobb, 1969) kao što su *Ocenebra erinacea*, *Ocinebrellus inornatus* (Pigeot i sur., 2000), *Urosalpinx cinerea* (Carriker, 1969), i sjedeći mnogočetinjaši porodice Spionidae, uključujući i vrste roda *Polydora* (Skeel, 1979; Blake i Evans, 1973; Bailey-Brock i Ringwood, 1982; Handley, 1992, 1998; O'Sullivan, 1996; Korringa, 1951).

S ekonomskog gledišta najteži oblik oštećenja ljuštura predstavlja spionidna infestacija ljuštura školjkaša vrstama roda *Polydora* (Blake i Evans, 1973). Posljedicu infestacije ovom detritofagnom kozmopolitskom skupinom kolutičavaca predstavljaju kanalići, muljeviti mjeđurići i perlaste izrasline vidljive na unutrašnjoj površini ljuštura (Slika 1). Iako su infestirane kamenice podesne za konzumaciju, zbog neestetskog izgleda, prisutnosti mulja u međuljušturnoj tekućini i neugodnog mirisa njihova je tržišna vrijednost umanjena (Presečki-Labura, 1987; NOAA, 2005).

Infestacija ljuštura ovom polihetom može utjecati i na indeks kondicije školjkaša; veći mjeđurići mogu smanjiti volumen plaštane šupljine, poremetiti izmjenu vode, dovod hrane i kisika (O'Sullivan, 1996; Koringa, 1952). Navedeno često uzrokuje usporen rast školjkaša i posljedično dovodi do smanjenja količine, odnosno kvalitete mesa (Skeel, 1979). Utvrđeno je da kod dagnji mjeđurići uslijed pritiska na plašt mogu poremetiti gametogenezu (Lauckner, 1983). Mjeđurići u blizini mišića zatvarača mogu uzrokovati otežano zatvaranje ljuštura, a s time školjkaši postaju izloženi predaciji zvjezdača i rakova (Lauckner, 1983; Kent, 1979). Pri jačoj invaziji, zbog brojnosti kanalića, ljuštura postaju jako lomljive, pa prilikom prijevoza na tržište to može uzrokovati komercijalne gubitke (Koringa, 1951).



Slika 1. Prikazuje kanaliće u obliku slova U (Izvor: MARIBIC)

Prema zakonskoj regulativi u Sjevernoj Karolini, SAD (NOAA, 2005), infestirane kamenice kod kojih je unutrašnja površina ljuštura zahvaćena ovim promjenama više od 25% smatraju se neprihvatljivim za tržište. S obzirom na stupanj oštećenja ljuštura ovom polihetom kamenice se klasificiraju u pet kategorija (0-IV, pri čemu u 0 kategoriju

spadaju kamenice bez oštećenja, a u III i IV komercijalno neprihvatljive). Na osnovu ove klasifikacije izračunava se i *Polydora* indeks, čije se vrijednosti kreću u rasponu od 0-1 (niža vrijednost pokazuje veću kvalitetu) (Fleury i sur., 1999; Fleury i sur., 2003).

U Hrvatskoj je proveden mali broj istraživanja o stupnju infestacije kamenica vrstama roda *Polydora*, kao i o utjecaju ovog parazita na konzumnu kvalitetu ove tržišno iznimno vrijedne vrste školjkaša. Utjecaj vrste *Polydora hoplura* na indeks kondicije kamenice na području Limskog kanala i zaljeva Raša istraživala je Presečki-Labura (1987). Istraživanje utjecaja indeksa kondicije i stupnja infestacije polihetom *Polydora* sp. na kvalitetu europske plosnate kamenice *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1978) na jednoj postaji u Malostonskom zaljevu proveli su Gavrilović i sur. (2008).

Stupanj infestacije kamenica vrstama roda *Polydora* ovisi o brojnim biotskim i abiotiskim čimbenicima (Blake i sur., 1978; Skeel, 1979; Gilles, 1991; Terranova, 1999; Almeida i sur., 1996), te je potrebno na jednom geografskom području istražiti veći broj uzgojnih postaja kako bismo dobili potpunije podatke o stupnju infestacije i tržišnoj kakvoći ove vrste školjkaša. Stoga je u ovom radu proučavan utjecaj vrsta roda *Polydora* na kvalitetu europske plosnate kamenice *Ostrea edulis* (Linneaus, 1758) na nekoliko postaja i dvije dubine uzorkovanja u Malostonskom zaljevu.

1.1. Kolutićavci (Annelida)

Mnogočetinjaši (Polychaetae) najjednostavniji su kolutićavci i predstavljaju najveći razred koljena Annelida (Kolutićavci). Najpoznatiji je kozmopolitski rod *Polydora* iz porodice Spionidae. Ovom rodu pripadaju brojne vrste kao što su vrsta *Polydora ciliata* (Johnston, 1838), *Polydora hoplura* (de Claparède, 1870a), *Polydora aggregata* (Blake, 1969a), *Polydora aura* (Sato-Okoshi, 1998), *Polydora brevipalpa* (Zachs, 1933), *Polydora colonia* (Moore, 1907), *Polydora cornuta* (Bosc, 1802), *Polydora limicola* (Annenkova, 1934), *Polydora robi* (Williams, 2000), *Polydora websteri* (Hartman, 1943) i dr.

Vrste roda *Polydora* su eurivalentni organizmi koji imaju široku sposobnost prilagođavanja što im omogućava opstanak u vrlo različitim sredinama. U literaturi se najčešće spominje infestacija ljuštura školjkaša vrstama *Polydora websteri* (Blake, 1971; Bergman i sur., 1982) *Polydora ciliata* (Murina i sur., 1991; Kent, 1979, 1981), *P.*

hoplura (Wilson, 1928), *Boccardia knoxi* i *B. acus* (Blake, 1971). Prema Lauckneru (1983) u Europi su prisutne dvije vrste roda *Polydora* i to *P. ciliata* i *P. hoplura*, dok se u Sjevernoj Americi spominju *P. ligni* (Zajac, 1991a, 1991b) i *P. websteri*. (Blake, 1971; Webster 1879).

Prema istraživanjima Presečki-Labura (1987) temperatura ne ograničava zemljopisnu rasprostranjenost nekih vrsta, a osobito ne onih koje su pronađene na području Hrvatske (vrste *Polydora ciliata* i *Polydora hoplura*). Vrsta *Polydora hoplura* je pronađena u tropskim krajevima (Wilson, 1928; Clavier i sur., 1985; Nel i sur., 1996; Blake i sur., 1978; Skeel, 1979), a vrsta *Polydora ciliata* i u polarnim i tropskim područjima (Dorsett, 1961; Evans i sur., 1998; Söderström, 1920, 1923; Leloup, 1937; Haswell, 1885; Roughley, 1922, 1925; Skeel, 1979).

Preživljavanje vrste *Polydora ciliata* u slatkoj vodi potvrdio je njezin nalaz u Nantesu, Loire (Fonseca-Genevois i sur., 1987). Cognetti i sur. (2000) zaključuju da je ovo eurihalina vrsta. Prema Ambrogi i sur. (1983) i Banse (1986) ova je vrsta sklona izohalinoj slanosti od 20 ppt. Neki autori (Gilles, 1991; Terranova, 1999; Almeida i sur., 1996) smatraju da se veći broj kanalića u ljušturi javlja kod infestacije u slatkoj vodi, dok drugi poput Gillesa (1991) smatraju da su kanalići u supstratu (pa i u ljušturi) češći i brojniji u vodama višeg saliniteta.

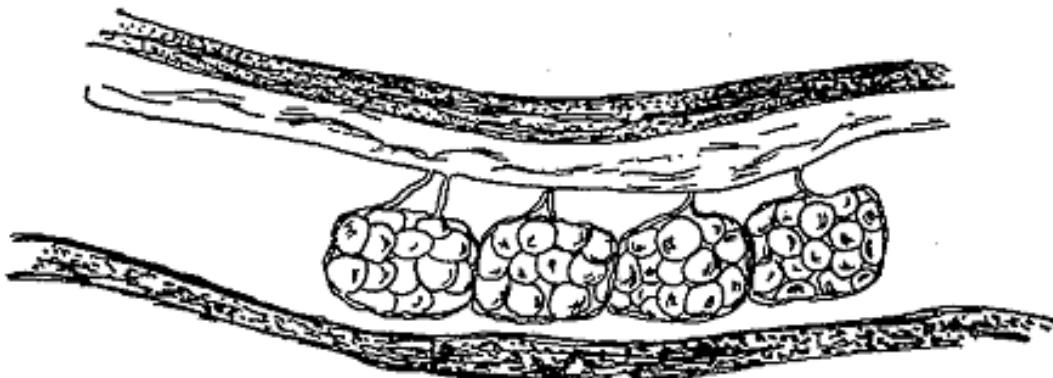
Vrste roda *Polydora* ne vole područja gdje je hidrodinamika jaka (Snelgrove i sur., 1999; Widdicombe i sur., 2001). Polihete *Polidora ciliata* i *Polydora cornuta* podnose velike oscilacije u koncentraciji otopljenog kisika (Ambrogi i sur., 1983; Sagasti i sur., 2000; Schlüter i sur., 2000) pri čemu često dominiraju u ekosustavima u razdoblju hipoksije (Ueda i sur., 2000). Njihova se abundancija povećava vrlo brzo nakon uvođenja u nove ekosustave (Stenton-Dozey i sur., 1999), što ima ozbiljne posljedice (Moore, 1998).

Brojne vrste roda *Polydora* mogu živjeti i bez prisustva školjkaša. Međutim, ukoliko su školjkaši prisutni na tom području, infestacija njihove ljušture polihetama je neizbjegna. Nakon infestacije ljušture školjkaša dolazi do nagomilavanja mulja na gusto nasadenim kamenicama u uzgoju ili prirodnoj sredini. Posljedicu nagomilavanja mulja predstavljaju stvaranje sumporovodika i nestanak kisika, pri čemu dolazi do povećane smrtnosti školjkaša (Handley i Bergquist, 1997; Nelson i Stauber 1940; Mortensen i

Galtsoff 1944; Galtsoff, 1964). Miris kamenica po sumporovodiku umanjuje njihovu tržišnu kvalitetu.

1.1.1. Životni ciklus

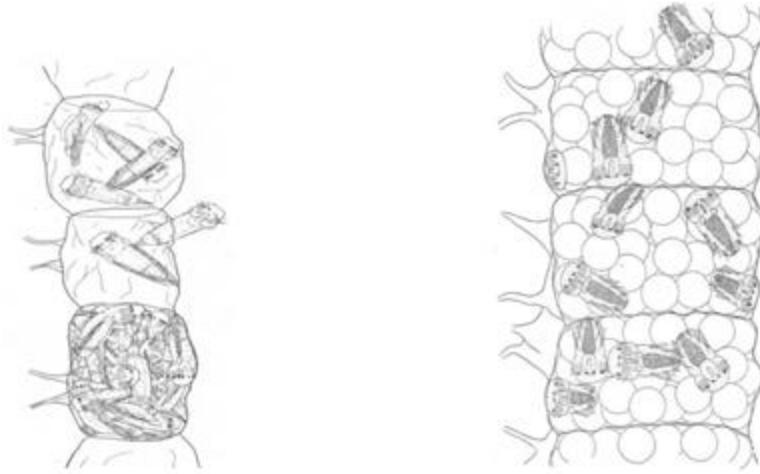
Spolni dimorfizam je rijedak u porodici Spionidae (Eibye-Jacobsen i sur., 2000). Odvojenog su spola, a razmnožavanje je uglavnom spolno. Način razmnožavanja ovisi o uvjetima okoliša (Blake, 1996). Prema Darou i Polku (1973) te Dorsettu (1961b) životni ciklus polidore počinje kada odrasla jedinka sa 40 segmenata leže jaja. Ženka leže jaja u paketićima (Slika 2) obavijenim tankom membranom i odlaže ih na unutrašnju stijenku kanalića dvostrukim ligamentom (Wilson, 1928).



Slika 2. Jaja u paketićima vrste *Polydora ciliata* na unutrašnjoj stijenci kanalića (Izvor: Daro i Polk, 1973)

Broj paketića koji čine lanac varira od vrste do vrste. Prema nekim autorima (Wilson, 1928; Duchêne, 1984; Guerin, 1991), vrste *Polydora ciliata* i *Polydora hoplura* stvaraju pedeset paketića. Broj jaja u svakom paketiću je varijabilan: oko 20 za vrstu *P. ciliata*, 40 do 90 za vrstu *Boccardia polybranchia*, 60 kod vrste *P. hoplura*, te 60 do 150 kod vrste *B. semibranchiata*.

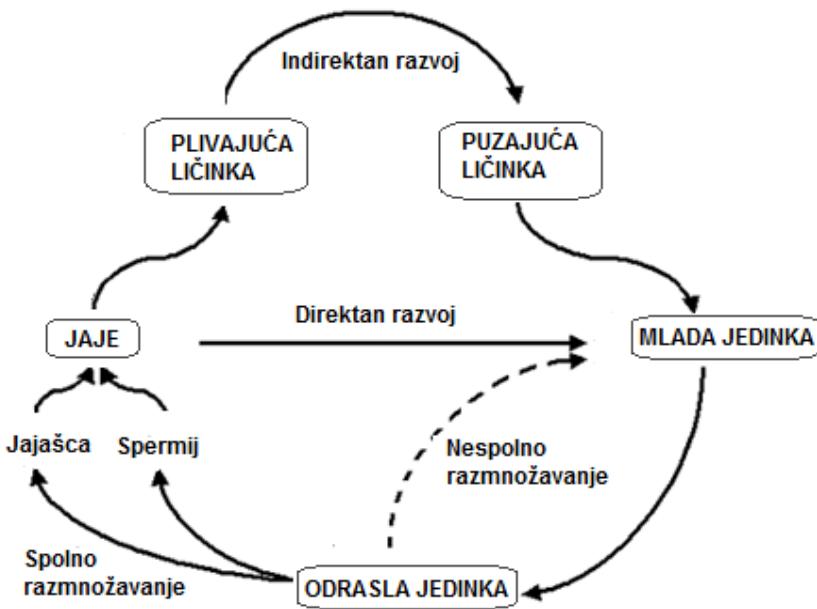
Nakon pucanja paketića dolazi do ispuštanja ličinki. Ličinke napuštaju kanaliće u kojima su se hranile i izlaze u okoliš. Veličina ličinki varira unutar paketa ovisno o raspoloživoj hrani (Levin i sur., 1990). Veće (zrele) ličinke su spremne za izlijeganje, te se izlegu najkasnije u roku 2 dana (Slika 3).



Slika 3. Razvoj i izlijeganje zrelih ličinki kod vrste *P. ciliata* i *P. hoplura* (Izvor: Wilson, 1928.)

Prema Darou i Polku (1973) razvoj jaja traje tjedan dana, nakon čega se male ličinke od tri segmenta izbacuju iz kanalića u grupama. Za nekoliko su sati sve ličinke izbačene. Drugo se leglo stvara jedan do dva tjedna nakon što su se oslobostile ličinke prvog legla, a većina odraslih polidora ugiba. Iako su odrasli primjerici sa 45 segmenata rijetki, ipak se mogu naći i primjerici od 50-60 segmenata. Oni su odgovorni za prvo leglo u razdoblju ožujak-travanj.

Plivajuće ličinke su fototaksične, a prema Ranadeu (1957) smjer plivanja im je određen salinitetom. Prema Darou i Polku (1973) u europskim vodama ličinke s tri segmenta mogu se naći u planktonu gotovo kroz cijelu godinu. Intenzivna invazija polidore primjećena je na područje Engleske u ožujku i svibnju. Na području Belgije mlade ličinke u planktonu javljaju se polovinom travnja, a invadiraju nosioca polovinom svibnja. Nakon odlaganja jaja čitava populacija polidora nestaje polovinom lipnja, kada slijedi nova invazija. Tijekom godine, od travnja do rujna, javlja se 3-8 generacija polidora. Dio jaja ima direktni razvoj pri čemu se razvijaju u mladu jedinku koja nema plivajući stadij što osigurava održivost populacije *in situ* (Qian i Chia, 1989). Drugi dio jaja ima neizravan razvoj koji im omogućava disperziju na druga mesta (Slika 4).



Slika 4. Životni ciklus vrsta roda *Polydora* (Izvor: Qian i Chia, 1989)

Većina polihetnih trohofora je lecitotrofična pri čemu ih nekoliko u kasnijim stadijima postaje planktotrofično (Levin i sur., 1991). Ličinkama nekih vrsta kao što su polihete *B. polybranchia*, *B. semibranchiata* i *P. hoplura* neoplodena jaja i susjedne ličinke neposredno pred valjenje mogu poslužiti kao hrana. Ovaj fenomen se zove adelofagija te je uočen kod nekoliko polihetnih grupa (Blake, 1969; Simon, 1967; Zajac, 1985; Petch, 1989). Ličinke koje nisu imale dovoljno rezervi da narastu do određene veličine da mogu gutati jaja, često služe kao hrana većim ličinkama (Duchêne, 1989; Guérin, 1991; Mackay i sur., 1999). Neke planktotrofične i lecitotrofične ličinke se mogu hraniti otopljenom organskom tvari (DOM) direktno iz vodenog stupca. Ovaj način prehrane se zove osmotrofija (Manahan, 1990; Manahan i Wright, 1991).

Do metamorfoze ličinki dolazi pri veličini od 10 do 18 segmenta kod vrste *B. polybranchia*, između 12 i 19 segmenta kod vrste *P. ciliata* i oko 15 segmenata kod vrste *P. hoplura* (Wilson, 1928; Delcour i sur., 1982; Duchêne, 1989).

Preživljavanje i rast ličinki ovisi o raspoloživosti hrane i temperaturi (Qian i Chia 1991; Wilson, 1928; Anger i sur., 1986). Usljed nestašice hrane dolazi do povećane smrtnosti ličinki, smanjenja broja ličinačkih naselja, te do produžetka trajanja ličinačkog života (Qian i sur., 1991). Bez obzira na to više od polovice ličinki prolazi metamorfozu

ako se počnu hraniti nakon jednog do dva tjedna gladovanja (Qian i sur., 1993). Ovo objašnjava sposobnost opstanka ličinki u balastnim vodama. Pelagički život vrste *Polydora ciliata* varira u ovisnosti o ambijentalnim čimbenicima od 2 do 6 tjedana (Wilson, 1928; Anger i sur., 1986).

