

SPREMINJANJE BIOMASE FITOBENTOSA Z GLOBINO

CHANGES OF THE PHYTOBENTHOS BIOMASS ACCORDING
TO DEPTH

Ivka Munda

Biološki inštitut Jovana Hadžija, Ljubljana

UVOD

Na Atlantskih obalah Evrope se vrše kontinuirana in ekstenzivna raziskovanja biomase fitobentosa, predvsem v naseljih fukacej in laminarij (n.pr. Baardseth, 1954, 1955, 1958, 1970, Grenager, 1953, 1954, 1955, 1956, 1958, Printz, 1957, Vadas in Ring, 1969, Walker, 1946/47, 1948, 1950, 1954 in drugi).

Fukaceje nudijo surovino za krmo živini in se uporabljajo kot gnojilo, medtem ko so laminarije predvsem uporabne v alginatni industriji. Poleg kvantitativno dominantnih vrst so še posamezne vrste rdečih in rjavih alg uporabne v posebne namene, kot n.pr. v farmacevtski, tekstilni, živilski in kozmetični industriji itd.

V Mediteranu, kjer je izkoriščanje fitobentosa v industrijskem merilu še vprašanje bodočnosti, so tudi tovrstna kvantitativna raziskovanja še maloštevilna.

To velja tudi za raziskave kemijske sestave fitobentosa (n.pr. Pellegrini M., 1968, Pellegrini L., 1970, Pellegrini M. in Pellegrini L., 1970, Munda, 1962 itd).

Kvantitativne podatke za mediteranske alge daje Bellán - Santini (1963, 1967), Špan (1964, 1969), ki je študiral naselja jadranskih cistozir, Pignatti (1968), Pignatti in Giaccone (1967) ter Giaccone in Pignatti (1967). Zavodnik (1967) in Munda (1972) dajeta podatke o naseljih vrste *Fucus virsoides* iz severnega Jadrana, Simonetti, Giaccone in Pignatti (1970) pa o naseljih vrste *Gracilaria confervoides*.

Munda (1973) podaja podatke o ekološko pogojenih variacijah biomase fitobentosa zahodno-istrske obale. To delo se nanaša tako na kvantiteto kot na kemično sestavo biomase evlitorala in zgornjega sublitorala.

V sklopu teh raziskav sem v poletnem aspektu vegetacije opazovala spreminjanje biomase fitobentosa z naraščajočo globino.

PROBLEMATIKA IN METODA DELA

Prejšnja raziskovanja biomase fitobentosa istrske obale (Munda, 1973) so obsegala le evlitoral in zgornji sublitoral, do globine 2 m. Meritve so se vršile tako na obali kot na otočkih rovinjskega arhipelaga.

Dodatno sem poleti na profilu Velika Figarola-Mučja raziskovala tudi nižje sublitoralne predele. Tu je bil napravljen globinski profil na liniji 200 m. Vzdolž te linije sem merila biomaso fitobentosa v ekvidistantnih točkah.

Ta globinski profil ponazarja razporeditev biomase fitobentosa, kot je razvidno iz priložene tabele. Razdalje od obale, označene v tabeli, so merjene od spodnje meje evlitoralne zone.

Biomasa fitobentosa sem določevala kot mokro težo na enoto površine morskega dna. Meritve so bile opravljene s pomočjo okvira dimenzij $1/4 \text{ m}^2$, v katerem sem pobrala celotne populacije. Sledilo je sortiranje v dominantne, kodominantne in spremljajoče vrste, v katerih sem posebej določevala suho težo, pepel in posamezne organske komponente.

Suho težo sem določevala s sušenjem prob pri 110°C . Upepelitev je bila opravljena pri 400°C . V etru topne snovi sem določala s pomočjo ekstrakcije po Sohletu, proteine po Kjeldahlovem postopku, manitol po metodi Cameron et al., alginsko kislino pa po metodi Ca acetata, ki bazira na ionski izmenjavi in je bila že uporabljena v mojih prejšnjih delih.

Množina pepela in posameznih organskih komponent je izražena na bazi suhe teže in preračunana na enoto površine morskega dna.

