

JOSIP LINARDIĆ

STUDIJE O JADRANSKOM FUKUSU

(*Fucus virsoides* Don. J. Ag.)

(*S 1 tablom i 26 slika u tekstu*)

P R E D G O V O R

Autor ove studije Josip Linardić, pok. asistent Botaničkog zavoda Prirodoslovnog fakulteta sveučilišta u Zagrebu, započeo je ovaj rad na izučavanju jadranskog fukusa još godine 1939., a stvarno je rad bio već završen koncem godine 1940. Manuskript u prvom sastavu bio je gotov početkom godine 1941., kada je nastupila invazija neprijatelja i okupatora u Jugoslaviju. Među prvim okupatorskim žrtvama kao mučenik pao je i autor zbog svoga političkog i nacionalnog osvjedočenja. Nakon prvog istupa patriotske omladine uhapšen je i doveden pred posebni sud, a dne 4. VIII. 1941. suđen na smrt i strijeljan. Tako je položio svoj mladi život za narodno oslobođenje.

Kada je redaktor »Acta Botanica« nakon rata povraćen na svoj položaj kao upravnik Bot. instituta, koji je zauzimao prije rata, našao je rukopis Linardićev neoštećen u Botaničkom zavodu. Kako je istraživanje Linardićevo vršeno pod njegovim vodstvom, preuzeo je na sebe dužnost, da rukopis definitivno priredi za štampu. Rukopis je bio isprva spreman kao doktorska disertacija za fakultet, ali još nije prošao stručnu reviziju, pa je bilo potrebno, da se izvrši konačna redakcija rukopisa za štampu. Rukopis je zadržao svu suštinu autorova rada, te je samo s formalne strane dotjeran i tako priređen za štampu. Od mnogobrojnog dokumentarnog materijala u crtežima zadržano je samo najbitnije.

Redaktor.

U V O D

God. 1937. u mjesecu prosincu zapazio sam na obalama zaliva Martinšćice kod Sušaka neobično lijepo razvijenu vegetaciju jadranskog fukusa — *Fucus virsoides* (Don.) J. Ag. Tom sam prigodom opazio, da se ova mrka alga pojavljuje naročito na položajima u neposrednoj blizini izvora slatke vode, gdje osobito bujno raste i prekriva kamenitu podlogu litoralne zone. G. prof. dr. V. V o u k upozorio me je tom prilikom, da je jadranski fukus jedan zanimljivi predstavnik flore Jadranskog mora, na kojeg su se algolozi sistematičari do sada samo djelomično osvrtnali, što je uostalom i prikazano u njegovoj publikaciji »Bilješke o jadranskom fukusu« (1938). Potaknut time prihvatio sam se studija te alge i odlučio obraditi neka pitanja, koja nisu dovoljno proučena ili su samo nabačena ili nisu uopće niti načeta.

Iscrpna morfološka ispitivanja na jadranskom fukusu nisu vršena. Koliko mi je poznato, morfoloških radova o jadranskom fukusu ima tek nekoliko. Na anatomiju, ali samo nabačeno i vrlo sumarno, osvrnuo se je već M e n e g h i n i još god. 1842. uz kratak opis morfologije i primjera varijabilnosti jadranskog fukusa. Iz novijeg doba našao sam u literaturi tek ove radove: S. C o l a istraživala je sadržaj plinova u receptakulima i anomalnim mješinama bilateralnih krila talusa, a E. K ü s t e r je samo djelomično ispitao zacjeljivanje povrijeđenih dijelova talusa. Svi ostali radovi o toj algi odnose se samo na opisivanje oblika i to do J. A g a r d h a pod vrlo različitim sinonimima, što je kroz historiju njenog ispitivanja skrivilo mnoge nejasnoće, dovelo do zabuna i zamjenjivanja s drugim, atlantskim vrstama i njihovim varijetetima (S a u v a g e a u). Pitanje sistematskog položaja jadranskog fukusa kao zasebne vrste ostalo je sve do danas za algologe prijeporno. Stoga me je razloga taj morfološki i sistematski problem jadranskog fukusa u prvome redu zainteresirao, i to tim više, što se radi o specifičnoj jadranskoj algi, koja je više rasprostranjena na našim, nego na italjskim obalama Jadrana.

Budući da anatomija vegetativnih kao i reproduktivnih organa jadranskog fukusa do sada uopće nije bila obrađena, nastojao sam da je proučim, osobito s gledišta fiziološko-anatomskog da bismo prema funkcionalnom principu mogli razlikovati staničja ili tkiva, koja se kod ove alge nalaze na razmjerno visokom stupnju diferencijacije.

Pored opće anatomije vršio sam i uporedna anatomska ispitivanja primjeraka sakupljenih na raznim staništima duž sjevernih i južnih obala Jadrana, koji su međusobno pokazivali manje ili veće habituelne razlike. Ta sam komparativna ispitivanja poduzeo u svrhu što jasnijeg uvida i boljeg poznavanja varijabilnosti, naročito svojstvene jadranskom fukusu, kako bih mogao ustanoviti osnovne kriterije, koji opravdavaju razlikovanje ove vrste od ostalih oceanskih vrsta kao i njenih forma (varijeteta).

Na rezultate morfologije priključio sam samo djelomična mikrokemijska ispitivanja — kemijski sastav staničnih membrana, intracelularnih lamela i njenih derivata, zatim dokazivanje asimilacijskog produkta fukozana pomoću intravitalnog bojadisanja protoplasta, koja do sada na ovoj algi nisu vršena.

Ekologijska i horologijska ispitivanja nisu na jadranskom fukusu uopće dosljedno provedena. Zato sam proveo opažanja o ekologiji alge, a napose odredio odnose prema temperaturi vode i uzduha, salinitetu, ritmu plime i oseke, supstratu, ekspozi-ciji, valovima i t. d., a na ta sam priključio i horologijska opažanja s ciljem, da se riješi pitanje areala ove alge. Mišljenja nekih algologa s obzirom na geografske granice rasprostranjenja jadranskog fukusa nisu se slagala. Meneghini navodi još 1842. god., da je jadranski fucus nađen i izvan obala Jadrana u ostalom Mediteranu: Livorno (Savi) i Napoli (Klein, L o B i a n c o). F o r t i drži, da se u navedenim slučajevima vjerojatno radi o vrsti *Fucus vesiculosus*, koja je izbačena na obale Mediterana. («Probablement, il's agirait aussi d'une fronde du *Fucus vesiculosus* plutôt que du *Fucus virsoides*. La position géographique de Livorno, ville placée sur la coté entre Albissola et Nâples semble le prouver» p. 6.). Sličan je i slučaj nalaza *F. vesiculosus* u Ligurskom zalivu, o kojemu je izvjestio P i c c o n e. Kasnije nitko više nije u algologijskim publikacijama spominjao nalaze jadranskog fukusa na ova dva lokaliteta kao ni u cijelom Mediteranu izvan Jadrana.

Ardissone je već 1886. god. tvrdio, da navodni nalazi u Mediteranu nisu mogući i da se radi o zabuni. Njegovo je uvjerenje, da jadranski fukus raste samo u Jadranskom moru. Time je on prvi načeo problem endemizma ove alge. Međutim se poslije njega do danas nije nitko našao, osim Sauvagea u-a, da bi na drugi način tumačio prisutnost fukusa u Jadranskom moru. To me je ponukalo, da pored morfologije ispitam i ekološki i horologijske prilike jadranskog fukusa, jer je poznavanje tih prilika neophodno potrebno, da bi se objasnile specifične osobine i karakteri, koji služe kao osnovni kriteriji za utvrđivanje sistematskog položaja i njegove endemične naravi.

Za ta istraživanja stavio je g. prof. Vouk na raspolaganje svoju zbirku herbarskih primjeraka sakupljenih u razno doba godine ponajviše u okolici Splita. Taj kao i kasnije diljem naše jadranske obale sabrani vlastiti materijal, omogućio je komparativni morfologijski studij.

Ispitivanja sam osim na terenu vršio najvećim dijelom u Botaničkom zavodu sveučilišta u Zagrebu, a kraće vrijeme u Oceanografskom institutu u Splitu. Za postignute rezultate dužan sam hvalu u prvome redu g. prof. dr. V. Vouku, pod čijim sam savjetima započeo i dovršio ispitivanja. Dužan sam hvalu i dr. A. Ercegoviću, tada predstojniku Oceanografskog instituta u Splitu, koji mi je za vrijeme boravka u tom zavodu išao u susret i pomogao u radu. Zahvaljujem predstojnicima i naučnim radnicima inozemnih znanstvenih ustanova: gg. dru. K. H. Rechingerru (Naturhistorisches Museum, Botanische Abteilung, Wien), dru. St. Petkovu univ. prof. u Sofiji, dru. B. Longo (R. Istituto di Biologia marina, Taranto), dru. A. Baldacci (prof. univ. Bologna), prof. Eleonori Francini (Istituto di Botanica della R. Università di Bari), koji su mi dali podatke o odnosima geografskog rasprostranjenja jadranskog fukusa. Zahvaljujem isto tako svima onima, koji su mi sabiranjem primjeraka jadranskog fukusa na raznim staništima, koja sam nisam mogao posjetiti, upotpunili moju herbarsku kolekciju, kojom sam se rukovodio za vrijeme ispitivanja, kao i onima, koji su mi u bilo kojem pogledu pomogli, da završim ovaj rad.

I

MORFOLOGIJA

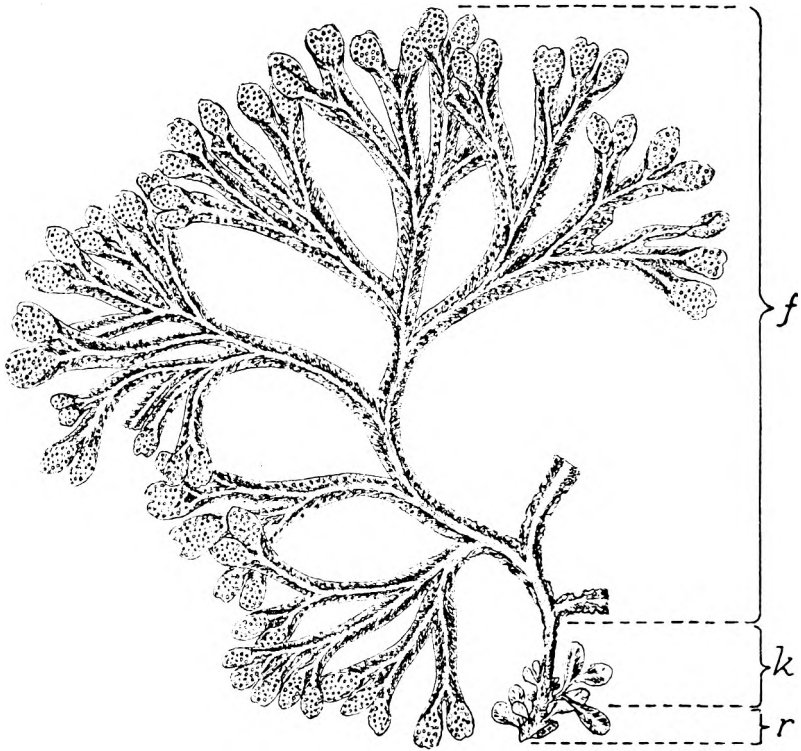
Vanjski izgled i raščlanjenje talusa

Jadranski fukus, kao i njegove srodne vrste, pripada višim, morfološki i anatomske vrlo diferenciranim algama, pa se njegov talus analogno kormofitima može raščlaniti u tri morfološki različita dijela:

1. Bazalna ploča-prihvataljka (rizoid), koja ima porijeklo u prvom bazalnom segmentu embrija, te se diferencira u ranom stadiju razvitka, kao maleni razgranjeni rizoid, kojim se embrij prihvati za čvrsti supstrat. Rastom i sukcesivnom histološkom diferencijacijom talusa prelazi rizoid u kompaktnu i masivnu bazalnu ploču-prihvataljku, organ koji služi učvršćenju, a na odraslom talusu ima obično oblik konusa (Sl. 1.). Bazalna ploča-prihvataljka pri bazi je više manje okrugla, a prema gore se konično suzuje i prelazi u zaobljeni držak.

2. Zaobljeni držak (stipes, kauloid) predstavlja onaj dio talusa, koji se nalazi između bazalne ploče i plosnatih, bilateralnih filoidnih dijelova (krila). U donjem dijelu, bliže bazalnoj ploči stipes je više manje okrugao (cilindričan), dok prema apikalnom dijelu biva sve više splošten (bilateralan), a na poprečnom presjeku je bikonveksan ili elipsoidan, sa dužom osi u istoj ravnini sa bilateralnim krilima. Stipes je zapravo sekundarna tvorevina, koja je kod mladog individuuma jedva vidljiva na jednom malom sektoru nad samom bazalnom pločom. Inače su na mladom talusu jasno diferencirani filoidni dijelovi i rizoid. Kako individuum postaje stariji, biva i stipes sve izrazitiji, jer uslijed rasta talusa dobiva na dužini i debljini. Stipes nastaje iz centralnog rebra bilateralnog dijela talusa, koji se izdiže nad bazalnom pločom, nakon što su plosnati dijelovi (krila) procesom fiziološke ili patološke denudacije postepeno nestali. Sekundarnim rastom u debljinu biva centralno rebro sve deblje i konačno poprima oblik zaobljenog stipesa.

3. Bilateralni, lisnati dijelovi (filoid) predstavljaju gornje razgranjene partije i zauzimaju najveći dio talusa, dajući mu glavno vanjsko morfološko obilježje. Filoid se sastoji iz dihotomno razgranjenih članaka (segmenata), čijom sredinom prolazi centralno rebro, koje ide sve do njihovih vegetacijskih vrhova, na kojima se u doba rasplodivanja zameću fertilni vršci (receptakuli).



Sl. 1 Fig. 1

U vezi s ovim raščlanjenjem talusa fukusa, osvrnut ću se i na morfološko-fiziološku raspodjelu talusa tipa — *Fucus*, što ju je proveo H. P o t o n i é. Prema pretežnoj funkciji, što je vrše pojedini dijelovi (kolosomi-članci-*Thallusstücke*) talusa, razlikuje on ove organe (sisteme), postavljajući i novu terminologiju:

1. T r o f o s o m (*trophosom*), onaj dio talusa, koji se sastoji iz asimilacijskog tkiva, a to su plosnati, bilateralni (filoidni) segmenti, sredinom kojih prolazi centralno rebro; 2. g a m e t o s o m, pretstavlja fertilne vrške u doba razmnažanja. Budući da se ovi razvijaju na posljednim dihotomijama talusa, koje vrše inače, prije zametanja reproduktivnih organa — oogonija i anteridija — asimilacijsku funkciju, naziva ih P o t o n i é t r o f o g a m e t o s o m i m a; 3. s t e r e o s o m stvaraju bazalni kolosomi talusa, koji su lišeni plosnatih bilateralnih krila,

a imaju oblik zaobljenog ili cilindričnog stipesa, koji ima organogenetsko porijeklo u centralnom rebbru. Ovi kolosomi sastoje pretežno iz mehaničkog (hife) i djelomično iz provodnog staničja, a kako oni bazifugalno postepeno gube (denudacijom) plosnata krila ili ih samo parcijalno gube, nisu lišeni posvema asimilacijske funkcije, nazvao ih je stoga autor stereotrofomom.

Začudo je ipak, što *Potonie* nije dosljedno ovoj raspodjeli uzeo u obzir u istome smislu i najbazalniji kolosom talusa, bazalnu ploču-prihvataljku, koja sastoji gotovo isključivo od mehaničkog staničja, te predstavlja na cijelom talusu u odnosu prema ostalim kolosomima, konačno i najkonzekventnije provedenu morfolojsku histolojsko-anatomijsku diferencijaciju, uvjetovanu funkcionalnom svrhovitosti (učvršćenje za supstrat), dakle organ u pravom smislu riječi. Bazalna ploča predstavlja stoga mehanički sistem par excellence, odnosno u *Potonie* ovoj terminologiji pravi *stereosom*.

R a m i f i k a c i j a

Sve vrste fukusa imaju u osnovi dihotomsko razgranjenje, pa tako i jadranski oblik. Pravilno dihotomsko razgranjenje nastaje, ako se tjemena vegetacijskog vrha dijeli u dva jednaka dijela, koji rastu u dva ogranka. Ako se vegetacijski vrhovi novih ogranaka uzastopce pravilno granaju u dihotomijama i izrastu do približno iste dužine, tada nastaje dihopodij. Dihopodij je idealni tip dihotomskog grananja, ali ga kod fukusa susrećemo dosta rijetko i to obično kod mlađih individua sa malenim brojem dihotomija, kod kojih još nisu nastupile sekundarne, redovite ili anomalne promjene razgranjenja. Vrlo često nastupaju modifikacije, koje u biti ne mijenjaju osnovni dihotomski tip ramifikacije, ali su značajne po tome, što obično mijenjaju habitus talusa, a ako su svojstvene vrstama ili varijetetima, dobivaju i važno morfolojsko obilježje. Značajno je na pr. za atlantski *Fucus platycarpus* Thur. var. *typica*, da nema pravilno dihotomno razgranjenje (dihopodij), već mu je svojstvena jedna njegova modifikacija, dihopodijalni simpodij (simpodij na dihotomskoj osnovi), koji nastaje tako, da se počam već od bazalnih dijelova talusa grana dalje samo jedna od dihotomskih grana, desna ili lijeva ili proizvoljno sad desna sad lijeva.

Jadranski fucus ima redovno dihotomsko-dihopodijalni način grananja, a sekundarne redovite ili anomalne modifikacije (prolifikacije) osnovnog dihopodija, koje su doduše dosta česte,

pogotovo kod starijih individua, ne razvijaju se nikako tako, da bi nastao dihopodijalni simpodij, kao što se zbiva kod vrste *Fucus platycarpus* var. *typica*. Ali te modifikacije mogu i kod jadranskog fukusa da uvjetuju, što se vrlo često zbiva, veće ili manje promjene i odstupanja od osnovnog dihopodijalnog habitusa.

Odstupanja od pravilnog dihopodija kod jadranskog fukusa uvjetuju: 1. adventivni ogranaci, koji izbijaju pri bazalnim dijelovima talusa, najčešće na bazalnoj ploči ili na stipesu neposredno nad samom bazalnom pločom. Adventivni se ogranaci granaju, kao i primarni ogranaci talusa u dihotomijama. Ako je broj adventivnih ogranaka velik, gubi talus posve svoj prvotni dihopodijalni, lepezasti (flabelliformis) habitus, jer oni ne izbijaju na bazalnoj ploči i stipesu u jednoj ravnini, prema tome ni njihove dihotomije, kao kod dihopodija, nego leže u raznim mogućim ravninama. Talus poprima uslijed toga, pogotovo kod starijih individua, gdje su adventivni ogranaci izrasli do dužine ogranaka primarnog dihopodija, drugi i to busenasti habitus. 2. proliferacije, koje izbijaju na ozlijeđenim ili izgrizanim dijelovima talusa. Ti se anomalni ogranaci razvijaju na ozljedama obično u većem broju i rastu dalje granajući se dihotomski poput normalnih ogranaka.

Broj normalnih dihotomija talusa raste sa starošću individua. Kod odraslih primjeraka taj broj varira između 4 do 9. Broj primarnih dihotomija na jednom talusu moguće je odrediti samo kod potpunih, neoštećenih primjeraka. Dihotomije proliferacije na ozlijeđenim primjercima morfolojski su homologne primarnim dihotomijama, ali budući da su u genetskom pogledu rezultat neredovitih, anomalnih pojava (djelovanja), ne mogu se pribrojiti primarnim i u tom smislu ne mogu se smatrati istovrijednima pri morfolojskoj karakterizaciji talusa. Maksimalan broj dihotomija na cjelovitim, neozlijeđenim primjercima jest devet, dok na oblicima sa proliferacijama, ako se pribroje dihotomije, broj njihov može biti veći.

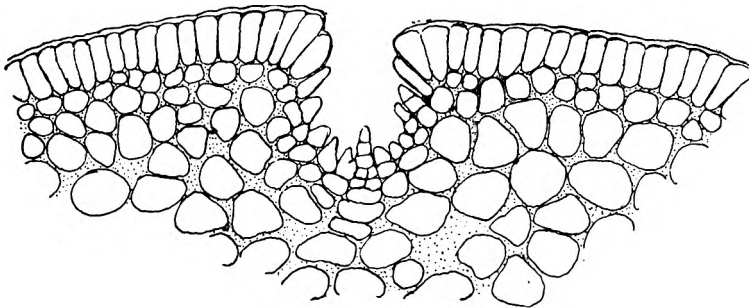
Kriptostome i konceptakuli

Sve vrste roda *Fucus*, pa tako i jadranski oblik imaju u opsegu bilateralnih krila talusa, na njihovoj površini, velik broj malenih udubljenja, jamica, t. zv. »kriptostomata« sa dlačicama koje strše van površine talusa. Ove su tvorevine anatomske istraživane na nekim drugim vrstama fukusa, pa će stoga svoja ispitivanja na našoj vrsti s ovima uporediti i upotrijebiti neke anatomske detalje s obzirom na jadransku vrstu.

Kriptostome se zameću, kao i njima homologni rasplodni organi, konceptakuli, već na samim vegetacijskim vršcima ogranaka (segmenata), u blizini tjemenice, a rastom ogranaka u dužinu pomiču se bazipetalno. Njihov je raspored u blizini vegetacijskog vrška, kao i na mladim ogranacima, pravilan, jednoredan ili dvoredan sa svake strane centralnog rebra. Prema bazi talusa, t. j. na starijim ogranacima, pravilnost rasporeda kriptostoma se gubi; ove bivaju nepravilno porazmještene, sad bliže sad dalje jedne od drugih. Ta nepravilnost nastaje sekundarno uslijed rasta i pružanja staničja bilateralnih krila u svim smjerovima, u kojima se zbiva dioba kortikalnih (epidermskih i subepidermskih) stanica.

Ontogeniju i mehaniku postanka i razvitka kriptostoma, kao i konceptakula kod fukusa iscrpno su ispitali Bower na jednoj atlantsko-američkoj vrsti i Ni enburg na vrsti *Fucus serratus*. L. Kod jadranskog fukusa razvoj kriptostoma zbiva se na ovaj način: Inicijalna stanica, iz koje se kriptostoma odnosno konceptakul jednim dijelom zameće, pripada epidermskom staničju vegetacijskog vrha. Ova se inicijalna stanica horizontalno (periklinalno) podijeli i biva od susjednih epidermskih stanica, koje se živahno dijele, većinom antiklinalnim stijenkama, potiskivana sve više prema unutrašnjosti. Tako se stvara udubljenje, buduća kriptostoma odnosno konceptakul. Bazalna stanica, koja je nastala periklinskom diobom inicijale, višestruko se dijeli i iz nje nastaje staničje, koje čini bazalni dio (stijenku) konceptakula odnosno kriptostome. Apikalni segment inicijalne stanice ne dijeli se dalje, nego dezintegrira i propada. Iz susjednih epidermskih stanica, koje se već od početka formiranja kriptostome odnosno konceptakula, svojim diobama potiskuju prema udubljenju, nastaje pretežni dio unutrašnjih stijenki, izuzev samo osnovu, koja vuče porijeklo u bazalnom segmentu inicijalne stanice. Kriptostome i konceptakuli su, dakle, ekskluzivno epidermske tvorevine. (Sl. 2). Po svojem postanku i primarnoj anatomskoj građi kriptostome su istovjetne s konceptakulima. Na to upućuju uporedno-anatomska ispitivanja na nekim rodovima fukaceja. Rod *Himanthalia* ima difuzno porazbacane konceptakule po cijelome talusu. Kod roda *Cystosira* ustanovljeni su postepeni prelazi od sterilnih kriptostoma do fertilnih konceptakula (S a u v a g e a u). Te činjenice upućuju na to — kako tvrde Reinke, Bower, Oltmann i dr. — da su jedne i druge tvorevine i filogenetski i histologijsko-anatomijski homologne i da im je primarna funkcija bila ista t. j. reprod uktivna, a razlike su nastale sekundarno u toku filogenetskog razvoja ovih tvorevina. Kod

roda *Fucus*, kao i kod većine fukaceja konceptakuli su se u donjim partijama talusa postepenim regresivnim razvojem metamorfozirali u sterilne kriptostome i preuzeli novu, hranidbenu funkciju, dok su se fertilni organi, konceptakuli, pomijerali akropetalno i koncentrirali se na vrhovima segmenata, tvoreći fertilne vrške, receptakule. Daljnji stadij regresivnog razvoja kriptostoma bile bi tvorevine, koje je prvi opisao na raznim formama nekih vrsta fukusa sa pacifičkih obala Sjeverne Amerike (*Fucus furcatus* Ag., *Fucus edentatus* De la Pyl.) Gardner. Te je novo otkrivene tvorevine on nazvao »c a e c o s t o m a t a«. To su slijepe kriptostome, bez ostioluma, dakle posve zatvorene ispod epidermskog sloja tkiva. Za razliku od kriptostoma nemaju ni dlaka (trihoma) na svojim unutrašnjim

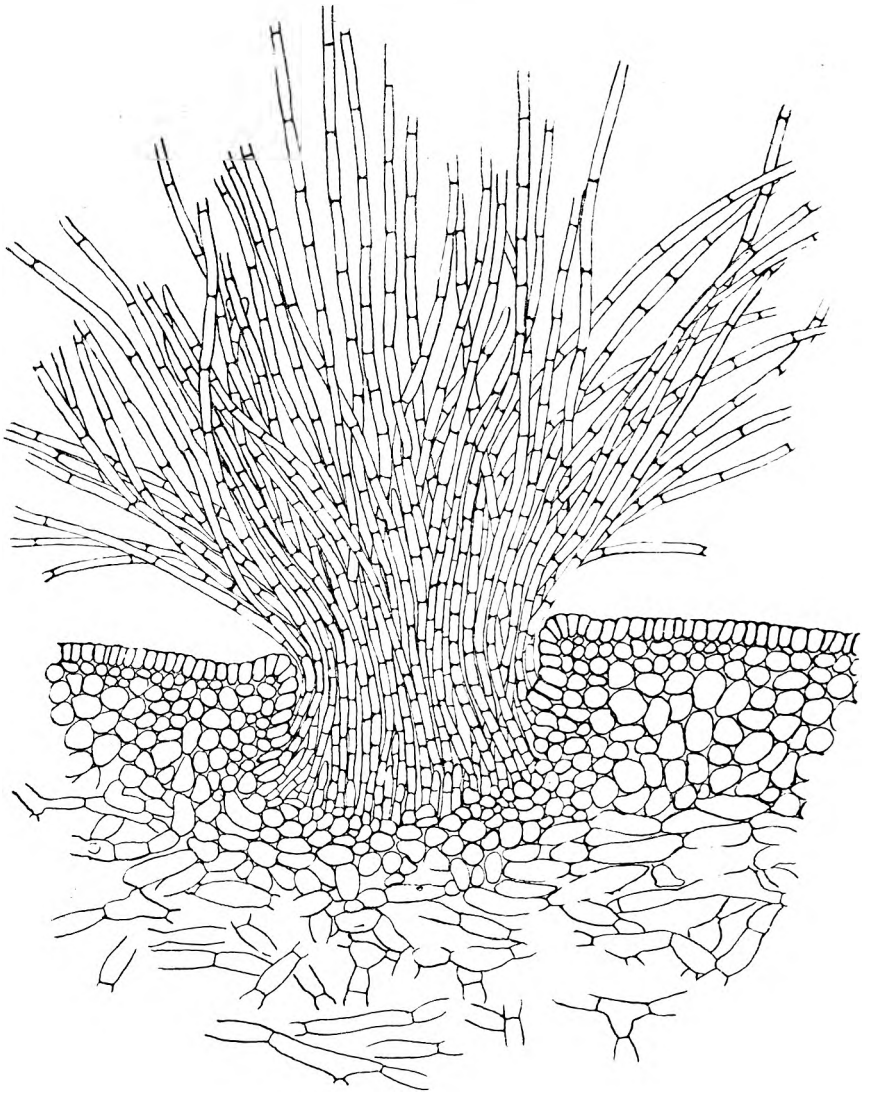


Sl. 2 Fig. 2

stijenkama. Gardner je ustanovio još daljnji stepen redukcije i potpunog nestanka kriptostoma i cekostoma na formama vrste *Fucus edentatus*. Na evropskim vrstama fukusa nije do sada nitko opažao cekostome, niti je u evropskoj literaturi išta do sada zabilježeno. Na jadranskom fukusu ih nema. Zastupane su jedino tipske kriptostome, koja ne pokazuju nikakvih bitnih međusobnih razlika u morfologiji i u anatomskej građi.

Kao formirani organi kriptostome i konceptakuli posjeduju brojne dlake, trihome, koji rastu iz njihovih unutrašnjih stijenki. Cijela unutrašnja površina kriptostoma i konceptakula sve do ušća odnosno otvora (ostiolum) na površini talusa, obrasla je trihomima. Trihomi, koji rastu pri samom ušću, izlaze kroz ostiolum napolje, stršeći 1—2 mm visoko u obliku jednog svijetlosivog čuperka nad površinom talusa (sl. 3, 4).

Veličina kriptostoma iznosi 157—437 μ . Mnogo su pliće od konceptakula. Promjer ostioluma je redovito znatno manji od promjera same jamice, a može biti i dosta velik, pa su jamice

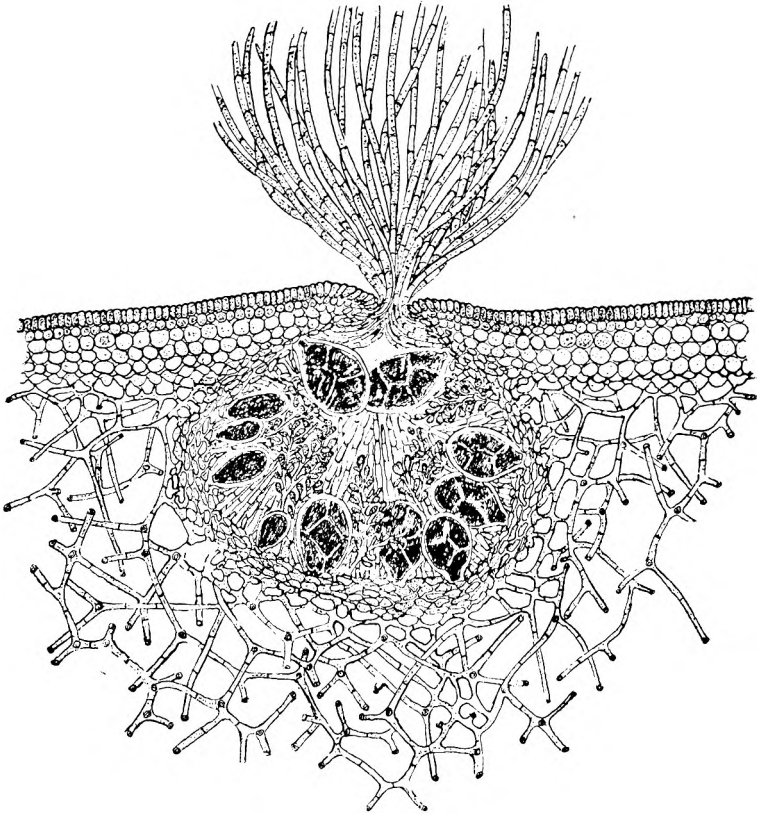


Sl. 3 *Fig. 3*

posve otvorene. Trihomi sastoje iz produženih stanica, koje su najkraće pri osnovi trihoma. Rast se trihoma zbiva primarno, poprečnom diobom stanica pri njegovoj osnovi, a u drugom redu i interkalarnim diobama stanica u raznim visinama trihoma. Debljina trihoma iznosi 8,75—21 μ . Njihove stanice ne

sadrže hromatofora, nego ih ispunjava vakuolizirana protoplazma s jezgrom, a sadrže znatnu množinu sitnih zrnaca fukozana (Tab. I. 9.)

Schiller tvrdi (kao uopće za anatomiju jadranskog fukusa), da postoje razlike u građi kriptostoma i njihovih trihoma između talusa sa sjevernog i južnog Jadrana. (»Die Südpflanzen haben zwar nicht mehr Haargruben, als die des Nor-



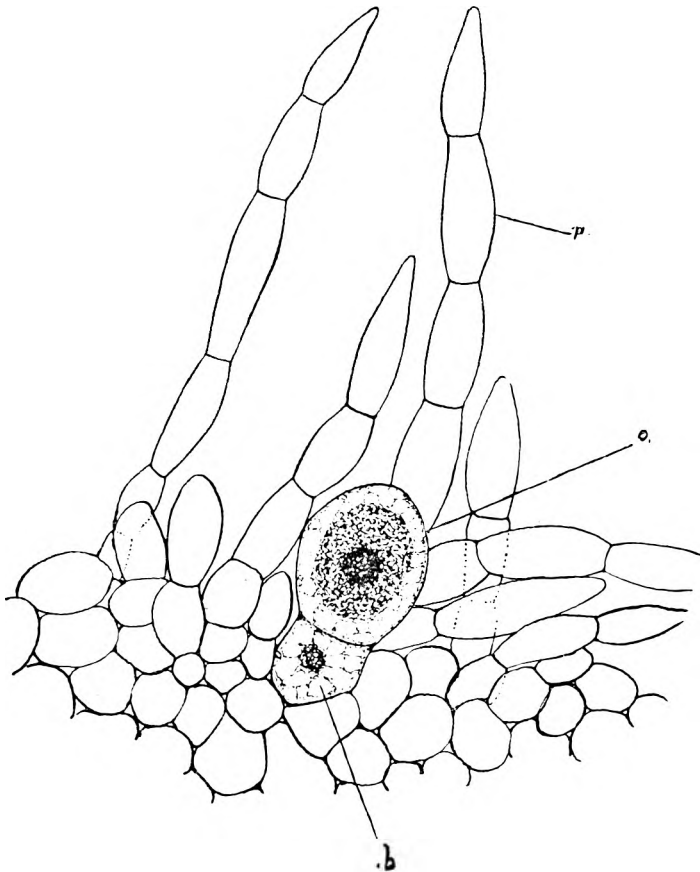
Sl. 4 Fig. 4

dens, doch ragen die fast weissen Haare steif, kurz und dicht gedrängt, wie winzige steife Pinselchen empor und erscheinen dadurch scharf markiert. Die weichen, schütterten und langen Haare der Nordpflanzen führen wenigstens von Herbst bis Frühjahr unten mässig Chromatophoren und heben sich dadurch

von der Pflanze wenig ab.« Schiller str. 536). Uparedno-anatomijskim ispitivanjima nisam utvrdio nikakvih razlika u tom pogledu, a isto tako nisam nikada ustanovio, da trihomi sadrže hromatofore (feoplaste) u svojim stanicama, kako to navodi Schiller. Jedino stoji da talusi, koji imaju široka bilateralna krila (fo. *normalis*), a to je redovito na zaštićenim položajima, imaju ljepše i veće razvijene trihome, koji strše u svijetlim čupercima nad površinu talusa. Na oblicima s uskim bilateralnim krilima, (fo. *angusta*) kao i na kržljivim talusima — bilo uslijed denudacije uzrokovane epifitima ili razornog djelovanja valova na eksponiranim položajima — čuperci su trihoma na kriptostomama slabije razvijeni ili ih uopće nema. Te su razlike uvjetovane dakle vjerojatno ekologijskim ili patologijskim faktorima, neovisno o klimatsko-geografskim prilikama, jer taluse sa širokim i uskim krilima, kao i one koji podliježu patologijskoj denudaciji, susrećemo od sjevernog do južnog Jadrana.

O biologijskom značenju kriptostoma i njihovih trihoma iznesli su već ranije svoja mišljenja neki autori. Rosenvinge, Oltmanns, Reinke, Wille, Setchell, Negeri dr. smatraju trihome organima za ishranu, odnosno za apsorpciju mineralnih soli iz morske vode, tvorevinama analognim rizoidima haraceja i korjenovim dlačicama kormofita. Berthold je promatrajući na površini talusa fukusa čuperke trihoma, koji su stvarali gustu maljavu prevlaku, zaključivao, da imaju ekologijsko značenje obrane protiv prejakog svjetla. Ta njegova pretpostavka nije mogla biti provjerena, a nije ni mnogo vjerojatna, jer čuperci dlaka mogu biti samo iznimno i na manjem opsegu talusa gusto raspoređeni, inače su redovno jedan od drugog vidno odijeljeni. U donjim dijelovima talusa čuperci tih trihoma su manji i rjeđe raspoređeni, a kriptostome na starijim partijama, na kojima je započeo proces denudacije, uopće ne posjeduju više trihome, nego i same zakržljaju (degeneriraju) i bivaju zatvorene uslijed sekundarnih dioba stanica kortikalnog tkiva. Kad bi zadaća trihoma bila obrambena, tada bi na cijeloj asimilacijskoj površini njihov raspored bio jednakomjeran. Mnogo je prihvatljivije stanovište o hranidbenoj, apsorpcijskoj funkciji trihoma (upijanje otopljenih mineralnih soli iz morske vode). Ove dlačice ne sadrže u svojim stanicama nikada hromatofora, pa i ne mogu imati sposobnosti asimilacije CO₂. Njihove vrlo tanke stanične stijenke, 0,75—1,50 μ, kao i njihov veliki broj, uslijed čega se jako povećava apsorpcijska površina talusa, opravdavaju također stanovište, da je njihova zadaća apsorpcijska. Osim toga kriptostome sa trihomima olakšavaju s obzirom na svoj periferni položaj i građu disanje,

transpiraciju i opću cirkulaciju plinova između površine i unutrašnjih staničja. Neki stariji, a i moderniji autori označavali su kriptostome kao »pori muciflui« t. j. otvore na koje se izlučuje sluz. Tokom anatomskog ispitivanja nisam mogao ustanoviti ovu njihovu funkciju. Jadranski fukus izlučuje veće

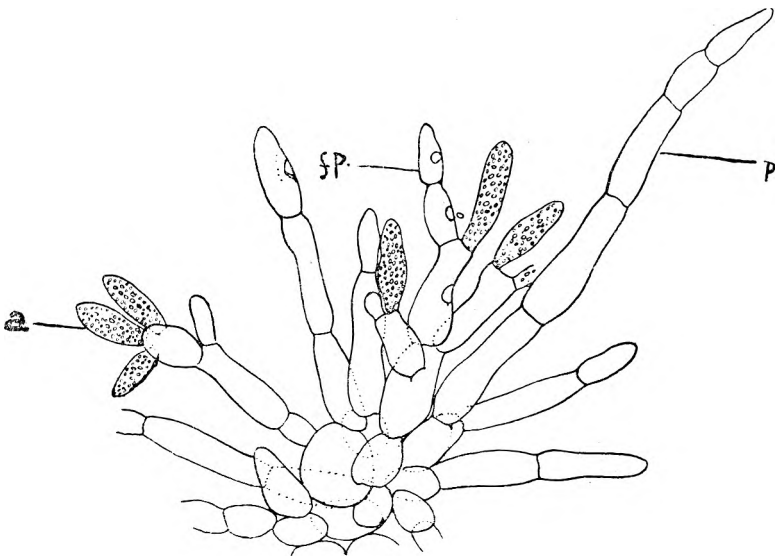


Sl. 5 Fig. 5

količine sluzi na cijeloj površini talusa, a osobito mnogo sluzi izlučuju fertilni vršci, kada sazrijevaju. Budući da su sluzave prevlake prema svojem koloidalnom sastavu slabo permeabilne, sprječavaju apsorpciju i prodiranje mineralnih soli u biljku. Unutrašnje stijenke kriptostoma, kao i sami njihovi trihomi,

nemaju vidljivih sluzavih prevlaka, što ne bi bio slučaj, kad bi kriptostome imale specifičnu zadaću izlučivanja sluzi.

Rasplodni organi, konceptakuli, ograničeni su na same vrške segmenata. U svojoj unutrašnjosti kod jadranskog fukusa sadrže muške i ženske spolne organe (oogonije i anteridije). U zreлом su stadiju konceptakuli znatno prostraniji od kriptostoma, veličina im je 682—979 μ , vrčastog su oblika, na ušću suženi, a prema osnovi prošireni i zaobljeni (sl. 4.). Oogoniji i anteridiji su difuzno usadeni na unutrašnjim stijenkama konceptakula, počam od osnove, pa do blizine samog ušća (ostioluma). Oogoniji imaju jasno odijeljenu bazalnu stanicu, koja je nastala iz prve diobe matične stanice, iz koje se ima razviti zreli oogonij (sl. 5.).



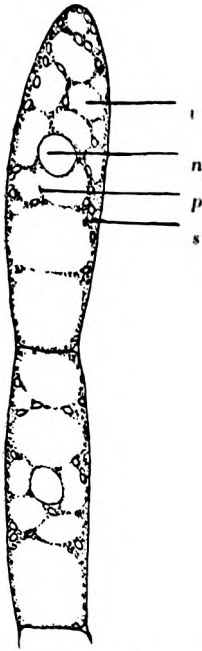
Sl. 6 Fig. 6

Svi oogoniji u jednom te istom konceptakulu nisu na istom stupnju razvoja i zrelosti. Jedni mogu biti već posve zreli sa jasno diferenciranim jajnim stanicama, dok se drugi nalaze u raznim stadijima dijeljenja. Zreli su oogoniji obično nešto produženi, dužine 105—165 μ , a širine 97—150 μ . Anteridiji se razvijaju u velikom broju na razgranjenim parafizama (sl. 6.). Razgranjene parafize s anteridijima izgledaju kao mala stabalca između oogonija i gusto zbijenih jednostavnih parafiza.

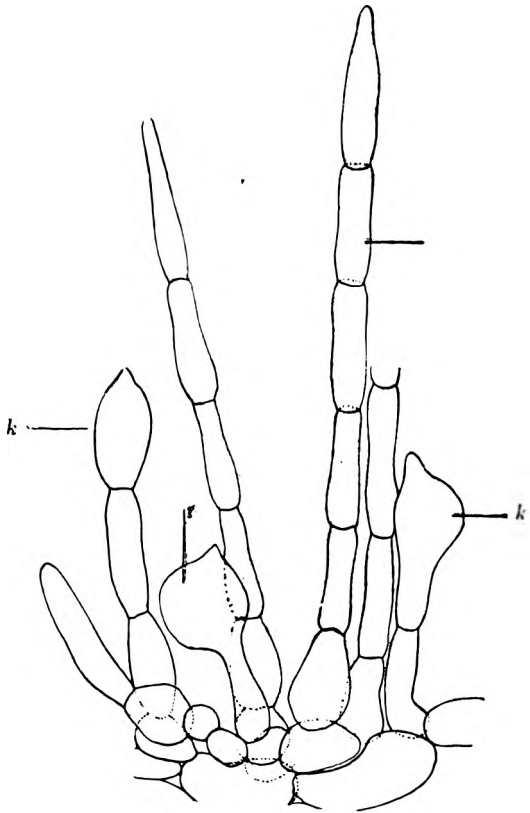
Zreli anteridiji dugački su 31—45 μ , a 15—19 μ u širinu. U završnom stadiju dijeljenja sadrže spermatozoide. Oblik i anatomija oogonija i anteridija, jajnih stanica i spermatozoida kod jadranskog fukusa su tipski, te ne pokazuju morfoloških razlika prema rasplodnim produktima kod drugih proučavanih vrsta fukusa.

