INVAZIVNE TROPSKE ALGE IZ RODA CAULERPA U JADRANSKOM MORU

Ivković, Nikolina

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:681625

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski studij biologije

Nikolina Ivković

Invazivne tropske alge iz roda *Caulerpa* u Jadranskom moru

Završni rad

Mentor: Doc. dr. sc. Filip Stević

Osijek, 2015. godina

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Odjel za biologiju
Završni rad
Preddiplomski studij biologije

Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

Invazivne tropske alge iz roda *Caulerpa* u Jadranskom moru

Nikolina Ivković

Rad je izrađen: Zavod za ekologiju voda
Mentor: Doc. dr.sc. Filip Stević

Sažetak:
Alge *Caulerpa taxifolia* i *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* predstavljaju jednu od najvećih opasnosti za bioraznolikost Jadranskog i Sredozemnog mora. Zahvaljujući brojnim prilagodbama obje vrste su se brzo proširile i naselile sve tipove morskog dna. Masovan razvoj ovih alga dovodi do nestanka autohtonih organizama i stvaranja monokultura. Dosadašnje metode uklanjanja i saniranja područja zahvaćanih ovim invazivnim vrstama nisu se pokazale dovoljno uspješne. Međutim, novija istraživanja usmjerena su na biološku kontrolu različitim herbivornim organizmima koji će se njima hraniti i na taj način značajno smanjiti njihovu brojnost.

Broj stranica: 22
Broj slika: 8
Broj literaturnih navoda: 37
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: invazivne vrste, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa racemosa*, Jadransko more, biološka kontrola

Rad je pohranjen u: knjižnici Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i u Nacionalnoj sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, u elektroničkom obliku, te je objavljen na web stranici Odjela za biologiju

BASIC DOCUMENTATION CARD
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek Bachelor's thesis Department of Biology
Undergraduate studies in Biology

Scientific Area: Natural science
Scientific Field: Biology

Invasive tropical algae of genus *Caulerpa* in the Adriatic Sea

Nikolina Ivković

Thesis performed at Subdepartment of Water Ecology
Supervisor: Filip Stević, Assistant Professor

Abstract:
Due to their numerous adjustment abilities, *Caulerpa taxifolia* and *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* represent the major threat to the biodiversity of the Adriatic and the Mediterranean Sea. Both of the species expand rapidly and colonize different varieties of the seabed which results in disappearing of the indigenous organisms and in generating the monocultures. Although the previous restoration methods of the areas affected by these invasive species prove insufficient, the most recent research, by focusing on the biological control utilizing diversified herbivore species, has reduced the amount of algae significantly.

Number of pages: 22
Number of figures: 8
Number of references: 37
Original in: Croatian

Keywords: invasive species, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa racemosa*, Adriatic sea, biological control

Thesis deposited in: Library of Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek and in National university library in Zagreb in elektronic form. It is also available on the web site of Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. OSNOVNI DIO 2

2.1. Rod *Caulerpa* 2

2.2. *Caulerpa taxifolia* 4

2.2.1. Biologija vrste 4

2.2.2. Invazivni utjecaj 5

2.2.3. Nalazišta u Jadranskom moru 7

2.3. *Caulerpa racemosa* 11

2.3.1. Biologija vrste 11

2.3.2. Invazivni utjecaj 13

2.3.3. Nalazišta u Jadranskom moru 13

2.4. Predatori i globalna kontrola 16

3. ZAKLJUČAK 18

4. LITERATURA 19

1. UVOD

Utjecaj invazivnih vrsta i izravno uništavanje staništa se smatra najvećim uzrokom smanjenja bioraznolikosti na Zemlji (Boudouresque i Verlaque, 2002). U invazivne vrste ubrajamo alohtone organizme koji se brzo razmnožavaju i šire te na taj način potiskuju autohtone organizme. U Sredozemnom moru među velikim brojem invazivnih organizama najveću opasnost za biološku, ekološku i krajobraznu raznolikost infralitoralnog područja predstavljaju zelene morske alge iz roda kaulerpa (*Caulerpa*). Većina ih je podrijetlom iz Crvenog mora, a u Sredozemno more naselile su se nakon prokopa Sueskog kanala sedamdesetih godina 19. stoljeća, koji je spojio Sredozemno i Crveno more i omogućio širenje tzv. „crvenomorskih organizmima" sredozemnim podmorjem (Chisholm i sur., 1995). Prema graditelju Sueskog kanala Ferdinandu Lesepsu, ove se crvenomorske vrste nazivaju i lesepski organizmi.

Vrste *Caulerpa taxifolia* (M. Vahl) C. Agardh i *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (M. Vahl) C. Agardh predstavljaju najveću opasnost za brojne morske ekološke sustave. U zadnjih dvadesetak godina proširile su se cijelim Sredozemnim i Jadranskim morem razvijajući gusta i velika naselja. Fragmentacija talusa uslijed djelovanja morskih struja i valova te prenošenje sidrima i ribolovnim alatima su čimbenici koji su omogućili ovakvo masovno širenje te naseljavanje svih tipova morskog dna. Razvojem naselja na različitim supstratima dolazi do ujednačavanja životnih zajednica u prije značajno različitim zajednicama pjeskovitog, muljevitog i stjenovitog morskog dna, što na kraju dovodi do potpunog povlačenja pojedinih biljnih i životinjskih vrsta i razvoja jednolične livade kaulerpe. Kako bi se spriječio utjecaj invazivnih vrsta radi se na njihovom praćenju i minimaliziranju utjecaja na autohtone organizme te uklanjanju. U tu su svrhu provedeni brojni pokušaji zaustavljanja ovih alga u njihovoj invaziji u okviru projekata koje provodi Institut za oceanografiju i ribarstvo u Splitu, pri čemu su neki bili više, a neki manje uspješni.

