

Nejc Jogan

**NAVODILA ZA
VAJE IZ
SYSTEMATSKE
BOTANIKE**

**(3. izdaja delovne verzije)
(različica .pdf)**

Ljubljana, 2001

© Nejc Jogan 2001, 2003

strokovni pregled:

prof. dr. Tone Wraber

asist. Tinka Bačič, univ. dipl. biol

priprava dokumenta za Acrobat Reader: CKFF, Ljubljana

Za osebno uporabo, tiskanje večjega števila izvodov z namenom prodaje ni dovoljeno!

SPLOŠNO

- PRISOTNOST:** z opravičilom lahko manjka študent na 10% vaj. Če to kvoto prekorači, se mu vaje ne priznajo in jih mora vpisati ponovno. Vaje se načeloma začenejo z "akademsko četrtjo" oziroma po dogovoru v začetku semestra.
- ZAPISKI:** zapisujte si čimveč, predvsem podrobnosti, ki jih na predavanjih ali v vaši literaturi niste zasledili. Nejasne reči razčistite sproti, saj ponavljalnih vaj ne bo!
- PRIPRAVLJENOST:** v interesu študenta je, da se na vaje pripravi. Za to so mu na voljo zapiski s predavanj ali literatura (glej spodaj).
- PRIBOR:** vsak študent naj nosi na vaje pinceto, preparirno iglo, britvice in krpico. V drugem semestru tudi (predvsem na terenskih vajah) določevalni ključ (Mala flora Slovenije) in žepno povečevalno steklo (povečava okoli 10x).
- RED V PRAKTIKUMU:** med vajami v praktikumu se držite pravil dela v laboratoriju. V praktikumu ne jejte, mikroskope in lupe uporabljajte tako kot je treba, po koncu vaj pustite mizo v takem redu in čistoči, kot ste jo dobili. Vsako pomanjkljivost (npr. umazana stekelca, zamenjan mikroskop...) prijavite že v začetku vaj. Presedanja v vajalnici med šolskim letom ni!
- PREPARACIJA:** ker materiala ni vedno mnogo, bodite pri preparaciji skrbni in ne uničite več, kot je za pripravo preparata potrebno.
- SKICIRANJE:** skicira se s svinčnikom na brezčrten A4 list. Ob vsaki skici je potrebno navesti sistematsko uvrstitev objekta in povečavo, pri kateri je bil opazovan. Na skicah označimo čimveč podrobnosti. Skice so pogoj za opravljanje kolokvija!
- LITERATURA:** osnovna študijska literatura je: Maegdefrau, Ehrendorfer: *BOTANIKA, Sistematika, evolucija, geobotanika*, Školska knjiga, Zagreb. Sicer je to delo že nekoliko zastarelo, vendar najbolj dostopno. Zelo priporočljiv, zlasti za nižje rastline vključno z golosemenkami, je učbenik: P. Bell: *Green Plants: Their Origin and Diversity*, Cambridge University Press.
- Pri izdelavi herbarija je potreben določevalni ključ (Martinčič, A. & F. Sušnik, 1969, 1984: *Mala Flora Slovenije*, za večji del Slovenije zelo uporaben tudi Adler, W. & al., 1994: *Exkursionsflora von Oesterreich*, Ulmer Verlag, nekoliko manj primeren Domac, R.: *Mala flora Hrvatske*, Školska knjiga), poleg tega pa so koristni tudi slikovni priročniki, ki jih je na voljo precej; najboljši v slovenskem jeziku je Čvančara, Šourkova: *Rastlinski svet Evrope*, od tujih pa je najbolj priporočljiv Rothmaler, W.: *Exkursionsflora*, Bd. 3.
- TERENSKA VAJE:** terenske vaje so v letnem semestru, praviloma vsaj en dan v Primorju, vsaj dvakrat po pol dneva v okolici Ljubljane in vsaj en dan v Alpah. Prisotnost na teh vajah je obvezna (razen za študente, ki imajo hujše zdravstvene težave) in tudi snov, ki jo na terenu obravnavamo, pride v poštev na kolokviju.
- HERBARIJ:** vsak študent si izbere območje, na katerem bo zbral določeno število vrst (praviloma) višjih rastlin in jih herbariziral. Pri predmetu Sistematska botanika je število vrst 100, pri Osnovah 75, dvopredmetniki pa naberejo 50 vrst. V vseh primerih so izvzete vrste, ki jih obravnavamo na laboratorijskih vajah, poleg teh pa še nekaj deset najpogostejših vrst, ki so navedene v posebnem seznamu (Priloga 1, v njej so tudi podrobneje naštetih kriteriji za sprejetje herbarija in izgled etikete). Poleg herbarija (kako ga narediti je napisano v knjižici A. Podobnika: Navodila za izdelavo herbarija) študent na 2-4 tipkanih straneh opiše svoje območje (geografija, klima, geologija, pedologija, rastje, zanimive najdbe, literatura), priloži pa še kopijo zemljevida z vrisanimi mejami območja nabiranja in na A4 listi napisan seznam vrst v herbariju (seznam mora biti urejen po sistemu v MFS, naslovljen enako kot oris območja, napisan mora biti v enem stolpcu z dovolj prostora levo in desno, avtorskih citatov ni potrebno pisati, dovolj so strokovna imena vrst). Seznam in zemljevid ostaneta v arhivu, ostalo (razen največ 10 pol s herbariziranimi rastlinami, ki ostanejo v univerzitetnem herbariju) dobi študent nazaj.
- Herbarij je potrebno oddati v pregled najkasneje teden dni pred kolokvijskim rokom, rezultati pregledovanja pa so objavljeni vsaj dan pred rokom.
- KOLOKVIJ:** je sestavljen iz teoretičnega dela in herbarija. Teoretični del je možno opravljati na dveh delnih rokih (prvi - kriptogami, drugi - semenke), vendar je prvi delni rok razpisan le enkrat v šolskem letu (načeloma v zimskih počitnicah). Kdor ta del opravi, opravlja na nadaljnjih rokih le drugi del, ostali pa celotno snov. V poletnih počitnicah so razpisani trije roki, praviloma v junijskem izpitnem obdobju 2, septembra pa 1. Vstopni del vsakega roka je preverjanje prepoznavanja (kriptogamov), ki mora biti vsaj 75% (66% za dvopredmetnike). Zagovor herbarija pa poleg

pozitivno ocenjenega herbarija s prilogami obsega še preverjanje sposobnosti določanja višjih rastlin s ključem in znanje prepoznavanja lesnih vrst.

Snov, ki jo mora študent poznati, obsega vse, kar smo obravnavali na laboratorijskih in terenskih vajah, poleg tega pa mora imeti študent okvirno znanje tudi o skupinah, ki jih na vajah nismo neposredno obravnavali.

Rastlinski material, ki ga mora študent prepoznati, je v stanju, v kakršnem smo ga videli na vajah, le višje rastline so lahko tudi herbarizirane.

Ocena kolokvija je sestavljena iz ocene zagovora herbarija (1/3) in obeh ocen delnih kolokvijev (vsaka 1/3) ali ocene skupnega kolokvija (2/3). Opravljen kolokvij je pogoj za vpis frekvence in načeloma tudi za opravljanje izpita.

PREGLED VSEBINE VAJ:

zimski semester:

1. vaje: uvod, modrozeleni cepljivke
- 2.-6. vaje: alge (zelene, rumene, zlatorjave, kremenaste, rjave, rdeče)
- 7.-9. vaje: glive (nižje glive, zaprtotrosnice, prostotrosnice, lišaji)
- 10.-11. vaje: mahovi (jetrenjaki, listnati mahovi)
- 12.-14. vaje: praprotnice (lisičjakovci, drežičevci, preslice, praproti)
15. vaje: rezerva

letni semester

- 1.-3. vaje: golosemenke
- 4.-14. vaje: kritosemenke (vrstni red obravnave glede na cvetenje v naravi)
15. vaje: rezerva

SISTEMATSKA BOTANIKA

Že Linne je od svojih predhodnikov povzel staro delitev živega sveta na rastline (*Plantae*) in živali (*Animalia*). Med rastline je uvrstil praktično vse, kar ni bilo prepoznano za žival in tako so se v istem košu znašle skupaj z brstnicami tudi alge, glive in bakterije.

Zaradi neopaznosti celične kompartmentizacije (pod svetlobnim mikroskopom niso bili opazni jedro in plastidi) in zaradi ostalih razlik so bakterije kasneje uvrstili v samostojno kraljestvo *Prokaryota*, ostale "rastline" pa skupaj z živalmi v kraljestvo *Eukaryota*.

Bistvene razlike med prokariontskimi in evkariontskimi celicami so:

	<i>Prokaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
tip celice	protocita	evcita
dedni zapis	kromosomov ni, DNA prost	DNA v kromosomih, ti v jedru
organeli	ni	več tipov
cel. delitev	amitotska (=cepitev)	mitoza ali mejoza
bički	preprosti	kompleksni (9x2 + 0-3)
ribosomi	70 S	80 S

Natančnih podatkov o evoluciji evkariontov iz prokariontov ni, na podlagi dosedanjih dognanj pa je najverjetnejša t.i. **simbiotska hipoteza**, po kateri naj bi različni organeli evkariontov nastali z večkratnim vključevanjem sprva parazitskih, kasneje pa simbiotskih prokariontov v izvorno protocito. Ti simbiotski prokarionti naj bi postopno izgubili lastno individualnost in postali del evcite. Na to kaže tudi relativno velika podobnost med sekvencami ribosomalne RNA med prokarionti in npr. kloroplasti.

V zadnjih desetletjih se je na podlagi novih dognanj pojavilo nekaj novih sistemov živega sveta. Ti delijo živi svet na več kraljestev, od 4 do 7. Novo oblikovana kraljestva so: **glive** (*Fungi*), od katerih lahko oddelimo še kraljestvo **sluzavk** (*Myxomycetes*), najbolj sporno kraljestvo **protistov** (*Protista*) - enoceličarji in njim ozko sorodni organizmi (praživali, alge...), **arhebakterije** (*Archaeobacteria* - glej Proteus L. 46: 134), izločene izmed prokariontov (te imenujejo skupno *Monera*, z izločitvijo arhebakterij pa ostanejo **prave bakterije** - *Eubacteria*).

Več o tej problematiki si lahko preberete v Proteusu (Podobnik, L. 47 (9-10): 334-8; Sojar, L. 54 (9): 346-9).

Četudi je torej o živem svetu znanega že precej več kot v Linnejevih časih, botanika še vedno obravnava tradicionalno pojmovane rastline. Tako bomo na vajah iz sistematske botanike spoznavali iz kraljestva *Eubacteria* modrozeleno cepljivke, iz kraljestva *Protista* alge, iz kraljestva *Fungi* glive in lišaje, iz kraljestva *Plantae* pa mahove, praprotnice in semenke.

KLASIFIKACIJA

Poimenovanje posameznih taksonomskih kategorij (=taksonov) določa Mednarodni kodeks botanične nomenklature (ICBN), s katerim so natančno določeni hierarhični odnosi med taksoni in za takson nad nivojem rodu tudi oblika imena. Te oblike imen se nekoliko razlikujejo med algami, glivami in rastlinami.

Od kraljestva navzdol si torej sledijo naslednje osnovne kategorije (v oklepaju so navedene predpisane končnice imen, A = alge, G = glive, R = rastline):

kraljestvo	regnum (-ota)
deblo	divisio (=phylum) (A, R: -phyta, G: -mycota)
razred	classis (A: -phyceae, G: -mycetes, R: -atae ali -opsida)
red	ordo (-ales)
družina	familia (-aceae)
rod	genus
vrsta	species (ime = "ime rodu" + vrstni pridevek)

Poleg teh se uporabljajo za klasifikacijo še kategorije vmesnih rangov, od katerih omenimo le še **poddeblo** (A, R: -phytina, G: -mycotina), **podrazred** (-idae), **nadred** (-anae) in **poddružino** (-oideae). Od rodu nižji kategoriji sta **podrod** in **sekcija**, od vrste nižje pa **podvrsta** (subspecies =ssp.), varieteta in forma (zadnjih dveh večinoma ne uporabljamo več).

r. *EUBACTERIA* - PRAVE BAKTERIJE

Z bakterijami nasploh (vključno z arhebakterijami) se botanika ukvarja le še zaradi tradicionalnega uvrščanja prokariotov med rastline, sicer pa se z njimi ukvarja mikrobiologija.

Tudi opisi novih taksonov so pri prokariotih specifični: večina navedenih značilnosti je fizioloških (sposobnost razkroja določenih hranil, odpornost na antibiotike, aerobnost/anaerobnost, način pridobivanja energije, optimuma pH in temperature, pri katerih vrsta uspeva...), nekaj biokemičnih (delež G in C v DNA, tip celične stene...), le malo pa "klasičnih" morfoloških.

Poleg tega se močno razlikujeta tudi tipifikaciji vrst: pri evkariotih je tipski primerek herbarijska pola ali kako drugače fiksiran material, ob tipifikaciji prokariotskega taksona pa je potrebno navesti živo kulturo, ki jo hranijo in precepljajo v eni od mikrobioloških zbirk (glej Proteus L. 47: 353).

div. *Cyanobacteria* (=Cyanophyta) - MODROZELENE CEPLJIVKE

Modrozeleni cepljivki (dalje: MZC) so aerobne fototrofne bakterije, ki jih zaradi navidezne podobnosti (velikost, morfologija, klorofil) z algami pogosto nepravilno imenujejo kar modrozeleni alge.

Zaradi makromorfološke podobnosti MZC z algami in po drugi strani zaradi njihove prokariotske organizacije se z njimi ukvarjajo tako algologi kot tudi mikrobiologi. Pristopi h klasifikaciji se med njimi seveda precej razlikujejo in tako npr. mikrobiologi priznavajo le 22 rodov, algologi pa kar 170 rodov MZC. Dejansko z gojenjem MZC pri standardnih pogojih ugotovimo, da je velik delež njihove siceršnje variabilnosti odvisen le od vplivov okolja, kar seveda nasprotuje upoštevanju takih znakov kot taksonomsko pomembnih.

Značilnosti modrozelenih cepljivk:

pigmenti: klorofil a, beta karoten, ksantofili, **fikobilini** (fikocian(-in), fikoeritrin)

hranila: cianoficejski škrob (podoben glikogenu in amilopektinu), dušik (vezan v obliki polipeptida cianoficina iz arginina in aspartata), ribuloze bifosfat karboksilaza (v karboksisomih), olja, volutin (polifosfat)

celična stena: kot pri Gram- bakterijah (murein, lipopolisaharidi), pogosto obdana s polisaharidno galerto

celica: v citoplazmi so proste tilakoide s klorofilom in **fikobilisomi** (s fikobilini), opazimo lahko še plinske vakuole (pri nekaterih planktonih, niso prave vakuole, saj jih obdajaj le enoplastna beljakovinska ovojnica), cianoficinsko telo (v heterocistah);

Posebne celice so **heterociste** (celice z debelo celično steno, brez fikobilinov, mesta fiksacije dušika), akinete ("trajne" celice)

razmnoževanje: vegetativno z amitotskimi delitvami celic (cepitev), s fragmentacijo in tvorbo **hormogonijev** (nekajcelični gibljivi koščki niti), nespolno s tvorbo **beocit** ("endospor", nastanejo po multipli delitvi znotraj celice), z **brstenjem** (tvorba "eksospor"), s tvorbo "trajnih" celic akinet. Spolno razmnoževanje ni znano, obstaja pa **paraseksualnost** kot pri drugih bakterijah

prehrana: nekateri predstavniki so (verjetno) sposobni pridobivati energijo z razkrojem organske snovi, v anaerobnih razmerah pa lahko sintetizirajo ATP z razkrojem cianoficina;

gibljeve oblike: nekatere trihalne oblike lahko polzijo po podlagi, planktoni lahko nekoliko uravnavajo globino lebdenja s pomočjo plinskih vakuol

organizacijski nivoji: kokalni, kapsalni(?), trihalni

ekologija: najrazličnejše ekološke niše, največ predstavnikov v sladki vodi in v prsti, sicer še v morju, toplih vreclih, na kamenju, v pasu bibavice; številne vrste živijo v simbiozi z drugimi organizmi: z glivami (galertasti lišaji: kar 8% vseh lišajev, drugače v **cefalodijih**, glej poglavje Lišaji), z nekaterimi jetrenjaki (*Anthoceros*, *Blasia* + *Nostoc*), praprotni (*Azolla* + *Anabaena azollae*), golosemenkami (*Cycadales* + *Nostoc*), kritosemenkami (*Gunnera* + *Nostoc*) in tudi živalmi: enoceličarji in spužvami. Pomembna vloga tudi v morskem pikoplanktonu (<2 mikrometra veliki lebdeči organizmi).