BIOMASA FITOBENTOSA KOT FUNKCIJA GLOBINE
JUNIJ (grami na kvadratni meter morskega dna)
VELIKA FIGAROLA — MUČJA

razdalja—globina	mokra teža	suha teža	pepel	organska snov	manitol	masti	proteini	alginska kislina
EULITORAL:								
0 m	0 m							
<i>Fucus virsoides</i>	2720	435	209	226	19,1	14,9	24,3	82,0
SUBLITORAL:								
10 m	0,5 m:							
<i>Cystoseira barbata</i>	5032	1190	810	380	72,0	8,5	63,5	251,0
20 m	1 m:							
<i>Cystoseira adriatica</i>	9500	2114	1135	979	58,7	32,1	114,0	454,5
40 m	5 m:							
<i>Cymodocea nodosa</i>	390	44	18	26	—	0,4	7,5	—
60 m	8 m:							
<i>Cymodocea nodosa</i>	350	40	10	22	—	0,3	6,8	—
80 m	8,5 m:							
<i>Cymodocea nodosa</i>	355	41	17	24	—	0,3	6,9	—
100 m	10 m:							
<i>Cymodocea nodosa</i>	200	23	9	14	—	0,2	3,9	—
120 m	12,5 m:							
<i>Cymodocea nodosa</i>	380	43	18	25	—	0,4	7,3	—
140 m	13 m:							
<i>Cymodocea nodosa</i>	400	45	20	25	—	0,4	7,6	—
160 m	15 m:							
<i>Cymodocea nodosa</i>	55	6	2	4	—	0,0	0,1	—

KVALITATIVNE IN KVANTITATIVNE SPREMEMBE FITOBENTOSA Z GLOBINO

Na profilu Velika Figarola—Mučja, kjer sem proučevala kvantiteto in kemično sestavo fitobentosa, je obala v zgornjih nivojih sestavljena iz kompaktnega apnenca jurskega in kredskega izvora, v nižjih nivojih pa je dno peščeno-muljevito.

Severni Jadran predstavlja v celoti plitvo območje šelfa, z maksimalno globino 70 m. V raziskanem področju Istre pa znaša maksimalna globina le 37 m.

Na omenjenem profilu na razdalji 200 m od obale je bila maksimalna globina 20 m.

I KVALITATIVNE SPREMEMBE VEGETACIJE Z NARAŠČAJOČO GLOBINO odn. razdaljo od obale so bile v glavnem sledeče:

Evlitoralno zono prekriva na otoku Velika Figarola širok pas endemne vrste *Fucus virsoides*, v njegovi podrasti pa smo našli predstavnike rodov *Gelidium* in *Gelidiella* (*Gelidiella lubrica*, *Gelidiella tenuissima*, *Gelidium pusillum*, *Gelidium pulchellum* itd.) ter vrste *Sphacelaria olivacea*, *Laurencia obtusa*, *Cladophora repens*, *Ulva rigida*, *Hildenbrandia prototypus*, *Lithothamnion lenormandii*. V spomladanskem aspektu vegetacije se zona vrste *Fucus virsoides* prekriva z zono vrste *Ceramium diaphanum*, ki nastopa poleti le v posameznih primerkih.

V zgornjem sublitoralju prevladuje gosto naselje vrste *Cystoseira barbata*, v katerem je epifit *Jania rubens* kodominanten element. Ostale vrste, ki jih je najti v tem pasu, k celotni biomasi ne prispevajo bistveno. Omembe vredne spremljajoče vrste te zone so: *Laurencia obtusa*, *Laurencia paniculata*, *Cladophora rupestris*, *Cladophora repens*, *Cystoseira abrotanifolia*, *Pseudolithophyllum expansum*, *Alsidium helminthochortos*, *Spacelaria olivacea*, *Sphacelaria cirrhosa*, *Padina pavonia*, *Acetabularia mediterranea*, *Nitophyllum sandrianum*, *Antithamnion cruciatum*, *Wrangelia penicillata*, *Chondria dasyphylla*.

