**PRIMARNA PRODUKCIJA**

Izvor energije potrebne za život na Zemlji je Sunce.

Energija Sunčevog zračenja unosi se u biosferu procesom **fotosinteze**.

To je fizičko – kemijski proces u kojem fotosintetski organizmi (biljke,

alge i neke bakterije) koriste Sunčevu energiju za sintezu organskih

spojeva.

Proces fotosinteze uključuje transpotrt elektrona, fotofosforilaciju

i sintezu ugljikohidrata.

6 CO**2** + 6 H**2**O - > C**6**H**12**O**6** + 6 O**2**

Glavninu primarne proizvodnje u morskim ekosustavima obavlja

fitoplankton.

Primarna produkcija u moru ovisi o kvaliteti i

intenzitetu svjetla; količini hranjivih tvari, ugljika i elemenata u

tragovima; biomasi i aktivnosti primarnih producenata te o

nespecifičnim uvjetima kao što su temperatura i gibanje vode.

Primarna proizvodnja može se mjeriti na više načina.

Za mjerenje promjena u količini kisika koristi se metoda tamne i svijetla boce, a za mjerenje ugradnje ugljika koristi se metoda sa radioaktivnim izotopom ugljika (**14**C) pri čemu se također koriste tamna i svijetla boca.

METODE PROUCITI U SKRIPTI ZA BOTANIKU!

OSNOVNE ZNAČAJKE ALGA

Alge spadaju u kraljevstvo Protista.

Zajedničke ekološko-fiziološke osobine alga su:

1. većinom su autotrofi, fotosintezom proizvode organske spojeve

ugljika,

2. većina ih živi u vodenim ekosustavima,

3. uglavnom su manje i jednostavnije od kopnenih biljaka

Postoje, naravno, iznimke u sva tri slučaja (osim autotrofi mogu biti i heterotrofi ili miksotrofi; pojavljuju se i u kopnenim ekosustavima; neke alge su velikih dimenzija). Ovako općenite zajedničke osobine omogućuju nam da u skupinu alga uvrstimo i modrozelene alge (cijanobakterije) koje, iako su prokarioti, imaju zajedničke osobine sa drugim, eukariotskim, algama.

ODJEL CYANOPHYTA

Modrozelene alge (Cyanophyta) su najstarija skupina autotrofnih organizama.

Strukturalno sliče bakterijama, a fiziološki algama. Imaju niz primitivnih oznaka: prokariotska stanica, ni u jednom stadiju života nemaju pokretnih oblika, vegetativni način razmnožavanja.

Stanična stijenka je višeslojna - vanjski dio građen je od pektina, unutrašnji od hemiceluloze, a uz staničnu membranu nalazi se sloj mureina. S vanjske strane stanice je sloj od lipopolisaharida i sluzi. Sloj galerte oko stanice služi za zaštitu (npr. od isušivanja).

Vanjski dio stanice je obojen i naziva se kromatoplazma. Kromatoplazma sadrži koncentrično poredane tilakoidne membrane koje od protoplazme nisu odvojene posebnom membranom (to nije plastid). Za te tilakoide vezana su zrnca, fikobilisomi, u kojima se nalaze pigmenti (klorofil a, fikobilini i karotenoidi). Modrozelene alge imaju svojstvo kromatske adaptacije - prevladavaju pigmenti u ovisnosti o valnoj duljini svjetlosti (npr. uz površinu mora ima najviše crvene svjetlosti pa su alge uglavnom modre, dok su u dubini crvene jer tamo ima više modre svjetlosti).

Unutrašnji dio stanice je neobojen i naziva se centroplazma. U centroplazmi je smještena molekula DNA koja predstavlja nukleoid (to nije jezgra).

Rezervna tvar u stanici je cijanoficejski škrob, zatim polifosfatna (volutinska) zrnca, cijanoficinska zrnca i poliedrična tjelešca.

Vegetativno se razmnožavaju diobom (jednostanične vrste) i hormogonijom – kidanjem dijela niti (nitaste vrste). Neke vrste mogu stvarati spore – hormociste (trajne spore) i akinete (nepokretne spore). Spolno razmnožavanje nije dokazano.