Nakon metamorfoze ličinka se spušta na podlogu, puže po njoj i traži odgovarajuće mjesto za prihvat. Ako podloga nije povoljna, ličinka otplica do drugog školjkaša (Daro i Polk, 1973). Postličinke imaju tek nekoliko sati (Stocks, 2002) da nađu svoje stalno stanište (Wilson, 1951). Prema Amaralu i sur. (1999) s vremenom se povećava abundancija i dolazi do širenja vrsta na okolna područja.

Polidora buši podlogu u kojoj živi dok je još mlada (Wilson, 1928; Roughley, 1925). Pri tome ove polihete stvaraju kanaliće u obliku slova *U* koji mogu imati više ogranaka (Berkeley i sur., 1936; Mouritsen, 2002). Oba kraja ovih cijevi vire sa vanjske strane ljuštare (Vaillant, 1891) (Slika 5). Cijevi, odnosno kanalići, su ispunjene muljem i služi koju stvara polidora (Mortensen i sur., 1944).



Slika 5. Prikazuje krajeve cijevi koji se otvaraju na rubu ljuštare (Izvor: MARIBIC)

Postoji više pretpostavki o prodiranju mlađih razvojnih stadija u kalcificiranu ljuštu kamenice. Neki smatraju da to čine uz pomoć kiseline (Daro i Polk, 1973; Hannerz, 1956), dok su drugi mišljenja da kanalići nastaju mehaničkim putem pomoću četinja na parapodiju koje su smještene na petom kolutiću (McIntosh, 1868; Hempel, 1957). Treća skupina autora (Lauckner, 1983; Dorsett, 1961a; Sato-Okoshi i Okoshi, 2000) misli da ličinke prodiru u ljušturu školjkaša kombinacijom kemijskog i mehaničkog načina.

Odrasle polidore se mogu hraniti površinskim ili podpovršinskim depozitom (Eckman, 1979; Amaral i sur., 1999; Kaiser i sur., 1999; Mucha i sur., 1999; Stenton-Dozey i sur., 1999; Borja i sur., 2000), ali i suspenzijom (Kaiser i sur., 1999; Zubia i sur., 2001; Shimeta i sur., 2003). Premda je odrasla polidora u suštini detritofagna i koristi mulj za hranu izravno sa supstrata palpama (Daro i Polk, 1973), u njezinom su želudcu također pronađene ličinke školjkaša (Breese i sur., 1972; Naylor i sur., 1997), zooplankton (Guerin i sur 1987; Williams i sur., 1997), fitoplankton (Qian i sur., 1993.) i mikroalge (Sagasti i sur., 2001).

Vrste roda *Polydora* čestice selektiraju prema njihovoj veličini (Shimeta i sur., 1997; Williams i sur., 1997). Mogu progutati vrlo male čestice (3μ) (Shields i sur., 1998), a one koje su prevelike u odnosu na palpe odbacuju (Shimeta i sur., 1997; Williams i sur., 1997). Selektirane se čestice zatim transportiraju u usta uz pomoć cilijarnog žlijeba koji je obložen sluzi i nalazi se na palpama (Qian i sur., 1995). Dio čestica, ovisno o njihovoj veličini, polihete koriste za izgradnju cijevi dok drugi dio progutaju (Williams i sur., 1997). Da bi se zaštitili od kontakta s čvrstim materijalom koji kontinuirano gutaju, vrste roda *Polydora* luče sluz (Jacobi, 1883). Proizvodnja fecesa je kod ove skupine mnogočetinjaša povećana u prisutnosti velike količine suspendiranih čestica (Dauer i sur., 1981).

Vrste roda *Polydora* uzrokuju velike promjene u ekosustavu povećanjem količine mulja, gušenjem drugih organizama debelim slojem materijala kojim oblikuju svoje muljevite cijevi i izmetom (Mortensen i sur., 1944.).

1.2. Metode kvantitativnog određivanja stupnja infestacije ljuštare školjkaša polihetom *Polydora* sp.

Za kvantitativno određivanje stupnja infestacije ljuštare kamenica polihetom *Polydora* sp. dosad su najčešće korištene iste metode koje su korištene i za smanjivanje brojnosti parazita u ljušturi kamenica tijekom uzgoja. Owen (1957), MacKenzie i sur. (1961), Dorsett (1961b) i Lagadeuc i Brylinski (1987) su koristili otopinu fenola čija je koncentracija najčešće 250 ppm. Vermicidne kemikalije tetrakloroetilen, fenol i diklorobenzen su se pokazale učinkovitim u kontroli polidoridne infestacije ali zbog svoje toksičnosti nisu ušle u komercijalnu primjenu. Istraživanje koje su proveli Ghode i Kripa (2001) pokazalo je da su tretmani formalinom i klorom učinkovite metode za istrebljivanje ovih parazita.

Nel i sur. (1996) koriste topplinski tretman te smatraju da se uranjanjem kamenica 20 do 45 sekundi u morsku vodu zagrijanu na 70 °C uspješno reducira prisutnost poliheta roda *Polydora* u ljušturi kamenice *Crassostrea gigas*. Isti autori predlažu i uranjanje u slatku vodu 12 sati.

Neki autori (MacKenzie i Shearer, 1961; Nel i sur., 1996; Skeel, 1979; Korringa, 1952) smatraju da hipersalini i hiposalini tretmani mogu uspješno kontrolirati širenje mnogočetinjaša roda *Polydora*. Hipersalini i slatkovodni tretman su se pokazali učinkovitim u kontroli polidoridne infestacije kod kamenice *T. chilensis*, pri čemu je tretman slatkom vodom 180 – 300 min bio učinkovitiji te je rezultirao mortalitetom polidore većim od 98% bez ikakvog štetnog učinka na kamenicu (Dunphy i sur., 2005).

Sve do sada opisane metode odnose se na parcijalnu ekstrakciju parazita, iako ih autori smatraju kvantitativnim. Jedna od kvantitativnih metoda opisanih u literaturi zahtijeva i korištenje kliješta i čekića. No, budući da vrste roda *Polydora* nisu zaštićene ljušturom ili tvrdim oklopom osjetljive su na ovu vrstu agresije. Ova tehnika se ipak, koristila u više navrata u prošlosti (Haswell, 1885; Sato-Okoshi i sur., 1990, 2000, 2001; Nel i sur., 1996; Handley i sur., 1997; Caceres-Martinez i sur., 1998), kako bi se izdvojilo nekoliko cijelih jedinki za taksonomsko određivanje. Međutim, to je neadekvatna metoda za realno kvantitativno istraživanje, te izdvaja jedino stariju populaciju dok je mlađe (manje) jedinke teško ekstrahirati na ovaj način. Također,

uslijed lomljenja ljuštura dolazi do oštećenja parazita te se točan broj jedinki ne može izbrojati sa sigurnošću.

Ekstrakcija polidore otapanjem ljuštura predstavlja jednu od najefikasnijih kvantitativnih metoda koje su do sada opisane. Kako bi vrste roda *Polydora* koje se nalaze u ljušturi postale dostupne za kvantitativno određivanje, moramo se riješiti onog što ih štiti-ljuštura. Ljuštura kamenice se sastoji od kalcijevog karbonata i organskog matriksa te se može učinkovito rastopiti solnom kiselinom. Bitno je utvrditi koncentraciju kiseline koja se stavlja u vodu kako bi se rastopila ljuštura kamenice, a polidora ostala sačuvana. Ruellet (2004) je koristio 1M otopinu HCl. Iako se metoda pokazala učinkovitom, tijela poliheta su često bila oštećena. Ovi su autori kamenice prije potapanja u HCl držali u otopini fenola koncentracije 500 ppm kroz 24 ± 2 h. Slična tehnika je također opisana kao uspješna za kvantitativno određivanje serpulida i polidore (Blake, 1973; Haines i sur., 1980).

1.3. Ciljevi istraživanja

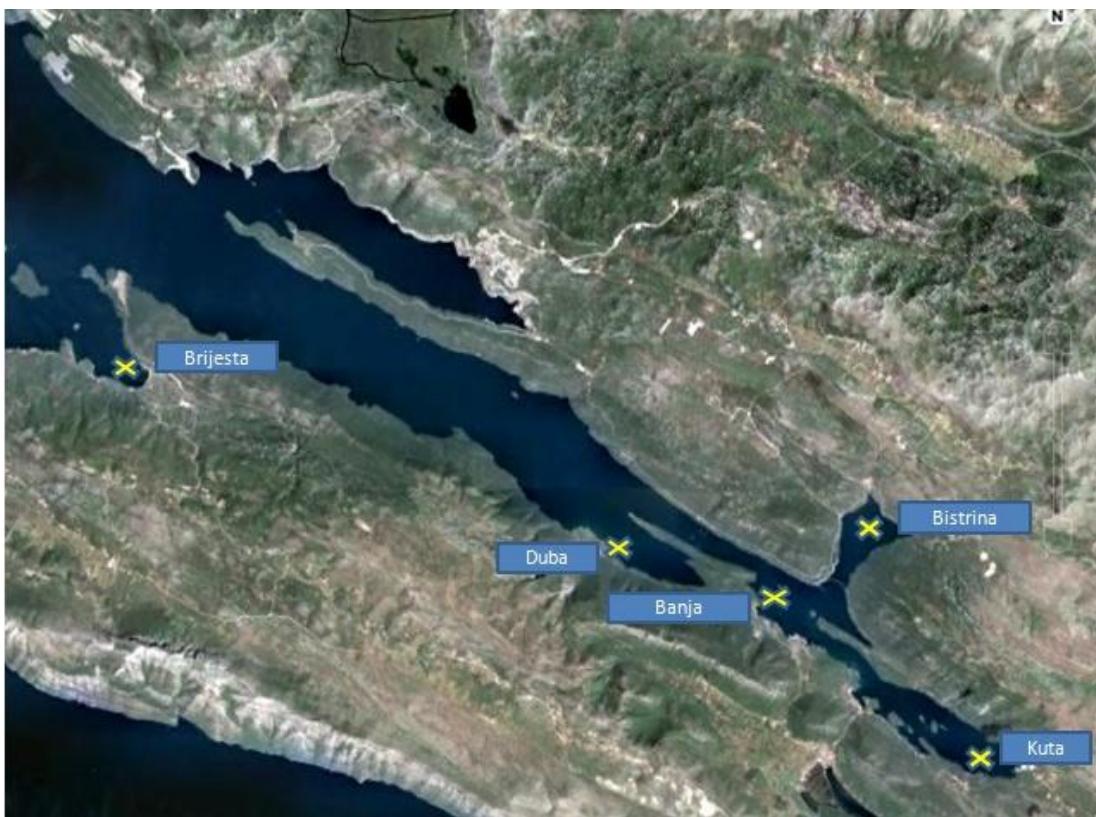
Ciljevi ovog istraživačkog rada su:

1. Odrediti postotak infestiranih kamenica s vidljivim oštećenjima na unutrašnjoj površini ljušture izazvanim polihetom *Polydora* sp., kategorizirati kamenice, te odrediti *Polydora* indeks (PI) .
2. Ustanoviti optimalnu metodu za kvantitativno određivanje stupnja infestacije te potom utvrditi kvantitativni stupanj infestacije ljušture (utvrditi srednji broj parazita u ljušturi kamenice) na svakoj postaji i dubini uzorkovanja
3. Procijeniti utječe li stupanj infestacije polihetom *Polydora* sp. na kvalitetu mesa
4. Uočiti moguće morfološke promjene s obzirom na infestaciju
5. Ustanoviti postoje li razlike u stupnju infestacije ljušture kamenica polihetom *Polydora* sp. i indeksu mesa između različitih postaja pri istoj dubini te istim postajama pri različitim dubinama

2. MATERIJAL I METODE RADA

2.1. Uzorkovanje kamenica

Za istraživanje je odabрано pet postaja duž Malostonskog zaljeva: Kuta, Bistrina, Banja, Duba i Brijesta (Slika 6).



Slika 6. Malostonski zaljev sa pet označenih postaja na kojima se vršilo uzorkovanje
(Izvor: <http://www.google.com/earth/index.html>)

Prikupljene su cementirane kamenice oko dvije godine starosti s ciljem kvantitativnog određivanja poliheta *Polydora* sp. kako bi se odredio mogući utjecaj na indeks mesa kamenice i kvalitetu ljuštture. Uzorkovanje je obavljeno istoga dana (29. 6. 2011.) da se se izbjegnu eventualne sezonske razlike u stupnju infestacije. Sa svake postaje uzimani su uzorci od 30 kamenica s 1 i 4 m dubine. Uzorkovani školjkaši su pakirani u vrećice na kojima su označene lokacija i dubina, te su dopremljeni u laboratorij MARIBIC-a na daljnju obradu.

2.2. Određivanje indeksa mesa kamenica

Jedinke kamenice obrađivane su redom po dubini od jedan i četiri metra, postaju po postaju. U postupku obrade, školjkaši su prvo očišćeni od obraštaja i mulja, a potom posušeni upijajućim papirom (staničevinom) i složeni redom na staničevinu. (Slika 7).



Slika 7. Priprema kamenica za vaganje (Izvor: MARIBIC)

Nakon cijeđenja, za određivanje indeksa mesa (vrsta indeksa kondicije), vagana je masa cijelog školjkaša. Potom su jedinke pažljivo otvorene i vagana je masa mokrog mesa. Vaganje je obavljeno na analitičkoj vagi s preciznošću od dvije decimale.

Indeks mesa (IM) računat je prema sljedećoj formuli (Fleury i sur., 2003):

$$\text{IM (indeks mesa)} = \frac{\text{masa mokrog mesa}}{\text{masa cijelog školjkaša}} \times 100$$

Prema vrijednosti indeksa mesa kamenice su kategorizirane u tri kvalitativne skupine: vrhunska („spéciales“, indeks mesa > 10,5), izvrstan („fines“, indeks mesa od 6,5 do 10,5) i neklasificiran („non classées“, indeks mesa < 6,5) (Fleury i sur., 2003). Na osnovu dobivenih vrijednosti, za svaku postaju i dubinu izračunate su srednje vrijednosti indeksa mesa, te određen postotak jedinki u pojednim kategorijama.

2.3. Određivanje stupnja infestacije ljušturi kamenica polihetom *Polydora* sp.

Uzorkovane kamenice su, nakon otvaranja i vaganja, stavljene u posebnu staklenu posudu sa poklopcem. Na svakoj staklenici su označene lokacija i dubina. Jedinke su prekrivene otopinom 10%-trog slanog formalina te tako ostavljene sedam dana (Slika 8). Potom je obavljena kategorizacija kamenica s obzirom na stupanj oštećenja unutrašnje površine ljuštura. Nakon kategorizacije ljuštura započelo se kvantitativnom analizom stupnja infestacije kompletne ljušturi.



Slika 8. Kamenice u formalinu (Izvor: MARIBIC)

Kvantitavnoj analizi stupnja infestacije ljušturi kamenica polihetom *Polydora* sp. je prethodilo preliminarno istraživanje kako bi se odredila najefikasnija metoda. Ispitane su slijedeće metode: hiperslana (MacKenzie, 1961; Dunphy i sur., 2005), hiposlana otopina (Korringa, 1952; Dunphy i sur., 2005; Stephen, 1978; Nel i sur., 1996) otopine formalina koncentracije 250 ppm i 500 ppm (Ghode i Kripa, 2001) te 1M i 2M otopina HCl (Ruellet, 2004). Potom smo metodu za ekstrakciju parazita prema Ruelletu (2004) modificirali na način da prethodno kamenice sedam dana fiksiramo u 10% slanom formalinu radi bolje očuvanosti parazita, a zatim obavimo otapanje ljušturi u 2M otopini HCl.

*2.3.1. Kategorizacija kamenica s obzirom na oštećenje unutrašnje površine ljuštura uzrokovano vrstama roda *Polydora*, određivanje postotka kamenica s oštećenjima ljuštura i *Polydora* indeksa*

Nakon vađenja iz formalina, svaka kamenica je isprana vodom. Adspeksijskim pregledom unutrašnje površine ljuštura kamenice su kategorizirane u 5 kategorija (0-IV) s obzirom na stupanj oštećenja ljuštura polihetama *Polydora kompleksa* (Fleury i sur., 2003):

- 0 kategorija: odsustvo aktivnih poliheta ili parazitarnih komora ili unutrašnjost ljuštura dobro rekalcificirana
- I kategorija: parazit prisutan bez komercijalnog značaja, mali kanalići ispod unutrašnje površine ljuštura
- II kategorija: prisutna po 2 kanalića, unutrašnja površina ljuštura zahvaćena ispod 10%
- III i IV kategorija: komercijalno neprihvatljive, unutrašnja površina ljuštura zahvaćena 10-25%, odnosno više od 25%

Polydora indeks (PI), koji se koristi u okviru francuskog IFREMER-ovog monitoring programa REMORA, izračunat je na osnovu klasifikacije kamenica prema stupnju oštećenja ljuštura po sljedećoj formuli (Fleury sur., 2001):

$$\text{PI} = (0 \times p_0) + (0,25 \times p_1) + (0,5 \times p_2) + (0,75 \times p_3) + (1 \times p_4)$$

(p0, p1, p2, p3 i p4 predstavljaju postotak kamenica u određenoj klasi) (Fleury i sur., 1999; Fleury i sur., 2003).

Na osnovu PI se procijenila kvaliteta kamenica pri čemu niža vrijednost PI pokazuje veću kvalitetu, a ove se vrijednosti generalno kreću od 0 do 1.

Pored navedenog, računat je i postotak kamenica s oštećenjima ljuštura prema formuli:

$$\% \text{ infestiranih kamenica} = \frac{\text{broj infestiranih školjkaša s oštećenjima na unutrašnjoj površini ljuštura}}{\text{broj pregledanih školjkaša}} \times 100$$

2.3.2. Kvantitativno određivanje poliheta *Polydora sp.* u ljušturi kamenica

Nakon vizualnog pregleda unutrašnje površine ljuštura, kategorizacije kamenica i određivanja vrijednosti *Polydora* indeksa, ljuštura kamenica (lijeva i desna) su stavljeni u odvojene staklene posude i potpuno su prekrivene otopinom 2M solne kiseline kako bi se otopile te lakše odredio broj poliheta u svakoj ljušturi (Slika 9).