2. OSNOVNI DIO

2.1. Rod *Caulerpa*

Kaulerpe su morske zelene alge rasprostranjene u tropskim i umjereno toplim morima. Rod je opisao 1809. godine francuski botaničar Jean Vincent Félix Lamoruox. Ime roda *Caulerpa* potječe od grčke riječi „caulos“, imenici koja znači „stabljika“ i glagolu „erpo“ značenja „puzati“. Lamoroux je vrste roda *Caulerpa* opisao kao alge koje imaju horizontalno, cilindrično, u osnovi šuplje puzajuće stabalce s nitastim strukturama nalik korijenju s donje strane i strukturama nalik listovima s gornje strane (Barsanti i Gualtieri, 2014). Rod *Caulerpa* je jedan od najraznolikijih sistematskih skupina te je do danas opisano preko 80 različitih vrsta, podvrsta, svojti, varijeteta i formi. Rod *Caulerpa* pripada redu Siphonales, razredu Chlorophyceae i odjeljku Chlorophyta. Alge roda *Caulerpa* građene su od puzajućeg razgranatog stabalca koje se za dno pričvršćuje brojnim nitastim korjenčićima i listićima koji se razvijaju prema svijetlu. Ovisno o vrsti alge listići mogu biti različitoga oblika: rasperjani kod vrste *Caulerpa taxifolia*, cjeloviti kod vrste *Caulerpa prolifera* (Forsskål) J. V. Lamouroux ili grozdasti kao kod vrste *Caulerpa racemosa* (M. Vahl) C. Agardh. Alga može imati i nekoliko metara dugačko razgranato stabalce, stotinjak listića i na tisuće korjenčića. Unatoč tim dimenzijama i morfološkoj diferenciranosti cijela je alga izgrađena od samo jedne stanice te su tako kaulerpe najveći jednostanični organizmi na svijetu (Barsanti i Gualtieri, 2014). Unutar alge nalazi se jedna gigantska citoplazma, s brojnim jezgrama i drugim staničnim organelima, koju samo stanična stijenka dijeli od morske vode. Kada dođe do fragmentacije talusa prilikom doticaja citoplazme s morskom vodom nizom biokemijskih reakcija stvara se citoplazmatski čep koji sprječava istjecanje citoplazme. Otkidanje pojedinih dijelova talusa uobičajeno je kod kaulerpi, a fragmentacija, najčešće kao posljedica udaranja valova, jedini je način njihovog nespolnog razmnožavanja. U povoljnim ekološkim uvjetima regeneracija fragmenata i obnavljanje nove alge odvija se vrlo brzo. Osim vegetativnog načina razmnožavanja kidanjem talusa, kaulerpe se razmnožavaju i spolno. Pri spolnom razmnožavanju iz gigantske se citoplazme razvijaju milijuni gameta, mikroskopskih sitnih rasplodnih stanica. Iz roditeljske alge prije izlaska sunca dolazi do ispuštanja muških i ženskih gameta. Muške gamete pokretane bičevima pronalaze veće ženske gamete i s njima se spajaju u zigotu koja odmah tone na dno. Prilikom spolnog razmnožavanja citoplazma sudjeluje u izgradnju gameta, a nakon njihovog ispuštanja roditeljska alga ugiba.

Do danas je u Sredozemnom moru pronađeno osam svojti roda *Caulerpa*: *Caulerpa mexicana, Caulerpa racemosa* var. *turbinata – uvifera, Caulerpa racemosa* var. *lamourouxii f. requienii, Caulerpa racemosa* var. *cylindracea, Caulerpa scalpelliformis, Caulerpa sertularoides* i *Caulerpa taxifolia* alohtone su sredozemne svojte roda *Caulerpa*. Od njih čak sedam svojti nisu autohtoni sredozemni organizmi. *Caulerpa prolifera* (slika 1) jedina je vrsta koja se smatra autohtonom sredozemnom algom. Ona je vjerojatno relikt iz vremena tropskog Tethys mora koje je prije 50 milijuna godina bilo na području današnjeg Sredozemnog mora (Giaccone i Di Martino, 1995). *Caulerpa prolifera* osim u Sredozemnom moru, rasprostranjena je i u mnogim tropskim morima gdje najčešće naseljava plitko, pjeskovito – muljevito dno i raste zajedno s morskim cvjetnicama. U Jadranskom moru, ova vrsta je rijetka, osim na području Albanije. U Hrvatskoj je pronađena na šest lokaliteta, no krajem 2004. godine njeno je prisustvo potvrđeno jedino uz otočić Lokrum, dok se na ostalim područjima povukla, ali razlozi njenog povlačenja nisu posve jasni. Naselje alge *Caulerpa prolifera* uz otočić Lokrum netipično je naselje ove vrste jer raste na kamenitom podmorskom strmcu gdje su iznimno jaki valovi i smanjena količina svijetla (Špan i sur.,1998).



Slika 1. *Caulerpa prolifera* (Forsskål) J. V. Lamouroux (izvor – web 1)

2.2. *Caulerpa taxifolia*

Zahvaljujući lijepom izgledu, brzom rastu i otpornosti na akvarijske uvjete *Caulerpa taxifolia* bila je jedna od najkorištenijih akvarijskih alga još od sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Nije poznato odakle je donesena u europske akvarije. U Sredozemnom je moru prvi puta primijećena 1984. godine ispred Oceanografskog muzeja u Monaku (Meinsez i Hesse, 1991). Za ovu se vrstu smatra da je Sredozemno more naselila nakon slučajnog ispuštanja iz akvarija Oceanografskog muzeja prilikom čišćenja. U Europu stiže 1970. godine u zoološki vrt u Sttutgartu gdje je tijekom dugogodišnjeg kultiviranja stvoren novi varijetet ove tropske alge. Doživjela je brojne genetičke promjene koje su joj omogućile drugačije morfološke i fiziološke osobine nego što ih ima izvorni, tropski oblik ove alge. Do kraja 2000. godine *Caulerpa taxifolia* naselila je morska dna Italije, Španjolske, Tunisa, Francuske i Hrvatske, te je zabilježena na ukupno 130 udaljenih područja (Meinsez i sur., 2001). Na većinu ovih nalazišta naseljena je prinosnim sidrima i ribolovnim alatima, a najviše mrežama. *Caulerpa taxifolia* u uvjetima povećane vlažnosti može preživjeti i nekoliko dana izvan vode te se na taj način ponovnim sidrenjem brodova naseljava na novo područje.

2.2.1. Biologija vrste

Caulerpa taxifolia fluorescentno je zelena makroalga s prepoznatljivim puzajućim stabalcem (kauloidom) debljine 2 do 3 mm, koje se sitnim i tankim korjenčićima(rizoidima) hvata za podlogu (slika 2). Iz puzajućeg stabalca razvijaju se listići (filoidi) koji su rasperjani i mogu narasti od 5 do 65 cm u dužinu. Rasperjani listići vrste *Caulerpa taxifolia* nalikuju listovima crnogoričnog stabla tise (*Taxus baccata*) pa otuda i sam pridjev taxifolia (taxus-tisa, folium- list).

Caulerpa taxifolia raste na osvjetljenim, ali i zasjenjenim prostorima. Gusta naselja razvija na površini pa do 30 - 40 m dubine, no može se naći i na većim dubinama. S obzirom na široku ekološku nišu, ova alga raste u čistom moru, ali i u organski opterećenim područjima, neposredno uz kanalizacijske ispuste. Mediteranski varijetet je euritermna vrsta te podnosi temperaturni raspon od 7 °C do 32,5 °C. Maksimalni salinitet koji može podnijeti je 38 ‰. Zahvaljujući velikom broju prilagodba na različite ekološke uvjete ova alga ima sposobnost razvijanja na svim tipovima dna: pjeskovitom, muljevitom, stjenovitom, gdje svojim brzim širenjem uništava autohtone organizme i razvija jednolične livade.