**ODJEL CHLOROPHYTA**

Među planktonskim vrstama mogu se razlikovati pojedinačne nepokretne okrugle ili ovalne stanice (kokoidni talus), pojedinačne pokretne stanice (pokreću se pomoću bičeva), pojedinačne stanice povezane sluzavim omotačem (palmeloidni talus) i kolonijalni flagelati. Zelene alge prisutne su i u

bentoskim zajednicama, a vrste s diferenciranim talusom izgledom podsjećaju na više biljke. Kod najnaprednijih vrsta s visoko diferenciranim talusom dolazi i do začetaka tkiva (npr. Slatkovodne alge rodova Chara i Nitella).

Smatra se da su više biljke evoluirale upravo iz odjela zelenih algi.

Stanična stijena građena je od celuloze, a kod vrsta koje nemaju celuloze na površini je galerta, organske ljuske ili uklopine CaCO**3**.

U kloroplastima, koji mogu biti raznih oblika (peharasti, pločasti, okrugli, mrežasti, kolutasti) su osim klorofila prisutni i karotenoidi (lutein, β-karoten i dr.). Unutar lamela kloroplasta nalazi se pirenoid. Oko proteinske jezgre pirenoida stvaraju se pločaste naslage škroba koje predstavljaju rezervnu tvar.

Nespolno se razmnožavaju fragmentacijom kolonija, zoosporama, aplanosporama i autosporama. Zoospore imaju bičeve za pokretanje, a proizvode ih najčešće vegetativne stanice, rijetko specijalizirani sporangiji. Aplanospore su nepokretne spore bez bičeva. Autospore su aplanospore istog oblika kao stanica majka.

Spolno razmnožavanje je izogamija, anizogamija i oogamija. Ako se gamete ne stvaraju u specijaliziranim stanicama radi se o izogamiji (muške i ženske gamete jednake) ili anizogamiji (muške i

ženske gamete se razlikuju). U slučajevima kada se gamete stvaraju u gametangijima riječ je o oogamiji. Gamete mogu biti pokretne, s bičevima (zoogamete) ili nepokretne, bez bičeva (aplanogamete).

Poseban oblik spolnog razmnožavanja -konjugacija zabilježen je kod nekih nitastih

oblika zelenih alga

Pri tome dolazi do približavanja dviju niti između kojih se stvaraju konjugacijski mostovi kroz koje se

izmjenjuje genski materijal.

Za ovaj odjel također je važna izmjena generacija – izmjena spolne (gametofit) i nespolne (sporofit) generacije. Izmjena generacija može biti može biti izomorfna (gametofit i sporofit izgledaju isto) ili heteromorfna (gametofit i sporofit se razlikuju).

**ODJEL EUGLENOPHYTA I DINOPHYTA**

*ODJEL EUGLENOPHYTA*

U odjel Euglenophyta pripadaju eukariotski mikroorganizmi koji

mogu biti autotrofi, miksotrofi, saprofiti ili fagotrofi.

Stanice Euglenophyta na prednjem dijelu tijela imaju uvrnuće plazmaleme (ampulla) iz kojeg izlaze dva biča. Ampula se sastoji od kanala i ždrijela (cytopharinx) u koje se otvara kontraktilna vakuola.

Prednji bič je veći i zove se pantonema. Drugi bič je manji i okrenut

prema natrag.

Na površini stanice je pelikula (modifikacija periplasta) u obliku

elastičnih vrpci koje spiralno obavijaju stanicu. Pelikula leži neposredno ispod plazmaleme, a ispod pelikule se nalaze vezikule koje izlučuju sluz.

Kao fotoreceptor služi očna pjega (stigma) koja se nalazi izvan

kromatofora.

Važniji pigmenti prisutni kod predstavnika ovog odjela su klorofil a i b, zeaksantin i neoksantin. Rezervna tvar nalazi se u citoplazmi u obliku paramilumskih pločica koje okružuju pirenoide izrasle iz kloroplasta.

Vrste iz ovog odjela se razmnožavaju uzdužnom diobom stanica,

a spolni rasplod je nepoznat.

Tri najvažnija reda, koji obuhvaćaju autotrofne i miksotrofne

vrste su: Heteronematales, Eutreptiales i Euglenales.

*ODJEL DINOPHYTA*

Predstavnici odjela Dinophyta su uglavnom morski organizmi, i to planktonske, bentoske, epifitske, parazitske i simbiontne vrste.

Nemaju staničnu stjenku već se kod njih na površini stanice nalazi modifikacija periplasta (amfijezma). Ako je amfijezma tvrda naziva se oklop ili teka pa su takvi dinofiti tekatni. Vrste čije stanice nemaju celulozne ploče nazivaju se netekatnim (atekatnim) ili golim vrstama. Mlade stanice na površini imaju plazmalemu, ispod koje se nalaze plosnate vezikule u kojima se, kod tekatnih oblika, stvaraju celulozne ploče.