Tako kot tudi nekatere druge bakterije, so MZC sposobne **fiksacije dušika**. To pomeni, da so atmosferski dušik sposobne reducirati do amonijaka, v tej obliki pa postane dušik sprejemljiv tudi za druge (evkariotske) organizme. Fiksatorji dušika so predvsem nitaste oblike, ki tvorijo posebne celice

heterociste, v katerih v aerobnem okolju poteka fiksacija (v anaerobnem okolju lahko proces poteka tudi v drugih celicah). Heterociste so zlahka prepoznavne po debeli celični steni (zlasti na polih, kjer se razvije t.i. polarni nodul), šibkejši pigmentaciji (nimajo fikobilinov!) in **polarnih telescih** iz cianoficina. V njih deluje le prva faza fotosinteze (ciklična fosforilacija ATP), sicer pa so razmere anaerobne, saj drugače nitrogenaza ne more delovati. S sosednjimi celicami so heterociste povezane s porami (plazmodezmami?) v stični celični steni in skozi njih transportirajo dušik v obliki glutamina. Fiksacija N lahko poteka tudi v drugih celicah ob odsotnosti kisika ali v temi.

Prav zaradi sposobnosti fiksacije dušika so MZC "zanimiv" simbiotski partner za evkarionte in verjetno so se prav zato razvile številne simbiotske povezave.

Za MZC in tudi nekatere druge bakterije naj bi bila značilna tudi t.i. **kromatična adaptacija**. To je sposobnost spreminjanja razmerja med fotosintetskimi pigmenti v odvisnosti od svetlobnih razmer v okolju. Tako lahko MZC izkoristijo tudi svetlobne spektre s šibko zastopanimi valovnimi dolžinami, ki jih absorbira klorofil (npr. modra svetloba v globoki vodi ali zelena pod rastlinsko odejo). Res pa je, da je sam koncept fenomena Kromatične adaptacije precej sporen.

MZC imajo za človeka večinoma le posreden pomen, le vrste rodu *Spirulina*, ki se v plitvinah nekaterih Afriških jezer močno namnožijo, uporabljajo tudi v prehrani. Po eni strani MZC s fiksacijo dušika pripomorejo k "naravnemu gnojenju" (to je dokazano pomembno na riževih poljih), po drugi strani pa se lahko nekatere vrste v ugodnih razmerah v organsko onesnaženih stoječih vodah tako namnožijo, da povzročijo t.i. **cvetenje jezer**. Do negativnih vplivov na okolje lahko pride po cvetenju, ko se začne razkroj velikih količin odmrle organske snovi, kar lahko pripelje do anoksije in s tem odmrtnosti številnih vodnih rastlin in živali, nekatere vrste MZC (npr. *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*) pa lahko v določenih razmerah izločajo tudi močne strupe, ki pomorijo vse živali v vodi in tudi kopenske vretenčarje, ki tako vodo pijejo.

Nekatere pritrjene MZC v galertastem ovoju celic kopičijo apnenec in s tem pomembno sodelujejo pri tvorbi **lehnjaka**.

MZC so skoraj gotovo najstarejši fotoavtotrofni organizmi na zemlji. Pojavile naj bi se pred kakimi 3 milijardami let in naj bi v nadaljnji milijardi let ustvarile zadostno koncentracijo atmosferskega kisika za razvoj aerobnih organizmov. S pojavom kisika se je pojavila tudi nujnost izolacije fiksacije dušika in tako naj bi se pred 2 milijardami let razvili predstavniki s heterocistami, približno v tem obdobju pa naj bi MZC kot simbioti v praeukariotskih celicah (t.i. praplastidi) omogočili tudi nastanek rastlin.

cl. Cyanophyceae je edini razred MZC, deli pa se na več redov, od katerih bomo omenili 3:

o. Chroococcales - KOKALNE MODROZELENE CEPLJIVKE

Predstavniki tega redu imajo celice posamič ali združene v galertaste kolonije. Razmnožujejo se lahko le vegetativno (delitev, brstenje), heterocist in akinet ni.

Rodovi: *Aphanothece*, *Chroococcus*, *Gloeocapsa*, *Merismopedia*, *Microcystis*

o. Oscillatoriales - NITASTE MODROZELENE CEPLJIVKE BREZ HETEROCIST

Predstavniki so nitasti, pogosto so niti obdane z galertasto nožnico, vegetativno se razmnožujejo z razpadom (vmesne celice - **nekridiji** - propadejo) v nekajcelične hormogonije.

Rodovi: *Oscillatoria*, *Spirulina*.

o. Hormogonales (=Nostocales) - MODROZELENE CEPLJIVKE S HETEROCISTAMI

Nitaste, hormogoniji pa se razvijejo tudi iz akinet v ugodnih življenjskih razmerah, pri nekaterih srečamo **nepravo razrast** (npr. *Scytonema*); številne vrste imajo bazalne ali interkalarne heterociste, mnoge tvorijo tudi akinete.

Rodovi: *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermum*, *Nostoc*, *Petalonema*, *Rivularia*, *Scytonema*.

spr. *Eukaryota* - evkarionti

Kot smo omenili že v uvodu, lahko evkarionte delimo na več kraljestev. Zaradi enostavnosti bomo v nadaljevanju uporabljali delitev na 3 kraljestva, torej rastline, glive in živali, od katerih bomo seveda obravnavali le prvi dve. Tako kraljestva *Protista*, ki združuje nižje evkarionte, ne bomo več omenjali, čeprav se bo pri nekaterih skupinah, ki jih bomo obravnavali (npr. *Dinophyta*), pokazalo, da meje med rastlinami in živalmi niso zmeraj jasne.

r. *Plantae* - rastline

Rastline, kot jih bomo obravnavali mi, so še vedno zelo pestra skupina, ki bi jo v grobem lahko razdelili na 4 dobro znane podskupine: alge, mahove, praprotnice in semenke. Za vse skupaj je značilna primarna avtotrofnost, za katero so odgovorni plastidi s fotosintetskimi pigmenti (vsem je skupen klorofil a in beta karoten), celice pa večinoma obdaja celulozna celična stena. Najprej bomo obravnavali alge.

"*Algae*" - alge

so zelo heterogena skupina, katere predstavniki so se najverjetneje večkrat neodvisno razvili iz neavtotrofnih prednikov, a jih zaradi morfološke, fiziološke in ekološke podobnosti obravnavamo skupaj. Zato tej skupini ne prisojamo formalnega taksonomskega ranga (npr. podkraljestvo ali nadedbo).

So tipične **steljčnice** (rastline, ki še nimajo jasno razvitih tkiv in organov), katerih razmnoževalni organi so v zasnovi enocelični in brez ovoja sterilnih celic (čeprav najdemo tudi izjeme, ki imajo po eni strani visoko diferencirano parenhimatsko steljko, po drugi strani pa razmnoževalne organe s sterilnimi ovoji).

Za klasifikacijo alg so najpomembnejše biokemijske značilnosti: struktura fotosintetskih pigmentov, hranil, celične stene, poleg tega pa še način razmnoževanja, tip gibljivih oblik, tip preroda... Mnoge od teh značilnosti bomo spoznavali sproti, pri obravnavi posameznih skupin, nekatere pa si oglejmo že zdaj.

Razmnoževanje

lahko v glavnem razdelimo na **spolno** in **nespolno**, nespolno pa nadalje na **vegetativno** in **nespolno** v ožjem pomenu te besede (s. str.).

Spolno razmnoževanje

Pri spolnem razmnoževanju vedno nastopata dve **haploidni** (z enojno garnituro kromosomov) spolni celici (**gameti**), ki se sami nadalje ne moreta razvijati in je zato nujna njuna združitev (**kopulacija**) v diploidno **zigoto**. Ta se lahko razvija dalje v diploidno rastlino (**sporofit**), ali pa pride do **redukcijske delitve (mejoze)** in se iz nje razvije haploidna rastlina (**gametofit**). Pogosto se zigota obda s čvrsto steno in je sposobna preživeti neugodne življenjske razmere, npr. mraz ali sušo. V tem primeru govorimo o **trajni** zigoti (zigocisti ali zigospori). Glede na razlike med gametama ločimo tri glavne tipe spolnega razmnoževanja: izo-, anizo- in oogamijo.

Izogamija: združita se morfološko enaki gameti, ki pa sta lahko fiziološko različnih spolov.

Anizogamija: gameti sta morfološko različni, a obe podobno gibljivi.

Oogamija: velika, negibna "ženska" gameta (**jajčna celica**) in manjša gibljiva "moška" gameta. Če ima "moška" gameta gibalne organele je to **spermatozoid**, če je pasivno gibljiva pa **spermacij**. Celici, v kateri nastajajo gamete, pravimo **gametangij** (gametocista), pri oogamiji pa "ženskemu" gametangiju **oogonij** (**arhegonij**, ginogametocista), moškemu pa **spermogonij** (**anteridij**, androgametocista).

Vegetativno razmnoževanje

Pri tem razmnoževanju nastopajo večcelične razmnoževalne enote (**policitogeno** razmnoževanje), posamezne celotne celice ali pa gre - pri enoceličarjih - za celotne organizme (**mitotska delitev**). V vseh primerih se iz razmnoževalne enote razvije enak organizem, kot jo je ustvaril. Nitasti organizmi se pogosto vegetativno razmnožujejo s **fragmentacijo**, nekatere celice se lahko v neugodnih razmerah obdajo z debelo celično steno (**akinete**), nekatere pritrjene alge pa se lahko **razraščajo** po podlagi z živicam podobnimi tvorbami (npr. *Charophyceae*).

Nespolno razmnoževanje

Pri tem tipu razmnoževanja nastopajo praviloma enocelične (**monocitogeno** razmnoževanje) **spore (trosi)**, ki se razvijejo znotraj posebne celice (**sporangij**, sporocista) in se iz njih lahko takoj razvije nov organizem, ki se lahko razlikuje od tistega, na katerem so spore nastale.

Če nastajajo spore z redukcijsko delitvijo ali mejozo, jim pravimo **mejospore**, so torej vedno haploidne, če nastajajo z mitozo pa **mitospore** (če te nastajajo na haploidni rastlini so lahko tudi haploidne!). Iz mejospor, ki se razvijejo na **sporofitu**, se razvije **gametofit**. Če so spore aktivno gibljive (običkanne), jim pravimo **zoospore (blodilke)**, drugače pa **aplanospore**.

Mej med sporami in gametami pogosto ni in tako lahko iste celice služijo razširjanju haploidne rastline ali pa medsebojno kopulirajo.

Prerod (izmena generacij)

Menjavanju dveh ali več generacij iste vrste, ki se medsebojno razlikujejo po načinu razmnoževanja, pravimo **prerod** ali **izmena generacij**. Primarna izmena generacij pomeni menjavanje **spolne** in **nespolne** generacije. Spolno generacijo predstavlja **gametofit** (generacija, ki tvori gamete), nespolno pa **sporofit** (generacija, ki tvori **spore** iz katerih se razvije ponovno gametofit). Pri večini rastlin je gametofit **haploiden**, sporofit pa **diploiden**; taki izmeni generacij pravimo **heterofazna**. Če sta obe generaciji morfološko podobni govorimo o **izomorfneumu**, če sta različni pa o **heteromorfneumu** prerodu. Kadar sta razviti obe generaciji, govorimo o **haplodiplontih**, če je diploidna (sporofitska) faza zreducirana na stopnjo zigote so to **haplonti**, če pa so rastline vse življenje diploidne in so haploidne le gamete, so to **diplonti**. Pri diplontih nastajajo gamete v gametangijih z redukcijsko delitvijo, pri haplontih pa se zigota takoj na začetku nadaljnega razvoja redukcijsko deli.

Organizacijski nivoji

Splošno sprejeta domneva je, da so se različne skupine alg razvijale neodvisno druga od druge od najpreprostejših enoceličnih bičkarjev preko enoceličnih neobičkanih oblik do nitastih in še bolj kompleksno zgrajenih. Takim evolucijskim razvojnim fazam pravimo **organizacijski nivoji**. Poleg glavnih, ki jih bomo našli in se pojavljajo v več nesorodnih skupinah alg, je še nekaj dodatnih, ki jih srečamo redkeje in si jih bomo podrobneje ogledali, če bomo naleteli nanje.

- **Monadni** (flagelatni, bičkasti) **organizacijski nivo**

Celice so vseskozi običkane, pogosto brez celične stene, posamič ali združene v kolonije. Kadar so bički različni, govorimo o **heterokontni**, če so enaki pa o **izokontni** običkanosti. Če so bički nameščeni spredaj (glede na smer gibanja), govorimo o **akrokontnosti**, če so zadaj pa o **opistokontnosti**. Glede na število bičkov so lahko celice **uni-**, **bi-**, **tetra-** ali **policiliatne**.

Pri nadaljnjih nivojih so lahko običkane le še razmnoževalne celice (**goniti**): gamete ali spore.

- **Kokalni** (enocelični) **organizacijski nivo**

Celice so neobičkane, z razvito steno, posamič ali v manjših kolonijah brez posebne koordinacije in delitve dela med celicami (**agregati**).

- **Kapsalni** (palmeloidni) **organizacijski nivo**

Neobičkane celice, pogosto brez stene, v skupni galerti tvorijo kolonije.

- **Trihalni** (nitasti) **organizacijski nivo**

Celice tvorijo nitaste, ploščate ali celo prostorsko razrasle kolonije vendar brez delitve dela med celicami.

- **Sifonalni** (cevasti) **organizacijski nivo**

Celotno steljko tvori ena sama, navadno razrasla mnogojedrna celica, le **gonitociste** (gametangiji ali sporangiji) se s prečno steno ločijo od ostalega telesa.

- **Parenhimatski** (kormofitoidni, tkivni) **organizacijski nivo**

To je skrajna oblika prostorsko razrasle trihalne organizacije, pri kateri pa pride že do različne delitve dela med celicami in s tem do oblikovanja tkiv (krovno, mehansko, rastno...) in organov (rizoidi, kavloidi, filoidi).

Smer evolucijskega razvoja med organizacijskimi nivoji ni vedno jasna. Izhodiščni nivo naj bi bil monadni, iz njega naj bi se razvila kokalni in kapsalni, iz kokalnega trihalni, iz tega pa sifonalni in parenhimatski. Na podlagi organizacijskih nivojev navadno delimo razrede alg na redove.