Slika 2. *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh (izvor - web 2)

Kada alga naseli novo područje započinje njen brzi rast tijekom ljeta raste brzinom od čak 2 cm na dan, a u najgušćim naseljima može imati preko 14 000 listića i 300 metara puzajućeg stabalca po kvadratnom metru. Brojni listići podložni su otkidanju uslijed djelovanja valova, a svaki se nastali fragment kroz desetak dana razvije u novu algu. Fragmentacija alge i njeno obnavljanje su jedini način razmnožavanja u Sredozemnom moru. Do spolnog razmnožavanja ne dolazi unatoč ispuštanju gameta. Sve gamete u Sredozemnom moru su isključivo muške te nije poznato iz kojih razloga ne dolazi do razvoja ženskih gameta (Panayotidis i Žuljević, 2001). Zbog toga se alga razmonožava u Sredozemlju isključivo vegetativno te su sve alge u Sredozemlju genetički jednake odnosno klonovi.

2.2.2. Invazivni utjecaj

Caulerpa taxifolia jedna je od najinvazivnijih organizama na svijetu. Njezino brzo širenje predstavlja veliku opasnost za biološku, ekološku i krajobraznu raznolikost infralitoralnog područja kako Jadranskog mora tako i cijelog Sredozemlja. S obzirom na široku ekološku valenciju *Caulerpa taxifolia* naseljava sve tipove morskog dna: pjeskovita, muljevita i kamenita, međutim najveće promjene događaju se kada se alga širi na kamenitom dnu. Kamenito dno infralitorala najproduktivniji je bentoski pojas u moru. Primarni proizvođači u tom su pojasu alge (na čvrstoj podlozi) i morske cvjetnice (na sedimentnom

dnu), koje trebaju snažniju Sunčevu svjetlost za fotosintezu. Infralitoralnu biocenozu najčešće tvore gusta naselja smeđih algi iz rodova *Cystoseira, Padina* i *Sargassum,* a uz smeđe alge vrlo česti organizmi u toj biocenozi su i brojne spužve. Naseljavanjem kaulerpe na kamenito dno infralitorala dolazi do gotovo potpunog povlačenja autohtonih svojti alga, a svojim brzim širenjem *Caulerpa taxifolia* prerasta autohtone alge i na taj način smanjuje količinu svjetlosti koja im je potrebna za fotosintezu i dolazi do ugibanja algi. S obzirom da se u naseljima algi mnogi organizmi razmnožavaju, hrane i nalaze zaklon, ne samo bentoski već i juvenilni pelagijski organizmi, širenje kaulerpe smanjuje bioraznolikost i tih organizama

Morske cvjetnice, također infralitoralni organizmi, kao što su *Cymodocea nodosa* ili *Posidonia oceanica,* naseljavaju muljevito – pjeskovita dna i širenje kaulerpe uništava i njihove livade. *Posidonia oceanica* strogo je zaštićena vrsta, proizvodi velike količine kisika u moru, sprječava eroziju tla i u svojim livadama pruža utočište brojnim organizmima posebice školjkašima. U tim biocenozama čest organizam je i zakonom zaštićeni školjkaš plemenita periska, *Pinna nobilis*. Naseljavanjem kaulerpe livade vrste *Posidonia oceanica* ugibaju i potrebno je dugo vremena kako bi se ponovo razvile te brojni organizmi ostaju bez svog staništa.

Osim kamenitog dna *Caulerpa taxifolia* naseljava i pjeskovita dna, a iako su takva dna siromašna autohtonim algama ona su svejedno utočište brojnim životinjama poput riba *Trachinus draco* i *Platichthys flesus* kojima pjeskovito dno služi kao kamuflaža. Naseljavanjem alge na pjeskovito dno doći će do razvoja algi s obzirom da su inače pjeskovita dna siromašna autohtonim algama, ali to više neće biti autohtona zajednica pjeskovitog dna već nova livada alge *Caulerpa taxifolia.*

2.2.3. Nalazišta u Jadranskom moru

Vrsta *Caulerpa taxifolia* u Jadranu je prvi put zabilježena 1994. godine u Starogradskom zaljevu. Do danas je alga pronađena u Jadranskom moru jedino u hrvatskom podmorju i to na tri područja s većim brojem lokaliteta (slika 3) - Starigradski zaljev na otoku Hvaru, Malinska na otoku Krku i Barbatski kanal između otoka Raba i otočića Dolin (Iveša, 2001; Žuljević, 2001). Malinska predstavlja jedan od najsjevernijih lokaliteta rasprostranjenosti roda *Caulerpa* u svijetu (Iveša i sur., 2006). Danas je *Caulerpa taxifolia* prisutna jedino na području Starigradskog zaljeva, dok u Barbatskom kanalu i Malinskoj alga nakon provedenih projekata uklanjanja i vrlo niskih zimskih temperatura nije više uočena. U Barbatskom kanalu alga je uspješno uklonjena 2001., a Malinskoj krajem 2005. godine (Iveša i sur., 2006)