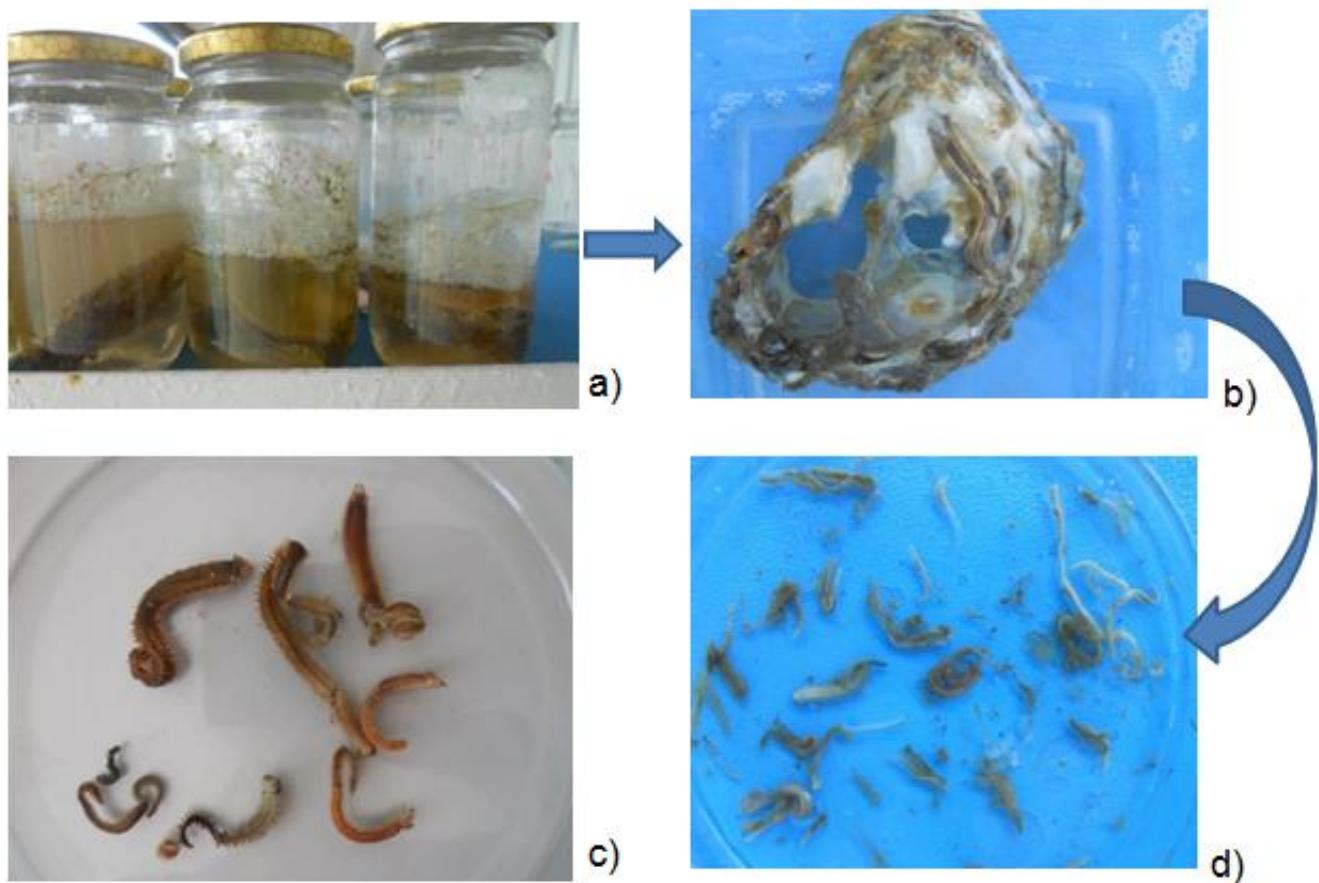
Nakon 2h, otopina solne kiseline je procijedena kako bi se prebrojale polihete i u otopini, a djelomično otopljene ljuštura kamenica su isprane slatkom vodom. Radi debljine ljuštura pojedinim uzorcima je bilo potrebno dodati još kiseline i ostaviti još 2 sata kako bi se oslobostile sve polihete i potom prebrojali svi paraziti prisutni u ljušturi. Bilježen je broj parazita zasebno u gornjoj i donjoj ljušturi. Na osnovu ovoga izračunat je srednji broj parazita za svaku postaju i dubinu.

Srednji broj parazita dobili smo dijeljenjem ukupnog broja parazita s brojem pregledanih školjkaša prema formuli:

$$\text{Srednji broj parazita} = \frac{\text{ukupan broj parazita}}{\text{broj pregledanih školjkaša}}$$

Također je određen i srednji broj parazita po ljušturama (lijevoj i desnoj) prema formuli:

$$\text{Srednji broj parazita u gornjoj/ donjoj ljušturi} = \frac{\text{ukupan broj parazita u gornjoj(donjoj ljušturi)}}{\text{broj pregledanih školjkaša}}$$



Slika 9. Stavljanje kamenica u solnu kiselinu (a), raspadnuta ljuštura (b), brojanje parazita (c) i (d) (Izvor: MARIBIC)

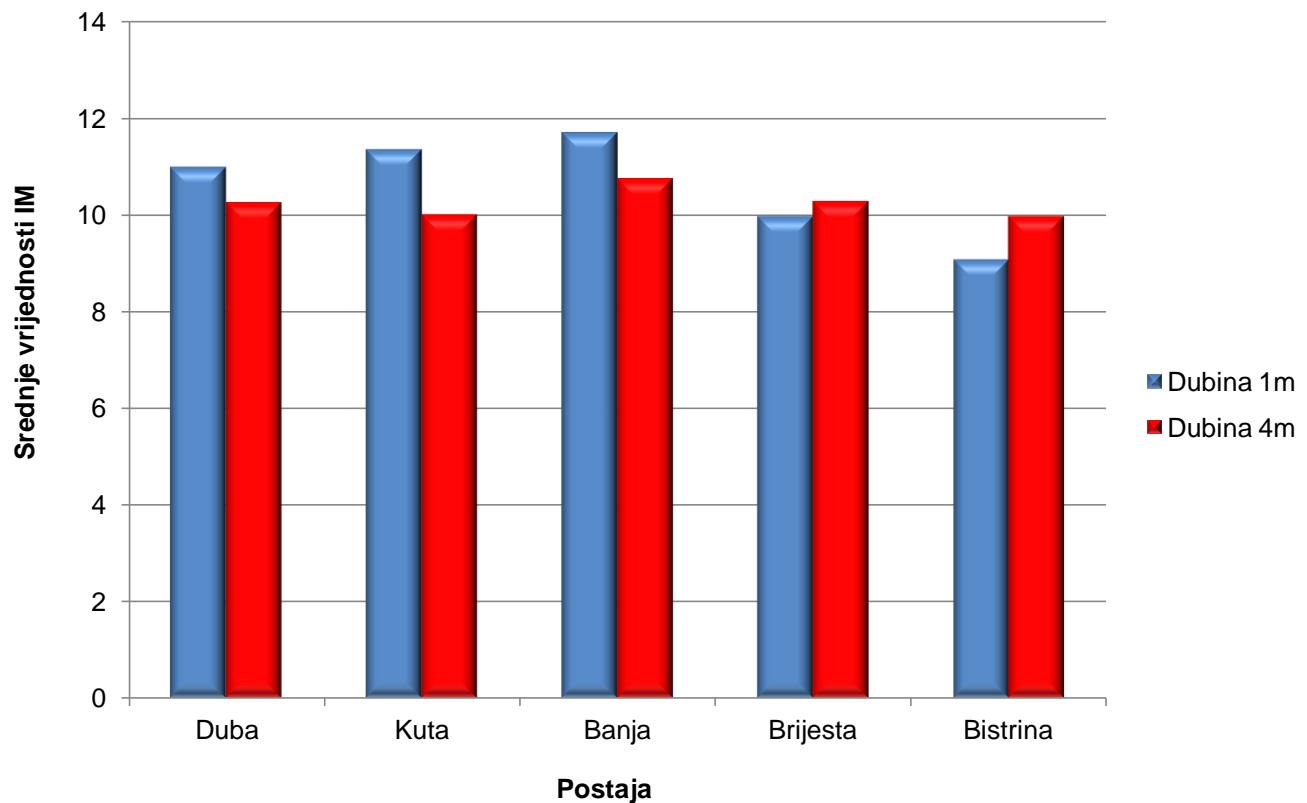
2.4. Statistička analiza

Za usporedbu vrijednosti IM, PI, srednjeg broja parazita po kamenici i srednjeg broja parazita u lijevoj i desnoj ljušturi na različitim dubinama po pojedinačnim postajama korišten je Chi^2 test, a za usporedbu sličnosti između postaja s obzirom na utvrđene vrijednosti gore navedenih parametara PCA statistička analiza i Cluster analiza.

3. REZULTATI

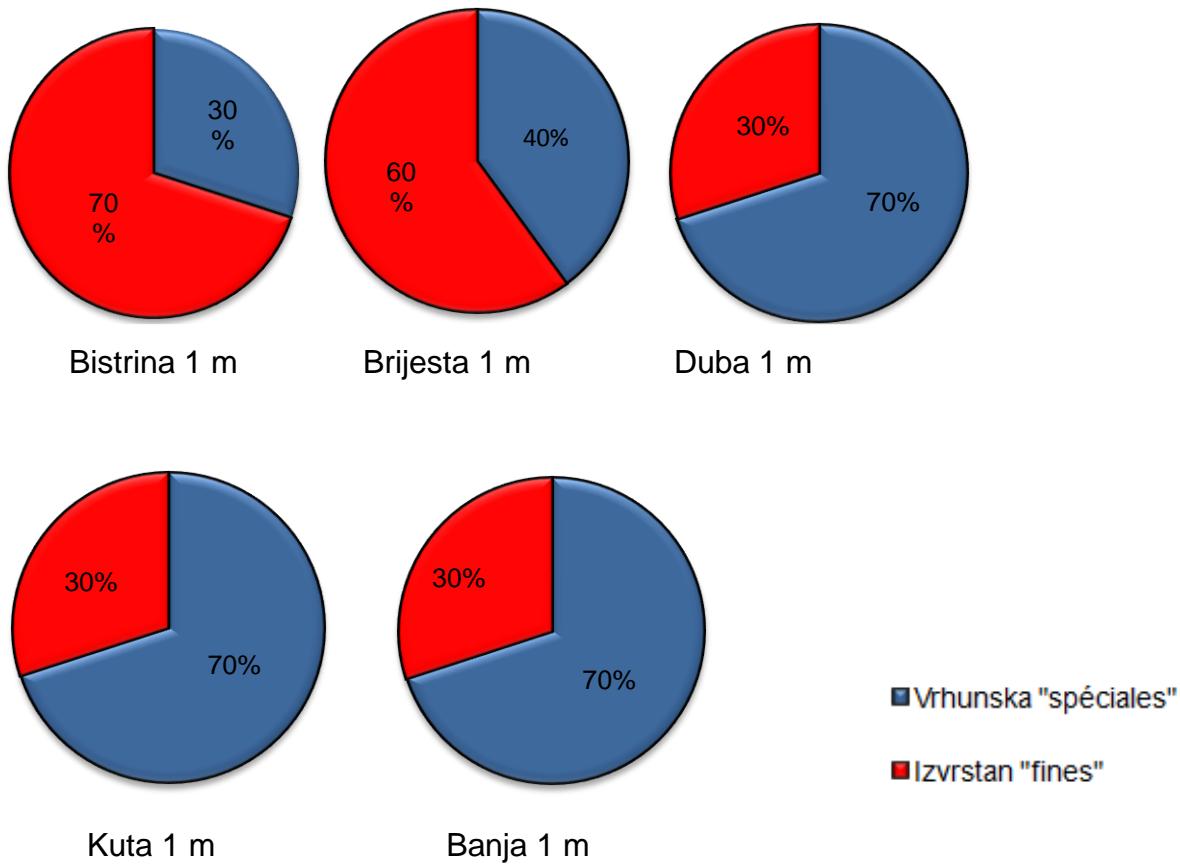
3.1. Indeks mesa

Najveće vrijednosti indeksa mesa na dubini od 1 m su utvrđene na postaji Banja (11.692), Kuta (11.337) i Duba (10.997), dok su na postaji Brijesta (9.958) i Bistrina (9.064) vrijednosti nešto niže. Na dubini od 4 m također je utvrđena najveća vrijednost indeksa mesa na postaji Banja (10.753), a najniža na postaji Bistrina (9.968). Na postajama Brijesta (10.281) i Duba (10.257) vrijednosti su vrlo slične (Slika 10).



Slika 10. Srednje vrijednosti IM po postajama i dubinama

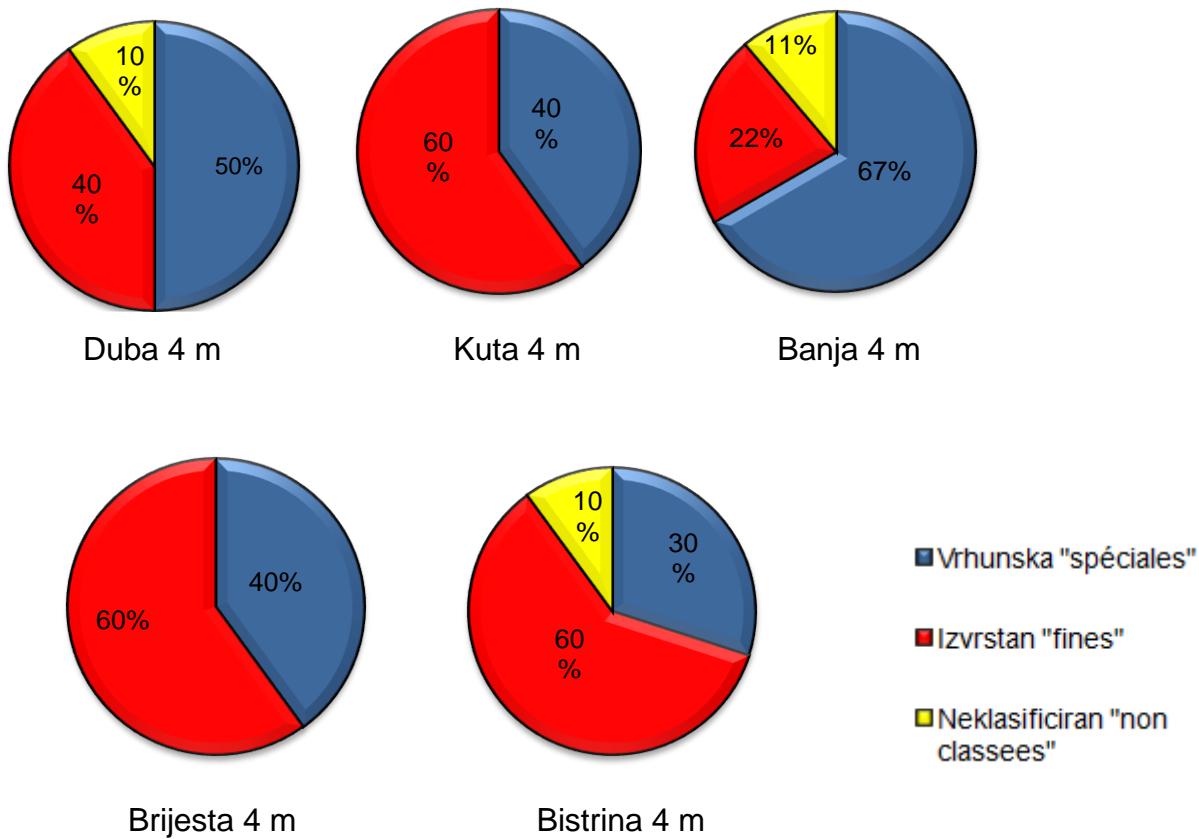
Kategorizacija prema IM na dubini od 1 m pokazala je da 70% kamenica prema francuskim normativima na postajama Duba, Kuta i Banja spada u kategoriju vrhunska („spéciales“, indeks mesa > 10,5), dok 30% spada u kategoriju izvrstan („fines“ indeks mesa od 6,5 do 10,5) (Slika 11). Nešto slabija kvaliteta utvrđena je na postajama Brijesta i Bistrina gdje je 60-70% kamenica bilo u kategoriji izvrstan „fines“, a 30-40% u kategoriji vrhunska „spéciales“. Na dubini od 1 m na istraživanim postajama kategorija neklasificiran („non classées“, indeks mesa < 6,5) nije utvrđena (Slika 11).



Slika 11. Kategorizacija kamenica prema vrijednosti indeksa mesa na dubini od 1 m

Na postajama Kuta i Brijesta na dubini od 4 m indeks mesa pokazuje da 40% kamenica spada u kategoriju vrhunske „spéciales“, dok 60% spada u kategoriju izvrstan „fines“.

Na postajama Duba, Banja i Bistrina utvrđeno je da oko 10% kamenica spada u kategoriju neklasificiran „non classées“. Prema vrijednosti indeksa mesa najbolji rezultati su utvrđeni na postaji Banja, pri čemu je 67% kamenica spadalo u vrhunsku kategoriju. Veći dio kamenica (60%) na postaji Bistrina je uglavnom spadao u kategoriju izvrstan, a 30% u vrhunsku (Slika 12).