Bitna je razlika između kriptostoma i konceptakula, kako je već ranije spomenuto, u tome, što su prve izgubile filogenetsku primarnu rasplodnu funkciju i preuzele hranidbenu, apsorpcijsku, a drugi su postali definitivnim rasplodnim organima. Redukcija reproduktivne funkcije kriptostoma imala je za posljedicu regresivan razvoj i sekundarnu redukciju nekih njihovih anatomskih diferencijacija, kao što su trihomi. Kriptostome se i u tome obziru razlikuju od konceptakula. Kriptostome posjeduju samo jedan jasno diferencirani tip trihoma, a to su već spomenute duge dlačice, koje izlaze napolje kroz ostiolum u obliku jednog čuperka. Ovi trihomi sastoje iz cilindričnih stanica, koje bivaju prema samom vrhu sve više produžene. Konceptakuli, naprotiv, posjeduju pored ovih drugih trihoma i drugi tip dlaka u svojoj unutrašnjosti, koje ne izlaze kroz ostiolum. Njihove stanice imaju jako vakuoliziranu protoplazmu i manji sadržaj fukozana, nego stanice vanjskih trihoma. To su parafize (sl. 7.). Ove oblažu unutrašnje stijenke konceptakula, a između njih se nalaze difuzno usadeni oogoniji. One pokazuju sve prelaze od jednostavnih do razgranjenih, na kojima se zameću anteridiji. Pored toga svojstvena im je i polimorfnost. Uz tipske, jednostavne, produžene parafize sa cilindričnim ili bačvastim stanicama, susreću se još dva tipa, i to s obzirom na oblik njihove završne stanice. Prema tome mogu se jasno razlikovati pored pravilnih još i glavičaste i kijačaste parafize. Ovi se razni oblici dlaka redovito razlikuju međusobno i dužinom. Najduže su jednostavne sa cilindričnim ili bačvastim stanicama, dok su kijačaste i glavičaste redovito kraće, jer sastoje iz manjeg broja staničnih članaka (sl. 8.).

Pred samim otvorom, na stijenkama ostioluma konceptakula, prelaze parafize postepeno u duge trihome, anatomski istovjetne s onima u kriptostomi, o kojima je bilo ranije govor. Neke od ovih intramedijarnih dlaka, između unutrašnjih parafiza i vanjskih dugih trihoma, predstavljaju opet poseban anatomski tip. Dok su pri osnovi i u srednjem dijelu pravilne, sastoje se iz više manje cilindričnih stanica, apikalne se stanice višestruko dijele u raznim smjerovima tako, da nastaje kao neka vrst monstroziteta sa višestaničnom kijačom na vrhu.



Sl. 7 Fig. 7



Sl. 8 Fig. 8

Ovaj se tip dlaka razlikuje od parafiza i vanjskih trihoma i svojom smeđom bojom, koja potječe od sadržaja veće množine zrnaca fukozana u stanicama.

Fertilni vršci (receptakuli)

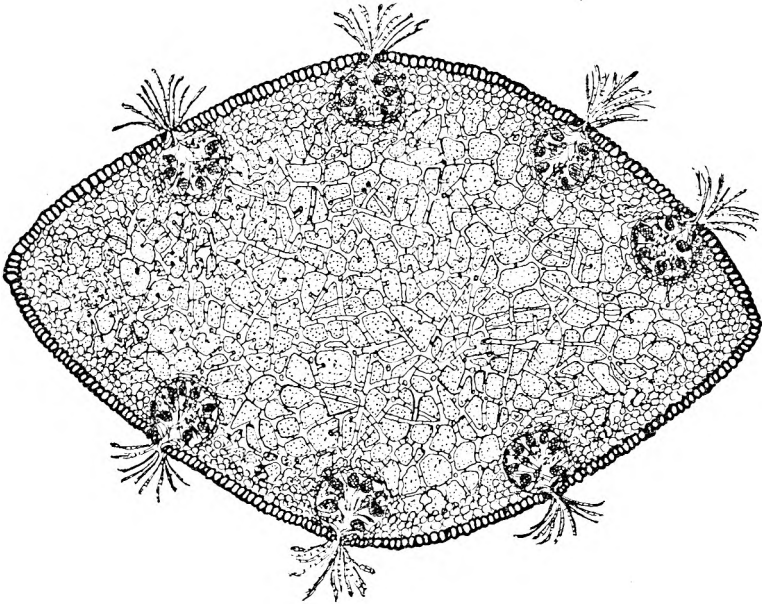
Kad se pred period razmnažanja na vršcima ogranaka talusa zameću u konceptakulima reproduktivni organi, ogoniji i anteridiji, uporedo s njihovim sazrijevanjem nabreknu ovi vršci uslijed množine sluzi, koja se nagomilava u intercelularima njihovog unutrašnjeg tkiva. Ovo tkivo, koje je prije zametka reproduktivnih organa bilo više manje kompaktno, sada je bubrenjem središnjih pektinskih lamela, koje se pretvaraju u svoje derivate, sluzi (geloze), postalo rahlo sa relativno velikim intercelularima, što ih ispunjava ta sluz. Intercelulari u fertilnim vršcima postali su i formirali se uslijed mehaničkog pritiska sluzi, koja se umnožava bubrenjem središnjih lamela istog tkiva. Stanice ovog staničja u doba fertilnosti se množe, pa ono dobiva na masi. Dioba stanica ovog tkiva

usko je povezana sa zametanjem rasplodnih organa. Sluz koja se skupila u intercelularima ima važnu zadaću u mehanizmu izbacivanja zrelih oogonija i anteridija kroz ostiolum konceptakula. Kad dođe vrijeme da zreli oogoniji i anteridiji, odnosno oslobođena jaja i spermatozoidi, budu izbačeni napolje, izlučuje se u velikoj množini kroz ušće konceptakula na površinu talusa sluz i nosi sobom jaja i spermatozoide, koji su se pucanjem vanjskog omotača oogonija i anteridija oslobodili. Pored čisto mehaničke funkcije potiskivanja zrelih rasplodnih produkata prema površini talusa, da bi konačno dospjeli u morsku vodu sa svrhom oplodnje, ima ova sluz i biologijsko-zaštitno značenje. U doba oseke izlučuje se također izvjesna množina zrelih jaja i spermatozoida na površinu talusa. Sluz, koja sadrži u sebi dosta vode te ima sposobnost, da je dulje vrijeme zadržava usprkos isparivanja, spriječava jajima i spermatozoidima, da ne izgube minimum potrebne vlage, te ne propadnu, dok ne naiđe plima, koja je neophodna, da bi došlo do međusobnog spajanja gameta. Izlučena sluz štiti cijele receptakule, koje prevlači, od prejakog isparivanja u doba oseke, da ne izgube potrebnu turgescenciju, koja je preduvjet za pravilan mehanizam izbacivanja zrelih spolnih produkata.

Prema središtu receptakula prelazi kortikalno tkivo u spomenuto rahlo tkivo. Ovo zauzimalje sa svojim intercelularima, koji su ispunjeni sluzi, sav unutrašnji prostor receptakula (sl. 9.). Stanice su toga prostora produžene i cilindričnog oblika, dužine 38,5—98 μ , a širine 10,5—38,5 μ . Vezane su međusobno u malenim nizovima, koji se mrežoliko isprepliću, anastomiziraju. Sadrže vakuoliziranu plazmu sa hromatoforima, koji su produženo ovalni ili vretenasti i malobrojni. (Tabla, sl. 2). Asimilacijska sposobnost tih stanica, s obzirom na sadržaj hromatofora, znatno je reducirana u odnosu prema stanicama epiderme i primarne kore. Stanice rahlog tkiva receptakula sadrže i zrnca fukozana, ali u mnogo manjoj mjeri, nego kortikalno tkivo. Zrnca fukozana nalaze se u jednoj malenoj nakupini ili su difuzno uklopljena u vakuoliziranoj plazmi. Jezgra nije u vitalnom stanju jasno vidljiva. Na fiksiranom materijalu bojadiše se Ehrlichovim hematoksilinom jasno crveno.

Razv i t a k e m b r i j a

U glavno doba fruktifikacije i razmnažanja jadranskog fukusa (proljeće) veliki broj oplodjenih jaja ne padne na kameniti supstrat, nego na samu površinu talusa fukusa ili često na epifite, koji obrašćuju njegov talus, gdje se pričvrste i provedu

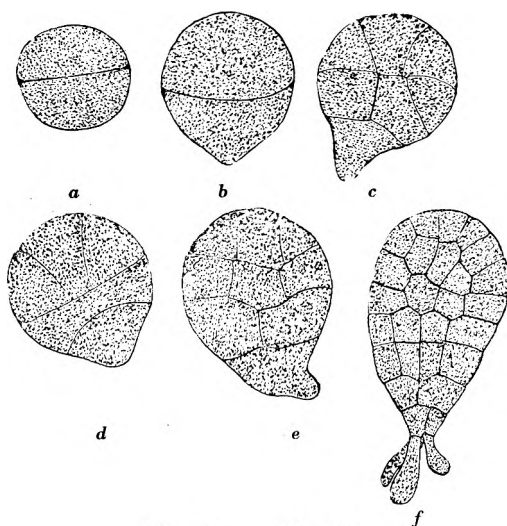


Sl. 9 Fig. 9

svoj embrionalni razvoj. Različite stadije embrionalnog razvoja oplodjenog jajeta mogao sam najbolje promatrati na embrionima, koje sam našao rasiјane u velikom broju između razgraničenih niti talusa epifitske vrste *Ectocarpus confervoides* Roth., koji često obrašćuje talus jadranskog fukusa. Prva dioba oplodjenog jajeta nastaje u smjeru okomitom na dužinsku os kasnije razvijenog embrija. Iza toga slijede daljnje diobe naizmjenice u smjeru dužinske osi i okomito na nju. Isporedivši svoja opažanja na embrijima jadranskog fukusa sa iscrpnim ispitivanjem Oltmanna sa na vrsti *Fucus vesiculosus* L., ustanovio sam, da sve faze embrionalnog razvoja protječu, izuzev neke anomalije, isto kao i kod navedene vrste. Sl. 10a. prikazuje prvu diobu oplodjenog jajeta, gdje još nema traga polarosti (apikalna i bazalna strana embrija). Na sl. 10b. je stadij, gdje je već označen početak stvaranja embrionalnog rizoida na prvom bazalnom segmentu. Apikalni je segment ishodište kauloidnog i filoidnog dijela talusa. Neredovit, anomalni slučaj diobe nalazi se u daljem stadiju razvitka, kad zametak prvog rizoida još nije uopće označen. Još ekstremniji je primjer anomalnog segmentiranja, gdje se jaje već višestruko podijelilo, međutim polarnost

embrija se još nije ispoljila. Na slične primjere anomalnog segmentiranja nailazio je i Kniep ispitujući embrionalni razvoj atlantskih vrsta fukusa u kulturama.

Razlike u toku embrionalnog razvoja jadranskog fukusa, uključivši i anomalije, u jednu su ruku rezultat različitog djelovanja ekoloških faktora, temperature, saliniteta i svjetlosti. Ovi faktori podliježu u litoralnoj zoni znatnim oscilacijama, pa utječu kvantitativno i kvalitativno različito na mehaniku razvića i oblikovanja embrija iz oplodjenog jajeta. U drugu ruku mogu unutrašnji (genetski) faktori ili stupanj zrelosti jajeta pred oplodnju različito reagirati na proces razvoja embrija.



Sl. 10 Fig. 10

Sudeći prema različitoj veličini oplodjenih jaja, koje sam promatrao, držim da nisu u času oplodnje bila sva na istom stupnju zrelosti. Taj fiziološki karakter jajeta utječe sigurno različito na zakonitost stvaranja prvih segmenata, njihov vremenski slijed, kao i na opće formativne karaktere embrija.

Kad se na mnogostrukom segmentiranom embriju diferenciraju rizoid na bazalnoj, a kaulofiloid na apikalnoj strani, on dobiva radijarnu građu. Istodobno se na vegetacijskom vrhu formira jedno udubljenje, tjemeni udubina, na dnu koje se raspoznaje tjemenica, koja periklinalnim i antiklinalnim diobama daje stanice u svim smjerovima te predstavlja ishodište (primarni meristem) svih tkiva talusa. Najbliže susjedne epidermske stanice uz tjemenicu izrastu u trihome, koje mogu

izrasti nekad i nad ušće udubine. Kasnije prelazi radijarno simetrični embrij paralelno s rastom u bilateralno građeni talus, koji se počima na vegetacijskom vrhu dihotomski granati. Trihomi u tjemenoj udubini također se gube sa prelazom radijarno građenog embrija u bilateralni talus. Donji dio mladog talusa nad samim rizoidom (kauloid) zadrži trajno cilindričan oblik i formira se u stipes. Rizoid se metamorfozira u bazalnu ploču prihvatalku, koja dobiva više manje koničan oblik.

Prolifikacije i adventivni ogranaci

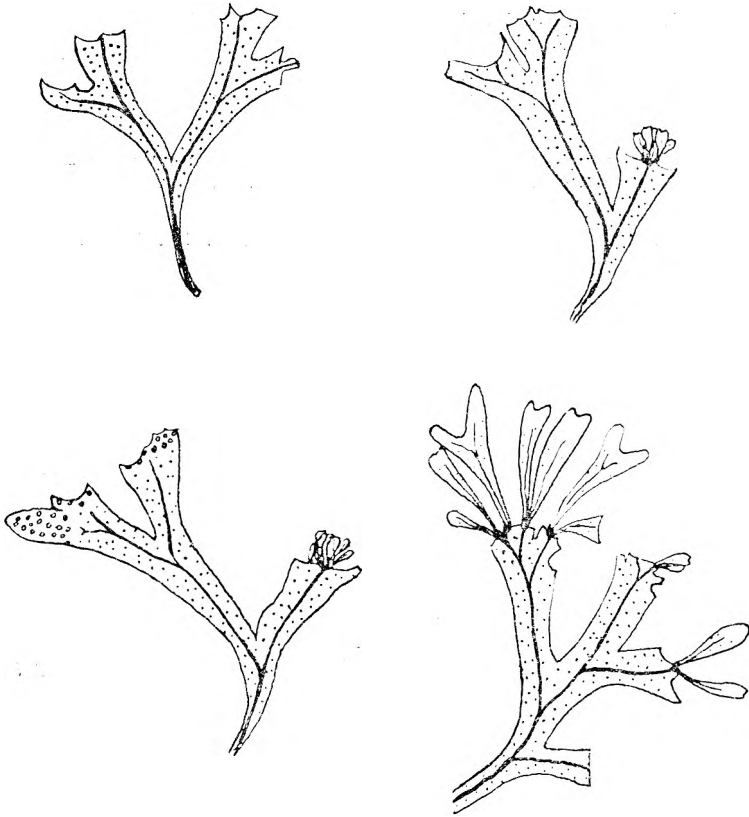
Posebnu i važnu značajku na jadranskom fukusu pretstavljaju proliferacije¹, izbojci talusa, koji se zameću u većem broju poput malenih embrija na ozlijeđenim mjestima talusa. Već je odavna poznata pojava takvih proliferacija na nekim ocean-skim vrstama fukusa, a osobito je česta na vrsti *Fucus vesiculosus* L. Te su tvorevine ispitivane anatomski i najdetaljnije na spomenutoj vrsti (Reinke, Oltmanns). Od svih autora Oltmanns je najbolje prikazao njihovu anatomiju i razvitak. Küster je također ispitivao zacjeljivanje ozlijeda i postanak proliferacija na nekim algama, a djelomično i na jadranskom fukusu. Njegova se opažanja i zaključci slažu s obzirom na fukus uglavnom s Oltmannsovima. Na proliferacije kod jadranskog fukusa osvrnuo se ukratko još god. 1842. Meneghini², a u vezi s opisom nekih formi ove vrste. Tom prilikom spominje, da je na ovaj abnormalitet upozorio već prije njega Ginanni u svojim postumnim bilješkama. Forti u novije vrijeme pozivajući se na Meneghinija ne smatra proliferacije karakterom varijabilnosti vrste, kako je i ispravno, nego pojavom anomalnog rasta u vezi s ozlijedama talusa³. Na ovu se je pojavu osvrnuo i Vouk u svojoj bilješci o jadranskom fukusu.

¹ Ovaj termin u fitopatologiji označuje zapravo drugovrsnu anomalnu pojavu, kad cvjetna os višeg bilja, nakon što je proizvela cvijet i dalje raste stvarajući opet cvjetove ili pupove na samome cvijetu — no upotrebljen je i kod alga (Küster). Prolifikacije kod jadranskog fukusa predstavljaju regenerativnu pojavu, obnavljanje izgubljenih dijelova talusa.

² »Alla medesima abnormalità (t. j. denudacije, op. aut.) si accoppia frequentemente l'altra già avvertita dal Ginanni nella sua Quercia marina di folie anguste e florida, la quale però avviene in tutte le forme, ovunque la fronda fu lacerata od offesa.«

³ »... Qui ne seraient que des régénérations après la rupture d'un rameau et ne doivent être considérées que comme des anomalies d'accroissement à la suite de cicatrisation; ce ne sont, donc pas non plus des variations normales de forme qui doivent être distinguées par un nom particulier.« (Forti p. 5).

Pored anatomije zanimali su me i neposredni uzroci postanka ovih traumatogenih tvorevina. Prolifikacije nastaju redovito na otvorenim ozljedama izgrizanih filoidnih dijelova (segmentata) talusa. Ozlijede su životinjskog porijekla. Životinje naime traže sebi za hranu nježnije dijelove talusa; to su baš



Sl. 11 Fig. 11

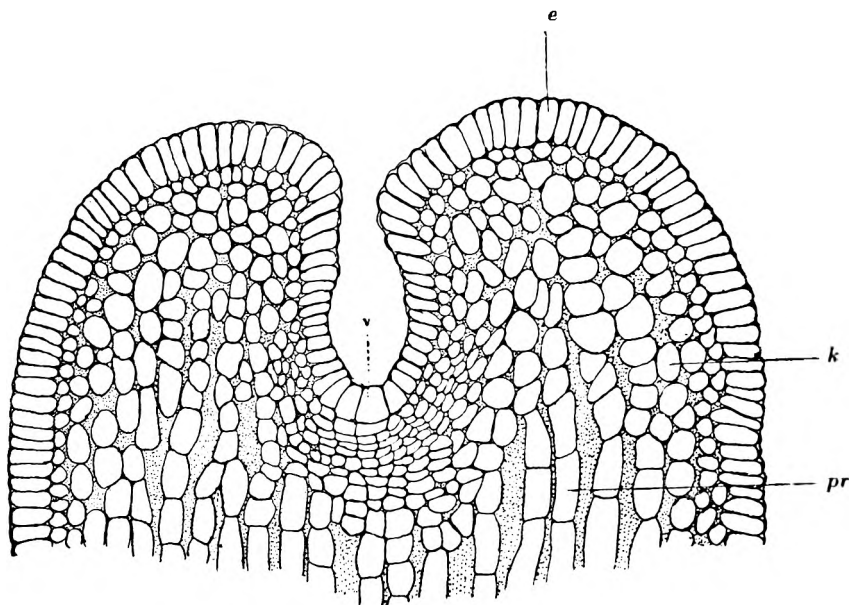
segmenti posljednjih dihotomija, a vrlo često i sami vegetacijski vršci ili receptakuli, ako su zametnuti. Ozljeđivanju podliježu s toga samo terminalne, mlade regije talusa, pa je i postanak prolifikacija vezan redovito za njih. (Sl. 11).

Periodičnost postajanja prolifikacija odnosno ozljeda, koje im prethode uslijed odgrizanja sa strane životinja, nisam mogao ustanoviti. Mlade prolifikacije mogu se naći na talusima jadranskih

skog fukusa u svako doba godine, no ipak ne u istoj mjeri. Najviše proliferacijskih izbojaka ima zimi i u proljeće, a najmanje ljeti i jeseni. Te su razlike međutim u vezi s time što se zimi i prema proljeću vegetativni i generativni organi talusa nalaze u punom razvoju. Najezda životinja, koje se ovom algom hrane, u to je doba s toga veća, jer ove odabiru uvijek mlade i nježnije dijelove biljke. Ljeti pak i u jesen, kad se vegetacija fukusa nalazi u zastoju i obamiranju uslijed previsokih ljetnih temperatura emerzne litoralne zone, životinje napadaju taluse fukusa u mnogo manjoj mjeri.

Dijelovi talusa sa svježim ozljedama izgledaju kao da su pravim škarama nepravilno podkresani, a često su ozljede više ili manje nazubljene, što ukazuje, da potječu od životinja sa dosta jakim i oštrim čeljusnim aparatom. Često sam duže vremena vrebao na pojedinim staništima da ustanovim, koje se životinje hrane tom algom, ali nisam imao sreću da ih zateknem pri odgrizanju. Vjerojatno je, da se to zbiva noću. Hvatao sam neke vrste malenih riba, koje žive stalno u emerznoj litoralnoj zoni (*Blennius pavo* Risso, *Tripterygium nasus* Risso) i koje sam često susretao kako klize po pojasu fukusa za vrijeme plime, fiksirao ih u formalinu, a nakon toga rezao njihovu utrobu i ispitivao sadržaj želuca. No ni u jednom slučaju nisam našao u njima neprobavljene ostatke tkiva fukusa. Isto tako sam ispitao utrobe brahiurnih račića vrste *Pachygrapsus marmoratus* F., koja u ovoj zoni živi, ali s isto tako negativnim rezultatom. Lako je moguće, da ozljede potječu ne samo od jedne, nego od više vrsta životinja sa dobro razvijenim čeljustima, koje posjećuju emerznu litoralnu zonu ili u njoj stalno žive, a to su osim riba pretežno puževi i raci. Kad sam se već bio odrekao daljnjeg traženja uzročnika tih ozljeda, upozorio me g. dr. E. E. mili, liječnik Doma narodnog zdravlja na Sušaku, da je ustanovio u svom morskom akvariju, gdje je držao pored ostalih morskih životinja i biljaka jadranski fukus morske ježince (*Paracentrotus lividus* Lm.), kako ovi svojim čvrstim čeljustima odgrizaju folioidne dijelove talusa fukusa i njima se hrane, te je zbog toga morao izgrižene primjerke često zamjenjivati novima. U prirodi međutim, manje je vjerojatno, da bi se ježinci hranili fukusom, jer oni žive nešto dublje od emerzne litoralne zone (subemerzno) i redovito na šljunčanoj podlozi ili na manjim blokovima kamenja. S obzirom na postanak ozljeda i proliferacija na njima sigurno i važno je, da su životinjskog porijekla, što se može u svakom slučaju ustanoviti na svježim ozljedama.

Morfološka karakteristika proliferacija izbojaka sastoji u tome, što oni prolaze kroz iste faze razvitka kao i mladi embriji fukusa, s tom razlikom, što nisu slobodni, nego trajno vezani na matičnu biljku. Na ozljedi izraste redovito veći broj zame-taka proliferacija, koji su radijarne građe, produženi i sa tjemem-
nom udubinom na vrhu (sl. 12.), dakle morfološko-anatomski identični s embrionima, ali bez rizoida, kojim se slobodni embriji pričvrste na supstrat. Od brojnih proliferacija na jednoj leziji ne razviju se sve, nego jedne prevladaju u rastu i potisnu

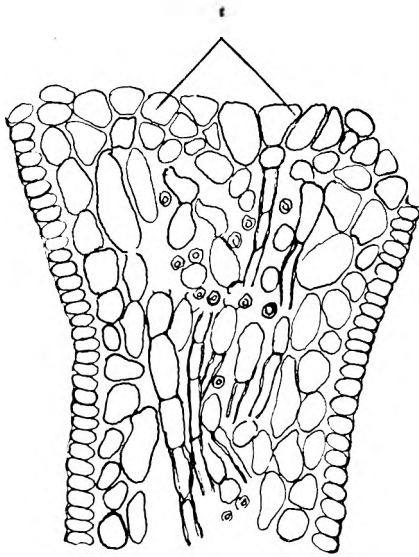


Sl. 12 Fig. 12

druge, koje zakržljaju. Daljnji rast i razvitak proliferacija odvija se kao i kod mladog individuuma ove alge. Kad su radijarne simetrične proliferacije izrasle u dužinu od par milimetara po-primaju bilateralnu građu, granaju se dihotomno isto kao i matična biljka, te mogu izrasti do iste dužine kao i normalni dihotomni ogranci talusa. Ali pravilnost dihotomskog grananja, koju inače susrećemo kod normalnih, neozlijeđenih individuuma, poremećuju proliferacijski izbojci, što se jasno vidi ne samo na egzemplarima sa mladim proliferacijama, gdje je mjesto rupture jasno označeno, nego i na takovim gdje je ono već potpuno zaraslo, a proliferacije na njemu izrasle u dužinu kao i normalni,

primarni ogranci talusa. Ta nepravilnost u razgranjenju nastaje s toga, što na vrhu segmenta, gdje se nalazila nekadanja ozljeda, izbija s iste visine veći broj novih ogranaka (prolifkacija), a to nije nikada slučaj na čitavim, neozlijeđenim primjercima sa neporemećenim dihotomskim grananjem.

Svaka ozljeda talusa ne uvjetuje nužno postanak proliferacija. Ako ozljeda na filoidnim dijelovima talusa ne zahvati centralno rebro, već samo plosnata krila ili receptakule, dakle sve regije talusa kroz koje ne prolazi centralno rebro, regeneracijski (reparacijski) proces ograničen je u pretežnom broju

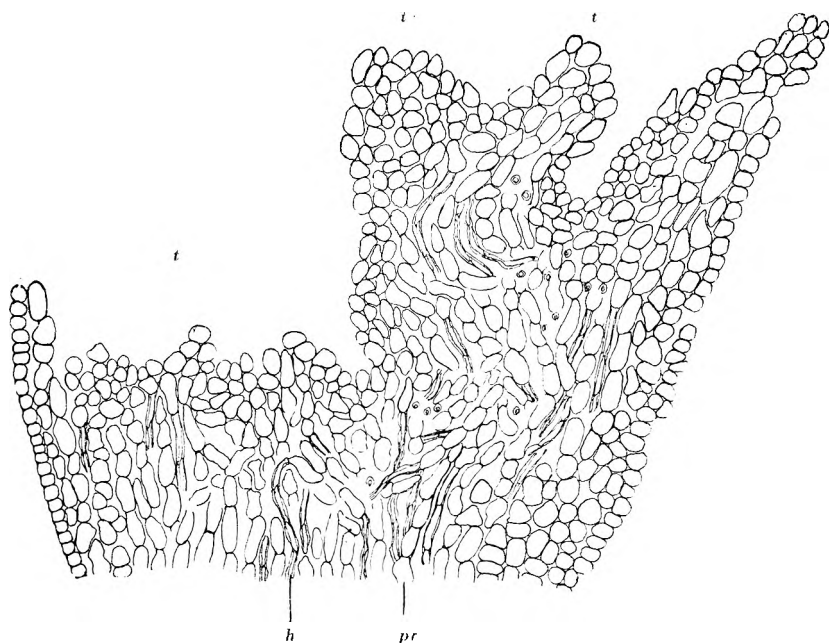


Sl. 13

Fig. 13

slučajeva samo na to, da ozljeda u kratko vrijeme zacijeli uslijed množenja perifernog staničja, koje se neposredno na ozljedu nadovezuje. Tako se stvara traumatsko tkivo, koje zatvara mjesto lezije (sl. 13.). Na mnogobrojnim sakupljenim herbarskim primjercima sa proliferacijama u raznom stadiju razvitka, vrlo sam rijetko dapače iznimno ustanovio, da se ovi anormalni izbojci zameću i na samim bilateralnim, plosnatim krilima; ako već nastupaju, onda uvijek bliže centralnom rebro, a nikad pri samim rubovima krila. Na ozlijeđenim vegetacijskim vršcima i receptakulima, do kojih ne dopire centralno rebro nikada se ne razvijaju proliferacije. Ove nastaju uvijek neposredno na ozljedama centralnog rebra, pretežno iz sredine ili

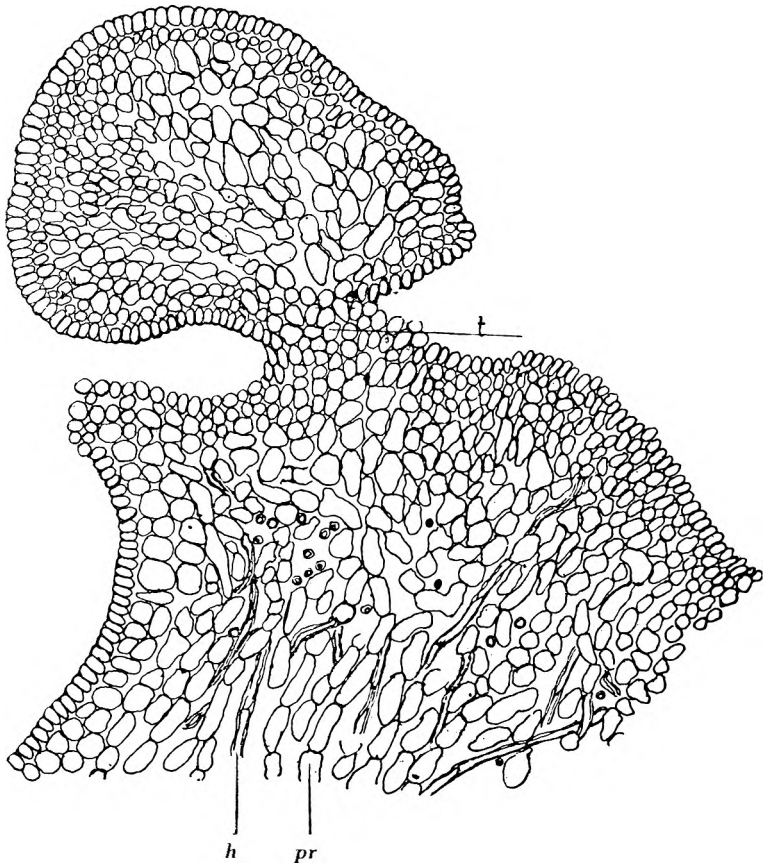
na njegovom perifernom dijelu. Prve diobe ozlijeđenog tkiva u centralnom rebru (provodne stanice i hife) ne dovode odmah do stvaranja zametka proliferacija, nego zatvaraju mjesto ozljede proizvodeći višeslojno traumatsko tkivo, koje je uvijek karakterizirano bogatim sadržajem fukozana, a morfološki slično primarnoj i sekundarnoj kori, jer sastoji iz više manje izodiametričnih stanica (sl. 14.). Tek kad je ozljeda posve zatvorena nastavljaju se daljnje diobe stanica u određenim zonama perifernog sloja traumatskog tkiva. Iz ovog se tkiva tek sada



Sl. 14 Fig. 14

zameću mlade proliferacije u obliku malih izbočina (sl. 15.), koje se pružaju u dužinu (sl. 16.). Periferni sloj stanica tih malih tkivnih izbočina formira se u epidermu, a stanice ispod nje u primarnu koru; tu se zameću i prve hife koje na odraslim proliferacijama bivaju sve brojnije prema središnjim zonama. Unutrašnje tkivo stvara uzdužne nizove stanica, od kojih jedne voluminoznije predstavljaju provodno tkivo, a ostale se diferenciraju u učvrstne elemente, hife.

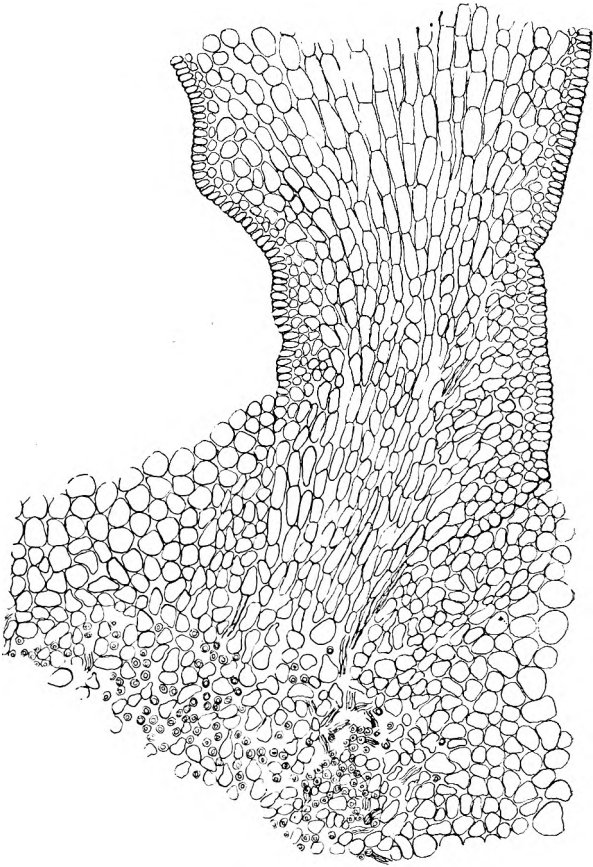
U posve mladim proliferacijama prije nego im radijarna građa počne prelaziti u bilateralnu, razlikuje se kortikalno tkivo i citološki od središnjeg, kao i kod slobodnih embrija po sadržaju fukozana, kojega u epidermi i primarnoj kori ima mnogo, dok su provodne stanice, iz kojih se u ovom ranom stadiju proliferacija središnje tkivo isključivo sastoji, bez fukozana.



Sl. 15 Fig. 15

Po tome, što se gotovo isključivo iz ozlijeda centralnog rebra nakon stvaranja traumatskoga tkiva razvijaju proliferacije, nedvojbeno je, da je njihov postanak uvjetovan prvenstveno diobama stanica ozlijeđenog provodnog tkiva u centralnom rebru. Hife same odnosno njihove stanice sudjeluju vrlo

rijetko neposrednim diobama pri stvaranju traumatskog tkiva i kasnije samih proliferacija. Kako je tkivo u centralnom rebru najzbijenije i najotpornije, jer su se u njemu usredotočili osim provodnog staničja i mehanički elementi, hife, nužno je vezan postanak proliferacija za zonu centralnog rebra, koja je jedina



Sl. 16 Fig. 16

pored stipesa i bazalne ploče rezistentna prema razornom mehaničkom djelovanju izvana. Hife u centralnom rebru odnosno njihov sklop utiču zbog svojeg mehaničkog karaktera indirektno na mjesto postanka proliferacija i time determiniraju granice, u kojima je moguće njihovo zmetanje i razvoj. Rahlo i manje

otporno tkivo — vegetacijski vršci, receptakuli, krila — koje vrlo lako, dapače redovito podliježe propadanju, ne daje podesnu i odgovarajuću podlogu za zamatanje ovih regeneracijskih tvorevina, čija je zadaća trajno nadomještanje izgubljenih dijelova talusa.

Analogne tvorevine proliferacijama na nižim dijelovima talusa, t. j. na stipesu i bazalnoj ploči, predstavljaju adventivni ogranaci.¹ Ovi se po načinu svog postanka, uvjetovanosti, a djelomično i morfološki razlikuju od proliferacija. Adventivni ogranaci za razliku od prvih, koji su traumatskog postanka, nastupaju spontano na neozlijeđenim mjestima spomenutih dijelova talusa, te predstavljaju vrlo česte i gotovo redovite tvorevine. Najviše su skloni stvaranju adventivnih ogranaka najdonji dio stipesa i bazalna ploča. Pored morfogenetskih postoje dakle i topografske razlike između adventivnih ogranaka i proliferacija. Ove su traumatične i egzogene tvorevine, a adventivni se ogranaci naprotiv zameću spontano i endogeno na stipesu ispod kortikalnog tkiva (sekundarne kore) t. j. u perifernim zonama centralno smještenog provodnog i mehaničkog tkiva, a na bazalnoj ploči u samim hifama. Izbijanje adventivnih ogranaka na bazalnoj ploči isključivo iz mehaničkog tkiva specifična je pojava samo za ovaj organ, koji sastoji jedino iz hifa.

Bitna morfogenetska razlika između proliferacija i adventivnih ogranaka je ta, što se ovi zameću direktno endogeno pretežno iz provodnih stanica u stipesu odnosno iz hifa u bazalnoj ploči, bez prethodnog stvaranja traumatskog tkiva, što je značajno za proliferacije.

U jednoj određenoj perifernoj zoni unutrašnjeg tkiva počinje intenzivnije dioba stanica, koje su u prvim stadijima više manje izodiametrične i karakterizirane obilnijim sadržajem fuksiana od okolnog tkiva. Tako se stvara mala izbočina, koja sve više raste dobivajući zaobljeni ili malo kijačasti oblik. Rastom probije okolno periferno tkivo, koje puca i tako izbija na površinu. Daljnji rast, razvoj i diferencijacija tkiva ista je kao kod proliferacija.

Iz prikaza postanka, razvoja i anatomije proliferacija te adventivnih ogranaka, moguće je zaključiti, da jedne i druge tvorevine nastaju iz trajnog tkiva, koje ima u jednom i drugom slučaju reverzibilni embrionalni karakter. Ta je embrionalnost

¹ Premda je Oltmanns u svojim istraživanjima obradio pod ovim imenom («Adventivsprosse») proliferacije i tvorevine, o kojima će biti sada riječ, zajedno, smatram opravdanim posljednje lučiti pod imenom u smislu Goebela, jer iako predstavljaju regeneraciju, nisu istovjetne s proliferacijama.

u najvećoj mjeri svojstvena stanicama provodnog tkiva u centralnom rebro i stipesu, a tek u mnogo manjoj mjeri (iznimno) provodnim stanicama bilateralnih krila. Ozljeđe na njima kao i na samim vegetacijskim vršcima i receptakulima bivaju redovito zacijeljene stvaranjem traumatičnog tkiva, a postanak proliferacija na njima vrlo je rijedak. Hife u centralnom rebro i stipesu rijetko sudjeluju neposredno diobama svojih stanica pri stvaranju proliferacija, odnosno adventivnih ogranaka. Na bazalnoj ploči izrazito mehaničkom organu vezan je naprotiv postanak adventivnih ogranaka isključivo za stanice hifa, čiji je embrionalni karakter jedino u ovom organu došao do punog izražaja.

Bitno je za proliferacije i adventivne ogranke, da predstavljaju regeneracije talusa. Prve su traumatske i akcidentalne naravi, te se odnose u organogenetskom pogledu prema izgubljenim dijelovima kao višestruka restitucija, jer se zameću uvijek u većem broju, nego istrgnuti normalni dijelovi talusa. Adventivni dijelovi nastaju doduše spontano, ali su mnogo češći na starijim talusima, čiji normalni ogranaci postepeno obamiru, pa je očita korelacija između propadanja starijih dijelova talusa i regenerativnog izbijanja adventivnih ogranaka. Za razliku od pravih restitucijskih regeneracija, koje predstavljaju opisane proliferacije, adventivni ogranaci imaju s obzirom na topografiju i postanak vrijednost kompenzacijskih regeneracija.

U biološkom se pogledu restitucijske i kompenzacijske regeneracije, proliferacije i adventivni ogranaci, nadopunjuju, a fiziološko im je značenje, da nadoknađuju istrgnute i obnove obamrle dijelove talusa.

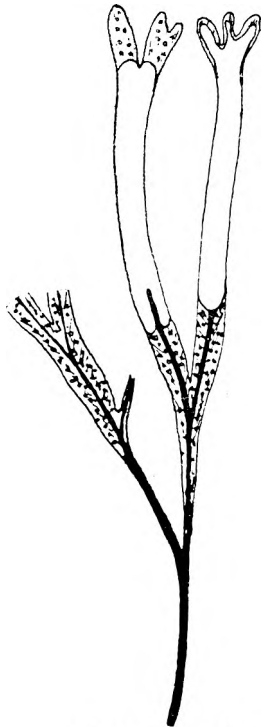
A n o m a l n e m j e š i n a s t e t v o r e v i n e

Istražujući ekologiju i horologiju jadranskog fukusa i sakupljajući primjerke na brojnim staništima nailazio sam i na takve, koji su imali neke mješnaste nabrekle tvorevine na plosnatim filoidnim dijelovima talusa. Uvjerio sam se, da ove mješine nastupaju samo na onim individuima, koji rastu u gornjoj vegetacijskoj granici emerzne zone. Opažao sam i to, da su češće na starijim, nego na mladim individuima.

Poznato je, da ove tvorevine nisu rijetka pojava ni kod drugih, atlantskih vrsta fukusa, kao *F. platycarpus* Thur., *F. vesiculosus* L., *F. serratus* L., i dr. Treba upozoriti, da ove mješnaste tvorevine nisu identične sa mjehurima (vesiculae, aerocystae), morfološko-anatomski jasno diferenciranim hidrostatskim organima, koji su poznati jedino na vrsti *F. vesiculo-*

sus. Principijelna je razlika između aerocista i mješina, o kojima je riječ, u tome što su one po postanku prirodni, normalni organi određenog oblika i veličine, dok ove predstavljaju u svakom slučaju anomalnu pojavu, nemaju stalnog oblika i mogu se pružati sad na manjem sad na većem opsegu, duž plosnatih segmenata talusa (sl. 17).

Mješine na jadranskom fukusu zapazio sam na primjercima razne dobe, kao i na dva različita varijeteta: *f. normalis* i *f. angusta*. Isključena je svaka pretpostavka, da bi iste tvorevine predstavljale morfološki specifikum bilo koje forme (varijeteta) i važile kao kriterij za sistematsku distinkciju. Spominjem to u vezi sa neispravnom Forti-jevom klasifikacijom nekih oblika s ovakovim mješinama, kao »*f. subvesiculosa*«. Postoji doista mogućnost takve zabune, ako se ova pojava površno posmatra. U istu opasnost došao sam i sâm na jednom staništu fukusa na otoku Pagu, nedaleko luke grada Paga, gdje je bila zastupana isključivo *f. angusta*. Veći broj plosnatih, okriljenih segmenata u gornjem dijelu talusa, na završnim dihotomijama bio je mješinasto nabrekao u dužini od 2—4 centimetra. U prvi mah izgleda, da su ove mješine ispunjene sa sluzi, kao kakvi anomalno produženi i suženi receptakuli. Isto su tako napadno produžene zadnje dihotomije talusa, na kojima pretežno nalazimo mješine. Uslijed toga dobiva talus neobičan habitus. Temeljitim promatranjem došao sam do uvjerenja i zaključka, da fukusi na ovom staništu pripadaju lokalnom obliku (varijetetu), *f. angusta* Schiffner, s uskim segmentima.



