



Univerza v Mariboru

*Fakulteta za naravoslovje in
matematiko*

Študijski program: IZOBRAŽEVALNA BIOLOGIJA

Predmet:

OSNOVE SISTEMATSKE BOTANIKE

Predloge predavanj
(poglavja do semenk)

MARIBOR, februar 2011

doc. dr. Sonja Škornik

Uvod

- ◆ **Sistematika:** znanost o biotski pestrosti in zgodovini razvoja te pestrosti.
- ◆ **Filogenija:** proučuje evolucijsko zgodovino vrst
- ◆ **Taksonomija:** del sistematike, ukvarja z odkrivanjem, opisovanjem, poimenovanjem in uvrščanjem (klasifikacijo, rangiranjem) organizmov
- ◆ **Klasifikacija:** a) uvrščanje org. v sistem na osnovi podobnosti ali razlik; b) oblikovanje logičnega hierarhičnega sistema za razvrščanje organizmov.
- ◆ **Identifikacija:** ugotavljanje pripadnosti organizma določeni že klasificirani skupini.
- ◆ **Takson:** katerakoli imenovana skupina v sistemu, pojem se nanaša na nek določen hierarhični nivo.

◆ Pomen in cilji SISTEMATIKE in TAKSONOMIJE.

- ◆ Sorodne vede: - mikrobiologija, algologija, mikologija, briologija, lihenologija, dendrologija,
 - palinologija, fitocenologija, paleobotanika, fitogeografija,
 - arheobotanika, etnobotanika, agrostologija, orhidologija,

● Razvoj klasifikacije in sistemov:

Zgodnji začetki, antika: predzgodovinsko obdobje,

4.st.p.n.št.-1.st.n.št.: Aristotel, Teofrast, Dioskorid

Srednji vek, herbalisti

16.-18.st.: začetki kompleksnejših sistemov: A.Cesalpino,

J. in G. Bauhin, J.P. de Tournefort, John Ray

Obdobje Linnéja: Carel von Linné (1707-1778)

} **umetni sistemi**

19.st.: po Linnéjevski klasifikacija: M. Adanson, A.L.de Jussieu, de Candolle,

G.Bentham & Hooker

} **naravni sistemi**

A.W.Eichler, A. Engler & K.Prantl, R.Thorne & A.Cronquist, A.Takhtajan, R.Dahlgren

↓
filogenetski sistemi: povezovanje klasifikacije z evolucijo; podatki o genetiki, ekologiji, anatomiji, kemiji, fiziologiji, biokemiji,.. študij fosilov + intuicija;

filogenetsko drevo: filogram, ultrametrično drevo; monofiletski (kladi), parafiletski, polifiletski taksoni.

● Metode klasifikacije:

a. tradicionalne: klasifikacija organizmov in njihove filogenetska razmerja ugotovljena na podlagi zunanjih značilnosti;

b. moderne (20.st): **Numerična taksonomija:** Veja v taksonomiji, ki uporablja matematične metode za ugotavljanje razlik in podobnosti med taksoni. Temelji na ideji, da s povečanjem števila značilnosti, ki jih opazujemo na organizmih, narašča točnost, s katero lahko ugotovimo sorodnost med njimi. Primerna predvsem za nižje taksone. Rezultati prikazani v obliki DENDROGRAMA (=fenograma).

Molekularna sistematika: Omogočajo primerjavo organizmov na molekularnem nivoju. Npr. določitev zaporedja amino kislin v proteinih ter nukleotidov v nukleinskih kislinah DNA in RNA.

● Znanstveno poimenovanje rastlin

- Dvoimensko (dvojno) poimenovanje – binarna (=binomska) nomenklatura

Mednarodni kodeks botanične nomenklature (ICBN)

Sistematski (taksonomski) nivoji (enote)

Osnovni: **kraljestvo** – *regnum* (-ota)
deblo – *phyllum* (A, R: -phyta; G:-mycota)
razred – *classis* (A:-phyceae; G:-mycetes;R:-atae,-opsida)
red – *ordo* (-ales)
družina – *familia* (-aceae)
rod – *genus*
vrsta – *species* (ime = rod + vrstni pridevek)

↓
binarna (=binomska) nomenklatura

Vmesni: **poddeblo** (-A,R: phytina, G:-mycotina), **podrazred**, **nadred**, **poddružina**, **podvrsta**.
Ostali: **takson**, cesarstvo, organizacijski tip, nadkraljestvo.

Kraljestvo: danes najbolj v uporabi klasifikacija na **4** oz. **5 kraljestev** (R.H.Whittaker, 1969):
rastline, živali, glive, bakterije, protisti.

- Botanično delovanje na Slovenskem:

Nekdanji botaniki na Slovenskem

- **Pietro Andrea Mattioli** (1501-1577) je bil italijanski zdravnik in avtor znamenitih komentarjev k Dioskuridovim spisom. 12 let je preživel v Gorici in je bil prvi raziskovalec rastlinstva na naših tleh.
- **Carolus Clusius** (1526-1609) je začetnik znanstvene mikologije. Napisal je razpravo o gobah v Panoniji. V delu Rariorum aliquot Stirpium... Historia iz leta 1583 je opisal redkejšje cvetnice v Avstriji in Panoniji.
- **Janez Krstnik Flysser** je avtor najstarejšega znanega herbarija na Slovenskem (1696). Herbarij v obliki knjige hrani Prirodoslovni muzej Slovenije (LJM).
- **Ioannes Antonius Scopoli** (1723-1788) je bil prvi idrijski zdravnik in naravoslovec, ki je raziskoval kranjsko rastlinstvo. Leta 1760 je izšla 1. izdaja dela Flora carniolica, leta 1772 pa 2. izdaja, ki je temelj slovenske floristike.
- **Franc Xaver Wulfen** (1728-1805) je bil naravoslovec, ki je živel tudi v Gorici in v Ljubljani. Po njegovi smrti je izšlo njegovo najpomembnejše delo Flora norica phanerogama (1858), ki sodi med klasična floristična dela slovenskega ozemlja.
- **Balthasar Hacquet** (1739 ali 1740-1815) je bil naravoslovec, nekaj let idrijski zdravnik in profesor na ljubljanskem liceju. Njegovo najpomembnejše floristično delo je knjiga Plantae alpinae carniolicae (1782), v katerem je opisal nekaj novih vrst. Njegov herbarij hrani Prirodoslovni muzej Slovenije (LJM).
- **Karel Zois** (1756-1799) se je ukvarjal predvsem z raziskovanjem alpskega rastlinstva. Ohranili so se rokopisni zapiski z njegovih botaničnih ekskurzij in herbarij, ki ga hrani Prirodoslovni muzej Slovenije (LJM).
- **Franc de Paula Hladnik** (1773-1844) je leta 1810 ustanovil Botanični vrt v Ljubljani. Raziskoval je kranjsko rastlinstvo in strokovno sodeloval z vsemi tedanjimi vidnejšimi evropskimi botaniki. Zbral je herbarij, ki ga hrani Prirodoslovni muzej Slovenije (LJM).
- **Žiga Graf** (1801-1839) je bil farmacevt, kemik in botanik. Napisal je več prispevkov o kranjskem rastlinstvu in zbral herbarij, ki ga hrani Prirodoslovni muzej Slovenije (LJM).

- **Henrik Freyer** (1802-1866) je bil prvi kustos takratnega Deželnega muzeja v Ljubljani, vsestranski naravoslovec, ki se je ukvarjal tudi z botaniko. Zbral je slovenska imena rastlin in zbral herbarij, ki ga hrani Prirodoslovni muzej Slovenije (LJM).
- **Andrej Fleischmann** (1804-1867) je bil botanik in vrtar v Botaničnem vrtu v Ljubljani. Napisal je delo *Übersicht der Flora Krain's* (1844).
- **Muzio de Tommasini** (1794-1879) je bil tržaški botanik in upravni uradnik. Raziskoval je rastlinstvo tedanjega avstrijskega Primorja od grebenov Julijskih Alp do Kvarnerskih otokov.
- **Valentin Plemel** (1820-1875) je leta 1862 izdal bogate *Prispevke h kranjski flori* (*Beiträge zur Flora Krains*). Zbral je herbarij, katerega večino hrani Prirodoslovni muzej Slovenije (LJM), manjši del pa je v univerzitetni zbirki (LJU). Prvi je pisal slovenske herbarijske listke.
- **Karel Dežman** (1821-1889) je bil kustos Kranjskega deželnega muzeja, ukvarjal se je tudi z botaniko in zbral herbarij, ki ga hrani Prirodoslovni muzej Slovenije (LJM). Pisal je o pojavljanju alpske flore v nižini, o adventivnih rastlinah in o naših barjih.
- **Ivan Tušek** (1835-1877) je postavil temelje naravoslovnemu izrazoslovju v slovenskem jeziku. Leta 1864 je prevedel *Rastlinstvo*, prvi slovenski učbenik te vrste.
- **Wilhelm Voss** (1849-1895) je bil profesor naravoslovja na ljubljanski realki in prvi, ki se je na Kranjskem sistematično ukvarjal z glivami. Izdal je delo *Mycologia carniolica* (1889-1892). Njegov herbarij je v Prirodoslovnem muzeju Slovenije (LJM). Leta 1884 je izdal obsežno delo o zgodovini kranjske botanike (*Versuch einer Geschichte der Botanik in Krain*).
- **Eduard Pospichal** (1838-1905) je bil tržaški botanik. Njegovo najpomembnejše delo je *Flora des österreichischen Küstenlandes* (1897-1899).
- **Martin Cilenšek** (1848-1937) je bil gimnazijski profesor naravoslovja. V letih 1892-1896 je objavil delo *Naše škodljive rastline v podobi in besedi*.
- **Carlo Marchesetti** (1850-1926) je bil tržaški naravoslovec, botanik. Njegovo najpomembnejše botanično delo je *Flora di Trieste e de'suoi dintorni* (1896-1897).
- **August Hayek** (1871-1928) je bil zdravnik in botanik. Za Slovenijo sta pomembni njegovi deli *Flora von Steiermark* (1908, 1908-1914, 1956) in *Pflanzengeographie von Steiermark* (1923).
- **Günther Beck** (1856-1931) je bil botanik. Pomembna je njegova monografija *Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder* (1901) in delo *Vegetationsstudien in den Ostalpen I-III* (1906-1913), v katerem piše o razširjenosti sredozemskih, ilirskih, srednjeevropsko-alpskih in pontskih rastlin v Posočju, ob Savi in na Koroškem.
- **Alfonz Paulin** (1853-1942) je napisal prvi izvorni slovenski učbenik za botaniko (1898). Vrsto let je bil vodja Botaničnega vrta v Ljubljani. V letih 1900-1936 je izdal eksikatno zbirko kranjske flore (*Flora exsiccata Carniolica*), v kateri je 2000 taksonov in ki je temelj sodobne slovenske floristike.
- **Ferdinand Seidl** (1856-1942) se je med drugim ukvarjal tudi z botaniko. Izdal je poljudno delo *Rastlinstvo naših Alp* (1918).
- **Fran Jesenko** (1875-1932) je bil svetovno znan genetik v začetku 20. stoletja. Na Univerzi v Ljubljani je organiziral botanični inštitut. Bil je prvi učitelj botanike na ljubljanski univerzi.
- **Rajko Justin** (1865-1938) je bil učitelj in botanik. Zbral je herbarij, ki ga hrani ljubljanska univerza (LJU). Napisal je sistematski prikaz rastlinstva na Vremščici (1904).
- **Gabrijel Tomazič** (1899-1977) je bil botanik in fitocenolog. Predaval je botaniko na ljubljanski univerzi. Pomembne so njegove razprave o združbah borovih gozdov v Sloveniji.
- **Angela Piskernik** (1886-1967) je bila botaničarka, ki je kot prva Slovenka doktorirala s področja bioloških ved. Njeno glavno delo je *Ključ za določanje cvetnic in praprotnic* (1941, 1951).
- **Franc Juvan** (1875-1960) je bil v letih od 1896 do 1960 vrtar v Botaničnem vrtu v Ljubljani. Bil je sodelavec Alfonza Paulina.
- **Leon Detela** (1902-1982) je bil biolog in gimnazijski profesor, ki je sam ali v soavtorstvu napisal več botaničnih učbenikov.
- **Jože Lazar** (1903-1975) je bil botanik algolog. Napisal je *Alge Slovenije* (1960) in *Razširjenost sladkovodnih alg v Sloveniji* (1975).
- **Erwin Aichinger** (1894-1985) je bil gozdar in fitocenolog. Pomembna je njegova monografija *Vegetationskunde der Karawanken* (1930), ki je prvo delo, ki obravnava del Slovenije po srednjeevropski metodi.