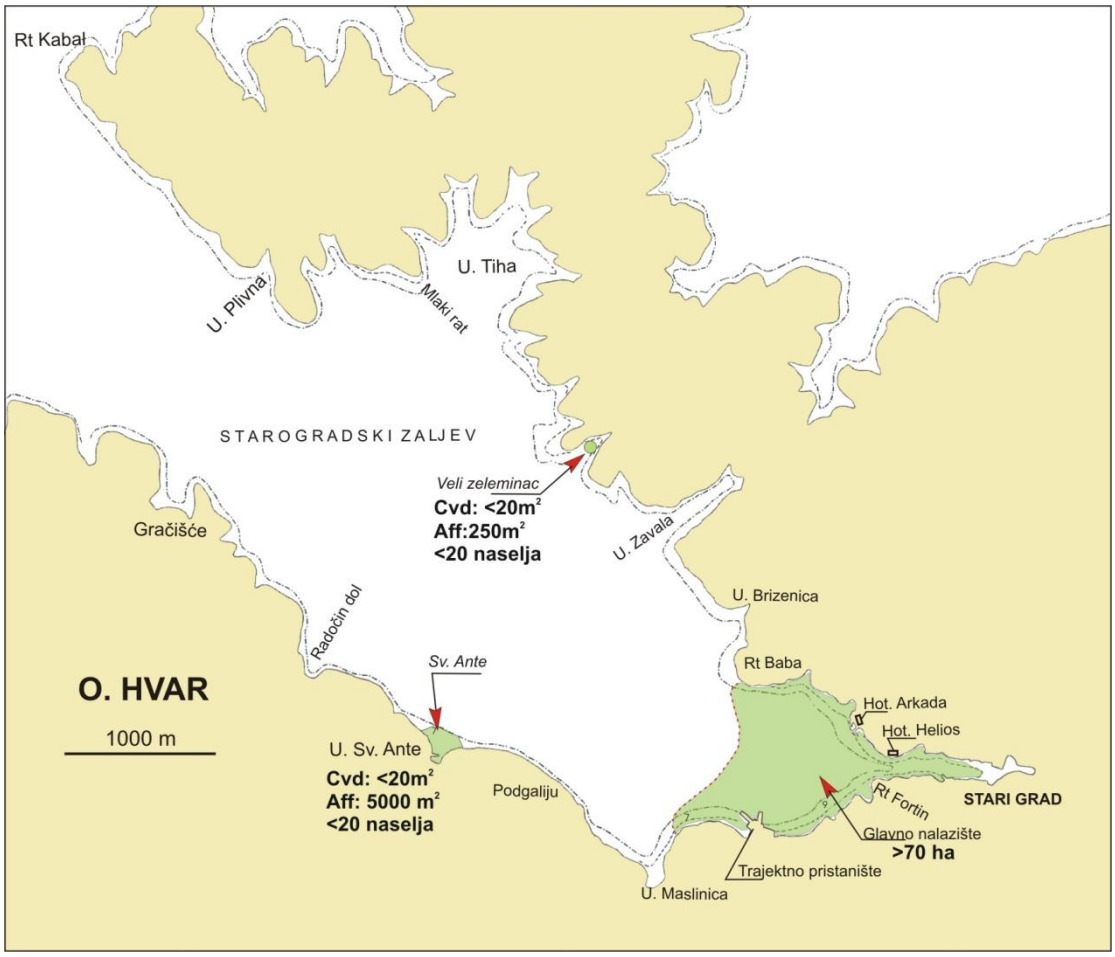


Slika 3. Nalazišta alge *Caulerpa taxifolia* u Jadranskom moru (izvor – web 3)

U Malinskoj je *Caulerpa taxifolia* bila zabilježena na četiri lokaliteta s kojih je bila iskorijenjena usisnim pumpama tijekom 1996. i 1997. godine. Alga je ubrzo rekolonizirala tri lokaliteta. Već 2001. godine algom *Caulerpa taxifolia* prekrivene i zahvaćene površine naglo su se spontano smanjile na svega nekoliko četvornih metara. Na kraju 2004. i 2005. godine, detaljnim pregledom naselja pronađeno je svega nekoliko pojedinačnih talusa. Na kraju 2005. alga je pronađena jedino na nalazištu Kupalište gdje je prekrivala manje od 1 m za razliku od gustog naselja u Starogradskom zaljevu. Talusi su bili slabo razvijeni i teško uočljivi. Samim je time moguće da je određeni broj talusa prisutan i na područjima drugih nalazišta, ali oni

prilikom pregleda nisu bili uočeni. Nije poznato što je uvjetovalo opisano povlačenje alge. Naime, na istraživanom području od 1994. do 2005. godine zimske temperature mora bile su slične i kretale su se u rasponu od 9,5 – 10,5 °C (Iveša i sur., 2006). Smatra se da povlačenje nije uzrokovano niskim temperaturama te da bi neki drugi, za sada nepoznati procesi, mogli imati bitnu ulogu u specifičnosti vegetacijskog ciklusa alge u Malinskoj. U Starogradskom zaljevu vrsta *Caulerpa taxifolia* pronađena je u ljeto 1994. neposredno uz trajektno pristanište. Tijekom 1996. godine, alga je na području Starigradskog zaljeva pronađena na još dva udaljena područja, gdje je naseljena prijenosom ribarskim mrežama (Žuljević i sur., 2003). Do kraja 2005. godine, pored glavnog nalazišta smještenog na dnu Starigradskog zaljeva, alga je na području zaljeva pronađena na još 10 izdvojenih nalazišta. Na području glavnog naselja alga se proširila na površinu od preko 70 ha. Na izdvojenim se nalazištima alga nije širila uobičajenom brzinom zahvaljujući metodama njezinog suzbijanja. Metode koje su korištene su ručno sakupljanje talusa ili podvodnim sisaljkama te prekrivanje crnim plastičnim folijama. Na nekim od izdvojenih nalazišta je u potpunosti uklonjena. U Starogradskom zaljevu je tijekom 2006. godine alga bila rasprostranjena na tzv. glavnom nalazištu te na dva izdvojena nalazišta. Na glavnom je nalazištu algom zahvaćena površina bila veća od 75 ha. Na izdvojenom nalazištu Sv. Ante, alge je bila prisutna na zahvaćenoj površini od oko 2 ha gdje je prekrivala manje od 200 m^2. Na izdvojenim nalazištima Rt Kabal, Radočin dol i Brizenica alga tijekom 2006. godine nije pronađena. Time se još jednom potvrđuje uspjeh provedbe malih projekata uklanjanja alge *Caulerpa taxifolia*, a kojima se uspjelo u potpunosti ukloniti alge na nekim izdvojenim nalazištima, a na drugima spriječiti njeno ubrzano širenje.

Tijekom 2007. godine alga je u Starogradskom zaljevu bila prisutna na tri lokaliteta, glavno nalazište, Uvala sv. Ante i Veli zeleminac (slika 4).



Slika 4. Rasprostranjenost alge *Caulerpa taxifolia* na području Starogradskog zaljeva u rujnu 2007. godine. (izvor – web 4)

Alga je na nalazištu Veli zeleminac zahvatila područje oko 250 m^2, na dubinama od 10 m većinom na pjeskovitom dnu. Nalazište se sastojalo od četiri naselja promjera oko 2 m, šest naselja promjera oko 1 m i tridesetak inicijalnih stadija (talusi alge dužine desetak cm) te brojni fragmenti listića. Iznimno brojni fragmenti listića posljedica su hranjenja puža *Lobiger serradifalci*. Kada se mali broj puževa hrani algom *Caulerpa taxifolia*, oni dovode do fragmentacije talusa i tako pospješuju njeno vegetativno razmnožavanje (Žuljević i sur., 2001). Nalazište u uvali Sv. Ante činilo je desetak naselja promjera oko 1 m, jedno naselje promjera oko 2 m te dvadesetak inicijalnih stadija. Alga je bila razvijena u gustoj livadi cvjetnice *Cymodocea nodosa* na dubinama od 7 do 12 m. Tijekom 2007. godine u okviru projekta „Praćenje, nadzor širenja i uklanjanje invazivnih algi roda *Caulerpa*“ koje provodi Institutu za oceanografiju i ribarstvo iz Splita, alga je uklanjana na lokalitetima sv. Ante i Veli zeleminac u dva navrata. Metode su bile prekrivanje crnim folijama i ručno sakupljanje.

Uklanjanje u uvali Sv. Ante bilo je uspješno te alga 2008. godine tamo više nije pronađena. Međutim pojavilo se novo nalazište Maslinica te je na kraju 2008. godine alga u Starogradskom zaljevu bila prisutna na glavnom nalazištu i dva izdvojena nalazišta (Veli zeleminac i Maslinica). Tijekom zime iz nepoznatih razloga došlo je do iznimnog smanjenja algom prekrivene površine na glavnom nalazištu, a kao najvjerojatniji razlog smatra se niska temperatura. Algom prekrivena površina na glavnom nalazištu smanjivala se i tijekom 2009. iz još uvijek nepoznatih razloga (Žuljević i sur., 2010). Na kraju 2009. godine na izdvojenom nalazištu Maslinica alga je prekrivala manje od desetak kvadratnih metara. Nakon neobjašnjivog smanjenja površine, alga je tijekom ljeta 2012. izgradila gusto naselje, ali jedino između 8 i 15 m dubine, dok pliće alga nije bila prisutna. Financiranje istraživanja alga roda *Caulerpa* je prekinuto pa o vrsti nema novijih detaljnijih informacija.