Sl. 17 Fig. 17

Nakon isporodbe posjećenih staništa fukusa postala mi je ekološka uvjetovanost mješinastih tvorevina jasna. Dotično stanište u Pagu prostire se na obali, ispred koje se na većoj dužini pruža dosta velika pličina, stoga je emerzna zona relativno široka, a isto tako i vegetacijski pojas fukusa, koji ju je obrastao. Supstrat sačinjavaju dosta mekani laporasti slojevi škrljaste strukture (fliš). Uslijed prostrane pličine nije vegetacija fukusa zbijena, kao što je inače na strmim obalama, gdje

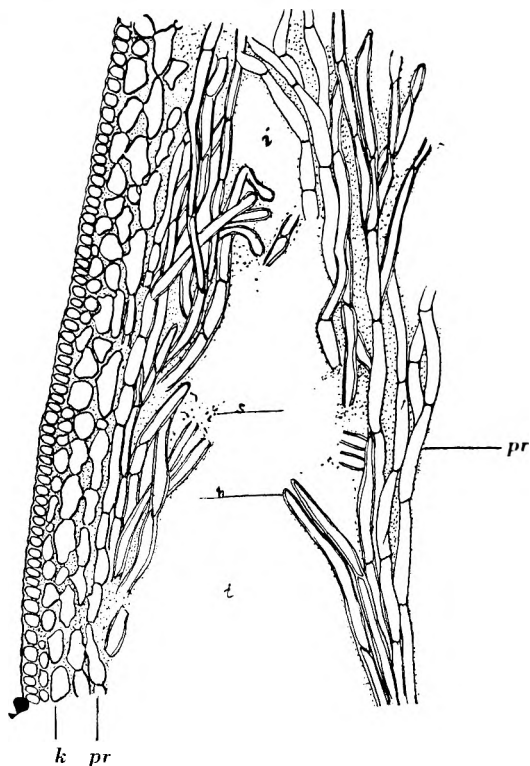
stvara više manje suvisli kontinuirani pojas busena. Na ovoj pličini su talusi sporadično porazbacani često i na pojedinačnim krhotinama (blokovima) fliša. Za vrijeme oseke, kad cijela emerzna zona zaostane na suhom, ne pružaju ti talusi jedan drugome zaštitu protiv isparivanja i isušenja, što je inače slučaj tamo, gdje stvaraju guste busenaste skupine. Tamo, gdje sam nalazio zbijena naselja (formacije) fukusa, mnogo sam rjeđe sretao na njima anomalne mješine i nikad u takvom opsegu kao na tom staništu u Pagu. Malene, samo pojedinačno zastupane mješine nalazio sam također inače na vršnim dijelovima talusa, koji su bili najviše izloženi insolaciji i isušenju. Bazal-niji i zbijeniji ogranci talusa, koji se prekrivaju i uzajamno štite zadržavajući u sebi duže vremena vlagu, isto tako i međusobno zbijeni talusi, nemaju nikad na sebi tih mješina. Jaka insolacija i isparivanje vode dovode brzo i lako do isušenja. U kritičnom stupnju prije nego nastupi ponovno plima, dolazi do poremećenja asimilacijskih procesa, a prevladaju oksidativni, disimilacijski. Periodičnost plime i oseke uvjetuje trajno ritmičko ponavljanje ovih procesa, koji su najjači i najdjelotvorniji za doba ljetne žege. Oksidativni procesi uvjetuju stvaranje plinova, koji se sakupljaju u intercelularima unutrašnjeg tkiva. Ti se plinovi nagomilavaju i dobivaju sve više na volumenu stvarajući sve jači mehanički pritisak na tkiva, čija histološka građa prije čvrsta i homogena, biva sada sve labavija. Inter-celularna sluz (galerta) sudjeluje vjerojatno dosta aktivno u procesima oksidacije pri stvaranju mješina. Ona je, naime, primarno obilno zastupana u međustaničnim prostorima tkiva, a čim počne stvaranje mješina sve se više suši i reducira. Pri dehidraciji jedan dio njene energije svakako sudjeluje u stvaranju plinova.

Kako napon plinova postaje sve veći, tkiva se počam od subepidermskih slojeva sve više kidaju i rastavljaju, a pri tom procesu ostaje cjelovita samo epiderma i djelomično subepiderma (primarna kora) (sl. 18.). Taj proces shizogenog postanka mješine napreduje sa svih strana prema centralnom rebu, čija je histološka struktura najkompaktnija. Prvi stadiji stvaranja mješina mogu se već izvana primjetiti. Površina plosnatih segmenata, pod kojim se nalaze već sakupljeni plinovi razlikuje se od ostalih svojom blijedom, žućkasto-zelenom bojom, jer se aparat fotosinteze (kromatofori) u stanicama epiderme i primarne kore na ovoj površini, kako napreduje formiranje mješine, postepeno razara.

Prolazeći kroz razne stadije raskidanja unutrašnjih tkiva i stvaranja mnogobrojnih shizogenih intercelulara, oblikovanje

mješina je definitivno, kad je razoreno i centralno rebro, a šupljina nema više odjeljenih pretinaca, uvjetovanih ranije tkivnim vlaknima, koja su se međusobno skupa držala, nego predstavlja jedinstveni mješinasti sistem s ostacima razorenog tkiva.

Mnogo je brži proces stvaranja mješina, kada ovaj zahvati same vegetacijske vrhove, koji nemaju centralnog rebra, nego sastoje iz razmjerno rahlog tkiva ili proces zahvati same recep-



Sl. 18 Fig 18

takule, koji se stvaraju iz vegetacijskih vrhova u doba sazrijevanja rasplodnih produkata. U jednom i drugom slučaju rahlo središnje tkivo lakše i brže podliježe razaranju uslijed mehaničkog pritiska plinova, čiji volumen raste. Vegetacijski vrhovi zahvaćeni ovim procesom nemaju više sposobnosti daljnjeg rasta i dihotomskog grananja, a sazrijevanje receptakula za zametnutim oogonijama i anteridijama u njihovim konceptakulima prekinuto te ne dovode nikada do fruktifikacije.

Ekologijski uvjeti postanka anomalnih mješina su očiti: odnosi svijetla, temperature i vlage u vezi sa djelovanjem plime-oseke i insolacije. U dublju uzročnu povezanost pojedinih fizi-kalno-kemijskih uvjeta i procesa stvaranja plinova u mješinama (njihovo kvantitativno kolebanje i mijenjanje napetosti na sti- jenke mješine mijenom dana i noći, kvalitativni sastav i t. d., nisam mogao dobiti boljeg uvida, s razloga, što je u tu svrhu potreban duži eksperimentalni rad sa živim materijalom, na licu mjesta. Meni u tu svrhu nisu bila na raspolaganju ni tehnička sredstva, a ni potrebno vrijeme.

A n a t o m i j a t a l u s a

Histologijska diferencijacija talusa alga karakteristična je osobito za skupine feoficeja i rodoficeja. Iako se ne može ni kod ovih relativno visoko diferenciranih talofita govoriti o defini- tivno provedenoj ergonomiji staničja u strogom, ekskluzivno fiziologijskom smislu kao kod kormofita, ipak detaljna anatom- ska analiza vegetativnog dijela tih viših talofita ukazuje na potrebu razlikovanja nekoliko u histologijskom pogledu odije- lenih sistema.

Prvi je počeo ispitivanjem anatomije vrsta fukusa K ü t z i n g. Anatomske elemente i histologijsku strukturu vege- tativnih organa roda *Fucus* ispitivali su među prvima K n y, R e i n k e i R o s t a f i n s k i, dok je anatomiju reproduktivnih organa obradio T h u r e t u svojim algologijskim studijama. Kasnije su W i l l e, O l t m a n n s i H a n s t e e n vršili anatom- ska ispitivanja na nekim vrstama fukusa i u iscrpnim studijama upotpunili radove ranijih autora.

R e i n k e je prvi ispitujući anatomiju i histologiju fukusa (*F. vesiculosus*) pokušao podijeliti staničja na osnovu razlika, koje pokazuju njihovi anatomske elemente, u nekoliko sistema. On postavlja slijedeću topografsku razdiobu tkiva: epiderma, primarna kora, sloj zadebljavanja (Verdickungsschicht), unu- trašnje ispunjsko tkivo (Füllgewebe) i centralno rebro (Mittel- rippe), što prolazi sredinom talusa i stvara skelet. O l t m a n n s razlikuje također staničja prema topografskom kriteriju i kla- sificira ih ovako: vanjska kora (Aussenrinde), odgovara epider- mi, unutrašnja kora (Innenrinde), odgovara primarnoj kori i unutrašnje tkivo (Füllgewebe).

W i l l e je ispitujući fiziologijsku anatomiju diferenciranog tkiva kod fukaceja prvi proveo klasifikaciju tkiva na temelju fiziologijsko-anatomskih principa. Njegov asimilacijski sistem odgovara vanjskoj kori O l t m a n n s a i epidermi R e i n k e a;

provodni sistem (Leitungssystem) odgovara unutrašnjem tkivu (Füllgewebe); a mehanički sistem odgovara maksimalno diferenciranom tkivu (Hife), koje prevladava u centralnom rebro, stipesu i osobito u bazalnoj ploči. Tkivo, koje je Reinke označio kao primarnu koru, a Oltmanns kao unutrašnju koru, nije Wille diferencirao kao zasebni sistem, niti mu je odredio funkciju. Hansteen tvrdi, da se u tom tkivu sakuplja asimilacijski produkt fukaceja, fukozan, za vrijeme stadija mirovanja i označuje ga kao spremišno tkivo (Speicherungsgewebe), analogno spremišnom tkivu kod nekih florideja, koje je Wille označio kao »Magasineringsystem«. Iz anatomskih ispitivanja fiksiranog i svježeg materijala jadranskog fukusa iz raznih godišnjih doba, nisam mogao ustanoviti, da bi se u tom tkivu gomilala veća količina fukozana, nego li u ostalim susjednim tkivima. Stanice su tkiva primarne odnosno unutrašnje kore doduše više voluminozne od epidermskih i jedino s obzirom na to sadržaj je fukozana u njima veći. Provodne stanice, koje su relativno velike i produžene nose također znatnu množinu fukozana. U različitom omjeru, relativno svojem volumenu, sadrže fukozan sve stanice vegetativnog tijela, kao i reproduktivnih organa (oogoniji i anteridiji). Sadržaj fukozana je općenito veći u svim tkivima u doba bujne vegetacije fukusa, zimi i u proljeće, nego ljeti, kada je vegetacija kržljava i u obamiranju.

Kako spomenuto tkivo nema izrazitu i isključivu spremišnu funkciju, a uzato sadrži brojne i velike hromatofore, nisam smatrao opravdanim u histologijskoj podjeli kod jadranskog fukusa odrediti ga kao spremišno tkivo. S obzirom na broj i veličinu hromatofora to tkivo ima prvenstveno funkciju asimilacije.

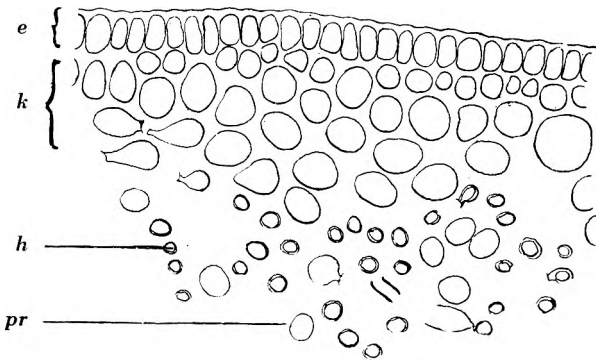
Kod alga nije provedena apsolutna podjela rada u tkivu. Tkivni sistemi ne vrše isključivo jednu funkciju, nego dvije ili više njih, od kojih smatramo jedne primarnim, a druge sekundarnim, jer ove mogu biti svojstvene i drugim tkivnim sistemima.

Sistem kore (kortikalni sistem)

Epiderma je vanjski jednostruki sloj stanica, što omata plosnati, bilateralni dio talusa. Stanice su prizmatskog oblika sa dužom osi okomito na površinu talusa, dužine 17,5—35,0 μ , a širine 8,75—24,5 μ (sl. 19, 20, 21). Odozgo gledane poligonalnog su oblika ili rjeđe pačetvorinaste (sl. 21). Debljina njihovih membrana varira 1,5—3,0 μ . Membrane pokazuju pri jačem povećanju slojanje, odnosno jasnu lameloznu strukturu, osobito,

ako se mikroskopski prerezi drže neko vrijeme u koncentriranom glicerinu. Vanjske su membrane epidermskih stanica poprečno deblje od ostalih i prevučene sluzi, koja može mjestimično stvarati tanji ili deblji sloj. Sluz sastoji iz svijetle amorfne osnovne mase, u koju mogu biti uklopljena sitna granula. Ova masa prevlači epidermu analogno kutikuli kopnenog bilja, te ima isto zaštitno značenje. Jodom se bojadiše žuto, a safranim crveno.

Epiderma je kao jasno diferencirani sloj parenhimskih prizmatskih stanica ograničena na odraslom individuumu fukusa redovito samo na plosnate, bilateralne (filoidne) dijelove talusa, krila. Tamo, gdje su krila reducirana na centralno rebro, odno-



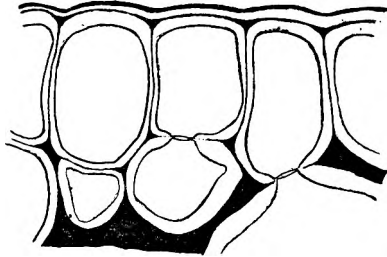
Sl. 19

Fig. 19

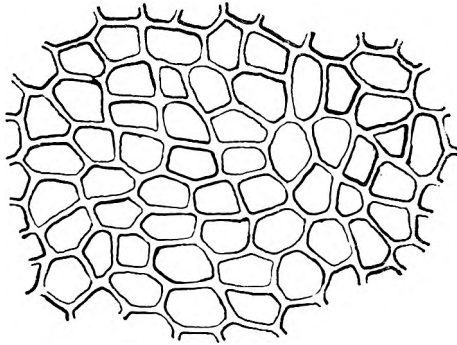
sno stipes, redovito prestaje ovoj epidermskog tkiva. Na posve mladim individuima prekriva epiderma cijelu površinu talusa. Kako alga raste, tako napreduje sve više proces otpadanja epidermskog sloja stanica donjih partija talusa. Proces otpadanja (denudacije) uzrokovan je bilo sekundarnim rastom talusa u debljinu (fiziološka denudacija), bilo patološkim faktorima životne sredine (patološka denudacija uvjetovana epifitizmom). Centar umnažanja epidermskih stanica je vegetacijski vrh, odnosno tjemena i njoj najbliža zona. Paralelno sa cjelokupnim rastom talusa umnažaju se još stanice epiderme i na starijim donjim zonama plosnatog tijela talusa sekundarnim diobama u antiklinalnom smjeru, čime se povećava površina talusa i periklinalno endogeno, što uvjetuje stvaranje novih slojeva primarne kore. Rezultat periklinalnih endogenih diobi epidermskih stanica je jedan jasno diferencirani sloj malenih stanica primarne kore, koji se nadovezuje neposredno ispod na epidermu.

Stanice tog sloja rastom i pružanjem dostižu na starijim dijelovima talusa, gdje epiderma više nema sposobnosti diobe ili je već odbačena, veličinu stanica kore ispod njih, pa je tako formiran jedinstveni sloj kore.

Stanice epiderme odijeljene su međusobno središnjom lamelom, koja je pektinskog sastava. Sa ruthenium-crvenilom bojadiše se crveno, dok se membrane stanica, koje su celulozne,



Sl. 20 Fig. 20



Sl. 21 Fig. 21

slabo ili nikako ne bojadišu. Jako razređena otopina metilenskog plavila bojadiše pektinsku središnju lamelu modro ili ljubičasto-modro, a razrijeđena otopina safranina crveno. Metilenskim plavilom ostaju celuloza i intercelularna galerta (derivati pektina) nebojadisane. Safraninova otopina bojadiše pored pektina i njegovih derivata, intercelularnu galertu, dok celuloza ostaje nebojadisana.

Sadržaj epidermskih stanica sastoji iz diferencirane protoplazme, u kojoj su uklopljeni ovalni ili okruglasti hromatofori, feoplasti, smeđe-zelene boje i okruglasta svijetložuta zrnca fu-

kozana, koja se od hromatofora razlikuju pored boje i time, što su prosječno nešto manja. Značajan je sam smještaj fukozana, hromatofora i jezgre u stanicama epiderme. Na mikroskopskim preparatima svježega materijala vidi se, kako su se hromatofori smjestili na unutrašnjoj, bazalnoj strani epidermskih stanica i ispunjava otprilike polovicu ili nešto manje volumena stanice, a manja i brojnija svijetložuta zrnca fukozana sakupljena su na perifernoj strani stanice. (Tab. 4.) Još jasniji postaje različit raspored hromatofora i fukozana, ako se svježi prezezi drže izvjesno vrijeme (par sati) u razrijeđenoj otopini kresylplavila s morskom vođom. Ovo bojadisanje ima za rezultat, da se intravitalno bojadisu modro samo zrnca fukozana, a hromatofori i ostali protoplasti s jezgrom ostaju nebojadisani. Sudeći prema izrazitom perifernom smještaju zrnaca fukozana, ova imaju prvenstveno ekologijsku, i to zaštitnu zadaću u životu ove alge. Emerzna litoralna zona sa pojasom fukusa izložena je jakoj insolaciji, osobito za vrijeme oseke, koja se periodički ponavlja. S tom ekologijskom okolnosti u vezi je i periferni smještaj zrnaca fukozana, koja ovdje nemaju primarnu važnost hranidbene, rezervne tvari, nego u prvom redu štite asimilacijski aparat hromatofora epiderme i primarne kore od prejakog djelovanja svijetla. Prema tome zrnca fukozana u epidermi fungiraju kao regulatori intenziteta apsorpcije svijetla i fotosinteze. Sličan zaštitni aparat poznat je i kod drugih alga umjerenih i tropskih područja. Zaštitni aparat sačinjavaju ovdje također zrnate tvorevine, koje po navodima nekih autora daju bjelanjakstu reakciju. Po F a b e r u su te tvorevine metamorfzirani plastidi, inače poznati kod roda *Nitophyllum*, *Cystosira*, *Chylocladia*, *Dictyota* i *Derbesia* (S c h u s s n i g str. 360—361).

Jezgra epidermskih stanica nije u svježem, a ni u fiksiranom stanju vidljiva, kao ni uopće u stanicama ostalih tkiva, koja izgrađuju talus fukusa. Jedino je prokušano sredstvo od svih boja, koje sam upotrebio za bojadisanje jezgre i protoplasta Ehrlichov hematoksilin. Nakon višesatnog bojadisanja u tom mastilu i nakon ispiranja suvišne boje, dobio sam uspjele preparate protoplasta i jezgre. Jezgre s protoplastom u epidermskim stanicama pomaknute su sasvim k bazalnoj strani, tamo gdje se na stanice epiderme tijesno prisljanja spomenuti jasno diferencirani sloj malenih stanica primarne kore, koji je nastao endogeno periklinalnim diobama stanica epiderme.

Epidermsko tkivo fukusa vrši i sekrecijsku funkciju (izlučivanje sluzi na površinu), ali sekrecijskih idioblasta ispod epiderme, kao kod nekih laminarijaceja, nema. Sluz izlučena na površinu ima zaštitnu zadaću, analogno kutikularnom sloju

kopnenog bilja. Ona štiti u prvome redu neposredno epidermu samu, a posredno i unutrašnje tkivo od prejakog isparivanja i sušenja za vrijeme oseke. S druge strane čini ta sluz površinu talusa glatkom, te smanjuje trenje talusa s morskom vodom. Sluzavi sloj na površini epiderme sprječava također u velikoj mjeri prodiranje endofita i parasitskih bakterija u unutrašnjost talusa, jer im služi kao mehanički, a ujedno i hranidbeni supstrat.

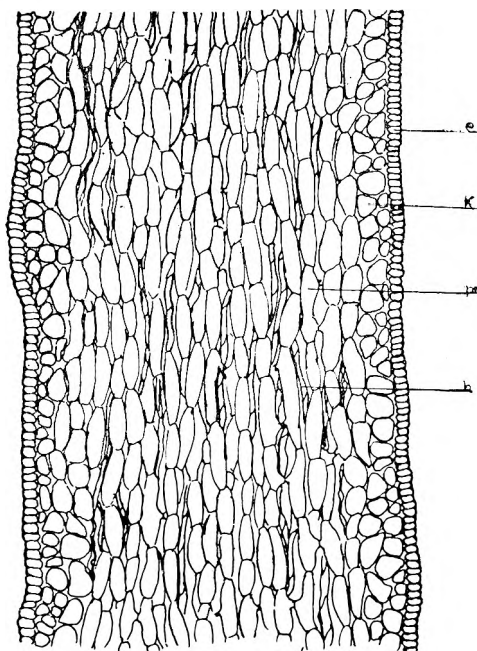
Fiziologijsko značenje epiderme je dakle višestrano, iako su očito njene glavne funkcije, napose zaštitna i asimilacijska funkcija, dok je sekrecijska sekundarne prirode.

Primarna kora. Ovo se tkivo nastavlja neposredno na epidermu i zameće se već u vegetacijskom vrhu ispod epiderme u jednom sloju, a na odrasлом talusu povećava se broj tih slojeva periklinalnim diobama stanica epiderme. Oblik je stanica više manje izodiametričan. Veličina njihova varira od 14—70 μ , a debljina njihovih membrana 2—6 μ . Sloj primarne kore neposredno pod epidermom ima redovito najmanje stanice. One se približavaju veličinom epidermskim stanicama, iz kojih proizlaze, uslijed njihovih periklinalnih diobi. Što su slojevi primarne kore više udaljeni od epiderme, to je volumen njihovih stanica veći i prema unutrašnjosti bivaju sve više produžene u smjeru glavne osi talusa, uslijed pružanja u dužinu, koje ide paralelno sa skupnim rastom talusa, a diobe u antiklinalnom smjeru izostaju. Na odraslim talusima je broj slojeva stanica primarne kore 3—5. Stanice komuniciraju međusobno na periklinalnim i antiklinalnim stijenkama pomoću tankih jažica, a stanice najperifernijeg sloja isto tako i sa stanicama epiderme. Stanične membrane daju klorcinkjodom pozitivnu reakciju na celulozu kao i membrane epidermskih stanica, ali istom onda, ako se prethodno prerezi talusa drže izvjesno vrijeme u KOH ili NaOH, koji razaraju vanjski pektinski ovoj svake stanice. Bez prethodnog postupka s lužinom prodiranje klorcinkjoda u celulozne lamele membrane je otežano, pa ne dolazi do reakcije. Prostore između stanica primarne kore ispunjava središnja pektinska lamela, koja relativno uvijek sekundarno bubri, pretvarajući se u derivate pektina (gelozu). Tim procesom bubrenja središnje lamele odmiču stanice primarne kore jednu od druge, te se stvaraju intercelulari, koji se ispune ovom gelatinoznom supstancom.

Prema unutrašnjosti talusa stanice primarne kore dobivaju sve više intramedijalni morfološki karakter između tipskih stanica primarne kore i provodnih stanica u centralnom dijelu

talusa. Sve se više produžuju u smjeru glavne osi i prelaze u prave provodne stanice (sl. 22.).

Iz stanica primarne kore vuku porijeklo i prvi mehanički elementi talusa t. zv. Reinke je ovu zonu u primarnoj kori, gdje se hife zameću, nazvao »Verdickungsschicht« pripisujući joj funkciju sekundarnog debljanja talusa, poradi toga što se hife, koje nastaju iz stanica primarne kore u ovoj zoni, umeću između već postojećeg tkiva u intercelulare, te time



Sl. 22 Fig. 22

uvjetuju sekundarni rast talusa u debljinu. Ova Reinke ova pretpostavka nije ipak opravdana, čemu je već Oltmanns prigovorio, jer rast talusa u debljinu nije lokaliziran isključivo u ovoj zoni, nego je uvjetovan u prvom redu periklinalnim diobama stanica epiderme, a kasnije primarne odnosno sekundarne kore. Reinke ova »Verdickungsschicht« zapravo je zona karakterizirana jedino time, što iz nje proishode prvi mehanički elementi, hife. Razumljivo je, da stvaranje hifa i njihovo umećanje između već postojećeg tkiva u primarnoj kori, kao i u centralnom rebru, uvjetuje također u znatnoj mjeri sekundarni

rast talusa u debljinu, ali s tom razlikom, što hife nisu lokalizirane kao stanice primarne kore u jednoj zoni, nego bivaju počam od kore prema centralnim partijama talusa sve brojnije.

Primarna je kora, dakle, sa svojim periklinalnim diobama stanica, prava zona sekundarnog rasta talusa u debljinu, a ujedno ishodište elemenata mehaničkog sistema hifa.

Na bilateralnim plosnatim dijelovima prelazi primarna kora prema unutrašnjosti u tkivo, koje ispunjava sredinu bilateralnih krila. Ovo je tkivo morfolozijski istovjetno s onim u centralnom rebriu i stipesu, jer sastoji iz parenhimskih produženih provodnih stanica i hifa. Razlika je samo u histologijskom sklopu. Tkivo u unutrašnjosti bilateralnih krila dosta je rahlo, slabo konzistentno, nasuprot onom u centralnom rebriu. Provodne stanice i hife protječu nepravilno. Tek na prelazu u centralno rebrio preuzimaju hife i provodne stanice postepeno smjer glavne osi segmenta talusa.

Stanice primarne kore karakterizirane su velikim i brojnim, ovalnim hromatoforima (feoplastima) i više manje okruglim zrcima fukozana. Hromatofori su često usredotočeni oko jezgre u centralnom dijelu stanice. Pojedini se hromatofori mogu nalaziti periferno među plazmatskim nitima vakuolizirane protoplazme ili uz samu staničnu membranu, koja je uvijek obložena tankim slojem plazme (Tab. 1.). Zrnca fukozana bojadišu se intravitalno kresilnim modrilom modro. Dolaze u manjim ili većim nakupinama, koncentrirani u središnjem dijelu stanice, kao i hromatofori. Pored toga dolazi fukozan i u pojedinačnim zrcima uklopljen u pojedine plazmatske niti. Plazma pokazuje na posve svježem materijalu polagano gibanje, što se očituje u tome, da pojedini hromatofori unutar razmjerno kratkog vremena od jedne do dvije minute mijenjaju svoj položaj u prostoru. Oni se giblju pasivno nošeni strujom plazme. U morfolozijskom pogledu stanična plazma karakteristična je mrežolikom strukturom, koja sastoji iz anastomozirajućih niti i sadrži mnogobrojne vakuole. Plazmatske niti idu često periferno u radijarnom smjeru prema membrani stanice. Ne rijetko se vidi, kako ovi krakovi idu od dviju susjednih stanica prema utanjenoj jažici, koja ih dijeli, pa se susreću, te izgleda da se spajaju i međusobno komuniciraju (Tab. 3.).

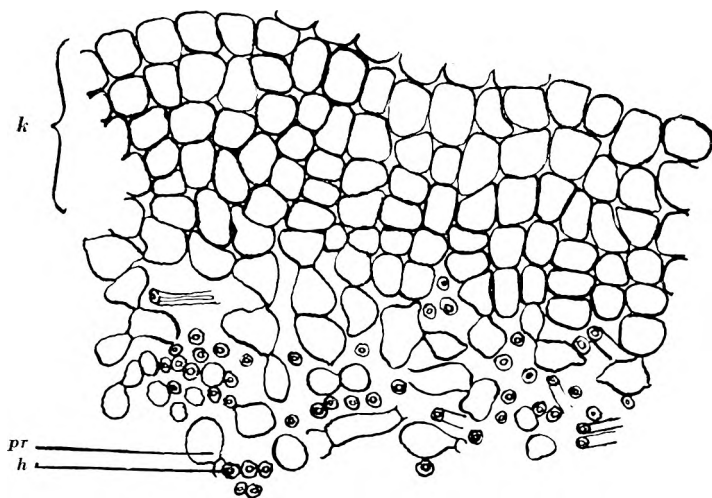
U hialinoj i providnoj plazmi uklopljena su još sitna, svijetla zrnca, koja jako lome svijetlo, osobito na čvorovima, gdje se ukrštaju plazmatske niti. Ova se zrnca teško ili nikako ne bojadišu sa kresilnim modrilom, pa nisu istovjetna sa tipskim fukozanom. C h a d e f a u d ih klasificira kao »physodes mais non colorables«, dakle fukozan, koji se ne bojadiše vitalno mastilima.

Stanična jezgra nije u vitalnom ni u fiksiranom stanju nikad posve jasna. Nekad se nazrijeva u sredini stanice samo kao jedno blijedo okruglo tijelo, a inače je redovito okružena i zaklonjena hromatoforima i zrcima fukozana, te je teško zamjetljiva. Na fiksiranim prerezima i bojadisanim u Ehrlichovom hematoksilinu bojadiše se jezgra stanica primarne kore intenzivno crveno, položajem u središnjem dijelu stanice, uklopljena u vakuoliziranu protoplazmu.

Stanice primarne kore odlikuju se brojnim i velikim hromatoforima, pa vrše u prvom redu asimilacijsku funkciju. Obilan sadržaj zrnaca fukozana ukazuje, da primarna kora ima pored ostalih tkiva i zadaću stvaranja i spremanja ovog produkta, kao hranive rezervne tvari. Svojstvo spremanja fukozana nije, kako je već ranije spomenuto, specifično samo za stanice kore, kako tvrde Hansteen i Schussnig, nego i za ostala tkiva, osobito provodna, koja pored spremanja fukozana vrše i druge funkcije u tkivnoj organizaciji talusa.

Sekundarna kora. Ovo je tkivo istovjetno s primarnom korom. Razlika je prvenstveno topografskog karaktera, pa je dosljedno tome i naziv sekundarna kora, više topografski nego anatomsko-fiziološki. Prvi je razlikovao sekundarnu od primarne kore Reinke, označivši kao kortikalno tkivo ono, koje počima tamo, gdje procesom denudacije nestaju oko centralnog rebra plosnati, bilateralni (filoidni) dijelovi talusa, krila. Ovo se tkivo razvija dakle u donjim, zaobljenim dijelovima talusa, sve do bazalne ploče. Čim počnu epidermske stanice denudacijom u donjim regijama talusa da otpadaju, nastaje intenzivnija dioba stanica ispod njih. Ove sačinjavaju sada tkivo — sekundarnu koru — koje je karakterizirano većim brojem slojeva (5—12) nego primarna kora (Sl. 23.). Sekundarna kora prekriva centralnije smještena tkiva, provodno i mehaničko, počam od zone, gdje prestaju bilateralna krila, pa sve do bazalne ploče. Neposredno nad samom bazalnom pločom postaju slojevi sekundarne kore manje brojni, nego u gornjim partijama, a sama bazalna ploča ima vrlo tanki ovoj stanica sekundarne kore, koje su obično nepravilno i dosta rahlo rasporedene oko unutrašnjeg tkiva. Ne rijetko je lateralna površina bazalne ploče bez omočaja sekundarne kore, a tada izbija na površinu golo mehaničko tkivo (hife) iz kojih se isključivo sastoji bazalna ploča. Osnovna strana ploče, kojom prijanja na supstrat, nema nikada na površini stanica sekundarne kore, nego hife, koje iz centralnog dijela vijugajući izbijaju na površinu i prijanjaju na čvrsti supstrat.

Reinke-ova definicija sekundarne kore¹, koju je on postavio na temelju histološko-anatomskih ispitivanja na vrsti *Fucus vesiculosus*, ne slaže se potpuno s rezultatima mojih ispitivanja anatomije jadranskog fukusa. Na uzdužnim i poprečnim mikroskopskim prerezima stipesa u različitoj udaljenosti od bazalne ploče, često sam ustanovio, da apsolutno otpadanje epidermskih stanica nije nuždan preduvjet za stvaranje novih slojeva sekundarne kore ispod njih. Epiderma obamire, ali često zaostaje ili ispada samo djelomično na plosnatoj strani stipesa



Sl. 23

i nakon što su bilateralni dijelovi skupa s epidermom poispadali, te se vezano nastavlja čak do same bazalne ploče. Smatram Reinke-ovo razlikovanje primarne i sekundarne kore ipak opravdanim, s razloga, što se primarna kora nastavlja uvijek na epidermu, koja ima sposobnost daljnjih diobi i stvaranja novih slojeva primarne kore, a to se zbiva samo na mlađim nedenukiranim dijelovima talusa. Bitna je razlika između primarne i sekundarne kore i u tome, što centar umnožavanja slojeva prve leži egzogeno ispod epiderme, a sekundarne kore endogeno, na njenoj unutrašnjoj granici.

¹ »Ich will dieses Gewebe, dessen Bildung kurz über die Region anhebt, wo der Laubkörper von der Mittelrippe verschwindet, als sekundäre Rinde bezeichnen im Gegensatz zur primären Rinde, die aus der Epidermis hervorging.« (Str. 334).

Provodni (medularni) sistem.

Staničje, koje kod viših feoficeja označujemo anatomsko-fiziološkim terminom: provodni sistem, nazivali su raniji autori Reinke, Rostafinski, Hick i Oltmanns nazivima, koji su imali samo topografsko-anatomsko značenje (Füllgewebe, Mittelrippe, Mark, the central tissue). Kao takva označivana su:

1. produžene parenhimske stanice, koje se u više manje pravičnim nizovima jedna na drugu nastavljaju u centralnom rebbru i stipesu ili protječu nepravilno u unutrašnjem staničju bilateralnih krila i receptakula, a karakterizirane su redovito — izuzev rahlo staničje u receptakulima — obiljem fukozana u vakuoliziranoj plazmi, osobito u centralnom rebbru i stipesu i razmjerno malenim brojem hromatofora, i

2. dugi nizovi produženih uskih stanica (hifa) sa tankim kosim poprečnim membranama, te jako reduciranim staničnim lumenom.

Tek kasnije, kad je uočena (Wille) različita anatomija i fiziologija jednog i drugog tipa stanica, došlo je do njihove fiziološko-anatomske podjele, u provodni i mehanički sistem.

Provodni sistem kod jadranskog oblika, kao i kod ostalih vrsta fukusa, uključuje u sebi parenhimske produžene stanice u centralnom rebbru, stipesu, u bilateralnim krilima i u fertilnim vršcima (receptakulima). Glavni dio provodnog tkiva tvore produžene stanice u centralnom rebbru i stipesu, dok su u bilateralnim krilima, a pogotovo u fertilnim vršcima rahlije rasporedene, iako sačinjavaju u jednom i drugom dijelu jedinstvenu cjelinu provodnog sistema u središnjim zonama talusa, centralnom rebbru i stipesu.

Provodne stanice u centralnom rebbru počam od vrha segmenata prema bazi talusa bivaju sve mnogobrojnije i veće. Njihova množina raste paralelno sa debljinom centralnog rebbra i masivnošću stipesa idući prema bazi, što je uvjetovano sekundarnim rastom talusa u debljinu. Primarno više manje izodiametrične stanice na unutrašnjoj granici metamorfoziraju se postepeno u centripetalnom smjeru prema provodnom i mehaničkom tkivu u produžene stanice, pošto s jedne strane izostaju njihove poprečne, antiklinalne diobe, a s druge strane rastu u dužinu paralelno s rastom talusa. Ovaj prelaz iz kortikalnog u medularno staničje može se najbolje predočiti na uzdužnim i poprečnim prerezima talusa.

Veličina provodnih stanica, kao i debljine njihovih membrana variraju u raznim visinama i zonama talusa kod jadranskog fukusa, kako prikazuje tabela I:

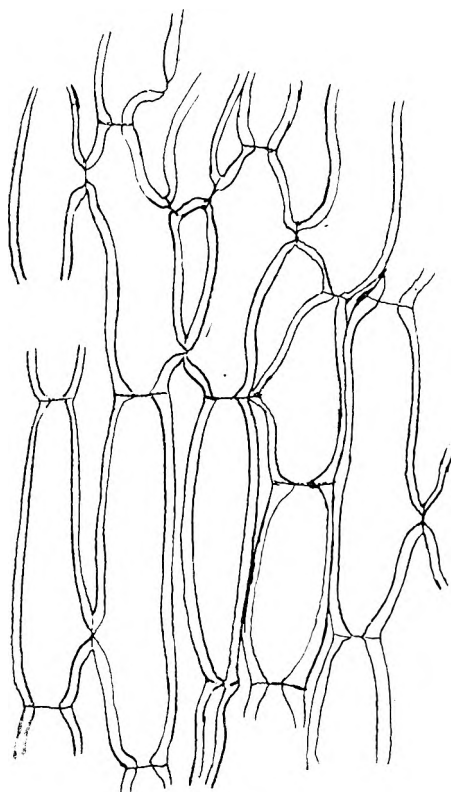
TABELA I.

Dužina stanica	Širina stanica	Debljina uzd. membr.	Dijelovi talusa
35.0 133 μ	10.5 — 24.5 μ	1.5 — 4.5 μ	Bilateralna krila
38.0 — 157.5 μ	10.5 — 28.5 μ	1.5 — 6.0 μ	Centralno rebro
49.0 — 217.5 μ	19.25 — 52.5 μ	3.75 — 12.0 μ	Stipes

U vegetacijskom vrhu talusa, počinje histologijska diferencijacija provodnih stanica u bazipetalnom smjeru talusa. Sukcesivnim prelazom primarno radijarno građenog embrija u plosnati bilateralni filoid u gornjem dijelu, divergiraju jednim dijelom i nizovi provodnih stanica prema plosnatim, bilateralnim krilima, gdje protječu dosta nepravilno, komunicirajući s jedne strane sa provodnim staničjem u centralnom rebro, a s druge s primarnom korom.

Stanice provodnog sistema u centralnom rebro i stipesu su produžene, cilindričnog, a nekad i malo bačvastog oblika (sl. 24). One su karakterizirane debelim uzdužnim membranama, koje su značajne time, što u fiksiranom materijalu (formalin-alkohol) lako bubre, pa im je debljina veća nego u svježem stanju. Njihova debljina varira i biva sve veća prema bazi talusa (Tab. 6, 7). Ove membrane nisu iz čiste celuloze, nasuprot stanicama epiderme, kore i hifa. Klorcinkjodom ne reagiraju homogeno ljubičasto, nego pokazuju naizmjenice svijetle (pektinske) i ljubičaste (celulozne) slojeve. Ova se reakcija na klorcinkjod dobije, ako se — što važi i za ostala staničja fukusa — prethodno mikroskopski prerezi ili macerirano tkivo drži neko vrijeme u KOH ili NaOH. Ova se reakcija može ubrzati i kuhanjem, tako da se razori vanjski pektinski ovoj sa pojedinih stanica, kao i njegovi sluzavi derivati, koji potječu od središnje lamele, kako bi klorcinkjod mogao prodrijeti lakše u celulozne lamele membrana. Naizmjenični blijedi i ljubičasti slojevi membrana nakon reakcije klorcinkjodom dokazuju, da membrane provodnih stanica nisu iz čiste celuloze, nego sastoje iz alterni-

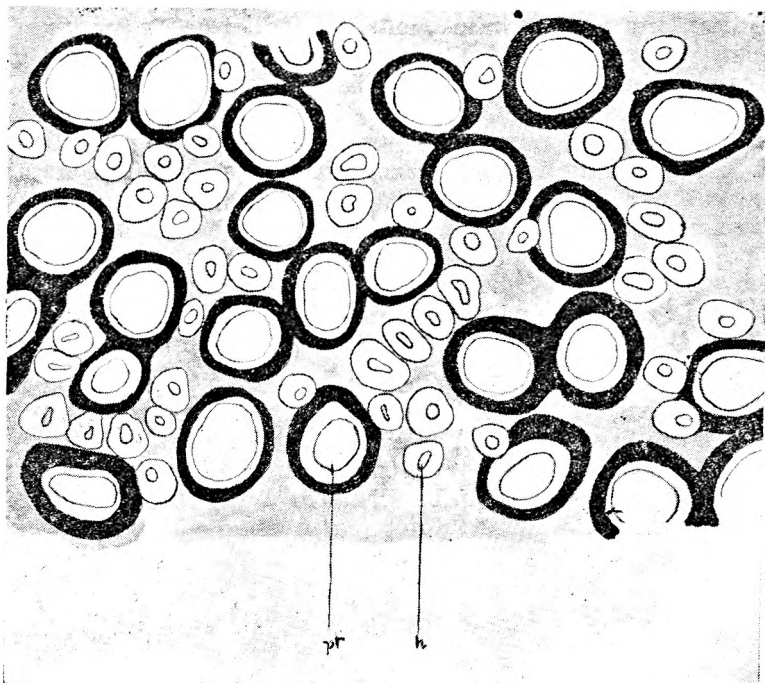
rajućih lamela pektina i celuloze. Celuloza reagira ljubičasto, a pektin nikako. Otuda blijeda ljubičasta boja nehomogeno obojenih membrana. Da se membrane provodnih stanica sastoje djelomično i iz pektinskih lamela dokazuje pored klorcinkjod reakcije i to, što one već u fiksiranom materijalu (formalin-alkohol), solnoj kiselini i koncentriranom glicerinu, mnogo jače bubre od staničnih membrana ostalog tkiva.



Sl. 24 *Fig. 24*

Pektinska središnja lamela, koja veže provodno staničje redovito bubri pretvarajući se u pektinske derivate (sluzi, geloze) (sl. 25.). Nepromijenjena središnja lamela bojadiše se rutenijskim crvenilom crveno, a metilenskim modrilom modro, isto kao i u kortikalnom tkivu. Neki autori (Hick, Wille, Hansteen, Schussnig) tvrde, da su ove poprečne stijenke kod

istraživanih fukusa (*F. vesiculosus* L., *F. platycarpus* Thur.) izdubene sitnim perforacijama poput sита, kroz koje se povezuju protoplazme dviju susjednih stanica, pomoću plazmatskih niti (plazmodezme). Prema tim navodnim perforacijama uveden je u botaničku literaturu naziv za ove provodne stanice »sitaste stanice« (»Siebzellen«). Kienitz - Gerloff nije također u svojim istraživanjima mogao na vrsti *F. serratus*



Sl. 25 Fig. 25

L. ustanoviti plazmodezmatске veze, koje bi proizlazile iz dviju susjednih stanica kroz jažicu. Provodne stanice komuniciraju pomoću tankih membrana s jažicama (Sl. 24.).

Provodne su stanice u centralnom rebru i stipesu karakterizirane siromašnim sadržajem hromatofora, koji su osim toga maleni i produženog vretenastog oblika ili su provodne stanice uopće bez hromatofora, i to one, koje su smještene u centralnom dijelu masivnog stipesa. Asimilacijska je funkcija ovih stanica

jako ili posve reducirana. Nasuprot jadranskom fukusu provodne stanice sjevernih vrsta, kao na pr. kod *Fucus vesiculosus* po Reinke-u ne sadrže uopće hromatofora.