Pod pasom, v katerem prevladuje *Cystoseira barbata*, sem našla zono z izrazito dominanco vrste *Cystoseira adriatica*. Tu nastopata še vedno v znatnih množinah vrsti *Jania rubens* in *Cystoseira barbata*. Zraven nastopajo še vrste *Anadyomene stellata*, *Udotea petiolata*, *Peyssonelia squamaria*, *Rytiphloeia tinctoria*, *Rhodymenia corallicola*, *Rhodophyllis bifida*, *Polysiphonia rigens* in *Halimeda tuna* kot značilni spremljajoči elementi.

Vegetacija cistozir preneha, kjer trdno, skalno dno preide v peščen in muljevit substrat. Tam se začenja vegetacija morske trave *Cymodocea nodosa*.

V razdalji 40 m od obale, ustrezno globini 5 m, je zgornji sloj naselij morske trave. Spremljajoče vrste v naselju so tu sledeče: *Cystoseira adriatica*, *C. barbata*, *Acetabularia mediterranea*, *Padina pavonia*, *Dictyopteris membranacea*, *Dilophus fasciola*, *Cladophora rupestris*, *Sphacelaria cirrhosa*, *Melobesia farinosa*.

Opazovanje 60 m od obale, ustrezno globini 8 m, kaže kompaktno naselje trave *Cymodocea nodosa*, v katerem so cistozire že redko zastopane. Floristična sestava je sledeča: *Cystoseira barbata*, *Dictyopteris membranacea*, *Dictyota dichotoma*, *Udotea petiolata*, *Leathesia difformis*, *Valonia utricularis*, *Jania*

rubens, *Sphacelaria cirrhosa*, *Sporochnus pedunculatus*, *Cladophora rupestris*, *Melobesia farinosa*, *Lithothamnion* sp..

Floristična sestava in gostota naselij travnikov *Cymodocea nodosa* kaže v razdalji 80 m od obale (globina 8,5 m) še podobno sliko, vendar so cistozire že izginile iz populacije in število spremljajočih vrst alg pada. Glavne spremljajoče vrste so bile sledeče: *Jania rubens*, *Acetabularia mediterranea*, *Padina pavonia*, *Rytiphloea tinctoria*, *Sporochnus pedunculatus*, *Alsidium helminthochortos*, *Udotea petiolata*, *Leathesia difformis* in *Dictyota dichotoma*.

V razdalji 100 m od obale, odgovarajoč globini loma, je bilo naselje morske trave znatno redkejše in spremljano od sledečih vrst alg: *Udotea petiolata*, *Halimeda tuna*, *Anadyomene stellata*, *Leathesia difformis*, *Padina pavonia* in *Melobesia farinosa*.

Z naraščajočo globino postaja naselje morske trave zopet gostejše, kot n.pr. v globini 12,5 m, 120 m od obale. Spremljajoče alge nastopajo le v posameznih primerkih, kot n. pr. *Laurencia obtusa*, *Dictyota dichotoma*, *Lithothamnion* sp.. V globini 13 m, 140 m od obale otoka, je naselje *Cymodocea nodosa* gosto in kontinuirano, vendar skoro brez spremljajočih alg. Najdeni so bili le posamezni primerki *Alsidium helminthochortos*, *Nitophyllum sandrianum* in *Lithothamnion* sp..

Globina 15 m, ustrezno oddaljenosti 160 m od obale, pa predstavlja spodnjo mejo naselij morske trave. Tu je naselje redko, brez spremljajočih vrst.

V razdaljah 180 in 200 m od evlitoralne zone, ustrezno globini 20 m, pa je bilo peščeno-muljevito dno brez vegetacije.

II POGLED NA RAZPOREDITEV BIOMASE FITOBENTOSA V VERTIKALNI SMERI kaže na raziskovanem profilu maksimalno vrednost v globini 1 m, 20 m od obale. Tu doseže naselje vrste *Cystoseira adriatica* skupno s spremljajočimi vrstami biomaso 9500 g/m² in odgovarja produkciji 114 g proteinov in 454,5 g alginske kisline na enako enoto morskega dna.