Evolucija alg je danes že nekoliko bolj razumljena, vendar je njena interpretacija težavna, saj je šlo očitno za vzporedno evolucijo evkariontskih celic in plastidov (ti so se razvili iz simbiotskih MZC). Raznobičkaste alge, evglenofiti in ognjene alge so se očitno razvijali neodvisno, rdeče, zelene alge in glavkofiti pa predstavljajo monofiletsko razvojno skupino, katere debla pa se ločijo že zelo zgodaj. Iz zelenih alg so se dalje razvile vse kopenske rastline, glive pa podobno kot alge predstavljajo več neodvisno se razvijajočih evolucijskih linij.

ph. *Euglenophyta* - evglenofiti

značilnosti evglenofitov:

pigmenti: klorofila a in b, beta karoten, od ksantofilov zlasti diadinoksantin in datoksantin.

hranila: paramilum (poliglukan podoben krizolaminarinu), olja

celična stena: ni, pri številnih proteinska **pelikula (periplast)**, lahko tudi lorika

celica: več plastidov, ki lahko manjkajo, kontraktilne vakuole, kromosomi v jedru stalno spiralizirani, zrnca paramiluma

razmnoževanje: vegetativno (vzdolžna delitev), spolno vprašljivo (izogamija)

prehrana: številni miksotrofi ali heterotrofi

gibljive oblike: biciliatne (vendar krajši biček navadno ne presega ustja požiralnika), heterokontne, akrokontne, daljši biček omigetalčen

organizacijski nivoji: monadni, večinoma prostoplavajoči enoceličarji, pogosta tvorba galertastih kolonij

ekologija: večinoma sladkovodni

pomen: nekatere vrste (npr. *Euglena sanguinea*) lahko povzročijo cvetenje jezer

Evglenofite obravnavajo tako botaniki kot zoologi, saj mednje uvrščamo avtotrofne in heterotrofne predstavnike, poleg tega pa so številni avtotrofni predstavniki pravzaprav **miksotrofi** (sposobni pridobivati energijo tudi z razkrojem organskih snovi). Z gojenjem pri visokih temperaturah ali z dodajanjem streptomicina je tudi možno iz sicer avtotrofnih kultur vzgojiti seve brez plastidov: delitev celic namreč poteka hitreje kot cepitev plastidov. Kaže, da je heterotrofnost evglenofitov sekundarnega značaja. Po izvoru so evglenofiti neodvisni od ostalih alg in imajo skupne prednike s skupino bičkarjev *Kinetoplasta*.

Euglena - evglena: številne vrste v organsko močno onesnaženih vodah (gnojnice ipd.), lužah... Avtotrofni bičkar, celica je vretenasto oblikovana, bička izraščata iz apikalno nameščenega požiralnika, ki miksotrofom služi za prehrano, na njegovem obodu leži stigma, vanj pa se tudi izlivajo kontraktilne vakuole. Celica vsebuje več plastidov, ki jih obdaja triplastna membrana - zunanjo plast tvori endoplazmatski retikulum. Na plastidih so pirenoidi, paramilum pa nastaja v citoplazmi. Kromosomi v jedru ostajajo stalno kontrahirani, kar spominja na situacijo, ki jo bomo srečali pri ognjenih algah (t. i. **dinokarion**). Ostali pogosti rodovi: *Phacus*, *Trachelomonas*. Na videz precej podobni so tudi bičkarji iz debla *Cryptophyta* (npr. *Cryptomonas*), ki pa imajo le dva, navadno modrikasto zelena plastida.

ph. *Dinophyta* (*Pyrrhophyta*) - ognjene alge

značilnosti ognjenih alg:

pigmenti: klorofila a in c, beta karoten, od ksantofilov predvsem peridin in diadinoksantin

hranila: dinoficejski škrob (nastaja v citoplazmi!), olja

celična stena: sestavljena iz celuloznih ploščic, ki se zasnujejo pod plazmalemo ali manjka

celica: kromosomi so stalno spiralizirani (**dinokarion**), prisotne trihociste

razmnoževanje: predvsem vegetativno z delitvijo celic, tudi nespolno z zosporami ali aplanosporami (kokalni in trihalni predstavniki), zelo redko spolno (izogamija ali anizogamija), **haplonti**

prehrana: polovica heterotrofov, nekateri od njih sekundarno avtotrofni, pogosta miksotrofija, iztegljiv požiralnik na bazi bičkov
giblјive oblike: biciliatne, heterokontne
organizacijski nivoji: monadni, le redki kokalni in trihalni
ekologija: sladkovodni in predvsem (9/10 vrst!) morski planktoni, nekaj simbiotov ("zooksantele") in parazitov
pomen: nekateri predstavniki lahko povzročajo cvetenje voda in ob masovni namnožitvi izločajo močne strupe

Pri vegetativnem razmnoževanju vsaka od hčerinskih celic dobi polovico stene materinske celice, manjkajoči del pa dogradi.

Najstarejši fosili te skupine so znani morda že iz predkambrija, zanesljivo iz silurja, od krede dalje pa so v morskih sedimentih zelo pogosti in je bilo opisanih čez 100 rodov. Izvirajo iz skupine migetalkarjev.

Dodatna literatura: Proteus 47: 220.

cl. *Dinophyceae*

Predstavniki tega razreda imajo celično steno pogosto okrepljeno s celuloznimi ploščicami (**estma, teka**), z vzdolžno in prečno brazdo. Estma pogosto tvori različno oblikovane izrastke, katerih vloga je verjetno večanje stične površine z okolico (večji privzem nutrientov!) in oviranje paše herbivorih zooplanktonov.

Bička sta nameščena lateralno, na različne načine omigetalčena, eden leži v vzdolžni brazdi in njegova vloga je premikanje celice naprej, drugi pa leži v prečni brazdi; vzdržuje smer gibanja in vrti celico okoli vzdolžne osi.

Celice vsebujejo enega ali več plastidov, ki so pogosto rjavi zaradi velike koncentracije peridina, lahko s pirenoidom. Podobno kot pri evglenofitih so plastidi obdani s trojno membrano. Številne (okoli 1/2 vseh) vrste nimajo plastidov in so drugotno heterotrofne, nekateri avtotrofi pa živijo kot endosimbionti v nevretenčarjih (npr. ploskih črvih, koralah). Te navadno neustrezno imenujejo "zooksantele". Nekaj je tudi parazitskih vrst, ki so neobičane in ameboidno gibljive. Prosto plavajoči predstavniki in zoospore imajo razvito stigmo.

Kromosomi v jedru ostanejo stalno spiralizirani in - podobno kot pri prokariotih - nimajo histonov, podvojevanje DNK v jedru pa med rastjo populacije poteka kontinuirano. Številne vrste se lahko branijo s trihocistami, ki jih sicer srečamo pri protozojih.

Pri nekaterih predstavnikih redu *Gymnodiniales* srečamo avtoluminiscenco, od teh živi pri nas morska iskrnica (*Noctiluca scintillans*), do 1 mm velik bičkar, ki se prehranjuje fagotrofno in ob množičnem pojavljanju povzroča t. i. iskrenje morja.

o. *Peridinales*

Estma vedno razvita, struktura njenih ploščic pomembna za razlikovanje rodov in vrst, morske vrste imajo **pusulo** (vakuoli podoben organel, morda z izločalno funkcijo), nekatere sladkovodne stigmo. Nekatero vrsto rodu *Gonyaulax* se lahko v plitvih toplih morjih močno namnože (**rdeča plima**) in izločajo zelo močne toksine, nevarne tudi človeku (akumulirajo jih školjke).

Rodovi: *Ceratium* (predvsem morske vrste, estma z apikalnim in 1-2 antapikalnima izrastkoma, opažena anizogamija), *Peridinium* (številne morske in sladkovodne vrste, morske, ki so do 0,3 mm velike, imajo lahko kratke izrastke).

V morskem planktonu pogost še *Dinophysis* (iz redu heterotrofnih *Dinophysiales*, estma se ob delitvi razcepi vzdolžno).

ph. *Chlorophyta* - zelene alge

značilnosti zelenih alg:

pigmenti: klorofila a in b, beta (tudi alfa in gama) karoten, različni ksantofili (predvsem **lutein**, tudi violaksantin, neoksantin, zeaksantin)

hranila: škrob (nastaja v plastidih!), redkeje fruktan (inulin?), olja

celična stena: celuloza, pektini, tudi glikoproteini, sporopolenin; stena nastaja zunaj plazmaleme (kot pri višjih rastlinah)

celica: plastidi zeleni, s pirenoidi, obdani le z dvojno membrano (za razliko od raznobičkastih alg)

razmnoževanje: različni tipi spolnega, nespolnega in vegetativnega razmnoževanja ter preroda, večinoma haplonti, malo haplodiplontov
prehrana: avtotrofi
giblјive oblike: bi- ali tetraciliatne, redkeje policiliatne, akrokontne, izokontne, nekatere gamete ameboidno gibljive
organizacijski nivoji: vsi razen parenhimatskega
ekologija: vodni, nekaj skupin sladkovodnih, večina morskih, nekaj vrst kopenskih in epifitskih
pomen: predniki višjih rastlin, nekatere inkrustrirane vrste sodelujejo pri tvorbi lehnjaka, nekatere predstavnike (iz redu *Ulvales*) gojijo za prehrano

Zelene alge so precej velika (okoli 15000 vrst) in pestra skupina, ki kaže po biokemičnih značilnostih in ultrastrukturi sorodnost z višjimi rastlinami, torej mahovi, praprotnicami in semenkami.

Danes številni avtorji delijo to deblo na več razredov, mi pa se bomo držali "klasične" delitve na tri razrede, ki se medsebojno razlikujejo po organizacijskih nivojih, načinu spolnega razmnoževanja, prisotnosti gibljivih oblik in nekaterih drugih značilnostih.

V zadnjem desetletju se je nabralo veliko število novih, evolucijsko pomembnih znakov, ki mečejo na medsebojno sorodnost zelenih alg popolnoma novo luč. Predvsem gre tu za ultrastrukturo flagelarnega aparata in za tip mitoze, pa tudi za zgradbo genoma. Na podlagi teh zankov skoraj vsi tradicionalno obravnavani redovi razreda *Chlorophyceae* razpadejo in bolj ali manj nedotaknjena ostaneta le o.

Oedogoniales in *Cladophorales*. Tudi delitev na tri razrede se z novimi spoznanji ne sklada več in tako Van den Hoek in sodelavci (1995) predlagajo delitev na 13 razredov, od katerih sta le zadnja dva taka, kot ju obravnavamo mi. S to predlagano delitvijo pa se pojavi tudi precejšnja težava, saj številni rodovi zelenih alg še niso bili ustrezno podrobno preučeni in jih je tako nemogoče zanesljivo uvrstiti.

cl. *Chlorophyceae*

značilnosti skupine:

razmnoževanje: vsi tipi spolnega in tudi nespolnega razmnoževanja

giblјive oblike: običkane

organizacijski nivoji: vsi razen parenhimatskega, steljka ni izrazito nodijalno zgrajena in vretenasto razrasla

o. *Volvocales* - bičkaste zelene alge

V tem redu združujemo predstavnike, pri katerih so tudi vegetativne celice praviloma običkane. Te so lahko prostoplavajoče ali tvorijo ploščate ali kroglaste, vrstno značilno oblikovane kolonije (**cenobije**), v katerih ležijo celice v skupni galerti. Tudi enoceličarji lahko v določeni razvojni fazi oblikujejo "palmeloidne" kolonije, ki so na nek način kapsalno organizirane. Celice imajo po dva bička (redkeje 4), stena je brez celuloze, le glikoproteinska, vsebujejo po en, navadno čašast kloroplast s pirenomidom, stigmo, 2 kontraktilni vakuoli,...

Enocelični predstavniki se spolno razmnožujejo z izogamijo, pri višje razvitih pa srečamo tudi anizogamijo in oogamijo. Nespolno se razmnožujejo s tvorbo zoospor tako, da lahko vsaka celica deluje kot sporangij in zoospore se že v njem uredijo v enako oblikovano kolonijo. Vegetativno razmnoževanje srečamo pri nekaterih visoko razvitih kolonijskih predstavnikih, ki z multiplo delitvijo posebej oblikovanih celic (**gonidijev**) in uvihanjem tako nastalega skupka celic tvorijo številne hčerinske kolonije

Število celic v kolonijah je navadno potenca števila 2. V manjših kolonijah so vse celice enake in med njimi ni posebne koordinacije, večje kolonije iz več 100 do več 1000 celic pa so votle krogle s stalno smerjo gibanja (zaradi česar je nujna koordinacija delovanja bičkov med celicami), sprednje celice so lahko manjše, z bolj razvito stigmo, zadnje pa večje in služijo predvsem spolnemu razmnoževanju, ki je tu oogamija.

Ta red lahko obravnavamo tudi kot samostojen razred *Volvocophyceae* ali *Chlamydoephyceae*.

***Chlamydomonas*:** enoceličar, eden od genetsko najbolj preučenih rodov alg. Nespolno razmnoževanje se začne z resorbcijo bičkov, sledi nastanek 2-8 aplanospor, ki ob sprostitvi razvijejo bička. Spolno razmnoževanje je izogamija (genetika: Proteus 51 (3): 125). *C. nivalis* živi na snegu in zaradi vsebnosti hematokroma ob množičnem pojavljanju obarva sneg rdeče.

Pandorina: 8- do 16-celične kroglaste kolonije. Pred nespolnim razmnoževanjem se kolonija splošči, v vsaki celici se razvije enako število spor, kot jih je imela materinska kolonija. Spolno razmnoževanje je anizogamija: vsaka od celic se spremeni v gametangij, kolonije so spolno ločene.

Volvox: votle kolonije iz več 100 do več 1000 s plazmodezmami mrežasto povezanih celic, tudi čez 1 mm v premeru. V galertasti notranjosti kolonij so navadno razločno vidne hčerinske kolonije, ki lahko še pred sprostitvijo tudi same tvorijo svoje gonidije. Spolno razmnoževanje je oogamija: nekaj celic v zadnjem delu se pretvori v jajčeca (haplont!), v ostalih se razvije po 128 spermatozoidov. Zigota je trajen stadij, obdan z debelo steno, ob kalitvi pride najprej do redukcijske delitve. Nekatere vrste so tudi dvodomne.

o. Chlorococcales - kokalne zelene alge

Celice imajo (razen običkanih oblik) normalno razvito steno, večinoma vsebujejo po en kloroplast s pirenoidom, so posamične ali združene v nekajcelične (redkeje mnogocelične) kolonije (cenobije) brez koordinacije dela med celicami. Običkane so le spore in gamete (biciliatne, izokontne).

Celice se v kolonijah večinoma ne delijo, nespolno pa se razmnožujejo tako, da se vse celice hkrati spremenijo v sporangije, v njih se razvije več aplanospor ali zoospor. Aplanospore pogosto že znotraj sporangija oblikujejo enako organizirano kolonijo (**avtospor**). Spolno razmnoževanje je navadno izogamija.

Predvsem sladkovodna skupina, pogosto planktoniti, nekateri predstavniki (npr. *Chlorella*) živijo kot endosimbionti v nekaterih nevretenčarjih. Nekaj rodov gojijo in iz njih pridobivajo beljakovine (npr. *Chlorella*, *Scenedesmus*), pogosto jih uporabljajo tudi kot eksperimentalne objekte (fiziologija, genetika, toksikologija).

Ta red lahko skupaj z nadaljnjima dvema izločimo kot samostojen razred *Ulotrichophyceae*, lahko pa ga tudi razdelimo med razreda *Chlamydomphyceae* in *Chlorophyceae* s. str.

Scenedesmus: celična stena poleg celuloze vsebuje tudi lignin, celico zapolnjuje velika vakuola, kloroplast in jedro sta pritisnjena ob steno.