Provodne stanice obiluju plazmom, koja je dosta vakuolizirana, i stoga mrežolika, što je opća karakteristika stanica svih razvijenih staničja jadranskog fukusa. Relativno najveći dio staničnog sadržaja daju zrnca fukozana, koja su nagomilana na jednom, obično središnjem, dijelu stanice, a mogu biti kod jako produljenih stanica koncentrirana u dvije skupine. Vitalnim bojadisanjem sa kresilnim modrilom bojadišu se modro, dok preostali plazmatski sadržaj ostaje neobojen, kao što je slučaj i u ostalim tkivima. Jezgra u svježem i fiksiranom stanju redovito je nejasna, jer je zaklonjena ispod množine zrnaca fukozana. Ehrlichovim hematoksilinom bojadiše se crveno. U tankim nitima vakuolizirane plazme nalaze se uklopljena sitna svijetla zrnca, koja jače lome svijetlo, a naročito ona, koja se nalaze na čvorištima mrežolikih plazmatskih niti; ta se zrnca ne bojadišu modro sa kresilnim modrilom. Pored ovih ima i većih zrnaca poput fukozana, koja su prislonjena na staničnu stijenu, a i ova se ne bojadišu kresilnim modrilom. Prema Chadeffau-d-u su ta zrnca sličnog sastava kao i fukozan.

Iz anatomske građe i citološke analize stanica provodnog sistema slijedi, da je njihova glavna funkcija provođenje asimilata. Na to ukazuju: bogati sadržaj plazme i asimilacijskog produkta fukozana, tanke popriječne membrane s jažicama, koje olakšavaju kolanje hranidbenih sokova u svim smjerovima, zatim siromaštvo na hromatoforima ili čak i njihova posvećana redukcija. Obilje fukozana, kao i u stanicama primarne i sekundarne kore, ukazuje i na njihovu spremišnu funkciju (rezervoari). Asimilacijska je funkcija, kako se zaključuje prema siromašnom sadržaju hromatofora svedena na minimum ili je uopće nema.

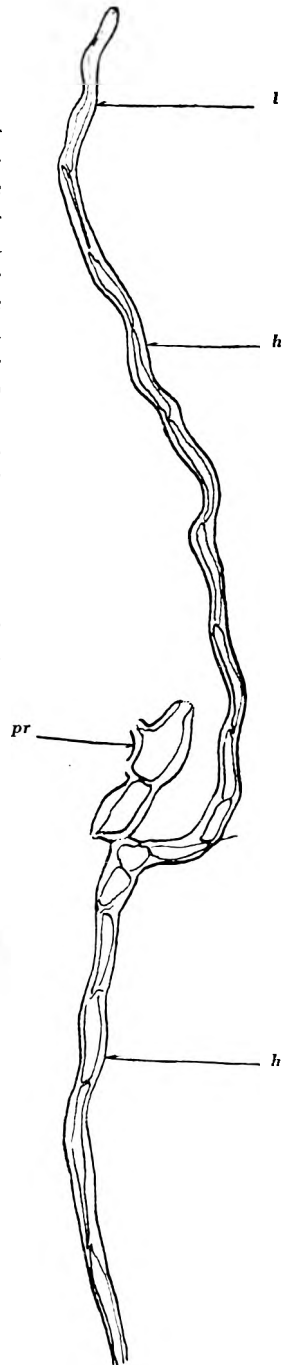
Specifična mehanička funkcija stanica provodnog tkiva u centralnom reburu i stipesu nije uočljiva. Pobočne stanične stijenke su doduše dosta debele, vrlo lako bubre u fiksiranom stanju, ali su daleko slabije konsistencije i čvrstoće od membrana hifa, jer nisu iz čiste celuloze, nego sadrže i pektinskih tvari, koje lako bubre. S druge strane su provodne stanice u odnosu prema hifama malobrojnije. S obzirom na jedinstveni zajednički histološki sklop, što ga stvara provodno tkivo u centralnom reburu i stipesu sa mehaničkim hifama, može se provodnom tkivu pripisati samo sporedna akcesorno mehanička funkcija.

Mehanički sistem

Već je i Reinke u svojim anatomskim studijama o feoficejama (*Fucus vesiculosus* i dr.), gdje je proveo doduše samo topografsko-anatomsku podjelu staničja, ukazao na mehaničku vrijednost i značenje histološkog sklopa hifa u centralnom rebro i stipesu talusa, a Wille je prvi u svojim anatomskim ispitivanjima i mjerenjima stupanja elastičnosti i otpornosti prema protegu i pritisku, ustanovio njihovu specifičnu mehaničku funkciju.

Reinke je prvi ispitujući anatomiju fukaceja nazvao elemente mehaničkog tkiva hifa ma (hyphae) zbog njihove morfološke sličnosti sa pravim hifama gljiva, premda kod fukusa sastoje one uvijek iz niza velikog broja stanica sa celuloznim membranama. Hife su u jadranskom fukusu pretežno jednostavni ili razgranjeni nizovi produženih stanica s nejednako odebljalim uzdužnim membranama i znatno reduciranim lumenom (sl. 26.). Dužina pojedinih stanica na hifi varira između 30—112 μ , a debljina 8,7—24,5 μ . Debljina njihovih uzdužnih membrana varira od 1,5—6,7 μ . Maksimalne vrijednosti debljine stanica i njihovih uzdužnih membrana odnose se na bazalni, širi dio hife, a minimalne na utanjeni završetak hife. Od apikalnih partija talusa idući prema bazalnoj ploči, t. j. kroz centralno rebro i stipes, postaju hife odnosno njihove stanice sve deblje, a razmjerno tome i njihove membrane, kako se to može razabrati iz tabele II.

Hife se, odnosno njihove stanice, od bazalne strane prema završetku postepeno utanjuju, a srazmjerno tome i njihove membrane bivaju sve tanje. Dužina hifa je različita. Od vrhova segmenta talusa, gdje se zameću u primarnoj kori idući prema bazalnim dijelovima talusa bivaju



Sl. 26

Fig. 26.

sve duže i mogu se višestruko granati. Maksimalna dužina jedne hife, što sam je zabilježio, bila je iz stipesa talusa, nekoliko centimetara nad bazalnom pločom, a iznosila je skoro 1 centimetar.

TABELA II

	Širina stanica	Debljina uzd. membr.	Dijelovi talusa:
H I F E	7,0–12 2 μ	2,2 3,7 μ	Bilateralna krila
	7,0–17,5 μ	2,2 5 2 μ	Centralno rebro
	7,0–22.7 μ	2,2–5,2 μ	Stipes
	8,7–28 0 μ	2,2–5,2 μ	Bazalna ploča

Hife se zameću ispod vegetacijskog vrha na kortikalnom tkivu — primarnoj kori — u zoni, gdje počima centralno rebro. One nastaju poput malenih mješinih izbočina iz stanica primarne kore. Od vegetacijskog vrha u bazipetalnom smjeru hife se zameću sve brojnije u primarnoj, kao i u sekundarnoj kori. Vršak hifa raste redovito bazipetalno skrećući koso prema centralnom rebro, odnosno stipesu u donjem dijelu talusa. Broj hifa u istoj visini talusa prema sredini centralnog rebra i stipesa sve više prevladava u odnosu prema provodnim stanicama, jer se one ovdje višestruko granaju ili se, što biva rjeđe, sekundarno zameću u provodnim stanicama.

Hife nastaju prvenstveno iz primarne i sekundarne kore. U vezi s time napominjem tumačenje O l t m a n n s a i kasnije H a n s t e e n a, koji tvrde, da hife u bazalnoj ploči protječu iz unutrašnjosti prema površini, gdje poprečnim diobama završnih stanica stvaraju sekundarno stanice kore. Tokom anatomskeg ispitivanja obilnog materijala jadranskog fukusa ustanovio sam kao redovitu i pravilnu pojavu, da hife nastaju uvijek iz stanica primarne kore, a ne obrnuto, rastući bazipetalno i skretajući prema centralnom rebro i stipesu, odnosno na osnovi talusa prema sredini bazalne ploče. Kroz cijelo vrijeme anatomskeg ispitivanja naišao sam samo na jedan jedini slučaj u zoni stipesa, da hifa, nastala u kori ponovno na drugom mjestu

u njoj završava i stvara interkalarnim diobama svoje završne stanice, opet stanice kore. Ovaj jedini slučaj predstavlja svakako iznimku, ako ne možda patološko-anatomski slučaj.

U bilateralnim plosnatim krilima hife su rjeđe raspoređene među provodnim stanicama, malobrojne su i kratke; nemaju jedan glavni smjer protjecanja, kao u centralnom rebbru i stipesu kroz glavnu os, nego se nepravilno isprepliću kroz unutrašnjost bilateralnih krila, te prolaze s jedne strane prema kortikalnom tkivu (primarnoj kori), a s druge konvergiraju prema centralnom rebbru. U centralnom rebbru i stipesu koncentriran je najveći broj hifa. Kako debljina centralnog rebra i stipesa raste prema bazalnoj ploči, postaju hife sve brojnije, dok ne dostignu svoj maksimum u samoj bazalnoj ploči, koja sastoji isključivo iz njih. Pojedine hife ne protječu ni u centralnom rebbru ni stipesu posve okomito, nego vijugaju i isprepliću se između provodnih stanica i međusobno. Cijeli pak snopovi skupa s provodnim stanicama protječu više manje vertikalno kroz glavne osi talusa. U bazalnoj ploči hife vijugaju i isprepliću se stvarajući čvrsti splet.

Histološki sklop hifa u bazalnoj ploči, stipesu i centralnom rebbru ukazuje jasno na njihovu funkciju. Tijesna povezanost hifa s ostalim perifernim kortikalnim staničjem s jedne strane i provodnim elementima u centralnim dijelovima talusa s druge, potvrđuje njihovu specifičnu mehaničku funkciju. Njihova koncentracija u centralnom rebbru i stipesu i apsolutno prevladanje u bazalnoj ploči odgovara fiziološko-mehaničkim principima čvrstoće i otpornosti prema pritisku i potegu, analogno višem bilju, kormofitima, sa cjevastom građom. Gipkost svih tkiva talusa, koja je uvjetovana elastičnošću membrana njihovih stanica, te njihovim histološkim sklopom, omogućava otpornost talusa prema pregibu. Sva ova mehanička ustrojstva talusa odgovaraju svrsishodno djelovanju ekoloških faktora, udaru valova u izloženoj emerznoj litoralnoj zoni.

Membrane hifa za razliku od provodnih stanica daju čistu celuloznu, ljubičastu reakciju klorcinkjodom, kao i membrane kortikalnog tkiva, kore i epiderme. Poprečne membrane stanica hifa ne leže horizontalno kao u provodnim stanicama, nego koso, što je jamačno posljedica bočnog pritiska, koji nastaje privlačenjem hifa kroz intercelulare. Ove su kose membrane na hifama redovito vrlo tanke, a iznimno mogu biti i neznatno zadebljale. Nisu uvijek jasne. Obično postaju dobro vidljive nakon reakcije klorcinkjodom. Struktura uzdužnih membrana hifa koncentrično je slojevita, t. j. one sastoje iz tankih celulo-

znih koncentričnih lamela, što se očituje na poprečnim mikroskopskim prerezima, koji su neko vrijeme bili izloženi djelovanju koncentriranog glicerina.

Citološki se stanice hifa razlikuju od stanica ostalih tkiva time, što im je lumen reduciran, a protoplazmatski sadržaj razmjerno tomu malen. Pored vakuolizirane plazme glavni sadržaj čine zrnca fukozana, koja su složena u manjim nakupinama ili su difuzno uklopljena u plazmi. Jezgra postaje jasna tek bojadisanjem Ehrlichovim hematoksilinom. Pored tipskih zrnaca fukozana nalaze se difuzno u plazmi kao i u drugim tipovima stanica spomenuta već sitna granula, koja jače lome svijetlo od ostalih protoplazmatskih dijelova i ne bojadišu se kresilnim modrilom (fizode). Hife sadrže rijetko malobrojne hromatofore, koji su maleni i produžena, vretenasta oblika (Tab. 5 i 8.)

Vidjeli smo, da su hife u talusu fukusa postigle maksimalnu anatomsku diferencijaciju, te im je svojstvena prvenstveno mehanička funkcija, koja daje talusu čvrstoću, da se odupre nepovoljnim utjecajima životne sredine. No usprkos tomu hife kao ni provodne stanice nisu izgubile posvema sposobnost asimilacije, iako su raspoređene u centralnijim zonama talusa. Isto tako imaju i sposobnost, premda minimalnu, spremanja fukozana. Hife nisu dakle, unatoč tomu, što su postigle najveću diferencijaciju u smjeru vršenja jedne glavne funkcije (mehaničke), izgubile posvema sposobnost vršenja i drugih sporednih zadaća, asimilacijsku i spremišnu, analogno drugim tkivima talusa.

U bazalnoj je ploči mehanička funkcija hifa najizrazitija. Ovdje one sačinjavaju isključivo staničje organa koji ima jedinu zadaću učvršćivanja organa na supstrat, kako bi što lakše mogao davati otpor razornom djelovanju mlatanja valova.

U p o r e d n o - a n a t o m s k a i s p i t i v a n j a

U anatomskim ispitivanjima služio sam se materijalom iz raznih geografskih širina s razloga, da ustanovim, postoje li razlike u anatomiji talusa, koji potječu iz sjevernih, srednjih i južnih obala Jadrana, kako je naglasio Schiller za jadranski fukus. Budući je on svoju pretpostavku o anatomskim razlikama ove alge izveo na temelju vanjskih morfoloških, bolje rekavši dimenzionalnih razlika talusa, a da detaljna uporedno-anatomska ispitivanja nije vršio, nego ukazao da bi ih bilo potrebno provesti, preduzeo sam, da njegove pretpostavke proverim.

Za eksperimentalni materijal uzео sam primjerke talusa sa sjevernog (Sušak, Opatija, Pag), srednjeg (Preko, O. Ugljan) i južnog (Tivat) Jadrana¹. Materijal sam macerirao u razrijeđenoj (10—20%) solnoj kiselini, koja se pokazala vrlo podesnom za brzo rastavljanje tkiva u anatomske elemente. U komparativnom studiju uzео sam u obzir anatomske elemente svih difrenciranih histoloških sistema: stanice epiderme, primarne i sekundarne kore, hife i provodne stanice iz raznih zona talusa, od apikalnih vršaka do bazalne ploče. Mjerio sam njihove veličinske (dužina, širina) vrijednosti, kao i debljinu njihovih membrana u mikronima. Nakon završenih mjerenja — za svaki tip stanica prosječno 50 mjerenja — isporodio sam granične vrijednosti (minimalne i maksimalne) za svaku pojedinu vrstu stanica sa primjeraka talusa iz navedenih staništa u različitim geografskim širinama Jadrana. Došao sam do slijedećih zaključaka:

Razlike, koje se ispoljuju u graničnim vrijednostima veličine (dužine, širine) stanica pojedinog tkivnog sistema, kao i u debljini njihovih membrana, ne odnose se samo na jedan oblik (formu). Maksimalnu debljinu membrana na pr. posjeduju uslijed bubrenja provodne stanice u stipesu (12 μ), a tu sam vrijednost zabilježio na materijalu, koji je pripadao obliku *fo. angusta* sa Paga i *fo. normalis* iz Tivta. Ova anatomska varijabilnost nije vezana ni za morfološke karakteristike talusa (forme, varijetete), niti za geografsku širinu. Te su razlike pretežno neznatne i ne mogu se sa sigurnošću svesti ni na jedan određeni ekološki faktor, pa se moraju pripisati svojstvu varijabilnosti graničnih vrijednosti veličine anatomskih elemenata isto tako, kao i morfoloških karaktera ove alge.

Schiller tvrdi, da stanice kore kod primjeraka sa sjevernog Jadrana imaju mnogo deblje membrane nego kod onih sa južnog Jadrana, a isto tvrdi i za hife. Uporedbom vrijednosti za stanice primarne kore i sekundarne sa egzemplara iz raznih geografskih širina ustanovio sam, da to ne stoji, jer maksimalna debljina membrana dotičnih stanica dolazi do izražaja i na oblicima, koji potječu iz raznih geografskih širina Jadrana. Tako sam zabilježio najveću debljinu membrane stanica sekundarne kore od 5,25 μ na materijalu (talusima), koji je bio sakupljen na Pagu i u Tivtu. Maksimalna debljina membrane hifa u stipesu je: Sušak 5,25 μ , Opatija 4,5 μ , Pag 5,25 μ . Preko 4,5 μ , Tivat 4,5 μ , dok je maksimalna debljina membrana hifa u cen-

¹ Egzemplari sa Sušaka, iz Opatije i Tivta bili su normalnog habitusa, *fo. normalis* Schiffner, dok su oni sa Paga pripadali obliku *fo. angusta* Schiffner. Oni sa Preka predstavljali su patuljasti oblik *fo. minuscula*.

tralnom rebbru: Sušak 4,5 μ , Opatija 4,5 μ , Pag 4,5 μ , Prêko 4,5 μ i Tivat 5,25 μ . Varijabilnost je dakle neznatna i ispoljuje se na talusima sa sjevernog i južnog Jadrana.

Isto tako ispoljuju se razlike u vrijednostima veličina kao i debljina membrana drugih anatomskih elemenata sad u većoj sad u manjoj mjeri, ali nisu u vezi sa geografskom širinom niti se u tom pogledu može ustanoviti bilo kakav odnos prema razlikama amplitude plime i oseke, pa se stoga ne mogu potvrditi Schillerove pretpostavke.

Schiller tvrdi i to, da su hife kod sjevernih oblika jadranskog fukusa brojnije zastupane. To također nisam mogao ustanoviti. Hife su na talusu najbrojnije zastupane u centralnom rebbru, stipesu i bazalnoj ploči. Broj tih mehaničkih elemenata ovisi o masivnosti ovih dijelova (organa) talusa. Ekološkim istraživanjima uvjerio sam se, da su centralno rebro, stipes i bazalna ploča tim deblji i snažniji, što je stanište na kojem rastu fukusi više izloženo djelovanju valova s otvorenog mora (velika ekspozicija). Talusi su na takvim položajima manji i korodirani, ali čvršći uslijed jače razvijenog centralnog rebra, stipesa i bazalne ploče, što je funkcionalno uvjetovano, kako se očituje iz ekologije sredine. Razorno djelovanje (mlatanje) valova izaziva brojčani porast hifa, čiji čvrsti sklop u središnjim zonama talusa i u bazalnoj ploči stvara otporna mehanička ustrojstva.

II

EKOLOGIJA

Bitni faktori životne sredine morskih algi jesu: temperatura, salinitet, gibanje mora (valovi, plima-oseka i struje) i odnosi svijetla u morskoj vodi. Za bentoske alge je od važnosti i supstrat zbog njihova sesilnog načina života, a za one, koje žive u gornjoj granici litoralne regije te su u najvećoj mjeri izložene gibanju morske vode, odlučni su pored ostalih ekoloških faktora ekspozicija i nagib obale.

Supstrat

Govoreći o supstratu kod sesilnih alga razumijevamo ga jedino kao mehanički, a ne kao hranidbeno-fiziološki faktor, nasuprot višem bilju. Supstrat, bio čvrst ili pomičan, služi bentoskim algama kao mehaničko sredstvo za pričvršćivanje.

Jadranski je fukus eminentno obalna alga, koja raste u emerzno-litoralnom pojasu (1.), te je izložena prema stupnju ekspozicije obala, sad u većoj sad u manjoj mjeri mehaničkom, razornom djelovanju valova (zona mlatanja mora). Život u toj udarnoj zoni nužno je uvjetovao izbor fiksnog supstrata. Selektivno svojstvo fukusa obzirom na vrst podloge naseljava vanja odnosi se samo na fizikalna odnosno mehanička svojstva supstrata, t. j. ovaj mora biti nepomičan i čvrst. Fukus naseľuje stoga samo kamenitu podlogu, koja je redovito vapnenačkog sastava, jer vapnenac prevladava na svim jadranskim obalama. Mjestimice, gdje su obale izgrađene iz eocenske flišne

¹ Litoralna zona. Kjellman nazivlje obalno područje, koje se prostire između najviše plime i najniže oseke, literarnom regijom. Ona ostaje u toku jednog dana dva puta na suhom kopnu. Prosječna joj je amplituda (visina u vertikalnom smjeru) u Jadranskom Moru 29 cm, a maksimum može doseći 88—98 cm, na zapadnoj obali Istre (Sterneck). Razni su drugi autori postavljali različite granice litoralnoj zoni. Jonsson razlikuje gornju litoralnu zonu, koja ostaje svakog dana dva puta na suhom, od donje, koja se nalazi između gornje i donje granice velikih plima (Springtiden), tako u doba velikih plima zaostaje periodički u roku jedne četvrtine mjeseca na suhom kopnu, jedan širi obalni pojas, koji inače za svakodnevnih oseka ostaje pod vodom. Ostali autori nazivaju obalnim pojasom onaj, koji dnevno za vrijeme oseke zaostane na suhom, različitim imenima: Auftauchende Litoralregion (Lorenz), Emersionsregion (Cori), Emergierende Region (Steuer), Horizon superior (Pruvot), Zona di marea (Issel), Zona litorale emersa (Vatova). Kjellman je svoju raspodjelu morskih regija proveo na temelju hidrografskih i bioloških prilika, koje vladaju u sjevernom dijelu Atlantskog Oceana. Ercegović je zauzeo prema navedenoj Kjellmanovoj definiciji litoralne regije (zone) s obzirom na primjenu u ispitivanju hidrografsko-bioloških prilika jadranskih obala, kritički stav. U uskoj vezi sa svojim istraživanjima epilitskih i endolitskih cijanoficeja litoralne zone na istočnim obalama Jadrana, smatra Ercegović, da se ograničenije litoralne regije u smislu Kjellmana na istočnim obalama Jadrana ne može provesti, s razloga što Kjellman u fenomenu plime i oseke ne luči atmosferski od astronomskog faktora, od kojih je prvi u istočnom Jadrnu osobito jak, nasuprot odnosima u sjevernim morima, za koje važi Kjellmanova raspodjela, gdje je astronomska plima tako jaka, da atmosferska — direktno ili posredno djelovanjem valova — dolazi jedva do izražaja Ercegović je došao u spomenutim istraživanjima do spoznaje, da isti organizmi litoralne zone — litofitske cijanoficeje — koje dolaze na zaštićenim položajima između oscilacije plime i oseke, sežu na eksponiranim položajima sve do u zonu mlatanja valova. Na temelju tih bioloških činjenica, koje služe, kako se iz obrazloženja vidi, kao pouzdani oceanografski kriteriji dosega djelovanja plime u istočnom Jadrnu, zaključuje Ercegović, da pod litoralnom zonom treba smatrati onaj visinski razmak obale između kojega oscilira djelovanje vala (val u širem smislu riječi) t. j. kompleks astronomskih — plima i oseka — i atmosferskih faktora — valovi uvjetovani vjetrovima.

formacije (laporasti pješčenjaci škriljaste strukture), raste fukus pod povoljnim ekološkim uvjetima na takvom supstratu, jer je premda ne tako kompaktna kao vapnenac, ipak dovoljno tvrda i fiksna. Iznimno, na dobro zaklonjenim položajima može fukus rasti i na manjim okrhnutim komadima (blokovima) kamenja, koje oslabljena snaga valova ne može pomicati. Pomična tla kao što su šljunci, pijesci i mulj iz razumljivih razloga fukus ne naseljuje nikada. Kao posljedica života u gornjem dijelu litoralne regije u jasno oivičenom pojasu između nivoa plime i oseke — emerzne litoralne zone — nastao je i zonalni raspored vegetacije fukusa.

Mehanička dinamika faktora morske vode (valovi, plima-oseka, struje) uvjetovala je specijalne mehaničke prilagodbe građe talusa, osobito onih dijelova, koji imaju prvenstveno funkciju pričvršćivanja za supstrat. Tako je na pr. bazalna ploča prihvatiljka izgrađena isključivo iz učvršćenih tkivnih elemenata, hifa. O snazi mlatanja valova na biotop fukusa ovisna je debljina bazalne ploče kao i stipesa, koji se nad njom izdiže. Masivnost tih organa uvjetovana je množinom mehaničkih elemenata, hifa. Na zaklonjenim položajima svi su odrasli talusi fukusa veliki i posjeduju razmjerno malenu bazalnu ploču i tanki stipes, a razgranjeni dio talusa je mekši i nježniji. Na otvorenim eksponiranim obalama talusi su manji, čvršći i otporniji, sa masivnijom bazalnom pločom i zadebljalim stipesom. Učvršćena, mehanička veza između bazalne ploče i supstrata sastoji se u tom, da pojedine hife ne samo čvrsto prionu na podlogu, nego i vršnim rastom i vijuganjem prodiru u sitne šupljine (pore) na površini vapnenca. Rezultat toga je čvrsta mehanička veza podloge i talusa. Da li postoji i izvjesni kemizam otapanja kamenja i povećanje površinskih šupljina, što bi uvjetovalo još tjesniji sklop talusa sa supstratom, nisam mogao ustanoviti, ali pitanje ostaje otvoreno.

Valovi, ekspozicija i nagib

Gornju granicu vegetacijskog pojasa jadranskog fukusa određuje najviši nivo plime, a donju najniži nivo oseke. Valovi, koji udaraju o obalno stijenje, kad se more uznemiri, najodlučniji su faktor gibanja na vegetaciju emerzne litoralne zone. Mehaničko djelovanje valova na životnu sredinu fukusa ne može se promatrati odjelito od geomorfoloških i topografskih faktora obale, ekspozicije i nagiba. O ekspoziciji s jedne i o nagibu s druge strane ovisi snaga mlatanja i razorni efekat na emerznu

litoralnu zonu, odnosno vegetaciju, koja je nastava. Ekspozicija valovima bit će najveća, ako su obale nerazgranjene, t. j. plosnate, bez većih i manjih zaliva i draga, zatim ako se pružaju okomito na smjer najčešćeg djelovanja valova, odnosno vjetrova, koji ih izazivaju, a to su u Jadranskom Moru u prvom redu jugoistočnjak (scirocco), jugozapadnjak (lebić, libeccio), sjeveroistočnjak (bura), sjeverozapadnjak (maestral). Udarana snaga mlatanja valova bit će još potencirana, ako su obale strme. Što je nagib obale veći, to će površina emerzne litoralne zone, koju fukus nastava, biti manja, jer je razmak (udaljenost) između nivoa plime i oseke u horizontalnom smjeru na takvim obalama manji, nego na položitim, gdje će prema tome površina emerzne litoralne zone biti veća. O nagibu obale dakle ovisit će, pretpostavivši druge povoljne ekološke uvjete, širina vegetacijskog pojasa fukusa.

Jadranski je fukus alga, koja izbjegava eminentno eksponirane obale. Najbolje uspijeva na zaklonjenim obalama (zalivi, drage), dok je na otvorenijim siromašnije zastupan, sa redovno manjim i često kržljivim primjercima, koji imaju drugačiji habitus, nego pravilno razvijeni oblici, koji rastu na zaštićenim položajima. Na posve eksponiranim obalama fukus ne uspijeva uopće. Ali se ipak opaža razlika u stupnju njegove otpornosti prema udaranju valova na eksponiranim obalama između sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana. U sjevernom Jadranu, gdje je centar njegovog areala rasprostranjenja, gdje vladaju optimalni ekološki uvjeti i najveća vitalnost vegetacije, pojavljuje se mjestimice i na znatno eksponiranim položajima. U srednjem i još više u južnom Jadranu povlači se fukus u zaklonjene obale i redovito ga više ne susrećemo na mjestima izrazito izloženim mlatanju valova.

Stupanj ekspozicije, koji je rezultat geomorfoloških faktora, u prvom redu razgranjenosti i nagiba obala, uvjetuje kontinuiranost odnosno prekidanje vegetacijskog pojasa fukusa. Posljedica je tih odnosa, da su bogato razgranjene obale, sa većim brojem zaštićenih položaja u većoj mjeri i na većoj dužini obrasle više manje kontinuiranim pojasom fukusa, nego li slabo razgranjene, ravne i eksponirane obale.

Ako pogledamo rasprostranjenje jadranskog fukusa i isporidimo njegovo rasprostranjenje na istočnim s onim na zapadnim obalama, vidjet ćemo, da fukus ne siže na obje strane jednako prema jugu. Na istoku prodire sve do Boke Kotorske (cca 42° 27' geogr. šir.) i Bara (cca 42° 0' g. ši), a na zapadu samo do Ancone (43° 37' g. š.). Upadljivo je i to, što je na

zapadnim obalama vrlo rijedak. Ove razlike rasprostranjenja možemo svesti donekle i na činjenicu, da su istočne jadranske obalne vode relativno hladnije nego zapadne, pa to dovodimo u vezu sa psihofilnim karakterom jadranskog fukusa. Ali to ne važi i za temperature uzduha, koje su mjerodavniji kriterij (pravi uzrok) njegovih južnih geografskih granica, nego temperatura morske vode, jer je fukus amfibijska alga. Temperature uzduha istočnih i zapadnih obala Jadrana u istim geografskim širinama ne variraju bitno međusobno, da bi se tom faktoru moglo pripisati razlike u horologijskim odnosima između istočnog i zapadnog Jadrana (ispor. Tab. III.).

TABELA III.

Srednje godišnje temp. i srednje temp. najtoplijeg mjeseca u godini

	Geogr. š.	God.	Srpanj		Geogr. š.	God.	Srpanj
Rijeka	45° 19'	13,5° C	23,2° C	Venezia	45° 26'	13,6° C	24 6° C
Senj	44° 59'	14,3° C	23 8° C	Chioggia	45° 12'	14,0° C	—
Šibenik	43° 44'	15 6° C	25,6° C	Ancona	43° 37'	15 8° C	25 7° C

Preostaje još faktor ekspozicije obala, koji je, kako smo vidjeli, odlučan faktor lokalnog nastupanja fukusa na jadranskim obalama. Upravo je upadljiva razlika između razgranjenih, istočnih obala Jadrana i zapadnih, talijanskih, koje su osobito počam od ušća Pada prema jugu mahom sve ravne. Kao što se na manjem prostoru pod lokalnim geomorfološkim odnosima ispoljuje jasni paralelizam između stupnja ekspozicije obala i učestalosti naselja jadranskog fukusa, tako nam postaje još upadljiviji i sâm se po sebi nameće paralelizam tih odnosa na većem arealu (opsegu), što jasno predočava geografsko rasprostranjenje jadranskog fukusa. Razlike horoloških odnosa kod fukusa između istočnih i zapadnih obala Jadrana moramo prema tome svesti prvenstveno na geomorfologiju (razvedenost) obala i stupanj ekspozicije, koji je time uvjetovan. U drugome redu tek mogla bi se pripisati izvjesna važnost i napomenutim razlikama u temperaturi obalnih voda između istočnog i zapadnog Jadrana, ali svakako u neznatnoj mjeri.

Schillerovo tvrđenje, da od sjevera prema jugu Jadrana susrećemo sve manje dimenzije talusa fukusa nije ispravno. Moji nalazi govore protivno tome. Prema stupnju ekspozicije staništa i uzajamnim odnosima drugih ekoloških faktora (na pr. o amplitudi plime i oseke) susrećemo sad veće sad manje primjerke. Na jugu istočnog Jadrana našao sam isto tako velike primjerke kao i u sjevernom, ali uvijek na zaštićenim položajima. Malene primjerke, koje Schiller naziva »Südpflanzen« nalazimo isto tako u sjevernom kao i u srednjem i južnom Jadranu i to redovito na valovima izloženim položajima. Prema tome su prvenstveno o faktoru ekspozicije, a ne o geografskoj širini odnosno klimatskim odnosima — kako Schiller drži — ovisni odnosi veličine talusa jadranskog fukusa.

Plima i oseka

Prema hidrografskim istraživanjima Sternecka prosječna je vrijednost amplitude plime i oseke u Jadranskom Moru 29 cm. Njene apsolutne vrijednosti variraju između sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana (Tab. IV.).

Na talijanskim obalama Jadrana odnosi su isti, kao i u Dalmaciji.

TABELA IV.

Piran 98 cm	Biograd 19 cm
Poreč 39 cm	Split 25 cm
Rovinj 60 cm	Makarska 29 cm
Rijeka 38 cm	Trstenik 25 cm
Senj 35 cm	Dubrovnik 31 cm
Lošinj 32 cm	Budva 30 cm
Zadar 24 cm	

Iz Tab. IV. vidi se, da su maksimalne vrijednosti u sjevernom Jadranu, srednje u sjevernom i južnom, a minimalne u srednjem Jadranu.

Izmjena plime i oseke vrši se unutar 24 sata dva puta. Ustanovljeno je pak (Sterneck), da u Jadranu ima znatnih anomalija (Kvarner) u ritmu izmjene plime i oseke, t. j. postoje velike razlike u vremenskom nastupanju dviju dnevnih plima,

tako da jedna može biti gotovo sasvim potisnuta (2—3 cm dizanja nivoa), te prividno nastaje unutar 24 sata samo jedna plima.

Fenomen plime i oseke predstavlja važan i odlučan ekološki faktor za biologiju jadranskog fukusa, čija je životna sredina jasno ograničena u vertikalnom i horizontalnom smjeru najvišim nivoom plime i najnižim nivoom oseke. Atmosferski faktori kao na pr. južni vjetrovi izazivlju povremeno, ako koincidiraju skupa s astronomskim faktorima plime, nekad i veće razlike u amplitudi plime i oseke, tako da ona može iznositi znatno više vrijednosti od naprijed označenih. U povodu ritmičke oscilacije tog faktora rezultirao je izraziti amfibijski način života alge, tako da ona provodi u prosjeku polovicu života pod vodom (plima), a polovicu nad vodom (oseka).

Prema iznesenim podacima apsolutnih vrijednosti amplitude plime i oseke, prosječna širina emerzne litoralne zone u Jadranu, koju fukus nastava, iznosi u vertikalnom smjeru oko 30 (29) centimetara. Uslijed razlika amplitude, koje postoje između sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana biva ona sad šira sad uža. U sjevernom Jadranu, gdje je amplituda najveća dopire fukus najdublje pod nivo mora, prosječno 50 cm, a maksimum oko 1 metar (98 cm); u srednjem Jadranu, gdje je amplituda najmanja, širina pojasa fukusa je neznatna, prosječno 20—25 cm; u južnom je Jadranu amplituda nešto veća, nego u srednjem, pa je relativno tome i širina emerzne zone obrasle fukusom veća, prosječno 28 centimetara.

Širina vegetacijskog pojasa fukusa u horizontalnom smjeru ovisi u prvom redu o nagibu obale. Pri istoj amplitudi plime i oseke bit će širina emerzne litoralne zone tim veća, što je obala položitija (plića), a tim manja, što je strmija.

Izmjena plime i oseke postala je biološkom nuždom životne sredine jadranskog fukusa, premda uključuje u sebi i one ekološke faktore, koji u određeno doba sami po sebi ne djeluju povoljno (insolacija, povišenje temperature, isparivanje i eksikacija za vrijeme oseke). Iz tih su odnosa rezultirale određene funkcionalne i anatomsko-citološke prilagodbe i karakteristike, o kojima je bilo ranije govora.

U kulturi (u akvarijumu), gdje je eliminirana plima i oseka, uzdržava se fukus neko vrijeme i to duže u hladnije godišnje doba, nego ljeti. Relativno niža temperatura morske vode zimi omogućuje mu produženje života u akvarijumu, usprkos promijenjenih životnih uvjeta, jer je kao i svi zastupnici istog roda, psihrofilne naravi.

Jedan je pokus s fukusom u kulturi izveden zimi¹ od 20. I. do 6. III. 1937. Temperatura morske vode u akvarijumu za vrijeme trajanja pokusa kretala se je između 10⁰ i 16⁰ C, a zabilježen je i jedan maksimum od 21⁰ C. U istom akvarijumu s fukusima nalazili su se i ježinci (*Paracentrotus lividus* Lm.), koji su se hranili isključivo fukusima, tako da su oni nakon mjesec i pol dana bili svi izgriženi, te ih je bilo potrebno zamijeniti novim primjercima.² Fukusi bi pri istoj temperaturi i konstantnim dovođenjem svježeg uzduha ustrajali u kulturi još koje izvjesno vrijeme, kad im ne bi ježinci odgrizanjem dijelova talusa (asimilacijskih organa), bili spriječili pravilan rast i vegetiranje.

Drugi je pokus izveden u ljetno doba³. 24. VII. 1939. postavio sam jedan primjerak fukusa, koji je bio pričvršćen sa pločicom prihvatalkom za jedan malen komad vapnenca, u jednu staklenu akvarijsku posudu, sadržine od kojih 7—8 litara. Posuda je konstantno dobivala maleni mlaz svježeg morske vode na staklenu cijev, tako da je postojala stalna cirkulacija i izmjena vode, a time i potrebno dovođenje svježeg kisika. Temperatura morske vode u posudi kretala se je za vrijeme trajanja pokusa između 20—22⁰ C. Prvih se je dana pokusa fukus dobro održavao ne pokazujući nikakvih bitnih vanjskih promjena. Drugog pak tjedna počele su se zapažati na talusu neke sivkaste sluzave prevlake što su potjecale od bakterija, koje su se sve više umnažale, uslijed čega je alga počela rapidno da propada. Sredinom trećeg tjedna nije pokazivao fukus više nikakve životnosti, a dvadesetog dana od postavljanja pokusa već je počeo trunuti.

Promatranjem fukusa u toj kulturi ustanovio sam, da njegovom propadanju nije neposrednim uzrokom odsutnost plime i oseke, nego previsoka ljetna temperatura (20—22⁰ C) i nedovoljna cirkulacija morske vode, što neposredno pogoduje napadanju parazita, koji izazivaju truljenje i uskoruju propadanje biljke.

Fukus se je zimi u kulturi duže vremena održavao — usprkos tome, što su se njime hranili ježinci — čemu je glavni uzrok niža temperatura morske vode, a relativno tome i veća sadržina kisika. Zbog svoje psihrofilne prirode fukus još osjetljivije

¹ Pokus je izveo g. dr. H. Emili, liječnik Doma Narodnog Zdravlja na Sušaku.

² Pismeno saopćenje g. dr. H. Emili-a.

³ Pokus sam izveo u morskom akvariju Oceanografskog Instituta u Splitu.

reagira na previsoke ljetne temperature u kulturi — gdje su pored toga i drugi ekologijski uvjeti izmijenjeni — nego u slobodnoj prirodi. Razlike između zime i ljeta u kulturi analogne su ljetnom i zimskom aspektu vegetacije fukusa na njegovom biotopu. Zimi i u rano proljeće vegetacija je u punom razvoju, a ljeti zakržlja.

Schiller je ispitujući djelovanje plime i oseke na jadranski fukus ustanovio, da u sjevernom Jadranu, gdje amplituda plime i oseke pokazuje maksimalne vrijednosti, rastu i najveći primjerci jadranskog fukusa, dok u srednjem Jadranu, gdje su vrijednosti amplitude plime i oseke minimalne, maksimalna veličina primjeraka fukusa zaostaje za onima u sjevernom (Südpflanzen).

Budući da je Schiller poznavao kod Dubrovnika najjužnije stanište jadranskog fukusa i nalazio u ovim predjelima, kao i u srednjem Jadranu isključivo samo malene primjerke, zaključio je, da je ova osebina (dimenzije), a isto tako i anatomske razlike, u vezi s razlikama trajanja života pod vodom za vrijeme plime (imerzno). Iz toga on izvodi slijedeće zaključke: »Das Emergenzen wird bei den Pflanzen der mittleren Adria (Südpflanzen) zur Ausnahme, das Wasserleben fast zur Regel« (str. 537) i »Diese morphologisch-anatomischen Unterschiede der Nord- und Südpflanzen sind durch die von Norden (durchschnittlich 60 cm.) gegen die mittlere Adria (etwa 10—20 cm.) abnehmenden Gezeitenunterschiede bedingt, wobei die Pflanze immer kürzere Zeit, oft tagelang überhaupt nicht aus dem Wasser auftaucht.« (Str. 541.). Ovi zaključci nisu točni, jer valovi plime i oseke ma kako i neznatni bili, kao na pr. lokalno u srednjem Jadranu (Zadar 24 cm, Biograd 19 cm, Split 25 cm) uvjetuju ritmičku oscilaciju nivoa morske vode, koje se tako očito ispoljuju u emerznoj litoralnoj zoni. Duž cijelog istočnog Jadrana, na mnogobrojnim staništima sa različitom amplitudom plime i oseke, uvijek sam se na licu mjesta uvjerio, da za vrijeme najniže oseke cijela vegetacijska zona fukusa zaostaje na suhom kopnu (emergira). Velikoj amplitudi plime i oseke odgovara isto tako široka zona vegetacije fukusa i obratno neznatnoj amplitudi odgovara uski pojas njegove vegetacije. Stoga ne stoji, da je trajanje imerzije fukusa u srednjem Jadranu veće, nego u sjevernom. Manje vremenske razlike u nastupu plime i oseke dolaze sad više ili manje do izražaja duž obala istočnog Jadrana, što ovisi o rasporedu obalnog kopna, kao što su otočne skupine, tjesnaci i kanali, koji faktori usporuju napredovanja plimnog vala. Ove razlike, međutim, ne mogu nikada eliminirati

zakonitost ritma plime i oseke, odnosno uvjetovati dugotrajnu imerziju vegetacije fukusa. Isto tako ne mogu ni južni vjetrovi (jugovina) uzrokovati trajnu imerziju, kako Schiller tvrdi, jer djeluju samo povremeno.

Maleni rast fukusa rezultira jednim dijelom kao prilagodba na neznatne oscilacije amplitude plime i oseke u emerznoj litoralnoj zoni (tanki sloj morske vode), a potencirana je i faktorom ekspozicije. Emerzna zona, koja podliježe neznatnim oscilacijama plime i oseke uopće je trajnije i jače izložena djelovanju faktora insolacije, kao što su temperatura, vlaga i svijetlo. Trajnije visoke temperature i česta eksikacija tkiva talusa na staništima sa neznatnom amplitudom plime i oseke djeluju neposredno na stvaranje malenih dimenzija talusa. Veće oscilacije plime i oseke djeluju antagonistički navedenim komponentama insolacije, koje stvaraju malen rast. Zato u južnom Jadranu, gdje plima i oseka pokazuju veću amplitudu, nego u srednjem, iako ne kao u sjevernom Jadranu, talusi fukusa dostižu opet maksimalne dimenzije, kao oni na sjevernim obalama. Paralelizam ovih odnosa dolazi dakako do izražaja samo na staništima s malenim stupnjem ekspozicije otvorenom moru t. j. na više manje zaštićenim obalama.