Biomasa evlitoralne populacije vrste *Fucus virsoides* kaže v poletnem aspektu na raziskovanem profilu vrednost 2720 g/m², kar odgovarja produkciji 24,3 g proteinov in 82,0 g alginske kisline na kvadratni meter. Očitno je, da v zgornjih nivojih sublitorala biomasa fitobentosa narašča z globino odn. razdaljo od obale.

Naselje vrste *Cystoseira barbata* kaže znatno višjo biomaso kot naselja *Fucus virsoides*, t.j. 5032 g/m² in s tem kaže produkcijo 63,5 g proteinov in 251 g alginske kisline na isto enoto površine.

Kot omenjano, doseže biomasa fitobentosa najvišjo vrednost v zgornjem sublitoralu, v globini 1 m, 40 m od obale. Za tem je bil opazen oster padec biomase na globinskem pragu 1 do 5 m. Ta padec kvantitete biomase fitobentosa je asociiran s prehodom iz trdnega v peščen substrat in s tem s prehodom naselja cistozir v travnike morske trave *Cymodocea nodosa*.

Travniki *Cymodocea nodosa* kažejo enakomerno razporeditev biomase z globino odnosno razdaljo od obale. Neizrazit minimum je bil opaziti le v globini 10 m. Ti travniki se raztezajo na opazovanem področju v globini 5 do 10 m, njihova horizontalna ekstenzija pa je približno 100 m. Floristična sestava populacij *Cymodocea nodosa* se postopoma spreminja in število spremljajočih vrst alg pada z globino odnosno z razdaljo od obale. Le v zgornjih nivojih so cistozire še zastopane v travnikih morske trave.

Omembe vredno je, da se giblje produkcija proteinov v kompaktnih naseljih morske trave med 3,9 in 7,6 g/m².

Na opazovanem profilu je bilo videti oster padec biomase naselja morske trave na globini 15 m, 160 m od obale.

To redko naselje je bilo skoro brez spremljajočih vrst bentoskih alg.

Globina 20 m, ustrezno razdalji 180 in 200 m od obale, pa je bila brez vegetacije.

Spodnja meja bentoske vegetacije v raziskanem področju Istre je variabilna in odvisna predvsem od konfiguracije morskega dna, osvetlitve in drugih lokalnih faktorjev okolja.

SPLOŠNE UGOTOVITVE

Evlitoralna zona severnega Jadrana je karakterizirana z dobro razvitim pasom endemne vrste *Fucus virsoides*, ki doseže najvišjo biomaso na zmerno izpostavljenih rastiščih. Prejšnja opazovanja so pokazala (Munda, 1972) da biomasa populacij fukusa narašča proti poletju.

Splošen pojav je narast biomase fitobentosa zmerno eksponiranih lokalitet na meji med evlitoralom in sublitoralom, t.j. v naseljih cistozir. Mejo med populacijami fukusa in cistozir pod takimi pogoji lahko smatramo za biološko mejo med evlitoralno in sublitoralno zono. Biomasa naselij cistozir očitno narašča z globino, kar velja le za zgornji sublitoral. Kjer sega trden substrat globlje, nadomešča cistozire naselje sargasuma (*Sargassum linifolium*), ki kažejo v poprečju nižjo biomaso (Munda, 1973). Oster padec kvantitete biomase pa je opaziti tam, kjer skalnati substrat preide v peščenega, kot je bilo videti na opazovanem profilu. Travniki morske trave *Cymodocea nodosa* kažejo enakomerno razporeditev biomase z globino odnošno naraščajočo razdaljo od evlitorala in se razredčijo šele na svoji spodnji meji. Variacije z globino so tu izražene predvsem v floristični sestavi populacije, pri čemer število spremljajočih vrst pada z globino. Dokaj oster prehod je bil v našem primeru opaziti v globinski razdalji 13 do 15 m, kjer se naselje morske trave razredči in ne kaže več spremljajočih vrst alg. Globina 15 do 20 m pa predstavlja spodnjo mejo vegetacije na opazovanem področju.