2.3. *Caulerpa racemosa*

Alga *Caulerpa racemosa* u Sredozemnom moru je prvi put pronađena 1926. godine u podmorju Tunisa gdje je vjerojatno dospjela iz Crvenog mora (Piazzi i sur., 2001). Do početka devedesetih godina zabilježena je mjestimično samo u području istočnog Sredozemlja u Egiptu, Libanonu, Siriji, Izraelu, Tunisu i Turskoj. Alga je 1990. godine pronađena u Libiji u podmorju Tripolija (Nizzamudin, 1991). Od pronalaska u Libiji do 2000. godine *Caulerpa racemosa* iznenađujuće se brzo proširila cijelim Sredozemnim morem i Kanarskim otocima.

Morfološka i genetička istraživanja provedena posljednjih godina pokazala su kako u Sredozemnom moru obitavaju tri varijeteta vrste *Caulerpa racemosa.* Takozvani Hamelov varijetet ili *Caulerpa racemosa* var. *turbinata uvifera* zabilježen je još 1926. godine u podmorju Tunisa i 1931. godine u Levantskom zaljevu. Drugi varijetet *Caulerpa racemosa* var. *lamourouxii* f. *requieni* pronađen je 50-tih godina 20. stoljeća na području Levanta (Verlaque i sur., 2000). Karakteristika ovog varijeteta je odsustvo isperaka na listićima. Oba ova varijeteta i danas su prisutna samo na području jugoistočnog Sredozemlja, gdje su njihova nalazišta vrlo rijetka. Treći varijetet *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* pronađen je 1990. u podmorju Libije, a većina nalaza alge *Caulerpa racemosa* nakon 1990. godine odgovara ovom tzv. invazivnom varijetetu. Genetička istraživanja ovog varijeteta pokazuju veliku srodnost sa algama iz jugozapadne Australije (Varlaque i sur., 2003).

2.3.1. Biologija vrste

Caulerpa racemosa jedna je od najraširenijih tropskih alga zagasito zelene boje, građena je poput svih kaulerpi, od stabalca, listića i korjenčića (slika 5). U gustim naseljima obično prevladavaju puzajuća stabalca koja su pričvršćena za podlogu nitastim korjenčićima, a prema svijetlu razvija grozdaste listiće. Listići su relativno kratki dužine od 3 do 10 cm i na sebi imaju kuglaste isperke.

Caulerpa racemosa se podjednako dobro razvija na kamenitom, pjeskovitom i muljevitom tlu od površine do 40 metara dubine, a pojedinačni talusi pronađeni su i dublje od 60 metara. Ovaj varijetet alge je euritermna vrsta te podnosi veliki temperaturni raspon, što dokazuje njeno uspješno širenje u podmorju oko Vrsara u Istri gdje se temperatura mora tijekom zime spušta i ispod 7 °C. Za razliku od alge *Caulerpa taxifolia* koja se prenosi isključivo sidrima i mrežama, alga *Caulerpa racemosa* ima dodatni učinkovitiji način širenja.

Mjesta pojavljivanja većinom nisu sidrišta i ribolovne pozicije, nego su to često područja izložena snažnim valovima i morskim strujama. Mjesta pojavljivanja sugeriraju kako su morske struje glavni mehanizam njenog širenja (Žuljević i Antolić, 2004). Nalazišta vrste *Caulerpa racemosa* uz istočnu Jadransku obalu (područje Albanije, Crne gore, južni dio hrvatske obale i otoci) potvrđuju ovu teoriju. Većina ovih nalazišta vjerojatno su nastala djelovanjem obalnom jadranskom strujom i valovima tijekom snažnih istočnih i južnih vjetrova. Zbog svoje karakteristične građe tijela *Caulerpa racemosa* sporije tone te se tijekom snažnih valova i strujanja mora fragmenti alge prenose na puno veće udaljenosti od fragmenata vrste *Caulerpa taxifolia.*



Slika 5. *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (izvor- web 5)

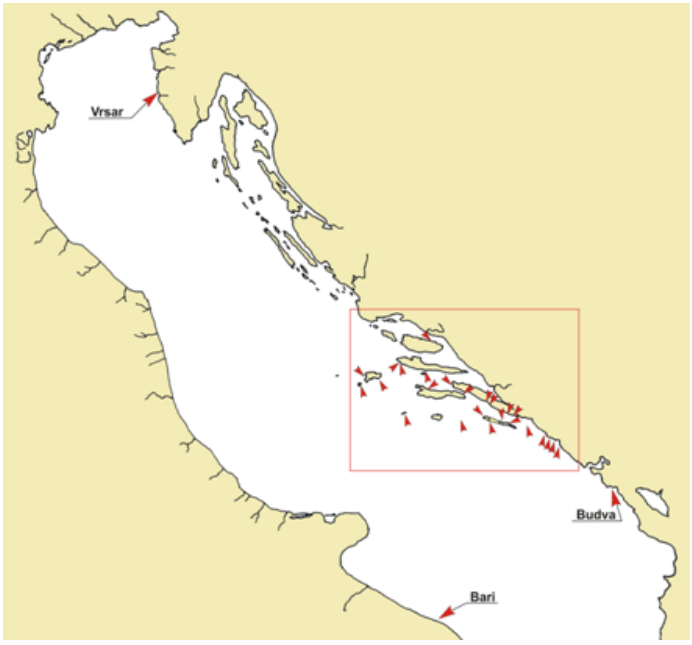
Do sada nije dokazano uspješno spolno razmnožavanje alge *Caulerpa racemosa* u Sredozemnom moru. U Grčkoj su pronađene alge koje su ispuštale muške i ženske gamete, ali se gamete nisu spajale u zigotu i uginule bi u razdoblju od jednog dana (Panayotidis i Žuljević, 2001). U Jadranskom moru su tijekom višegodišnjih istraživanja zabilježene samo ženske gamete. Zbog crvene očne pjege koju imaju ženske gamete, takve roditeljske alge prije ispuštanja gameta imaju smeđe – crvenu obojanost (Žuljević i sur., 2012).