Salinitet

Slanost površinskog sloja mora na otvorenoj pučini, a još više u litoralnoj regiji, podliježe većim dnevnim, mjesečnim i godišnjim oscilacijama, nego u dubljim slojevima mora. U emerznoj litoralnoj zoni, na granici kopna iscjeđuje se u more manja ili veća množina slatke vode, u neznatnoj mjeri za sušnog doba, a više iza kiša. Najviše se miješa morska obalna voda sa slatkom u blizini ušća rijeka, potoka, izvora i podmorskih vrulja. Sve te pojave, koje su u vezi sa krškom hidrografijom, susrećemo vrlo često duž istočnih obala Jadrana.

Plima i oseka same po sebi različito utječu na kvantitet saliniteta litoralne emerzne zone. Nastupanje plime uvjetuje više manje izjednačenje saliniteta ove zone sa salinitetom površinskog sloja otvorene pučine. Oseka može prema topografskim prilikama različito utjecati na kvantitet saliniteta. Kad zaostane emerzna zona za vrijeme oseke na suhom, nastaje na uzduhu isparivanje preostale morske vode, što je redovito još potencirano insolacijom, kad oseka pada u doba dana. Tako dolazi do postepenog isušavanja, a time se povećava koncentracija soli, dok

ne nadode opet plima, koja uspostavlja raniji odnos saliniteta. Obratni je rezultat, kad nastupi oseka na onim položajima, gdje permanentno pritiču u more veće množine slatke vode, izvori, potoci i vrulje. Tu dolazi za vrijeme oseke do jakog opadanja saliniteta u emerznoj litoralnoj zoni, jer se preko nje prelijeva slatka voda, koja ispire i odnosi preostalu sol u more.

Valovi i struje su pored plime glavni regulatori (nivelatori) saliniteta; oni izjednačuju u velikoj mjeri salinitet litorala s otvorenim morem.

Litoralna emerzna zona podliježe, dakle, faktorima, koji stalno, periodički ili povremeno mijenjaju koncentraciju soli (u užem smislu NaCl) morske vode. Organizmi, koji nju nastavaju nužno su se morali prilagoditi na te oscilacije, stekavši ustrojstva za brzu regulaciju osmotskog pritiska staničnog soka sa koncentracijom soli u moru, jer im inače ne bi bio moguć opstanak na tom biotopu. Pored ostalih organizama emerzne litoralne zone primjer je takve prilagodbe jadranski fukus. Česte oscilacije saliniteta postale su u vremenu, kroz povijest njegova razvoja, poput plime i oseke biološki nužnim, što nam potvrđuje zonalni raspored i ograničenje jedranskog fukusa između plime i oseke t. j. emerzni pojas, koji je izložen kolebanju koncentracije soli uslijed navedenih faktora.

Vrijeme maksimalnog i minimalnog godišnjeg saliniteta površine morske vode na otvorenoj pučini, ne poklapa se s vremenom maksimalnih i minimalnih temperatura istog sloja vode tokom jedne godine. Maksimalne su temperature redovito u mjesecu kolovozu, a minimalne u veljači. Maksimalne i minimalne vrijednosti saliniteta variraju naprotiv prema raznim mjesecima. Maksimalne vrijednosti padaju redovito u zimskim mjesecima (prosinac, siječanj, veljača), a minimalne pod konac ljeta i početak jeseni (kolovoz, rujan).

Mjerenja saliniteta kopnu najbližeg dijela litoralne regije, emerzne zone, u biološke svrhe, nisu do sada uopće vršena ni u Jadranu, a ni u ostalom Mediteranu. Zato sam bio prinuđen da se poslužim jedino vrijednostima dobivenim mjerenjem saliniteta morske vode u emerznoj litoralnoj zoni na onim staništima duž istočnog Jadrana, koje sam sâm posjetio i gdje sam zabilježio nalaz jadranskog fukusa, u ljetno doba između 7. VII. i 16. VIII. 1939 god. (Tab. V.).

TABELA V.

Salinitet površinskog sloja morske vode emernze litoralne zone

S t a n i š t e	Datum	Salinitet ‰
Sušak (Martinšćica)	27. XII. 1940	29,95 ¹⁾
Senj	7. VII. 1939	38,19
Baška	8. VII. 1839.	37,48
Rab	8. VII. 1939.	37,83
Jablanac	10. VII. 1939,	37,39
Pag	10. VII. 1939.	37,56
Preko (otok Ugljan)	12. VII. 1939.	38,03
Sali (otok Dugi)	12. VII. 1939.	38,62
Šibenik	13. VII. 1939.	28,93
Split (Poljud)	19. VII. 1939.	29,52
Spliska (otok Brač)	30. VII. 1939.	37,84
Orebič	12. VIII. 1939.	38,17
Korčula	12. VIII. 1939.	38,19
Korčula	15. VIII. 1939.	37,90
Tivat	16. VIII. 1939.	33,12

Međutim iz ovih jednokratnih vrijednosti saliniteta nije također moguće stvoriti jedan ma i približno ispravan zaključak o ekolozijskom utjecaju tog faktora na biologiju jadranskog fukusa. Vrijednosti za emernzu litoralnu zonu variraju sad više sad manje prema vrijednostima za iste mjesece (srpanj, kolovoz) na otvorenoj pučini. Veća odstupanja u vrijednostima saliniteta pokazuju ona staništa (Sušak, Šibenik, Split), gdje je oslađenje uslijed jakog pritjecanja slatke vode s kopna, veliko.

Vrijednosti saliniteta za neka staništa (Senj, Preko, Sali, Orebič, Korčula, Tivat) razmjerno su više, jer je morska voda, iz koje je određen salinitet, sakupljena na plitkim mjestima, a u ljetno se doba tanki sloj vode uz kopno brzo ugrije, kao i plitko morsko dno; evaporacija je stoga veća, a posljedica je

¹⁾ Oko ove vrijednosti kreće se salinitet emernze zone na jednom staništu fukusa, gdje je konstantno oslađenje uslijed nepresušnih izvora kroz cijelu godinu.

povećanje saliniteta. Osim toga je i cirkulacija vode, koja pospešuje izjednačenje saliniteta s otvorenim morem, na tim plitkim položajima znatno smanjena. Ista činjenica izgleda prividno kontradiktornom s ranijim navodom, da je emerzna zona izložena oslađivanju uslijed više manje konstantnog pritjecanja određene množine slatke vode s kopna, te bi prema tome i u ljetno doba, iako u najmanjoj mjeri, morska voda emerzne zone morala imati manji salinitet, nego površinski sloj mora na otvorenoj pučini. Treba međutim uzeti u obzir, da su ta mjerenja saliniteta morske vode iz emerzne zone vršena u najtoplijim ljetnim mjesecima (srpanj, kolovoz), kad ima u cijeloj mediteranskoj regiji, uključivši i jadransku kotlinu najmanje kiša (oborina). Zbog takvih je odnosa u najtoplije doba godine iscjeđivanje slatke vode s kopna u more svedeno na minimum ili čak posve reducirano, izuzevši one položaje, gdje nepresušni izvori neprekidno izbacuju u more veće količine slatke vode. Posljedice meteorološko-hidrografskih prilika na području Jadrana u ljetno doba očituju se dakle i u emerznoj litoralnoj zoni tako, da salinitet morske vode u njoj poraste, približavajući se prosječnim vrijednostima površinskog sloja na otvorenoj pučini.

Plima i oseka same po sebi, kako je rečeno, djeluju antagonistički na salinitet emerzne litoralne zone. Plima uvjetuje niveliranje saliniteta tog pojasa s onim otvorenog mora, a oseka redovito — izuzev gore navedene iznimne lokalne slučajeve — uvjetuje povećanje saliniteta istog pojasa. Isparivanje kao posljedica insolacije u emerznoj zoni, osobito na pličinama, gdje je sloj vode tanak, jedan je od prvenstvenih faktora, koji uvjetuju kolebanje saliniteta ove zone. O intenzitetu isparivanja za vrijeme insolacije ovisit će, dakle, u velikoj mjeri amplituda kolebanja saliniteta.

U ekologijskom odnosu prema salinitetu jadranski je fukus eurihalina alga s optimumom, koji je više priklonjen prosječnom minimumu, nego maksimumu slanosti za Jadransko more, t. j. ova je alga mikroeurihalini tip (Vouk). Optimum saliniteta u emerznoj zoni jadranskog fukusa je zimi i u proljeće. U cijeloj mediteranskoj regiji ima najviše oborina zimi, pa do proljeća- Kroz to vrijeme iscijeđuje s kopna u emerznu zonu najveća količina slatke vode. Redukcija je saliniteta u toj zoni tada općenito najveća na svim položajima. Paralelno s time snižuje se i temperatura morske vode u emerznoj zoni, jer slatka voda s kopna, što se iscijeđuje ima redovito uvijek nižu temperaturu od morske vode u istoj zoni. Ovaj povoljni utjecaj smanjenog saliniteta i snižene temperature očituje se najbolje na vegetacijskom aspektu jadranskog fukusa zimi i u proljeće. Ta dva

godišnja doba predstavljaju period njegovog najvećeg vegetativnog razvoja. U kasnu jesen počima fukus da regenerira iz ostataka kroz ljeto zakržljalih talusa, mlade izbojke (adventivni ogranci), a istodobno se razvijaju i mladi individui, koji su se razvili iz embrija minulog proljeća. Zimi je vegetiranje razmjerno jeseni još snažnije, a prema proljeću i u proljeće vegetativni i generativni razvoj su najintenzivniji. Proljeće predstavlja glavni period fruktifikacije (sazrijevanje rasplodnih produkata) i razmnažanje (oplodnja) u masama. Prema ljetu počam od svibnja — nakon što je period razmnažanja završio, počinje vegetacija fukusa rapidno kržljaviti, što se očituje u raspadanju ispražnjenih receptakula i u koroziji bilateralnih segmenata talusa. Toj pojavi pridolazi još nerijetko i odgrizanje terminalnih dijelova ogrankata sa strane morskih životinja, koje uvjetuju postanak i razvitak t. zv. prolifikacija. Također su važna osobina tog ljetnog perioda za vegetaciju fukusa, epifiti (pretežno *Ectocarpus*, *Enteromorpha* i *Cladophora* — vrste), koji često u velikom mnoštvu obrastu taluse fukusa i uvjetuju patološkudenudaciju. Ta vegetacijska razlika između zimsko-proljetnog i ljetno-jesenskog perioda rezultat je ne samo povišenja srednje godišnje temperature, nego i saliniteta.

Na položajima, gdje izvori i potoci izbacuju konstantno u more dovoljnu množinu slatke vode, i ako oslađenje emerzne litoralne zone nije prejako, kao na ušću rijeke i velikih potoka, može fukus uz druge povoljne ekologijske uvjete dobro uspijevati. Na takvim položajima uslijed stalnog pritjecanja slatke vode s kopna ne nastupaju veće razlike saliniteta i temperature tokom cijele godine, a posljedica toga je, da vegetacija fukusa tamo ne pokazuje bitnih godišnjih mijena, kao na drugim staništima. Fukusi kroz cijelu godinu dobro vegetiraju i nema izrazitog perioda kržljavljenja. Isporedimo li ta staništa fukusa s onima, gdje njegova vegetacija pokazuje promjene u razvoju tokom godine, moramo te razlike svesti jedino na različite odnose saliniteta i temperature. Znatna kolebanja jednog i drugog faktora tokom godine uvjetuju navedene promjene vegetacijskog aspekta, dok neznatna kolebanja tih faktora imaju za posljedicu više manje jednoliki razvoj vegetacije fukusa kroz cijelu godinu. Iz tih odnosa slijedi, da se jadranski fukus prema salinitetu ponaša kao mikroeurihalina alga, jer joj je ekologijski optimum pri nižim vrijednostima saliniteta (zima, proljeće), a podnosi periodički (ljetno doba kržljavljenja) i maksimalne vrijednosti, koje susrećemo u Jadranu, do 38.5% i više.

Gdje s kopna pritječu znatne množine slatke vode (potoci, izvori), salinitet se u emerznoj litoralnoj zoni može u velikoj

mjeri da opadne (28, 26, 21‰ i niže), što predstavlja već jako oslađenje i približavanje donjoj ekolozijskoj granici saliniteta, koju može da podnosi jadranski fukus. Ovako niski salinitet nije, naime, u emerznoj litoralnoj zoni redovito nikada trajan, nego periodički, bilo u manjim ili većim vremenskim razmacima. Nadolazak plime pospješuje izjednačenje saliniteta ove zone s onim otvorenog mora, dok povlačenje mora osekom uvjetuje ponovno povećanje saliniteta, ako nema vidnog pritjecanja slatke vode s kopna ili uvjetuje njegovo opadanje, ako se u emerznu zonu slijeva veća množina slatke vode.

U proljeće mnogi izvori i potoci nabujaju, a i inače prokapljuje veća množina slatke vode u more, zbog čega znatno opada salinitet emerzne zone. Periodičko ponavljanje plime opetovno nivelira salinitet ove zone s otvorenim morem. Te su oscilacije baš razlogom, što jadranski fukus nastupa i na položajima, gdje dolazi povremeno do znatnog sniženja saliniteta.

Na ušćima rijeka, gdje se ogromne mase slatke vode slijevaju u more i miješaju s njim, snaga je plime preslaba, da bi mogla periodički povećavati salinitet emerzne zone. Položaje, koji su u neposrednoj blizini ušća rijeka, jadranski fukus ne nastanjuje nikada. Salinitet je ovdje neprekidno i trajno vrlo nizak (na pr. Šibenski zaliv s ušćem Zrmanje) te upravo ta okolnost spriječava jadranskom fukusu naseljavanje takovih položaja.

Isporedimo li te odnose opet sa činjenicom, da fukus raste bujno na staništima, gdje se u blizini slijevaju u more potoci, izvori ili vrulje srednjeg kapaciteta, moramo je svesti na to, da pritjecanje manje množine slatke vode s kopna ne može bitno oslabiti ili čak eliminirati ritmičke oscilacije saliniteta uvjetovane djelovanjem plime i oseke. Velika pak masa vode, koje se stalno i neoslabljenom snagom (rijeke, veliki potoci) slijevaju u more uvjetuju konstantno oslađenje morske vode emerzne zone i u velikoj mjeri oslabljuju ili gotovo posvema odstranjuju oscilacije saliniteta prema gore, uvjetovane ritmom plime i oseke. Na takvim položajima varira koncentracija soli uvijek ispod ekološkog minimuma za jadranski fukus (trajno između 10,20‰).

Maksimum saliniteta emerzne litoralne zone u ljetno doba (srpanj), zablježio sam na otoku Dugom nedaleko mjesta Sali, 38,62‰. Na istom sam staništu našao malobrojne i vrlo krzljave primjerke fukusa obraštene epifitima. Navedena visoka vrijednost približava se maksimumu saliniteta u Jadranskom Moru. Imajući u vidu tu činjenicu, da jadranski fukus ne prelazi u južni Mediteran, čije vrijednosti saliniteta prelaze maksimalne

vrijednosti u Jadranu, mogao bi se pretpostaviti i izvjesni paralelizam između rasprostranjenja jadranskog fukusa i odnosa saliniteta u Jadranu i ostalom Mediteranu. Prema tome bi u u fitogeografskim odnosima jadranskog fukusa mogao igrati izvjesnu ulogu — bez obzira na klimatske, temperaturne prilike jednog i drugog područja — i salinitet. Poznato je, da od sjevernog Jadrana prema južnom salinitet površinskog sloja morske vode na otvorenom moru raste, razmjerno tome isti odnosi vladaju u litoralnoj zoni, izuzev lokalne prilike u blizini rijeka, potoka i izvora. Također je utvrđeno, da su srednje i maksimalne vrijednosti u Jadranu razmjerno niže, nego u srednjem i istočnom Mediteranu, gdje se penje do 39—39,5‰. Kako vegetacija fukusa u Jadranu pokazuje mjestimično kod velikih vrijednosti saliniteta u ljetno doba kržljavi izgled, mnogo je vjerojatno, da južni Mediteran sa svojim prevelikim salinitetom — pored previsokih ljetnih temperatura — ne pruža jadranskom fukusu, tako povoljne prilike, koje bi mu omogućile naseljenje na njegovim obalama.

Ovi su zaključci o utjecaju saliniteta emerzne litoralne zone na biologiju i geografsko rasprostranjenje jadranskog fukusa rezultat opažanja s jedne strane, i komparacije pozitivnih vrijednosti saliniteta za razne dijelove Jadrana u razna godišnja doba, s druge strane.

Ova, dakle, ispitivanja utjecaja saliniteta na jadranski fukus nemaju eksperimentalno značenje, pa je stoga njihova vrijednost aproksimativna. Egzaktni rezultati ispitivanja utjecaja saliniteta na život jadranskog fukusa mogli bi se postići metodom kultura u morskim akvarijima sa graduiranim koncentracijama soli. Jedino na temelju takvih ispitivanja izveli bi se konkretni i precizni zaključci o ekologijskoj valenciji (kardinalnim tačkama) saliniteta za jadranski fukus.

T e m p e r a t u r a

Tretirajući temperaturu kao ekologijski faktor potrebno je ustanoviti i precizirati njene odnose u emerznoj litoralnoj zoni i ispitati njen utjecaj na organizme, koji u toj zoni žive. Emerzna litoralna zona podliježe promjenama temperature morske vode, kao i uzduha. Ovu je okolnost nužno uočiti, da bi se moglo doći do ispravnih zaključaka u ispitivanju ekologijskog utjecaja životnog medija na jadranski fukus. Dosadašnja ispitivanja temperature na biologiju jadranskog fukusa (Schiller) odnosila su se samo na morsku vodu, a posve je previden bitni faktor temperature uzduha, koji je odlučan za sve sesilne

organizme emerzne litoralne zone, koji su prema tome izraziti amfibionti (amfifiti). S tih razloga potrebno je pri ispitivanju uzimati u obzir vrijednosti temperature uzduha, kao i morske vode.

Mijene vegetacijskog aspekta jadranskog fukusa, koje nastaju tokom glavnih godišnjih doba govore jasno, da je ta alga prilagođena na hladnije temperirane prilike morske vode, koje vladaju od konca jeseni, kroz zimu i u rano proljeće. U jesen počima vegetacija fukusa nakon ljetnog perioda zastoja (obamrlosti) da se obnavlja. Zakržljali i izgrizeni talusi regeneriraju svoje izgubljene dijelove u obliku proliferacija, a normalni rast mladih ogranaka biva prema zimi sve intenzivniji. Istodobno rastu i mladi individui, koji su se razvili iz oplodjenih jaja u proljeće. Na vršcima ogranaka zameću se u velikom broju fertilni organi, receptakuli. Pod konac zime i u proljeće vegetacija fukusa ima svoj najbujniji razvoj, a približava se i doba rasplodivanja, koje pada u samo proljeće. Tada su receptakuli maksimalno nabrekli i počinaju izbacivati zrele oogonije i anteridije, odnosno jaja i spermatozoide, čije se spajanje i oplodnja zbiva u samoj vodi. Kako temperature uzduha i morske vode postaju od druge polovice proljeća prema ljetu sve više, počinaju fukusi rapidno da kržljave, što se višestranu ispoljuje. Ispražnjeni receptakuli počnu gubiti svoju svježiu smeđe-zelenu boju i blijede (žute), na koncu istrunu i otpadaju. Epifiti vrlo često obrastu vegetativne dijelove talusa, najčešće plosnate, bilateralne segmente i vegetacijske vrhove; prvi podliježu uslijed toga patološkoj denudaciji, a drugi, koji su nježniji obamiru i raspadaju se. Taj ljetni, po vegetaciju fukusa nepovoljni period traje sve do jeseni, kada se vegetacija paralelno s opadanjem temperature uzduha i vode opet obnavlja.

Takav odnos jadranskog fukusa prema mijenama temperature životnog medija, vode za vrijeme imerzije i uzduha za vrijeme emerzije, ne začuđuje, kad je poznato, da su sve vrste fukusa psihrofilne alge i pretežno pripadnici arktičkih, subarktičkih i umjerenih klimatskih pojaseva. Od njih tek manji broj prodire u subtropsku zonu, a samo par vrsta u tropsko geografsko područje.

Već je u više navrata ranije ukazano na faktor slatke vode, koja pritječe u emerznu litoralnu zonu. Voda, koja prokapljuje s kopna ima redovito dosta nižu temperaturu od morske vode u emerznoj zoni. Stupanj temperature kopnene vode ovisi svakako od dubine slojeva ispod površine zemlje, iz kojih prokapljuje. Voda, koja se iscjeduje neposredno nakon kiša u emerznu zonu imat će neznatno nižu temperaturu od morske vode, dok

će naprotiv voda, koja izbija iz drugih slojeva u obliku izvora (na samoj obali) ili vrulja pod morem, imati dosta nižu temperaturu od susjedne morske vode. Krška hidrografija, koja je karakterizirana posebnim fizikalnim svojstvima supstrata (vapnenca) pospješuje brzinu prodiranja kopnene vode u niže slojeve i slijevanje u more. Tamo, gdje posebna geotektonika (nepropusnost nekih slojeva) uvjetuje povremeno ili konstantno izbijanje većih množina vode u emerznoj litoralnoj zoni (izvori, potoci, vrulje), razlikuju se znatno temperaturne prilike od drugih položaja emerzne litoralne zone i uvjetuju stvaranje lokalne klime, koja se odražava sad u većoj sad u manjoj mjeri na vegetaciji jadranskog fukusa. Snižena temperatura (kao i salinitet) na položajima, gdje pritječe konstantno veća množina hladne vode, slabi djelovanje normalnog toka klime kroz godinu. Vegetacija fukusa pokazuje tu kroz sva godišnja doba više manje jednolik izgled. Nema izrazitog perioda zastoja, kao na drugim položajima u doba ljeta uslijed previsokih ljetnih temperatura. Vegetativni je razvoj besprekidan kroz cijelu godinu. Glavni period fruktifikacije i rasplodivanja, koji inače pada u proljeće, nije također ovdje posve izrazit (diferenciran). Fertilni vršci u raznom stadiju zrelosti razvijeni su na pojedinim talusima u sva godišnja doba. Aperiodičnost u fruktifikaciji poznata je također za neke vrste fukusa u sjevernim morima (*F. vesiculosus*, *F. serratus*), pa iz komparacije tih odnosa očito je, da je niska temperatura morske vode onaj glavni faktor, koji uvjetuje fertilizaciju kod fukusa. Psihrofilnost se jadranskog fukusa, dakle, ispoljuje u njegovom vegetativnom i generativnom razvoju.

Temperatura stoji u uskoj vezi s drugim ekolozijskim faktorima emerzne litoralne zone, kao što su plima i oseka, vlaga, insolacija, isušenje, salinitet itd. Ona podliježe znatnim oscilacijama uslijed imerzije i emerzije, koje su uzrokovane plimom i osekom. Fenomen plime i oseke, čiji je ekolozijski utjecaj na vegetaciju jadranskog fukusa već prikazan, potrebno je da se istakne, koliko je u direktnoj ili posrednoj vezi s kolebanjem temperature ove zone. Plima i oseka uvjetuju u prvome redu svojim pravilnim ritmom dva puta dnevno izbijanje emerzne zone nad vodu (oseka) i ponovno poniranje pod nju (plima). Tim izmjenama vodenog i suhog medija određen je i dvojaki život jadranskog fukusa. Konstatacijom te pojave mora se lučiti istodobno faktor temperature u dvije osnovne komponente, koje se ekolozijski bitno i različito odnose. To su temperatura vode za vrijeme plime (imerzija) i temperatura uzduha za vrijeme oseke (emerzija). Godišnji, mjesečni i dnevni tok jedne i druge

temperature bitno se međusobno razlikuju. Voda, koja ima znatno veći toplinski kapacitet (specifičnu toplinu) pokazuje manja kolebanja, nego uzduh. Dnevne, mjesečne i godišnje amplitude uzduha su veće nego vode, zato su srednje i maksimalne vrijednosti temperature uzduha (maksimalne s obzirom na psihofilnu prirodu jadranskog fukusa) u ekologijskom i fiziologijskom pogledu primarnije i odlučnije, nego srednje i maksimalne temperature morske vode.

Iz navedenih odnosa jadranskog fukusa prema temperaturama vode i uzduha slijedi, da je on euritermna alga s optimumom pri nižim temperaturama (mikroeuritermni tip).

Schiller je, ispitujući temperaturu kao ekologijski i horologijski faktor jadranskog fukusa sveo na morsku vodu i ustvrdio, da je subtropski karakter morske vode, odnosno previsoke srednje temperature u južnom Jadranu uzrokom, što jadranski fukus nestaje u tim predjelima. Kao dokaz svome stanovištu navodi on hidrografske i hidrobiološke prilike u južnom Jadranu, t.j. prodiranje nekih subtropskih planktonskih organizama do onog područja, gdje po njegovom mišljenju (ca u geograf. šir. Dubrovnika) prestaje subtropski karakter morske vode u Jadranu. Ta bi pretpostavka mogla da važi samo onda, kada bi jadranski fukus bio pretstavnik planktonske flore Jadrana ili da je pripadnik sublitoralne bentonske vegetacije, koja je izvan dohvata i utjecaja faktora plime i oseke. Budući da nastava emerznu litoralnu zonu te je prema tome izraziti amfitif, njegova se ekologija u pojedinim komponentama, kao i u njihovom kompleksu bitno razlikuje od ekologije planktonskih organizama. Tu okolnost nije prevideo Schiller i zato je došao do netačnih pretpostavki.

Kao psihofilnoj algi jadranskom su fukusu ekologijski i horologijski najodlučnije previsoke ljetne temperature i to prvenstveno uzduha, koje pokazuju veća kolebanja tokom godine, nego morska voda (Tab. VI.).

TABELA VI.

U z d u h		V o d a
Pulj	18,8° C.	14,6° C.
Rijeka	18,6° C.	12,8° C.
Hvar	16,6° C.	10,3° C.
Hercegnovi	16,2° C.	10,6° C.

Amplituda uzduha i vode biva sve manja od sjevera prema jugu Jadrana, gdje se klima (uzduha i vode) približava sve više subtropskoj klimi južnoga Mediterana.

Maksimalne vrijednosti temperature uzduha za najtoplijih mjeseci (srpanj, kolovoz) daleko prelaze maksimalne temperature morske vode istih mjeseci (Tab. VII.).

TABELA VII.

U z d u h ;	V o d a :
Trst . . . aps. maxim. . 37,5 ^o C sred. maxim. . 34,4 ^o C	Novi, 7. VII. 1939. . . 23 0 ^o C Baška, 8. VII. 1939. . . 23,0 ^o C
Venecija . . aps. maxim. . 35 0 ^o C sred. maxim. . 32 0 ^o C	Rab, 8. VII. 1939. . . 26 0 ^o C Jablanac, 9. VII. 1939. . 25 0 ^o C
Rijeka . . . sred. maxim. . 33 0 ^o C	Preko, 12. VII. 1939. . 23 0 ^o C
Pulj sred. maxim. . 32 0 ^o C	Split, 17. VII. 1939. . . 25 0 ^o C
Lošinj sred. maxim. . 32,6 ^o C	Korčula, 12. VIII. 1939. . 24 5 ^o C
Ancona . . . aps. maxim. . 37,6 ^o C sred. maxim. . 34,4 ^o C	Dubrovnik, 15. VIII. 39. 26 0 ^o C Tivat, 16. VIII. 1939. . . 27,9 ^o C
Hvar aps. max m, . 37 6 ^o C sred. maxim. . 33 0 ^o C	1) ova su mjerenja temperature morske vode jednokratna i odnose se na emernu litoralnu zonu. Mjerenja su izvršena u srpuju i kolovozu u najtoplije doba dana, pa služe kao dobra isporredba maksimalnim temperaturama uzduha.
Dubrovnik sred. maxim. . 31 1 ^o C	
Skadar sred. maxim. . 34,3 ^o C	
Valona sred. maxim. . 35,3 ^o C	
Krf aps. maxim. . 38 1 ^o C sred. maxim. . 35 0 ^o C	

Kad bi jadranski fukus bio sublitoralna alga, tada bi smatrali ekološkim maksimumom temperature vrijednosti označene za morsku vodu, međutim srednji i apsolutni temperaturni maksimum uzduha za sjeverni, srednji i južni Jadran govore jasno, da je faktor uzduha za jednu amfibijsku algu, koja je pored toga psihrofilna, mnogo odlučniji, kad je u pitanju otpornost prema prejakoj insolaciji, isparivanju i isušenju tkiva

za vrijeme oseke. Previsoke temperature morske vode i uzduha traju doduše samo za najtoplijih ljetnih mjeseci (srpanj, kolovoz), ali se baš tada kržljivost vegetacije fukusa najviše ispoljuje.

Kako se u prosjeku polovica života jadranskog fukusa odvija pod vodom, a polovica iznad vode, sigurno je, da ljetni maksimumi morske vode djeluju također u izvjesnoj mjeri štetno, kočeći pravilan razvoj vegetacije fukusa, dok su temperature uzduha zapravo onaj neposredni agens rapidnog kržljavljenja njegove vegetacije prema ljetu i u ljetu samo. Iz tih odnosa rezultira, da su maksimalne temperature morske vode za najtoplijih mjeseci u Jadranskom Moru — između 23° i 28° C — uzrokom kržljavljenja vegetacije jadranskog fukusa (ekološki faktor), dok maksimalne temperature uzduha — između 32° i 38° C — pojačavaju štetno djelovanje prvih, dovodeći time u pitanje opstanak (uspijevanje) naše alge.

Budući da na jugu Jadrana nestaje posvema jadranskog fukusa i jer se nigdje više u Mediteranu ne pojavljuje, nužno je svesti tu fitogeografsku činjenicu na klimatske (temperaturne) prilike, koje od južnog Jadrana prema Mediteranu vladaju, t. j. na izrazitu subtropsku klimu, koja predstavlja već maksimalni ekstrem psihrofilnoj biologijskoj prirodi jadranskog fukusa.

Antropološki faktori

U povodu djelovanja plime i oseke jadranski fukus se je prilagodio na trajnu izmjenu morske vode u emerznoj litoralnoj zoni. Iz tih ekoloških odnosa proizašla je i njegova katarobna priroda. Zato ga nikada ne susrećemo tamo, gdje je voda obalne zone onečišćena uslijed slijevanja kanala ili uslijed velikog morskog prometa (luke, pristaništa). Trajno onečišćenje vode sprečava fukusu naseljenje tih položaja.

S druge strane mogu antropološki faktori biti razlogom naseljenja fukusa na položajima, gdje on prvotno ne nastupa. Tako na primjer na zaštićenoj strani većih ili manjih kamenitih gatova izgrađenih na plosnatim nerazgranjenim obalama, izloženim jakom udaru vala. U toj dakle mjeri, i čovjek nesvjesno utječe na rasprostranjenje i učestalost ove alge u Jadranu.

Svijetlo

Zonalni raspored vegetacije sesilnih morskih alga u vertikalnom smjeru uvjetovan je u prvom redu faktorom svijetla (B e r t h o l d). Alge, koje nastavaju najgornje slojeve litoralne zone trebaju i uživaju najveću množinu svijetla. Svijetlo je najosnovniji faktor, koji određuje donju granicu njihovog vertikalnog rasporeda. Emerzna litoralna zona u Jadranskom Moru, koju nastava jadranski fukus ima prosječnu vertikalnu amplitudu cca 30 centimetara, a to je širina, koja odgovara vertikalnoj razlici između plime i oseke. Zbog razmjerno tankog sloja vode, koji prekriva emerznu zonu, opadanje intenziteta svijetla nije veliko — cca 29% svijetla prodire do dubine od 0,5 m, prema ispitivanjima L. L i n s b a u e r a —, pa cijela zona uživa relativno mnogo svijetla; ona je eufotična. Donja granica ove zone dobiva već manje svijetla, koje je oslabljeno više u intenzitetu, nego kvalitativno, t. j. u komponentama, što sačinjavaju bijelo svijetlo. Gornja granica vegetacijskog pojasa fukusa uživa najviše svijetla, a za vrijeme oseke, kad cijela emerzna zona zaostaje periodički na suhom, iskorištavaju fukusi neposredno prije nastupa jakog isparivanja i isušenja, poput eurifotičnog kopnenog bilja maksimum sunčanog svijetla. Ovoj optimalnoj ekologijskoj okolnosti faktora svijetla djeluje antagonistički isušenje insolacijom, kao posljedica povišenja temperature kopnenog (suhog) medija. Zbog velikog gubitka vode isparivanjem, izgubi alga već mnogo prije isušenja sposobnost asimilacije. Intenzivno svijetlo u doba oseke ne djeluje na fukus, kao izraziti amfifit samo po sebi štetno, nego posredno sušenjem, koje je izazvano isparivanjem uslijed prejake insolacije. Jadranski je fukus, dakle, s obzirom na topografiju zonalnog rasporeda njegove vegetacije i emerzije, koja uvjetuje periodičko mijenjanje intenziteta svijetla, eminentno eurifotična alga ili bolje reći makroeurifotična, jer joj je ekologijski optimum svijetla bliže maksimumu, iako alga uspijeva i pod oslabljenim intenzitetom svijetla, za vrijeme plime u donjoj granici emerzne litoralne zone. Ekologijski minimum svijetla leži također relativno visoko, jer jadranski fukus ne silazi u vertikalnom smjeru nikada dublje od nivoa najniže oseke, čija je apsolutna i prosječna granica u Jadranskom Moru ranije određena. Fiziološki minimum asimilacije svijetla pada svakako u doba oseke, nešto iza početka jakog isparivanja, pa do najjačeg isušenja, kad je opadanje turgescencije dostiglo najnižu granicu, a asimilacijski su procesi posve prekinuti.

III

S I S T E M A T I K A

Historijat i sinonimika

Talijanski liječnik i prirodoslovac **Vitaliano Donati** prvi je opisao i prikazao crtežem jadranski fukus godine 1750. u djelu: »Della Storia Naturale Marina dell'Adriatico, Saggio del Signor Dottore Vitaliano Donati... in Venezia, apresso Francesco Storti MDCCL.« To je djelo izašlo na francuskom jeziku osam godina kasnije. U originalu Donatijevog djela nalazi se ovaj opis jadranskog fukusa: »Virsoide con caule terete, con rami piatti ed uguali e con sommita bifide e trifide turgide. Egli è congenere al Quercus marina di molti Botanici.«

U »Opere postume« opisao je **Ginanni** god. 1757. jadranski fukus kao »Quercia marina di foglie anguste e florida« i »Quercia marina di foglie stetissime e poco ramosse e che imitano le corna del cervo.«

Poslije **Donati**-a i **Ginanni**-a autori, koji su opisivali jadranski fukus, označavali su ga imenima raznih vrsta roda *Fucus*, sve dok nije **J. Agardh** god. 1767. opet uveo stari **Donatijev** naziv »versoide« odnosno *Fucus virsoides*, a njega su slijedili i drugi algolozi.

Zbog različitih sinonima, koje su razni autori upotrebljavali u toku istraživanja jadranskog fukusa, smatram potrebnim, da bi se izbjegle zabune, odnosno jasnoće i pregleda radi, da hronološkim redom prikazem sve preinake, koje su u sinonimici binarne nomenklature za ovu algu slijedile.

1. *Fucus virsoides* (**Don.**) **J. Ag. Donati**, Della Storia Naturale Marina dell'Adriatico (1750), p. Tav. III. **Donati**, Essai sur l'Histoire naturelle de la Mer Adriatique (1758) p. 31, tab. IV.: Virsoide à tige cylindrique, à rameaux plats et égaux, dont les extrémités sont renflées et partagées en deux ou trois autres branches. Cette plante est congénère au Quercus marina de plusieurs Botanistes;
Agardh, Bidrag till kãmmendomen af Spet bergens Alger Koningl. Sven. Vetensk. Akad. Handling., (1868) vol. VII, pars 2. no. 8, p. 42; **Hauck**, Meeresalgen. Rabenhorst's Kryptogamenfl. v. Deutschl. Oesterr. u. d. Schweiz. II. Bd. 6. (1883) p. 291; **Ardissone**, Phycologia Mediterranea, Parte II (1886) p. 12; De

- Toni, Sylloge Alg. III. (1895), p. 204; Migula, Kryptogam. Fl. v. Deutschl. Oesterr. u. d. Schweiz (1909), II, 2, p. 255; Brunntaler in Mig. Cryptog. Germ. Austr. et Helv. exs. Fasc. 26 et 27, no. 96; Kuckuck, Kryptog. exsicc. Mus. Palat. Vindob. no. 144.
2. *Fucus vesiculosus* Wulfen: Collect. ad Bot. Chem. et H. N. (1786—1796) IV. p. 343; Cuyptogama aquatica (1803), p. 34, No. 6; M. de Cattani, herb. Alschinger, excl. synonym. pro maxima parte nec aliorum autorum.
 3. *Fucus spiralis* L.: Goodenough et Woodward, Observ. on the Brit. Fuci (1795). Vol. III; Naccari, Alg. adriat. (1828) p. 84. FL. Ven. VI, (1828), p. 95 (Fuco spirale) excl. synonym. pro parte speciem oceanicam describentibus.
 4. *Fucus distichus* Wulfen: Cryptogama aquatica (1803) p. 36. no. 7. non L. excl. synonym.
 5. *Fucus vesiculosus* Sherardi Turner: Fuci (1809) p. 49-50.
 6. *Fucus spiralis* Bertol: Amoen. Ital. (1819). Iter ad urbem Ravennam p. 221 no. 36, 37, 38, (Corrisponde a: Quercus marina che ha vesciche. Quercia marina di foglie anguste e florida. Quercia marina di foglie stetitissime e poco ramose e che imitano le corna del cervo», descritte negli opuscoli postumi del Ginanni (1757) I. p. 21, fig. 39—41 della tavola 20) Non L.
 7. *Fucus vesiculosus* var. *Sherardi* C. Agardh: Species Algarum (1823); G. Meneghini, Alghe ital. e dalm. (1842); Kützing, Species Alg. (1849), p. 589 (exclusus speciminibus atlanticis a Stackhouse in suo opere Ner. Brit. Tab. 13. sub nomine *Fucus* *Sherardi* depictis, verisimi liter *Fuco spirali* et *Fuco platycarpo* tribuendis). Zanardini, Notizie int. alle Cellul. mar. etc. (1847), p. 47. M. Botteri in herb. Alschinger; Hohenacker, Alg. exs. (1851—1862) no. 319. (leg. Martens) Bizzozero, Flora Veneta critt. II. (1885) p. 197.
 8. *Fucus ceranoides* Vesuský: In herb. Reuter nec L., A. Mazza iz herb.
 9. *Fucus* *Sherardi* Kützing: Tabulae Phycologicae (1860), vol. X. p. 6, Tab. 13, nec Stackhouse (exemplaria bina, majus (a) evidenter costatum, minus (b) non; ab ipso auctore in mari Adriatico collecta; Bertolini, Fl. Ital. Crypt. (1862), pars II, fasc. I, p. 26; De Toni et Levi, Fl. Alg. Ven. II. (1886), p. 25 nec Stackh. nec synonym. pro parte; Phycoth. Ital. no. 20.

10. *Fucus Sherardi* Stackh. *β adriaticus* Areschoug: Slågtena *Fucus* (L.) Dec. et Thur. och Sycnoph. Kütz. jemte tillhör. arter. Botan. Notis. (1868), p. 106.
11. *Fucus platycarpus* Thur. var. *spiralis* Sauvageau: Sur deux *Fucus récoltés à Arcachon* (1908) Soc. Scient. d'Arcachon, p. 82—87 (146—151).

Latinska nomenklatura. Ime *Fucus* za rod algi, na koje se odnosi uveo je prvi Tournefort 1700. god., a potječe od grčke riječi φύκος (phykos), što znači alga, morska trava.

Etimologija korjena riječi *virso*-ides nije poznata. Ne zna se odakle je Donati uzeo ovu riječ i zašto ju je pridao jadranskom fukusu. Forti drži, da ima možda porijeklo u riječi »*virtica*« starom obliku za urtica (kopriiva), što izgleda dosta nevjerojatno. Obratio sam se na poznate domaće i strane klasične filologe, ali mi nisu mogli saopćiti ništa pozitivnoga o etimologije ove riječi, što bi barem približno moglo tumačiti njeno značenje.

Kad je J. Agardh god. 1868. iznova uveo zabačeni termin »*virsoide*« (*Fucus virsoides*), nije sigurno uzeo u obzir prvenstveno samo značenje ove riječi, niti mu je s te strane pridavao važnosti, već mu je bio jedini kriterij taj, da rehabilitira Donatijevu terminologiju, koji je prvi opisao jadranski fucus i da se izbjegnju zabune u sistematici vrsta fukusa, koje su nastajale zbog raznih sinonima, koji su označavali istodobno jadransku vrstu i druge oceanske (atlantske).

Danas je pitanje nomenklature jadranskog fukusa riješeno tako, da je općenito prihvaćen i ustaljen Donatijev naziv *virsoides* u binarnoj nomenklaturi J. Agardha, kao *Fucus virsoides* (Don.) J. Ag.

Hrvatski naziv. U Šulekovom imeniku bilja zabilježeno je o različitim hrvatskim nazivima za algu *Fucus* ovo: *Fucus marinus* L., bračić, morski mah, morska mahovina, praća od krvi, morski loč.

Bračić, muscus (Stulli), *Fucus* L.

Brak, (Stulli), mosco marino (Is. Kuz. Skur., *Fucus marinus* (Lambl.)

U Stullijevom rječniku nalazi se o ovoj biljci zabilježeno slijedeće:

Bracsich, muschil, muscus

Brák, frutice ramoso che nasce intorno alle secche del mare, frutex ramosus qui circum brevia nascitur.