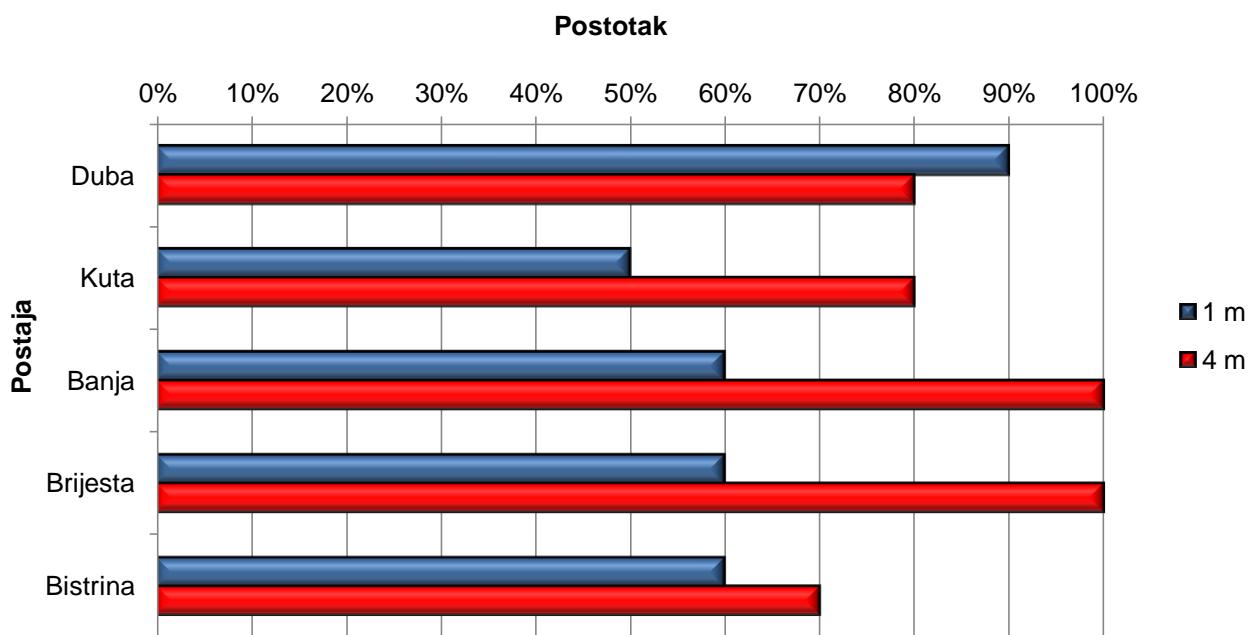
Slika 12. Kategorizacija kamenica prema vrijednosti indeksa mesa na dubini od 4 m

3.2. Oštećenje unutrašnje površine ljuštare kamenica polihetom *Polydora* sp.

3.2.1. Postotak kamenica s vidljivim oštećenjima unutrašnje površine ljuštare izazvanim polihetom *Polydora* sp.

Na slici 13 je prikazan postotak infestiranih kamenica sa vidljivim oštećenjima na unutrašnjoj površini ljuštare uzrokovanih polihetom *Polydora* sp. Na svim postajama, osim Duba postotak infestiranih kamenica veći je na dubini od 4 m.

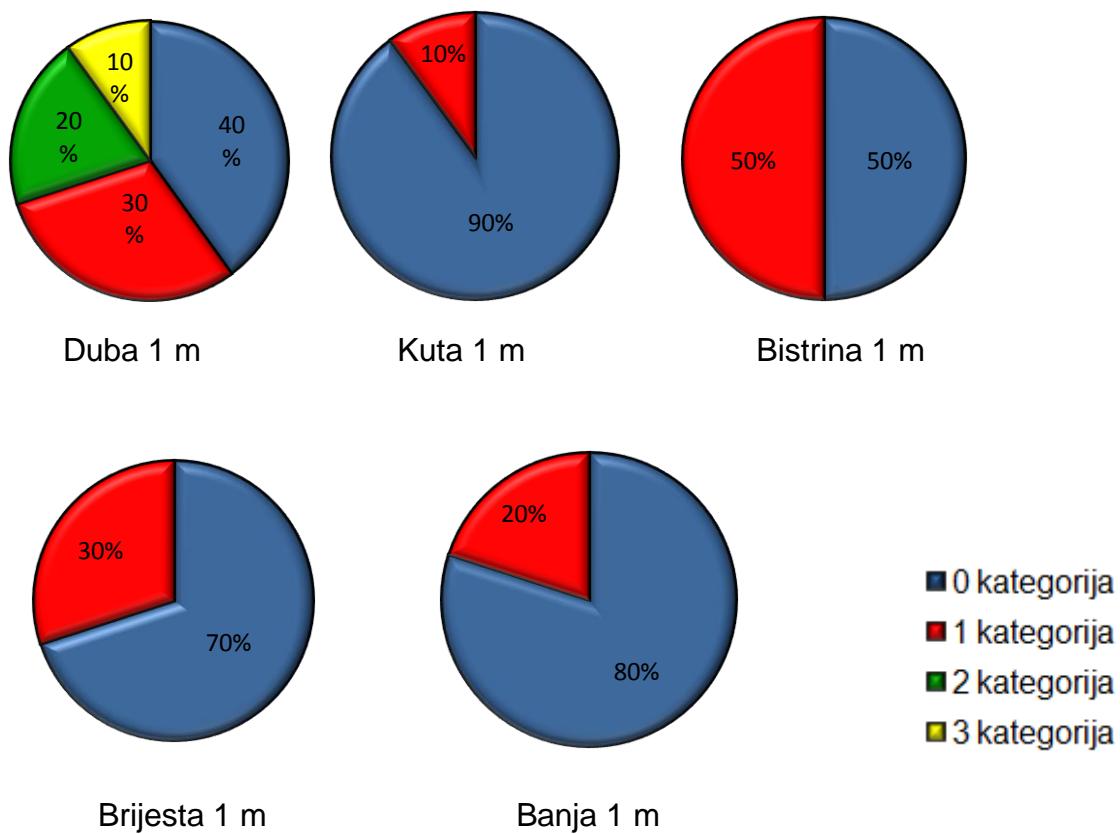
Na dubini od 1 m utvrđen je jednak broj jedinki sa oštećenjima unutrašnje površine ljuštare (60%) na postajama Banja, Briješta i Bistrina. Najniži broj jedinki sa oštećenjima unutrašnje površine ljuštare bio je na postaji Kuta (50%), dok je na postaji Duba utvrđen najveći postotak (90%). Na postajama Banja i Briješta na dubini od 4 m broj jedinki sa vidljivim oštećenjima unutrašnje površine je bio 100%, dok je na postajama Duba i Kuta iznosio 80%. Najniži postotak infestacije zabilježen je na postaji Bistrina (Slika 13).



Slika 13. Postotak infestiranih kamenica sa vidljivim oštećenjima na unutrašnjoj površini ljuštare uzrokovanim infestacijom ljuštare školjkaša polihetom *Polydora* sp. na istraživanim postajama na dubini od 1 i 4 m

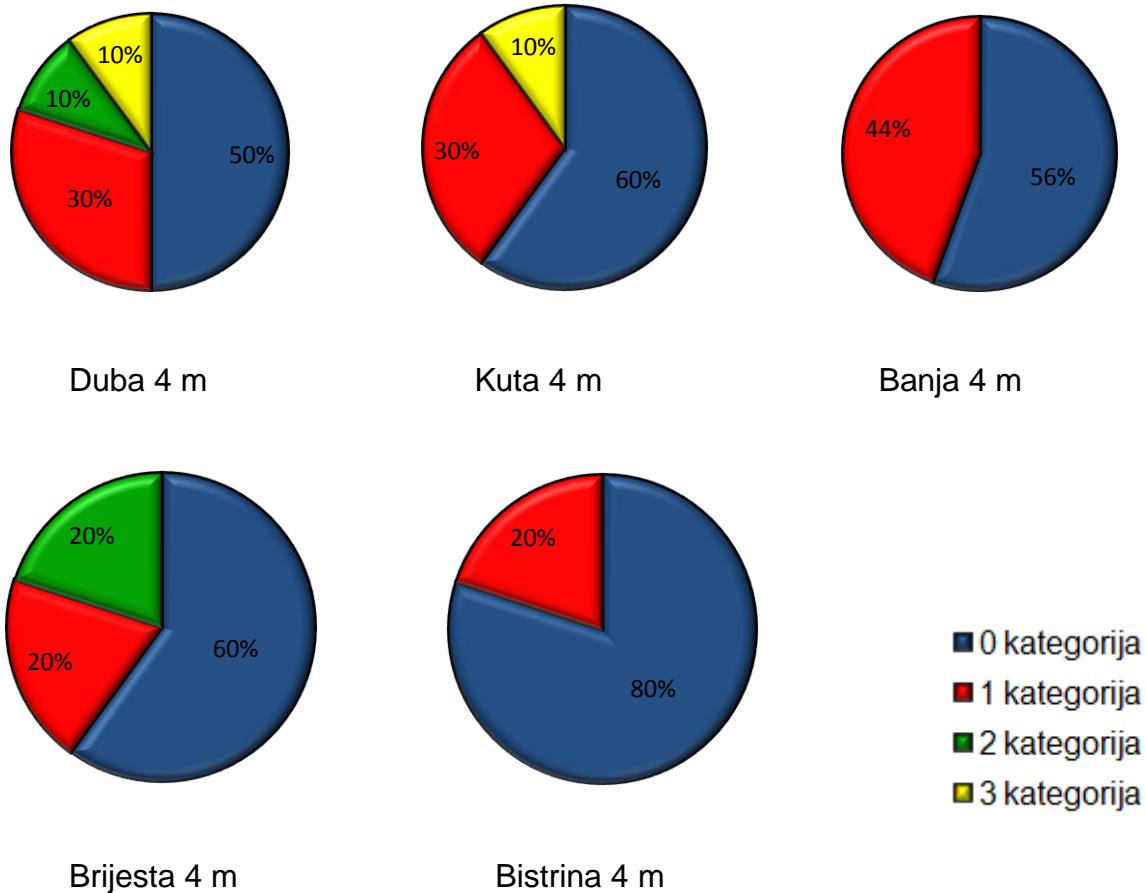
3.2.2. Kategorizacija kamenica s obzirom na stupanj oštećenja unutrašnje površine ljuštare

Rezultati kategorizacije kamenice s obzirom na stupanj oštećenja unutrašnje površine ljuštare na dubini od 1 m pokazuju da najveći broj kamenica na svim istraživanim postajama spada u najbolju, kategoriju 0. Najveći postotak kamenica u kategoriji 0 je na postaji Kuta (90%). Na postaji Duba je utvrđena i III kategorija, pri čemu je 10 % kamenica bilo komercijalno neprihvatljivo (Slika 14).



Slika 14. Kategorizacija kamenica s obzirom na stupanj oštećenja unutrašnje površine ljuštare na dubini od 1 m

Rezultati kategorizacije kamenice s obzirom na stupanj oštećenja unutrašnje površine ljuštura na dubini od 4 m pokazuju da najveći broj kamenica spada u kategoriju 0, pri čemu se posebno ističe postaja Bistrina gdje je čak 80% kamenica u toj kategoriji. Na postaji Duba i Kuta je utvrđena III kategorija pri čemu je 10 % kamenica komercijalno neprihvatljivo (Slika 15).

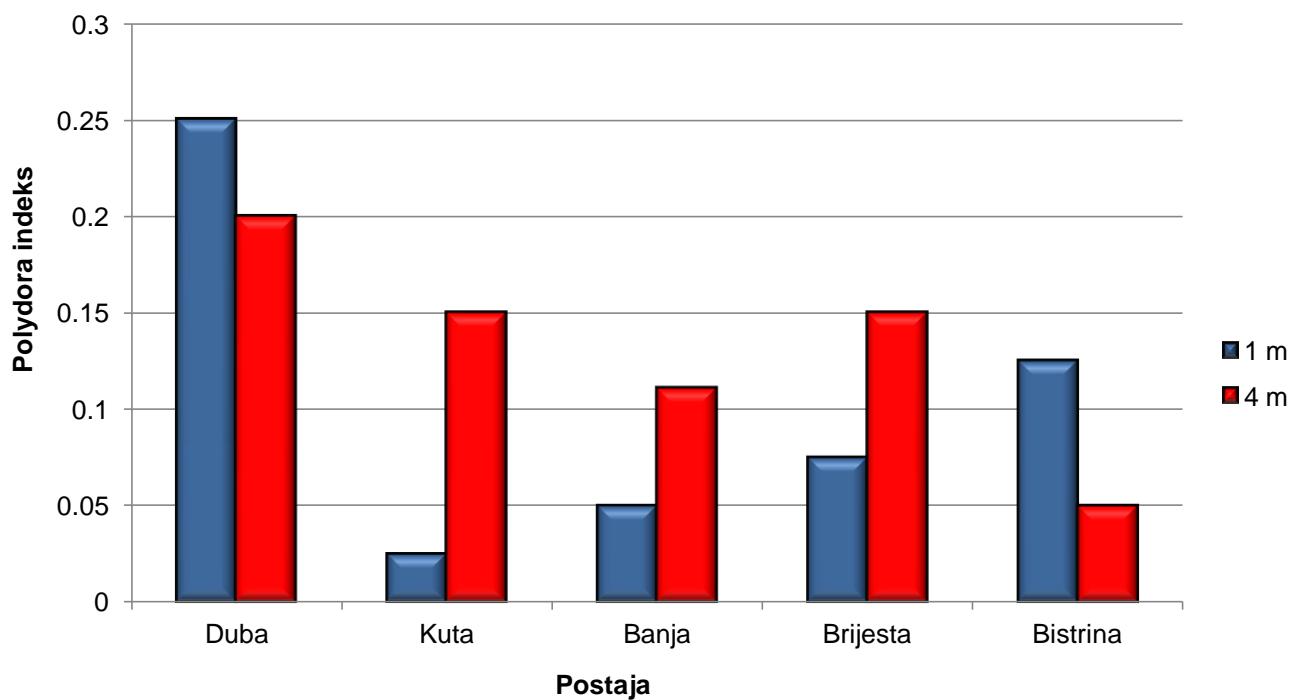


Slika 15. Kategorizacija kamenica s obzirom na stupanj oštećenja unutrašnje površine ljuštura na dubini od 4 m

3.2.3. *Polydora* indeks

Na većini postaja zabilježen je izrazito nizak stupanj oštećenja ljuštare pri čemu je PI bio ispod 0.25 na obje dubine. Na obje dubine najveća vrijednost *Polydora* indeksa utvrđena je na postaji Duba (0.25 na 1 m; 0,20 na 4 m). Na dubini od 1 m ta vrijednost bila je 10 puta veća na postaji Duba (0.25) od one na postaji Kuta (0.025) gdje je vrijednost bila najniža. Na dubini od 4 m uočena je manja razlika u PI između najveće i najniže vrijednosti između različitih postaja. Tako je najniža vrijednost utvrđena na postaji Bistrina (0.05), gdje je PI četiri puta niži od onog na postaji Duba (0.2).

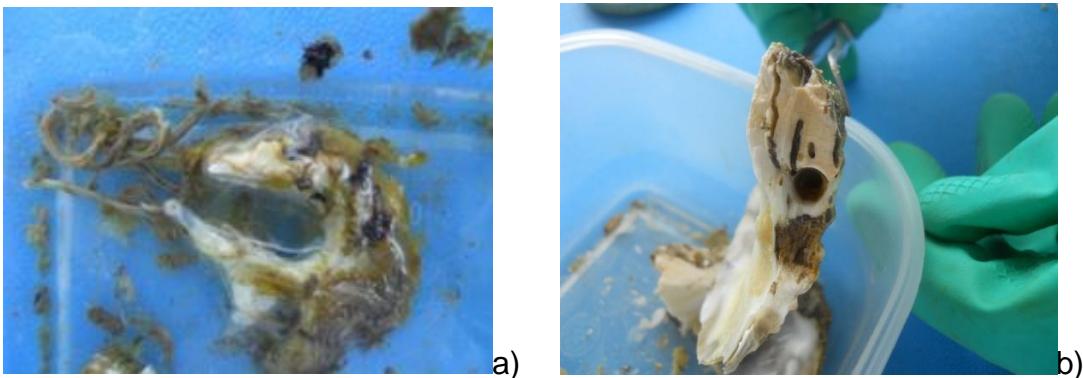
Na dubini od 1 m na postajama Duba (0.25) i Bistrina (0.125) PI je bio veći nego na 4 m (0.2 za Dubu i 0.05 za Bistrinu), dok je na ostalim postajama (Kuta, Banja, Briješta) utvrđen veći PI na 4 m (0.15, 0.1 i 0.15) nego na 1 m (0.025, 0.05 i 0.125) (Slika 16).



Slika 16. Vrijednosti *Polydora* indeksa po istraživanim postajama i dubinama

3.3. Nalaz poliheta *Polydora* sp. u ljušturi kamenica

Polihete su tijekom istraživanja nađene ispod sedefastog sloja ljušture u malo zaobljenim ili *U* oblikovanim cjevčicama. Neke od tih cjevčica bile su bez poliheta, ispunjene samo muljem. Vrlo rijetko je više polidora utvrđeno u istom mjehuriću (Slika 17a). Kod nekoliko jače infestiranih kamenica kanalići su se međusobno dodirivali, tj. ulazili jedan u drugi (Slika 17b).