Prednji ili gornji dio stanice (ephiteca kod tekatnih ili epiconus kod atekatnih vrsta) nalazi se iznad poprečne brazde (cingulum).

Stražnji, donji dio stanice (hypoteca kod tekatnih ili hypoconus kod atekatnih vrsta) se nalazi ispod poprečne brazde. Uzdužna brazda nazive se sulcus. Spojevi celuloznih ploča kod tekatnih vrsta nazivaju se suture. S ventralne strane stanice izlaze dva biča (undulipolija) -transverzalani i longitudinalni.

U tom području otvaraju se puzule – razgranat sistem vakuola koje se ne kontrahiraju, a služe za

osmoregulaciju i ekskreciju.

**ODJEL CHRYSOPHYTA**

Nazivaju se još i zlatno-smeđe alge, jer sadrže žućkastozelenkaste i žućkasto-smeđe plastide. Pigmenti prisutni u vrsta ovog odjela su klorofil a, c**1**, c**2**, c**3** i karotenoidi (vaucheriaksantin,

fukoksantin i dr.).

Pokretne stanice imaju dva vršna biča, dok vrste s ameboidnim

stanicama nemaju bičeva.

Stanična stijenka, ako je prisutna, građena je od pektina i celuloze, uz mogućnost silifikacije.

 Rezervna tvar je krizolaminarin koji je otopljen u posebnim vakuolama, škroba nema, a na pirenoidima nema naslaga rezervne tvari. Nespolno se razmnožavaju zoosporama (pokretne spore), aplanosporama (nepokretne spore) i stratosporama (trajni stadiji za dugo preživljavanje nepovoljnih uvjeta).

 Spolno razmnožavanje je izogamija, anizogamija i oogamija (stvaranje gameta u gametangijima).

Odjel Chrysophyta ima devet razreda.

*RAZRED DIATOMEAE*

Jednostanične, ponekad kolonijalne vrste, koje dolaze u sastavu planktona ili perifitona.

 Stanice su bez stanične stjenke, a okružene su “kućicom” (frustulum) od

amorfnog i netopljivog opala (SiO2×H2O).

Kućica se sastoji od dvije “ljušturice” (thaecae) koje se preklapaju poput kutije i poklopca – gornja “ljušturica” (epithaeca) preklapa donju “ljušturicu” (hypothaeca).

Svaka ljušturica sastoji se od valve (epivalva i hypovalva) i pojasa (mantellum). Pojas čine kopule (copulae) i pleure (pleurae) koje se tijekom rasta mogu umnožavati.

Na ljušturici mogu nastati zadebljanja od dodatnih naslaga silicija, a nazivaju se rebra (costae). Kod nekih vrsta postoji kružna formacija (anulus) od koje radijalno idu rebra, dok kod drugih postoji jedno zadebljalo rebro (sternum) od kojeg se dalje šire ostala rebra. Duž sternuma se proteže uzduži prorez (rapha).

Unutar valve postoje izdužene šupljine (alveoli). Između rebara nalaze se otvori (areolae) koji mogu biti jednostavne ili složene građe.

Nastanak “ljušturice”: mlada stanica je obavijena periplastom. Ispod plazmaleme periplasta nalaze se vezikule u kojima se sintetizira amorfni i netopljivi opal (SiO**2**×H**2**O) iz topljivog silicija koji je u moru prisutan u obliku ortosilicijeve kiseline (H**2**SiO**4**).

Naslaga kremena u vezikulama se povećava i izbija na vanjsku stranu stanice, plazmalema i vanjske membrane vezikula nestaju, a unutrašnje membrane vezikula preuzimaju ulogu plazmaleme. Na taj način kremen na kraju obavije čitavu stanicu.

U sredini stanice nalazi se jezgra, koja sadrži više nukleolusa. Među pigmentima su prisutni klorofil a, c**1** i c**2** s karakterističnim karotenoidom fukoksantinom.

Krizolaminarin, volutinska zrnca, kapljice ulja i polifosfatne granule skladišta su rezervne tvari.

Evolucijski napredak predstavljaju diploidne vegetativne stanice, po čemu se razlikuju od drugih jednostaničnih alga. Stanice se uvijek dijele u valvalnoj ravnini, tako da epiteka ostaje, a hipoteka se iznova stvara.

Nespolno se razmnožavaju silificiranim statosporama koje nastaju iz središnjeg dijela protoplatsa i karakteristična su oblika.