U rječniku Jugoslavenske Akademije nalazi se opširniji opis riječi brak i bračić, sa citatima i imenima autora, koji su pisali o značenju ovoga pojma:

»Brāk, m. neka trava morska i plitko mjesto gdje raste. Od XVI. vijeka, između rječnika samo u Stulijevu (*frutex ramosus, qui inter brevia nascitur*). Biće od talij. brago, glib, te će trava biti nazvana po mjestu gdje raste, ali se sve do našega vremena samo trava tako zove. Akcenat se mijenja samo u loc. sing.: u brāku. — a) Trava, ispredi bračić. Ter će brak prisahnut, ki plodi morski kraj. M. Vetranić 1388. Vijem da ti je (Neptun). vlas dana od mora od slane da s' tolik gospodar, u kruni od braka. 219. Zlosrdo podereš do struka s vaogom brak 220. Riba ona, ka s traka osam gre plijući, na kraju vrh braka osekla budući. D. Ranjina 77. Brak, fucus marinus. Čas čes. muz. 1852. 247. — B. Šulek, im. 29. — Mjesto gdje ta trava raste (može biti da se griješkom miješa mjesto s travom) pećina pod morem; dobra je svaka ptica od jata, a riba od braka lagana je i zdrava. M. Pavinović. Mjesto u moru, gdje ima leglo od riba. I. Milčetić na Krku. Greben ispod vode u moru. K. Kulišić na Krku.«

»Bračić, m. muscus, mahovina. Samo u Stulijevom rječniku, gdje je zabilježeno, da je »a« dugo.«

Šulek je sastavljajući Jugoslavenški imenik bilja crpio podatke iz brojnih naših i stranih izvora, kao i iz usmenih i pismenih saopćenja, koja je dobio iz raznih krajeva naše zemlje. Za razne hrvatske nazive, koji bi se odnosili na jadranski fucus mogli su mu poslužiti samo podaci iz Hrvatskog Primorja i Dalmacije. U Akademijskom rječniku izneseni su pak podaci, koji objašnjavaju etimologiju riječi brak, zatim stihovi dalmatinskih pjesnika Vetranića i Ranjine, te citati drugih autora, koji tumače i definiraju značenje ove riječi. Na ekskurziji po Hrvatskom Primorju i Dalmaciji god. 1939. istraživajući geografsko rasprostranjenje jadranskog fukusa, nisam od stanovništva onih mjesta, koja sam posjetio, čuo za jadranski fucus nazive: brāk i bračić. Ovu, kao i druge alge, koje rastu u obalnom pojasu, narod nazivlje jednostavno »morska trava«. Naš primorski čovjek dosta rijetko diferencira oblike (rodove i vrste) morskih alga, nasuprot kopnenom bilju, izuzev neke alge, koje svojim izgledom podsjeća mnogo na kopнено bilje, na pr. *Ulva*: morska kupusina. Tome slabom razlikovanju raznih oblika (rodova i vrsta) alga u našem Primorju su razlozi vjerojatno u prvome redu praktično-ekonomski, jer one nisu kod nas nikada u tolikoj množini razvijene (zbog klimatsko-geografskih faktora), da bi ih se moglo u gospodarske ili druge privredne svrhe iskoristavati, kao što je slučaj s mnogim algama, koje žive u sjevernim morima (na pr. *Laminaria*-vrste, *Fucus*-vrste i dr.), koje nastupaju u velikim masama.

Meni je dobro poznato, da se brakom naziva u Hrvatskom Primorju morsko grebenasto dno, koje je obično obraslo algama, duboko 2—3 metra i više, dakle dublje od emerzne obalne zone u kojoj živi jadranski fukus, prosječno 30 cm, a najviše 1 metar.

Jadranski fukus ne nastanjuje nikada zasjenjena mjesta emerzne litoralne zone, na pr. ona, koja su nadsvodena pećinama, gdje prevladavaju stenofotične rodoficeje, jer mu je za normalni razvoj neophodna veća množina svjetla. Ova činjenica potvrđuje također, da je jadranski fukus eurifotičan tip alge¹.

Da li je jadranski fukus zasebna vrsta

Iz poglavlja o sinonimici binarne nomenklature jadranskog fukusa vidimo, da je u više navrata kroz historiju njegova istraživanja bio opisivan, sad kao zasebna vrsta, sad kao varijetet koje atlantske vrste (*F. vesiculosus*, *F. vesiculosus* var. *Sherardi*, *F. spiralis* i t. d.)

Godine 1868. je J. Agardh u spomenutom djelu uveo definitivno za jadranski fukus — pridavši mu kategoriju zasebne vrste — naziv: *Fucus virsoides* (Dod.) J. Ag. Saglasivši se s Agardhovom preinakom svi su kasniji algolozi u svojim djelima smatrali jadranski fukus zasebnom vrstom i opisivali ga pod istim imenom. Tako je ostalo sve do god. 1908. kad je francuski algolog Sauvaagea u jednoj svojoj raspravi posumnjao u sistematsku kategoriju jadranskog fukusa i identificirao ga s atlantskom vrstom *Fucus platycarpus* Thur., — odnosno njegovom formom var. *spiralis* Sauv. — koja živi duž atlantskih obala Evrope, počam od Norveške, pa sve do Španije i Portugala, gdje prelazi dalje na afričke obale dopirući do Maroka i Kanarskih otoka, ali ne ulazi kroz Gibraltar u mediteransku kotlinu.

Unatoč svojoj tezi Sauvaagea naglašava već na početku poglavlja o jadranskom fukusu zanimljiv primjer njegove geografske izolacije i pridaje mu znatnu važnost, kako se iz slijedećeg citata razabire: »Une espèce, quelle qu'elle soit

¹ Op. redaktora: Autor u ovim pripomenama o hrvatskom nazivu jadranskog fukusa »bračić« nije u manuskriptu izrazio svoje mišljenje, ali je jasno iz njegovih razlaganja:

1. da naziv »bračić« ne živi u narodu i
2. da riječ »bračić« kao demin. od »brak« ne označuje prirodno stanište ove alge u emerznoj zoni, pa prema tome naziv »bračić« nema logičkog, a ni stvarnog opravdanja. — Vouk.

géographiquement isolée de toutes les autres du même genre, mérite cependant mieux qu'une simple mention dans une liste ou dans une flore; sa distribution a des causes que nous sommes souvent impuissants à préciser, mais qu'il est toujours intéressant de rechercher« (str. 82.) Iz ovog S a u v a g e a u-ovog citata se jasno vidi, da i on smatra, kako je teško utvrditi uzroke, koji su uvjetovali današnje odnose horologije jadranskog fukusa. Po njegovom mišljenju jadranski fukus potiče vrlo vjerojatno od jednog oceanskog primjerka, koji je dospio slučajno u Mediteran odn. u Jadransko More, u stadiju fruktifikacije i nadovezuje: »Dans ce cas quelle est donc l'espèce émigrée, et son émigration en a-t-elle vraiment changé les caractères au point d'excuser ceux qui en font une espèce indépendante.« Očito je prema ovom posljednjem citatu, da S a u v a g e a u smatra jadranski fukus samo varijetetom jedne oceanске vrste.

Svoje gledište obrazlaže S a u v a g e u na temelju ispitivanja herbarskih primjeraka jadranskog fukusa sakupljenih u Opatiji (Istra) mjeseca kolovoza 1901. g. (M. B r u n n t h a l e r) i materijala primljenog u dva navrata, 10. II. i 20. VI. 1908. g. od Instituta za morsku biologiju u Rovinju.

Nakon ispitivanja morfoloških karaktera jadranskog fukusa isporodio ga je sa spomenutom atlantskom vrstom i došao do slijedećih zaključaka: »La plante de l'Adriatique, tout au moins en s'en tenant à l'examen des caractères extérieurs, les seuls actuellement utilisés pour la distinction spécifique des Fucus, ne se distingue aucunement de *F. platycarpus* corymbiformes et de petite taille, autrement dit de la variété *spiralis*. Je suis même persuadé qu'un algologue connaissant toutes les formes que peut prendre le *F. platycarpus* de l'Océan ne la distinguerait comme *F. virsoides* que s'il ne connaitait l'origine. Ma conclusion est donc que le *F. virsoides* n'existe pas comme espèce et l'on dira que, en dehors de l'Océan le *F. platycarpus* se rencontre seulement dans l'Adriatique et sous la forme réduite.« Prema mišljenju S a u v a g e a u a dakle jadranski bi fukus predstavljao u jadranskoj kotlini primjer jedne izrazite geografske disjunkcije atlantske vrste *F. platycarpus*, odnosno njegovog »korimbiformnog« oblika: *F. platycarpus* var. *spiralis* Sauvageau.

To kratko S a u v a g e a u-ovo obrazloženje u prilog njegovom stanovištu, da je jadranski fukus samo jedan varijetet spomenute atlantske vrste ne može se bez daljnjeg kritičkog ispitivanja prihvatiti. Herbarski materijal, koji je njemu stajao na raspolaganju za uporedno-morfološki studij između *F. pla-*

tycarpus i *F. virsoides*, nije bio tako obilat i raznolik, t. j. nisu bile u njemu uključene sve razlike habitusa, sekundarne promjene razgranjenja i druge pojave varijabilnosti, koje su svojstvene jadranskom fukusu. Da bi se to moglo uočiti potreban je obilan i raznolik materijal sa većeg broja staništa iz svih dijelova Jadrana, gdje fukus nastupa. Oblici, koje je *S a u v a g e a u* promatrao potjecali su samo sa sjevernog Jadrana (Opatija, Rovinj). Prosječna im je veličina bila 10 cm, a nijedan nije prelazio 14 cm, dok su segmenti bili uzani 3—5 mm. Primjerci su, kako i sam naglašava, znatno zaostajali od maksimalnih dimenzija, koje navodi *H a u c k* za *F. virsoides*.

Kriterij razlikovanja vrsta i varijeteta roda *Fucus* do danas su, kako i sam *S a u v a g e a u* navodi, doista jedino vanjski, morfološki, ali su i sami oni dovoljni, da se isporodbom ovih dvaju oblika atlantskog i jadranskog uoče razlike, koje nas nužno vode do zaključka, da ih tretiramo kao dvije distinktne vrste. Navodim stoga temeljne morfološke razlike kao i one geografskog rasprostranjenja, koje postoje između oceanskog *F. platycarpus* i jadranskog *F. virsoides*.

Razgranjenje. *S a u v a g e a u* razlikuje kod *F. platycarpusa* dva tipa dihotomne ramifikacije: 1. »La forme a ramification laterale«, tip svojstven normalnom obliku, odgovara dihotomno-perastom (dichotomo-pinnatus, dichotom-fiederig) razgranjenju drugih autora, a karakterističan je pobočnim rasporedom alternirajućih kratkih ogranaka na jednoj dužoj osi talusa sa receptakulima na vrhu, i 2. »La forme a ramification corymbiforme« tip svojstven formi *F. platycarpus* var. *spiralis*, a odgovara pravilnom dihotomskom (lepezastom) razgranjenju (dichotom-fächerig, dichotomo-flabelliformis), sa većim brojem dihotomskih ogranaka, čiji su vršci, odn. receptakuli terminalni (periferno) u opsegu talusa. svi više manje u istoj ravnini. Ovaj tip predstavlja primarni dihopodij. *F. virsoides* ima samo jedan tip dihotomnog razgranjenja — što sam mogao provjeriti na velikom broju egzemplara raznog habitusa, oblika i veličine, koji su potjecali sa raznih staništa u raznim dijelovima Jadrana — a to je dihotomno-lepezasto. To je kod mlađih individuuma pravilno (dichopodium), dočim kasnije redovito nastupaju manje ili veće promjene, koje poremećuju pravilnost dihopodija, a to su proliferacije, adventivni ogranaci i nadrašćivanje pojedinih osi ogranaka na račun drugih, koje zakržljaju.

Ove razlike u načinu razgranjenja ne mogu biti jedino mjerilo razlikovanja vrsta, jer u biti postoji samo jedan temeljni način ramifikacije kod *F. platycarpus* i *F. virsoides*, a to je dihotomni. Tim manje može ovaj morfološki kriterij da bude

mjerodavan za razlikovanje vrsta, kad se ima u vidu činjenica, da je dihotomno razgranjenje svojstveno uopće svim vrstama fukusa. Ali ipak značajno je, da dihotomno-perastu modifikaciju (dihopodijalni simpodij), koja je svojstvena normalnoj formi vrste *F. platycarpus* ne susrećemo nikad kod jadranskog oblika, nego jedino dihotomno-lepezasti tip. Ove drugotne razlike dihotomnog grananja nisu ipak bez važnosti, pored ostalih bitnih morfoloških značajki, kojima se rukovodimo kao kriterijima u klasifikaciji oblika vrsta fukusa. Stoga je potrebno da ih se istakne u kompleksu činjenica, koje se uzimaju u obzir pri određivanju vrsta.

Veličina talusa. Najveći oblici *F. platycarpus* (evropske obale sjevernog Atlantika) dostižu veličinu 60—80 cm, a najmanji oblici pripadaju patuljkastom varijetetu *F. platycarpus* var. *limitaneus* Sauv., veličine 2—6 cm, koji raste na Kanarskim otocima, gdje je i najjužnija poznata granica geografskog rasprostranjenja ove atlantske vrste. Jadranski *F. virsoides* dostiže maksimalnu veličinu 20—22 cm, dok najmanji oblici pripadaju također jednoj patuljkastoj formi, fo. *minuscula* nova, a dostižu veličinu 2—4 cm. Iz ovih dimenzionalnih odnosa se vidi, da je maksimalna veličina oblika jedne i druge vrste vrlo različita.

Segmenti (plosnati ogranci). *F. platycarpus*: 3—20 mm široki. *F. virsoides*: 1,5—12 mm široki. Relativno maksimalnoj dužini talusa i maksimalna širina segmenata jedne i druge vrste znatno se međusobno razlikuju.

Receptakuli (fertilni vršci). *F. platycarpus*: smješteni većinom lateralno na kraćim pobočnim ograncima, koji alterniraju na glavnim (dužim) osima ili su smješteni terminalno (var. *spiralis*) u parovima, a rjeđe pojedinačno. Oblika su okruglastog, ovalnog, tupi ili rjeđe kopljasti i obrubljeni. *F. virsoides*: uvijek terminalno smješteni ovalnog ili ovalno-kopljastog oblika, u parovima, rjeđe pojedinačno, bez obruba. Receptakuli su dakle položajem i oblikom različiti između jedne i druge vrste. Oceansku vrstu karakterizira uži ili širi obrub oko receptakula, dok ga receptakuli *F. virsoides* nemaju.

Areal rasprostranjenja. Sauvageau tvrdi (105. p. 86 [150]), da se izvan Oceana susreće *F. platycarpus* samo u Jadranu i to u reduciranoj formi, što on podrazumijeva u morfološkom smislu. Ali poznavajući morfologiju jadranskog fukusa, bez obzira na to što su maksimalne veličine ove vrste daleko ispod onih kod *F. platycarpus*, ne može se njegova tvrdnja prihvatiti, jer se i oceanski oblici ovog — južne evropske obale

Atlantika: Francuska, Španija, marokanske obale Afrike i Kanarski otoci — mogu kretati u granicama normalne veličine jadranskog fukusa, a ispod njih (var. *limitaneus* Sauv.) Kod jadranskog fukusa može se govoriti jedino o redukciji u fitogeografskom smislu t. j. o suženju areala, kao posljedice djelovanja paleogeografskih i paleoklimatoloških faktora.

Jadranski je fukus u cijeloj mediteranskoj kotlini vezan isključivo samo na Jadransko More i ne prelazi nikada u područje ostalog Mediterana. Ova geografska izolacija, uslijed koje je jadranski fukus posve istrgnut od areala pretstavnika istog roda t. j. drugih oceanskih (atlantskih) vrsta, uvjetovala je jednu dosta veliku liniju diskontinuiteta — cijeli prostor mediteranskog morskog bazena od Atlantskog oceana (Gibraltar), pa sve do južnog Jadrana — i stvaranje disjunktivnog areala, što je koliko je dosad poznato, jedini primjer ovako neobične i izrazite generičke disjunkcije roda *Fucus* uopće. Kad ne bi postojale navedene morfološke razlike između atlantskog *F. platycarpus* i jadranskog *F. virsoides*, smatrali bi danas jadranski oblik s njegovim izoliranim arealom primjerom geografske disjunkcije atlantske vrste.

Za isporodbu razlike u geografskom rasprostranjenju između *F. virsoides* s jedne i *F. platycarpus* s druge strane neka posluži slijedeći kratki horološki pregled. *F. virsoides*: Jadransko More, na istočnim obalama od sjevera na jug sve do Boke Kotorske i Bara (?), a na zapadnim apeninskim obalama samo do srednjeg Jadrana, Ancona. U geografskim stupnjevima od 46°—42° s. š. *F. platycarpus*: Atlantske obale Evrope, najsjevernije Norveška, Far-Öer, Island, Grönland. Nema ga u Istočnom Moru. Na jug seže sve do Maroka i Kanarskih Otoka. Ne ulazi u Mediteransko More. Američke atlantske obale: Kanada, USA do Floride (?). U geografskim stupnjevima cca 70°—28° s. š.

Pri određivanju sistematske kategorije jednog oblika, koji je pored svojih morfoloških osebina karakteriziran još i svojim jasno odijeljenim geografskim arealom, ne mogu se nekritički mimoići ili previditi ove važne okolnosti. Mimoišavši ili zanemarivši te činjenice, a na temelju jedne dosta oskudne morfološke komparacije — dihotomnolepezasti način ramifikacije (S a u v a g e a u: »corymbiforme«), koji je zajednički formi atlantskog *F. platycarpus* var. *spiralis* i jadranskom *F. virsoides* — pogriješio je S a u v a g e a u smatrajući jadransku vrstu atlantskom.

U prvi mah izgleda neobično, što *F. platycarpus* doprijevši do Gibraltara prodire dalje prema ekvatoru duž afričkih (marokanskih) obala, sežući do Kanarskih Otoka (cca 28° sj. š.), a ne

ulazi u Mediteran, koji leži sjevernije. Ali ako isporavimo srednje temperature uzduha — treba imati u vidu da su *F. platycarpus* i *F. virsoides* psihrofilni amfifiti — najtoplijih ljetnih mjeseci (srpanj, kolovoz) i srednje godišnje temperature nekoliko staništa na atlantskim i mediteranskim obalama, koja leže otprilike u istoj geografskoj širini, vidjeti ćemo, da su temperature u Atlantiku razmjerno niže za cca 3—8° nego u Mediteranu.

Jedino na previsoke temperature uzduha najtoplijih ljetnih mjeseci (srpanj, kolovoz) možemo svesti činjenicu, što atlantski *F. platycarpus* ne prodire kroz Gibraltar u topliji, premda sjeverniji Mediteran. Atlantska umjerena klima — blage temperature najtoplijih ljetnih mjeseci — omogućava vrsti *F. platycarpus* dosta duboko prodiranje prema ekvatoru (Kanarski Otoci), dok mu previsoke temperature ljeta u Mediteranu spriječavaju naseljenje na njegovim obalama. S druge strane isporavimo prisutnost jadranskog fukusa u Jadranu. Jadransko More — osobito njegove sjeverne i sjeveroistočne obale — po svojim lokalno-klimatskim prilikama razlikuje se također u nekoj mjeri od prave subtropske mediteranske klime, koja dolazi najviše do izražaja u južnom Mediteranu (zapadni i istočni dio). Sjeverni Mediteran približava se svojom klimom više onoj u Jadranu.

Pretpostavimo li, da bi *F. platycarpus* u sjevernom Mediteranu, kao i u jadranskoj kotlini mogao uspijevati s obzirom na nevelike razlike srednjih maksimalnih temperatura uzduha najtoplijih mjeseci, između atlantskih obala i ovih sjevernih dijelova Jadrana, preostaje pitanje migracije *F. platycarpusa* iz Atlantika. Koje su mogućnosti i zapreke tome?

Oplođena jaja *F. platycarpus* u doba fruktifikacije ili embriji sami mogli bi nošeni strujama putovati neko vrijeme sa bližih atlantskih obala kroz Gibraltar i naseliti se na najbližim mediteranskim obalama Afrike ili Španije. Navedeni pak odnosi previsokih ljetnih temperatura uzduha u južnom Mediteranu spriječili bi, da se embriji, koji su bačeni na ove obale, dalje razvijaju. S druge strane treba uzeti u obzir okolnost, da oplođena jaja ili embriji imaju veću specifičnu težinu, nego morska voda. Stoga oni stalno teže k dnu, usprkos toga, što ih struje na svom putu neko vrijeme mogu suspendirano nositi dalje. Budući je *F. platycarpus*, kao i jadranski fukus alga emernze zone, postoji mogućnost razvoja samo onih embrija, koji padnu na plitko dno ovog gornjeg dijela litoralne regije. Svi ostali embriji, koji padnu na dublje dno, a to je slučaj sa većinom gameta i embrija, koje nose struje, propadaju.

Čim je udaljenost od polaznog mjesta transporta veća, to postaje sve manja mogućnost naseljenja ovoga fukusa na udaljenijim obalama Mediterana putem migracije. Treba uočiti i ograničenost vremena klijavosti i sposobnosti pričvršćenja embrija za supstrat, koje je vrijeme razmjerno kratko. Isporedimo i ovu okolnost udaljenosti prostora između atlantskih i udaljenih mediteranskih obala, postaje nevjerojatnom mogućnost naseljenja *F. platycarpus* u sjevernom, klimatski umjerenijem dijelu Mediterana, a isto tako i u još udaljenijem Jadranskom Moru.

Istrgnuti odrasli primjerci *F. platycarpus* mogu također dospjeti nošeni strujama kroz Gibraltar do obala Mediterana — *S a u v a g e a u*-ovo tumačenje slučajnog recentnog naseljenja *F. platycarpus* u Jadranu — ali je isključeno, da bi odrasli primjerci mogli nastaviti svoj razvoj, jer im je nemoguće, da se naknadno fiksiraju o čvrsti kameni supstrat u emerznoj zoni. Kad bi se i jedan takav migrirajući primjerak *F. platycarpus* nalazio u stadiju fruktifikacije, nemoguće je, da bi se rasplodni produkti, oogoniji i anteridiji ispraznili nakon dugotrajnog putovanja tek na obalama Jadrana. Ako bi već važila ta *S a u v a g e a u*-ova pretpostavka, nameće se pitanje zašto nije recentno naseljenje vrste *F. platycarpus* putem migracije uslijedilo i na sjevero-zapadnim obalama Mediterana (Italija, Francuska, Španija), gdje vladaju približno isti klimatski odnosi kao i u Jadranu. Osim toga potreban je za normalni razvitak i sazrijevanje oogonija i anteridija na jednom fruktificirajućem primjerku fiksna položaj na odgovarajućem supstratu i pravilan ritam plime i oseke, koji su uvjeti eliminirani, kad istrgnuti primjerci flotiraju nošeni morskim strujama. Također je poznata pojava, da mladi vršci kao i receptakuli padaju često žrtvom na prirodnim staništima — emerzna zona — morskih životinja, koje ih odgrizaju i njima se hrane. Vrlo je vjerojatno, da se to isto dešava istrgnutim primjercima, koji flotiraju na otvorenoj pučini.

Klimatsko-geografski odnosi i njima uvjetovani ekološki faktori objašnjavaju nam današnje horološke odnose vrste *F. platycarpus* i diskontinuitet, koji postoji između areala ove i jadranske vrste. Ograničene mogućnosti migracije vrste *F. platycarpus* kroz Mediteran i odnosi klime južnog Mediterana te udaljenost atlantskih obala od sjevernih mediteranskih, uključivši i Jadran, služe nam kao argumenti, da slučajno recentno naseljenje atlantske vrste na jadranskim obalama, kao i njena naturalizacija — kako *S a u v a g e a u* tumači — nije mogla uslijediti.

Iste klimatske i ekološke zapreke, koje onemogućavaju atlantskoj vrsti naseljenje mediteranskih obala, spriječavaju jadranskoj vrsti prodiranje iz relativno hladnijeg Jadrana u južni topliji Mediteran. Južni Jadran, gdje prestaje rasprostranjenje jadranskog fukusa predstavlja u klimatskom pogledu već područje s izrazitom mediteranskom klimom i visokim ljetnim temperaturama.

Današnje odnose rasprostranjenja (izolacije) jadranskog oblika u Jadranskom Moru možemo rastumačiti zato jedino, ako tražimo uzroke tome u geološkoj prošlosti.

Isporedimo li geografske areale atlantske i jadranske vrste, vidimo, da se areal prve od svih ostalih atlantskih vrsta fukusa najviše približava jadranskoj. Do pred sam ulaz u Gibraltar (Cadiz, Tanger) dopire od svih atlantskih vrsta jedino *F. platycarpus*. Pored takvih fitogeografskih odnosa ove su dvije vrste u biološko-ekološkom pogledu i morfološki jedna drugoj najbliže: rastu u istom nivou litoralne regije, u emerznoj zoni, između plime i oseke; sinecične (hermafroditične) su; vanjskim izgledom (habitusom) i općim morfološkim oznakama također su međusobno srodnije, nego sa drugim vrstama fukusa.

Ove horološke i biološko-morfološke činjenice vode nas do pretpostavke, da su te dvije vrste još koncem tercijara i u ranom kvarteru predstavljale jednu te istu, zajedničku vrstu, čije se je rasprostranjenje pružalo od Atlantika preko već formiranog Gibraltarskog tjesnaca kroz cijeli Mediteran. Istom kasnije, kroz povijest njenog filogenetskog razvoja i u vezi s promjenama paleogeografskih i paleoklimatskih odnosa — formiranje sjevernog dijela jadranske geosinklinale u diluviju (južni dio Jadrana je ranijeg postanka; mladi tercijar) pomjeranje klimatskih zona poslije ledenih doba (diluvij) prema sjeveru — počela se je ta jedinstvena vrsta diferencirati prema našem recentnom aluvijalnom dobu u dvije nove.

Stvaranjem novih klimatskih odnosa u mediteranskoj kotlini — subtropske mediteranske klime — prekinuo se je kontinuitet ranije suvislog areala hipotetske pravvrste i bio je tako rekavši neposrednim uzrokom cijepanja u dvije nove: *F. platycarpus*, koji se je reducirao (ograničio) na klimatski umjerenije atlantske obale sa nižim ljetnim maksimumima, nego Sredozemno More, i *F. virsoides*, čiji se areal suzio na sam Jadran i to pretežno na sjevernije i sjeveroistočne obale, koje su klimatski, a isto tako i u hidrografskim odnosima — manji salinitet i niža temperatura morske vode u emerznoj litoralnoj zoni, nego na zapadnim obalama Jadrana, i ostalim južnim i zapadnim mediteranskim obalama — bliže Atlantiku nego Mediteranu.

Svoje stanovište, da je rasprostranjenje fukusa u Jadranskom Moru novijeg datuma nastojao je S a u v a g e a u potkrijepiti doduše geološkim — (... »la présence du Fucus dans l'Adriatique n'indique pas, à priori, que la distribution de l'espèce à laquelle il appartient était autrefois plus étendue à travers la Méditerranée. En outre, l'Adriatique étant de formation quaternaire et n'ayant jamais communiqué avec l'Atlantique, le *F. platycarpus* n'a pu y pénétrer directement aux époques géologiques. Sa présence ne s'explique donc que par l'importation fortuite d'un individu océanique« p. 86) — i biološko-ekološkim argumentima — (... »l'hermaphroditisme du *F. platycarpus* le plaçait parmi les espèces de l'Océan tempéré dans les meilleures conditions pour réussir dans cette transplantation« p. 86.) — koje on samo djelomično ispravno tumači.

Da hermafroditizam doista pogoduje rasprostranjenju jedne vrste u nekom izoliranom području, koje joj inače pruža povoljne ekološke uvjete za razvitak, nedvojbeno je činjenica. Ali S a u v a g e a u-ovo tvrđenje, da prisutnost *F. virsoides* u Jadraniu ne ukazuje na to, da je rasprostranjenje vrste, kojoj on pripada, bilo jednom mnogo veće u Mediteranu, protivi se geološkim i paleogeografskim činjenicama. Postanak i formiranje sjevernog dijela jadranskog bazena (mora) pada u prvu polovicu kvartera (diluvij). Gibraltarski prodor nastao je također u ranom kvarteru (konac tercijara). Dosljedno tome neispravna je tvrdnja, da *F. platycarpus* nije u geološkim epohama — pod konac tercijara i početkom kvartara — mogao prodrijeti iz Atlantskog Oceana preko Gibraltara u Mediteran i Jadransko More.

Klimatski su odnosi u mediteranskom području bili u diluvijalno doba drugi nego danas. Pod utjecajem oledbi, koje su vladale u Srednjoj Europi, bila je klima u Mediteranu, uključivši i Jadrani, znatno hladnija od današnje subtropske mediteranske klime. Južnoeuropske obale Atlantskog Oceana i Mediterana imale su tada više manje izjednačenu, relativno hladniju klimu, što je omogućilo kontinuirano rasprostranjenje hipotetske pravrste fukusa na njihovim obalama. Idući prema našem vremenu nakon oledbi klima se je mijenjala i postajala sve toplija približavajući se subtropskoj u Mediteranu, a umjerena oceanska u Atlantskom Oceanu. To je nužno dovelo do redukcije fukusa u Mediteranu i današnjih odnosa rasprostranjenja *F. virsoides* i *F. platycarpus*.

Jadransko More, kao jedan od najsjevernijih ogranaka mediteranske kotline pruža svojim položajem i znatnim kontinentalnim klimatskim utjecajima (bura), zatim po svojim hidrografskim prilikama (krška hidrografija), koje su posve osebujne

u emerznoj litoralnoj zoni — veliko oslađenje i ohlađenje morske vode pod priticanjem znatne množine hladne vode s kopna — i to poimence na istočnim, našim obalama — gdje se rasprostranjenje fukusa pruža na većoj dužini i u zbijenijim naseljima, nego na italjskim obalama Jadrana — a manje na zapadnim, apeninskim. S tim u vezi važno je konstatirati i istaknuti činjenicu, da su obalne vode istočnog Jadrana razmjerno za 1—2° i 3° C niže od onih na zapadnim obalama Jadrana. Kao potvrdu za navedene klimatske i hidrografske razlike, koje postoje između istočnog i zapadnog Jadrana s jedne strane i ostalog Mediterana s druge, navodim citat iz *V i e z z o l i - e v e* monografije o Jadrana: »Per fare brevi cenni di confronto fra il Mediterraneo (centrale e orientale) e l'Adriatico diremo che alla superficie di queste distesse d'acqua nel Mediterraneo il mare e quasi esempre più freddo in alto mare che presso terra, mentre nell'Adriatico si nota che la sua costa orientale e accompagnata da una zona marina di 1°, 2° e talvolta anche 3° C inferiore alla temperatura dell'alto mare e di paraggi costieri del Regno d'Italia. Nell'Adriatico vi sono temperature di superficie (22—25° C e più) più basse che nel Mediterraneo (23—27°) a cagione della latitudine differente. Nei posti più bassi dell'Adriatico si trovano temperature più basse che nel Mediterraneo«.

Jadransko More — njegove sjeverne i sjeveroistočne obale — uključuje dakle unutar subtropske mediteranske regije jednu relativno umjereniju (hladniju) klimu, koja dolazi iz navedenih uzroka naročito do izražaja u emerznoj litoralnoj zoni, u kojoj živi jadranski fukus. U tom je dijelu Mediterana iza povlačenja diluvijalnih oledbi, što su uvjetovale pomijeranje klimatskih pojasa prema sjeveru i stvaranje subtropske klime u Mediteranu, našla ova alga klimatsko zaklonište, gdje se je dakako, u izoliranim klimatsko-geografskim prilikama tokom aluvija prilagodila (aklimatizirala) i dobila današnji karakter endema stekavši, od vremena kad se odijelila od zajedničke atlantsko-mediteranske pravrste, specifično, nove morfološke osobine, koje su je učinile zasebnom vrstom.

D i j a g n o z a. Dijagnostički su karakteri za jadranski fukus, kao i za sve vrste ovog roda dosada bili jedino vanjsko-morfološki i dosta općeniti. Počam od najranijih opisivanja do danas (*D o n a t i*, *J. A g a r d h*, *D e T o n i*, *H a u c k*, *F o r t i* i dr.) dijagnoza se je za ovu vrstu proširivala dodavanjem i upotpunjavanjem naknadno utvrđenih pojedinih morfoloških osobina. Kako bi sve i najdetaljnije morfološke oznake talusa, pa i njegova anatomija (veličina i oblik stanica pojedinih tkiva i rasplodnih produkata) što bolje karakterizirale specifični siste-

matski položaj jadranskog oblika (kao vrste), dajem proširenu i precizniju dijagnozu koristeći se rezultatima vlastitih morfoloških i horoloških ispitivanja.

Proširena (djelomično nova) dijagnoza jadranskog fukusa je slijedeća:

1. T a l u s 2—22 cm dug, kožast, maslinastozelene do smeđezelene boje u svježem, tamnosmeđ do crn u osušenom stanju. Bez mjehura, isključivši šuplje ispražnjene receptakule nakon izbacivanja spolnih produkata i neredovite anomalne, plinovima ispunjene mješine plosnatih segmenata. Habitus lepezast ili busenast. 2. R a z g r a n j e n j e dihotomno (dichopodium), često deformirano sekundarnim redovitim (postanak adventivnih ogranaka pri bazi; zaostajanje pojedinih osi) ili anomalnim promjenama (prolifikacije). Broj dihotomija na neozlijeđenim, odraslim primjercima 4—9. Talus nerijetko izgrizen i rastrgan, sa prolifikacijama. 3. S e g m e n t i ogranaka (krila) plosnati sa cjelovitim rubom, linearni ili malo širi na proksimalnom dijelu (klinasti) 1,5—12 mm široki, 120—450 μ debeli. Sredinom plosnatih segmenata prolazi središnje rebro 330—720 μ debelo, koje završava ispod fertilnih vršaka, a prema bazi talusa na mjestima, gdje prestaju krila prelaze u zadebljali stipes, gore razgranjen, a pri bazi jednostavan, zaobljen, cilindričan ili malo plosnat 1—3,5 mm debeo; ovaj završava na osnovi bazalnom pločom prihvataljkom, koja je masivnija i više manje koničnog oblika 2—8,5 mm debela. 4. K r i p t o s t o m a t a u jednom ili dva niza poredana sa svake strane centralnog rebra na plosnatim segmentima ili nepravilno porazbacana, veličine 157—437 μ u promjeru šira nego dublja (plitka), sa čuperkom dlačica (trihoma), koje strše kroz otvor (poru, ostiolum) van, —2 mm nad površinu talusa. Debljina dlačica 8,75—22,0 μ . 5. R e c e p t a k u l i razvijeni na vršcima ogranaka — posljedne dihotomije — u doba rasplodivanja (glavno doba fruktifikacije proljeće) ovalnog ili ovalno-kopljastog oblika, u parovima, odijeljeni ili pri bazi spojeni, rjeđe pojedinačno, ispunjeni sluzi, nabrekli, nakon izbacivanje oogonija i anteridija šuplji, dužine 1,2—3 cm, postrance ponajviše malo splošteni, bez obruba. 6. K o n c e p t a k u l i okrugli ili vrčasti, veličine 682—979 μ , s ušćem (ostiolum) malo nadsvodenim, usađeni na receptakulima, zastupani u velikom broju, hermafroditični (oogoniji i anteridiji zajedno), posjeduju dlake: u unutrašnjosti parafize, vrlo polimorfne, različite dužine, širine 10,50—29,50 μ ; kroz ostiolum strše van dugi cilindrični trihomi kao i kod kriptostomata, širine 10,50—19,50. 7. G e o g r a f s k o r a s p r o s t r a n j e n j e: raste u emerznoj litoralnoj zoni između razine plime i oseke u Jadranskom Moru,

dopirući na istočnoj strani do Boke Kotorske (cca 42°27' sj. š.), a na zapadnoj do Ancone (43° 6' sj. š.). Mnogo je češći na sjevernim i istočnim obalama, nego na zapadnim.

Fucus virsoides (Don.) J. Ag. (diagnosis nova)

F r o n s 2—22 cm longa, coriacea, olivacea vel subfuscoviridis virens, fusca vel nigra exsiccata, evesiculosa receptaculis cavis anomalisque vesiculis exclusis, habitu flabelliformi vel caespitoso, ramificatio plus minusve regulariter dichotoma (dichopodium), saepe proliferationibus vel ramulis adventivis deformatis, dichotomiis 4—9 in exemplaribus adultis, ramula ab animalibus admorsa regenerantur (prolificationes).

S e g m e n t a ramulorum plana, margine integra, linearia vel subcuneata 1,5—12 mm in diametro, 120—450 μ crassa; in medio evidenti costa percursa, 330—720 μ crassa apicem versus attenuata sub receptaculis desinente, deorsum in stipitem 945—3600 μ crassum transiente, qui callo radicali solido, 2—8,5 mm crasso, forma conica desinit.

C r y p t o s t o m a t a uniseriatim vel biseriatim utroque costarum latere ordinata vel irregulariter sparsa, 157—457 μ in diametro penicillo pilorum (trichostomatibus) 1—2 mm super ostiolum horrente, pili 8,75—22,0 μ in diametro, caecostomatibus (Gardner) exclusis.

R e c e p t a c u l a terminalia vere maxime evoluta, ovoidea vel ovato-lanceolata, bina, distincta aut basim cohaerentia rarius singula, inflata eiectionis oogoniis antheridiisque cava, 1,2—3 cm longa, latere plerumque subplanata.

C o n c e p t a c u l a receptaculis inserata, numerosa, hermaphrodita, rotundata 682—979 μ in diametro, intus paraphysis polymorphis longitudine diversa 10,50—29,50 μ latis, ostiolo fornicato longis cylindricis pilis 10,50—19,50 μ latis penicillato.

H a b. in zona emersa litorali ad medium limitem fluxus in mari Adriatico ab oriente ad Boka Kotorska (ca. 42°47' l. g.) ab occidente ad Anconam (ca. 43°6' l. g.) in litore septentrionali et orientali frequentior.

Varijabilnost oblika (forme)

Variabilnost oblika jadranskog fukusa zapazio je već god. 1842. M e n e g h i n i, te je u dijagnozi vrste varijabilnost uzeta u obzir. M e n e g h i n i daje ovaj opis: »La statura della fronda varia da un pollice e mezzo a sei tutt' al più; la larghezza da una

linea e mezzo pollice; la divisione per lo più esattamente dicotoma, alle volte e tricotoma e quasi palmata pel ravvicinamento di successive dicotomie; la forma dei segmenti d'ordinario lineare, è in qualche esemplare egregiamente cuneata. Non minori variazioni offre la forma dei ricettacoli perfettamente lanceolati».

Zbog toga predlaže Meneghini na istom mjestu, da se podvrgnu egzaktnom ispitivanju sve forme i varijeteti, koji su navedeni od autora i koji su označeni onim karakterima, koji su tako varijabilni na ovoj algi.

Ova je varijabilnost značajna za sve vrste roda *Fucus*. Sistematičari su lučili i opisivali mnoštvo forma i varijeteta. Isti je slučaj u novije vrijeme i s jadranskim fukusom.

Pappafava je još prije Meneghini-a opisao jedan oblik jadranskog fukusa, kao varijetet pod imenom *Fucus vesiculosus a tenuifrons* Pappafava, Herb. Alg. Mar. Adriaticarum no. 5. Ovaj je isti oblik opisao Meneghini kao *Fucus vesiculosus* var. *Sherardi*. Od dijagnostičkih morfoloških karakterata ovog varijeteta navodi on slijedeće: »Si distingue solo per l'angustia della fronda, la copia delle dicotomie e la forma perfettamente lineare dei segmenti, ma è sterile«. Sudeći po dijagnozi ovaj je varijetet identičan s onim, koji je danas poznat kao *Fucus virsoides* f. *angusta* Schiffner.

Meneghini spominje dalje oblik, koji je vrlo čest u mletačkim lagunama a raste na vertikalnim zidovima u razini morske vode. Za taj oblik dao je on slijedeći opis: »Di statura più umile delle altre tutte, ha fronda larghissima, divisioni quasi palmate, segmenti cuneati, e ricettacoli lineari ottusi: vale a dire, che l'apice dei segmenti si converte in ricettacolo senza mutar la sua forma, per cui la costa mediana cessa, risolvendosi alla base rotondata del ricettacolo ad un punto inferiore a quello cui cessano i margini, i quali abbracciano tutta la parte inferiore del ricettacolo stesso, circostanza resa più manifesta dalla tenuità e trasparenza di tessuto propria a questa forma. Più frequentemente la fronda presenta una larghezza intermedia fra queglii due estremi, vale a dire di due linee e mezzo a tre, e la forma dei segmenti è lineare, i ricettacoli sono ovali o lanceolati».

Prema tom opisu ovaj oblik ne predstavlja zapravo nikakav varijetet, nego normalni tip talusa jadranskog fukusa, koji još nije postigao maksimalnu dužinu (isp. *F. virsoides* f. *normalis* Schiffner: Forti, A.: Description de plusieurs formes de *F. virsoides* de l'Adriatique, Pl. II, fig. 1 et 2). U tom djelu (l. c.) spominje Meneghini dosta često pojavu abnormalnog raz-

vitka talusa uslijed kojega plosnata lateralna krila djelomično ili sasvim nestaju, a preostaje samo zadebljalo središnje rebro. *M e n e g h i n i* tom prilikom naglašava, da u nekim slučajevima ostaci membranoznih krila pokazuju, da je do te pojave došlo djelovanjem vanjskih prilika. Denudirani ogranci obično izbijaju iz iste bazalne ploče s drugim, koji su normalno razvijeni. On smatra, da ta forma odgovara onoj, koju je *J. A g a r d h* označio kao var. *chondriiformis* (Nova Fl. Sveciae ex Alg. fam. p. 13.) s ovom dijagnozom: »Fronde angusta lineari, evesiculosa, costa evanescente quoque ad F. evanescentem accedens«. Ali označeni odnosi, kaže *M e n e g h i n i*, ne dopuštaju nam, da je prihvatimo kao posebni varijetet. Kasnije su *D e T o n i i* i *L e v i* za denudirane oblike, koje su našli u Mlecima ustanovili isto što i *M e n e g h i n i*, pa u vezi s time primjećuju: »Si potrebbe farne una varietà distinta, se essa non si trovasse assai di spesso sorgente dal medesimo disco radicale con altre frondi di normale sviluppo«.

M e n e g h i n i je ispravno uočio, da su denudirani oblici rezultat nepovoljnog djelovanja vanjskih prilika (»che questo stato fu prodotto dalla violenza di esterne circostanze«), ali ne ulazi dalje u analize i ispitivanje uzroka postanka denudacija.

U novije doba *S c h i f f n e r* smatra denudirane oblike ja-dranskog fukusa kao zasebni varijetet, f. *denudata*. Bez obzira na to, što *S c h i f f n e r*-ova klasifikacija denudiranih oblika kao f. *denudata* nije opravdana, smatram, da dijagnoza, koju je *F o r t i* dao ovom od *S c h i f f n e r*a utvrđenom obliku, nije posve tačna i to s obzirom na dimenzije i reproduktivne odnose (fertilni vršci). Često sam nailazio na denudirane oblike koji su prelazili veličinu označenu u *F o r t i*jevoj dijagnozi: 12 cm. Neki su denudirani oblici, koje sam sakupio mjerili 15—17 cm i više u dužinu. Osim toga denudirani oblici nisu uvijek sterilni, što je već i *M e n e g h i n i* ustanovio.

F o r t i je sakupio denudirane oblike kod Ancone. S obzirom na značenje i prirodu postanka denudacija on se priključuje mišljenju *M e n e g h i n i*-a, *D e T o n i*-a i *L e v i*-a, izjavljujući slijedeće: »fait indiquant que c'est là de la teratologie, non une race spéciale avec véritable modification de forme pouvant se vérifier dans des conditions particuliers d'accroissement sur l'ensemble de toute la plante«. p. 5. No nerazumljivo je to, da je *F o r t i*, usprkos tome što ne opravdava prihvatanje *S c h i f f n e r*ove f. *denudata* uvrstio taj oblik u svojem opisu ja-dranskog fukusa kao ekvivalentnu ostalim formama i varijetetima, opisanim u istom djelu.