Hydrodictyon reticulatum: precej nenavaden predstavnik tega redu, ki kaže določeno sorodnost z rodом *Pediastrum*. Oblikuje lahko več 10 cm dolge mrežaste kolonije, v katerih posamezne celice dosežejo velikost nekaj mm, v vsaki celici je po en mrežast kloroplast s številnimi dobro vidnimi pirenoidi. Odrasle celice so polienergidne.

Nespolno razmnoževanje z zoosporami je podobno drugim predstavnikom tega redu, spolno pa je izogamno in nekoliko bolj zapleteno: v celicah, ki delujejo kot gametangiji, se razvije mnogo gamet, ki se sprostijo, paroma kopulirajo v zigote, ki so trajni stadij. Zigota se redukcijsko deli v nekaj zoospor, ki se združijo v t. i. **polieder**, ta pa v ugodnih razmerah ustvari številne zoospore, ki oblikujejo nove mrežaste kolonije. Ta vrsta uspeva v stoječih in počasi tekočih vodah po vsem svetu

Ostali rodovi: *Chlorella* (celice kroglaste, posamič), *Monoraphidium* (ozkovretenaste, pogosto ukrivljene celice posamič ali v snopih, lahko pritrjene na podlago z galertastim pecljem ali prsto plavajoče), *Pediastrum* (ploščate kolonije rogljatih celic), *Tetraëdron* (celice posamič, štirikrake), *Oocystis* (celice ovalne, posamič).

o. Ulvales (incl. Ulotrichales)

Predstavniki tega redu so večinoma trihalno ali sifonokladalno organizirani, pri višje razvitih je steljka že ploščata, lahko večplastna, vendar ne dosega parenhimatske stopnje. Celice vsebujejo večinoma po en plastid. Spolno razmnoževanje je lahko vseh treh tipov, prav tako je raznoliko nespolno. Večinoma so haplonti, nekateri pa imajo prerod (izo- ali heteromorfen). Večina predstavnikov je morskih. Predstavnike tega redu lahko obravnavamo kot samostojni razred *Ulvophyceae*.

Ulothrix zonata - ulotriks: steljka je nerazrasla nit, ki se z rizoidalno celico pritrja, raste interkalarno, celice so široko valjaste, s ploščatim, ob steni ukrivljenim obročastim kloroplastom s pirenoidi in debelo celično steno.

Vse celice razen rizoidalnih lahko delujejo kot sporangiji ali gametangiji: tvorijo tetraciliatne zoospore ali biciliatne izogamete. Po kopulaciji nastane tetraciliatna zigota, ki odvrže bičke, stvori debelo celično steno in je trajni stadij, v katerem preživi topli del leta. Ob kalitvi nastanejo v njej z redukcijsko delitvijo zoospore, ki se po pritrditvi na podlago razvijejo v novo rastlino. Ta vrsta živi na kamenju v hladni tekoči vodi, nekaj vrst rodu pa je tudi morskih.

Ulva rigida - morska solata: steljka je več dm dolga, listasta, dvoplastna, s polienergidnimi rizoidi prirjena na trdno podlago v plitvem morju. Celice imajo po en kloroplast. Večina celic se pri gametofitu

lahko preobrazi v gametangije (anizogamija), pri sporofitu pa v sporangije, ki vsebujejo številne zoospore. Prerod izomorfen, haplodiplont.

o. *Chaetophorales*

Steljka nitasta, **heterotrihna**: oblikuje plazeči, na podlago pritrjeni del in prosto plavajoči del, ki sta lahko precej različno razvita. Celice enojedrne, večinoma z enim plastidom. Pri nekaterih predstavnikih se okoli oplojenega oogonija že pojavijo ovoji iz sterilnih celic (značilnost višjih rastlin), številne vrste prilagojene uspevanju na kopnem; te v sušnih razmerah v celicah pogosto kopičijo **hematokrom** (mešanica karotenoidov) in so zato na videz oranžnorjave (npr. *Trentepohlia*). Nespolno se razmnožujejo s tvorbo zoospor, spolno razmnoževanje je redko, izo- ali oogamija. So verjetno haplonti, ki jih večinoma najdemo v sladkih vodah (večino morskih predstavnikov so "preselili" v red *Ulvales!*), na vlažnih tleh in na kopnem.

Zaradi sterilnega ovoja oogonija, brezbarvnih spermatozoidov (oboje pri rodu *Coleochaete*), heterotrihnosti in številnih na kopno prilagojenih vrst so ta red pogosto povezovali s predniki kopenskih rastlin (mahov). Žal pa je ohranjenih zelo malo fosilnih ostankov hetoforal, ki bi domnevno sorodnost lahko potrdili ali ovrgli. V zadnjem času se je pokazalo, da je teko obravnavani red izrazito polifiletski in iz njega so izločili celo predstavnike več razredov: tipične *Chaetophorales* ostajajo v obravnavanem razredu (vendar pojmovanem v ožjem smislu), rod *Trentepohlia* in sorodstvo oblikuje samostojni razred *Trentepohliophyceae*, rod *Coleochetae* in še nekaj ožjih sorodnikov pa razred *Klebsormidiophyceae*; in le zadnji od omenjenih je skupaj s parožnicami resnično najbližji sorodnik višjih rastlin.

Stigeoclonium: dobro sta razvita oba dela heterotrihne steljke. Prosti del je razrasel, s ščetinastimi podaljški niti, celice imajo po en kloroplast z enim ali več pirenoidi. Na prostem delu steljke se v gametangijih lahko razvijejo biciliatne izogamete, v sporangijih pa tetraciliatne zoospore. Sladkovodni rod.

Draparnaldia: plazeči del je komajda razvit, prosti pa bogato razrasel. Osrednje niti prostega dela gradijo velike sodčkaste celice, ki se ne morejo preobraziti v sporangije; ti se razvijejo le na močno razraslih stranskih poganjkih. *D.* rase v hladni sladki, počasi tekoči ali stoječi vodi.

"*Pleurococcus viridis*": kopenska alga, ki je pogosta na vlažnem lubju dreves ("mah" na severni strani debel); gibljivih oblik nima, razmnožuje se s celotnimi sporangiji, ki delujejo kot aplanospore; v resnici se je izkazalo, da se je pod tem imenom združevalo več različnih vrst zelenih alg, npr. *Apatococcus* (*Chlorococcales*).

Trentepohlia aurea: kopenska alga, ki na karbonatnem skalovju pogosto tvori oranžne žametaste prevleke (če je razvit le plazeči del, je to videti kot rdeče lise). Plazeči del steljke tvori gametangije (izogamija), pokončni pa sporangije. Celice imajo zelo debelo plastovito steno, ki vsebuje sporopolenin, prosti del steljke je iz nekajceličnih niti, ki na vrhu in ob straneh nosijo sporangije. Biciliatne zoospore (ki lahko delujejo tudi kot gamete) se sprostijo v mokrem vremenu skozi odprtino ali pa se odlomi celoten sporangij in deluje kot aplanospora, ki jo nosi veter. Haplodiplont. Sodobni pristop h klasifikaciji obravnavava ta rod skupaj z nekaterimi drugimi kot samostojni podrazred *Trentepohliophyceae*, za katerega je značilen poseben tip flagelarnega aparata, prisotnost sporopolenina, hematokroma, polihidroalkoholov; v glavnem so to kopenske alge s prerodom podobnim izogeneratnim rjavim algam (glej *Ectocarpus*).

o. *Oedogoniales*

Steljka iz nerazraslih niti, z rizoidalno celico vsaj sprva pritrjena na podlago, rast interkalarna. Celice vsebujejo po en mrežast kloroplast s številnimi pirenoidi, delitev je zelo nenavadna: v vrhnjem delu celice se najprej stena centripetalno obročasto odebela, ki se po mitozii razširi v novo celično steno. Hkrati se razvije že tudi prečna stena, ki pa se šele čisto na koncu zraste s stransko (glej kako sliko). Vrhnja od hčerinskih celic ima tako večinoma novo steno, dolnja pa staro. Po vsaki delitvi ostane na vrhu vrhnji celici le obročast ostanek stare stene in prav po teh nakopičenih obročkih zlahka prepoznamo predstavnike tega redu.

Nespolno se razmnožujejo s tvorbo policiliatnih (!) akrokontnih zoospor, spolno razmnoževanje pa je specializirana oogamija, ki je različna pri dvo- in enodimnih predstavnikih. Vrhnja celica v nizu delečih se se pretvori v kroglast oogonij, ki vsebuje eno samo jajčno celico (**oosfero**) z brezbarvnim receptivnim mestom, nad katerim se ob zrelosti pojavi pora na steni oogonija. Medtem se v celicah pod oogonijem z več zaporednimi delitvami oblikujejo kratki anteridiji, v katerih se razvijeta po dva zoosporam podobna spermatozoida. Zigota (**oospora**) navadno potrebuje pred kalitvijo dolgo obdobje mirovanja, kali pa z redukcijsko delitvijo (haplonti!) v 4 zoospore.

Pri dvodomnih se (na moški rastlini) namesto spermatozoidov razvije po ena **androspora**, ki se v bližini oogonija pritrdi na (ženski) filament in razvije v nekajcelično nit ("pritlikavček"), ta pa na vrhu tvori anteridije. Pri nekaterih predstavnikih je opazen spolni dimorfizem.

Ob sprostitvi spor ali gamet se nit na tem mestu prekine in tako hkrati prihaja tudi do fragmentacije. Zaradi številnih posebnosti v zgradbi in razmnoževanju ta red pogosto izdvajajo kot samostojen razred *Oedogoniophyceae*.

Najpogostejši rod, ki si ga na vajah ogledamo tudi mi, je *Oedogonium* - edogonij.

o. Cladophorales - sifonokladalne zelene alge

Poseben organizacijski nivo - nitasta steljka s polienergidnimi celicami (**sifonokladalni** nivo) omogoča razvoj zelo velikih celic (tudi nekaj desetink mm debelih), ki imajo debelo večplastno celično steno, številne ali en sam mrežast plastid s pirenoidi. Rasejo s temensko celico.

Nespolno razmnoževanje različno, spolno večinoma izogamija. Haplodiplonti.

V zadnjem času red obravnavajo na nivoju samostojnega razreda.

Cladophora - kladofora: steljka več cm dolga, razrasla (le v miru vodi lahko nerazrasla), stena vsebuje hitinu podobno snov (sulfatirani arabino galaktan), pogosto močno porasla z epifiti (npr. *Cocconeis*).

Celice s cevastim mrežasto strukturiranim kloroplastom s številnimi pirenoidi.

Prerod izomorfn, na sporofitu z mejozo v vrhnjih celicah nastajajo bi- ali tetraciliatne spore, na gametofitu pa biciliatne gamete. Predstavniki živijo v sladki in morski vodi.

o. Chlorosiphonales - sifonalne zelene alge

Večinoma morski haplonti (nekoč so domnevali, da so diplonti), tudi haplodiplonti, steljka sifonalna, diferencirana v rizoidalni (brez plastidov), kavloidalni (stebelu podobni) in filoidalni (listu podobni) del, vsebuje številne lečaste kloroplaste (ti pogosto le v površinskih delih steljke, v notranjosti **levkoplasti**), le razmnoževalne strukture (sporangiji in gametangiji) se s steno oddelijo od ostale celice. Lutein v celicah je v veliki meri nadomeščen s sifoneinom in sifonoksantinom.

Vegetativno se lahko razmnožujejo s fragmentacijo, nespolno s tvorbo zoo- ali aplanospor, spolno razmnoževanje je raznoliko, večinoma anizogamija z neobarvanimi manjšimi gametami. Številne vrste so inkrustrirane z apnencem in so zato tudi dobro fosilno ohranjene (najstarejši fosili iz kambrija).

Red moderna sistematika razdeli med dva razreda, *Bryopsidophyceae* in *Dasycladophyceae*.

f. Dasycladaceae: steljka radialno simetrična, deljena v rizoidalni, stebelni in radialni del, sprva enojedra. Gamete nastanejo z redukcijsko delitvijo v radialnem delu ali iz sproščenih aplanospor. Predstavniki predvsem v toplih morjih.

Acetabularia - morski dežniček: steljka spominja na dežnik, razvoj traja tri leta. Prvi dve leti se razvija le vegetativni del, ki prezimi le kot rizoidalni del. Sprva vsebuje eno samo jedro, pred razmnoževanjem pa se to jedro multiplo deli v več 1000 jeder, ki potujejo v prekate dežnička, kjer se preoblikujejo v aplanospore. Te se sprostijo in spomladi iz njih izplavajo gamete, ki paroma kopulirajo in iz zigote se na ustrezni podlagi razvije nov organizem. Pogosta in lahko prepoznavna alga, ki se pritrdi na kamenje v plitvem morju.

Ostali rodovi (iz drugih družin razreda *Bryopsidophyceae*): *Halimeda* (steljka členasto zgrajena, razrasla, nekaj cm dolga), *Codium* (različne vrste, steljka močno razrasla in tvori gost gobast preplet, vegetativno se razmnožuje tudi s tvorbo brstov, spolno anizogamija). (Lit.: Proteus 61 (8): 344-349)

Sifonokladalne in sifonalne zelene alge lahko obravnavamo tudi kot poseben razred *Bryopsidophyceae*, za katerega predstavnike je značilno, da so večinoma makrofitske diplontske alge s polienergidnimi celicami, ki vsebujejo številne lečaste kloroplaste, delež alfa karotena je večji od beta karotena, le pri njih srečamo nekatere ksantofile, npr. sifonoksantin.

cl. Zygnem(at)ophyceae (Conjugatae) - jarmaste alge

značilnosti jarmastih alg:

razmnoževanje: redko nespolno z akinetami in aplanosporami, spolno: poseben tip gametangiogamije (**konjugacija**); haplonti

gibljive oblike: običkanih ni, gamete lahko ameboidno gibljive, vegetativne steljke se lahko nekoliko plazijo s pretakanjem citoplazme skozi pore v steni

organizacijski nivoji: kokalni, trihalni

ekologija: sladkovodne

Jarmaste alge so po biokemijskih značilnostih tipične zelene alge, nimajo pa običkanih oblik in imajo nekaj posebnosti v razmnoževanju, zaradi česar jih uvrščamo v samostojen razred. Celice vsebujejo en do nekaj plastidov, ki so veliki, rodovno specifično oblikovani, z enim do nekaj pirenoidi, centriolov ni. Vegetativno se razmnožujejo s fragmentacijo nitk ali z delitvijo celic. Pri spolnem razmnoževanju (**konjugaciji**) se dve raznospolni celici zblížata, celotna protoplasta se pretvorita v gameti in do kopulacije pride v primeru izogamije med celicama, v primeru anizogamije pa v eni od celic. Zigota se obda z debelo steno, ki vsebuje sporopolenin, in je trajna oblika. Ob kalitvi pride do redukcijske delitve jedra in navadno preživi le eno haploidno jedro. Med zelenimi algami so jarmaste ene od bližnjih sorodnikov višjih rastlin.

o. Desmidiáles - lepotke

Lepotke so večinoma kokalne. Celice so navadno zgrajene iz dveh simetričnih polovic, med katerima je pogosto zažetek (istmus), v katerem je jedro. V vsaki od polovic je po en kloroplast z vrstno značilnim številom pirenoidov.

Ob delitvi dobi vsaka hčerska celica polovico stene, manjkajoči del dogradi in po tem se celici razideta (razen pri redkih trihalnih predstavnikih). Konjugacija poteka tako, da se dva spolno zrela osebka zblížata, izločita skupno galerto, steni se delno resorbirata, izstopita ameboidno gibljivi gameti in se združita (izogamija); spolno razmnožujoči se celici se lahko povežeta tudi s kopulacijskim kanalom, podobno kot pri jarmovkah. Stena pri lepotkah je pogosto zelo pestro oblikovana z različnimi izrastki, izboklinami... in prav zato so jih poimenovali lepotke.