2.3.2. Invazivni utjecaj

Caulerpa racemosa može razviti iznimno gusta naselja na svim tipovima morskog dna, a najgušća naselja su zabilježena na stjenovitom dnu. Gusta naselja prekrivaju autohtone sesilne organizme i onemogućavaju autohtonim algama širenje na takvom prostoru. Unutar guste mreže isprepletenih stabalaca dolazi do značajnog nakupljanja organskih i anorganskih čestica sedimenta. Taj sediment zatrpava autohtone nepokretne organizme i djeluje negativno na autohtone alge. Zbog nakupljanja organskih čestica i njihove biološke razgradnje, ispod spleta alga dolazi do povećane potrošnje kisika i nastanka sumporovodika što dovodi do anoksije. Takvo hipoksično (stanje smanjenje koncentracije kisika) i anoksično (potpuni nedostatak kisika) stanje smrtonosno je za većinu organizama. Tijekom ljeta alga raste 2 cm na dan što joj omogućava prerastanje autohotnih alga i nepokretnih organizama. Posebno je izraženo prerastanje morskih spužvi *Verongia aerophoba* i *Spongia offlicinalis* iz kojih crpi hranjive soli. Alga za svoj rast iskorištava ekskrete spužve kao hranjive tvari. Nakon što alga začepi sve otvore spužvi kroz koje ulazi morska voda dolazi do ugibanja spužve. Biološka razgradnja spužve i oslobađanje hranjivih tvari pogoduje daljnjem razvoju alge. Svojim prerastanjem, zasjenjivanjem i gušenjem autohtonih morskih organizama te razvojem anoksičnih uvjeta alga *Caulerpa racemosa* mijenja bioraznolikost morskog dna. Na opasnost od ove alge ukazali su još 1999. znanstvenici svih sredozemnih država, koji su dali preporuke o potrebi praćenja širenja i utjecaja na postojeće ekološke sustave te potrebi uklanjanja naselja ovog organizma ukoliko je to moguće, a posebno na područjima od iznimne biološke i kulturne vrijednosti (UNEP, 1999).

2.3.3. Nalazišta u Jadranskom moru

Prvi nalaz alge *Caulerpa racemosa* zabilježen je u Jadranskom moru na Paklenim otocima u jesen 2000. godine (Žuljević i sur., 2003). Nalaz je dojavio podvodni ribolovac misleći da se radi o vrsti *Caulerpa taxifolia*. Do kraja 2005. godine alga je zabilježena još uz albansku, crnogorsku i talijansku obalu (slika 6), dok je uz hrvatsku obalu zabilježena na 41 nalazišta. Uz albansku obalu alga je pronađena na dva područja: Dhërmiu i Palerma (Piazzi i sur., 2005). Uz talijansku je obalu uočena tijekom 1999. godine u okolici Barija, ali je nalaz objavljen tek 2004. godine (Bello i sur., 2004). U ljeto 2004. godine alga *C. racemosa* pronađena je uz obalu Crne Gore ispred Budve kod otoka Sv. Nikola, a nakon toga još na tri područja na ulazu u Bokokotorski zaljev.

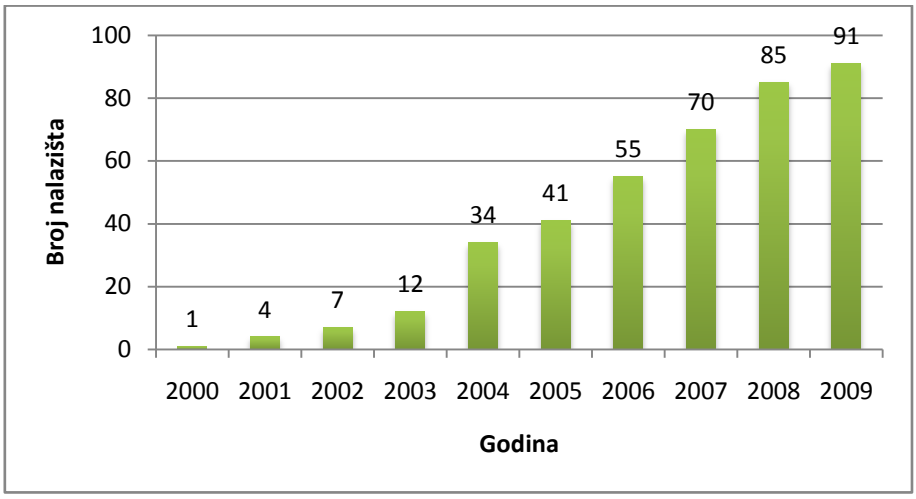


Slika 6. Rasprostranjenost alge *Caulerpa racemosa* u Jadranskom moru na kraju 2005. godine. (izvor – web 6)

Samo godinu dana kasnije (2006.) broj nalazišta bio je 55. Tijekom 2007. godine alga *Caulerpa racemosa* zabilježena je na 12 novih područja te ukupno u hrvatskom podmorju na 70 nalazišta od kojih su dva u Nacionalnom parku Kornati i šest u Nacionalnom parku Mljet (Žuljević i sur., 2007). Osnovni razlog ovako brzog širenja je što se alga primarno širi morskim strujama. Jedini projekt uklanjanja alge *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* provodi se u Nacionalnom parku Mljet na lokalitetima Kanal Soline, Veliko jezero i Brana. Primijenjene metode za uklanjanje alge bile su ručno sakupljanje talusa i prekrivanje crnim folijama. Pretpostavka da alga ne može preživjeti duže od 6 mjeseci ispod folija bila je netočna i prerano podizanje folija tijekom 2006. godine rezultiralo je širenjem alge na nalazištima Kanal Soline i Veliko jezero. Naime *Caulerpa racemosa* ispod crne folije može preživjeti barem dvije godine (Žuljević, 2001).

Tijekom 2008. godine pronađena su neka nova nalazišta ove alge te je na kraju 2008. godine ukupno bilo poznato 84 lokaliteta. Lokaliteti su grupirani u dva geografska područja: dalmatinska grupa koja obuhvaća prostor od Cavtata do Zadra i sjeverno Jadranska grupa koja zauzima prostor od Vrsara do Novigrada. Dalmatinska grupa lokaliteta najvjerojatnije je posljedica širenja alge glavnom Jadranskom strujom koja dolazi uz istočnu obalu Jadranskog mora od Grčke preko Albanije i Crne gore. Nije poznato kako je alga donesena na područje Istre. U zaštićenim područjima, *Caulerpa racemosa* je pronađena u nacionalnim parkovima Kornati i Mljet, te u Parku prirode Lastovo.

Caulerpa racemosa je do kraja 2009. godine pronađena na ukupno 91 lokalitetu u hrvatskom podmorju (slika 7). Tijekom 2009. pronađeno je 6 novih lokaliteta od kojih su dva posebno zabrinjavajuća, a to su nalaz u Uvali Lukovac sa istočne strane Cresa koji je ujedno i prvi nalaz na području Kvarnera te nalaz Punta Luke u Malostonskom zaljevu.



Slika 7. Broj nalazišta alge *Caulerpa racemosa* od 2000. do 2009. godine (izvor – web 7)

Tijekom 2010. godine niti jedan projekt praćenja invazivnih alga nije bio financiran. Iz tih razloga svi raspoloživi podatci prikupljeni su od raznih korisnika mora te je bilo ukupno 9 novih dojava o nalazištima alge *Caulerpa racemosa*, a od njih su dva na području Kvarnera. *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* je na kraju 2012. godine u hrvatskom dijelu Jadrana prisutna na više od 100 lokaliteta.