Ispitujući oblike i varijabilnosti jadranskog fukusa na temelju bogatog i raznolikog materijala primjeraka ove alge, sakupljenog duž obala Jadrana počam od Trsta do Boke Kotorske, često sam nalazio denudirane oblike i uvijek sam se uvjerio, da je otpadanje i nestajanje plosnatih dijelova segmenata talusa (krila) i redukcija ogranaka talusa na samo centralno rebro, posljedica epifitizma. Svi oni ogranci, koji su posve obrasli makroepifitima — najčešće algama *Enteromorpha*, *Ectocarpus* i *Cladophora* vrsta — podliježu konačno denudaciji. Budući da se epifiti pojavljuju u većoj množini periodički (ljetno), a isto tako i nestaju (zima), može se tada naći najveći broj talusa u raznim stupnjevima denudacije. Epifitizam je očito uzrokom tih denudacija talusa. Kad epifiti obrastu i prekriju cijelu površinu krila, sprječavaju poput pustene prevlake prodiranje potrebnog svjetla u kortikalno, asimilacijsko tkivo, koje je maksimalno razvijeno u plosnatom dijelu talusa. Time je poremećena funkcija fotosinteze, uslijed čega dolazi do atrofije asimilacijskog tkiva i hromatofora u njemu. Tkivo se plosnatih dijelova dezorganizira i raspada, a preostaje samo centralno rebro, koje se sekundarnim rastom u debljinu formira kao stipes.

Stupanj denudacije talusa ovisi i o množini epifita, koji obrastu fukus. Ako epifiti ne zahvate vrške segmenata, iz kojih postaju receptakuli, razvit će se oni u doba fruktifikacije normalno, usprkos tome, što su donje partije talusa obrasle epifitima. Ali nije rijedak slučaj, da epifitima podliježu i receptakuli, koji tada istrunu i otpadaju, kao i bilateralna krila. Posljedica je toga, da od plosnatih segmenata preostaje samo centralno rebro, koje je pri vrhu utanjeno (ušiljeno). Sterilnost, dakle nije nužna pojava niti stalno morfološko svojstvo denudiranih oblika, kako navodi Forti u dijagnozi za Schiffner-ovu *f. denudata*.

Uzroci koji uvjetuju postanak denudacija govore dovoljno protiv Schiffnerove klasifikacije denudiranih oblika, jer ne postoje ni genotipski ni fenotipski kriteriji, na temelju kojih bi se mogla pridati bilo kakva sistematska vrijednost. Kako se takvi denudirani oblici susreću duž cijelog Jadrana pod svim ekolojskim okolnostima, gdje god epifiti obrastu taluse fukusa, ne mogu se smatrati ni lokalnim formama ni ikakvim ekologizimima već rezultatom neredovitih, vanjskih djelovanja, čije su posljedice teratološkog karaktera (patogeni, parazitski epifitizam).

Od ove anomalne denudacije, treba razlikovati posve redovitu djelomičnu denudaciju donjih partija talusa nad bazalnom pločom, u prvom redu stipesa, kao prirodnu, fiziološku pojavu

svojevrsnu jadranskoj, kao i većini vrsta fukusa. Prirodna denudacija nastaje neovisno od epifitizma — inače i te dijelove mogu obrasti epifiti — a njeni počeci označeni su već i kod mladih individua u bazalnom dijelu talusa, između filoida i bazalne ploče. Kod primjeraka, koji nisu obrašteni epifitima, zadržavaju se bilateralna krila plosnatih segmenata talusa i u starijim fazama života jednog individua, pa je očito, da denudacija uvjetovana epifitima nije u direktnoj vezi sa starošću biljke. S tih razloga treba lučiti anomalnu, egzogenu od prirodne fiziološke denudacije, koja je lokalizirana na jednom određenom sektoru samo u donjim djelovima talusa i uvjetovana zakonitošću razvoja (rasta) t. j. sekundarnim rastom donjih partija talusa (stipes) u debljinu. Uslijed periklinalnih (tangencijalnih) dioba stanica kore biva stipes sve masivniji, a najperiferniji koncentrični slojevi stanica (uključivši i tkivo bilateralnih krila ili njihove ostatke) pucaju analogno peridermi kormofita i bivaju odbačeni. Fiziološka denudacija donjih partija talusa može biti sekundarno u neznatnoj mjeri potencirana mehaničkim djelovanjem mora na eksponiranim staništima t. j. kortikalno tkivo na stipesu, koje se ljušti u povodu sekundarnog rasta talusa u debljinu poput periderme, otpada lakše uslijed mlatanja valova o obalnu zonu.

U botaničkoj nauci pojmovi nižih sistematskih jedinica: *forma*, *variatio*, *varietas* upotrebljavaju se u različitom smislu. Do sada, osim teoretskih pokušaja, nije uspjelo te pojmove svesti na jedno suglasno shvaćanje, koje bi bilo zasnovano na određenim jedinstvenim sistematskim kriterijima za klasifikaciju oblika. Terminima *forma* i *variatio* služe se neki sistematičari, kad hoće da označe odstupanje od osnovnog tipa jedne vrste bez obzira na uzroke, koji to izazivaju i stalnost promjena u nasljeđivanju. Drugi pak upotrebljavaju iste pojmove za promjene, koje nastupaju u jednoj vrsti, koje su djelomično nasljedne naravi ili nisu i koje se svode na djelovanje vanjskih faktora. Svi se ti pojmovi, odakle subsumiraju pod pojam osnovne sistematske jedinice, vrste.

Primjere promjenljivosti jedne vrste svakako je nužno odrediti njenim glavnim morfološkim značajkama, kojima se razlikuje od osnovnog tipa vrste i klasificirati ih kao varijetete (forme), na osnovu morfoloških kriterija varijabilnosti, pa makar bilo njihovo značenje samo provizorno. Takav je postupak potreban, jer se time daje više manje jasan pregled i uvid u stupnjeve varijabilnosti te daje osnova mogućnostima daljnjeg eksperimentalnog ispitivanja promjenljivosti vrsta, njenih uzroka i stupnja nasljednosti varijabilnih karaktera.

U novije su doba Schiffreri i Forti postavili i opisali nekoliko forma i varijeteta, na temelju varijabilnosti morfoloških svojstava, koja se ispoljuju na ovoj vrsti. Ispitujući odnose promjenljivosti i isporučujući do sada opisane forme i varijetete navedenih autora ustanovio sam, da je pretežni broj tih formi neosnovan s razloga, od kojih sam se na neke već ranije mjestimično osvrnuo i koje će iznijeti redom u kritičkom osvrtu za svaki pojedini primjer u daljnjem obrazlaganju.

Morfološke značajke, koje podliježu varijabilnosti kod jadranskog fukusa i koje dolaze prema tome u obzir kao mjerila na temelju kojih se mogu razlikovati pojedini veći ili manji stupnjevi odstupanja od tipičnog temeljnog (normalnog) oblika vrste, jesu:

1. Veličina (dužina) talusa (podrazumijevaći odrasle, starije individue;
2. boja talusa;
3. habitus talusa;
4. širina plosnatih (okriljenih, filoidnih) segmenata;
5. raspored kriptostoma;
6. veličina i oblik receptakula.

Ako se jedna vrsta odlikuje velikom varijabilnošću oblika i veličine biljnog tijela, kao što je na pr. jadranski fukus, postoji velika mogućnost, da deskriptivni sistematičari sakupljajući istu i ispitujući je na osnovu herbarskog materijala, opišu tako rekavši neograničen broj varijeteta (formi), bazirajući se na svim, pa i najneznatnijim i nestabilnim, morfološki nebitnim prelazima iz jednog oblika u drugi, sa pretenzijom na pravo, da pridaju svima važnost samostalnih i jednakovrijednih sistematskih jedinica. Drugi, koji nastavljaju još »konzekventnije« posao svojih prethodnika ili ovi sami, nerijetko pronalaze još i dodavaju nove međustepene varijabilnosti, nazivajući ih opet formama i varijetetima i smatraju ravnopravnim prvima. Vrijednost rada, koji se sastoji u diferenciranju minucioznih prelaza (međustepena) varijabilnosti, pretpostavljajući da se osniva na konkretnim i ispravnim opažanjima morfoloških oznaka, leži prvenstveno u tome, da služi kao putokaz ispitivanju pojave varijabilnosti kao takove. Ali kad bi sistematska botanika pri klasifikaciji oblika uzimala u obzir kao ekvivalentne sve samovoljno postavljene forme i varijetete, među koje se nerijetko potkrade i veliki broj takvih, koje su od autora utvrđene na temelju nedovoljnih i površnih opažanja te neispravnih pretpostavki, latila bi se vrlo opasnog i nekorisnog posla. Rezultat toga bila bi velika nepreglednost sa mnoštvom naziva i kaosom ime-

na, a najodsudnije bi bilo to, što bi među njima bilo mnogo suvišnih i netačnih sistematskih kategorija, koje bi dovodile druge istraživače u stalnu opasnost, da zapadaju u daljnje zablude.

Primjer je takvih postupaka opisivanje oblika i utvrđivanje forma i varijeteta jadranskog fukusa od *Schiffnera* i *Forti*-a. Prvi je tretirao morfološke karaktere ove alge dosta samovoljno i često na temelju krivih mjerila i nebitnih morfoloških oznaka postavljao nove forme. *Forti* je pak, povodeći se za *Schiffner*om shvatio većinu njegovih forma kao ispravne i ne ispitujući ih dovoljno kritički, dao im je kao takvim i posebne dijagnoze. Sam je pri utvrđivanju novih forma također djelomično netačno postupao.

Schiffner i *Forti* opisali su ukupno oko četrnaest (14) forma i varijeteta, koji se prema njima razlikuju od osnovnog tipa vrste veličinom ili drugim morfološkim oznakama opisanim u dijagnozama ili samo označenim imenom dotične forme bez dijagnoze.

Nije mi poznato, da li je osim *Forti*-a i *Schiffner* dao dijagnoze svakoj utvrđenoj formi i varijetetu, stoga se oslanjam jedino na djelo prvog autora. Ostale forme, za koje mi nije poznato da li postoje i za njih slične dijagnoze, navesti ću samo pod imenom njihovih autora, onako kako stoji citirano u algoškim radnjama, iz kojih sam crpio podatke.

F. normalis *Schiffner*. Algae marinae no. 167 et 168 (Fructif.) Frons dichotoma mediocriter nec admodum ampla 8—11 cm longa, 5—10 mm lata, deorsum constrictiorem, initio valde vittata complanata fructificatione peracta, fere costam nudam subfiliformem ostendens mm 2 et minus diametro; segmenta plerumque cuneata apicem versus expansa; receptacula ovoidea aut breviter acuta non vesiculosa.

Hab.-Moenia molarum Tergestina (von Martens in Hohenacker! Reuter et Tommasini in Rabenhorst! De Toni! Schiller et Schiffner!) saepius ad medium limitem fluxus. Barcola 0—1 m. profund. et per totam amplitudinem fluxus (*Schiller*!), Miramar (*Hauck*!), Opatija (*Brunnthaler*!), Rovinj (*Kuckuck*!) *Lucas*!), Pirano d'Istria (*Titius*!). Kopar (*Schiller*!), Zadar (*Botteri*! *De Cattani*!), i Chioggia (*Chiamanti*!), Fondamenta della Zattere, Venezia (*Levi Morenos* in *Phyc. Ital*), Lido (*Mazza*, *Forti*, *De Toni*, *Schiller*, *Béguinot*), Isola S. Michele (*Mazza*!) et alibi; frequenter in familiis saepe valde numerosis (In *Forti*: Descriptions de plusieurs formes de *Fucus virsoides* de l'Adriatique 1931).

Lagunae Venetiarum: Faro di S. Felice; Porto di Chioggia; Canale di Sottomarina; S. Pietro in Volta; Faro della Rocchetta; Faro di S. Pietro; Alberoni (leg. B é g u i n o t); Porto di Malamocco (leg. B é g u i n o t); Margini Laguna viva al Lido (leg. B é g u i n o t); Cavallino; Porto Tre Porti; S. Francesco del Deserto; Burano; Isola di S. Cristina; Mazzorbo; Madona del Monte; Murano; R. Arsenal di Venezia; Isola di S. Giorgio (leg. B é g u i n o t); Sacca Fisola; Fusina; Val Serraglia; Valle Zappa; Laguna Veneta (Sec. Z a n a r d i n i): De T o n i e t L e v i, II., 1886, P. 24—25; nelle Lagune sulle pietre (Z a n. Cell. mar.; p. 227, no. 175; B i z z o z e r o, 1885, p. 97). [In Schiffner & Vatova: Le alghe della Laguna di Venezia, 1937.]

Do sada neobjavljena novija nalazišta. Piran (Č m e l i k); Portorose (Č m e l i k); Rovinj (K u c k u c k, Č m e l i k); Salvore (Č m e l i k); Opatija (V o u k, O r l i ć); Sušak (L i n a r d i ć, O r l i ć); Bakar (V o u k); Kraljevica (V o u k, L i n a r d i ć); Sv. Jakov (L i n a r d i ć); Crikvenica (V o u k, L i n a r d i ć); Selce (V o u k, L i n a r d i ć); Novi (L i n a r d i ć); Senj (V i v o d a, L i n a r d i ć); Baška (L i n a r d i ć); Sv. Juraj (V o u k, Z a l o k a r); Rab (L i n a r d i ć); Jablanac, Martinšćica, O. Cres, Karlobag, Pag, Barić-Draga, Tribanj, Ražanac, Starigrad-Paklenica, Vinjerac, Maslinica, Podsedarje, Novigrad, Vir-O., Vir, Privlaka, Ugljan, Zadar, Preko, Žman-O., Dugi, Sali (L i n a r d i ć); Split (T i t i u s, D e C a t t a n i, V o u k, L i n a r d i ć); Maslinica-O. Šolta, Splitska-O. Brač, Korčula, Gruž, Hercegnovi, Tivat (L i n a r d i ć).

Ova forma nije prema F o r t i-jevoju dijagnozi veća od 8—11 cm, premda bi se očekivalo, da prema nazivu »normalis« predstavlja samo temeljni morfološki tip vrste, za koji važi u glavnoj liniji opća dijagnoza vrste i prema kojoj primjerci dostignu veličinu (dužinu do 20—22 cm.). S c h i f f n e r s druge strane ispravno primjećuje, da varijeteti na Tab. II Fortijeve studije označeni kao *f. normalis*, nisu točno definirani, jer se na dotičnim fotografijama vide primjerci s uskim i širokim segmentima, zatim oni sa krilima, koja sežu do osnove talusa, kao i oni ogoljeni u donjim partijama, t. j. s izrazito formiranim stipesom. Karakteri su to, kako i S c h i f f n e r uočuje, koji se ispoljuju i kod drugih od njega opisanih forma (*f. angusta*, *f. denudata*).

Iz obilnog herbarskog materijala jadranskog fukusa sa mnogobrojnih staništa od sjevernog do južnog Jadrana, uvjerio sam se uvijek, da su odnosi veličine talusa vrlo nesiguran morfološko-sistematski kriterij za klasifikaciju forma, jer individui jednog te istog oblika znatno variraju u veličini prema njihovoj starosti. Izuzetak čine oblici, kod kojih se stalno ispoljuje na-

padno sitan rast i predstavlja njihovu glavnu odliku (f. *minuscule*). Iz fotografija f. *normalis* u Fortija razabirem, da se tu radi o primjercima razne starosti. Ako se je autor pri određivanju graničnih vrijednosti veličine svoje f. *normalis* ravnao prema odnosima rasta što je, kako po svemu izgleda, vrlo vjerojatno, tim je prije isključena ispravnost dijagnoze bazirane na tim okolnostima.

Normalni oblik (f. *normalis*) predstavlja svaki pravilno razvijeni oblik talusa razmjerno širokih segmenata, od 5—12 mm, u odraslom stadiju 11—22 cm dužine, smeđezelene ili maslinastozelene boje, habitusa lepezastog ili lepezasto busenastog, sa više ili manje denudiranim bazalnim partijama, brojnim kriptostomatama pravilno ili češće nepravilno s obje strane rebra poredanim i s ovalnim ili ovalnokopljastim receptakulima na završetku ogranaka. Normalne oblike susrećemo redovito na položajima zaštićenim od direktnog udara vala s otvorenog mora.

Dijagnoza normalnog oblika bila bi ova: f. *normalis* Schiffner. Frons 10—22 cm longa, olivacea vel subfuscoviridis, dichotoma, flabelliformis vel caespitosa. Segmenta ramulorum linearia vel subcutaneata 5—12 mm lata, basim versus attenuata in stipitem cylindricum transientia. Cryptostomata numerosa, penicillata rarius regulariter utroque costarum latere sparsa. Receptacula terminalia ovoidea vel ovato-lanceolata 10—22 mm longa, conceptaculis numerosis plus minusque dense dispositis.

Hab. In locis tutis a fluctibus frequens.

F. *normalis major* bene *evoluta* Schiffner (In Schiffner-Vatova: Le alghe della Laguna di Venezia, 1947). Nema dijagnoze.

Hab. — Margini Laguna viva tra Alberoni e Melamocco (Leg. Béguinot); S. Clemente (leg. Vatova).

Kako sama latinska oznaka kaže, to je normalni, veći, dobro razvijeni oblik. Prema tome je suviše pridavanje tome vrijednosti i značenje posebne forme, koja bi se čak razlikovala od prethodne f. *normalis*. Nema vrijednosti zasebne sistematske jedinice.

F. *normalis basi nudus* Schiffner. (In Schiffner-Vatova: Le alghe della Laguna di Venezia, 1937). Nema dijagnoze.

Hab. S. Felice-Chioggia; Faro di S. Pietro; Faro della Rocchetta; Murano S. Giorno in Alga (leg. Vatova).

Ovaj oblik također ne može predstavljati nikakvu zasebnu formu (varijetet), jer oblici, koji pripadaju formi *normalis* mogu

biti više ili manje okrnjeni ili ogoljeni, što ovisi o starosti individua (fiziološka denudacija: sekundarni rast u debljinu). — Nema vrijednosti zasebne sistematske jedinice.

F. normalis partim accedens ad var. *subnudam* Schiffner. (In Schiffner-Vatova; Le Alghe della Laguna di Venezia, 1937.) Nema dijagnoze. Hab. — Valle Zappa (leg. Vatova).

Autor je kao i u prethodna dva slučaja utvrdio ovu formu na temelju toga, što predstavlja prelazni stupanj između *f. normalis* i navodne *f. subnuda*. Ovu posljednju Forti ne spominje. Denudacija je (fiziološka, u donjim partijama talusa, kao i patološka uslijed epifitizma), kako je već istaknuto iz navedenih razloga, za klasifikaciju oblika jadranskog fukusa u morfološkom pogledu potpunoma nemjerodavan kriterij. Zato je suvišno jedan normalan oblik, koji je sad u većoj, sad u manjoj mjeri denudiran, utvrđivati kao zasebnu, novu formu. — Nema vrijednost zasebne sistematske jedinice.

***F. angusta* Schiffner. Algae marinae n° 171.**

Frons nec admodum 7—10 cm longa, ramos reduciores intermixtos ostendens basim versus reducta fere segmenta complanata cylindrica cuneata apicem versus modice expansa, mm 3 latitudinis raro excedentia saepe millimetrum attingentia; receptacula brevia acuta aut rotundata singula aut bina apicibus tantum insistentia aegre parcite conceptaculorum distincta; cryptostomata penicillata usque ad apicem abservanda.

Hab. — »Medolino« Istrae (B a u m g a r t n e r) et passim, cum *f. normali frequenter intermixta*. (In Forti: Description de plusieurs formes de *Fucus virsoides* de l'Adriatique. 1931.)

Hab.-Alberoni; Porto di Malamocco (leg. Beguinot), (In: Schiffner-Vatova: Le Alghe della Laguna di Venezia, 1937.)

Hab.-Ancona (Rabenhorst): In Herb. Mus. Palat. Vindob. Collectio Reichenbach fil. Acqu. 1889 No 369765; Sv. Lucija-Piran (Čmelik); Pag (Linardić); Zadar (Sandri); Preko (Linardić); Split (Linardić, De Cattani, Vouk); Stari grad o. Hvar (Miličić); Korčula (Linardić).

Morfološki je ovaj oblik karakteriziran uskim filoidnim segmentima, 3—4 mm širine. Talus je srednjeg rasta. Nikada ne došije maksimalne dužine normalnog oblika. Boje obično svijetlo-smeđe do svijetlo smeđezelene. Habitus lepezast ili busenast. Kriptostome redovito u pravilnom nizu, jednoredno ili dvoredno sa svake strane centralnog rebra, na plosnatim segmentima. Rijetko fruktificira. Često se susreće od sjevernog do južnog Jadrana na položajima emerzne litoralne zone, koji su eksponirani otvorenom moru (lokalna forma). Raste u gornjoj

granici litoralne zone. Ne stvara gotovo nikada zbijena naselja (formacije), za razliku od normalnog oblika, koji prekriva nekada emerznu zonu stvarajući bujne zonalne formacije. Ovu formu nisam sreo nikada na jednom te istom položaju pomiješanu s normalnim oblikom (protivno navodi Forti u svojoj dijagnozi!), niti sam je sretao u donjoj granici emerzne zone kao normalne oblike.

Tokom opažanja ustanovio sam upadljivu činjenicu, da se često i na neznatnoj udaljenosti susreću oba oblika, forma *normalis* na više manje zaklonjenim, a f. *angusta* na ekspaniranim položajima. Na otoku Pagu, nedaleko grada Paga, malo sjeverozapadno od luke, bila je na dosta velikoj obalnoj dužini zastupana isključivo samo ova forma, dok je na jednom drugom staništu (udaljenost između jednog i drugog položaja bila je najviše 200—300 m.) blizu luke, bio zastupan samo normalni oblik.

F. angustior Schiffner. Algae marinae. no 171. Ex Herbar. generali Zagrebensis. Nema dijagnoze.

Hab. — Medulin — Istra (leg. Baumgartner).

Sudeći prema dvama herbarskim primjercima, koji mi stoje na raspolaganju, isključena je svaka mogućnost ispravnog utvrđivanja ovog oblika kao zasebne forme. Radi se o primjercima srednjeg rasta sa prosječno užim segmentima, 3,5—4 mm širine, denudiranim prema bazi talusa, bez fruktifikacije i tamnosmeđe boje. U najbolju ruku može ga se uvrstiti u f. *angusta*, iako je fiziognomijski bliži normalnom obliku. Nema vrijednost zasebne sistematske jedinice.

Accendens ad var. *angustam* Schiffner (sed major) Alberoni Porto di Malamocco (leg. Beguinot). (In Schiffner-Vatova: Le alghe della Laguna di Venezia 1937). — Kao ni prethodna nema vrijednost zasebne sistematske jedinice.

F. denudata Schiffner. Algae marinae no 169 III; v. a *tenuifrons* Pappafava Herb. Alg. mar. Adriat. no 5 in Menegh. Alg. ital. e dalm. Fasc. II. (1842) p. 100. var. *chondriiformis* (J. Ag.)? De Toni e Levi, Fl. Alg. della Venezia II Melanoficeae (1886), p. 26.

Frons dichotoma mediocriter ampla ad 12 cm longa; ramis pro parte regulariter cuneato-vittatis, ut in forma atypica pro parte plane usque ad apices acutissimos denudatis, sterilibus, receptaculis carentibus.

Hab. — Kopar (Cappodistria), medio limite fluctus (Schiller et Schiffner) Ancona moenibus portus (Forti). Huc pertinent verisimiliter formae sterilis anomalae praedescriptae a cl. Me-

neghini et recentius a De Toni et Levi, in urbe ipsa Venetiarum super muros submersos observatae. (In Forti: Description de plusieurs formes de *Fucus virsoides* de l'Adriatique 1931.) Faro della Rocchetta; faro di S. Pietro. (In Schiffner-Vatova: Le alghe della Laguna di Venezia 1937.)

Autor je označio ovim imenom napadno ogoljene oblike, sa denudacijama, koje sežu na nekim ograncima sve do vrha. Na takvim su primjercima plosnati segmenti ogranaka reducirani na samo centralno rebro. Ove denudacije nisu posljedica prirodnog, fiziološkog procesa, t. j. pojave, koja je uvjetovana sekundarnim rastom talusa u debljinu, i koja se redovito odnosi na dijelove talusa, koji su bliži osnovi (stipes), nego nastaju kada druge epifitske alge obrastu plosnate (okriljene) segmente talusa. Uslijed epifitizma bilateralna se krila raspadaju, kao i receptakuli, ako su zametnuti, a preostaje samo središnje rebro. Ogranci na jednom te istom talusu koji su slobodni od epifita normalno su razvijeni. Očito je, dakle, da se u takvim slučajevima ne radi o varijetetu uvjetovanom niti unutarnjim niti vanjskim faktorima prirodne sredine, nego o anomalnim promjenama, zapravo povredama talusa, uvjetovanim dugotrajnim epifitizmom makroepifita (patološka denudacija). Nema vrijednosti zasebne sistematske jedinice.

Accedens ad f. denudatam Schiffner, Faro della Rocchetta; Faro di S. Pietro (leg. Vatova.) (In Schiffner-Vatova: Le alghe della Laguna di Venezia 1937) Kao ni prethodna nema vrijednosti zasebne sistematske jedinice.

Var. *subnuda* Schiffner, Porto di Chioggia: (In Schiffner-Vatova: Le alghe della Laguna di Venezia.)

Nema dijagnoze. Prema latinskom nazivu imala bi da predstavlja jedan prelazni stupanj između okriljenih i denudiranih oblika. Kako denudacije ne predstavljaju stalnu ni bitnu morfološku oznaku ni jedne forme ni varijeteta, utvrđivanje ovog oblika kao zasebne forme je s istih razloga kao i za *f. denudata* suvišno. — Nema vrijednosti zasebne sistematske jedinice.

Var. *subemersa minor* Schiffner. Algae marinae no 170.

Frons parva, 5—6 cm longitudine majori ramulorum attingens, saepius reducta nec 3½ cm admodum prolongata.

Segmenta fere parallela vittata 2 mm lata, apicibus parum cuneato, expansa nec 3 mm superantia; receptacula parvula ovato-capitulata, conceptaculis densissime obsita apicibus leniter constricta nec acuta.

Cryptostomata poro hiante aperta penicillum filorum non aut vix emitentia.

Hab. — »Medolino« Istriae ad superiorem litem fluctus saepe submersa (Baumgartner). (In Forti: Description de plusieurs formes de *Fucus virsoides* de l'Adriatique 1931.)

Oblici, koje je autor ovamo uvrstio, rastu u gornjoj granici emerzne zone i to redovito na ekspaniranim položajima. Na zaklonjenim položajima rastu na cijeloj širini vegetacijske zone, od gornje do donje granice, prosječno veći oblici normalnog habitusa. Uski segmenti nisu značajni samo za ove oblike i nisu uvijek morfološka oznaka individuuma, koji rastu u gornjoj granici emerzne zone. Na položajima zaštićenim od otvorenog mora imaju svi primjerci od gornje do donje granice vegetacijske zone relativno široke segmente. Za vrijeme oseke ne ostaje također na suhom samo gornji dio vegetacijskog pojasa, nego cijela površina emerzne zone između koje raste jadranski fucus. Kad je oseka postigla svoju najnižu granicu izbiju nad vodu i oni individuumi, koji rastu u donjoj granici vegetacijskog pojasa. Morfološke i topografske oznake ovog prividnog zonalnog varijeteta ne motiviraju dovoljno opravdanost njegovih utvrđivanja kao nove forme. Prema odnosima veličina ovih oblika i prema topografskim prilikama staništa (gornja granica emerzne zone, ekspozicija položaja) gdje rastu, najbliži su naprijed opisanom lokalnom varijetetu f. *angusta* Schiffner. Nema vrijednost zasebne sistematske jedinice.

Var. *acutiloba* Forti.

Frons e majoribus 15—17 cm longitudine contingens sed plerumque mediocriter expansa ramis fructiferis 5—9 cm pene metientibus.

Segmenta membranacea vittata circa 5 mm lata cuneata sursum amplius expansa usque ad 10 mm basim tenuiora fere cylindrica initio cryptostomatibus biseriatim ordinatis usque ad apicem ramulorum rotundilatos aut dictyotaeiformes ornata; deinde in fructificationibus magnis acutis faciem ramulorum plane novam inducentibus desinentia.

Receptacula perlonga, acutissime desinentia, singula aut bina, 5 mm lata $1\frac{1}{2}$ —3 cm longa conceptaculis majusculis laxè ordinatis plerumque secundum margines insistentibus ornata.

Hab.-Muris adfixa aqua lagunae Venetiarum irrorata Insulae »San Giorgio« mense Septembris (Béguinot). In Forti: Description de plusieurs formes de *Fucus virsoides* de l'Adriatique 1931.)

Na isti oblik nisam nikad naišao duž istočnih obala Jadrana. Po označenim morfološkim karakteristikama u dijagnozi i fotografiji (29, Tab. V. 2) radi se o posebnoj formi razmjerno

velikog rasta (na Tab. V. 2. prikazani mali oblici!) sa zašiljenim i dugim vršcima ogranaka, a isto takvim receptakulima.

Fo. normalis in acutilobam transiens. (In Forti: Description de plusieurs formes de *Fucus virsoides* de l'Adriatique 1931. Tab. IV. fig. 2.)

Ovim je imenom označio Forti i slikom prikazao u svojem djelu jedan maleni oblik, ali mu nije, za razliku od ostalih svojih novo utvrđenih formi, dao dijagnozu, niti je dodao na kraju uobičajni »nova«. Iz toga zaključujem, da se nije definitivno odlučio utvrditi ga kao zasebnu formu, jer mu neznatne i samo djelomične morfološke razlike oznaka (ušiljeni vršci na par ogranaka jednog talusa) između f. *angusta* i *acutiloba*, nisu mogle poslužiti kao dovoljan kriterij, da to učini. Po slici se razabire, da se radi o mladom primjerku normalnog habitusa s razmjerno širokim plosnatim segmentima i ograncima, čiji su pojedini vršci ušiljeni, dok su drugi normalni, tupi. Nema vrijednosti zasebne sistematske jedinice.

Var. *longifructus*, Forti.

Frons e majoribus 12—15 cm longa, eleganter flabellata, segmenta vittata, coriacea integerrima marginibus parallela, 3—5 mm lata, basim cylindracea costa nuda extracta; cryptostomata penicillo perlongo ornata regulariter in series lineares utroque costarum latere ordinata in ramis minoribus apicem attingentes, fructificatione peracta, basim receptaculorum.

Receptacula extremitatem ramulorum occupata singula aut bina conceptaculis dense aggregatis plerumque inter se contingentibus extracta, apice acuta faciem mitratam vel lanceolatam ostendentia, latitudinem maximam 5—6 mm longitudine dupla triplave superantia.

Hab.-Scopulum »S. Clemente« Anconae, mense Septembris (leg. F. Ardisson e) cum regenerationibus basim connatis. (In Forti: Description de plusieurs formes de *Fucus virsoides* de l'Adriatique 1931.) Forti, Isola di Sant Elena (leg. Vatova). (In Schiffner-Vatova: Le alghe della Laguna di Venezia 1937.)

Ovaj oblik predstavlja prema morfološkim oznakama opisanim u dijagnozi i prema fotografiji (29, Tab. VI.) jasno karakteriziranu formu, sa produženim, dvostruko ili trostruko tako dugim, kao širokim receptakulima i sa zbijenim conceptakulima na njima.

M e n e g h i n i je već god. 1842., osvrćući se na varijabilnost jadranskog fukusa, dodao na kraju svoje dijagnoze za ovu vrstu: »Non minori variazioni offre la forma dei recettacoli perfettamente lanceolato. p. 101.«, što se odnosi na ovu kasnije od Forti-a utvrđenu formu.

Var. *subvesiculosa*, Forti. *Fucus virsoides* J. Ag. Hauck et Richt. Phyc. Univ. no. 215! (juven.)

Frons e maximis 20 cm et ultra longa eleganter flabellata; segmenta vittata sursum latiora subcuneata 5—10 mm et ultra lata coriacea, basim fere costa nuda tantum extracta;

Crypstostomata penicillata irregulariter utroque costarum latere disposita, fructificatione peracta, apices ramulorum non attingentes; receptacula extremo singula vel bina apice rotundata rarius acuminata aut bicornia; conceptacula dense aggregata gerentia.

Vesiculae apice ramulorum interdum praesentes penicillos cryptostomatium frondis juvenilis ornatae, saepius conceptaculis carentes aut extremitate ramuli tantum parvo numero necne bene evolutis gerentes.

Hab.-Moenibus portuum »Lido« Venetiarum mense octobri (Vatova) Pola septembri (Eberan).

Obs. Jam. Cl. Wulfen (Crypt. aquat., p. 36.) notabat ramos »per maturitatem in vesicas mucifluas intumescunt« et recentius Migula (1909. Mitteleur. Krypt. Alg.) »oft blasig aufgetrieben« ipsos descripserunt. (In Forti: Description de plusieurs formes de *Fucus virsoides* de l'Adriatique 1931.)

Var. *subvesiculosa* Forti, Diga Sud Lido (leg. Vatova). (In Schiffner-Vatova: Le alghe della Laguna di Venezia 1937.)

Ovaj je svoj novi varijetet Forti uvrstio na kraju ostalih opisanih forma u svojem djelu (29, tab. VII).

Poznato je, da osim oceanskog *F. vesiculosus* L. nijedna druga vrsta nema mjehura (vesiculae, aerocystae) kao stalnu morfološku osebinu. Pod terminom »vesiculosus, vesiculae« treba razumijevati ove morfološko-anatomske jasno diferencirane tvorevine (organe), koje nalazimo samo na spomenutoj oceanskoj vrsti. Nasuprot tih mjehura poznata je pojava anomalnog postanka mješina na plosnatim dijelovima ogranaka talusa ili samim njihovim vršcima, kod mnogih vrsta fukusa, pa i kod jadranske. Ili je čest slučaj, da ispražnjeni receptakuli — koji su dok sazrijevaju nabrekli uslijed velike množine sluzi sadržane u intercelularima unutrašnjeg rahlog tkiva — ostanu nakon završenog perioda fruktifikacije i dalje mješinasto naduveni, jer intercelularnu sluz, koja se izluči nakon izbacivanja rasplodnih produkata, zamijeni uzduh ili mješavine plinova (vidi »Anomalne mješinaste tvorevine« str. 36). Forti u općoj dijagnozi vrste (... »vesiculosa, aut rarius aetate provecta apice versus vesiculis parce evidenteribus notata«, str. 8—9) kao

i u dijagnozi za ovaj oblik, misli na ove posljednje tvorevine, ne pridavajući im važnost bitnih morfoloških karakteristika. Te se mješine nekada sreću i kod jadranskog fukusa, ali nisu svojstvene nijednoj njegovoj formi, nego nastupaju sekundarno na raznim oblicima, ako postoje uvjeti za njihov postanak, premda češće na starijim, nego na mladim idividuima. Istu sam pojavu sretao uvijek na primjercima u gornjoj granici emerzne vegetacijske zone, koja je najviše (najduže) izložena insolaciji i isušanju za vrijeme oseke. Forti-jeva var. *subvesiculosa* predstavlja možda jedan veći primjerak fukusa s takvim anomalnim mješinama na vrhovima ogranaka talusa)... »vesiculae apice ramulorum interdum praesentes« (...), koji je on na osnovu krivih pretpostavki utvrdio i opisao kao samostalni varijetet. Schiffner veli (108 p. 124), da se prema njegovim opažanjima kod Fortijeve var. *subvesiculosa* ne radi čak ni o primjercima sa mješinama na vrhu ogranaka, nego o nabrekli receptakulima, koji nisu šuplji i zrakom ispunjeni, već sadrže tkivo uklopljeno u sluz, dakle o fertilnim vršcima, koji su u toku sazrijevanja. Moguće je, veli Schiffner, da je Forti neke veće oblike označene od njega kao *a normalis*, uvrstio u svoju var. *subvesiculosa*. — Nema vrijednost zasebne sistematske jedinice.

F. australis (Schiffner). Autor ju je opisao ovako: »Diese südliche Form (fo. australis m.) weicht durch die Kleinheit und die schmalen, dicklichen Thallusstücke ab, die durch die grossen und sehr reichlichen Scaphidien sehr rauh erscheinen. Sie fruchtet reichlich, die Receptakeln sind klein, eiförmig bis fast kugelförmig; sie ist monözisch.« (In Schiffner, V. Meeresalgen aus Süd-Dalmatien, gesammelt von F. Berger. Österreichische botanische Zeitschrift, Bd. 82, 1933.)

Bez obzira na nedovoljan opis (autor nije označio granične vrijednosti veličine odraslog talusa) ni jedna od navedenih oznaka nije specifična samo za ovaj oblik. Maleni rast svojstven je i drugim oblicima (f. *angusta*, f. *submersa minor* i f. *minuscule nova*), od kojih se neki susreću duž sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana. Uski, razmjerno debeli ogranaci (segmenti) talusa i maleni receptakuli, ovalnog do okruglastog oblika karakteristični su i za f. *angusta*. Monecija (hermafroditizam) biološka je značajka same vrste, kao i svih njenih do sada poznatih varijeteta. Sam naziv »*australis*« nije prikladan, jer odrasle primjerke malenog rasta susrećemo, kako je već spomenuto, u svim dijelovima Jadrana, gdje fukus nastupa, u gornjem, pli-

ćem dijelu vegetacijske emerzne zone na jakom udaru vala izloženim položajima. — Nema vrijednost zasebne sistematske jedinice.

F. *minuscula* (nova)

Oblik napadno sitnog, patuljastog rasta dužine 2—4 cm. Habitus lepezast. Boja talusa smeđe-zelena. Filoidni segmenti ogranaka vrlo uski 1,5—2 mm široki, prelazeći prema bazi u više manje zaobljeni stipes. Dihotomsko razgranjenje dosta pravilno (dichopodium). Broj dihotomija na odraslim primjercima 4—7. Kriptostomata u jednom pravilnom nizu sa svake strane centralnog rebra poredana, sa kratkim čuperkom dlačica, koji strši iznad ostioluma. Vršci ogranaka nabrekli, u parovima ili rjeđe pojedinačno; ne predstavljaju receptakule, jer nemaju konceptakula sa zametnutim oogonijima i anteridijima (sterilni oblik).

Na odrasle oblike ovako napadno sitnog, ali pravilnog rasta, naišao sam u Preku na otoku Ugljanu, gdje su rasli pomiješani skupa sa velikim, normalnim primjercima na jednom te istom staništu. S toga razloga nisam ovo odstupanje mogao svesti na fenotipske (ekološke) uvjete varijabilnosti.

F. minuscula (nova). — Frons 2—4 mm longa, fusco-viridis, habitu flabelliformi, ramificatione regulariter dichotoma 4—7 dichotomiis in exemplaribus adultis, Segmenta ramulorum linearia vel subcuneata, angusta 1,5—2 mm in diametro in stipitem plus minusve cylindricum transientia. Cryptostomata uniseriatim utroque latere costarum regulariter ordinata, penicillata. Apices ramulorum inflati sine fructificationibus (forma sterilis).

Hab. — Preko (insula Ugljan) cum f. *normalis* intermixta.

Iz prikaza svih do sada opisanih forma i varijeteta jadranskog fukusa i kritičkog osvrta na njihove morfološke karaktere za svaki pojedini primjer slijedi, da ih je opravdano samo pet (5): Var. *acutiloba* Forti; var. *longifructus* Forti; f. *normalis* Schiffner; f. *angusta* Schiffner i f. *minuscula* nova. Ostalih (12) dvanaest (f. *normalis bene evoluta* Schiffner; f. *normalis basi nuda* Schiffner; f. *normalis partim accedens* ad var. *subnudam* Schiffner; f. *angustior* Schiffner; f. *accedens* ad var. *angustam* Schiffner; f. *denudata* Schiffner; f. *accedens* ad f. *denudata* Schiffner; var. *subnuda* Schiffner; var. *subemersa minor* Schiffner; var. *subvesiculosa* Forti; f. *normalis in acutilobam transiens* Forti i f. *australis* Schiffner — nemaju prema iznesenim razlozima vrijednost zasebnih forma ni varijeteta.

IV

HOROLOGIJA

Geografsko rasprostranjenje

Za ispitivanje cijelog niza faktora, koji su uvjetovali stvaranje današnjih geografskih granica jadranskog fukusa, potrebno je imati u prvom redu podatke o svim poznatim nalazištima, da bi se dobila što potpunija i vjernija horološka slika njegovog areala.

Sve obale Jadranskog Mora nisu bile u istoj mjeri istraživane. Najviše algološki istraživani dio Jadranskog Mora u prošlosti pa do danas je njegov sjeverni rub: Kvarnerski, Tršćanski i Mletački Zaliv. Srednji i južni Jadran osobito istočne obale bile su razmjerno manje u prošlosti istraživane. To je jedan od glavnih razloga, što imamo najveći broj podataka o dolaženju jadranskog fukusa za sjeverni Jadran, a najmanje za srednji i južni. S druge strane su za rijetkost nalaza odgovorni i drugi faktori, koji će nam moći rastumačiti uzroke njegove nejednake učestalosti na obalama Jadrana. Zato sam poduzeo istraživanje duž sjevernog, srednjeg i južnog dijela Jadrana. Polazna mi je točka bila Sušak odakle sam krenuo prema jugu. Iz opažanja na svim postojećim staništima konstruirao sam prvu sliku rasprostranjenja jadranskog fukusa, što mi je olakšalo daljnji studij horologije, kao i ekologije i pomoglo, da dođem do željenih rezultata i zaključaka.

Ispitivanja nisam vršio jednomjerno duž svih obala. Ostavio sam veću prazninu na razmaku između Šibenika i Splita, zatim između Dubrovnika i Boke Kotorske, zbog nezgodnih parobrodarskih veza i ograničenosti vremena, koje mi je stajalo na raspolaganju. Ove praznine, koje bi inače bile na uštrb stvaranju jedne buduće potpunije i ispravnije horološke slike, ispunio sam kasnijim podacima o nalazima fukusa u tim područjima.

Sjeverne obale Jadrana t. j. od Rijeke na zapad, pa obale Apeninskog poluotoka nisam imao mogućnosti posjetiti. Ovaj je dio Jadrana, kako je već spomenuto, bio intenzivnije istraživano, te su podaci u algološkim publikacijama brojniji. Nedostatak uslijed zapreka putovanja nadoknadio sam time, što sam odnose rasprostranjenja fukusa na talijanskim obalama utvrdio prema podacima, kao i prema pismenim obavještenjima, koje sam dobio od većeg broja botaničkih ustanova (Italija, Austrija), na koje sam se obratio, i koje su mi poslale prema svojim algološkim zbirkama popis svih nalazišta jadranskog fukusa na talijanskim

obalama. Sve mi je to omogućilo, da sam i za sjeverni dio Jadrana, koji se još nalazi u talijanskim granicama i za apenijske obale uspio konstruirati cjelovitu sliku areala rasprostranjenja fukusa kao i na našim istočnim obalama.