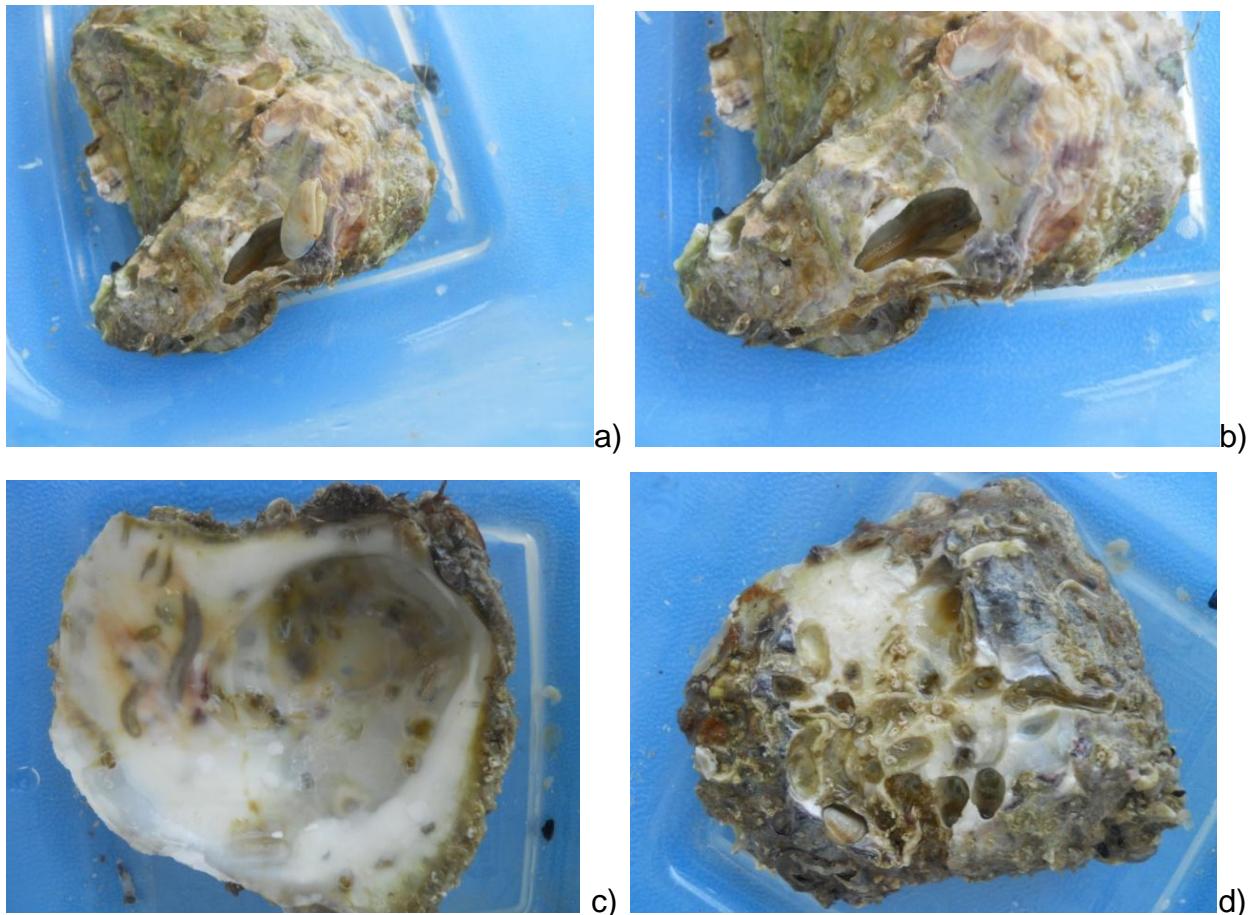


Slika 17. a) Jedna velika muljevita komora u kojoj je bilo prisutno više poliheta,
b) Dodirivanje kanalića (Izvor: MARIBIC)

Povećana lomljivost ljušture utvrđena je kod nekoliko kamenica i to samo u slučaju kada je njihova ljuštura pored poliheta roda *Polydora* sp. bila infestirana i spužvom roda *Cliona* (Slika 18) ili školjkašem *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767), koji također prodire u ljušturu kamenice (Slika 19). U ljušturi jedne kamenice je utvrđeno čak 40 jedinki školjkaša *Hiatella arctica*.



Slika 18. Spužva *Cliona intestinalis* na ljušturi kamenice (Izvor: MARIBIC)



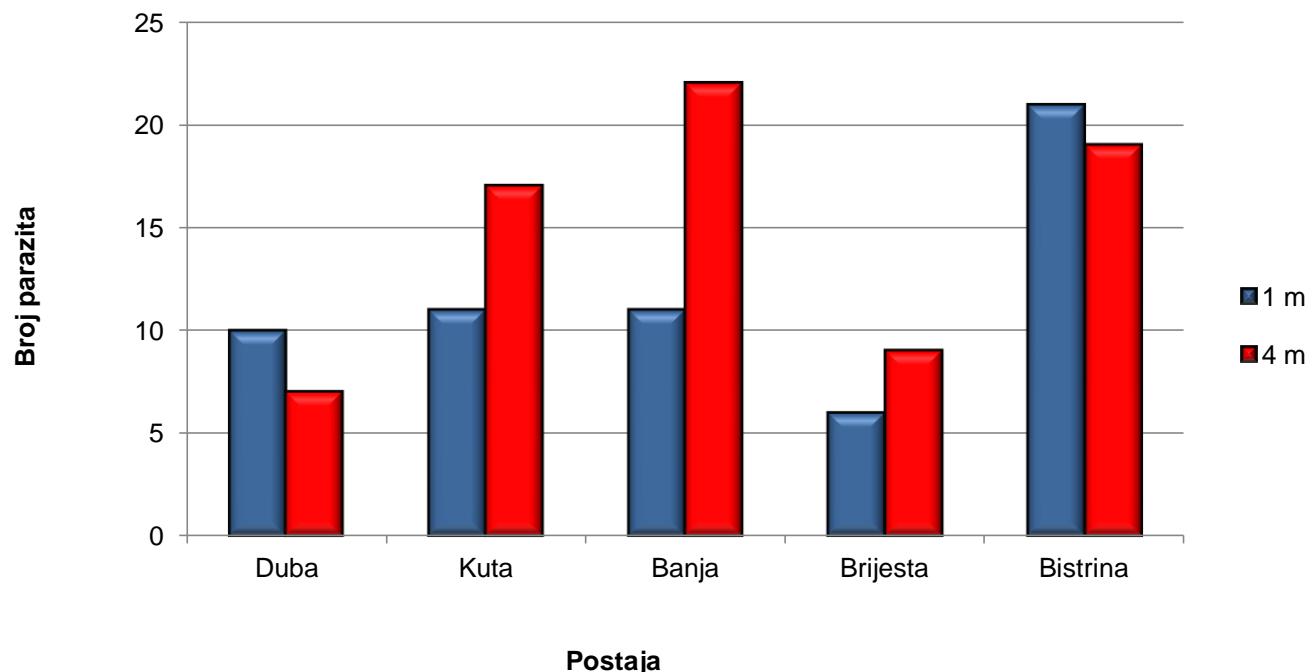
Slika 19. a) i b) Kanalić u kojem se nalaze polidora te školjkica *Hiatella artica* za koju se smatra da mehanički i kemijski buši ljuštu kamenice; c) i d) Unutrašnja i vanjska strana ljuštura kamenice u kojoj je utvrđeno 40 školjkica (Izvor: MARIBIC)

3.4. Kvantitativna zastupljenost poliheta *Polydora* sp. u Ijušturi kamenica

Na dubini od 1 m najveći srednji broj parazita utvrđen je na postaji Bistrina (21), dok su na postajama Duba (10), Kuta (11) i Banja (11) vrijednosti vrlo slične. Najmanji broj parazita na dubini od 1 m utvrđen je na postaji Brijesta (6) gdje je vrijednost više od 3 puta manja u odnosu na Bistrinu (21).

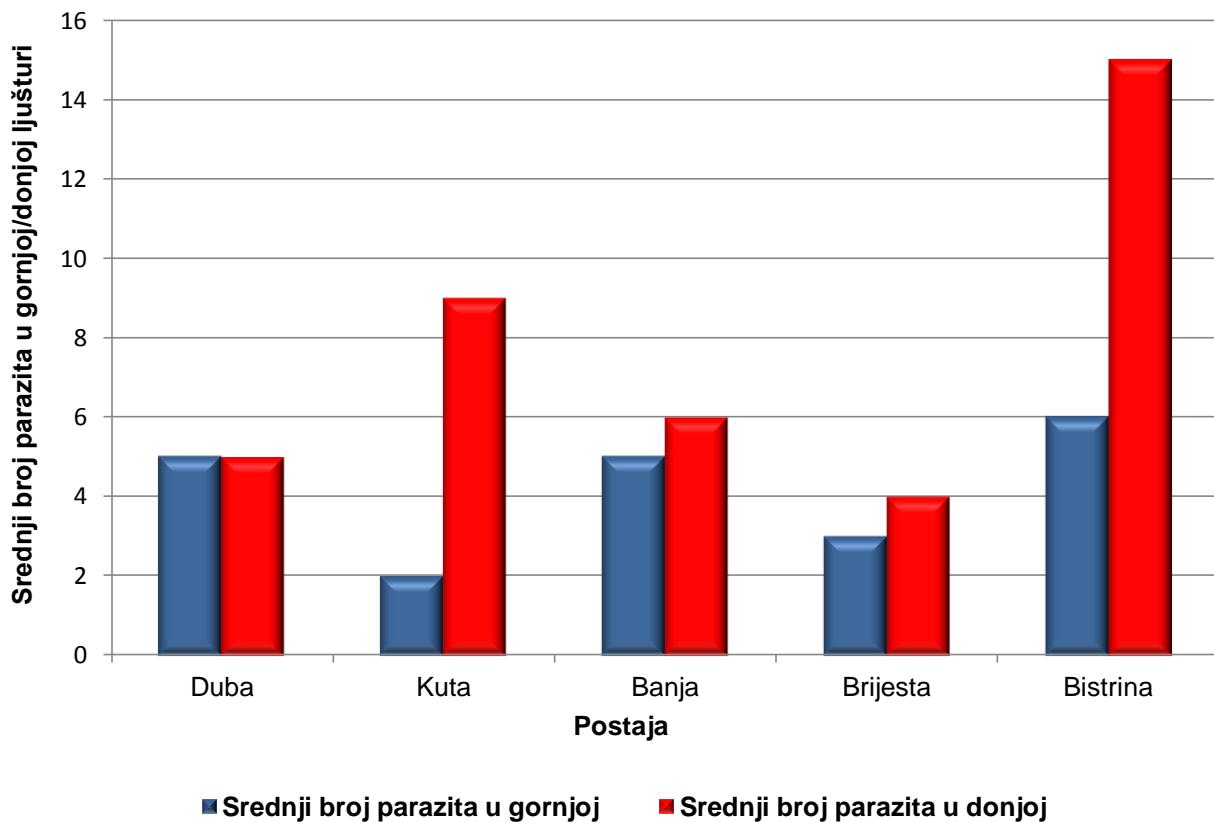
Na dubini od 4 m najveći srednji broj parazita utvrđen je na postaji Banja (22), Bistrina (19) i Kuta (17). Najniži broj parazita su imale postaje Duba (7) i Brijesta (9).

Uočeno je da na postajama Kuta, Banja i Brijesta broj parazita raste s dubinom vodenog stupca, dok je na Bistrini srednji broj parazita po kamenici ne samo visok na obje dubine, nego i gotovo ujednačen. Najveće razlike između dubina su utvrđene na postajama Kuta i Banja (Slika 20).



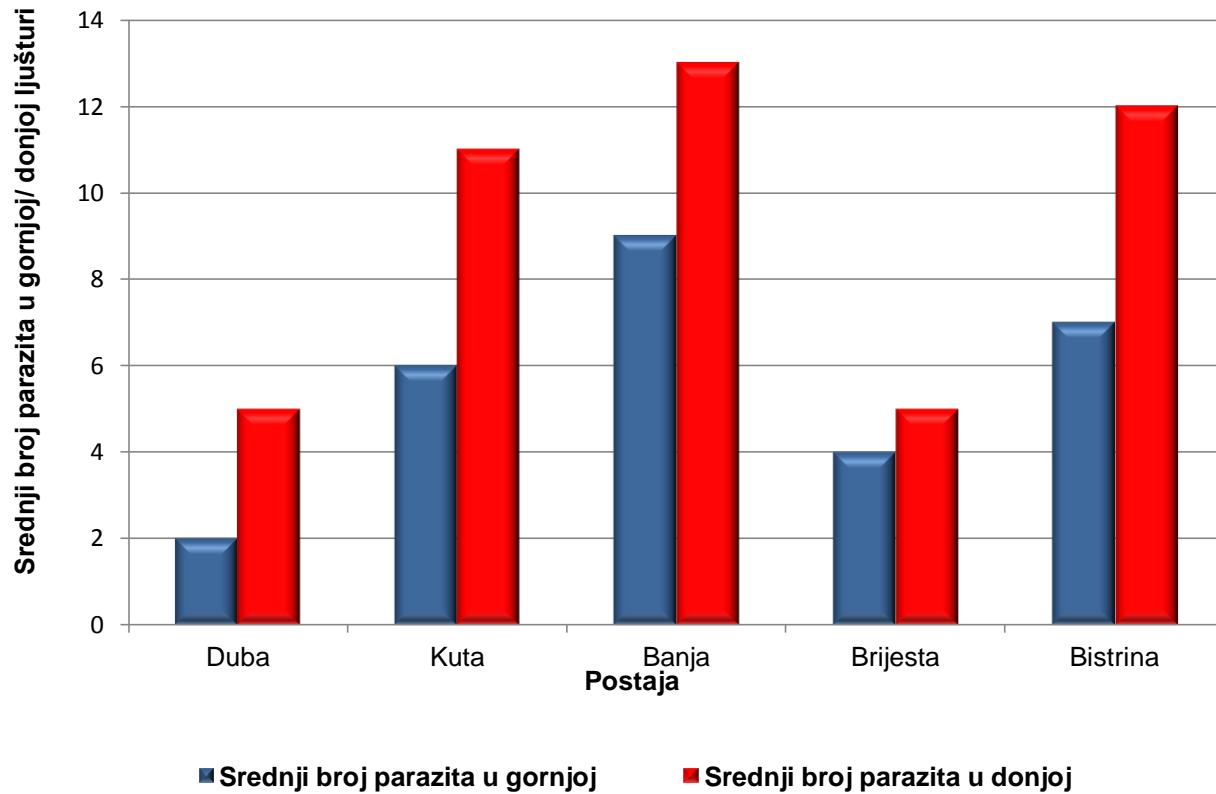
Slika 20. Srednje vrijednosti broja parazita po istraživanim postajama na dubini od 1 i 4 m

Na dubini od 1 m srednji broj parazita na postaji Duba (5) jednak je u gornjoj i donjoj ljušturi. Slično je utvrđeno za postaju Banja (5 u gornjoj i 6 u donjoj). Na ostalim postajama veći broj je bio u donjoj ljušturi. Najveća razlika između ljuštura uočena je na postaji Kuta, gdje je bilo oko 4 puta više parazita u donjoj nego u gornjoj ljušturi. Velike razlike su uočene i na postaji Bistrina, gdje je broj parazita također bio veći u donjoj ljušturi i to za oko 2.5 puta (Slika 21).



Slika 21. Srednji broj parazita u gornjoj i donjoj ljušturi po postajama na dubini od 1 m

Na dubini od 4 m utvrđeno je da je na svim postajama broj parazita bio veći u donjoj nego u gornjoj ljušturi. Najmanja razlika između ljuštura uočena je na postaji Brijesta (Slika 22).



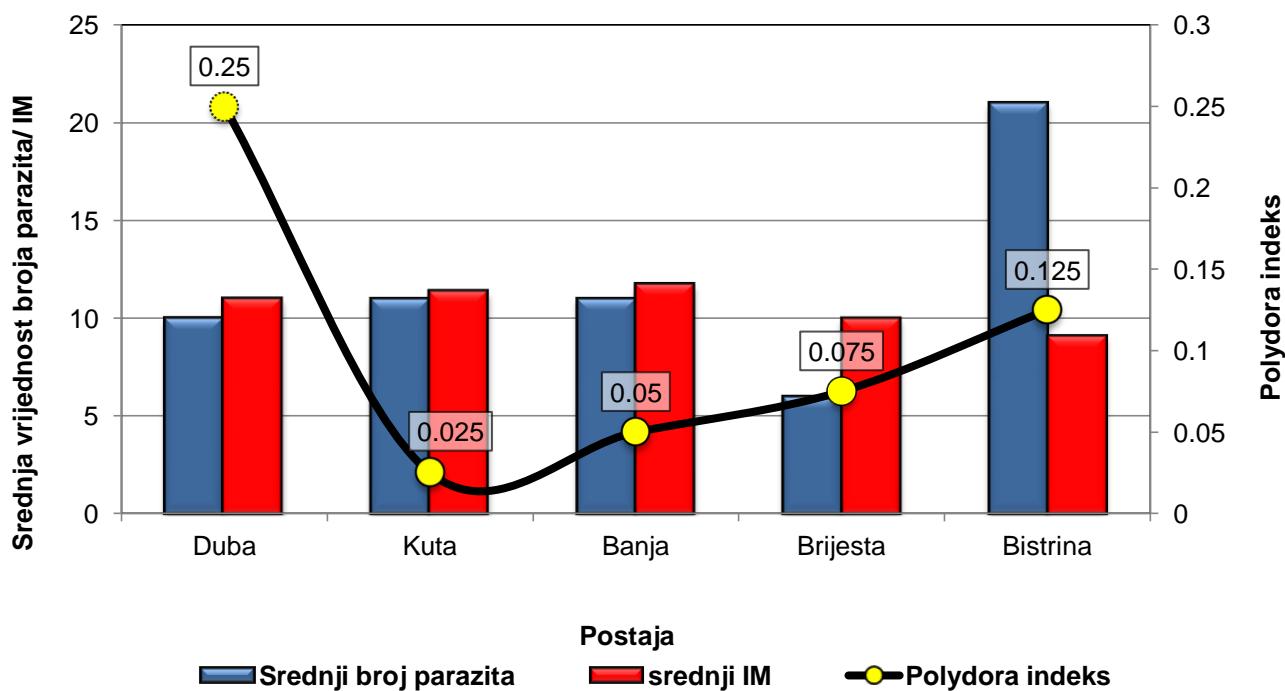
Slika 22. Srednji broj parazita u gornjoj i donjoj ljušturi po postajama na dubini od 4 m

3.5. Rezultati usporedbe vrijednosti IM, broja parazita i PI po postajama i dubinama

Na dubini od 1 m sve postaje su imale slične srednje vrijednosti indeksa mesa, koji se kretao od 9.064 (Bistrina) do 11.692 (Banja) te je većina od ukupno pregledanih kamenica spadala u vrhunsku ili izvrsnu kategoriju. Najveći srednji broj parazita i najmanji indeks mesa zabilježen je na postaji Bistrina. Utvrđeno je da se vrijednosti PI ne mijenjaju linearno sa srednjim brojem parazita. Vrijednosti *Polydora* indeksa su se kretale od 0.025 do 0.25. S obzirom na PI utvrđena je velika razlika između postaje Duba koja je imala najveći PI i postaje Kuta koja je imala najmanji PI.

Uočeno je da ne opada srednji IM s obzirom na porast PI. Postaje Duba, Kuta i Banja imale su gotovo ujednačene srednje vrijednosti IM i srednjeg broja parazita, dok je na postaji Brijesta utvrđena najniža srednja vrijednost broja parazita.

Postaja Duba je imala visoke vrijednosti indeksa mesa ali i visok PI. Nije utvrđena pravilnost u trendu rasta ili pada između promatranih parametara (Slika 23).