Največjo pestrost dosežejo lepotke v **oligotrofnih** (=z malo hranili) vodah, tako npr. najdemo številne rodove na šotnem mahu na visokih barjih. Druge vrste poseljujejo vlažna tla in skalovje, malo je pravih planktonov.

Nadaljnje branje: Proteus 51 (4): 182.

Rodovi: **Closterium** (celice polmesečaste, lahko nekaj desetink mm dolge, brez istmusa), **Staurastrum** (vsaka polovica 3- ali 4-rogljata, leži pravokotno na simetrijsko os), **Cosmarium** (celice ±oble), **Xanthidium** (po obliki podoben, vendar stena z rožički), **Euastrum** (podoben kot *Cosmarium*, polobli z apikalno zajedo), **Micrasterias** (polovici globoko deljeni v številne roglje).

o. Zygnema(ta)les - jarmovke

Steljka jarmovk je nerazrasla nit, celice vsebujejo 1 do nekaj kloroplastov, ki so rodovno značilno oblikovani. Vegetativno se razmnožujejo s fragmentacijo, spolno razmnoževanje pa se začne s tvorbo kopulacijskih kanalov med dvema raznospolnima celicama. Pri anizogamiji nastane zigota v eni od celic, pri izogamiji pa v kopulacijskem kanalu. Običajno pride do konjugacije med dvema vzporednima nitna (lestvičasta ali **skalariformna** k.), lahko pa medsebojno konjugirata tudi dve sosednji celici (bočna ali **lateralna** k.).

Jarmovke se v počasi tekočih in stoječih sladkih vodah masovno namnožijo poleti, do konjugacije pa pride v hladnem delu leta. Zaradi sluzi, po kateri lahko polzijo po podlagi, so filamenti na otip nekoliko sluzasti.

rodovi: **Spirogyra** (plastidi spiralasti, s številnimi pirenoidi; anizogamija), **Mougeotia** (plastid en sam, ploščat, z nekaj pirenoidi, glede na svetlobne razmere ga alga lahko obrača; izogamija), **Zygnema** (plastida dva, zvezdasta, s po enim pirenoidom; izogamija).

cl. Charophyceae - parožnice

značilnosti parožnic:

celična stena: celulozna, pogosto inkrustrirana z apnencem

celica: plastidi so številni, lečasti, tik pod plazmalemo, jedro se lahko amitotsko deli (t. i. **pseudosincicij**),

razmnoževanje: haplonti, vegetativno se razmnožujejo z razraščanjem (nekateri tvorijo na rizoidih **bulbile**), fragmentacijo, nespolnega razmnoževanja ni, spolno je specializirana oogamija

gibljive oblike: le biciliatni spermatozoidi

organizacijski nivoji: visoko specializiran trihalni nivo

ekologija: pritrjajo se na muljasto ali peščeno dno v sladki vodi ali somornici

pomen: sodelujejo pri tvorbi lehnjaka, "pleveli" v ribogojnicah, najbližji sorodniki višjih rastlin

Parožnice so že zelo stara (400 milijonov let), fosilno dobro dokumentirana skupina in služijo kot vodilni fosili v sladkovodnih sedimentih od devona dalje. Danes živi še 6 rodov, od katerih je pri nas najpogostejši rod *Chara*.

Z rizoidalnim delom steljke se razraščajo v muljastem ali peščenem dnu, od koder pa ne črpajo rudninskih snovi (v nasprotju z nekdanjimi domnevami temu služijo vsi deli steljke enako). Prostoplavajoči poganjki so izrazito vretenasto razrasli. Rasejo s temensko celico, vsaka oddeljena hčerinska celica pa se nadalje deli v **nodijalno** in **internodijalno** celico. Internodijalna celica se le poveča, njeno jedro se deli (domnevno amitotsko razpade) v več manjših (**psevdosincicij**), nodijalna pa se še naprej deli in tvori ovoj internodija (**korteks**) in stranske poganjke z razmnoževalnimi organi. Oogoniji (imenovani tudi **nukuli** ali - predvsem fosilni - **girogoniti**) so ovalni, vsebujejo eno samo jajčno celico, obdaja pa jih ovoj iz 5 spiralno zavrtih sterilnih celic, na vrhu imajo **kronico** iz 5-10 celic. Po oploditvi se zigota obda s čvrsto steno in skupaj z nukulom odpade. Moški spolni organ je okrogel **globul**. Vsebuje več anteridijalnih niti, katerih celice so anteridiji, s peceljnimi (**manubrijalnimi**) celicami pa so povezani s sterilnim ovojem (značilnost višjih rastlin). Tega tvori 8 ščitkov iz zvezdasto razporejenih celic. Po sprostitvi spermatozoidov globul razpade, zato ga lahko najdemo le na mlajših delih steljke.

Ob kalitvi, do katere lahko miruje tudi več let, se zigota najprej redukcijsko deli. Od 4 nastalih haploidnih celic 3 propadejo, preostala pa se dalje deli in stvori primarni rizoid in nitasto **protonemo**. Na tej se razvijeta dva nodija, iz gornjega požene plavajoči poganjek, iz dolnjega pa večcelični rizoidi in nadaljnje protoneme.

Na mestih razrasti rizoidov se pri številnih vrstah lahko pojavijo brsti (**bulbile**), ki služijo preživljanju neugodnih razmer in vegetativnemu razmnoževanju.

Zaradi visoke specializiranosti zgradbe nekateri avtorji parožnice uvrščajo v samostojno deblo, ki skupaj z nekaterimi nekdanjimi predstavniki redu *Chaetophorales* (npr. *Coleochatae*) predstavlja višjim rastlinam najbolj sorodno deblo. Ti predstavniki imajo nekaj ultarstrukturnih značilnosti, ki jih sicer srečamo le pri višjih rastlinah, npr. tip mitoze in način oblikovanja celuloznih tubulov, ki gradijo celično steno.

Rodova: *Chara* (korteks razvit, kronica nukula iz 5 celic), *Nitella* (korteksa ni, internodijalne celice gole, kronica nukula iz 10 celic).

div. *Heterokontophyta* - "raznobičkaste" alge

"Raznobičkaste" alge so skupina, ki je mnogi starejši avtorji ne priznavajo in vse njene razrede obravnavajo kar na nivoju debel. Imajo pa nekaj skupnih predvsem ultrastrukturnih značilnosti, ki kažejo na medsebojno večjo sorodnost:

značilnosti "raznobičkastih" alg:

pigmenti: klorofila a in c, različni ksantofili, npr. fuko- in vaucherioksanin, beta karoten

hranila: olja, krizolaminarin (nastaja v vakuolah znotraj plastidov), manitol, nikoli škrob

celična stena: vsebuje pektine, včasih impregnirana s kremenom ali razvita v obliki ohlapne lorike, lahko manjka

celica: plastide obdaja poleg dvojne membrane še poseben ovoj, ki je proizvod ER

gibljive oblike: običkani stadiji so heterokontni, z dvema, navadno različno dolgima bičkoma, daljši navadno "omigetalčen" (pokrit s togimi mastigonemami)

Poleg obravnavanih skupin v to deblo zanesljivo sodijo še nekatere skupine organizmov, ki so jih tradicionalno obravnavali med protozoji ali glivami.

"Raznobičkaste" alge delimo v vsaj 9 razredov, od teh si oglejmo 4:

cl. *Xanthophyceae* - rumene alge

značilnosti rumenih alg:

pigmenti: večinoma klorofil a, redko tudi c in e, ksantofili: hetero-, vaucheria-, diadino-, diato-, neoksanin, ni fukoksantina!

hranila: krizolaminarin, olja

celična stena: pogosto dvodelna, iz celuloze in pektinov, lahko okremenjena (predvsem trajne oblike!)
celica: plastidi zeleni, a ob dodatku HCl se - za razliko od zelenih alg - obarvajo modro
razmnoževanje: spolno opaženo le pri nekaj predstavnikih (oogamija ali izogamija), sicer nespolno
prehrana: nekateri rizopodijalni predstavniki mikсотrofni
giblјive oblike: akrokontne
organizacijski nivoji: predvsem kokalni in sifonalni, tudi monadni, trihalni, kapsalni, rizopodijalni (goli protoplasti, ameboidno gibljivi)
ekologija: večinoma sladkovodne, nekatere na vlažnih tleh ali epifitsko, redke morske

o. Tribonematales (=Heterotrichales) - nitaste rumene alge

Predstavniki so nitasti, niti so enostavne ali razrasle, celična stena je navadno sestavljena iz teleskopsko zloženih tulcev s prečno pregrado v sredini in tako imata sosednji celici enoto celične stene skupno. Pod optičnim mikroskopom imajo take "enote" obliko "H", po čemer tudi najlaže prepoznamo predstavnike tega redu (kjer je nit pretrgana, vedno ostane prazna polovica celične stene pretrgane celice).

Tribonema: niti so nerazrasle, celice vsebujejo po več plastidov, ob celični delitvi se nova enota celične stene zasnjuje v sredini deleče se celice in postopno zraste, spolno razmnoževanje je izogamija (?), nespolno z zoosporami ali ameboidno gibljivim protoplastom. Številne vrste naseljujejo majhna vodna telesa, najbolj se razvijajo v hladnem delu leta, predvsem spomladi in jeseni

o. Vaucheriales - sifonalne rumene alge

Predstavniki so sifonalni, navadno pritrjeni na podlago z brezbarvnim rizoidalnim delom steljke, razmnožujejo se nespolno (**sinzoospore**) ali spolno (oogamija). Razmnoževalni organi se oblikujejo kot stranske ali terminalne izbokline na steljki, oddelijo se s steno.

Vaucheria: številne vrste tega rodu naseljujejo predvsem s hranili bogato vodo in vlažna tla, morski predstavniki so večinoma dvodomni. Steljka je gosto prepletena, posamezni cevasti deli so pogosto čez 0,1 mm debeli. V njih vidimo številne lečaste kloroplaste, kapljice olja in številna jedra. V neugodnih razmerah (mraz, izsuševanje) nastopi najprej nespolno (že v ugodnih), nato pa tudi spolno razmnoževanje. Nespolno: zoosporangiji nastajajo terminalno, v njih se zbere več jeder, ki se združijo, nad vsakim poženeta po dva bička in tako nastali sifonalno organizirani spori pravimo **sinzoospora**. Ta se lahko sprosti ali pa se odlomi celoten sporangij in ta deluje kot aplanospora. Spolno razmnoževanje se začne s tvorbo anteridijev, ki so pogosto polžasto zaviti. Že od nastanka vsebujejo več jeder in iz vsakega od njih nastane biciliatni spermatozoid. Med tem se v bližini anteridijev razvijajo že tudi oogonij, v katerih se razvije le ena jajčna celica. Ko ta dozori, postane dostopna za spermatozoide od katerih jo oplodi le eden, navadno z iste steljke (**avtogamija!**). Zigota se obda s čvrsto steno in je trajna oblika. *Vaucheria* je dolgo veljala za haplontski organizem, novejša raziskava pa kažejo, da je verjetno diplont, na katerem gamete nastajajo z redukcijsko delitvijo.

cl. Chrysophyceae - zlatorjave alge

značilnosti zlatorjavih alg:
pigmenti: klorofil a in c, ksantofil je predvsem fukoksantin
hranila: krizolaminarin, olja, tudi manitol
celična stena: celuloza, pektini, lahko s kremenastimi luskami pod plazmalemo
celica: v celicah večinoma po 2 plastida
razmnoževanje: nespolno z zoo- in aplanosporami, redko tudi spolno (izogamija), haplonti
prehrana: precej predstavnikov je mikсотrofov, sposobnih fagotrofije
giblјive oblike: akrokontne, heterokontne, biciliatne, krajši biček lahko popolnoma reduciran
organizacijski nivoji: predvsem monadni, tudi kokalni, kapsalni, rizopodijalni, le redki predstavniki trihalni
ekologija: hladne čiste sladke vode, nekaj morskih

o. Chrysomonadales - bičkaste zlatorjave alge

Pogosto kolonijski bičkarji, celice imajo strukturirano zunanjo membrano (**periplast**) ali ohlapno celulozno hišico (**lorika**), krajši od obeh bičkov je lahko čisto reduciran

Dinobryon: posamezna celica ima celulozno loriko, katere oblika je vrstno specifična. V celici so kontraktilne vakuole, plastid. Večina vrst naseljuje stoječe vode (tudi morje) z malo hranili, pritrjene so na dno ali planktonske. Med spolnim razmnoževanjem pride preprosto do združitve dveh nediferenciranih vegetativnih celic v zigoto, ki se obda z okremenjeno steno.

o. Chrysocapsales - kapsalne zlatorjave alge

Pri nekaterih predstavnikih je v celicah še razvita stigma, kar kaže na izvor iz monadnih oblik.

Hydrurus foetidus: razrasla, do 20 cm dolga pritrjena alga sladkih hitrotekočih in hladnih voda, rast apikalna, a celice neurejeno razvrščene v skupni galerti. Vsaka celica vsebuje po en kloroplast s pirenoidom, več kontraktilnih vakuol in krizolaminarinsko telo, obrobne celice lahko delujejo kot sporangiji in v njih se razvijajo zoospore.

cl. Bacillariophyceae (=Diatomeae) - kremenaste alge, diatomeje

značilnosti kremenastih alg:

pigmenti: klorofila a in c, alfa in beta karoten, različni ksantofili, npr. diato- diadino- in fukoksantin

hranila: krizolaminarin, olja, **volutin** (polifosfat), tudi manitol

celična stena: v zasnovi pektinska, pod plazmalemo se zasnjuje kremenasta lupinica

celica: v celici 1-mnogo rjavih plastidov, velika vakuola

razmnoževanje: vegetativno z delitvijo, nespolno s tvorbo trajnih spor (po inekvalni delitvi se večja celica obda z debelo steno), spolno izo- ali oogamija, diplonti

prehrana: precej fakultativnih heterotrofov

gibljive oblike: nekateri predstavniki lahko lezejo po podlagi s prelivanjem citoplazme skozi žleb (**rafa**) v kremenasti lupinici, gamete uniciliatne ali ameboidno gibljive

organizacijski nivoji: predvsem kokalni, nekateri predstavniki tvorijo rahle nitaste ali galertaste kolonije

ekologija: vse vrste voda, vlažna zemlja, nekaj simbiotov foraminifer; v sladki vodi se pojavljajo množično spomladi in jeseni

pomen: kremenaste hišice odmrlih diatomej lahko tvorijo debele plasti kremenčevega peska, ki je uporaben kot abrazivno sredstvo

Kremenasta lupinica diatomej (**frustula, teka**) je sestavljena iz dveh polovic, ki se pokrivata kot škatla za čevlje. Večji pravimo **epiteka**, manjši pa **hipoteka**. Ravna površina teke se imenuje **valva**, ukrivljen bočni rob pa **plevra** (cingulum). Celotna kremenasta hišica je bogato strukturirana, a številne strukture vidimo lahko šele pri velikih povečavah. Gledane iz plevralne strani so celice večinoma pravokotne, valva pa je zelo raznoliko oblikovana in skupaj s strukturiranostjo hišice najpomembnejši znak za razlikovanje rodov in vrst.

Ob delitvi celic vsaka novonastala celica dobi en del teke in manjkajoči del nadomesti kot hipoteko.

Tako se velikost posameznih celic postopoma manjša in ob kritični velikosti, značilni za določeno vrsto, pride do spolnega razmnoževanja. Pri tem se morata dva spolno zrela osebka zblížati, obdata se s skupno galerto, lupinici se razpreta in pride do kopulacije gamet nastalih s predhodno mejozo. Zigota se obda s polisaharidnim ovojem, ponovno zraste (**avksozigota**) do prvotne velikosti, obda se s čvrsto steno in je trajna oblika.