U sjevernom i sjeveroistočnom Jadranu stvara fukus doista najzbijenija naselja (vidi Linardić l. c.) Najveća je učestalost i bujnost njegove vegetacije u ovom dijelu Jadrana: Tršćanski, Mletački i Kvarnerski Zaliv, Hrvatsko Primorje i sjeverna Dalmacija. Prema lokalnim klimatsko-geografskim i cjelokupnim vegetacijskim odnosima ovo područje predstavlja svakako središte njegovog recentnog vegetacijskog areala, odakle se širi prema jugu. Od tog sjevernog centra, pa prema srednjem Jadranu susreću se postepeno sve manje zbijene formacije, koje postaju u južnom dijelu Jadrana još više diskontinuirane, te konačno nestaju. Ovi odnosi horologije važe kao općeniti, a rezultat su općih klimatsko-geografskih prilika, koje u području jadranskog bazena vladaju.

Litoralna emerzna zona predstavlja jasno omeđeni biotop jadranskog fukusa između najviše plime i najniže oseke. On podliježe više manje neovisno o geografskoj širini jakim kolebanjima ekoloških faktora, koji na nj djeluju (temperatura, salinitet, plima i oseka, ekspozicija valovima, supstrat, antropološki faktori i t. d.). O načinu i intenzitetu djelovanja pojedinih, kao i o kompleksu svih ekoloških uvjeta ovise fiziognomske (vegetacijske) morfološke i biološke razlike jadranskog fukusa, koje se ispoljuju od staništa do staništa često i na neznatnoj međusobnoj prostornoj udaljenosti.

U vezi s rezultatima ispitivanja svih onih ekoloških faktora, koji prvenstveno ili u manjoj mjeri određuju južnu geografsku granicu rasprostranjenja ove alge, kao i onih faktora, koji uvjetuju lokalne razlike njene učestalosti unutar samih geografskih granica areala, osvrnut ću se na tumačenje Schiller a. Ovaj autor navodi na temelju vlastitih opažanja jadranskog fukusa, da od sjevernog Jadrana prema jugu bivaju njegove formacije sve rjeđe, a njegova južna granica rasprostranjenja, da se nalazi kod Dubrovnika, na obalama Lapada. On veli dalje, da i talusi fukusa postaju prema jugu sve manji (Südpflanzen). Na zapadnoj strani o. Lošinja koja je otvorenom moru okrenuta, primjerci fukusa predstavljaju po Schiller u već južni tip, koji je karakteriziran malenim rastom, kao u Dalmaciji. S morfološkom (dimenzionalnom) ispoljuju se i anatomske razlike između primjeraka iz sjevernijih i južnijih predjela Jadrana, tvrdi Schiller. On svodi morfološke i navodne anatomske razlike prvenstveno na djelovanje plime i oseke, koje nije u

svim geografskim širinama Jadrana jednako. Tamo gdje je amplituda plime i oseke velika, kao u sjevernom Jadranu, talusi su fukusa veliki i u bujnim naseljima, a obratno je u srednjem Jadranu, gdje je amplituda plime i oseke neznatna i gdje je emerzija fukusa iznimka (Schillerovo mišljenje), a život u vodi gotovo pravilo. Dakle na faktor plime i oseke, odnosno trajanja života pod vodom i nad vodom svodi on razlike u morfologiji i anatomiji ove alge.

Južnu granicu geografskog rasprostranjenja jadranskog fukusa određuje po Schilleru previsoka temperatura morske vode, koja je viša u srednjem i južnom, nego u sjevernom Jadranu. Kao dokaz, da južne vode Jadrana imaju u hidrografskom i biološkom pogledu subtropski karakter navodi Schiller prodiranje nekih tropskih i subtropskih planktona u Jadranu prema sjeveru. Upravo tamo, gdje se nalazi južna granica rasprostranjenja fukusa — po Schilleru kod Dubrovnika — prestaje prodiranje tih planktonskih organizama prema sjeveru: »Die Nordgenze ihrer Verbreitung ist prinzipiell die Südgrenze von *Fucus virsoides* (p. 538)«. To je tumačenje Schillera.

Kako sam u toku svojih uporednih morfološko-anatomskih, ekoloških i horoloških ispitivanja jadranskog fukusa došao ponešto do drugih rezultata, nego što su Schillerovi, smatram potrebnim, da ovdje iznesem i istaknem one, koji se odnose specijalno na geografsko rasprostranjenje ove alge. Schillerova opažanja i tvrdnje o morfološkim (dimenzionalnim) odnosima talusa, t. j. da se počam od sjevera prema jugu Jadrana susreću sve manji egzemplari, kao i sve manje zbijena naselja, ne mogu se usvojiti. Moji nalazi na velikom broju staništa od sjevernog do južnog Jadrana govore protiv tome. Iznosim pregled nekoliko staništa sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana, gdje sam sakupio primjerke fukusa maksimalne veličine: Piran (20 cm); Rovinj (15 cm), Opatija (14 cm); Sušak (21 cm); Rab (21 cm); Rab (20 cm); Pag (14 cm); Žman (15 cm); Preko (15 cm); Split (15 cm); Korčula (15 cm); Gruž (20 cm); Hercegnovi (13 cm); Tivat (22 cm); Isporede li se ova mjesta na geografskoj (horološkoj) karti (vidi L i n a r d i ć l. c.), vidi se, da su najveći primjerci sakupljeni na sjevernim i južnim staništima, dok na onima u srednjem Jadranu maksimalna veličina primjeraka zaostaje za prvima. Schillerova opažanja i zaključci mogu se svesti jedino na nepoznavanje većeg broja staništa, vegetacijskih i ekoloških prilika jadranskog fukusa. On je tokom svojih istraživanja susretao u srednjem i južnom Jadranu uvijek primjerke malenog rasta, vjerojatno samo na eksponiranim položajima. Otuda netačno generaliziranje.

Poznavanje južne granice rasprostranjenja jadranskog fukusa pomaknuto je prema jugu, cca. geografske širine Dubrovnik (42°38' sj. š.) do Boke Kotorske—Hercegnovi, Kotor, Tivat — cca. 42° 27' sj. š. Putujući od Boke Kotorske prema jugu sve do Ulcinja nisam ni na jednom od posjećenih staništa — Budva, Petrovac, Sutomore, Bar,¹ Ulcinj — više naišao na jadranski fukus.

Sudeći po općim klimatsko-geografskim i geomorfološkim prilikama, koje prevladavaju na tim jugoistočnim obalama Jadrana — sve više temperature vode i uzduha (odlučan ekološki faktor za život jadranskog fukusa u doba oseke) prema Mediteranu; nerazgranjene, većinom strme ili pjeskovite obale počam od Boke Kotorske prema jugu, vrlo je vjerojatno, da se jadranski fukus južnije više nigdje ne pojavljuje, a posve je sigurno, da ne prelazi u južni Mediteran, koji ima izrazito subtropsku klimu.

Slijedi popis svih mjesta (staništa), na kojima je zabilježen nalaz jadranskog fukusa. Ovaj pregled ima da predoči i upotpuni sliku njegovog rasprostranjenja u Jadranskom Moru:¹

A n c o n a (Ardissone, Orsini, Rabenhorst, Forti); I t e r a d u r b e m R a v e n a m (Bertoloni); C h i o g g i a (Chiamanti, Vatova); V e n e z i a (Levi Morenos, De Toni, Meneghini, Reching, Martens, Grunow, Titius, Mazza, Forti, Schiller, Beguinot, Schiffner, Vatova); S. M i c h e l e (Mazza); M i r a m a r e (Hauk, Grunow); T r s t (Hohenacker, Reuter, Hornschuh et Hoppe, Rabenhorst, Funk, Tommasini, De Toni, Grunow, Schiller, Schiffner, Techet, Kluth); B a r c o l a (Schiller); K o p a r, (Schiller, Schiffner); I s o l a (Schiller, Eberan, Lichtenstern); P i r a n (Titius, Schiller, Čmelik); R o v i n j (Kuckuck, Lucas, Zaratini, Lichtenstern, Reichardt, Čmelik); S a n t a L u c i a (Čmelik); P o r t o r o s e (Čmelik); S a l v o r e (Schiller, Čmelik); P u l a (Eberan); P o r e č (Schiller); M e d u l i n (Baumgartner, Schiffner); O p a t i j a (Brunnthal, Zay, Vouk, Orlić); R i j e k a (Kotschy, Lichtenstern, Zanardini, Freyer); S u š a k (Lorenz, Linardić); B a k a r (Vouk); K r a l j e v i c a (Vouk, Linardić); S v. J a k o v (Linardić); C r i k v e n i c a (Vouk, Linardić); S e l c e (Vouk, Linardić); N o v i (Linardić); S e n j (Vivoda, Linardić); B a š k a (Linardić); S v. J u r a j (Vouk, Zalokar); R a b (Linardić); J a b l a n a c (Linardić); M a r t i n š ě i c a — O. C r e s (Linardić);

¹ O nalazu samo dva primjerka jadranskog fukusa na pristaništu Bara (cca 42° sj. š.) 1938 god., obavijestio me je pismeno g. A. Oliva iz Hercegnovog. Ja ga na istom staništu 1939 god. nisam našao.

² U zagradama su imena autora, koji su zabilježili nalaz jadranskog fukusa na dotičnom staništu.

Ilovnik (Reichardt); Lošinj (Schiller, Reichardt); Karlobag (Linardić); Pag (Linardić); Barić Draga (Linardić); Tribanj (Linardić); Ražanac (Linardić); Starigrad — Paklenica (Linardić); Vinjerac (Linardić); Maslinica (Linardić); Privlaka (Linardić); Zadar (De Cattani, Sandri, Botteri, Alschinger); Ugljan (Linardić); Preko (Linardić); Otok Dugi i Kornati (Vouk); Žman — O. Dugi (Linardić); Sali — O. Dugi (Vouk, Linardić); Prvić — Otok ispred Šibenika — (Vidović); Primošten (Vidović); Vranjic (Vouk); Bene i Lubinovo — ispod Marjana kod Splita (Vouk); Split (De Cattani, Titius, Lichtenstern, Vouk, Schiller, Linardić); Maslinica — O. Šolta (Linardić); Splitska — O. Brač (Linardić); Supetar (Lichtenstern); Starigrad — O. Hvar (Miličić); Orebić (Berger); Korčula (Linardić); Gruž (Schiller, Schiffner, Linardić); Lokrun (Schiffner, Berger); Hercegnovi (Linardić, Oliva); Tivat (Linardić); Kotor (Oliva); Bar? (Oliva).

TUMAČ SLIKAMA

- Sl. 1. *Fucus virsoides* (Don.) J. Ag. Normalni habitus talusa. (Nešto umanjeno). Filoid (f.), kauloid (k.), rizoid (r.).
- Sl. 2. Poprečni presjek kroz vegetacijski vrh. Zametak kriptostome.
- Sl. 3. Kriptostoma u presjeku.
- Sl. 4. Presjek kroz jedan zreli receptakul.
- Sl. 5. Jedan dio unutrašnje stijenke konceptakula. Mladi oogonij (o), bazalna stanica (b), parafiza (p).
- Sl. 6. Razgranjene fertilne dlake s anteridijima. Fertilna dlaka (fp), anteridij (a), parafiza (p).
- Sl. 7. Vakuolizirane stanice dlaka (parafiza) u konceptakulu. v = vakuola, n = jezgra, p = plazma, f = fukozan.
- Sl. 8. Parafize u unutrašnjosti konceptakula. Pravilne (p), kijačaste (k) i glavičaste (g) parafize.
- Sl. 9. Poprečni presjek kroz fertilni vršak sa zrelim konceptakulima.
- Sl. 10. Razvoj jajeta u embriju.
- Sl. 11. Ozlijeđeni (izgrizi) filoidni dijelovi talusa, na kojima se zameću proliferacije. Prirodna veličina.
- Sl. 12. Radijalni prerez kroz mladu proliferaciju. Vegetacijski vrh sa tjemenicom (v) u udubljenju, epiderma (e), primarna kora (k), provodni sistem (pr).
- Sl. 13. Uzdužni presjek kroz ozljeđu na plosnatom, bilateralnom dijelu talusa. Ozljeđeno tkivo (t).
- Sl. 14. Uzdužni presjek kroz ozljeđu u zoni centralnog rebra. Ozljeđeno tkivo (t), hife (h), provodne stanice (pr).

- Sl. 15. Uzdužni presjek kroz jednu proliferaciju (prol) u zoni centralnog rebra. Ozljedno tkivo (t), hife (h), provodne stanice (pr).
- Sl. 16. Uzdužni presjek kroz novo nastalu proliferaciju.
- Sl. 17. *Fucus virsoides* f. *angusta* Schiffner. Anomalne mješince na filoidnim djelovima talusa (m). Prir. vel.
- Sl. 18. Uzdužni presjek filoidne mješince.
- Sl. 19. Poprečni presjek kroz filoidni, bilateralni segment talusa. Epiderma (e), primarna kora (k), hife (h), provodne stanice (pr).
- Sl. 20. Poprečni presjek epiderme i jednog dijela primarne kore. Svijetlo: celuloza, crno: pektin.
- Sl. 21. Epiderma odozgo gledana.
- Sl. 22. Uzdužni presjek kroz centralno rebro. Epiderma (e), primarna kora (k), provodne stanice (pr), hife (h).
- Sl. 23. Poprečni presjek stipesa sa adventivnim ogranakom (adv). Sekundarna kora (k), hife (h), provodne stanice (pr).
- Sl. 24. Sklop provodnih stanica u centralnom rebro sa postranim komunikacijama.
- Sl. 25. Poprečni presjek kroz središnji dio stipesa. Provodne stanice, (pr), hife (h). Crno: pektin, svijetlo: celuloza, sivo: intercelularni ispunjeni sluzavim derivatima pektina.
- Sl. 26. Jedna izolirana hifa (h) iz stipesa, koja se pri samoj osnovi račva. Provodna stanica (pr), reducirani lumen stanice na hifi (l).

TABLA I.

1. Dvije stanice primarne kore. Fukozan (f), feoplasti (ch), vakuole (v).
2. Stanica iz rahlog tkiva u receptakulu.
3. Stanice primarne kore sa fertilnog vrška. Fukozan (f), feoplasti (ch), vakuole (v), plazma (pl).
4. Poprečni presjek kroz jedan dio epiderme i primarne kore.
5. Stanica jedne hife iz centralnog rebra, ispod primarne kore. Fukozan (f), feoplasti (ch), vakuole (v).
6. i 7. Provodne stanice iz centralnog rebra. Fukozan (f), feoplasti (ch), vakuole (v), plazma (p).
8. Stanica jedne hife u centralnoj zoni stipesa. Fukozan (f) vakuole (v).
9. Dvije stanice trihoma (dlake), što strši van iz kriptostome. Fukozan (f), vakuola (v).

SUMMARY

STUDIES ON THE ADRIATIC FUCUS

(*Fucus virsoides* Don. J. Ag.)

J. Linardić

Preface

The author of this study, Josip Linardić, assistant of the Botanical department of the Faculty of Sciences at the University in Zagreb, began the investigations on the Adriatic Fucus in 1939. *Fucus virsoides* is an interesting endemic species in the Adriatic Sea, not only because of its ecologic properties, characteristic distribution on the north-east coast, but also because of its systematic value. Whilst many botanists consider it as a specific endemic species, the French algologue Sauvageau suspects its value as an independent species, and considers it as identic to the Atlantic species *Fucus platycarpus*, var. *spiralis*.

To solve correctly this important question of the systematic value of the Adriatic Fucus, it was necessary to investigate it from the morphological, ecological, chorological and finally systematical point of view. The author had finished his investigations at the end of 1940, and the manuscript was done at the beginning of the hard year 1941. Then began the invasion of Yugoslavia by the enemy's army of which the author fell a martyr because of his political and national faith, when sentenced to death by a special occupator's tribunal on 4. VIII. 1941., and so he gave his life for the national deliverance of his country.

The redactor of »Acta Botanica« returned after the war to his position as the chief of the Botanical department of the University; he found the manuscript of Josip Linardić in Croatian language preserved in the Botanical Institute. As the investigations were performed under his leading, he prepared this manuscript for print, and wrote this summary in English.

I. In the first part of the paper there is shown in detail the morphology of thallus, which is differentiated and consists of three parts: basal disk with rhizoids, rounded stalk (stipes, cauloid) bilateral leaf-blade of phylloid.

The ramification is typically dichotom-dichopodial. The deviations from the regular dichopodium show only adventive branches, which grow on injured parts of the thallus. »Kryptostomata« are described in details. The author considers them as organs for absorption of mineral foods. Kryptostomata develop by the reduction of conceptacula changing their reproductive function with that of feeding. In observing the development of the egg, it is found that from the egg develops the embryo by a gradual division analogously to that known in other species of *Fucus*. On the thallus of *Fucus* can often be found proliferations on the bitten parts. These proliferations are described in other species of *Fucus* and also in the species *Fucus virsoides* (Meneghini, Forti, Vouk). The author could not find out exactly what causes the proliferations, but through some experiments in the aquarium he suspects that the thallus is bitten by a seahedgehog (*Paracentrotus lividus*). On the bitten parts begins the formation of proliferations the origin of which is shown in details. There are also described utricular anomalous formation on the thallus, which have their origin in the schizogenous disruption of the tissue. The anatomical structure of the thallus is shown in details from the point of view of physiologic — anatomical systems. The functional division is still not carried out absolutely, so that some tissue — systems have two or more functions, one of those being of primary, and others of secondary value. Still there can be clearly differentiated the cortical — and vascular — (medular) and mechanical-system. The cortical-system consists of epidermis and cortex. The epidermis is very well and clearly developed in the inside of the cells very well differentiated with chloroplasts on the bottom, and with fucosan-granules in the upper part of the cells. The epidermis has the function of secreting mucus on the surface.

Immediately underneath the epidermis is formed the primary cortex with some layers of cells. It has the assimilating function and from it spring out elements of mechanical tissue. In the lower, round parts of thallus is formed the secondary cortex. The primary cortex has its beginning in the epidermis.

The vascular elements are placed in the center, and consist of cylindric, elongated cells. The membranes swell easily forming mucus, and they have pits in the cell-walls, they contain

very few plastids and the assimilatory function is reduced, however they contain fucosan. Their function is to accumulate and conduct the assimilates.

The hyphae are mechanical elements. Hyphae are long, thin, with tiny lumen, but with thickened membranes. They are mixed with vascular elements, and are concentrated toward the central rib, and especially in a greater number toward the basal disk. Protoplasts are reduced but still contain fucosan.

With exact comparative investigations the author found out, that there are no differences between northern and southern forms, as J. Schiller states.

II. In the second part of the study is shown in details the ecology of the algae, the relations to the temperature, the salinity, the movements of the sea and the light. The substratum is acting only as a mechanical factor, and not as a physiological one. The highest level of the high tide determines the upper limit of the vegetation-zone of the *Fucus*, and the lowest level of the low-tide determines its lower one. The *Fucus* is a typical plant living in the zone of high and low tide. The movements of the sea have a great influence upon the vegetation, so that the samples on unexposed places are always bigger than the ones exposed to the sea waves. The Adriatic *Fucus* avoids exposed coasts. J. Schiller's statement, that samples from southern coasts are smaller and weaker than the ones from the northern coasts, is not correct. *Fucus* is a plant adapted to the low and high tide, and dies in a constant culture in the water.

In relation to the salinity *Fucus virsoides* is an euryhaline species with its optimum inclined more toward the average minimum. According to that, this algae can be defined as mikroeurhythalynic typus in the sense of Vouk's theory of valences. It seeks places with sweetened water.

Concerning the temperature, the Adriatic *Fucus* is an eurythermal algae with its optimum at the lower temperatures (mikroeurhythal thermal Types). As the Adriatic *Fucus* is partly a terrestrial plant, for its life is important also the temperature of the air, and this is also a limiting factor, which determines its distribution to the south-western Mediterranean Sea.

Concerning the light, the Adriatic *Fucus* is an eminently euryphotic i. e. makroeurhythal algae, because its ecological optimum is nearer to the maximum.

III. In the third part the author discusses the systematic position of the Adriatic *Fucus*. There is shown the whole history of this algae, which was for the first time described by

Vitaliano Donati in 1750 as »virsoide«, according to which Agardh in 1868 gave its first diagnosis under the name of *Fucus virsoides*. From that time on, this algae has been described under different synonymes, but because of its priority the name of *Fucus virsoides* has been kept up.

In spite of searching the etymology of the word »virsoide«, the author could neither find the meaning of this word nor anything positive about the etymology of this word.

The author reexamined all the arguments on the basis of which Sauvageau had identified this species with *Fucus platycarpus* var. *spiralis*, and found as a result, that none of those arguments could be accepted and that the Adriatic *Fucus* had a right to be categorized as an independent species, as stated by Agardh. Sauvageau thinks that the Adriatic *Fucus* has its origin in the oceanic species *Fucus platycarpus*, which were occasionally distributed in the Adriatic Sea brought from the Atlantic Ocean, and means only a geographical disjunction of the Atlantic species of *F. platycarpus* var. *spiralis*. The author point out some essential differences between the species *F. platycarpus* and *F. virsoides*:

1. *F. platycarpus* has the ramification of the dichopodial sympodium, whilst the *F. virsoides* is a typical and regular dichopodium.

2. There is a difference in the size between both species. Whilst *F. platycarpus* has the maximal size of 60—80 cm, *F. virsoides* grows usually till 20—28 cm. In the same way the segments of *F. platycarpus* are much wider than the ones of *F. virsoides*.

3. There is a difference in the receptacula of both species. In *F. platycarpus* receptacula are placed usually laterally on the shorter lateral branches or terminally in pairs. In *F. virsoides* receptacula are always placed terminally in pairs.

4. A considerable difference exists between both species in their area of distribution. *F. virsoides* is usually found on the east coast of the Adriatic Sea mostly to the South till Boka Kotorska, whilst on the West coasts of the North Adriatic it is found very seldom and only till Ancona. In all the other parts of the Adriatic Sea this *Fucus* is not found, the same as the related species *F. platycarpus* var. *spiralis*, which is distributed in the Atlantic coasts northern from Far Oar and Iceland and Canada and on the East from The Canarian isles. The reason that species did not enter Gibraltar and the Mediterranean Sea is probably the high temperature of the air during the summer-months. It

is also significant, that *F. virsoides*, if it originates from the migration of the species *F. platycarpus*, is not found at all the North-West coasts of the Mediterranean Sea (Italy, France, Spain). The ecovalences of the species *F. virsoides* prevent its migration in the south Adriatic and Mediterranean Sea.

The author thinks, that these both species were represented by one at the end of the tertiary period and in the early quaternary-period. Only later by changing of the paleoclimatic and paleogeographic relations and by the formation of the Adriatic geosynclinalis in the diluvium, and by moving of the climate zone after the ice periods toward the North, began this undivided species its differentiation in two new ones. By the formation of new climatic-relations in the Mediterranean, respectively of the subtropic-mediterranean climate, the continuity of the earlier undivided area of the hypothetic species was broken.

At last the author gives a new, with new arguments enlarged diagnosis of the Adriatic *Fucus*, and considers it as of full value of a separate, morphologically, ecologically and genetically well characterized endemic species.

IV. The author studies the variability of the forms of the Adriatic *Fucus*, of which he has described several forms and varieties. Analyzing these forms, which have been recently described by Forti, on basis of abundant material from the whole coast from the most northern to the most southern point of the area, he gives his following opinion about all known forms:

- f. *normalis* Schiffner gives an exact diagnosis of the typus.
- f. *normalis major* bene *evoluta* Schiffner, has not the value of a separate systematic unit.
- f. *normalis basinudus* Schiffner. has not the value of a separate systematic unit.
- f. *normalis partim accedens ad var. subnudam* Schiffner, has to be put off as a systematic unit.
- f. *angusta* Schiffner, form characterized with narrow segments, well differentiated from the normal form (f. *normalis*) and never appears mixed.
- f. *angustior* Schiffner has no diagnosis and has to be put off as a separate form.
- f. *denudata* Schiffner, form shows pathological denudation and cannot be considered as a separate systematic unit.
- var. *subnuda* Schiffner, the same as the above form has not the value of a separate systematic unit.
- var. *subemersa minor* Schiffner, this zonal variety cannot be considered as a separate systematic unit.

- var. *acutiloba* Forti, does not appear on the east coast of the Adriatic Sea, but is a good morphological and geographical systematic unit.
- var. *longifructus* Forti, good characterized form with double or triple elongated receptacula.
- var. *subvesiculosa* Forti, this form with swollen receptacula which are not hollow, cannot be considered as a separate systematic form.
- f. *australis* Schiffner, according to mentioned signs it cannot be considered as a separate systematic form.
- f. *minuscule* Linardić, a small, dwarfy form, only 2—4 cm. the author describes it as a separate form and gives his own diagnosis.

According to that, from all the above mentioned forms only these can be kept as separate ones: var. *acutiloba* Forti, var. *longifructus* Forti, f. *normalis* Schiffner, f. *angusta* Schiffner and f. *minuscule* Linardić. All the other forms have to be off as separate systematic forms either as varieties or as forms.

V. In the last part about chorology of the Adriatic *Fucus* the author brings an exact list of all till now known localities of this algae, completing this list with his own statements and getting out of all that the area of distribution. Its center is the Trieste, Venetian- and Quarnero-Bay and the Croatia Coast. The area elongates till Boka Kotorska on the east coast, and till Ancona on the west coast.

The author gave the exact geographical map of the distribution of this algae in his earlier work: »Contribution to the geographical distribution of the Adriatic *Fucus*«. (Godišnjak Oceanografskog Instituta II, Split, 1940).

EXPLANATIONS OF FIGURES.

- Fig. 1 *Fucus virsoides* (Don.) J. Ag. The normal habitus of the thallus. Natural size). Phyloid (f.), Cauloid (k.) Rhizoid (r.).
- Fig. 2 The transversal section through the vegetation apex. The germ, seedbud of the kryptostomata (k).
- Fig. 3 Kryptostomata in section.
- Fig. 4 The section through a ripe receptacula.
- Fig. 5 A part of the inner membrane of the conceptacula. A young oogonium (o), a basal cell (b), the paraphysa (p).
- Fig. 6 The ramification of a fertil hair with anteridia. A fertil hair (fp), anteridium (a), paraphysa (p).
- Fig. 7 Vacuolized cells of the hairs (paraphysa) in the conceptacula. v = vacuole, n = nucleus, p = cytoplasm, f = phucosan.
- Fig. 8. The paraphysa in the inside of the conceptacula. The regular (p).
- Fig. 9. The transversal section through the fertil apex with ripe conceptacula.
- Fig. 10 The development of the embryo from the egg.
- Fig. 11 Injured (bitten) phyloid parts of the thallus on which are forming proliferations. Natural size.
- Fig. 12 The radial section through a young proliferation. The vegetative apex with the epidermis (e), primary bark (k), vascular system (pr).
- Fig. 13 The longitudinal section through an injury on the flat, bilateral part of the thallus. Injured tissue (t).
- Fig. 14 The longitudinal section through the injury in the zone of the central rib. The injured tissue (t), hyphae (n), vascular cells (pr).
- Fig. 15 The longitudinal section through a proliferation (prol) in the zone of the central rib. The injured tissue (t), hyphae (h), vascular cells (pr).
- Fig. 16 The longitudinal section through a new-formed proliferation.
- Fig. 17 *Fucus virsoides* f. *angusta* Schiffner. Anomal utricles on the phyloid parts of the thallus (m). Natural size.
- Fig. 18 The longitudinal section of the phyloid utricle.
- Fig. 19 The transversal section through the phyloid, bilateral segment of the thallus. Epidermis (e), primary bark (k), hyphae (h), vascular cells (pr).
- Fig. 20 The transversal section of the epidermis and of a part of the primary bark. Light: cellulosis, black pectin.
- Fig. 21 The epidermis looked from the upper side.
- Fig. 22 The longitudinal section through the central rib. Epidermis (e), primary bark (k), vascular cells (pr), hyphae (h).

- Fig. 23 The transversal section of the stipes with an adventiv branch (adv). The secondary bark (k), hyphae (h), cascular cells (pr).
- Fig. 24 The bunch of vascular cells in the central rib, with lateral communications.
- Fig. 25 The transversal section through the middle part of the stipes. Vascular cells (pr), hyphae (h). Black: pectin, light: cellulosis grey: intercellular spaces filled with mucus derivates of pectin.
- Fig. 26. An isolated hyphae (h) from the stipes, which is bifurcated at the basis. Vascular cells (pr), reduced lumen of the cell on the hyphae.

TABLE I.

1. Two cells of the primary bark. Phucosan (f), phaeoplasts (ch), vacuoles (v).
2. A cell from the tissue in the receptacula.
3. The cells of the primary bark from the fertil apex. Phucosan (f), phaeoplasts (ch), vacuoles (v), plasma (pl).
4. The transversal section through a part of epidermis and primary bark.
5. A cells of a hyphae the central rib, underneath of the primary bark. Phucosan (f), feoplasts (ch), vacuoles (v).
6. and 7. The vascular cells from the central rib. Phucosan (f), phaeoplasts (ch), vacuoles (v), plasma (p).
8. A cell of a hyphae in the central zone of the stipes. Phucosan (f), vacuoles (v).
9. Two cells of a hair, which sticks out of the kryptostomata. Phucosan (f), vacuole (v).

LITERATURA — LITERATURE

- Agardh, C., *Species Algarum rite cognitae*. 1832 Gryphiswald, I.
- Agardh, C., Bidrag till k annedomen af Spetbergens Alger. K oningslika svenska Vetenskaps-Akademiens Handling. Nyf ljd, 1868, Stockholm VII, 2a. pars.
- Ardissonne, Fr., *Phycologia Mediterranea*, 1868, pars IIa.
- Areshoug, J. E., Sl gtena *Fucus* (L.) Decaisne et Thuret och *Pycnophycus* K utz. jemte tillh rande arter, Botaniska Notiser, 1868.
- B guinot, A., La vita delle piante nella Laguna e nei lidi di Venezia. Atti della XXVI. Riunione della Soc. Ital. per il progresso delle Scien. 1937. Venezia.
- Berthold, G.,  ber die Verteilung der Algen im Golf von Neapel. *Mittel.* aus der zool. Station zu Neapel, 1882, 3, p. 393.
- Berthold, G., Beitr ge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen, *Jbch. f. wiss. Bot.* 1882, 13, p. 569.
- Biebel, R., Trockenresistenz und osmotische Empfindlichkeit der Meeresalgen verschieden tiefer Standorte. *Jbch. f. wiss. Bot.* 1938, 86, p. 350.
- Br ckner, E., Die erste Kreuzungsfahrt S. M. S. »Najade« in der Hochsee der Adria, 25. II.—7. III. 1911. *Mittel.* der k. k. geograph. Gesellsch. 1911, Heft 4.
- Br ckner, E., Die dritte Terminfahrt S. M. S. »Najade« in der Hochsee der Adria, 16. VIII.—15. IX. 1911. *Mittel.* k. k. geograph. Gesellsch. 1912., Heft 1. u. 2.
- Czurda, V.,  ber die Begriffe »Typus« und »Variabilit t« in der Systematik der Algen. *Beihefte zum Bot. Centralbl.* 1935, 53, Abt. A.
- Delf, E. M., Experiments with the stipes of *Fucus* and *Laminaria*. *Journ. Exper. Biol.* 1932, 9, p. 300.
- De Toni, & Levi, *Algarum Zanardini*.
- De Toni, G. B., *Sylloge Algarum*, 1895, Padova, III. *Fucoideae*.
- Donati, V., *Della Storia Naturale Marina dell'Adriatico*, 1750, Venezia.
- Ercegovic, A., Wellengang und Lithophytenzone an der ostadriatischen K ste. *Acta Adriatica*, 1934, 1. No. 3.
- Ercegovic, A., T mperature, salinit , oxyg ne et phosphates dans les eaux c ti res de l'Adriatique orientale moyen. *Acta Adriatica*, 1934, 1. No. 5.
- Ercegovic, A., Ispitivanja hidrografskih prilika i fitoplanktona u vodama Boke Kotorske u jeseni 1937. *Godišnjak Oceanografskog instituta*, 1938, 2. p. 91.
- Ercegovic, A., Weitere Untersuchungen  ber einige hydrographische Verh ltnisse und  ber die Phytoplanktonproduktion in den Gew ssern der  stlichen Mitteladria. *Acta Adriatica*, 1940, 2, No. 3.

Fritsch, F. E., Observation on the anatomical structure of the Fucales. *New Phytologist*, VII. 44/1, 1945.

Forti, A. Description de plusieurs formes de *Fucus virsoides* de l'Adriatique. Recueil de travaux cryptogamiques dédiés à Louis Mangin. Laborat. de Cryptog. Mus. nation. Hist. nat. 1931, Paris.

Funk, G., Die Algenvegetation des Golfes von Neapel. *Pubbl. della Staz. Zool. di Napoli* 1927, 7, Supplemento.

Gardner, N. L., The genus *Fucus* on the Pacific Coast of North America. University of California Publications in Botany, 1922, 10, No. 1.

Gavazzi, A., Sandor, F., Senoa, M. O 1. i 2. naučnom istraživanju Jadranskog Mora godine 1913. A. Hidrografski odio. Prirodosl. istraž. Hrvat. i Slav., 1914, Zagreb, sv. 5.

Ginani, G., Opere postume, 1757, Venezia, I.

Goodenough, S. & Woorward, T. J. Observations on the British Fuci, with particular Descriptions of each Species. *Transactions of Linnean Society*, 1795, London, III.

Goor, A. C. J. Die holländischen Meeresalgen, 1923, Amsterdam.

Grubb, V. M., Marine algal ecology and exposure factor at Peveril Point Dorset. *Journ. of Ecology*, 1936, 24, p. 392.

Grund, A., Die Entstehung und Geschichte des Adriatischen Meeres. *Geograf. Jahresbericht aus Österreich*, 1907, 6. Jg.

Grund, A., Bericht über die zweite Kreuzungsfahrt S. M. S. »Najade« in der Hochsee der Adria. 16. V.—4. VI. 1911. Bericht über die hydrographische Arbeiten. *Mitteil. der k. k. geograph. Gesellsch.* 1911, Heft 9, p. 10.

Hansteen, B., Über das Fucosan als erstes scheinbares Produkt der Kohlensäureassimilation bei Fucoiden. *Jbch. f. wiss. Bot.* 1900, 35, p. 611.

Hansteen, B., Studien zur Anatomie und Physiologie der Fucoiden. *Jbch. f. wiss. Bot.* 1893, 24, p. 317.

Hauck, F., Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs. Rabenhorst's Kryptogamenflora, 1885, Leipzig, II.

Kjellman, F. R., Phaeophyceae (Fucoidae) in Engler-Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, I. Teil, II. Abt.

Kniep, H., Beiträge zur Keimungsphysiologie und Biologie von *Fucus*. *Jbch. f. wiss. Bot.* 1907, 44, p. 635.

Kniep, H., Über das spezifische Gewicht von *Fucus vesiculosus*. *Ber. d. d. Bot. Ges.* 1907, 25, p. 86.

Küster, E., Über Vernarbungs- und Profilkationserscheinungen bei Meeresalgen. *Flora*, 1899, 86, p. 143.

Küster, E., Normale und abnormale Keimungen bei *Fucus*. *Ber. d. d. Bot. Ges.*, 1906, 24, p. 522.

Kützing, F. T., *Species algarum*, 1894, Leipzig.

Kützing, F. T., *Phycologia generalis*, 1894.

Kützing, F. T., *Tabulae phycologicae*, 1860, Nordhausen, X.

Kylin, H., Zur Kenntnis der Algenflora der norwegischen Westküste. *Arkiv för Botanik*, 1910, 10, No. 1.

Kylin, H., Über die Inhaltkörper der Fucoiden. *Arkiv för Botanik*, 1911, 11, No. 5.

Kylin, H., Über die Fucosanblasen der Phaeophyceen. *Ber. d. d. Bot. Ges.*, 1918, 36, p. 10.

Kylin, H., Zur Entwicklungsgeschichte der Ordnung Fucales. *Svensk. Botanisk. Tidskrift.*, 1940, 34, H. 4, p. 301.

Lami, R., Sur quelques Fucacées de la côte du Portugal et leur repartition. *Boletim da Sociedade Broteriana*, 1938—39, 13, 2a, Série, p. 177.

Le Touze, M. H., Contribution à l'étude histologique des Fucacées. Revue gen. de Bot., 1912, 24, p. 33.

Linardić, J., Prilog poznavanju geografskog rasprostranjenja ja-dranskog fukusa — *Fucus virsoides* (Don.) J. Ag. — Godišnjak Oceanografskog instituta, 1940, Split, II, p. 115.

Lorenz, J. R., Physikalische Verhältnisse u. Verteilung der Organismen im Quarnerischen Golfe, 1863, Wien.

Marchi, L., Risultati fisico-chimici delle prime cinque crociere Adriatiche (Agosto 1901 — Febbraio 1911) R. Comitato Talassografico Italiano, 1911, Venezia.

Meneghini, G., Alghe italiane e dalmatiche, 1842, Padova, Fasc. II, p. 100.

Migula, W., Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Rabenhorst's Kryptogamenflora, 1909.

Naccari, F. L. Algologia adriatica, 1829, Bologna.

Nienburg, W., Die Konzeptakelentwicklung bei den Fucaceen. Zeitschrift, f. Bot. 1913, 5, p. 1.

Nienburg, W., Die Besiedelung des Feststrandes und der Klippen von Helgoland, 1925, 15, p. 19.

Nordhausen, M., Über die Haarbildungen der Fasergrübchen und Konzeptakeln von *Fucus vesiculosus*. Ber. d. d. bot. Ges., 1910, 28, p. 288.

Oltmanns, Fr., Beiträge zur Kenntnis der Fucaceen. Bibliotheca botanica, 1889, Heft No. 14.

Oltmanns, Fr., Morphologie und Biologie der Algen, 1922, Jena I—III.

Piccone, A., Note sulle Fucologiche, I. Il *Fucus vesiculosus* L. vive spontaneo in Liguria? Notarisa, 1889, 4.

Rees, T. K., A note on the longevity of certain species of the Fucaceen. Ann. of Bot., 1932, 46, p. 1062.

Reinke, J., Beiträge zur Kenntnis der Tange. Jbch. f. wiss. Bot., 1876, 10, p. 317.

Resühr, B., Über den Bau und den Öffnungsmechanismus der Fucusoogonien. Flora 1934—35, 129 (N. F. 29.), p. 336.

Richard, J., Les aérocytes et les boursoufflures des Fucus. Rev. algol., 1925, II, p. 136.

Sauvageau, C., Sur deux Fucus récoltés à Arcachon. Société scientifique d'Arcachon. 1923, Bordeaux.

Sauvageau, C., Sur le passage de conceptacles aux cryptes pili-fères de Fucacées. Compt. rend. des séanc. de la Soc. de Biologie de Bordeaux, 1911, 71.

Schiffner, V., Meeresalgen aus Süd-Dalmatien (Gesammelt von F. Berger) Österr. Bot. Zeitschr. 1933, 82, p. 283.

Schiffner, V. & Vatoa A., Le alghe della Laguna di Venezia. Estratto della Monografia »La Laguna di Venezia«; 1937, Vol. III., Parte V., Tomo IX., Venezia.

Schiller, J., Zur Frage der Gezeitenwirkung auf die emergierenden Algen. Planta (Arch. f. wiss. Bot.), 1928, 6, p. 535.

Schreiber, E., Die Fruktifikationszeiten und die Bedingungen der Gametenentleerung bei *Fucus serratus*. Zeitschr. f. Bot. 1930, 23, p. 273.

Sterneck, R., Das Fortschreiten der Flutwelle im Adriatischen-Meere. Sitzungsber. d. kais. Akad., d. Wiss. Math.-naturwiss. Kl. 1908, Abt. IIa, 117, p. 151.

Stocker, O. & Holdheide, W., Die Assimilation Helgoländer Gezeitenalgen der Ebbezeit. Zeitschr. f. Bot. 1937, 32, p. 1.

Stomps, Th. J., Etudes topographiques sur la variabilité des *Fucus vesiculosus* L., *platycarpus* Thur. et *ceranoides* L. Rec. Inst. bot. Leo Errera (Univ. Bruxelles), 1911, 8, p. 325.

Techet, K., Über die marine Vegetation des Triester Golfes. Abh. d. k. k. zool.-bot. Ges. in Wien, 1906, 3.

Thuret, G., & Bornet, E., Etudes phycologiques. 1878, Paris.

Turner D., Fuci or colored figures and descriptions of plants referred by botanists to the genus *Fucus*, 1809, London, 2.

Vatova, A., Compendio della Flora e Fauna del Mare Adriatico presso Rovigno. R. Comit. Talassograf. Ital. Mem., 143.

Vatova, A., Osservazioni sul regime termico dell'Adriatico presso Rovigno nel 1930—31. Note dell'Ist. Italo-germ. di Biologia marina di Rovigno d'Istria, 1933, No. 9.

Vouk, V., O istraživanju fitobentosa u Kvarnerskom zavalju. Prirodosl. istraž. Hrvat. i Slav., 1914, 2, p. 20.

Vouk, V., Morska vegetacija Bakarskog zaliva. Prirodosl. istraž. Hrvat i Slav., 1915, 6, p. 1.

Vouk, V., Prirodoslovna istraživanja sjevernodalmatinskog otočja I. Dugi i Kornati. Morske alge. Prirodosl. istraž. Kraljevine Jugosl., Jugoslav. akad. znan. i umjet., 1930, 16.

Vouk, V., Istraživanja morske vegetacije okoline Splita, Ljetopis jugosl. akad. znan. i umjet., 1930—31, Knjiga 44.

Vouk, V., Bilješke o jadranskom fukusu — *Fucus virsoides* (Don.) J. Ag. Godišnjak Oceanografskog instituta, 1938, Split, sv. I.

Vouk, V., Kardinalne točke života. Rad. Jugosl. akad., 263, 139—148 (1938.)

Wolf, J., Beobachtungen und Messungen der Temperatur des Salzgehaltes der Farbe und Durchsichtigkeit des Wassers in der nördlichen Adria ausgeführt im Winter, 1901. (Aus dem Nachlasse von Prof. J. Luksch). Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-Naturw. Kl. 1903, CXII, Abt. IIa.

Zanardini, J., Synopsis algarum in mari Adriatico huiusque collectarum, 1841, Taurini.