Predhodna opazovanja kvantitete in kemične sestave fitobentosa obalnega področja zahodne Istre se nanašajo za zaporedna leta in na lokaliteti skalnate obale in rovinjskega arhipelaga (Munda, 1973). Ta opazovanja se nanašajo le na evlitoral in na zgornji sublitoral. Pokazala so, da se nahaja večina vrednosti biomase na omenjenem obalnem področju v utežnem razredu 0 do 500 g mokre teže na kvadratni meter, popreček vseh meritev na tem področju pa znaša 1606 g mokre teže fitobentosa na kvadratni meter.

Ta prispevek pa obravnava globinsko razporeditev biomase ki se nanaša le na določen profil raziskovanega področja med poletnim aspektom vegetacije, ko je biomasa populacij cistozir in fukusa v splošnem zvišana.

POVZETEK

Biomasa fitobentosa sem opazovala na izbranem profilu istrske obale v severnem Jadranu.

Biomasa je izražena kot mokra teža na kvadratni meter morskega dna. Analizirana je bila tudi glede na vsebnost pepela, manitola, v etru topnih snovi, alginske kisline in proteinov.

Opaziti je bilo naraščanje biomase alg z naraščajočo globino, kar je bilo najbolj izraženo na meji med evlitoralom in sublitoralom. Maksimalne vrednosti biomase so bile najdene v zgornjem sublitoralju.

Biomasa fitobentosa je pokazala oster padec tam kjer skalnati substrat preide v muljevito-peščeno dno. Tam nadomeste travniki morske trave *Cymodocea nodosa* populacije cistozir.

SLOVSTVO

- Baardseth E., 1954: Kvantitative tare-undersökkelser i Lofoten og Salten i sommeren 1952. Norsk Inst. for Tang-og Tareforskning, Rep. 6, 1—47.
- Baardseth E., 1955: A statistical study of the structure of the Ascophyllum zone. Ibid. Rep. 11, 1—34.
- Baardseth E., 1958: The quantitative composition of the fucoid zone. Ibid. 20, 7—11.
- Baardseth E., 1970: A square -scanning, two -stage sampling metod of estimating seaweed quantities. Ibid. 33, 1—41.
- Baardseth E. and Haug A., 1953: Individual variation of some constituents in brown algae and reliability of analytical results. Ibid. Rep. 2, 1—23.
- Béllan-Santini D., 1963: Etude quantitative du peuplement à *Cystoseira stricta* (Mont.) Sauv. Rapp. et proc. verbaux de la C.I.E.S.M. 17, 2, 133—138.
- Béllan-Santini D., 1967: Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur le substrat rocheux (Études qualitatives et quantitatives). Thèse. Marseille, 396 pp.
- Colman J. S. and Stephensen A., 1966: Aspects of the ecology of a »tideless« shore. H. Barnes edit. Some contemporary studies in marine science. London, 163—170.
- Ercegović A., 1958: Sur l'étagement de la végétation benthique en Adriatique. Rapp. et proc. verbaux de la C.I.E.S.M. 14, 2, 519—524.
- Ercegović A., 1959: Écologie des algues marines. Coll. Internat. C. N. R. S., 81, 25—36.
- Grenager B., 1953: Kvantitative undersökkelser av tareforekomster på Kvitsøy og Karmøy 1952. Norsk Inst. for Tang og Tareforskning. Rep. 3, 1—53.
- Grenager B., 1954: Kvantitative undersökkelser av tareforekomster på Tustna 1952 og 1953. Ibid. 5, 1—33.
- Grenager B., 1955: Kvantitative undersökkelser av tareforekomster i sør- Helgeland 1952-og 1953. Ibid. 7, 1—70.
- Grenager B., 1956: Kvantitative undersökkelser av tareforekomster i øst- Finnmark 1953. Ibid. 13, 1—37.
- Grenager B., 1958: Kvantitative undersökkelser av tang- og tareforekomster i Helgøy, Troms 1953. Ibid. 21, 1—31.
- Giaccone G. and Pignatti S., 1967: Studi sulla produttività primaria del fitobentos nel Golfo di Trieste, II. Nova Thalassia 3, 2.
- Lewis J. R., 1955: The ecology of rocky shores. Univ. press, London.
- Munda I., 1962: Geographical and seasonal variations in the chemical composition of some Adriatic brown algae. Nova Hedwigia 4, 1/2, 263—274.
- Munda I., 1972: Seasonal and ecologically conditioned variations in the *Fucus virsoides* association from the Istrian coast (Northern Adriatic). Razprave SAZU, 15, 1, 1—33.