- **Maks Wraber** (1905-1972) je bil botanik in fitocenolog. Njegovo najpomembnejše delo je *Pflanzengeographische Stellung und Gliederung Slowenien* (1969).
- **Franc Sušnik** (1930-1996) je bil univerzitetni profesor. Ukvarjal se je z morfologijo in taksonomijo rastlin. Skupaj z A. Martinčičem sta objavila delo *Poznate strupene rastline?* (1961). V soavtorstvu in s sodelovanjem drugih botanikov pa sta napisala obe izdaji določevalnega ključa *Mala flora Slovenije* (1969, 1984).

Besedilo: [Nada Praprotnik](#)

Prokaryota - prokarioti (cepljivke)

- najmanjši (0.5 - 8 µm) in najpogostejši organizmi na Zemlji,
- encelične (koki, bacili, spirile); kolonijski (sarcine, diplokoki, streptokoki, stafilokoki).
- Značilnosti PROKARIOTSKE CELICE (= **PROTOCITE**):
 - celična stena: - ima jo večina predstavnikov, debela ~ 20 nm, daje obliko in čvrstost,
 - iz polimera peptidoglikana (=mureina),
 - grampozitivne, gramnegativne bakterije
 - nekatere izločajo na površino galertast ovoj (=kapsulo) iz polisaharidov in polipeptidov,
 - bički, **fimbriji**, **pili**,
 - jedrna ovojnica še ni oblikovana: krožna DNA = **nukleoid (genofor)**, **plazmidi**,
 - citoplazma: - ločena od c.s. z večplastno celično membrano,
 - vsebuje nukleotide, sisteme membran (=tilakoide), ribosome (70S), granule (polisaharidne, lipofilne, polifosfatne - rezervne snovi !),
 - organelov **NI**.
- PREHRANJEVANJE: - heterotrofne: fotoheterotrofne, kemoheterotrofne,
 - avtotrofne: fotoavtotrofne, kemoavtotrofne,
 - vezava zračnega dušika ($N_2 \rightarrow NH_3$).
- RAZMNOŽEVANJE:
 - spolno :- ni mitoze in mejoze,
 - nespolno: - celična delitev (=cepitev),
 - tvorba trajnih spor (=endospor),
 - paraseksualni procesi: **konjugacija**, **transdukcija**, **transformacija**.
- FILOGENIJA in SISTEMATIKA (molekularnobiološki, biokemični, fiziološki kriteriji) prokariotov: *zaradi stalnega dotoka novih izsledkov molekularnih sistematikov se sistem prokariotov ves čas spreminja*
 1. domena: **Evbakterije, bakterije (Bacteria)**
 2. domena: **Arhebakterije (Archaea)** (~ 80 vrst)

1. nadkraljestvo Evbakterije, bakterije (**Bacteria**)

Deblo **Proteobakterije**

Deblo **Klamidije**

Deblo **Spirohete**

Deblo **G+ bakterije**

Deblo Cianobakterije, modrozeleni cepljivke, modrozeleni »alge«, Cyanobacteria
(=Cyanophyta) (~ 2000 vrst)

- ◆ sorodnost MZC z bakterijami: protocita, peptidoglikan, vezava zračnega N_2 (v **heterocistah**).
- ◆ BARVILA: klorofil a, karotenoidi (beta karoten), **fikobiliproteidi** (fitocianin in fikoeritrin).
- ◆ HRANILA: cianoficejski škrob, N_2 , fosfor.
- ◆ CELIČNA STENA: kot gramnegativne b. (peptidoglikan, lipoproteini), obdana z galerto.
- ◆ CELICA: tilakoidne lamele s klorofilom, citoplazma in **fikobilisomi**, plinske vakuole,
Cianoficinska zrnca,
- ◆ **Heterociste, akinete**
- ◆ ORGANIZACIJSKI NIVOJI: - celice posamič

- kapsalne (kroglaste) kolonije (oz. **cenobiji**), npr. *Chroococcus*, *Merismopedia*
- nitaste kolonije, npr. *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Scytonema*

◆ RAZMNOŽEVANJE:

- nespolno: - vegetativno: delitev (cepitev), fragmentacija, hormogoniji
- tvorba endo- in eksospor, akinete,
spolno: ni mitoze in mejoze

◆ SISTEMATIKA:

(edini) razred *Cyanophyceae*

- * red *Chroococcales* (kokalne MZC) - enocelične ali cenobiji, heterocist in akinet ni,
Rodovi: *Gloeocapsa*, *Merismopedia*, *Chroococcus*,

- * red *Oscillatoriales* (nitaste MZC) - nitaste, s hormogoniji, akinetami,
Rodovi: *Anabaena*, *Nostoc*, *Rivularia*, *Oscillatoria*, *Spirulina*.

↓
brez heterocist!

- ◆ EKOLOGIJA: - tla, kamni, v morskih in sladkih vodah (cvetenje jezer: *Anabaena flos-aquae*, lehnjak).
- simbioza z glivami (lišaji), jetrenjaki (*Blasia* + *Nostoc*), praprotni (*Azolla* + *Anabaena azollae*), golosemenkami (*Cycadales* + *Nostoc*), kritosemenkami, živalmi (enoceličarji + spužve).

Vloga prokariotov v ekosistemih ter njihov pomen za človeka

- Imajo glavno vlogo pri kroženju snovi v naravi
- Pomembni primarni producenti
- Številni živijo v simbiotičnem mutualizmu z evkarioti
- Patogeni prokarioti: ekso- in endotoksini
- Biotehnologija: bioremediacija, gensko inženirstvo

3. nadkraljestvo Evkarionti (*Eucarya*)

● značilnosti EVKARIOTSKE CELICE (=EVCITE):

- celično jedro z ovojnico,
- celični organeli: endoplazmatski retikulum, golgijev aparat, mitohondriji, kloroplast,
- bički » 2 + (9x2)«
- celična stena: celuloza, hitin,
- mitoza in mejoza,

● IZVOR: ENDOSIMBIONTSKA HIPOTEZA.

● ORGANIZACIJSKI TIPI: sluzavke, glive, lišaji, evkariotske alge, mahovi in cevnice, (živali).

● RAZMNOŽEVANJE:

Nespolno:

- nespolno (v ožjem pomenu besede): sporofit, sporangij → **spore** (ektospore, endospore; mitosore, mejospore; aplanospore, zoospore; izosporija, heterosporija),
- vegetativno: mitotska delitev (enoceličarji), fragmentacija (nitasti organizmi), akinete, razraščanje.

Spolno: - gametofit, gametangij, gamete, kopulacija (plazmogamija, kariogamija), zigota,

- gametogamija: izogamija, anizogamija, oogamija,
- gametangiogamija, somatogamija.

Prerod ali izmena generacij: menjavanje dveh ali več generacij iste vrste, ki se medsebojno razlikujejo po načinu razmnoževanja. **Heterofazna; izomorfna, heteromorfna; haplodiplonti, haplonti, diplonti.**

Primarna izmena generacij: pravilna izmenjava spolne (**gametofitske**) in nespolne (**sporofitske**) generacije.

Organizacijski tip: evkariontske alge

- heterogena skupina eno do večceličnih primarno fotoavtotrofnih steljčnic,
- večinoma vodne,
- BARVILA: klorofil a + različna druga barvila,
- večinoma enocelični gametangiji, brez ovoja sterilnih celic (izjeme!):
 - gametangiji: M: **spermatogoniji** (v njih spolne celice z bički), **spermatangiji** (z neobičkanimi sp. celicami); Ž: **oogoniji** (z 1 veliko jajčno celico), **karpogonij** (rdeče alge),
 - zigota se nikoli ne razvije znotraj Ž gametangija,
- razmnoževalne celice (gamete in spore) v glavnem običkane ("2+9").

Organizacijski nivoji:

- monadalni (flagelatni, bičkasti),
- kokalni,
- trihalni (nitasti),
- sifonalni (cevasti),
- psevdoparenhimski (=plektenhimski)
- parenhimski (tkivni).

Deblo *EUGLENOPHYTA* (evglenofiti) (~800 vrst, 40 rodov)

- ◆ enoceličarji - monadalni (in kapsalni) org. nivo,
- ◆ BARVILA: klorofila a in b, beta karoten, ksantofili,
- ◆ HRANILA: paramilum (glukan) v zrnih, olja,
- ◆ ZGRADBA CELICE: proteinska **pelikula** (=periplast), vdolbinica (ampula), 2 bička, fotoreceptor, **stigma**, kontraktilna vakuola, jedro, kloroplasti,
- ◆ RAZMNOŽEVANJE: vegetativno – vzdolžna delitev, spolno – ni znano,
- ◆ PREHRANA: avtotrofi, številni heterotrofi in miksotrofi,
- ◆ EKOLOGIJA: sladkovodne (v org. onesnaženih sladkih vodah),
- ◆ rodovi: *Euglena*, *Phacus*, *Colacium*, ...

Deblo *DINOPHYTA* (=Pyrrophyta) (dinofiti, ognjene alge) (~ 1000 vrst, 120 rodov)

- ◆ enoceličarji - monadalni (2 dolga bička) (kokalni, trihalni) org. nivo,
- ◆ BARVILA: klorofila a in c, beta karoten, ksantofili,
- ◆ HRANILA: škrob, olja,
- ◆ ZGRADBA CELICE: c.s. iz poligonalnih poroznih celuloznih ploščic (oklep), prečna in vzdolžna brazda, 2 bička,
- ◆ RAZMNOŽEVANJE: vegetativno: vzdolžno delitev; nespolno: zoospore, aplanospore; spolno (redko): izogamija, anizogamija (gamete → zigota R! haplonti),
- ◆ EKOLOGIJA: sladkovodni in predvsem morski fitoplankton,

cvetenje voda, avtoluminescenca, paraziti, endosimbionti,

- ◆ rodovi *Ceratium*, *Peridinium*, *Noctiluca*.