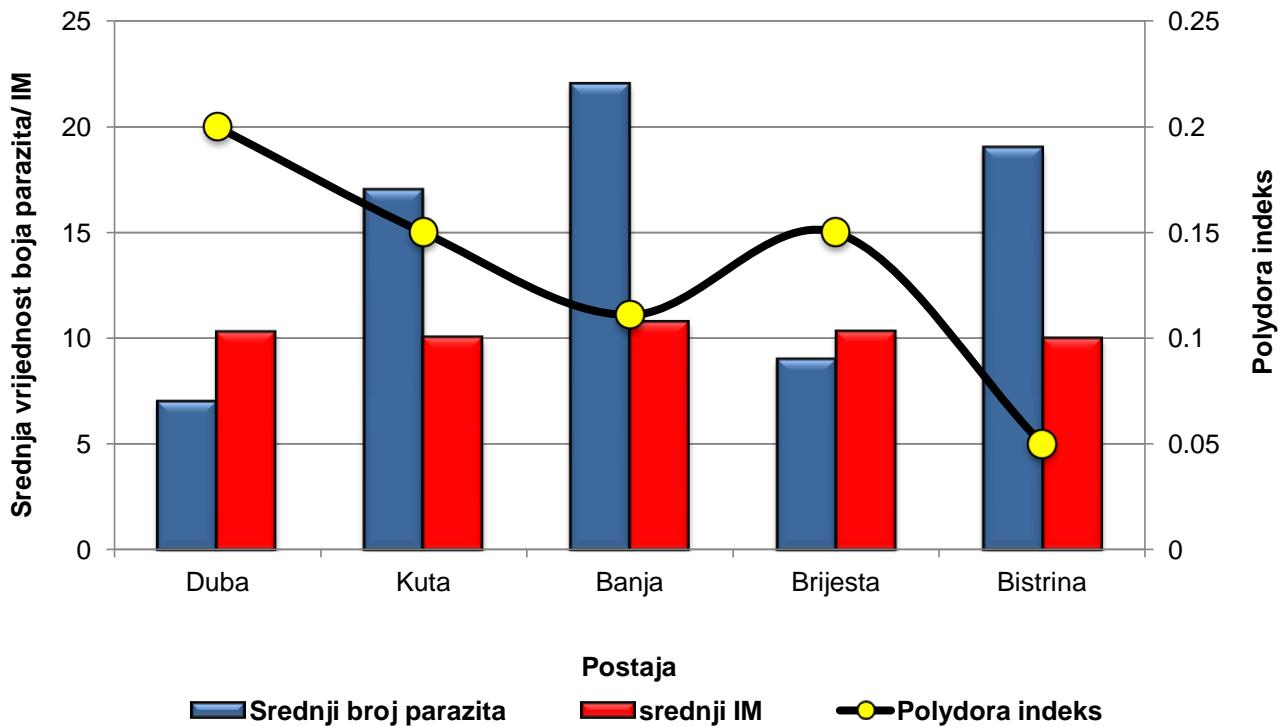


Slika 23. Usporedba srednjih vrijednosti broja parazita i IM sa *Polydora* indeksom (PI) na dubini od 1 m između postaja

Na dubini od 4 m sve postaje su imale slične srednje vrijednosti indeksa mesa, pri čemu su najveće vrijednosti zabilježene na postaji Banja, a najniže na postaji Bistrina. Srednji broj parazita je bio različit na svim postajama. Najniža vrijednost uočena je na postaji Duba, a najviša na postaji Banja. *Polydora* indeks ponovno pokazuje nepravilan trend, te se vrijednosti opet razlikuju od postaje do postaje bez obzira na vrijednosti IM i srednjeg broja parazita.

Najveći PI ponovno je uočen na postaji Duba, iako kamenice na toj postaji imaju vrlo visok IM. Najniži PI je dobiven na postaji Bistrina bez obzira što je tu vrlo visok srednji broj parazita. Ovo vrijedi i za postaju Banja. Postaja Brijesta je imala nizak srednji broj parazita, a visok IM kao i veći PI usporedno sa Bistrinom koja ima visoke srednje vrijednosti broja parazita, a najniži PI.

Nije utvrđena značajna pravilnosti u promjeni PI i srednjeg broja parazita sa srednjim indeksom mesa (Slika 24).



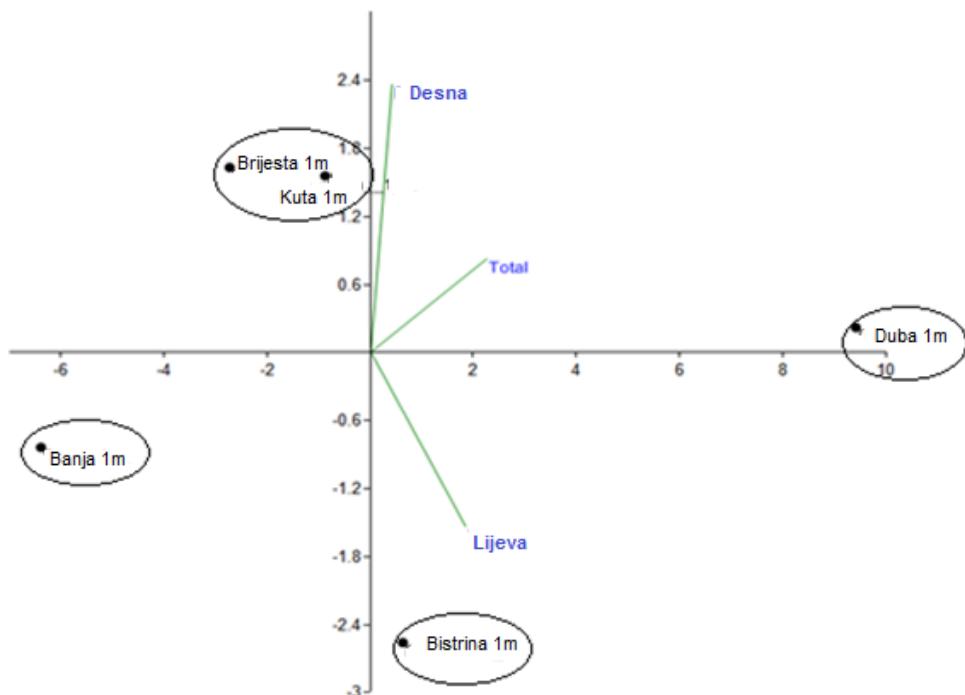
Slika 24. Usporedba srednjih vrijednosti broja parazita i IM sa *Polydora* indeksom (PI) na dubini od 4 m između postaja

Statističkom obradom srednjeg broja parazita na obje ljušturi po kamenici, posebno srednjeg broja parazita na desnoj i lijevoj ljušturi primjenom Ch^2 testa utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika između različitih postaja na istoj dubini kao i na istim postajama pri različitim dubinama.

Usporedba vrijednosti indeksa mesa provedena Ch^2 testom pokazala je da su vrijednosti slične na svim postajama i dubinama tj. da ne postoje statistički značajne razlike između postaja i dubina. Za razliku od IM, Ch^2 test je pokazao statistički značajne razlike u vrijednosti PI po postajama i dubinama. Utvrđena je manja razlika između postaja na dubini od 4 m nego na dubini od 1 m.

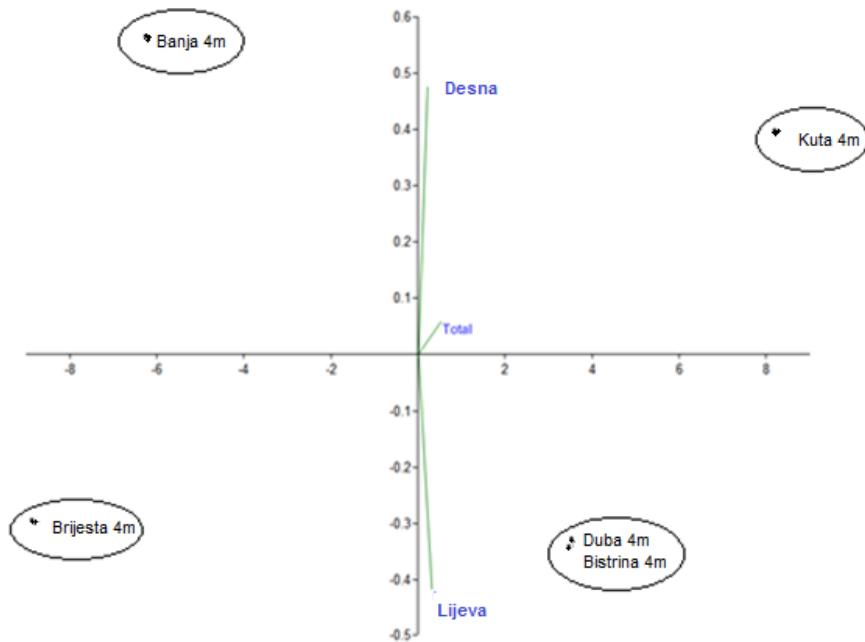
PCA analiza pokazala je da iako postoje statistički značajne razlike između postaja i dubina, neke postaje se mogu svrstati u slične skupine.

Na dubini od 1 m PCA analiza pokazuje sličnosti između postaja Brijesta i Kuta. Ova se sličnost prvenstveno temelji na broju parazita u desnoj ljušturi. Banja i Duba su potpuno različite po ukupnom broju parazita. Bistrina se razlikuje po broju parazita u lijevoj ljušturi u odnosu na druge postaje (Slika 25).



Slika 25. Statističke sličnosti i razlike između postaja s obzirom na stupanj infestacije ljuštura kamenice polihetom *Polydora* sp. na dubini od 1 m dobivene PCA statističkom analizom

PCA analiza na dubini od 4 m pokazuje da su Duba i Bistrina vrlo slične po svim parametrima, dok su sve ostale postaje vrlo različite. Ova analiza je također pokazala da su veće razlike između postaja prisutne na dubini od 1 m u odnosu na dubinu od 4 m (Slika 26).



Slika 26. Statističke sličnosti i razlike između postaja s obzirom na stupanj infestacije ljuštura kamenice polihetom *Polydora* sp. na dubini od 4 m dobivene PCA statističkom analizom

Prema *Cluster* analizi postaje na dubini od 1 m su raspoređene u 3 skupine. Prvu skupinu čine Kuta i Brijesta, drugu Banja i Bistrina, a treću Duba. Pri tome je sukladno rezultatima ove analize najveća unutargrupna varijacija između Banje i Bistrine (varijacija unutar grupe je 26.1), dok je ona značajno niža između Kute i Brijeste (varijacija unutar grupe je 1.7).

Prema *Cluster* analizi postaje Banja i Brijesta na dubini od 4 m su u istoj skupini (varijacija unutar grupe je 3.79). Bistrina i Duba su u drugoj skupini, dok treću skupinu čini Kuta koja se potpuno razlikuje od ostalih postaja.

Isto kao i PCA analiza i *Cluster* analiza je pokazala da, iako postoje statistički značajne razlike, veća je sličnost između postaja na 4 m nego na 1 m.

4. RASPRAVA

U kozmopolitski rod *Polydora* spadaju vrste koje infestiraju ljušturu velikog broja školjkaša. O njihovom utjecaju na komercijalnu kvalitetu kamenica, dagnji, kapica i petrovog uha pišu brojni autori koji pri tome navode da stupanj infestacije i kvaliteta mesa predstavljaju odraz stanja na ograničenom području (Skeel, 1979; Blake i Evans, 1973; Bailey-Brock i Ringwood, 1982; Handley, 1992, 1998; O'Sullivan, 1996; Korringa, 1951; Roughley, 1922, 1925; Houlbert i sur., 1916; Kent, 1979, 1981; Almeida i sur. 1996; Marteil, 1976; Medcof, 1946; Handley i Bergquist, 1997; Cole i Waugh, 1958; Lauckner, 1983; Leloup, 1937; Field, 1922; Dunphy i sur., 2005; Carazzi, 1893; Evans, 1969, Bergman i sur., 1982, Mori i sur., 1985; Hahn, 1989). Kategorizacija kamenica s obzirom na stupanj oštećenja unutrašnje površine ljušture polihetom *Polydora* sp. utvrđena tijekom ovog istraživanja, pokazuje da većina kamenica spada u najbolju tj. kategoriju 0. Kamenice IV kategorije prema francuskoj klasifikaciji (Fleury i sur, 2003), odnosno kamenice koje bi prema američkim kriterijima (NOAA, 2005) bile neprihvatljive za tržište nisu utvrđene.

Sukladno francuskoj klasifikaciji prema indeksu mesa (Fleury, 2003), naši rezultati pokazuju da malostonske kamenice krajem lipnja spadaju u vrhunsku ili u kategoriju izvrstan. Čini se da infestacija ljušture polidorom nema značajnijeg utjecaja na indeks mesa kamenica, što se slaže sa rezultatima istraživanja na području Limskog kanala i Zaljeva Raša (Presečki-Labura, 1987). Za prepostaviti je da je tome uzrok još uvijek relativno mali broj parazita po ljušturi. Clavier (1992) također smatra da vrste roda *Polydora* ne mijenjaju vrijednost indeksa kondicije domaćina kada je parazitarna invazija umjerena.

Nekoliko je autora utvrdilo da školjkaši čija je ljuštura infestirana polihetama imaju nizak indeks kondicije i vodenastu konzistenciju mesa (Roughley, 1922; Skeel, 1979; Cole, 1956; Cole i Waugh, 1958). Houlbert i Galaine (1916) nalaze u jako infestiranim kamenicama smanjenje količine mesa i do 75% u usporedbi s ne infestiranim. Suprotno navedenome, Medcof (1946) te Murad i Mohammed (1972) opisuju "debele zdrave kamenice koje su jako infestirane ovim parazitima". Njihovo je mišljenje da stupanj infestacije polidorom ne utječe na kvalitetu mesa. Ghode i Kripa (2001) su također uočili da je kvaliteta mesa kod blago i srednje infestiranih kamenica

Crassostrea madrasensis nepromijenjena. Isti autori navode i da je kod nekoliko jako infestiranih kamenica meso vodenastije, dok je kod drugih opažen čvrsti plašt sa zrelim gonadama. Moguće je da bi se ovaj utjecaj mogao povezati s količinom hrane, odnosno stupnjem eutrofikacije nekog područja. Pomanjkanje negativnog učinka na rast i količinu mesa kamenice na prostoru bogatom hranom Loosanoff i Engle (1943) objašnjavaju činjenicom da polidora nije parazit u živom tkivu.

U ovom su se istraživanju polihete uglavnom nalazile ispod sedefastog sloja ljuštare u malo zaobljenim ili *U* oblikovanim cjevčicama. Neke od tih cjevčica bile su bez poliheta, samo ispunjene muljem. Također je, slično opisu koji je dao Stephen (1978), uočeno da se više poliheta može smjestiti u isti mjeđuhurić (Slika 17a). Kod nekoliko jače infestiranih kamenica utvrdili smo kanaliće koji se međusobno dodiruju, tj. ulaze jedan u drugi (Slika 17b). Slične nalaze opisali su i Houlbert i sur. (1916). Lauckener (1983) navodi da veliki muljeviti mjeđuhurići mogu smanjiti volumen plaštane šupljine, poremetiti izmjenu vode, dovod hrane i kisika te time utjecati na smanjenje količine mesa i usporavanje rasta kamenica. Brojni autori smatraju da jako infestirane kamenice troše više energije na zacijeljivanje ljuštare, nego na rast, reprodukciju i hranjenje, što rezultira slabijim zdravljem, većoj osjetljivosti na bolesti te povećanjem smrtnosti infestiranih kamenica (Owen, 1957; Larsen, 1978; Korringa, 1952; Murina i sur., 1991; Clavier, 1992). U našem istraživanju su najčešće oštećenje unutrašnje površine ljuštare predstavljali kanalići, dok je utvrđen vrlo mali broj težih oštećenja (muljeviti mjeđuhurići i izrasline) koja bi zahtjevala veliku potrošnju energije za zacijeljivanje ljuštare. To dokazuju i visoke vrijednosti indeksa mesa, koje se prema rezultatima χ^2 testa nisu statistički značajno razlikovale po postajama i dubinama, iako je ovim testom utvrđena statistički značajna razlika u srednjem broju parazita. Tako je primjerice na postaji Banja srednji broj parazita na dubini od 1 m bio 11, a na dubini od 4 m 22.

Tijekom ovog istraživanja najveći srednji broj parazita po jednoj kamenici (22) utvrđen je na postaji Banja na dubini od 4 m. Presečki-Labura (1987) je u zaljevu Raša i Limskom kanalu utvrdila maksimalni srednji broj od tri parazita po ljušturi školjkaša. Ekstremno visoku infestaciju utvrdili su Cole (1956) te Cole i Waugh (1958) u Sjevernom Velsu, gdje je nađeno i do 300 parazita u jednoj kamenici. Usporedba ovih područja ukazuje na značajne razlike u stupnju infestacije, ali na preciznost rezultata vjerojatno utječe i primjenjena metoda. Tijekom naših preliminarnih istraživanja

uspoređeno je nekoliko različitih metoda (MacKenzie, 1961; Korringa, 1952; Stephen, 1978; Nel i sur., 1996; Ghode i Kripa, 2001; Ruellet, 2004; Dunphy i sur., 2005). Kao najpreciznija pokazala se metoda prema Ruelletu (2004), iako su tijela poliheta često bila oštećena. Ovaj je autor ljušturu kamenica fiksirao u otopini fenola koncentracije 500 ppm, a potom je otapao 24 sata u 1M HCl. Navedena metoda je uspoređena s našom vlastitom, čija je osnova četverosatno otapanje ljuštture u 2M HCl uz prethodnu fiksaciju u 10% slanom formalinu kroz sedam dana. Ovaj je postupak pokazao da su polihete dobro očuvane, čime smo izbjegli mogućnost dvostrukog brojanje istog parazita i postigli veću preciznost.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je na gotovo svim postajama i dubinama uzorkovanja u Malostonskom zaljevu srednji broj parazita veći u lijevoj (donjoj) ljušturi nego u desnoj (gornjoj). Iste rezultate u Zaljevu Raša i Limskom kanalu dobila je Presečki - Labura (1987). Loosanoff i Engle (1943) su također tijekom svog istraživanja u Konektikatu utvrđili veći broj mjehurića i izraslina u lijevoj ljušturi što objašnjavaju činjenicom da ona ima veću površinu i volumen od desne. Suprotno navedenome, Stephen (1978) smatra da je gornja ljuštura pogodnija za naseljavanje jer je ravna te polihete lakše prodiru u nju.