Najstarejši fosili kremenastih alg so znani iz jure (centrale), konec krede pa sta bili obe veliki skupini že zastopani, a veliko pestrost sta dosegli šele v miocenu.

Diatomeje delimo na dva redova, ki ju, zaradi številnih medsebojnih razlik, lahko obravnavamo tudi kot podrazreda.

o. Centrales - radialno somerne kremenaste alge

Predstavniki tega redu so predvsem pogosti v morskem planktonu, le malo je tudi sladkovodnih bentontov. Celice so (gledano iz valvalne strani) radialno somerne (okrogle, trikotne, kvadrataste) s koncentrično ali radialno strukturiranostjo, lupinica ima lahko dolge ščetinaste izrastke, ki služijo predvsem planktonom; aktivno gibljivih oblik ni. V celicah je več navadno lečastih plastidov, jedro je tik pod plazmalemo. Rafe ni.

Spolno razmnoževanje je oogamija. V "moški" celici nastane 4 (-64?) uniciliatnih spermatozoidov z omigetalčenim bičkom, v "ženski" pa 1 jajčna celica (3 hkrati nastale haploidne celice propadejo).

Rodovi: *Chaetoceras* (morski plankton, tvori niti, lupinica s ščetinastimi izrastki), *Melosira* (nitasti sladkovodni benton ali plankton, gornji del plevre je pravzaprav zavihan rob valve, meja med tem delom in nestrukturiranim spodnjim delom plevre je dobro vidna), *Cyclotella* (sladkovodni epifit).

o. Pennales - dvobočno somerne kremenaste alge

Večina predstavnikov živi v sladkih vodah kot sesilni ali vagilni bentos (nekaj teh vrst tudi v morju) ali kot plankton. Valva celic je bolj ali manj podolgovata, dvobočno somerna, navadno s pernato ali prečno progasto strukturiranostjo, ščetinastih izrastkov ni. Nekateri predstavniki imajo na eni ali obeh valvah žleb imenovan **rafa** s pomočjo katerega lahko ležejo po podlagi. Sesilni bentonti se pogosto pritrjajo z galertastimi izločki in na enak način se lahko tudi povezujejo v rahle nitaste kolonije (npr. *Tabellaria*). Daljše niti tvorijo nekateri planktoni (npr. *Fragillaria*). V celicah sta navadno po dva velika ploščata plastida, jedro je v sredini celic obešeno na citoplazmatske niti.

Spolno razmnoževanje je izogamija. V vsaki celici, ki se preobrazi v gametangij, se po redukcijski delitvi razvije večinoma ena sama ameboidno gibljiva gameta. Poleg normalnega spolnega razmnoževanja je možna tudi **avtogamija** (če nastaneta v gametangiju po 2 gameti) ali **apogamija** (nastanek "avksozigote" brez kopulacije).

Glede na razvitost rafe delimo predstavnike na več podredov:

subo. Araphidineae: na obeh valvah le nefunkcionalna **pseudorafa**, sesilni bentos (*Synedra*, *Tabellaria*, *Meridion* - pri tem se celice z valvami stikajo in tvorijo pahljačaste kolonije, plastidi številni!) ali plankton (*Asterionella*, *Diatoma*, *Synedra*, *Fragillaria*).

subo. Monoraphidineae: na eni valvi rafa, na drugi pseudorafa, bentos, npr. pogost epifitski rod *Cocconeis*.

subo. Biraphidineae: na obeh valvah rafa, kljub temu nekateri predstavniki pritrjeni (npr. *Cymbella*); vagilni bentos: *Amphora*, *Bacillaria*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Pinnularia*.

cl. Phaeophyceae - rjave alge

značilnosti rjavih alg:

pigmenti: klorofila a in c, karoten beta (tudi alfa), od ksantofilov najpomembnejši fukoksantin (v celicah ga je nekajkrat več kot vseh drugih ksantofilov in karotenoidov skupaj), sicer še viola-, anthera-, neoksantin

hranila: krizolaminarin, olja, manitol

celična stena: znotraj celulozna, zunaj pektinska s specifičnimi sulfatiranimi polisaharidi (fukoidin) ter **alginati** (algin), nikoli okremenjena

celica: plastidi zaradi fukoksantina razločno rjavi (feoplasti)

razmnoževanje: nespolno z različnimi tipi spor, spolno predvsem oogamija

gibljeve oblike: gamete so biciliatne in heterokontne, bička lateralno

organizacijski nivoji: predvsem trihalni in parenhimatski (med algami najbolj diferencirana tkiva)

ekologija: predvsem morske, največjo pestrost dosežejo v hladnejših morjih, 3 rodovi sladkovodni

pomen: vir alginatov, do 1930 tudi za pridobivanje joda, *Laminaria* se uporablja v prehrani

Alginati so za človeka najpomembnejši proizvod rjavih alg in jih uporabljajo predvsem v živilski industriji kot emulgator. To so soli alginske kisline, ta pa je polimer sestavljen iz manuronske in guluronske kisline.

Dodatna literatura: Proteus 49 (3): 86.

Glede na tip preroda delimo rjave alge na več skupin, vsaka združuje po nekaj redov:

skupina "*Isogeneratae*" - rjave alge z izomorfnim prerodom

o. Ectocarpales

Številni predstavniki v hladnejših morjih severne poloble. Steljka nitasta, razrasla, rast interkalarna.

Spolno razmnoževanje je izo-, redkeje anizogamija. Na diploidnem sporofitu nastaneta dva tipa razmnoževalnih organov: **unilokularni sporangij** in **plurilokularni sporangij**. V unilokularnem nastanejo po redukcijski delitvi in nadaljnji multipli delitvi jeder haploidne zoospore. Iz haploidnih spor se razvije gametofit, lahko pa delujejo tudi kot izogamete in se iz zigote razvije sporofit V plurilokularnem sporangiju se po mitotski delitvi razvijejo diploidne zoospore. Iz diploidnih spor se razvije sporofit. Na gametofitu se razvijejo le plurilokularni sporangiji, ki tvorijo haploidne (!) zoospore, te pa prav tako lahko delujejo kot gamete, ali pa se iz njih ponovno razvije gametofitska

rastlina. Zigota se razvije direktno v diploidno rastlino. V hladnih morjih so haploidne rastline slabše razvite ali jih sploh ni.

Ectocarpus: več cm dolga razrasla steljka, ki uspeva pritrjena na trdno podlago v plitvem morju. Celice vsebujejo po en rebrast plastid s številnimi pirenoidi. Sporangiji so podolgovati, razvijejo se na vrhu stranskih nitk, v plurilokularnem je že od začetka razvoja jasno vidna celularizacija vsebine.

o. Dictyotales

Steljka ploščata, triplastna, srednjo plast tvori založno tkivo; sprva rase s temensko celico, kasneje z robnim meristemom. Na sporofitu so raztreseni sporangiji, v katerih se razvijejo po 4 neobičkanne **tetraspore**. Spolno razmnoževanje je oogamija.

Padina pavonia: gametofit enodomen, oogoniji in anteridiji so združeni v skupine (**sorus**), ki jih obdaja sterilni ovoj; v oogoniju se razvije 1 jajčna celica, ki se sprosti. V anteridiju se razvije več spermatozoidov, ki jih po sprostitvi pritegne jajčna celica z izločanjem nekega feromona. Zigota na ustrezni podlagi takoj kali.

skupina "**Heterogeneratae**" - rjave alge s heteromorfim prerodom, gametofit mikroskopsko majhen, nekajceličen

o. Laminariales

Sporofit največji med algami sploh, doseže lahko več 10 m dolžine in zrastejo do 1 m dnevno. Tkiva in organi različno diferencirani: na podlago so steljke pritrjene z brezbarvnimi rizoidi, steblo (kavloid) vsebuje močno mehansko tkivo in sitkam podobne prevajalne elemente, na njem so lahko številni različno oblikovani listasti izrastki (filoidi). Steljka rase z interkalarnimi meristemi. Pogosto so razviti plavalni mehurji (aerociste) z nenavadno plinsko mešanico. Nekateri predstavniki so ekonomsko zanimivi kot vir alginatov.

Laminaria: skupine sporangijev (sorusi) se razvijejo večkrat letno, tvorijo jih unilokularni sporangiji in sterilne niti (parafize). Po redukcijski delitvi se razvijejo v sporangijih haploidne zoospore, iz njih pa enospolen gametofit. Vsaka njegova celica lahko postane gametangij in v njej se razvije po 1 gameta. Jajčne celice se izločijo, a ostanejo pritrjene na "ženskem" gametofitu, ki z izločanjem feromonov privablja spermatozoide. Iz zigote se takoj razvije sporofit. Nespolnega razmnoževanja z mitosporami ni.

skupina "**Cyclospora**" - diplontske rjave alge

edini red

o. Fucales

Sporofit parenhimatsko organiziran, rase s temensko celico. Anteridiji in oogoniji se razvijejo v posebnih vdolbinah (**konceptaklih**), kjer so poleg njih še sterilne niti (**parafize**). V manjšem anteridiju se z redukcijsko delitvijo razvije do 64 spermatozoidov, v večjem oogoniju pa do 8 jajčnih celic.

Predstavniki: **Cystoseira**, **Sargassum**, **Fucus**

Fucus virsoides - **jadranski bračič**: pritrja se na trdno podlago v pasu bibavice. Steljka je do 20 cm velika, ploščata, dihotojno razrasla, z različno oblikovanim krovnim in mehanskim tkivom. Številni konceptakli se razvijejo na odebeljenih vrhovih poganjkov. Vsebujejo drobne anteridije na razraslih pecljih, nekajkrat večje sedeče oogonije in parafize, ki molijo skozi ustje konceptakla. Nekatero druge vrste tega rodu imajo enospolne konceptakle. Ob visoki plimi se spermatozoidi in jajčne celice na ustrezni podlagi sprostijo, v vodi pride do oploditve, zigota se razvije v nov sporofit.

ph. Rhodophyta - rdeče alge

značilnosti rdečih alg:

pigmenti: klorofil a, redkeje d, alfa in beta karoten, od ksantofilov predvsem lutein in zeaksantin, fikobilina (fikocian in fikoeritrin)

hranila: floridejski škrob (podoben glikogenu, nastaja v citoplazmi), olja, floridozid (osmoregulacija!)

celična stena: večplastna, znotraj celulozna, zunaj pektinska (sulfatirani polisaharidi!), pogosto inkrustrirana s CaCO₃ ali MgCO₃

celica: plastidi razmeroma preprosto zgrajeni, zaradi fikobilinov pogosto rdečkasti
razmnoževanje: prerod je lahko zapleten s pojavom dodatne sporofitske generacije; nespolno razmnoževanje z različnimi tipi aplanospor, spolno oogamija
prehrana: avtotrofi
gibljive oblike: aktivno gibljivih oblik ni, spore in gamete so neobičkane
organizacijski nivoji: kokalni, predvsem trihalni
ekologija: predvsem morske (zlasti v toplih morjih), nekaj rodov sladkovodnih; številne morske vrste obligatni epifiti ("ektoparaziti")
pomen: pridobivanje agarja, prehrana

Fikobilina sta drugače zgrajena kot pri modrozelenih cepljivkah, lahko tvorita fikobilisome. Zaradi absorpcije drugih valovnih dolžin svetlobe omogočata fotosintezo tudi v večjih globinah. Rdeče alge kažejo določeno mero podobnosti z modrozelenimi cepljivkami in vse kaže, da so njihovi plastidi nastali prav iz simbiotsko vezanih modrozelenih cepljivk. Imajo namreč zelo podobno ultrastrukturo in fikobilisome na tilakoidah.

cl. Bangiophyceae

Preprosteje zgrajeni predstavniki, enocelične in trihalne oblike z interkalarno rastjo. Zigota se z mitotsko delitvijo razvije direktno v 4-32 karpospor, iz teh pa se dalje razvija tetrasporofitska generacija (karposporofit torej še ni razvit)

cl. Florideophyceae

Predstavniki so trihalni, rasejo z eno ali več temenskimi celicami. Steljka je lahko zgrajena na dva osnovna načina:

1. tip **centralne niti (monaksialni tip):** glavna nit se vretenasto razrašča;
2. **fontanski tip (multiaksialni tip):** več vzporedno rastočih in bočno zraslih glavnih niti. Pri številnih redovih se pojavljata oba gradbena tipa.

Iz zigote se razvije haploidni (po R!) ali diploidni karposporofit, ki tvori karpospore.

o. Nemalionales

Zgradba centralne niti ali fontanska. Razvojni krog zapleten (dve sporofitski generaciji), vendar še brez tvorbe t.i. **pomožnih celic**, v katerih bi se razvijala zigota. Prevladujoča je gametofitska generacija, ki je lahko dvodomna. Na njej se razvijejo spermogoniji (v njih se razvije po 1 spermacija) in oogoniji (**karpogoniji**), ki vsebujejo eno samo jajčno celico, njihova stena pa ima izrastek (**trihogina**), namenjen sprejemu spermacija. Po sprejemu spermacija njegovo jedro vstopi v trihogino, potuje do jačne celice in zigota se z redukcijsko delitvijo (haplonti) ali z mitozo (haplodiplonti) razvije v prvo sporofitsko generacijo (**karposporofit**), ki je prostorsko vezana na gametofit. Na karposporofitu nastajajo v mitosporangijih karpospore, iz teh pa se na drugem mestu razvije druga sporofitska generacija - **tetrasporofit**. Ta tvori lahko dva tipa spor: z mejozo nastajajo **tetraspore**, iz katerih se ponovno razvije gametofit, z mitozo pa **monospore**, ki obnavljajo tetrasporofitsko generacijo. Predstavnika: sladkovodna rodova *Batrachospermum* in *Lemanea*. Oba se razvijeta v hitrotekoči hladni čisti vodi, pri prvem je razrast razločno vidna (gledamo gametofit, na njem lahko opazimo tudi drobne grmičaste karposporofite), steljka drugega pa je zalita v skupno galerto, tako da posamezni stranski izrastki niso opazni. Tetrasporofit prvega rodu so včasih postavljali v samostojen rod *Chantransia*, zato mu še danes lahko rečemo "*Chantransia* stadij".

o. Cryptonemiales

Razrast mono- ali multiaksialna, razvite pomožne celice. Predstavniki pogosto inkrustrirani, pomembno prispevajo k nastajanju apnenih podmorskih skladov ("koralnih grebenov", tem zaradi vsebnosti fosiliziranih rdečih alg pogosto pravijo litotamnijski apnenici)

Rodovi: *Corallina* (steljka nekaj cm velika, pernato razrasla, členasta, le med členki ni inkrustrirana), *Lithothamnion* (steljka v obliki ježice, popolnoma inkrustrirana), *Lithophyllum* (steljka listasta, popolnoma inkrustrirana).

o. Ceramiales

Razrast tipa centralne niti, zgradba je pogosto izrazito nodijalna z vretenci stranskih poganjkov, celotna steljka v čvrstem želatinastem ovoju. Poleg oogonija se razvijejo pomožne celice in te skupaj z

oogonijem tvorijo **prokarp**. Vanje se preseli zigota in nadalje razvija v karposporofit, ta pa je popolnoma obdan s **cistokarpom** nastalim iz prokarpa.

Ceramium: nekaj cm dolga vilasto razrasla steljka, ki se razvije na trdni podlagi.

r. *Fungi* - glive

Med glive so še pred nedavnim vključevali najrazličnejše skupine heterotrofnih organizmov, ki bi jih bilo smiselno vključiti k algam (ki so drugotno izgubile sposobnost avtotrofije, npr. *Oomycota*, ki jih lahko uvrstimo med raznobičkaste alge in *Chytridiomycota*, ki si verjetno zaslužijo rang samostojnega debla) ali celo v samostojno kraljestvo (npr. *Myxomycota*). Če še naprej uporabljamo tradicionalno vključevanje teh organizmov med glive, jih moramo vsaj na nivoju debel oddeliti od pravih gliv. V tem primeru zavestno sprejememo glive kot polifiletsko skupino.