Često se zovu hypnospore, endociste, ciste ili trajne spore. Spolni rasplod je oogamija (kod centrica) i izogamija ili anizogamija (kod penata). Stvaranju gameta prethodi mejoza.

Ženske spolne stanice su nepokretne, a jedine pokretne stanice alga kremenjašica su muške gamete. U ovom razredu karakteristična je izmjena spolnog i nespolnog ciklusa. Nakon oplodnje nastaje diploidna zigota obavijena opnom (perizonium). Povećanjem zigote nastaje diploidna auksospora sa stijenkom od silicija.

Klijanjem te auksospore izrastu diploidne stanice, koje se dalje mitotički dijele i

pri svakom dijeljenju se smanjuju. Nakon 2-5 mjeseci (oko 120-270 generacija) započinje, uz mejozu, gametogeneza i odigrava se gametogamija.

Fosilne dijatomeje poznate su iz razdoblja jure i krede.

 U tercijaru i diluviju prisutne su u velikim količinama i stvaraju debele naslage kremene zemlje.

Dva su reda u razredu Diatomeae: Biddulphiales (Centrales) i

Bacillariales (Pennales).

**MORSKE CVJETNICE**

Morske cvjetnice (“morske trave”) taksonomski pripadaju u razred Liliatae (Monocotyledonae) – jednosupnice.

Poznato je oko 30 vrsta morskih cvjetnica, a najčešće su u tropskim morima.

To su potpuno submerzne (cijela biljka je ispod površine vode) morske biljke. Glavni korijen vrlo brzo odumire te ga zamjenjuje brojno adventivno korijenje (rizomi) koje omogućuje širenje populacije po morskom dnu.

Iz rizoma izlaze korjenčići koji se učvršćuju u sedimentu. Na reduciranoj stabljici sjede listovi bez

peteljke.

Listovi su jednostavni, cjelovita ruba, linealni i imaju pravilnu uzdužnu nervaturu. Krajem jeseni otpadaju zbog smanjene osvjetljenosti, a opadanje lišća ostavlja na rizomima karakteristične ožiljke.

Cvjetovi su dvospolni, imaju 1 prašnik i 1 plodni list. Redukcija u građi cvijeta povezana je s načinom razmnožavanja - prijelaz od entomofilije (razmnožavanje uz pomoć kukaca) na anemofiliju

(razmnožavanje pomoću vjetra) i konačno hidrofiliju (razmnožavanje pomoću vode). Razmnožavaju se stvaranjem končastog peluda koji vodom dolazi do tučka specijaliziranog za primanje takvog peluda.

Nakon oplodnje, sjemenka se obavija membranom u kojoj su prisutna zrnca s klorofilom. Zbog fotosintetske aktivnosti unutar kapsule sjemenke nastaje mali mjehurić kisika koji olakšava vodoravno širenje sjemenki. Zbog stalnog porasta pritiska (povećanje volumena kisika) kapsula se rasprsne i sjemenka pada na dno. Plod je jednosjemeni orah.

Nespolno razmnožavanje obavlja se komadanjem rizoma i prenošenjem otkinutih komadića u nova staništa pomoću morskih struja.

Zajednice morskih cvjetnica imaju važnu ulogu u morskim ekosustavima: vežu čestice supstrata i sprječavaju eroziju. Morske cvjetnice su uz to nezamjenjiva staništa mnogim morskim organizmima pa su uz njih vezani životni ciklusi mnogih riba i morskih beskralježnjaka, a neki se njima i hrane.

U Jadranskom moru česta je zaštićena vrsta Posidonia oceanica

– voga, koja je dom i hrana mnogim morskim organizmima. To je najveća Sredozemna cvjetnica koja dostiže visinu listova i preko 1 m, a velika naselja nalaze se od 5 do 50 m dubine. Ispod 10 m dubine je izrazito dominatna vrsta, pa je stoga karakteristična vrsta infralitorala. Česta je u čistim oligotrofnim područjima s malom sedimentacijom.

 Zostera marina i Z. noltii su dominatne cvjetnice na područjima delta rijeka. Rastu na pjeskovito-muljevitim plitkim dnima, nikad dublje od 10 m.

Cymodocea nodosa je vrsta s karakterističnim, do 30 cm dugim i uskim listovima. Raste u plićacima pjeskovitih mirnih uvala i kanala, a podnosi i zagađenija područja. Česta je u području ušća rijeke Neretve.