Presečki i Labura (1987) navode da su ljušture kamenica iz Zaljeva Raša lakše pucale i drobile se prilikom otvaranja, jer su mnogo krhkije nego ljušture Limskog kanala. Nekoliko autora smatra da do smanjenja čvrstoće ljušture dolazi uslijed povećane stope infestacije polihetama, što ujedno uzrokuje veću podložnost školjkaša predatorima i veći mortalitet (Skeel, 1979; Clavier, 1992; Bower, 1997; O' Connor, 2001; Wargo i Ford, 1993; Calvo i sur., 2000). Tijekom našeg istraživanja je kod svega nekoliko kamenica utvrđena povećana lomljivost ljuštture. To je bio slučaj sa školjkašima koji su pored poliheta roda *Polydora* bile infestirane i spužvom roda *Cliona* (Slika 18) i školjkašem *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767) koji također buši ljušturu kamenice (Slika 19).

Na istraživanim postajama u Malostonskom zaljevu vrijednosti PI su se kretale u rasponu od 0.025 do 0.25. Na obje istraživane dubine najveća vrijednost *Polydora* indeksa utvrđena je na postaji Duba. Na dubini od 1 m ta vrijednost bila je 10 puta veća na postaji Duba (0.25) od one na postaji Kuta (0.025) gdje je vrijednost bila najniža. Ch^2 test je pokazao statistički manju razliku u vrijednostima PI između postaja na dubini

od 4 m, u odnosu na vrijednosti utvrđene na dubini od 1m. Tako je na dubini od 4 m najniža vrijednost utvrđena na postaji Bistrina (0.05), gdje je PI četiri puta niži od onog na postaji Duba (0.2). U usporedbi s rezultatima francuskog državnog monitoringa vrijednosti na istraživanim postajama u Malostonskom zaljevu tijekom našeg istraživanja su značajno niže. Fleury i sur. (2003) navode da je na nekim postajama zabilježen izrazito nizak stupanj oštećenja ljuštare pri čemu je PI bio ispod 0.2, dok je maksimalno utvrđeni PI iznosio 0,67 na postaji l'Aber Benoît.

Na stupanj infestacije ljuštare školjkaša polihetama može utjecati i tehnologija uzgoja tj. dubina uzgoja i nasadna gustoća kamenica. To potvrđuje i Ch^2 test koji je pokazao da postoje statistički značajne razlike između istih postaja na različitim dubinama što se tiče srednjeg broja parazita i PI. Što se tiče postotka kamenica s vidljivim oštećenjima na unutrašnjoj površini ljuštare izazvanim polihetom *Polydora* sp. utvrđeno je da je postotak infestacije na svim postajama osim Dube veći na dubini od 4 m. Nekoliko autora smatra da se prevalencija i intenzitet infestacije može smanjiti ako školjkaši rastu na manjoj dubini, tj. dalje od dna (Bower i sur., 1994a, b; Roughly, 1922, 1925; Handley i Bergquist, 1997). Suprotno navedenome, Loosanoff i Engle (1943) su na nekim područjima duž atlanske obale Sjeverne Amerike ustanovili da su kamenice koje žive u suspenziji više infestirane polihetom *P. websteri* nego kamenice iste vrste koje žive na muljevitom dnu.

Wargo i Ford (1993) smatraju da se spionidne polihete roda *Polydora* prirodno nalaze u maloj koncentraciji, ali je velika gustoća domaćina pogodna za veću gustoću ovih mnogočetinjaša. Budući da na istraživanim postajama nismo uočili velik broj parazita po kamenici kao ni velik PI može se reći da cementiranje kamenica u zadnjoj fazi uzgoja povoljno utječe na rast i količinu mesa kamenice ali i na nižu infestaciju jer kamenice nisu pregusto smještene.

Prema rezultatima ovog istraživanja postotak jedinki s oštećenjima unutrašnje površine ljuštare uzrokovanim polihetom *Polydora* sp. krajem mjeseca lipnja kretao od 50 - 90% na dubini od 1 m, a na dubini 4 m taj je postotak bio nešto viši te se kretao od 70 - 100%. U Limskom kanalu zabilježene su vrijednosti od 88%, a u zaljevu Raša i do 100% (Presečki-Labura, 1987). U vodama Južne Karoline, Lunz (1940, 1941) je uočio da je približno 45% kamenica infestirano vrstom *Polydora ciliata*. Gavrilović i sur. (2008) su istražujući utjecaj indeksa kondicije i stupnja infestacije ljuštare polihetom *Polydora*

sp. na kvalitetu kamenice uzgajane u plastičnim kašetama na području između Otoka života i Uskog u Malostonskom zaljevu utvrdili da je taj postotak u mjesecu lipnju bio oko 34%. Mogući razlog nižem stupnju infestacije koji su utvrdili ovi autori u usporedbi s našim rezultatima predstavlja drugačija uzgojna tehnologija.

U ovom je istraživanju utvrđeno da postoje razlike između srednjeg broja parazita, postotka infestacije i PI po pojedinim postajama na istoj dubini ali i razlike na istim postajama pri različitim dubinama. Moguće je da na nekim postajama prevladavaju povoljniji uvjeti za infestaciju kamenice, s obzirom na razlike u vrijednosti hidrografskih parametara i dostupnosti hrane po pojedinim postajama (Jug-Dujaković i sur., 2010). Značaj nekih hidrografskih parametara na stupanj infestacije ljuštture školjkaša polihetama naglasio je i Stjepčević (1974).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da se kamenice na svih pet postaja na području Malostonskog zaljeva s obzirom na kvalitetu mesa i stupanj oštećenja ljuštura polihetom *Polydora* sp. mogu svrstati u izuzetno kvalitetne.

U odnosu na preliminarno testirane metode, naša se metoda kvantitativnog određivanja stupnja infestacije otapanjem ljuštura s 2M HCl uz prethodnu fiksaciju u 10% slanom formalinu pokazala se najučinkovitijom.

Budući da na istraživanim postajama nismo uočili velik broj parazita po kamenici kao ni velik PI može se pretpostaviti da cementiranje kamenica u zadnjoj fazi uzgoja povoljno utječe na rast i količinu mesa kamenice ali i na nižu infestaciju jer kamenice nisu pregusto smještene.

Srednji broj parazita, postotak oštećenja unutrašnje površine ljuštura i PI su usko specifični za svaku postaju što bi se moglo protumačiti utjecajem različitih hidrografske parametara. Pri tome, na svakoj postaji svi mjereni parametri osim IM se značajno razlikuju u ovisnosti o dubini.

Budućim istraživanjima bi trebalo utvrditi stupanj infestacije spionidnim polihetama tijekom cijelog uzgojnog ciklusa kamenica na nekoliko mjesta, preciznije odrediti period koji je kritičan za infestaciju te istražiti najpovoljnije tehnološke metode koje će doprijeniti smanjenju stupnja infestacije. Radi potpunijih podataka potrebno je u isto vrijeme pratiti količinu dostupne hrane i hidrografske parametre na istraživanim postajama.

6. LITERATURA

- Almeida, M. J., Machado, J., Coimbra, J. 1996.** The effect of *Polydora* sp. infestation on the shell calcification of the oyster *Crassostrea gigas*. Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco's spécial 14: 195-202.
- Amaral, M. J., Costa, M.H. 1999.** Macrobenthic communities of saltpans from the Sado estuary (Portugal). Acta Oecologica 20: 327-332.
- Ambrogi, R., Amoureaux, L., Bedulli, D. 1983.** Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux face au delta du Po. Rapport de la Commission de l'Exploration de la mer Méditerranée, Monaco 28: 189-190.
- Anger, K., Anger, V. i Hagmeier, E. 1986.** Laboratory studies on larval growth of *Polydora ligni*, *Polydora ciliata*, and *Pygospio elegans* (Polychaeta, Spionidae). Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 40: 377-395.
- Annenkova, N. P. 1934.** Kurze übersicht der Polychaeten der litoralzone der Bering-Insel (Kommador Inseln) nebst beschreibung neuer arten. Zoologischer Anzeiger 106: 322-331.
- Bailey-Brock, J. H., Ringwood, A. 1982.** Methods for control of the mud blister worm, *Polydora websteri*, in Hawaiian oyster culture. Sea Grant Quarterly 4(3): 1-6.
- Banse, K. 1986.** Vertical distribution and horizontal transport of planktonic larvae of echinoderms and benthic Polychaetes in an open coastal sea. Bulletin of Marine Science 39: 162-175.
- Bergman, K. M., Elner, R. W., Risk, M. J. 1982.** The influence of *Polydora websteri* borings on the strength of the shell of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. Canadian Journal of Zoology 60: 2251-2256.

Berkeley, E., Berkeley, C. 1936. Notes on Polychaeta from the coast of western Canada. 1. Spionidae. Annals and Magazine of Natural History 18: 468-477.

Blake, J. A. 1969. Reproduction and larval development of *Polydora* from northern New England (Polychaeta: Spionidae). Ophelia 7: 1-63.

Blake, J. A. 1971. Revision of the genus *Polydora* from the east coast of North America (Polychaeta: Spionidae). Smithsonian Contributions to Zoology 75: 1-32.

Blake, J. A. 1996. Family Spionidae Grube, 1850. Including a review of the genera and species from California and a revision of the genus *Polydora* Bosc, 1802. In Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and the western Santa Barbara Channel. Volume 6 - The Annelida. Part 3 – Polychaeta: Orbiniidae to Cossuridae.

Blake, J. A., Kudennov, J. D. 1978. The Spionidae (Polychaeta) from southeastern Australia and adjacent areas with a revision of the genera. Memoirs of the National Museum of Victoria 39: 171-280.

Blake, J. A., Evans, J. W. 1973. Polydora and related genera as borers in mollusk shells and other calcareous substrates (Polychaeta: Spionidae). The Veliger 15: 235-249.

Borja, A., Franco, J., Pérez, V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40: 1100-1114.

Bosc, L. A. G. 1802. Histoire naturelle des Vers, contenant leur description et leurs moeurs ; avec figures dessinées d'après nature. Paris: 324 p.

Bower, S. M. 1997. Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish: shell-boring Polychaetes of Abalone.

Bower, S. M., McGladdery, S. E., Price, I. M. 1994a. Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish: shell-boring Polychaetes of mussels.

Bower, S. M., McGladdery, S. E., Price, I. M. 1994b. Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish: shellboring Polychaetes of scallops.

Breese, W. P., Phibbs, F.D. 1972. Ingestion of bivalve molluscan larvae by the Polychaete Annelid *Polydora ligni*. The Veliger 14: 274.

Caceres-Martinez, J., Macias-Montes de Oca, P., Vasquez-Yeomans, R. 1998. *Polydora* sp. infestation and health of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* cultured in Baja California, NW Mexico. Journal of Shellfish Research 17: 259-264.

Calvo, G. W., Luckenbach, M. W., Allen, S. K., Burreson, E. M. 2000. A comparative field study of *Crassostrea ariakensis* (Fujita 1913) and *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) in relation to salinity in Virginia. Journal of Shellfish Research 20: 221-229.

Carazzi, D. 1893. Revisione del genere *Polydora* Bosc e cenni su due specie che vivono sulle ostriche. Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel 11: 4-45.

Carriker, M. R. 1969. Excavation of boreholes by the gastropod, *Urosalpinx*: an analysis by light and scanning electron microscopy. American Zoologist 9: 917-933.

Claparède, É. de. 1870a. Les Annélides Chétopodes du Golfe de Naples. Seconde partie. Annélides sédentaires. Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève 20: 1-225.

Clavier, J. 1992. Infestation of *Haliotis tuberculata* shells by *Cliona celata* and *Polydora* species. South Australia Department of Fisheries Fisheries Research Paper 24: 16-20.

Clavier, J., Richard, O. 1985. Etudes sur les ormeaux dans la région de Saint-Malo. Rapport de synthèse & bibliographie indexée, Association pour la mise en valeur du littoral de la côte d'Emeraude. Laboratoire Maritime de Dinard: 285.

Cobb, W. R. 1969. Penetration of calcium carbonate substrates by the boring sponge, *Cliona*. American Zoologist 9: 783-790.

Cognetti, G., Maltagliati, F. 2000. Biodiversity and adaptive mechanisms in Brackish Water fauna. Marine Pollution Bulletin 40: 7-14.

Cole, H. A. 1956. A preliminary study of growth-rate in cockles (*Cardium edule* L.) in relation to commercial exploitation. J. Cons. perm. int. Explor. Mer. 22, 77-90.

Cole, H. A., Waugh, G. D. 1958. The problem of stunted growth in oysters. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 24, 355-365.

Daro, M. H., Polk, P. 1973. The autoecology of *Polydora ciliata* along the Belgian coast. Netherlands Journal of Sea Research 6: 130-140.

Dauer, D. M., Maybury, C. A., Ewing, R. M. 1981. Feeding behavior and general ecology of several Spionid Polychaetes from the Chesapeake Bay. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 54: 21-38.

Delcour, A., Meurice, J.C. 1982. Etude au microscope électronique à balayage du développement larvaire de *Polydora ciliata* (Johnston). Cahiers de Biologie Marine 23: 9-20.

Dorsett, D. A. 1961a. The behaviour of *Polydora ciliata* (Johnst.). Tube-building and burrowing. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 4: 577-590.

Dorsett, D. A. 1961b. The reproduction and maintenance of *Polydora ciliata* (Johnst.) at Whistable. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 41: 383-396.

Duchêne, J. C. 1984. Reproductive biology of *Boccardia polybranchia* (Carazzi) in Kerguelen (Subantarctic Province). Polar Biology 2: 251-257.

Duchêne, J. C. 1989. Adelphophagie et biologie larvaire chez *Boccardia polybranchia* (Carazzi) (Annélide Polychète Spionidae) en province subantarctique. Vie et Milieu 39: 143-152.

Dunphy, B. J. Wells, R.M.G., Jeffs, A. G. 2005. Polydorid infestation in the flat oyster, *Tiostrea chilensis*: hyposaline treatment for an aquaculture candidate. Aquaculture International (2005) 13: 351–358.

Eckman, J. E. 1979. Small-scale patterns and processes in a soft- substratum, intertidal community. Journal of Marine Research 37: 437-457.

Eibye-Jacobsen, D., Soares, A. G. 2000. New records of *Scolelepis* (Polychaeta: Spionidae) from the sandy beaches of Madagascar, with the description of a new species. Bulletin of Marine Science 67: 571-586.

Evans, J. W. 1969. Borers in the shell of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. American Zoologist 9: 775-782.

Evans, P. R., Ward, R. M., Bone, M., Leakey, M. 1998. Creation of temperate-climate intertidal mudflats: factors affecting colonization and use by benthic invertebrates and thier bird predators. Marine Pollution Bulletin 37: 535-545.

Field, I. A. 1922. Biology and economic value of the sea mussel, *Mytilus edulis*. Bulletin of the United States Bureau of Fisheries 38: 128-259.

Fleury, P.G., Goyard, E., Mazurié, J., Claude, S., Bouget, J. F., Langlade, A. 2001. The assessing of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) rearing performances by the IFREMER/REMORA network: method and first results (1993-98) in Brittany (France). *Hydrobiologia* 465: 195-208.

Fleury, P.G., Ruelle, F., Claude, S., Palvadeau, H., Robert, S., D'Amico, F., Vercelli, C., Chabirand, J.M. 1999. Réseau de suivi de la croissance de l'huître creuse sur les côtes françaises (REMORA); Résultats des stations nationales, année 1988. Rapport IFREMER DRV-RA-RST 99-03. 44 pp.

Fleury, P.G., Simonne, C., Claude, S., Palvadeau, H., Guilpain, F., D'Amico, F., Le Gall, P., Vercelli, C. et S. Pien. 2003. Réseau Mollusques des Rendements Aquacoles (huître creuse) (REMORA); Résultats des stations nationales, année 2002. Rapport IFREMER DRV/RA - /RST/ 2003-04, str. 49.

Fonseca-Genevois, V. D., Cazaux, C. 1987. *Streblospio benedicti* Webster, 1879 (Annelide Polychaete) dans l'estuaire de la Loire: biologie et ecologie. *Cahiers de Biologie Marine* 28: 231-261.

Galtsoff, P. S. 1964. The american oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service* 64: 1-480.

Gavrilović, A. i Petrinec. Z. 2003. Proizvodnja i tehnologija uzgoja kamenica *O. edulis* u Malostonskom zaljevu – perspektive razvoja. *Veterinarska stanica*, 34 (1) 5-11.

Gavrilović, A., Dujaković, J. Jug., Gjurčević, E., Ljubičić, A. 2008. Utjecaj indeksa kondicije i stupnja infestacije ljuštare polihetom *Polydora* spp. na kvalitetu europske plosnate kamenice *Ostrea edulis* Linneaus, 1758) iz Malostonskog zaljeva. 2 Zbornik radova, 43 Hrvatski i 3 Međunarodni simpozij agronomije, Opatija, Hrvatska./ Pospišil, Milan (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska, str. 742-746.

Ghode, Gajanan, S., Kripa, V. 2001. Polydora infestation on *Crassostrea madrasensis*: a study on the infestation rate and eradication methods. Journal of the Marine Biological Association of India, 43 (1 & 2). pp. 110-119.

Gilles, S. 1991. Observations sur le captage et la croissance de l'huître creuse ouest-africaine, *Crassostrea gasar*, en Casamance, Sénégal. Revue d'Hydrobiologie Tropicale 24: 197-207.

Guérin, J. P. 1991. Elevage de Spionidés (Annélides, Polychètes) en cycle complet : 3. Description du développement larvaire de *Boccardia semibranchiata*. Annales de l'Institut Océanographique 67: 145-154.

Guerin, J. P., Cubizolles, F., 1987. Elevage de Spionidés (Annélides, Polychètes) en cycle complet: 2. Mise en évidence de relations complexes entre les larves de la Polychète *Pseudopolydora antennata* et le copepode harpacticoïde *Tisbe holothuriae*. Annales de l'Institut Océanographique 63: 131-142.