Poleg pravih gliv si bomo na kratko ogledali le sluzavke in oomicete.

ph. *Myxomycota* - sluzavke

značilnosti sluzavk:

razmnoževanje: večinoma haplodiplonti, haploidna faza enocelična, diploidna se združi v mnogojedrni plazmodij, ki oblikuje neke vrste plodišča

prehrana: fagocitoza

giblјive oblike: vegetativna življenjska faza ameboidno gibljiva, miksoflagelati biciliatni, akrokontni

ekologija: saprofiti, redkeje paraziti na rastlinah

Sistematika sluzavk in tudi uvrstitev skupine v sistem živega sveta sta še zelo nedodelani. Verjetno gre celo za polifiletsko skupino, katere izvor je povezan z ameboidno gibljivimi protozoji. Mi jih bomo delili na tri razrede: *Acrasiomycetes*, *Myxomycetes* in *Plasmodiophoromycetes*, ogledali pa si bomo le predstavnika najštevilnejšega razreda *Myxomycetes*.

cl. *Myxomycetes* - prave sluzavke

Življenjski cikel pravih sluzavk je haplodiplontski. Haploidna faza se prične s tvorbo spor, ki nastanejo z redukcijsko delitvijo. Iz njih se razvijejo običkani (**miksoflagelati**) ali ameboidno gibljivi (**miksamebe**) enoceličarji, ki lahko tudi prehajajo eni v druge. Razmnožujejo se z delitvijo celic. Po kopulaciji dveh haploidnih miksoflagelatov ali miksameb se razvije diploidna miksameba (zigota) in več takih se zlije v mnogojedro ameboidno gibljivo strukturo imenovano **plazmodij**. Ta oblikuje čvrsta, raznoliko oblikovana plodišča (**sporokarpe** ali en sam **etalij**), v katerih z redukcijsko delitvijo nastajajo spore. Plodišča so obdana s čvrsto steno (peridij ali korteks), po sprostitvi spor pa v njih ostane mrežasta struktura imenovana **kapilicij**.

Prave sluzavke obsegajo kakih 1000 vrst. Njihove sporokarpe lahko neredko opazimo na odmrlem rastlinskem materialu, npr. na trhlen lesu. Večinoma so drobni, milimeterskih velikosti.

ph. *Oomycota* - "glivolike alge"

značilnosti skupine:

celična stena: celulozna, vsebuje še glukane

razmnoževanje: gametangiogamija, zigota pogosto trajna oblika, diplonti; nespolno s tvorbo zoospor v sporangijih, ti lahko v celoti odpadejo in delujejo kot aplanospore

giblјive oblike: zoospore biciliatne, heterokontne, lateralno ali apikakno običkane

organizacijski nivoji: sifonalni, steljka razrasla, s prečnimi stenami se oddele le razmnoževalne strukture

ekologija: saprofiti na odmrlem rastlinskem materialu, večinoma v vodi in na vlažnih mestih, ali endoparaziti na rastlinah ali glivah

pomen: številne rastlinske bolezni

o. *Peronosporales*

večinoma obligatni endoparaziti na rastlinah.

Phytophthora: krompirjev palež: steljka se razvije v listnem mezofilu, skozi reže požene sporangiofore; celotni sporangiji se odlomijo in raznaša jih veter. V vlagi se iz sporangija sprostijo zoospore. V to sorodstvo sodi tudi "peronospora": trtna palež (*Plasmopara viticola*).

Albugo candida: parazitira na križnicah (npr. oljna repica, repa, cvetača, redkev, zelje), kjer povzroča belo gnilobo. Cenocitski micelij se razvija v intercelularju in s havstoriji črpa iz celic gostitelja. Spore nastajajo v verigah na kijastih sporangioforih in spominjajo na konidije. Odnáša jih veter, kalijo v biciliatno zoosporo. Oogoniji se razvijejo v intercelularju gostitelja, po oploditvi se razvijejo v zoosporangij, iz njega sproščene diploidne zoospore pa se združijo v plazmodij.

ph. *Mycota* - prave glive

značilnosti pravih gliv:

pigmenti: plastidov ni, ni klorofilov in flavonoidov, pojavljajo pa se najrazličnejša druga barvila
hranila: glikogen (prost v citoplazmi), olja, nikoli škrob
celična stena: hitin (aminopolisaharid), polisaharidi (manan, gluklan), beljakovine
razmnoževanje: zelo raznovrstno: vegetativno: brstenje, razraščanje, nespolno: predvsem s tvorbo **konidijev** (večinoma enocelične ekto-spore, ki nastajajo z mitozo), mejospore so **bazidiospore** in **askospore**, spolno: somatogamija (**hifogamija**), gametangiogamija, gametogamija, pri višjih predstavnikih se pojavi **dikariontska** faza med plazmogamijo in kariogamijo
prehrana: nikoli avtotrofi, črpanje hranil iz okolice z osmotskimi procesi
gibljive oblike: ni
organizacijski nivoji: enocelične, **cenocitske** (=sifonalne), **cenoblastične** (=nitaste), niti gliv so **hife**, celotnemu spletu hif pravimo **micelij**; številne glive tvorijo plektenhimatske strukture, pri višjih hife pogosto z dvojedrnimi celicami
ekologija: paraziti, saprofiti ali simbionti; predvsem na kopnem, nekaj tudi vodnih
pomen: pomembni razkrojevalci, tudi v razmerah, kjer bakterije ne uspevajo (npr. kislo okolje), skorajda edini razkrojevalci lesa, pomembne mikorizne vrste, ki živijo v simbiozi (=mikorizi) s koreninami višjih rastlin; industrijsko pomembne predvsem nekatere plesni, ki tvorijo antibiotike in nekatere organske kisline, številne glive sodelujejo v procesih predelave hrane, npr. pri alkoholnem vrenju, zorenju sirov... Ekonomsko pomembne tudi parazitske vrste, ki povzročajo rastlinske bolezni in mikoze pri živalih

Izvor te skupine je nejasen.

Od rastlin se prave glive razlikujejo tudi po strukturi celic: v njih ni tipičnega Golgijevega aparata, pogosto je razvit **lomasom**, vezikularna struktura, ki sodeluje pri sekreciji in tvorbi celične stene, vakuole se pojavijo le v starejših celicah, jedro vsebuje razmeroma malo DNA (le okoli 10x toliko kot pri bakterijah, ostali evkarionti je imajo navadno tisočkrat več), kromosomov je malo (3-15) in med mitozo v glavnem ne pride do kontrakcije.

Pri glivah se pojavljajo specifične snovi, najbolj znani so strupi (npr. muskarin, psilocibin, giromitrin, ibotenska kislina) in antibiotiki.

Pri najnižje razvitih predstavnikih so hife še neseptirane (cenocitski micelij, ustreza sifonalnemu organizacijskemu nivoju), drugače so med celicami hif vmesne stene, sosednje celice pa so povezane skozi **septalne pore**. Te so pri nižjih predstavnikih enostavne, pri najvišje razvitih pa zelo zapleteno zgrajene **dolipore**. Pri teh je pora cevasto podaljšana (**dolium**), na obeh straneh pa jo pokriva pokrovček **parentosom**, ki je derivat endoplazmatskega retikla. Skozi enostavne pore lahko prehajajo organeli, transport snovi skozi dolipore pa je zelo reguliran. Pri večini gliv se hife postgenitalno povezujejo in tvorijo prečne povezeve (**anastomoze**).

Plektenhim se pojavi pri višjih predstavnikih in gradi **plodišča** (=trosnjake, strukture, v katerih se razvijejo mejosporangiji), **sklerocije** (trajni organi, ne tvorijo mejosporangijev), **konidiome** (navidezno plodišče pri nepopolnih glivah), **rizomorfe** (koreninam podobne strukture) in **stromo** (vegetativni organ podoben plodišču, navadno tvori konidije in na njej se razvije več plodišč).

Konidiji nastajajo na različne načine in glede na to jih klasificiramo. Pri različnih skupinah gliv, predvsem pa pri zaprtotroscnicah, je izražena tudi tendenca k oblikovanju t.i. **stranskih plodnih oblik** (=anamorfov), pri katerih se je spolno razmnoževanje izgubilo in se množijo le s konidiji. Take glive obravnavamo kot **nepopolne** (=Fungi imperfecti =Deuteromycota), saj jih zaradi nepoznavanja spolnega razmnoževanja ne moremo uvrstiti. Pri nekaterih od njih se pojavlja spolno razmnoževanje (pri t.i. **glavni plodni obliki** =telomorfu) le izredno redko in v takem primeru neredko opazimo, da se pri navidezno enakih anamorfi lahko pojavljajo telomorfi, ki jih uvrščamo celo v različne rodove. Takemu anamorfu pravimo **sinanamorf**.

cl. *Zygomycetes* - jarmaste glive

značilnosti jarmastih gliv:

celična stena: hitinska

micelij: neseptirane ali nepravilno septirane hife

plodišča: ni

razmnoževanje: spolno: **zigogamija** (gametangiogamija), redkeje somatogamija, nespolno z mnogojedrnimi konidiji;

ekologija: saprofiti, redkeje paraziti

pomen: v naravi pomembni razkrojevalci, nekatere industrijsko pomembne

Pri jarmastih glivah se pojavi poseben tip spolnega razmnoževanja, t.i. **zigogamija**. Na dveh hifah se oblikujeta mnogojedrna gametangija, ki se združita in nastane mnogojedrna zigota, ki se oblikuje v trajno **zigosporo**. Pred kalitvijo te pride do redukcijske delitve, jarmaste glive so namreč haplonti. Od 4 redov obravnavamo le enega:

o. *Mucorales*

Spore nastajajo na različnih sporangijih, številne vrste tvorijo interkalarne ali terminalne **hlamidospore** (nenatančno definiran tip mitospor, večinoma poseben tip konidijev, t.i. alevriospore).

Mucor - krušna plesen: sporangiji okrogli, v sredini z okroglo ali jajčasto kolumelo, hife razrasle. Ob zrelosti sporangija se vanj skozi kolumelo izloči voda, tako da po raztrganju stene ostanejo spore v kapljici. Če je ne odnese, se posuši, in spore se čvrsto nalepijo na kolumelo.

Rhizopus - pajčevinasta plesen: hife diferencirane v rizoidalne, ki črpajo hranila iz podlage, stolonoidalne, ki se razraščajo in sporangiofore. Sporangiji okrogli, s potlačeno kolumelo. Ob zrelosti stena sporangija razpade in spore se sprostijo; raznaša jih veter. *Rhizopus* razvije na odmrli organski podlagi, npr na vlažnem kruhu, rahlo pajčevinasto plesen s številnimi dobro vidnimi črnimi sporangiji.

cl. *Endomycetes* - kvasovkam sorodne glive

značilnosti skupine:

celična stena: vedno vsebuje glukano, ostale komponente v različnih kombinacijah

micelij: enocelične kvasovke, ki lahko tvorijo malocelični **brstilni micelij (pseudomicelij)**, višji predstavniki s pravilno septiranimi hifami; askogenih hif ni

plodišča: ni

razmnoževanje: spolno je gametangio- ali somatogamija, sledi nastanek mejosporangija **aska**, v katerem z redukcijsko delitvijo nastanejo **askospore**; pri haplodiplontih se iz zigote najprej razvije diploidna faza, ki kasneje tvori aske, redkeje **dikariontska faza (Taphrinales)**

ekologija: saprofiti, paraziti

pomen: alkoholno vrenje, povzročitelji mikoz pri rastlinah in živalih

Od več redov obravnavamo le

o. *Saccharomycetales* - kvasovke

Celična stena iz manana, glukana in beljakovin, le **brstitvene brazgotine**, na mestih odcepitev hčerinskih celic, vsebujejo hitin. Aski vsebujejo okrogle do vretenasto oblikovane askospore. Nespolno se razmnožujejo z **brstenjem** (inekvalno delitvijo) vrste, ki tvorijo brstilni micelij, lahko razvijejo tudi poseben tip konidijev, t.i. blastospore. Znan anamorfni rod je *Candida* (povzročča različna vnetja - kandidoze - tudi pri človeku; sinanamorfni rod, katerega telomorfe uvrščamo v vsaj 3 različne rodove), *Saccharomyces cerevisiae* - **pekovski kvas**: telomorf, živa kultura se uporablja v pivovarstvu (alkoholno vrenje), za vzhajanje testa.

cl. *Ascomycetes* - zaprtotrošnice

značilnosti zaprtotrošnic:

celična stena: hitinasta, ni plastovita

micelij: septiran, septalne pore enostavne

plodišča: praviloma razvita, gradijo jih haploidne in dikarionske askogene hife; te tvorijo aske, ki navadno oblikujejo razločno t.i. tronosno plast (=himenij)
razmnoževanje: gametangiogamija, tudi spermacio- ali somatogamija, zigota se takoj razvije v dikarionsko fazo, (t.i. **askogene hife**), ki tvori **aske**; številni anamorfi
ekologija: saprofiti in paraziti
pomen: glivni partner v večini lišajev, proizvajalci antibiotikov, nekaj užitnih gob, povzročitelji trohnobe lesa

Pri višjih predstavnikih se na dikarionskih hifah pojavijo med zaporednimi celicami ob straneh **ročke** (t.i. ročkast micelij), ki nastanejo med delitvijo jeder.

Zaprtotrosnice imajo skupne prednike z živalmi in zelenimi algami.

Delitve zaprtotrosnic so različne, navadno na 3-4 podrazrede. Obravnavamo le

scl. (*Eu-*)*Ascomycetidae* - prave zaprtotrosnice

Haploidne hife razvijejo terminalno enospolne gametangije: ženski (=askogon) ima nitast izrastek imenovan **trihogina** namenjen sprejemu "moških" jeder. Po oploditvi "moška" in "ženska" jedra tvorijo pare in iz oplojenega askogona poženejo dikarionske askogene hife. Za prave zaprtotrosnice je značilen **askohimialni** razvoj plodišča, kar pomeni, da se to začne razvijati šele po oploditvi askogona.

Plodišča delimo glede na stopnjo zavarovanosti himenija na **apo-**, **peri-** in **klejstotecije**. Pri apotecijih je himenij prost, v skledičastem ovoju, peritecij je stekleničasto oblikovan z majhno odprtino (**ostiolum**), klejstotecij pa popolnoma zaprt in se spore iz njega sprostijo šele z razpadom celotnega plodišča.

Aski se odpirajo z razpadom ali s pokrovčkom, večinoma je odpiranje eksplozivno in spore izstrelijo do nekaj deset cm daleč.

o. Eurotiales

Plodišče je klejstotecij, aski imajo enostavno steno in odprejo se z razpadom (**prototunikatni** aski).

Plodišča so kroglasta, himenij gradijo le aski, sterilnih hif (**parafiz**) ni.

Znane predvsem stranske plodne oblike, npr. *Aspergillus* in *Penicillium*.

***Aspergillus* - glavičasta plesen:** micelij razrasel, konidiofori glavičasti, tvorijo poseben tip suhih konidijev (**fialospore**), ki nastajajo v verigah na posebnih sporogenih celicah **fialidah**. V glavnem terestrični saprofiti, nekaj tudi paraziti. Pomembne za organsko sintezo kislin, antibiotikov, encimov. Telomorfe uvrščamo v rodove *Emericella*, *Eurotium* in *Sartorya*.