- Munda I., 1973: The production of biomass in the settlements of benthic algae in the Northern Adriatic. *Bot. marina*, 15, 218—244.
- Pellegrini M., 1968: Contribution à l'étude chimique des algues méditerranéennes. Thèse. Marseille-Luminy, Faculté des sciences. 1—156.
- Pellegrini L., 1970: Contribution à l'étude des glucides de quelques espèces méditerranéennes du genre *Cystoseira* Agardh, Pheophycées. Thèse. Marseille-Luminy. 1—303.
- Pellegrini L. et Pellegrini M., 1970: Sur d'éventuelles possibilités d'exploitation de quelques *Cystoseira* méditerranéennes. *Ann. de la S.S.N.A.T.V.* 22, 133—138.
- Pignatti S., 1968: Recherches sur la productivité de la végétation benthique dans le golfe de Trieste. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 19, 2, 209—211.
- Pignatti S., 1962: Associationi di alghe marine sulla costa veneziana. *Memorie*, 32, 3, 1—134.
- Pignatti S. and Giaccone G., 1967: Studi sulla produttività primaria del fitobentos nel Golfo di Trieste. I. *Nova Thalassia*. 3, 1, 1—17.
- Printz H., 1957: Norges forekomster av drivtang og drivtare. *Norsk Institutt for tang-og tareforskning. Rep.* 18, 1—50.
- Simonetti G., Giaccone G. and Pignatti S., 1970: The seaweed *Gracilaria confervoides*, an important object for autecologic and cultivation research in the northern Adriatic Sea. *Helgoländer wiss. Meeresunt.* 20, 89—96.
- Špan A., 1964: Preliminarna kvantitativna ispitivanja cistozira u okolici Splita. *Acta Adr.*, 11, 34, 255—260.
- Špan A., 1969: Quantities of the most frequent *Cystoseira* species and their distribution in the northern Adriatic. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 6, 383—387.
- Vadas R. L. and Ring P., 1969: An evaluation of the seaweed resources of Maine. *Res. in life sci.*, 16—22.
- Walker F. T., 1946/47: A seaweed survey of Scotland Fucaceae. *Proc. Linn. Soc. London*, Session 159.
- Walker F. T., 1948: Sublittoral seaweed survey. *J. Ecol.*, 35, 166.
- Walker F. T., 1950: Sublittoral seaweed survey of the Orkney Islands. *Ibid.* 38, 139.
- Walker F. T., 1954: Distribution of Laminariaceae around Scotland. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 20, 160.
- Zavodnik D., 1967: The community of *Fucus virsoides* (Don.) J. Ag. on a rocky shore near Rovinj (Northern Adriatic). *Thalassia jugoslavica* 3, 105—113.

CHANGES OF THE PHYTOBENTHOS BIOMASS ACCORDING TO DEPTH

Ivka Munda

SUMMARY

The biomass of the phytobenthos was studied on a selected profile of the Istrian coast in the Northern Adriatic.

The biomass was expressed as fresh weight per square metre of the sea floor and further analysed for the ash content as well as for the contents of mannitol, ether soluble substances, alginic acid and protein.

An increase of the algal biomass with the increasing depth and distance from the shore was found, this increase being rather pronounced on the level of the eulittoral — sublittoral junction. Maximum values of the biomass were observed in the upper sublittoral.

The biomass of phytobenthos showed a rather abrupt decrease where the rocky slopes give way to a sandy-muddy ground and thus meadows of the seagrass *Cymodocea nodosa* replace the *Cystoseira* settlements.