2.4. Predatori i globalna kontrola

Osim što se vrlo uspješno razmnožava, brzo raste i ima cjelogodišnji talus, dodatni razlog njene uspješnosti je što ne postoje herbivorni organizmi koji kontroliraju njeno širenje. Salpa (*Sarpa salpa*) i hridinski ježinac (*Paracentrotus lividus*) osnovni su makroherbivori u Sredozemnom moru. Međutim, ovi makroherbivori se ne hrane kaulerpom jer ona proizvodi niz toksičnih i odbijajućih spojeva. Kaulerpin je jedan od glavnih metabolita koji kaulerpa proizvodi, a taj alkaloidi neurotoksin ima negativan utjecaj na većinu organizama (Vidal i sur., 1984). Jedina dva sredozemna organizma koja se bez posljedica mogu hraniti kaulerpom su endemični sredozemni puževi golaći *Oxynoe olivacea i Lobiger serradifalci* (slika 8).



Slika 8. Sredozemni puževi golaći *Oxynoe olivacea* (lijevo) *i Lobiger serradifalci* (desno) (izvor – web 8)

Do pojave alohtonih kaulerpi ovi su se puževi hranili jedino autohtonom sredozemnom kaulerpom, vrstom *Caulerpa prolifera*. Ovi se puževi hrane tako da isisavaju gigantsku kaulerpinu citoplazmu. Osim kaulerpi ne postoje druge alge koje imaju dovoljno veliku citoplazmu da bi ju puževi mogli isisavati. Invazivne vrste kaulerpi imaju također gigantsku citoplazmu kao i autohtona alga *Caulerpa prolifera*, a puževi su se hraneći ovom vrstom evolucijski adaptirali na toksične metabolite.

Premda se sredozemni puževi *Oxynoe olivacea i Lobiger serradifalci* uspješno hrane invazivnim algama, oni ne mogu utjecat na njihovo širenje Sredozemnim morem (Thibaut i Meinesz, 2000). Razlog je u tome što ovi puževi ne mogu postići brojnu populaciju. Puževi polažu brojna jajašca iz kojih se razvijaju planktonske ličinke koje ostaju u stupcu mora oko tri tjedna. Za to vrijeme ličinke vrebaju brojni predatori, a i ekološki uvjeti u moru često nisu povoljni za njihovo preživljavanje. Ukoliko prežive u stupcu mora tri tjedna i zateknu se u plitkom moru gdje raste kaulerpa puževi će preživjeti. Međutim vjerojatnost za to je vrlo mala

i to je razlog zbog čega ne dolazi do uspostavljanja brojnije populacije koja bi mogla utjecati na širenje kaulerpi.

U drugim morima gdje žive kaulerpe postoje brojne vrste srodnih puževa koje su također prilagođene isključivo hranjenju jednostaničnim kaulerpama. Među njima postoje vrste koje polažu jaja iz kojih izlaze potpuno razvijeni puževi, a kod takvih vrste ne dolazi do raznošenja planktonskih ličinki pa su šanse da će se razviti na naselju kaulerpi puno veće i mogu izgraditi guste populacije. Ideja o biološkoj kontroli širenja invazivnih kaulerpi zasniva se baš na pronalasku ovakvih organizama (Thibaut i Meinesz, 2000).

Osim biološke kontrole herbivornim organizmima, kaulerpe se u Jadranu uklanjaju različitim metodama. Pojedinačni talusi se sakupljaju ručno ili podvodnim sisaljkama, a ukoliko se radi o većim naseljima morsko dno se prekriva crnim plastičnim folijama kako bi im se oduzelo za rast potrebno svijetlo. Metoda sa crnim plastičnim folijama za sada je najučinkovitija. Alga mora biti prekrivena folijama duži vremenski period, a to je većinom problem jer folije bude oštećene pod utjecajem morskih valova, sidra i ribolovnih mreža. Osim što folije uništavaju kaulerpu one uništavaju i autohtone organizme. Takve zajednice se dosta brzo obnavljaju no svako uništavanje morske cvjetnice *Posidonia oceanica* gotovo je neobnovljiv proces jer je brzina njezinog rasta oko samo 1 cm godišnje (Antolić i sur., 2008).

Uklanjanje algi *Caulerpa racemosa* preporuča se jedino na područjima od iznimne biološke i kulturne vrijednosti i ukoliko alga nije naselila područje veće od 10 m^2. Jedini projekt uklanjanja u Hrvatskoj provodi se na području Velikog jezera u Nacionalnom parku Mljet. Ondje je širenje alge zaprijetilo jedinstvenom ekološkom sustavu i u Sredozemnom moru najvećem koraljnom grebenu. *Caulerpa racemosa* prijeti svojim širenjem u Velikom jezeru kamenom koralju *Cladocora caespitosa* koji gradi taj greben pa širenje kaulerpe dovodi do ugibanja koraljnih polipa (Kružić i sur., 2008).

3. ZAKLJUČAK

Utjecaj invazivnih vrsta i izravno uništavanje staništa su najveći uzrok smanjenja bioraznolikosti. Alge *Caulerpa taxifolia* i *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* predstavljaju jednu od najvećih opasnosti za biološku, ekološku i krajobraznu raznolikost infralitoralnog područja Jadranskog i Sredozemnog mora. Značajke ovih vrsta su brzo širenje prinosnim sidrima, ribolovnim alatom, morskim strujama i valovima, brzi rast i razvoj, naseljavanje svih tipova morskog dna, mogućnost preživljavanja izvan vode u uvjetima povećane vlažnosti i proizvodnja toksičnih metabolita.

Masovnim razvojem ovih vrsta na različitim supstratima dolazi do ujednačavanja životnih zajednica na različitim tipovima morskog dna što na kraju dovodi do potpunog povlačenja pojedinih biljnih i životinjskih vrsta i razvoja monokulture kaulerpe.

Dosadašnje metode uklanjanja i saniranja područja zahvaćanih ovim invazivnim vrstama nisu se pokazale dovoljno uspješne. Istraživanja je potrebno usmjeriti na biološku kontrolu herbivornim organizmima, posebno u područjima koja oni nastanjuju te imaju evolucijske prilagodbe na toksične metabolite kaulerpi i hrane se isključivo njima.

4. LITERATURA

Antolić B, Žuljević A, Despalatović M, Grubelić I, Cvitković I. 2008. Impact of the invasive green alga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* on the epiphytic macroalgal assemblage of Posidonia oceanica seagrass rhizomes in the Adriatic Sea, *Nova Hedwigia* 86 (1-2): 155-167.

Bello G, Casavola N, Rizzi E. 2004. Aliens and visitors in the southern Adriatic Sea: effects of tropicalization. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit*., 491pp.

Boudouresque CF, Verlaque M. 2002. Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Marine Pollution Bulletin* 44: 32 – 38.

Chisholm JRM, Jaubert JM, Giaccone G 1995. *Caulerpa taxifolia* in the northwest Mediterranean: introduced species or migrant from the Red Sea? *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences*. Paris. Série D 318D:1219-1226.

Giaccone G, Di Martino V. 1995. Genus *Caulerpa* in the Mediterranean Sea: Ancient remnant Tethys basin biologically reconnected with Indo-Pacific flora *Biologia marina mediterranea*. Genova vol. 2, no. 2, pp. 607-612.