Deblo **HETEROKONTOPHYTA** (heterokontofiti, "raznobičkaste alge")

- ◆ razviti vsi organizacijski nivoji – pestrost oblik,
- ◆ BARVILA: klorofila a in c, beta karoten, različni ksantofili,
- ◆ HRANILA: polisaharidi krizolaminarin, laminarin, alkohol manitol, olja,
- ◆ običkane celice so heterokontno običkane.

Sistem: razred *Xanthophyceae* (rumene alge)
razred *Chrysophyceae* (zlatorjave alge)
razred *Bacillariophyceae* (= *Diatomeae*) (kremenaste alge, diatomeje)
razred *Phaeophyceae* (feofiti, rjave alge).

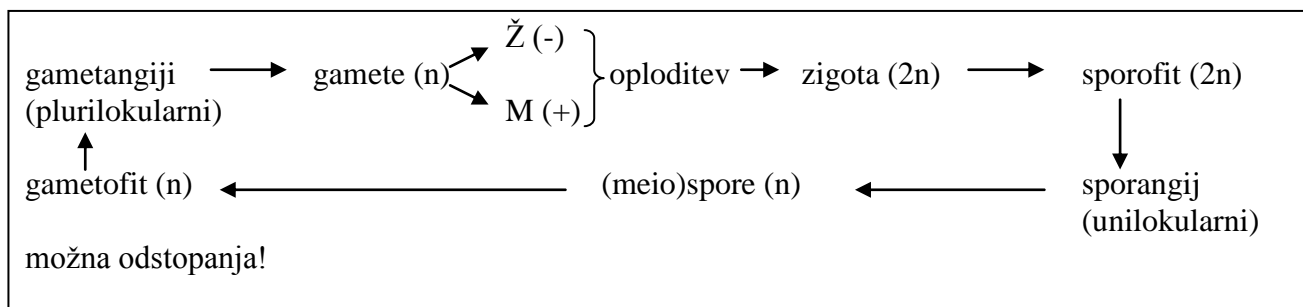
Razred *Bacillariophyceae* (= *Diatomeae*) (kremenaste alge, diatomeje) (~ 200 rodov, 6000 vrst)

- posebej vrstno bogate, kokalne, včasih kolonije,
- kromatofori (1-2) rjavi – barvila ista kot *Chrysophyceae*,
- HRANILA: krizolaminarin (v celičnem soku), olja (v oljnih vakuolah),
- OBIČKANOST: samo M gamete in nekaj vrst reda *Centrales* imajo bičke,
- POSEBNOST: **kremenasta lupinica (=teka)** pod zunanjo membrano,
epiteka **valva** različne strukture (izrastki, luknjice, žleb-rafa),
hipoteka **plevra**
- RAZMNOŽEVANJE: vegetativno – delitev; spolno – izogamija, oogamija;
nespolno – trajne spore, diplonti,
- EKOLOGIJA: vse vrste voda, vlažna zemlja
- SISTEMATIKA:
* red *Centrales* (radialno somerne kremenaste alge)
- oogamija,
- morske (fitoplankton!),
- * red *Pennales* (dvobočno somerne kremenaste alge)
- izogamija – ni bičkastih oblik!
- sladkovodne: *Synedra*, *Tabellaria*, *Navicula*, *Diatoma*,...

Razred *Phaeophyceae* (feofiti, rjave alge) (~ 1500-2000 vrst, 250 rodov)

- predvsem trihalni in parenhimski organizacijski nivo → najbolj diferencirana tkiva med algami (!), diferenciacija na organe: rizoid, kavloid, filoid,
- BARVILA: rjavi ksantofil fukoksantin + ostala barvila značilna za heterokontofite,
- HRANILA: olja, **laminarin** (polisaharid), manitol,
- CELIČNA STENA: dvodelna, celulozna in pektinska (**alginati**),
- RAZMNOŽEVANJE: izomorfna, heteromorfna izmena generacij,
nespolno – različni tipi spor
spolno – (izogamija), oogamija;
- EKOLOGIJA: morske (hladnejša morja), 5 rodov sladkovodnih.
- SISTEMATIKA:
* red *Ectocarpales*
- večji del rjavih alg,

- nitaste, razrasle,
- rod *Ectocarpus*: izomorfna i.g.:



* red *Cutleriales*

- rod *Cutleria*: (navidezno) heteromorfna i.g.:
 - G (n) – pokončen, viličasto razrasel, trakast,
 - S (2n) – manjši, polegel, ploščat, steljkast,

* red *Dictyotales*

- izomorfna i.g.,
- rod *Dictyota* – dihotomno razrasla ploščata steljka iz treh plasti, *Padina pavonia*,

* red *Laminariales*

- heteromorfna i.g. - poudarjena sporofitska generacija,
- *Laminaria*, *Macrocystis*,

* red *Fucales*

- heteromorfna i.g. → reduciran G (n), prevladuje S (2n) → diplonti,
- rod *Fucus*: S (2n) z "bradavicami" – **konceptakli**: parafize + gametangiji
- *Sargassum*.

- Izvor in uporaba rjavih alg: pepel kot vir joda in gnojilo, alginati, v prehrani (Kitajska, Japonska).

Deblo RHODOPHYTA (rodofiti, rdeče alge) (~ 4000 vrst, 500 rodov)

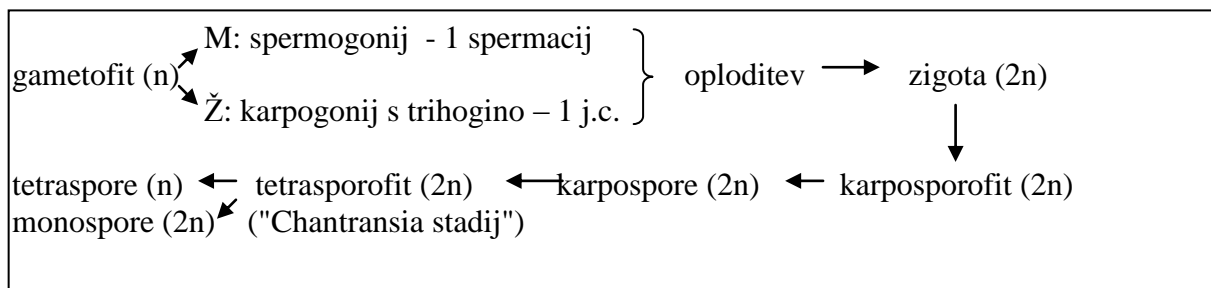
- ◆ kokalni (redki), predvsem nitasti (trihalni) – **plektenhim** (= psevdoparenhim),
- ◆ BARVILA: klorofil a, d (redko), alfa in beta karoten, ksantofili: lutein, zeaksantin, fikobilina: fikoeritrin, fikocian,
- ◆ HRANILA: floridejski škrob (v citoplazmi), olja,
- ◆ CELIČNA STENA: večplastna, zunaj celulozna, znotraj pektinska (sulfatirani polisaharidi), pogosto prepojena s CaCO₃ in MgCO₃,
- ◆ RAZMNOŽEVANJE: pojav dodatne sporofitske generacije,
 - nespolno – različni tipi aplanospor,
 - spolno – oogamija,
- ◆ EKOLOGIJA: predvsem morske (toplejša morja), nekaj sladkovodnih, fotoavtotrofne, nekaj parazitskih,
- ◆ SISTEMATIKA: (edini) **razred *Rhodophyceae***

podrazred *Bangiophycidae*

- preprosto zgrajene, enocelične ali nitaste,
- rod *Porphyra*.

podrazred *Florideophycidae*

- nitaste, tvorijo plektenhime,
- razvojni krog: dve sporofitski generaciji! - *Batrachospermum*, *Corallina*, *Ceramium*,...



Deblo *CHLOROPHYTA* (zelene alge, klorofiti) (~17000 vrst, 450 rodov)

- ◆ vsi organizacijski nivoji razen parenhimskega,
- ◆ BARVILA: klorofila a in b, alfa, beta karoten, ksantofili,
- ◆ HRANILA: škrob, olja,
- ◆ CELIČNA STENA: celuloza, pektini, (glikoproteini),
- ◆ običkane oblike z 2, 4 ali več enakimi bički (izokontne), nekatere gamete ameboidno gibljive,
- ◆ RAZMNOŽEVANJE: različni tipi spolnega, nespolnega in vegetativnega razmnoževanja ter preroda,
- ◆ EKOLOGIJA: vodni (predvsem sladke vode), vlažna tla, nekaj kopenskih in epifitskih, simbionti v lišajih in nižjih živalih,
- ◆ predniki višjih rastlin.
- ◆ SISTEM: razred *Chlorophyceae*,
razred *Zygnematophyceae* (= *Conjugatae*) (jarmaste alge),
razred *Charophyceae* (parožničaste alge).

Razred *Chlorophyceae*

- v razvojnem ciklu tvorijo običkane oblike,
- steljka ni nodijalno zgrajena,
- vsi organizacijski nivoji → redovi:

* red *Volvocales* (bičkaste zelene alge)

- običkani enoceličarji: hruškasta celica, 2, (4, 8) bička, 2 kontraktilni vakuoli, čašast kloroplast s pirenoidi, stigma, c.s. glikoproteinska (ni celuloze!),
- tvorijo lahko kolonije (vrstno značilne: ploščate, kroglaste, ...),
- razmnoževanje: spolno- izogamija (enoceličarji), anizogamija in oogamija (višje razviti);
nespolno - zoospore; vegetativno - tvorba hčerinskih kolonij (= **gonidijev**),
- *Chlamydomonas* - enoceličar, *Pandorina* – 8 do 16 celične kolonije, *Volvox* - 100 do več 1000 celične kroglaste kolonije, spolno (oogamija) in vegetativno razmnoževanje,

* red *Chlorococcales* (kokalne zelene alge)

- celice imajo eno jedro in en kloroplast s pirenoidom, so posamič ali združene v nekajcelične kolonije (=agregate),
- običkane samo generativne celice,
- razmnoževanje: nespolno - celice v sporangij z več aplano- ali zoosporami,
spolno - izogamija,
- ekologija in pomen: sladke vode (planktonske), kopno, vlažna tla, endosimbionti, eksperimentalni objekti,

- *Scenedesmus, Pediastrum, Hydrodictyon reticulatum, Chlorella,*

★ red *Ulotrichales*

- trihalni org. nivo: steljka nitasta, ploščata, lahko večplastna,
- celice z 1 jedrom, 1 kloroplastom,
- *Ulothrix zonata, Ulva rigida, Enteromorpha,*