Hahn, K. O. 1989. Handbook of Culture of Abalone and Other Marine Gastropods. CRC Press, Florida, U.S.A.

Haines, J. L., Maurer, D. 1980. Quantitative faunal associates of the Serpulid Polychaete *Hydroides dianthus*. Marine Biology 56: 43-47.

Handley, S. J. 1992. The dynamics of spionid polychaete (mudworm) infestations of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) in northern New Zealand. Unpublished MSc. Thesis. University of Auckland 100pp.

Handley, S. J., Bergquist, P. R. 1997. Spionid Polychaete infestations of intertidal Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg), Mahurangi Harbour, northern New Zealand. Aquaculture 153: 191-205.

Handley, S.J. 1998. Power to the oyster: Do spionid-induced shell blisters affect condition in subtidal oysters?. *Journal of Shellfish Research* 17: 1093-1099.

Hannerz, L. 1956. Larval development of the Polychaete families Spionidae Sars, Disomidae Mesnil, and Poecilochaetidae n. fam. in the Gullmar Fjord (Sweden). *Zoologiska bidrag från Uppsala* 31: 1-204.

Hartman, O. 1943. Description of *Polydora websteri*. in Loosanoff, Victor L. & Engle, James B. "Polydora in oysters suspended in the water". *The Biological Bulletin* 85: 69-78.

Haswell, W. A. 1885. Jottings from the biological laboratory of Sydney University. 1. On a destructive parasite of the rock oyster. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 10: 273-275.

Hempel, C. 1957. Über den Röhrenbau und die Nahrungsaufnahme einiger Spioniden der deutschen Kusten. *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 6: 100-136.

Houlbert, C., Galaine, C. 1916. Sur les causes du chambrage et sur l'entretien raisonnable des bancs d'huîtres naturels. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris* 162: 301-304.

Jacobi, R. 1883. Anatomisch-histologische untersuchung der Polydoren der Kieler Bucht. Thèse, Kiel: 37 p.

Johnston, G. 1838. A catalogue of the British non-parasitical worms in the collection of the British Museum. British Museum, London: 365 p.

Jones, K. K. 1984. Annual secondary production and community dynamics of benthic infauna in a Columbia River estuary mudflat. Thèse, University Corvallis, Oregon: 63 p.

Jug-Dujaković, J. 2010. Izvješće projekta: „Značajke uzgojnih lokaliteta na osnovu praćenja rasta, indeksa kondicije, zdravstvenog statusa i spolnog sazrijevanja uzgojnih populacija kamenice i dagnje (mušule) u području Malostonskog zaljeva“ za 2009. godinu. MARIBIC.

Kaiser, M. J., Cheney, K., Spence, F. E., Edwards, D. B., Radford, K. 1999. Fishing effects in northeast Atlantic shelf seas: patterns in fishing effort, diversity and community structure. VII. The effects of trawling disturbance on the fauna associated with the tubeheads of serpulid worms. *Fisheries Research* 40: 195-205.

Kent, R. M. L. 1979. The influence of heavy infestations of *Polydora ciliata* on the flesh content of *Mytilus edulis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 59: 289-297.

Kent, R. M. L. 1981. The effect of *Polydora ciliata* on the shell strength of *Mytilus edulis*. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer* 39: 252-255.

Korringa, P. 1951. The shell of *Ostrea edulis* as a habitat. *Archives Néerlandaises de Zoologie* 10: 32-152.

Korringa, P. 1952. Recent advances in oyster biology. *Quarterly Review of Biology* 27: 339-365.

Lagadeuc, Y., Brylinski, J. M. 1987. Transport larvaire et recrutement de *Polydora ciliata* (Annélide, Polychète) sur le littoral boulonnais. *Cahiers de Biologie Marine* 28: 537-550.

Larsen, P. F. 1978. *Boccardia hamata* (Polychaeta : Spionidae): a potential pest of the american oyster in the James River, Virginia. *Estuaries* 1: 183-185.

Lauckner, G. 1983. Diseases of mollusca: Bivalvia. in Diseases of marine animals. O. Kinne (Ed.). *Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg*: 477-961.

Leloup, E. 1937. Contribution à l'étude de la faune belge. VIII. Les dégâts causés par le ver *Polydora ciliata* (Johnston) dans les coquilles des bigorneaux et des huîtres. Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique 13: 1-4.

Levin, L. A. i Hugget , D. V. 1990. Implications of alternative reproductive modes for seasonality and demography in an estuarine Polychaete. Ecology 71: 2191-2208.

Levin, L. A., Zhu, J., Creed, E. 1991. The genetic basis of life history characters in a polychaete exhibiting planktotrophy and lecithotrophy. Evolution 45: 380- 397.

Loosanoff, V. L., Engle, J. B. 1943. Polydora in oysters suspended in the water. The Biological Bulletin 85: 69-78.

Lunz, G. R. 1940. The annelid worm, Polydora, as an oyster pest. Science 92: 310.

Lunz, G. R. 1941. Polydora, a pest in South Carolina oysters. Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society 57: 273-283.

Mackay, J., Gibson, G. 1999. The influence of nurse eggs on variable larval development in *Polydora cornuta* (Polychaeta: Spionidae). Invertebrate Reproduction and Development 35 : 167-176.

MacKenzie, C. L., Shearer, J., Shearer, L. W. 1961. Chemical control of Polydora Manahan, D. T. 1990. Adaptations by invertebrate larvae for nutrient acquisition from seawater. American Zoologist 30: 147-160.

Manahan, D. T. 1990. Adaptations by invertebrate larvae for nutrient acquisitionfrom seawater. American Zoologist 30: 147-160.

Manahan, D. T., Wright, S. H. 1991. Uptake of dissolved organic matter from seawater by marine invertebrates: the “Grover C. Stephens’ Era”. American Zoologist 31: 3A.

Marteil, L. 1976. Les compétiteurs. Animaux. *Polydora* sp. La conchyliculture française, juin 1976: 270-271.

McIntosh, W. C. 1868. On the boring of certain annelids. Annals and Magazine of Natural History 2: 276-295.

Medcof, J. C. 1946. The mud-blister worm, *Polydora*, in Canadian oysters. J.Fish.Res.Bd.Can.6(71), 498-505.

Moore, J. M. 1998. Bio-invasions : breaching natural barriers. A Washington Sea Grant Program Publication, University of Washington. Seattle: 19 p.

Moore, J. P. 1907. Descriptions of new species of Spioniform Annelids. Proceedings of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia 59: 195-207.

Mori, K., Sato, W., Nomura, T., Imajima, M. 1985. Infestation of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* by the boring Polychaetes, *Polydora*, on the Okhotsk Sea Coast of Hokkaido, especially in Abashiri waters. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 51: 371-380.

Mortensen, E., Galtsoff, P. S. 1944. Behaviour and tube-building habits of *Polydora ligni*. Biological Bulletin 87: 164-165.

Mouritsen, K. N. 2002. The parasite-induced surfacing behaviour in the cockle *Austrovenusstutchburyi*: a test of an alternative hypothesis and identification of potential mechanisms. Parasitology 124: 521-528.

Mucha, A. P., Costa, M. H. 1999. Macrozoobenthic community structure in two Portuguese estuaries: relationship with organic enrichment and nutrient gradients. Acta Oecologica 20: 363-376.

Murad, B.M., Mohammad, F.L.S., 1972. Infestations of the pearl oyster *Pinctada margaritifera* (Linn) by a new species of Polydora in Kuwait. Arabian Gulf. Hydrobiol. 39 (4), 463-477.

Murina, G. V., Solonchenko, A. I. 1991. Commensals of *Mytilus galloprovincialis* in the Black Sea: *Urastoma cyprinae* (Turbellaria) and *Polydora ciliata* (Polychaeta). Hydrobiologia 227: 385-387.

Nassanov, N. 1924. Sur l'éponge perforante *Clione stationis* Nason. et le procédé du creusement des galeries dans les valves des huîtres. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences d'URSS, Série A 1924: 113-115.

Naylor, J. R., McShane, P. E. 1997. Predation by Polychaete worms on larval and postsettlement abalone *Haliotis iris* (Mollusca: Gasteropoda). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 214: 283-290.

Nel, R., Coetzee, P. S., Van Niekerk, G. 1996. The evaluation of two treatments to reduce mud worm (*Polydora hoplura* Claparède) infestation in commercially reared oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg). Aquaculture 141: 31-39.

Nelson, T. C., Stauber, L. A. 1940. Observation of some common Polychaetes on New Jersey oyster beds with special reference to *Polydora*. Anatomical Record 78: 102-103.

NOAA Chesapeake bay office. 2005. Biological and economic factors affecting aquaculture production of native and non-native oysters in the mid-Atlantic. Quarterly Review: Summer 2005.

O'Sullivan, D. 1996. New Zealand research aids in the fight against mudworm. Austasia Aquacult.9: 29–32.

O'Connor, W. A. 2001. Latitudinal variation in reproductive behavior in the pearl oyster, *Pinctada albino sugillata*. Aquaculture 209: 333-345.

Old, M. 1942. The boring sponges and their effect on shellfish culture. Convention Papers, National Shellfish Association. Philadelphia.

Owen, H. M. 1957. Etiological studies on oyster mortality. II. *Polydora websteri* Hartmann - (polychaeta: spionidae). Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean 7: 35-46.

Petch, D. A. 1989. Variation in the spionid polychaete *Boccardia proboscidea* (Hartman 1940), Ph.D. thesis, University of Melbourne.

Pigeot, J., Miramand, P., Garcia-Meunier, P., Guyot T., Séguignes, M., 2000. Présence d'un nouveau prédateur de l'huître creuse, *Ocinebrellus inornatus* (Récluz, 1851), dans le bassin conchylicole de Marennes-Oléron. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris, Sciences de la Vie 323: 697-703.

Presečki-Labura, Ž. 1987. Praćenje nekih parazita užgajanih dagnji (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck) i kamenica (*Ostrea edulis*, Linnaeus) na istočnoj obali Jadrana. Magistarski rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 109 pp.

Qian, P. Y. and Chia, F. S. 1989. Sexual reproduction and larval development of *Rapidrilus nemasoma* Monticelli, 1910 (Polychaeta: Ctenodrilidae). Canadian Journal of Zoology 67: 2345-2351.

Qian, P.Y., Chia, F. S. 1991. Larval growth, development, and mortality of *Capitella capitata* and *Polydora ligni* are affected by food. Bulletin of Marine Science 48: 477-484.

Qian, P.Y., Chia, F. S. 1993. Larval development as influenced by food limitation in two Polychaetes: *Capitella* sp. and *Polydora ligni* Webster. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 166: 93-105.

Qian, P.Y., Chia, F. S. 1995. Structure of feeding palp and feeding behavior of the spionid polychaete *Polydora polybranchia*. Poster présenté à la Fifth International Polychaete Conference, Qingdao, Chine (2-7 juillet 1995).

Ranade, M. R. 1957. Reversal of phototaxis in the larvae of *Polydora pulchra*, Carazzi (Polychaeta, Spionidae). Nature 179: 151-152.

Roughley, T. C. 1922. Oyster culture on the George's River, New South Wales. Technical Education Series, Australian Museum, Sydney 25: 1-69.

Roughley, T. C. 1925. The perils of an oyster. The Australian Museum Magazine 2 (8): 1-32.

Ruellet, T., 2004. Infestation des coquilles d'huîtres *Crassostrea gigas* par les polydores en Basse-Normandie: recommandations et mise au point d'un traitement pour réduire cette nuisance.

Sagasti, A., Schaffner, L. C., Duffy, J. E. 2000. Epifaunal communities thrive in an estuary with hypoxic episodes. Estuaries 23: 474-487.

Sagasti, A., Schaffner, L.C., Duffy, J.E. 2001. Effects of periodic hypoxia on mortality, feeding and predation in an estuarine epifaunal community. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 258 : 257-283.

Sato-Okoshi, W. 1998. Three new species of Polydorids (Polychaeta, Spionidae) from Japan. Species Diversity 3: 277-288.

Sato-Okoshi, W., Okoshi, K. 2000. Structural characteristics of self-excaveted burrows by boring polydorid species (Polychaeta, Spionidae). Bulletin of Marine Science 67: 235-248.

Sato-Okoshi, W., Sugawara, Y., Nomura, T. 1990. Reproduction of the boring Polychate *Polydora variegata* inhabiting scallops in Abashiri Bay, North Japan.

Sato-Okoshi, W., Takatsuka, M. 2001. *Polydora* and related genera (Polychaeta, Spionidae) around Puerto Montt and Chiloé Island (Chile), with description of a new species of Dipolydora. Bulletin of Marine Science 68: 485-503.

Schlüter, M., Sauter, E., Hansen, H. P., Suess, E. 2000. Seasonal variations of bioirrigation in coastal sediments: Modelling of field data. Geochimica et Cosmochimica Acta 64: 821-834.

Shields, J. D., Buchal, M. A., Friedman, C. S. 1998. Microencapsulation as a potential control technique against sabellid worms in abalone culture. Journal of Shellfish Research 17: 79-83.

Shimeta, J., Hippe, K.R., Witucki, P. E. 2003. Influences of nutritional state and temperature on particle-capture mechanics in the passive suspension feeder, *Polydora cornuta*. Communication orale (session CS05) lors du 2003 Annual Meeting of the American Society of Limnology and Oceanography, Salt Lake City, Etats-Unis (8-14 février 2003).

Shimeta, J., Koehl, M. A. R. 1997. Mechanisms of particle selection by tentaculate suspension feeders during encounter, retention, and handling. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 209: 47-73.

Simon, J. L. 1967. Reproduction and larval development of *Spio setosa* (Spionidae, Polychaeta). Bulletin of Marine Science 17: 398-431.

Skeel, M. E. 1979. Shell-boring worms (Spionidae: Polychaeta) infecting cultivated Bivalve Molluscs in Australia. Proceedings of the World Mariculture Society 10: 529-533.

Snelgrove, P. V., Grant, R., J., Pilditch, C.A. 1999. Habitat selection and adult-larvae interactions in settling larvae of soft-shell clam *Mya arenaria*. *Marine Ecology Progress Series* 182: 149-159.

Söderström, A. 1920. Studien über die Polychätenfamilie Spionidae. Thèse, Uppsala University: 286 p.

Söderström, A. 1923. Ueber das Bohren der *Polydora ciliata*. *Zoologiska bidrag från Uppsala* 8: 319-326.

Soule, J. D. i D. F. Soule. 1969. Systematics and biogeography of burrowing Bryozoans. *American Zoologist* 9: 791-802.

Stenton-Dozey, J. M. E., Jackson, L.F., Busby, A. J. 1999. Impact of mussel culture on macrobenthic community structure in Saldanha Bay, South Africa. *Marine Pollution Bulletin* 39: 357-366.

Stephen, D. 1978. Mud blister formation by *Polydora ciliata* in the indian backwater oyster *Crassostrea madrasensis* (Preston). *Aquaculture* 13: 347-350.

Stjepčević, J. 1974. Ekologija dagnje (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) i kamenica (*Ostrea edulis* L.) u uzgajalištima Bokokotorskog zaliva. *Studia Marina*, 7, str. 5-164.

Stocks, K. I. 2002. Flume experiments on post-settlement movement in polychaetes. *Journal of Marine Research* 60: 743-762.

Terranova, P. L. 1999. Técnicas para el policultivo cultivo de ostras *Crassostrea gigas* y camaron *Penaeus vannamei* en Ecuador. Mémoire de l'ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral), FIMCM (Facultad del Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar). Guayaquil: non paginé.

Ueda, N., Tsutsumi, H., Yamada, M., Hanamoto, K., Montani, S. 2000. Impacts of oxygen-deficient water on the macrobenthic fauna of Dokai Bay and on adjacent intertidal flats, in Kitakyushu, Japan. *Marine Pollution Bulletin* 40: 906-913.

Vaillant, L. 1891. Nouvelles études sur les zones littorales. *Annales des sciences naturelles*, Paris- 7e série Zoologie et Paléontologie 12: 39-50.

Wargo, R. N., Ford, S. E. 1993. The effect of shell infestation by *Polydora* sp. and infection by *Haplosporidium nelsoni* (MSX) on the tissue condition oysters *Crassostrea gigas*. *Estuaries* 16 : 229-234.

Webster, H. E. 1879. The Annelida Chaetopoda of New Jersey. *Annual Reports of the New York State Museum of Natural History* 32: 101-128.

Widdicombe, S., Austen, M. C. 2001. The interaction between physical disturbance and organic enrichment: an important element in structuring benthic communities. *Limnology and Oceanography* 46: 1720-1733.

Williams, J. D. 2000. A new species of *Polydora* (Polychaeta: Spionidae) from the Indo-Pacific and first record of host hermit crab egg predation by a commensal polydorid worm. *Zoological Journal of the Linnean Society* 129: 537-548.

Williams, J. D., McDermott, J. J. 1997. Feeding behavior of *Dipolydora commensalism* (Polychaeta: Spionidae): particle capture, transport, and selection. *Invertebrate Biology* 116: 115-123.

Wilson, D. P. 1928. The larvae of *Polydora ciliata* and *Polydora hoplura*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 15: 567-603.

Wilson, D. P. 1951. Larval metamorphosis and the substratum. *Année Biologique* 27: 491-501.

Zachs, I. 1933. Polychaeta of the North Japanese Sea. Explorations des mers d'URSS 14: 125-137.

Zajac, R. N. 1985. The effects of sublethal predation on reproduction the Spionid Polychaete *Polydora ligni* Webster. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 88: 1-19.

Zajac, R. N. 1991a. Population ecology of *Polydora ligni* (Polychaeta : Spionidae). II. Seasonal demographic variation and its potential impact on life history evolution. Marine Ecology Progress Series 77: 207-220.

Zajac, R. N. 1991b. Population ecology of *Polydora ligni* (Polychaeta : Spionidae). I. Seasonal variation in population characteristics and reproductive activity. Marine Ecology Progress Series 77: 197-206.

Zubia, M., Peyrot-Clausade, M. 2001. Internal bioerosion of *Acropora formosa* in Réunion (Indian Ocean): microborer and macroborer activities. Oceanologica Acta 24: 251-262.