Iveša Lj, Devescovi M. 2006. Seasonal vegetation patterns of the introduced *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta) in the northern Adriatic Sea (Vrsar, Croatia). *Period. biol*., 108, 111-116.

Iveša Lj. 2001. Analiza naselja tropske zelene alge *Caulerpa taxifolia* (Vahl.) C. Ag. (Malinska, otok Krk). Magistarski rad. PMF. Zagreb: 77 str.

Iveše Lj, Jaklin A, Devescovi M. 2006. Vegetation patterns and spontaneous regression of *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh in Malinska (Northern Adriatic, Croatia). *Aquatic Botany* 85: 324–330.

Kružić P, Žuljević A, Nikolić V. 2008. The highly invasive alga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* poses a newthreat to the banks of the coral Cladocora caespitosa in the Adriatic Sea. *Coralreefs* 27(2): 441 pp.

Meinesz A, Belsher T, Thibaut T, Antolić B, Mustapha KB, Boudouresque CF, Chiaverini D, Cinelli F, Cottalorda JM, Djellouli A, El Abed A, Orestano C, Grau AM, Ivesa L, Jaklin A, Langa H, Massuti-Pascual E, Peirano A, Tunesi L, De Vaugelas J, Zavodnik N, Žuljević A.

2001. The introduced green alga *Caulerpa taxifolia* continues to spread in the Mediterranean. *Biol. Inv*., 3 (2), 201-210.

Meinesz A, Hesse B. 1991. Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée Occidentale. *Oceanol. Acta*,14: 415-426.

Nizamuddin M. 1991. The Green Marine Algae of Libya. *Elga Publisher* (Bern)

Panayotidis P, Žuljević A. Sexual reproduction of the invasive green alga *Caulerpa racemosa* var. *occidentalis* in the Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*. 24 (2001) , 2; 199-203.

Piazzi L, Meinesz A, Verlaque M, Akçali B, Antolić B, Argyrou M, Balata D, Ballesteros E, Calvo S, Cinelli F, Cirik S, Cossu A, D'archin R, Djellouli AS, Javel F, Lanfranco E, Mifsud C, Pala D, Panayotidis P, Peirano A, Pergent G, Petrocelli A, Ruitton S, Žuljević A, Ceccherelli G. 2005. Invasion of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea: an assessment of the spread. Cryptogamie *Algol*., 26 (2), 189-202.

Piazzi L, Ceccherelli G, Cinelli F. 2001. Threat to macroalgal diversity: effects of the introduced green alga *Caulerpa racemosa* in Mediterranean Mar. Ecol. Prog. Ser., 210: 149-159.

Špan A, Antolić B, Žuljević A. 1998 – The genus *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) in Adriatic Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit*., 35 (2): 584-585.

Thibaut T, Meinesz A. 2000. Are the Mediterrane anascoglossan molluscs *Oxynoe olivacea* and *Lobiger serradifalci* suitable agents for a biological control against the invading tropical alga *Caulerpa taxifolia*? *C R Acad Sci Ser III Sci Vie* 323: 477 – 488.

UNEP: Proceedings of the workshop on invasive *Caulerpa* species in the Meditrranean, Heraklion, Crete, Greece, 18 – 20 March 1998. MAP Tehnical Reports Series No. 125, UNEP, Athens 1999

Verlaque M, Boudouresque CF, Meinesz A, Gravez V. 2000. The *Caulerpa racemosa* complex (Caulerpales, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea. *Bot. Mar*., 43: 49 – 68.

Verlaque M, Durand C, Huisman JM, Boudouresque CF, Le Parco Y. 2003. On the identity and orgin of the Mediterranean invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta). *Eur. J. Phycol.* 38 pp.

Vidal JP, Laurent D, Kabore A, Rechencg E, Boucard M, Girard JP, Escale R, Rossi JC. 1984. Caulerpin, caulerpicin, *Caulerpa scalpelliformis*: comparative acute toxicity study. *Bot* Mar, 27, 533–537.

Žuljević A, Antolić B. 2004. The spread of the invasive variety of *Caulerpa racemosa* in the Adriatic Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit*., 466 pp.

Žuljević A, Antolić B, Nikolić V, Cvitković I, Despalatović M, 2010. Spreading of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* along the Eastern Adriatic coast. *Biological invasions*

Žuljević A, Antolić B, Nikolić V, Despalatović M, Cvitković I. 2012. Absence of successful sexual reproduction of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the Adriatic Sea. *Phycologia* 51 (3): 283-286.

Žuljević A, Antolić B, Onofri V. 2003. First record of *Caulerpa racemosa* (Caulerpales: Chlorophyta) in the Adriatic Sea. *J. M. B. A.*, 83, 711-712.

Žuljević A, Nikolić V, Onofri V, Sršen P, Štefan A, Kružić P, Fabrio K, Obarčanin A, Petrić M. 2007. Eradication of invasive alga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in National park Mljet (Croatia). *Rapp Commint Mer Médit*.; 38: 649.

Žuljević A, Thibaut T, Elloukal H, Meinesz A. 2001. Sea slug disperses the invasive *Caulerpa taxifolia*. *J. M. B. A.*, 81, 343-344.

Žuljević A. 2001. Pojava i širenje vrste *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) u Jadranu. Magisterij. PMF Zagreb,: 134str.

Barsanti L, Gualtieri P, 2014. Algae: Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology, Second Edition CRC Press

Web izvori:

Web 1 - http://farm3.staticflickr.com/2873/12181881045_315e1edc9c_z.jpg - preuzeto 13.3.2015

Web 2 - http://www.pagurus.it/images/Schede-Acquario/Schede-Mediterraneo/Alghe/Alga-Killer/Caulerpa_Taxifolia_2.jpg - preuzeto 13.3.2015.

Web 3 - http://baltazar.izor.hr/azopub/azo_dohvati_slike?p_ime=F784484011/AZ03_1.gif - preutzeto 30.7.2015

Web 4 - http://baltazar.izor.hr/azopub/azo_dohvati_slike?p_ime=F1788356142/PJ2007_3_3_Fig_3_3_1.jpg - preuzeto 30.7.2015.

Web5 - http://www.dzzp.hr/slike_upload/20120604/dzzp201206041238570.jpg - preuzeto 13.3.2015.

Web6 - http://baltazar.izor.hr/azopub/azo_dohvati_slike?p_ime=F1319374887/AZ03_5.gif preuzeto 30.7.2015.

Web 7 - http://baltazar.izor.hr/azopub/bindex preuzeto 4.8.2015.

Web 8 - http://www.alessandrofalleni.com/home/images/sezione_marina/05_MOLLUSCHI_MOLLI/Lobiger%20Serradifalci%20(A)%20Img%200176.jpg

http://sacoglossa.myspecies.info/sites/sacoglossa.myspecies.info/files/oxynoe_viridis_img_1142.jpg - preuzeto 4.8.2015