★ red *Chaetophorales*

- steljka nitasta, heterotrihna: plazeči, pritrjeni + prosto plavajoči del,
- celice enojedrne, z 1 kloroplastom,
- spolno razmnoževanje: izo-, anizo-, oogamija; ovoj sterilnih celic okoli oogonija (npr. *Coleochaete*),
- haplonti, v sladki vodi, v morju, na vlažnih tleh in na kopnem,
- *Stigeoclonium, Draparnaldia, Chaetophora, Pleurococcus viridis,*

★ red *Siphonales* (sifonalne zelene alge)

- večinoma morski diplonti,
- steljka sifonalna, diferencirana v rizoide, kavloide, filoide, s številnimi lečastimi kloroplasti, le razmnoževalne strukture se s steno oddelijo od ostale celice,
- celična stena pogosto prepojena s apnencem,
- razmnoževanje raznoliko: vegetativno - fragmentacija, nespolno - zoo-, aplanospore; spolno - večinoma anizogamija;
- *Codium, Halimeda, Acetabularia.*

Razred *Zygnematophyceae* (= *Conjugatae*) - jarmaste alge

- kokalni, trihalni (cenobiji) organizacijski nivo,
- ne tvorijo običkanih oblik,
- RAZMNOŽEVANJE: vegetativno: fragmentacija, delitev
nespolno (redko) z akinetami in aplanosporami;
spolno: poseben tip gametangiogamije (= **KONJUGACIJA**),
haplonti,
- celice imajo en do nekaj velikih, rodovno značilno oblikovanih plastidov s pirenoidi,
- EKOLOGIJA: sladkovodne - planktonske in bentoške,
- SISTEM:

★ red *Desmidiiales* (lepotke)

- kokalne, pestrih oblik
- zgradba celice: dve simetrični polovici, zažetek (= **istmus**) z jedrom, 2 kloroplasta z enim ali več pirenoidi, skulpturirana celična stena (celulza, pektin, galerta),
- razmnoževanje: vegetativno; spolno - konjugacija,
- ekologija: oligotrofne vode (visoka barja), vlažna tla in skalovja,
- rodovi *Closterium, Cosmarium, Micrasterias, Cosmarium, Staurostrum, ...*

★ red *Zygnematales* (jarmovke)

- trihalne - nerazrastla nit,
- celice s 1 do več rodovno značilno oblikovanih kloroplastov (spiralasti, zvezdasti, ploščati, ...),
- razmnoževanje: vegetativno - fragmentacija; spolno- konjugacija (**skalariformna, lateralna**),
- ekologija: počasi tekoče in stoječe sladke vode,

- *Spirogyra* (spiralasti plastidi s številnimi pirenoidi), *Mougeotia* (en ploščat plastid z nekaj pirenoidi; glede na svetlobo ga alga lahko obrača), *Zygnema* (dva zvezdasta plastida s po enim pirenoidom).

Razred *Charophyceae* (parožničaste alge) (~300 vrst, 6 rodov)

- stara (400 milj. let) skupina,
- visoko specializiran trihalni org, nivo; steljka: rizoidalni del, **nodiji** in **internodiji**, vretenasto razrasli poganjki,
- RAZMNOŽEVANJE: haplonti, vegetativno - razraščanje (**bulbile**), fragmentacija, spolno - specializirana oogamija; - gametangiji: M: **globuli**; Ž: **nukuli**;
- EKOLOGIJA: pritrjene so na muljastih in peščenih tleh v sladki vodi ali somornici,
- rodova *Chara* in *Nitella*.

Organizacijski tip: glive

- samostojna skupina,
- steljka: **hife** (sifonalne ali septirane) → **micelij**,
- nimajo plastidov in klorofila ⇔ heterotrofi: saprofiti, paraziti, simbionti,
- CELIČNA STENA: hitin, celuloza, glukan,...
- RAZMNOŽEVANJE: zelo raznovrstno, pogosto prevladuje nespolno r.,
vegetativno: brstenje, razraščanje,
nespolno: ektospore (= **konidiji**), endospore (zoospore, aplanospore, mejospore mitospore), **oidiji**, **sklerociji**,
spolno: gametogamija (izo-, anizo-, oogamija), gametangiogamija, somatogamija, kompatibilnost
- POMEN: razkrojevalci, mikoriza, antibiotiki, predelava hrane, paraziti, simbioza,...

Deblo *Oomycota* (»glivolike alge«)

Deblo (*Eu*)*Mycota* (prave glive)

- ◆ tvorijo plodišča ("gobe"),
- ◆ CELIČNA STENA: hitin, glukan ali je ni,
- ◆ ni bičkastih oblik ali samo 1 biček,
- ◆ RAZMNOŽEVANJE: - izo-, anizo-, oogamija (redko!), gametangiogamija, somatogamija, - **DIKARIONTSKA faza**.
- ◆ SISTEMATIKA:

Razred: *Zygomycetes* (jarmaste glive) (~1060 vrst)

- hifni micelij (neseptiran), plodišč ni,
- CELIČNA STENA: hitin,
- RAZMNOŽEVANJE:
vegetativno: konidiji,
spolno: gametangiogamija (= **ZIGOGAMIJA**),
- EKOLOGIJA: saprofiti, redkeje paraziti,
- predstavniki: rod *Mucor* (krušna plesen), rod *Rhizopus* (pajčevinasta plesen), *Entomophthora muscae*.

Razred: *Ascomycetes* (zaprtotrosnice) (~30.000 vrst)

- hifni micelij (septiran z enostavnimi porami); brstilni micelij (kvasovke),
- plodišča iz haploidnih in dikariontskih hif,
- CELIČNA STENA: hitin, gluklan,
- RAZMNOŽEVANJE:
 - spolno: gametangiogamija, somatogamija,
 - dikariontska faza, sporangij (= ASK) s 4, 8 sporami (=askosporami), himenij,
- EKOLOGIJA IN POMEN: saprofiti, simbioza z algami (lišaji), v prehrani, antibiotiki,...

podrazred: *Endomycetidae* (kvasovkam sorodne glive)

- enocelične → brstilni micelij, hifni micelij (septiran),
- celična stena: gluklan,
- plodišč ni → aski direktno iz zigote,
- razmnoževanje:
 - vegetativno: brstenje!
 - spolno: 2 celici kopulirata (kopulacijski most) → zigota → R! → 4 do 8 askospor
- ekologija in pomen: saprofiti (alkoholno vrenje), paraziti (mikoze),
- predstavniki: rod *Saccharomyces* (*S. ellipsoideus*, *S. cerevisiae*), rod *Candida*.

podrazred: (*Eu*)*Ascomycetidae* (prave zaprtotrosnice)

- vegetativna faza: razvejani haploidni micelij,
- generativna faza: dvojedrne (dikariontske, askogene) hife, plodišča (iz haploidnih in dikariontskih hif),
- RAZVOJNI KROG: haploidne hife → gametangiji (Ž: askogon s trihogino, M gametangij)
→ plazmogamija → askogene hife (=dikariontske) z ročkami → kariogamija → ask, askospore,
- ekologija in pomen,
- redovi:

* red *Eurotiales*

- plodišča klejstoteciji ali jih ni,
- razmnoževanje:

vegetativno - konidiji



stranske plodne oblike ⇔ nepopolne glive (*Fungi imperfecti*)!

- predstavniki: rod *Penicillium* (čopičasta plesen), *Aspergillus* (glavičasta plesen),

* red *Clavicipitales*

- plodišča periteciji,
- predstavniki: rod *Claviceps* (rdeča glavnica).

* red *Pezizales*

- plodišča apotecij: himenij (aski + parafize),
- razmnoževanje: gametangiogamija, somatogamija,
- predstavniki: rodovi *Morchella* (mavrah, smrček), *Helvella* (hrček), *Tuber* (gomoljika, tartuf).

Razred *Basidiomycetes* (prostotrosnice) (~30.000 vrst)

- hifni micelij (septiran, **dolipore**): primarni (n), sekundarni (n+n z ročkami), terciarni (n+n, plodišče) ⇔ plodišče samo iz dikariontskih hif,
- CELIČNA STENA: hitin,

■ RAZMNOŽEVANJE:

spolno: (gametogamija), somatogamija; sporangij (= **BAZIDIJ**) s 4 bazidiosporami, deljen (= **fragmobazidij**), nedeljen (= **holobazidij**),

vegetativno: konidiji,

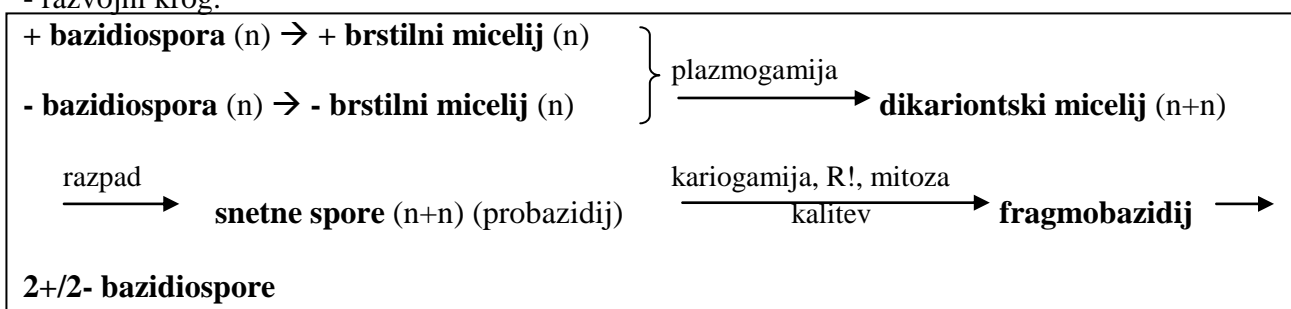
■ POMEN: mikoriza, povzročitelji bolezni, razgradnja rastl. materiala, v prehrani (strupene!);

podrazred *Heterobasidiomycetidae* (nižje prostotrosnice)

- fragmobazidij,
- plodišča zelo enostavna (želatinasta) ali jih ni → paraziti;

★ red *Ustilaginales* (sneti)

- paraziti na višjih rastlinah,
- razvojni krog:



- predstavniki: *Ustilago maydis* (koruzna snet), *U. tritici* (na pšenici), *U. hordei* (na ječmenu),...

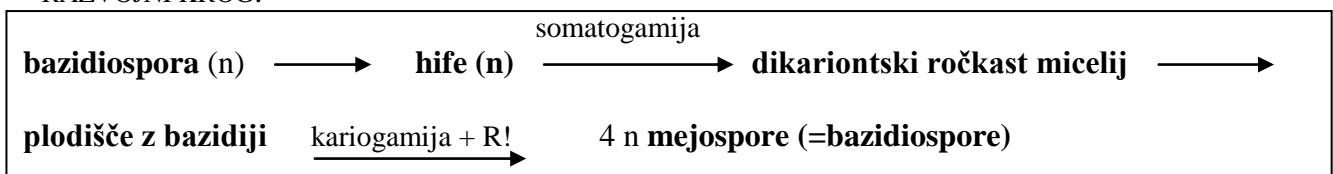
★ red *Uredinales* (rje)

- paraziti na višjih rastlinah,
- predstavniki: *Puccinia graminis* (žitna rja), *Uromyces pisi*.

podrazred: *Homobasidiomycetidae* (višje prostotrosnice)

- holobazidij,
- plodišča dobro razvita, raznolika, makroskopska ("gobe"); hife: skeletne (debelostene), vezne (razrasle), generativne (tankostene, tvorijo bazidije); himenij,

- RAZVOJNI KROG:



nadred *Porianaes* ("Aphylophoranaes") (luknjičarke)

- himenij stalno prost na površini plodišča (v luknjicah),
- predstavniki: *Fomes fomentarius* (kresilna goba), rod *Hydnum* (ježek), rod *Centharellus* (lisička), ...

nadred *Agaricanaes* (lističarke)

- himenij do zrelosti pokrit (**velum**), na spodnji strani klobuka na površini cev, lističev,
- plodišče deljeno v bet in klobuk,
- rodovi: *Agaricus*, *Coprinus* (tintnica), *Amanita* (mušnica), *Russula* (golobica), *Boletus* (goban),...

nadred *Lycoperdaneae* (trebuhaste glive)

- plodišče trebuhasto, v mladosti zaprto (**peridij**),
- rodovi *Lycoperdon* (prašnica), *Geastrum* (zvezdica).

+ *Fungi imperfecti* = *Deuteromycetes* (nepopolne glive)

- znane samo stranske plodne oblike



spolno razmnoževanje se je izgubilo, se razmn. samo s konidiji \Rightarrow jih ne moremo uvrstiti.

Organizacijski tip: lišaji (*Lichenes*)

- obligatna simbioza **mikobionta** (glive, večinoma zaprtotrosnice \rightarrow "*Ascolichenes*", redkeje prostotrosnice \rightarrow "*Basidiolichenes*") in **fikobionta** (zelene alge ali MZC),



zelene alge: *Chlorella*, *Pleurococcus*,
MZC: *Anabaena*, *Nostoc*, *Gloeocapsa*, *Chroococcus*, *Scytonema*,

- fiziološka in morfološka enota s svojstvenimi značilnostmi (zgradba, organske spojine – npr. "lišajske kisline"),
- MORFOLOGIJA: obliko daje gliva (izjema so galertasti lišaji!):
 - galertasti: MZC + gliva (*Collema*),
 - skorjasti: povezani s podlago po celotni površini (*Rhizocarpon geographicum*),
 - listasti: povezani s podlago s hifami (rizinami) (*Cladonia*, *Peltigera canina*, *Hypogymnia physoides*,...),
 - grmičasti: pritrjeni na enem mestu ali nepritrjeni (npr. *Cetraria islandica*, *Usnea*),
- ZGRADBA steljke: neplastovita (npr. galertasti), plastovita = povrhnjica (skorja), sredica, pritrjevalne ploščice, rizine,
- RAZMNOŽEVANJE: vegetativno: fragmentacija, izidiji, solediji, spolno: samo gliva (apoteciji, periteciji),
- EKOLOGIJA IN UPORABA: pionirske vrste, indikatorji onesnaženosti zraka, antibiotiki, lakmus, parfumi, strupi, prehrana, ...

Organizacijski tip: embriofiti (= mahovi in cevnice/praprotnice + semenke/)

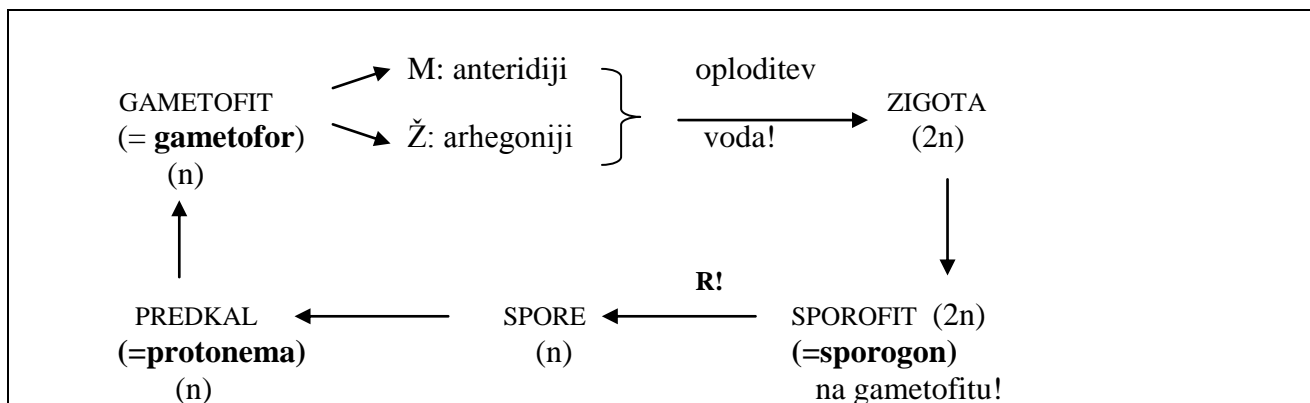
Deblo *BRYOPHYTA* - mahovi

- ◆ samostojna skupina (verjetno polifiletska) na organizacijski stopnji med pravimi steljčnicami (algami) in brstnicami (praprotnicami in semenkami),
- ◆ BARVILA: klorofila a in b, beta karoten, ksantofili,
- ◆ HRANILA: škrob (v plastidih), olja,
- ◆ CELIČNA STENA: celulozna, (hemicelulozna),

◆ RAZMNOŽEVANJE:

- pravilna izmenjava diploidne sporofitske in haploidne gametofitske generacije;
- sporofit prostorsko in deloma prehrambeno vezan na gametofit (=gonotrofija), zgradba: sesalni del (=havstorij), pecelj (=seta), pušica (=kapsula, sporangij) s sporami in pogosto z elaterami, kapuca (=kaliptra),
 - najvišje diferencirani gametofiti v rastlinskem svetu: z rizoidi ter steljasti (=talozni) ali s stebelcem (=kavlidij) in listki (=filidiji),
- vegetativno - razraščanje s pritlikami, fragmentacija, tvorba brstov,...

◆ Razvojni krog mahov:



◆ EKOLOGIJA IN POMEN: večinoma kopenske rastline (vlažno okolje - tropi!), nekaj sladkovodnih; pionirske rastline, šota.

- ◆ **Sistem:** razred *Anthocerotopsida* (rogačarji),
 razred *Marchantiopsida* (jetrenjak),
 razred *Bryopsida* (listnati mahovi).

Razred *Marchantiopsida* (jetrenjaki)

- protonema slabo razvita,
- gametofor: navadno polegel, sploščen, steljkast ali listast, z (enoceličnimi) rizoidi, anteridiji in arhegoniji (4-8 vratnih kanalnih celic, ovoj iz 2-3 listkov (=periant))
- sporogon: najprej s razvije pušica s sporami in enoceličnimi elaterami, nato pecelj (lahko je reduciran),
- celice z več kloroplasti in brez pirenoidov, pogosto z **oljnimi telesci**;

podrazred *Marchantiidae* (krpati jetrenjaki)

- gametofit: steljkast, visoko diferenciran, z **dihalnimi votlinicami** (dihalna odprtina (=pnevmatoda), asimilacijski stebrički) in oljnimi celicami (=idioblasti). Gametangiji na zgornji strani steljke ali na posebnih nosilcih (=gametangioforih).
- sporogon: kratkopecljat, stena pušice enoplastna;

* red *Marchantiales*

- visoko diferencirana steljka, arhegoniji na pokončnih arhegonioforih,
- predstavniki: *Marchantia polymorpha* – studenčni jetrenjak: sploščena do 1 cm

široka steljka, na zg. strani z **razplodnimi košaricami**, gametofit dvodomen, gametangiofori dežnikasti nekaj cm visoki. Pogost na s hranili bogatih tleh (na peščenih njivah, po dvoriščih, ...);

Conocephalum conicum: podoben studenčnemu jetrenjaku, brez razplodnih košaric, večja stomatalna polja, razvit le dežnikast arhegoniofor, anteridiji vgreznjeni v gametofit; *Riccia*,

- ekologija: vlažna in suha mesta;

podrazred *Jungermaniidae* (listnati jetrenjaki) (~ 900 vrst, 75% vseh jetrenjakov)

- gametofor steljkast ali listast (=foliozen), brez gametangioforov,
- oljnih celic ni, oljna telesa so v vseh celicah,
- sporofit z dolgim nežnim pecljem, brez opornih in prevajalnih elementov; stena pušice večplastna,
- rastline trajno vlažnih in senčnih rastišč,

* red *Metzgeriales*

- steljka podobna kot pri nižjih jeternjakih, manj diferencirana (brez dihalnih votlin), gametangiji so vgreznjeni vanjo,

- predstavniki: *Pellia epiphylla*, *Metzgeria conjugata*, *Blasia pusilla*,

* red *Jungermanniales*

- gametofiti so listasti (=foliozni), sploščeni in pogosto plazeči. Lističi so v treh redih - navadno opazni le stranski dve vrsti (=lateralni listki), trebušna vrsta (=amfigastria) je pogosto iz drobnih listkov, ki včasih hitro odpadejo; anteridiji se razvijejo v zalistju stranskih listkov, arhegoniji pa na vrhu poganjkov,

- ekologija: predvsem tropske, na tleh ali na deblu ter (v tropih) tudi na listih dreves.

Razred *Bryopsida* (=Musci) (listnati mahovi)

- protonema dobro razvita,
- gametofor - foliozen, pogosto pokončen, deljen v steblo in listke, z razvejanimi, večceličnimi rizoidi,
 - lističi spiralasto razporejeni, z osrednjim rebrom,
 - gametangiji v skupinah na vrhu glavnega oz. stranskih poganjkov, obdani z vrhnjimi lističi in parafizami, arhegoniji imajo 10-30 vratnih kanalnih celic, anteridiji se odpirajo s pokrovčkom,
- sporogon: večinoma razvit čvrst, elastičen pecelj (seta), pušica ima v sredini osrednji stebriček sterilnega tkiva (=kolumelo), ki ga obdaja sporogeno tkivo. Elatere manjkajo. Pušica se navadno odpira s pokrovčkom (=operkulumom), ki ga obroč celic (=anulus) povezuje s steno pušice,
- v gametofitih (stebelcu, listkih) in sporofitih so razviti prevajalni elementi (**hidroide** in **leptoide**),
- vegetativne celice z več kloroplasti, brez pirenoidov, oljnih telesc ni,
- visoka sposobnost regeneracije;

podrazred *Sphagnidae* – šotni mahovi

- edini rod *Sphagnum* – šotni mah (~200 vrst),
- protonema steljka, z rizoidi, na njej se razvije 1 gametofor,
- gametofor: brez rizoidov, pokončen, s kratkimi stranskimi poganjki; listki stebelca in stranskih poganjkov različno oblikovani; povrhnjico stebelca in listkov sestavljata dva tipa celic – **klorocite** in **hialocite** (=levkocite); gametangiji na vrhu stranskih poganjkov,
- sporogon: seta zakrnela, pušica kroglasta, na peclju (=pseudopodiju), ki ga tvori gametofit,

- **EKOLOGIJA IN POMEN:** trajno vlažna in kislila tla (barja), kontinuirana rast (do več 1000 let!); šota;

podrazred *Bryidae* – pravi listnati mahovi

- protonema nitasta, močno razvejana, z rizoidi in več brsti,
- **gametofor:** stebelce je pokončno ali plazeče, arhegoniji in anteridiji so na vrhu glavnega oz. stranskih poganjkov, a isti (enodomnih) ali ločenih (dvodomnih) rastlinah; listki enoplastni, pogosto z večplastnim osrednjim rebrom (prevajalni elementi) in lamelami,
- **sporogon:** seta, pušica (kolumela, sporogeno tkivo (→ spore), stena, **peristom** in operkulum), kaliptra.
- *Leucobryum, Polytrichum, Mnium,*

Ekologija mahov:

- večinoma kopenske rastline → prilagoditve!: odpornost na izsušitev, regulacija transpiracije (kutikula, stomatalni aparat, varovalni ovoji gametangijev, blazinasta rast,...), strukture za sprejemanje (skozi celotno površino), shranjevanje in prevajanje vode,
- predvsem v okolju z dovolj vlage (gozdovi, močvirja) vendar (!) tudi v suhem in zelo vročem oz. hladnem okolju (visokogorja, Arktika, Antarktika),
- prenesejo tudi ekstremne svetlobne razmere,
- redke vodne (npr. *Fontinalis*).

Filogenija mahov:

- pojavijo se vzporedno s praprotnicami v obdobju med silurjem in devonom, v karbonu delitev na jetrenjake in listnate mahove,
- slepa veja v razvoju – v metagenezi poudarjena gametofitska generacija.

Deblo *Pteridophyta* – praprotnice

- ◆ prave cevnice (=brstnice, =višje rastline),
- ◆ biokemične lastnosti podobne kot zelene alge in mahovi:
 - barvila: klorofila a in b, beta karoten, ksantofil lutein,
 - hranila: škrob, drugi polisaharidi, olja, beljakovine,
 - celična stena: celuloza, hemiceluloze, lignin,
- ◆ RAZMNOŽEVANJE: izrazito heteromorfna izmena generacij:

GAMETOFIT: t.i. **protalij**, majhen, pogosto steljast, zelen ali mikotrofen, z enoceličnimi rizoidi ter številnimi arhegoniji (1-3 vratne kanalne celice) in anteridiji, (izjeme!); dvospolni, enospolni.

SPOROFIT: samostojna, zelena rastlina z listi (**mikrofilii** in **megafilii**), stblom in koreninami, t.i. brst (=corm). Sporangiji se razvijejo na listih t.i. **sporofiliih**, (=trosni listi, plodni listi), liste brez njih im. **trofofilii** ali jalovi listi. Sporofili, ki se združijo na kratkem poganjku tvorijo **trosni klas** (=strobilus, tudi "morfološki cvet").

Zgradba sporangija: sporogeno tkivo, ki tvori 16 (2n) materinskih celic spor, po R! iz vsake 4 (n) spore; notranja plast stene sporangija je t.i. **tapetum**, ki skrbi za prehrano zorečih spor; **heterosporija** (mikro, makro /mega/ spore), **izosporija**.

Nastanek organov brstnic po t.i. **TELOMSKI TEORIJI:** telom je neolistan, vilast poganjek iz katerega so se vsi organi višjih rastlin razvili z elementarnimi procesi:

1. NADRAŠČANJEM

4. KRNJENJEM (REDUKCIJO)

2. SPLOŠČEVNJEM

3. ZRAŠČANJEM

5. UKRIVLJANJEM

6. DIFERENCIACIJO TKIV

Korenine praprotnic se razvijejo obstransko na poganjku (iz stebela). Embrio je unipolaren – ima le plumulo, radikula manjka. Korenine nastanejo iz stebela – t.i. nadomestne (adventivne) korenine, ki imajo na vrhu koreninsko čepico in rastejo s temensko celico.

Povrhnjico nadzemnih delov gradijo celice, ki imajo še kloroplaste, med njimi so reže, pokriva pa jih kutikula (!).

Žile so zgarjene iz **ksilemskega** dela z olesnelimi (=lignificiranimi) traheidami (redko tudi trahejami) in **floemskega** dela iz sitk. Pojavljajo se vsi tipi žilja (=stela, **STELARNA TEORIJA!**). Sekundarna debelitev je pri še obstoječih praprotnicah redka.

- ◆ **SISTEMATIKA:**
- razred *Psilophytopsida* (psilofiti)
 - razred *Psilotopsida*
 - razred *Lycopodiopsida* (lisičjakovci)
 - razred *Equisetopsida*
 - razred *Pteridopsida* (praproti)

Razred *Psilophytopsida* (psilofiti)

- izumrla skupina praprotnic (silur, devon),
- rastlinsko telo je **telom** s protostelo ali aktinostelo, brez pravih korenin, listov ni ali so zelo majhni in večinoma brez žile,
- izosporne, sporangiji na koncu ali ob straneh glavnega ali stranskih poganjkov; zgradba gametofitov ni poznana,
- prve kopenske rastline z žilami in stomatalnim aparatom; predniki praprotnic in (verjetno) golosemenk,
- Predstavniki: *Rhynia*, *Zosterophyllum*, *Psilophyton*, *Asteroxylon*.

Razred *Psilotopsida*

- še živeči tropski predstavniki (relikti), podobnosti s prejšnjim razredom in lisičjakovci,
- 10-15 cm velika zelišča, epifiti, dihotomno razrasla stebela, z mikrofilii, sporofili s 3 zraslimi sporangiji (=sinangij),
- *Psilotum*, *Tmesipteris*.

Razred *Lycopodiopsida* (lisičjakovci)

- LISTI: mikrofilii, nameščeni spiralasto,
- RAZMNOŽEVANJE: izo- in heterosporija, sporangiji pri dnu sporofilov, ki pogosto tvorijo trosni klas; protalij podzemen, mikotrofen, redkeje zelen, spermatozoidi večinoma biciliatni,
- razvoj iz psilofitov (*Zosterophyllales*, *Asteroxylales*),

* red *Protolepidodendrales*

- izumrli predstavniki (spodnji, srednji devon), podobni lisičjakom, listi že ožiljeni, redko nameščeni, sporangiji med ali na listih, izosporni,
- *Drepanophycus*, *Protolepidodendron*,

* red *Lycopodiales* z edino družino *Lycopodiaceae* (lisičjakovke) (~ 400 vrst, večinoma tropske,

8 vrst pri nas)

- zelnate, vednozelenne rastline z bolj ali manj igličastimi, spiralno nameščenimi mikrofilii,
- žilje večinoma plektostela,
- izosporne praprotnice, spore kalijo po več letih (6-7),
- gametofit relativno velik (do več cm), podzemen, heterotrofen (mikotrofen), enodomen, večleten,
- sekundarne debelitve ni,
- rod *Lycopodium* (lisičjak): plazeče, razraslo steblo, z adventivnimi, dihodomno razraslimi koreninami,

listi so igličasti mikrofilii, trofifili so črtalasti do suličasti, štrleči, sporofili pa jajčasti do srčasti, prilegli k stebelu,

- sporofili tvorijo trosne klaske, sporangiji so posamič pri dnu sporofilov,
- pojavljanje: zakisana gozdna tla, med ruševjem
- vrste: *Lycopodium clavatum* (kijasti lisičjak), *L. annotinum* (brinolistni l.),
- rod *Huperzia*: *H. selago* (brezklaso lisičje) – steblo pokončno, pravilno vilasto razraslo, trofoin sporofili ± enaki, črtalasti; rod *Diphasiastrum* – dvorednik: poganjki sploščeni, listi luskasti,

* red *Selaginellales* (drežice) z edino družino *Selaginellaceae* (~ 700 vrst, večinoma tropske)

- zelnate, heterosporne praprotnice,
- listi nameščeni spiralasto ali navzkrižno, na zgornji strani razvita nekajcelična luska t.i. **ligula**,
- žilje proto- ali sifonostela, sekundarne debelitve ni,
- trosni klas ± razločno oblikovan, vsak sporofil nosi po en mikro ali makro sporangij,
- gametofit močno reduciran, se razvije znotraj spore: megaprotalij – stena megaspore se razpoči, skozi razpoko poženejo rizoidi, na tem mestu pa se razvije nekaj arhegonijev, mikroprotalij – le še nekajceličen, razvije en sam anteridij, ob njegovi zrelosti stena mikrospore poči in spermatozoidi izplavajo,

- rod *Selaginella* (drežica): edini recentni rod; pri nas dve vrsti: *S. helvetica* (švicarska drežica):

steblo plazeče, s štiriredno nameščenimi celorobnimi listi, **anizofilija**, trosni poganjki pokončni, vlažna gruščnata tla in *S. selaginoides* (alpska drežica): steblo kipeče, s spiralasto olistanimi trosnimi poganjki, listi resasto nazobčani, vlažne trate v alpskem in subalpskem predelu,

* red *Lepidodendrales*

- izumrla skupina (sp. karbon, višek razvoja v zg. karbonu), ~ 200 vrst, dosegle velikosti do 40 m,
- olesenele (debela skorja!), heterosporne, v močvirnih gozdovih (premog!), plitek koreninski sistem,
- listi spiralasto nameščeni mikrofilii, črtalasti in do 1m dolgi; ko so odpadli, so na deblu ostale značilne brazgotine,
- rod *Lepidodendron* (luskavec): vilasto razvejano steblo, s spiralasto nameščenimi listi, ki so na stebelu pustili brazgotine v obliki luske, sporofili z mikro in makrosporangiji v skupinah (kot storži) na koncu poganjkov,
- rod *Sigillaria* (pečatnikovec): na vrhu nerazvejanega stebela so bili šopi 1 m dolgih listov, ki so na stebelu pustili brazgotine v obliki šestkotnikov, v spodnjem delu listne krone so visele storžaste tvorbe skupin sporofilov,

* red *Isoëtales*

- rod *Isoetes*: deloma vodna, deloma na vlažnih tleh živeča vednozeleno zelišča, steblo je močno skrajšano, gomoljasto odebeljeno. Na spodnji strani je šop dihodomno razvejanih korenin, na zgornjo stran pa izrašča gosta rozeta dolgih (do 1 m) ozkih listov. Na zunanjih listih ležijo megasporangiji, na srednjih mikrosporangiji, v sredini rozete pa so sterilni listi. Protaliji so močno reducirani in se razvijejo v sporah.

Razred *Equisetopsida* (= *Sphenopsida*) (presličevci)

* red *Sphenophyllales*

- izumrla skupina, zgornji devon – perm,
- *Sphenophyllum*: nežne zelnate, do 1 m visoke rastline, vzpenjalke; listi v vretencih, heterofilija,

* red *Equisetales*

družina *Calamtiaceae* – rod *Calamites* : razširjen v karbonu in permu (premog!), višina do 30 m, olesenelo steblo do 1 m v premeru, votlo v sredini, listi v vretencih, heterosporne,

družina *Equisetaceae*

- danes zastopane samo še z rodом *Equisetum* – preslica, s približno 30 vrstami razširjenimi po vsem svetu.

Značilnosti preslic:

- listi so mikrofilni, nameščeni v vretencih, zrasli v nožnico,
- steblo deljeno v nodije in internodije; tvori močan rhizom – koreniko, iz katere vsako leto poženejo pokončni nadzemni poganjki, ki so večinoma vretenasto razrasli; poganjki so robati (**valekule** in **karine**), v sredini imajo **strženovo votlino**, obdaja pa jih obroč kolateralnih žil (ožilje evstela). S propadanjem ksilema nastane v žilah t.i. **karinalni kanali**, v skorji so t.i. **valekularni kanali**; pod epidermidom je sklerenhim, v karinah pa kolenhim. Povrhnjica je impregnirana s kremenom (trdota in krhkost),
- pogosto ločeni trosni (fertilni) in jalovi (sterilni) poganjki,
- na vrhu trosnih poganjkov se razvije trosni klas (strobilus) iz vretenasto nameščenih sporofilov, sporofili nezeleni, ščitasti in pecljati, sporangiji vrečasti, odpirajo se higroskopsko z vzdolžno režo in iz njih se sprostijo številne zelene (!) spore (=izospore) z dvema paroma higroskopsko gibljivih trakov t.i. **hapter**,
- protaliji (gametofiti) nadzemni, zeleni, steljkaški, nekaj mm do cm veliki, eno ali dvospolni,
- EKOLOGIJA: večinoma rastline vlažnih rastišč,
- vrste *Equisetum palustre* (močvirska preslica), *E. arvense* (njivska p.), *E. hyemale* (zimsko p.).

Razred *Pteridopsida* (= *Filicopsida*) (praproti)

- LISTI: - imajo večinoma velike megafile (mahala), pogosto pernato deljene in bogato vilasto ožiljene (nastanek – telomska teorija!),
 - v mladosti so izrazito spiralasto ukrivljeni (hitrejša rast zgornje strani lista),
 - na spodnji strani nosijo skupine sporangijev (= **trošišča** ali **sorusi**),
- STEBLO običajno skrajšano in nerazvejano,
- RAZMNOŽEVANJE: izrazita heteromorfna izmena generacij s prevlado sporofita, pogosto vegetativno razmnoževanje (npr. razraščanje korenike, brsti),
- SISTEMATIKA: pomembna zgradba sporangija:
 - a) **evsporangij** – se razvije iz več celic, sedeč ali na kratkem peclju, stena večplastna, odpira se z enostavno razpoko (= **stomium**), veliko število spor,
 - b) **leptosporangij** – razvoj iz ene same epidermalne celice, na vitkem nekajceličnem peclju, stena enoplastna, posebne strukture za odpiranje, manjše število spor;

podrazred *Ophioglossidae* (= *Eusporangiidae*)

- primitivnejša skupina z **evsporangiji**, izosporijo, steljkaškim protalijem, ki je podzemen in mikorizen, listi v mladosti niso polžasto zaviti,

*red *Ophyoglossales*

- podzemna korenika z 1 listom, ki je dvodelen: jalovi in trosni del,
 - protalij podzemen, mm, mikotrofen, z vgreznjenimi gametangiji,
- Pri nas: *Ophyoglossum vulgatum* – kačji jezik: oba dela lista sta enostavna,
Botrychium – mladomesečina: oba dela lista pernatost deljena,

*red *Marattiales*

- večinoma tropski predstavniki, evolucijsko najstarejše in najprimitivnejše še živeče praproti,
- deblo kratko, na vrhu s šopom več metrov dolgih, večkrat pernatost deljenih listov, dihodomno ožiljenih, ki so v mladosti polžasto zaviti,
- izosporne, sporangiji na spodnji strani listov, zrasli v **sinangije**,
- rodova *Marattia*, *Angiopteris*;

podrazred *Pterididae* (=Leptosporangiidae)

- imajo leptosporangije,
- pogoste v senčnih in vlažnih predelih po vsem svetu (predvsem tropi) in predstavljajo približno 90% vseh praproti (~9000 vrst),
- nekaj olesenelih (=drevesaste praproti), večinoma zelne trajnice,
- ZGRADBA: - podzemna korenika, v kateri je sprva razvita proto-, kasneje pa sifono- ali polistela; redko so razvite traheje,
 - listi se razvijajo posamič ali v rozetah, v mladosti so polžasto zaviti, listna ploskev navadno 1x, 2x ali 3x pernatost deljena ali sestavljena, redko enostavna, ponavadi trofosporofili,
 - sporangiji se razvijajo na spodnji strani listov ali na listnem robu v skupinah im. **trošiča** (=sorusi), ki so na izboklinah (=receptaklih), pogosto prekrita z **zastiralcem** (=induzijem). Sporangiji imajo posebne strukture za odpiranje (obroč celic = **anulus**),
 - protalij (gametofit) je majhen, ploščat, avtotrofen (zelen), kratkoživeč, mm do cm velikosti, nadzemen, (večinoma) dvospolen, z gametangiji in rizoidi; gametangiji na spodnji strani (najprej se razvijajo anteridiji s policiliatnimi spermatozoidi), arhegoniji imajo po eno vratno (ali več) ter 1 trebušno kanalno celico; iz zigote se razvije sporofit, ki je kratek čas odvisen od gametofita.
- SISTEMATIKA: včasih ena sama družina, danes to skupino delimo na več redov in družin:

*red *Osmundales*

- vmesen položaj med evsporangiatnimi in leptosporangiatnimi praprotni,
- rod *Osmunda* s 14 vrstami po vsem svetu, *Osmunda regalis*: 2x pernatost deljen list, z ločenim fertilnim in sterilnim delom, plodni del lista v zg. delu, sporangiji ne tvorijo trošiča, razporejeni so enakomerno po celim fertilnim delu lista; uspeva v bližini Slovenije (okolica Karlovca na Hrvaškem),

*red *Schizaeales*

- predvsem tropske, so zelo izvirne (tako pernatost listi kot tudi žile z vilasto razrastjo),
- listi s sterilnimi (širši) in fertilnimi (ožji) odseki,
- sporangiji pecljati, jajčasti, na vrhu z obročem celic z debelo celično steno,

*red *Hymenophyllales*

- majhne, večinoma tropske praproti, pogosto epifitske,
- listi kožnato tanki (ime!), iz ene plasti celic, navadno krpati, deljeni na segmente ali vilasto deljeni, trofosporofili,

- trosišča z induzijem, na robu listov; sporangiji okrogli s poševnim anulusom,

*red *Cyathales* (drevesaste praproti)

- se pojavijo že v juri, danes predvsem v goratih tropskih in subtropskih predelih,
- rod *Cyathea*: z do 20 m visokim deblom z bujno krošnjo velikih pernato deljenih listov,
- trosišča na spodnji strani listov, na receptaklih, z induzijem in sklenjenim anulusom, ki poteka poševno čez njihovo steno,

*red *Polypodiales*

- družina *Polypodiaceae* – sladkokoreninčevke: sorusi na spodnji strani listov, induzija ni, listi enkrat pernato deljeni; *Polypodium vulgare* – navadna sladka koreninica,

*red *Pteridales*

- trosišča na listnem robu, ta zavihan in delno prekriva trosišče,
- vrste *Adiantum capillus-veneris* - venerini laski: nežni listi, vilasto razrasli, s pecljatimi lističi, po senčnem in trajno vlažnem skalovju na Primorskem,

Pteridium aquilinum – orlova praprot: naša največja praprot, s 3-4x deljenimi listi, trosišče prekriva z ene strani zastiralce z druge pa listni rob,

*red *Aspidiales*

- trosišča na površini spodnje strani lista, večinoma z induzijem; listna ploskev 1- do 4-krat pernato deljena,

- rod *Asplenium* - sršaj: črtalasta trosišča, enostransko obdana z zastiralcem; vrsta *Phyllitis scolopendrium* – jelenov jezik: enostaven list, črtalasta trosišča,

- družina *Dryopteridiaceae*: trosišča na koncu listnih žil, rogljičasta ali ledvičasta, z zastiralcem pritrjenim v sredini, številni z razločnimi rozetami listov. Pogoste *Dryopteris* – glistovnica in *Athyrium* – podborka; *Matteucia* – ločene sporo- in trofofile,

*red *Blechnales*

Blechnum spicant – rebrenjača: naš edini predstavnik tega reda, pogost v zakisanih gozdovih. Ima rozeto zimzelenih poleglih enkrat deljeni trofofilov, med njimi pokončni sporofili, trosišča pod zavihanim robom brez zastiralc;

podrazred *Salviniidae* (= *Hydropteridae*) (vodne praproti)

- rastline sladkovodnega in močvirskega okolja → spremenjen sporofit,
- so heterosporne, induziji skupaj z deli sporofilov tvorijo ovoje trosišč - kroglaste tvorbe, ki spominjajo na plodove t.i. **sporokarpi**; sporangiji so tipični leptosporangiji,
- gametofiti so močno reducirani, enospolni in se razvijejo znotraj spor,
- predstavniki:
 - družina *Salviniaceae*: naš edini predstavnik je plavček (*Salvinia natans*), uspeva ponekod v Prekmurju, v mrtvicah Mure. Je plavajoč, na stebelu s kratkimi internodiji ima v vsakem nodiju po tri liste, dva plavata na površini, sta ovalna zelena, z močno razvitim aerenhimom in neomočljivo zgornjo povrhnjico, tretji list je potopljen, deljen v nitaste roglje (imajo vlogo korenin), na njegovi bazi pa se razvijejo sporokarpi – po en megasporangij ter več mikrosporangijev. Mikrosporangij vsebuje 16 tetrad mikrospor, ležijo v penastem **perisporu** (tvorba tapetuma), iz mikrospor znotraj sporangija se razvije mikroprotalij z 2 anteridijema. V megasporangiju le po ena megaspora (ostale nastale celice propadejo), ki vsebuje veliko hranil, obdaja jo penast perispor. Ob zrelosti se sprosti cel megasporangij, v njem se razvije megaprotalij, predre stene in razvije nekaj v tkivo vgreznjenih **arhegonijev**.

Azolla – tropska praprotnica, simbioza z modrozeleno cepljivko *Anabaena azollae*, ki živi v votlinah njenih listov in fiksira dušik (zato jo gojijo na riževih poljih),

- družina *Marsileaceae* - marsiljevke: zelne trajnice s plazečo koreniko, iz katere požene vsako leto en pokončen list, ki nosi pri dnu kroglaste sporokarpe z več skupinami sorusov – v vsaki skupini po en makrosporangij in več mikrosporangijev. Pri nas *Marsilea quadrifolia* – redka, na Štajerskem in v Prekmurju. Jalovi del lista ima na vrhu štiri pahljačaste segmente in izgleda kot deteljica,

Pilularia globulifera – pri nas redka, jalovi del lista je črtalast, sporokarpi vsebujejo le štiri skupine induzijev.

IZVOR PRAPROTNIC: predstavljajo paralelno vejo mahovom, imajo skupne prednike (*Prosilophytopsida*), katerih izvor lahko iščemo pri zelenih algah. Medtem ko so mahovi osvojili kopno s pomočjo gametofita, pa so ostali omejeni na posebne ekološke niše, medtem ko so praprotnice in še posebej semenke z razvojem sporofita osvojile celotno kopno ...

OSNOVNA ŠTUDIJSKA LITERATURA

- P. Sitte s sod., 2002: Der Botanik : für Hochschulen : begründet von E. Strasburger. 35. Aufl. Heidelberg, Berlin : Spektrum Akademischer Verlag (ter vse starejše oz. novejšje izdaje tega učbenika)
- Campbell, N.A. in J.B.Reece, 2005. Biology. 7th edition, Pearson/Benjamin Cummings, San Francisco.
- Moore R., W.D.Clark & D.S.Vodopich, 1998: Botany, 2nd ed. The McGraw-Hill Co. USA.
- Raven, P.H., R.F.Evert, S.E.Eichhorn, 2005: Biology of Plants.7th ed.W.H.Freeman and Co./Worth publishers.

Priloga 1:

Pregled rastlinskega sistema (do semenk)

(vir: - sistem prokarioti: Campbell, N.A. in J.B.Reece, 2005. Biology. 7th edition, Pearson/Benjamin Cummings, San Francisco.

- sistem evkarioti: Strasburger E., 2002. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin.)

Prokaryota - prokarionti

1. nadkraljestvo Evbakterije, bakterije (**Bacteria**)

Deblo Proteobakterije

alfa proteobakterije: *Rhizobium*

beta proteobakterije: *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*

gama proteobakterije: *Legionella*, *Salmonella*, *Escherichia coli*

epsilon proteobakterije: *Helicobacter pylori*

Deblo Klamidije npr. *Chlamydia trachomatis*

Deblo Spirohete *Treponema pallidum*, *Borrelia burgdorferi*

Deblo G+ bakterije *Bacillus anthracis*, *Clostridium botulinum*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*

Organizacijski tip: prokariontske alge

Deblo Cijanobakterije, modrozeleni cepeljivke (**Cyanobacteria, Cyanophyta**)

red Chroococcales (kokalne m.c.): *Gloeocapsa*, *Merismopedia*, *Chroococcus*

red Oscillatoriales (nitaste m.c.): *Anabaena*, *Nostoc*, *Rivularia*, *Oscillatoria*, *Spirulina*

2. nadkraljestvo Arhebakterije (**Archaea**)

3. nadkraljestvo Evkarionti (**Eucarya**)

Organizacijski tip: sluzavke

Deblo Acrasiomycota

Deblo Myxomycota (prave sluzavke)

Deblo Plasmodiophoromycota

Organizacijski tip: glive (Fungi)

Deblo Oomycota ("glivolike alge")

Phytophthora infestans (krompirjev palež), *Plasmopara viticola* (trtna palež), *Albugo candida*

Deblo (Eu)Mycota (prave glive)

Razred Chytridiomycetes

Razred Zygomycetes (jarmaste glive)

red Mucorales: *Rhizopus* (pajčevinasta plesen), *Mucor mucedo* (krušna plesen), *Entomophthora muscae*

Razred Ascomycetes (zaprtotrosnice)

podrazred Endomycetidae (kvasovkam sorodne glive): *Saccharomyces* (*S. ellipsoideus*, *S. cerevisiae*), *Candida*

podrazred Ascomycetidae

red Eurotiales (plesnobine): *Aspergillus* (glavičasta plesen), *Penicillium* (čopičasta plesen)

red Clavicipitales: *Claviceps purpurea* (škrlatnordeča glavnica)

red Pezizales: *Morchella* (mavrah), *Helvella* (hrček), *Tuber* (gomoljika), *Peziza* (skledica)

Razred Basidiomycetes (prostotrosnice)

podrazred Heterobasidiomycetidae (nižje prostotrosnice)

red Uredinales (rje): *Puccinia graminis* (žitna rja), *Uromyces pisi*

red Ustilaginales (sneti): *Ustilago maydis* (koruzna snet), *U. tritici*, *U. hordei*

podrazred Homobasidiomycetidae (višje prostotrosnice)

nadred Porianae (luknjičarke)

Fomes fomentarius (kresilna goba), *Cantharellus cibarius* (lisička),

Hydnum (ježek), *Clavaria* (kijec)

nadred Agaricanae (lističarke)

Agaricus (šampijon), *Coprinus* (tintnica), *Amanita* (mušnica), *Russula* (golobica),

Boletus (goban)

nadred Lycoperdaneae (trebuhaste glive)

Lycoperdon (prašnica), *Geastrum* (zvezdica)

Organizacijski tip: lišaji (Lichenes)

Organizacijski tip: evkariotske alge

Deblo Euglenophyta (evglenofiti)

Euglena, *Phacus*, *Colacium*

Deblo Dinophyta (Pyrrophyceae, Dinoflagellata) (dinofiti, ognjene alge)

Razred Dinophyceae

red Peridinales - družina Peridinaceae: *Peridinium*, *Ceratium*

Deblo Heterokontophyta (heterokontofiti, "raznobičkaste" alge)

Razred Xanthophyceae (rumene alge)

red Heterotrichales (nitaste rumene alge): *Tribonema*

red Heterosiphonales (sifonalne rumene alge): *Vaucheria*

Razred Chrysophyceae (zlatorjave alge)

Dynobryon, *Hydrurus foetidus* (vodni rep)

Razred Bacillariophyceae (Diatomeae) (kremenaste alge, diatomeje)

red Centrales (radialno somerne kremenaste alge)

red Pennales (dvobočno somerne kremenaste alge): *Diatoma*, *Cymbella*, *Synedra*,
Navicula, *Tabellaria*,...

Razred Phaeophyceae (feofiti, rjave alge)

red Ectocarpales: *Ectocarpus*

red Cutleriales: *Cutleria*

red Dictyotales: *Dictyota*, *Padina pavonia*

red Laminariales: *Laminaria*, *Macrocystis*

red Fucales: *Fucus* (bračič): *F. virsoides* (jadranski bračič),

Deblo Rhodophyta (rodofiti, rdeče alge)

Razred Rhodophyceae

podrazred Bangiophycidae: *Porphyra*

podrazred Florideophycidae: *Batrachospermum*, *Corallina*, *Ceramium*

Deblo Chlorophyta (klorofiti, zelene alge)

Razred Chlorophyceae (zelene alge v ožjem pomenu)

red Volvocales (bičkaste z. a.): *Chlamydomonas*, *Pandorina*, *Volvox*

red Chlorococcales (kokalne z. a.): *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Hydrodictyon*,
Chlorella

red Ulotrichales: *Ulothrix zonata*, *Ulva rigida* (morska solata), *Enteromorpha* (m.
črevo)

red Chaetophorales: *Draparnaldia*, *Stigeoclonium*, *Chaetophora*, *Pleurococcus*
viridis

red Oedogoniales: *Oedogonium* (edogonij)

red Cladophorales (sifonokladalne z. a.): *Cladophora* (kladofora)

red Siphonales (sifonalne z. a.): *Halimeda tuna*, *Codium*: *C. dichotomum*, *C. bursa*,
Acetabularia (morski dežniček)

Razred Zygnematophyceae (=Conjugatae) (jarmaste alge)

red Desmidiales (lepotke): *Cosmarium*, *Closterium*, *Staurastrum*, *Euastrum*,
Desmidium, *Micrasterias*, *Netrium*

red Zygnematales (jarmovke): *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema*

Razred Charophyceae (parožničaste alge)

Chara, *Nitella*

Organizacijski tip: embriofiti (=mahovi in cevnice/praprotnice + semenke/)

Deblo BRYOPHYTA (mahovi)

Razred Anthocerotopsida (rogačarji)

Anthoceros

Razred Marchantiopsida (jetrenjaki)

Podrazred Marchantiidae (krpati jetrenjaki)

red Marchantiales: *Marchantia polymorpha* (studenčni jetrenjak), *Conocephalum conicum*, *Riccia*

Podrazred Jungermaniidae (listnati jetrenjaki)

red Metzgeriales: *Pellia epiphylla*, *Metzgeria conjugata*, *Blasia pusilla*

red Jungermanniales: *Plagiochilla*

Razred Bryopsida (=Musci) (listnati mahovi)

podrazred Sphagnidae (šotni mahovi)

Sphagnum (šotni mah)

podrazred Bryidae

Polytrichum (kapičar), *Mnium undulatum*, *M. punctatum*, *Leucobryum glaucum* (srebrni mah)

Deblo PTERIDOPHYTA (praprotnice)

Razred Psilophytopsida (psilofiti)

Rhynia, *Zosterophyllum*, *Psilophyton*, *Asteroxylon*

Razred Psilotopsida

Psilotum, *Tmesipteris*

Razred Lycopodiopsida (lisičjakovci)

red Protolepidodendrales, rodova *Drepanophycus*, *Protolepidodendron*

red Lycopodiales - družina Lycopodiaceae: *Lycopodium* (lisičjak), *Huperzia* (lisičje), *Diphasiastrum*

(dvorednik), *Lycopodiella* (blatec)

red Selaginellales (drežice), *Selaginella helvetica* (švicarska drežica), *S. selaginoides* (alpska d.)

red Lepidodendrales: *Lepidodendron* (luskavec), *Sigillaria* (pečatnikovec)

red Isoëtales: *Isoëtes*

Razred Equisetopsida (=Sphenopsida) (presličevci)

red Sphenophyllales, rod *Sphenophyllum*

red Equisetales - družina Calamitaceae: *Calamites*

- družina Equisetaceae (presličevke): *Equisetum* (preslica)

Razred Pteridopsida (=Filicopsida) (praproti)

podrazred Primofilicidae

Pseudosporochnus, *Cladoxylon*, *Archaeopteris*

podrazred Ophioglossidae (=Eusporangiidae)

red Ophioglossales: *Ophioglossum* (kačji jezik), *Botrychium* (mladomesečina)

red Marattiales: *Marattia*, *Angiopteris*

podrazred Pterididae (=Leptosporangiidae)

red Osmundales: *Osmunda*

red Shizaeales: *Shizaea*

- red Hymenophyllales: *Hymenophyllum* (kožolist)
- red Cyatheales (drevesaste praproti): *Cyathea*
- red Polypodiales - družina Polypodiaceae (sladkokoreninčevke): *Polypodium* (sladka koreninica), *Drynaria*, *Platycterium*
- red Pteridales: *Pteridium* (orlova praprot), *Adiantum* (venerini laski)
- red Aspidiales - družina Aspleniaceae: *Asplenium* (sršaj), *Ceterah* (slatinka), *Phyllitis* (jelenov jezik),
 - družina Aspidiaceae: *Dryopteris* (glistovnica), *Polystichum* (podlesnica),
 - družina Athyriaceae (podborovke): *Athyrium* (podborka), *Matteucia* (peruša), *Woodsia* (vudsovka)
- red Blechnales: *Blechnum* (rebrenjača)
- podrazred Salviniidae (= Hydropteridae) (vodne praproti)
 - Salvinia natans* (plavček), *Azolla*, *Marsilea quadrifolia* (štiriperesna marzilka), *Pilularia globulifera*