***Penicillium* - čopičasta plesen:** micelij razrasel, tvori čopičasto oblikovane konidiofore s fialidami, ki producirajo verige fialospor. Večinoma saprofiti, nekaj fakultativnih parazitov. Pomembni za proizvodnjo antibiotikov in mikotoksinov. Telomorfe uvrščamo v rodove *Carpentales*, *Eupenicillium* in *Talaromyces*. V čopičasti plesni je 1928. leta Fleming odkril prvi antibiotik, ki so ga imenovali penicilin. Več vrst pomembnih v sirastvu: *P. camemberti*, *P. glaucum*, *P. roqueforti*, *P. candidum*.

o. Hypocreales

Plodišča so periteciji, anamorfi tvorijo fialospore. Stroma rumena ali oranžna ali manjka, večinoma lesni saprofiti, nekaj koprofilov.

***Nectria*:** rod z okoli 200 vrstami lesnih saprofitov, razvijejo večinoma rdečkaste peritecije brez strome, askospore večinoma dvocelične, anamorfe uvrščamo v rod *Fusarium*. *N. cinnabarina* je pogosta vrsta, na odmrlih vejah listavcev so opazni predvsem oranžni konidiofori (anamorf *Tubercularia vulgaris*), poleg njih se razvijejo tudi skupinice temnordečih peritecijev. Askospore se izstreljujejo v vlažnem vremenu.

***Claviceps* - glavnica:** po vsem svetu razširjen rod s čez 30 vrstami parazitov na travah; tu se razvije anamorf (*Sphacelia*), ki tvori rožičaste sklerocije na mestu plodnice gostitelja, na njih se po prezimitvi razvijejo periteciji. Sklerociji številnih vrst vsebujejo alkaloidne z močnim fiziološkim učinkom (rženi rožički).

o. Xylariales

Plodišča so periteciji, aski z enoplastno steno, odpirajo se s terminalno odprtino; na drevesasto razrasli stromi se pri dnu razvijejo številni periteciji, v vrhnjem delu nastajajo konidiji. Himenij s parafizami.

Xylaria hypoxylon: nekaj cm velika stroma se pogosto v večjem številu razvije na odmrlem lesu, pri dnu črna, s številnimi periteciji, zgoraj pepelnato siva, pokriva jo prah (=konidiji).

o. Pezizales

Aski se odpirajo s pokrovčkom (**operkulatni a.**), plodišče je apotecij. Askospore vedno enocelične, pogosto vsebujejo oljne kapljice. Poleg gametangiogamije lahko tudi spermaciogamija. Šibko izražena tendenca k tvorbi anamorfov.

Večinoma terestrični ali lesni saprofiti, redke vrste vzpostavijo **mikorizo**.

Morchella - mavrah: po vsem svetu razširjen rod z okoli 15 vrstami, plodišča so pečljati, kompleksno zgrajeni apoteciji, ki spominjajo na plodišča nekaterih prostotrošnic. Vse vrste užitne.

cl. Basidiomycetes - prostotrošnice

značilnosti skupine:

celična stena: hitinasta

micelij: hife pravilno septirane; primarni micelij (haploidni) s somatogamijo preide v sekundarni (dikariontski), ki oblikuje plodišča (terciarni micelij); dikariontske hife pogosto z ročkami

plodišča: večinoma razvita, tvorijo jih le dikariontske hife, trosonosna plast (himenij) večinoma razvita na površini cevki ali lističev

razmnoževanje: meiosporangij je **bazidij**, spolno razmnoževanje večinoma somatogamija, pri nižjih tudi gametogamija ali spermaciogamija; nekateri predstavniki se razmnožujejo s konidiji, anamorfi redkejši

ekologija: pestra

pomen: glivni partner v mikorizi, povzročitelji rastlinskih bolezni, trohnobe, številna užitna plodišča, nekatere vrste močno strupene ali halucinogene

Prostotrošnice so samostojna skupina gliv, ki jih od ostalih lahko oddelimo celo na nivoju poddebla (*Basidiomycotina*). Med glivami so dosegle največjo kompleksnost v zgradbi hif in plodišč po eni in v strukturi razvojnega cikla po drugi strani. Med prostotrošnicami opazimo evolucijske tendence k večji (1) zapletenosti zgradbe plodišč, (2) k prevladi dikariontske faze in (3) k večji zapletenosti zgradbe septalnih por, po drugi strani pa gre (4) za poenostavitev spolnega razmnoževanja, tako da prevladuje somatogamija.

Plodišča gradijo le dikariontske hife in glede na zavarovanost himenija ločimo 4 osnovne tipe:

gimnokarpna (himenij stalno prost), **hemiangiokarpna**, **angiokarpna** (himenij do zrelosti prekrit) in **klejstokarpna** (stalno zaprta, spore se sprostijo z razpadom plodišča).

Septalne pore dosežejo največjo kompleksnost s t.i. **doliporo**; pri tej je odprtina valjasto podaljšana (**dolij**), na obeh straneh jo prekriva pokrovček **parentosom**, ki je derivat endoplazmatskega retikuluma. Na dikariontskih hifah se običajno pojavljajo t.i. **ročke**: bočne izbokline, ki se oblikujejo med celicami hife, nastanejo pa ob delitvi jeder.

Meiosporangij je **bazidij**, ki je za razliko od aska **ektosporangij** (=eksosporangij), torej se bazidiospore oblikujejo na njegovi površini, navadno na posebnih peceljčikih (**sterigme**). Evolucijsko izvirnejši tip bazidija je še prečno ali vzdolžno septiran (**fragmobazidij**), višje prostotrošnice pa imajo neseptirani **holobazidij**.

scl. Heterobasidiomycetidae - nižje prostotrošnice

Bazidij je praviloma septiran (**fragmobazidij**), septalne pore so enostavne ali bolj zapleteno zgrajene, vendar ne dolipore, plodišč ni ali so zelo enostavna, želatinasta.

o. Ustilaginales - sneti

Sneti so obligatni paraziti na višjih rastlinah, infektivna dikariontska faza se večinoma razvije v reproduktivnih organih rastlin.

Plodišč ni, bazidiji so prečno septirani, brez sterigem in tvorijo številne bazidiospore (vprašanje je, ali je ta tip fragmobazidija homologen z ostalimi, zato ga raje imenujemo **promicel**, spore pa **sporidiji**). Iz haploidnih bazidiospor se razvije brstilni micelij, ki praviloma živi saprofitsko. Do kopulacije lahko pride med dvema raznospolnima brstilnim micelijema ali kar med dvema bazidiosporama in zigota kali v infektivni dikariontski micelij. Ta se razrase po gostiteljski rastlini in tvori številne debelostene **televtospore** (=zimski trosi =**hlamidospore**), s čimer navadno popolnoma uniči cvet gostitelja.

Televtospore v zmernih predelih prezimijo, v tropih pa takoj kalijo. Iz njih se po kariogamiji razvije frambazidij (promicel).

Ustilago maydis - koruzna snet: promiceliji štiricelični, infektivna faza okuži koruzo in v njenih cvetovih tvori številne televtospore.

o. Pucciniales (=Uredinales) - rje

Rje so obligatni paraziti višjih rastlin, katerih dikariontska faza se navadno razvije v vegetativnih organih gostitelja. Pogosto sta infektivni tako haploidna kot dikariontska faza; v tem primeru govorimo o **vmesnem gostitelju**, na katerem se razvija prva, in **glavnem gostitelju**, ki gosti drugo fazo.

Nekateri predstavniki lahko tvorijo zelo enostavna plodišča. Razvojni krog rij doseže med glivami največjo kompleksnost, tako da lahko pri isti vrsti nastopa do 5 različnih tipov spor.

Iz bazidiospor, ki jih veter zanese na rastlino vmesnega gostitelja, se v mezofilu razvije haploidni micelij. Če je list okužen z dvema raznospolnima micelijema, lahko pride do somatogamije in tako nastale dikariontske hife tvorijo na spodnji strani lista **ecidije** (=ecije), v katerih nastajajo dikariontske **ecidiospore** (=eciospore). Če do somatogamije ne pride, haploidni micelij na zgornji strani lista razvije **spermogonije** (=piknidije), v katerih nastajajo haploidni **spermaciji** (=piknospore). Poleg teh tu nastajajo še sladki izločki, ki privabljajo žuželke, na tem mestu pa izraščajo tudi **sprejemne (receptivne) hife** (=trihogine). Z obiskovanjem različnih spermogonijev žuželke nehote prenašajo tudi spermacije, ki kopulirajo s sprejemno hifo na spermogoniju drugega spola. Jedro spermacija potuje skozi pore sprejemne hife na spodnjo stran lista, kjer v bazalnih celicah ecidija pride do nastanka dikariofaze, ta pa nato tvori ecidij.

Ecidij se razvije subepidermalno, obdan je z ovojem (**pseudoperidij**). Ob zrelosti se pseudoperidij in spodnja listna epidermida raztrgata in ecidiospore se sprostijo.

Ecidiospore veter zanese na rastline glavnega gostitelja. Tu se iz njih razvije infektivni dikariontski micelij, ki v vegetacijski sezoni tvori **uredije** (=uredinije), v katerih se razvijajo enocelične **uredospore** (=poletni trosi =urediniospore), ki prenašajo okužbo na druge rastline glavnega gostitelja. Proti koncu vegetacijske sezone se razvijejo **teliji**, v njih pa zorijo **televtospore** (=teliospore =zimski trosi). Te so pogosto večcelične, preko zime pride v njih do kariogamije in na pomlad iz njih vzkalijo štiricelični **frambazidiji**, na katerih z redukcijsko delitvijo nastanejo bazidiospore. Tako urediji kot teliji so lahko obdani s **pseudoperidijem**, vsebujejo pa lahko tudi sterilne hife (**parafize**).

Razvojni krog rij je lahko tudi manj zapleten. Tako se lahko vse dogaja le na enem gostitelju, lahko pa manjkajo nekateri tipi spor.

Puccinia graminis - žitna rja: vmesni gostitelj žitne rje je češmin (*Berberis* sp.), na katerem se razvijejo spermogoniji in ecidiji, ki so opazni kot temne pike na listih. Glavni gostitelj so trave, na katerih se razvijejo urediji in teliji v obliki vzdolžnih temnih črt na stebelcu in listih.

o. Tremellales - drhtavčevci

Tvorijo galertasta plodišča, v katerih se razvijajo številni konidiji in vzdolžno septirani frambazidiji. Ti imajo dolge nitaste **prosterigme** s sterigmo in bazidiosporo na vrhu. Bazidiospore kalijo v konidiofor. Parentosom je cevast. Večinoma lesni saprofiti.

Tremella mesenterica - rumena drhtavka: nekaj cm veliko nepravilno oblikovano galertasto rumeno plodišče se razvije na odmrlih vejah listavcev predvsem v hladnem delu leta. Na hifah dobro vidne ročke, sprva se razvijejo mehurjasti konidiji, kasneje tudi bazidiji. Pogosta po vsej Sloveniji.

scl. Homobasidiomycetidae - višje prostotrosnice

Meiosporangij je **holobazidij** (=homobazidij), na katerem se razvijejo 4 (redkeje 2) bazidiospore na terminalnih sterigmah. Dikariontske hife imajo ročke, plodišča so dobro razvita, navadno makroskopska. V trosonosni plasti (himeniju) poleg bazidijev nastopajo še različne sterilne hife (pseudoparafize, cistide), dikariontske hife, ki gradijo telo plodišča (**trama**) pa so prav tako diferencirane v več tipov. V glavnem lahko razlikujemo štiri osnovne tipe: **generativne** (tankostene, razrasle, lahko tvorijo bazidije), **skeletne** (debelostene, malo razrasle, pogosto malo septirane in brez ročk), **vezne** (močno razrasle, ovijajo se okoli ostalih in jih povezujejo) in **gleople** hife (malo razrasle ali nerazrasle, z oljnimi kapljicami). Glede na število tipov hif, ki gradijo tramo, govorimo o **mono-** ali **trimitični** trami.

Bazidiospore vedno kalijo v hife (ne v konidiofor), septalne pore so dolipore. Klasifikacija višjih prostotrosov je še precej neenotna, obravnavamo le predstavnike nekaterih redov.

spo. *Aphyloporanae*

Plodišča gimnokarpna, raznolika.

o. Polyporales

Plodišča s **klobukom** in **betom**, gimnokarpna, trama večinoma dimitična, himenij se razvije na spodnji strani klobuka na površini navpičnih cev. Večina lesnih saprofitov, ki povzročajo belo trohnobo lesa (razkroj celuloze in lignina).

o. Schizophyllales

Plodišča s klobukom, himenij na površini vzdolžno razcepljenih lističev; zgornja stran klobuka in površina razcepljenega dela lističev pokrita s polsteno prevleko (tomentum); lističi higroskopsko gibljivi, zato himenij prost le ob vlažnem vremenu.

Edini naš predstavnik *Schizophyllum commune*, pogosta lesna goba, katere bela plodišča se razvijejo na odmrlih deblih, neredko v velikem številu.

o. Poriales

Plodišča konzolasta, lahko večletna, gimnokarpna, pogosti anamorfi. V glavnem lesni saprofiti, ki povzročajo trohnobo.

Fomes fomentarius - kresilna goba: plodišča velika, do 30 let stara, razvijejo se kot saprofit (ali fakultativni parazit) na deblih listavcev (predvsem bukve in breze), povzroča belo trohnobo. Trama trimitična, himenij na površini navpičnih cev, vsako pomlad tvori bel trosni prah. Trama zaradi trdnosti in homogene strukture uporabna za rezljanje, nekdanj so iz nje pripravljali netivo (rezine trame so namakali v Salpeter (?), zmečkali in posušili).

spo. *Agaricanae*

Plodišča večinoma hemiangiokarpna, razločno deljena v bet in klobuk, himenij na spodnji strani klobuka na površini cev ali lističev, v mladosti ga prekriva ovoj (**velum**: v. universale obdaja celotno plodišče, v. partiale le spodnjo površino klobuka).

o. Russulales - golobičevci

V Evropi zastopani le z golobicami (*Russula*) in mlečnicami (*Lactarius*). Te imajo plodišča z betom in klobukom, trama je monomitična, poleg generativnih hif pa v njej nastopajo še kroglaste **sferociste** in pri mlečnicah **laticifere**, ki vsebujejo mleček. Himenij na površini lističev.

"Lichenes" - lišaji

značilnosti lišajev:

tip simbioze: obligatna simbioza **mikobionta** (glive, večinoma zaprtotrosovne) in **fikobionta** (alge - večinoma zelene - ali modrozeleno cepeljivke)

razmnoževanje: spolno se v lišaju razmnožuje le mikobiont, spore, ki jih tvori, se razvijejo v lišaj le, če pridejo v stik z ustrežno vrsto fikobionta; vegetativno razmnoževanje je raznoliko: fragmentacija, **izidiji** (lahko odlomljivi delčki že oblikovane lišajske steljke), **sorediji** (drobni prepleti celic fikobionta in hif mikobionta, ki kot prah nastajajo na **soralih**)

organizacijski nivoji: mikobiont ima micelij s pravilno septiranimi hifami, fikobiont pa je kokalno ali nitasto organiziran

ekologija: pionirske "rastline", največja pestrost v trajno vlažnih predelih (tropi)

pomen: v ekstremno hladnih razmerah so lišaji lahko skoraj edine opazne "rastline" in kot taki pomembna hrana za tamkajšnje rastlinojede; za človeka skorajda nepomembni, nekaj vrst uporabnih kot zdravilne rastline (islandski lišaj, bradovec), nekaj užitnih, nekoč so iz lišajev pridobivali lakmus, *Evernia prunastri* vsebuje dišave; v zadnjem času lišaji uporabni kot indikatorji onesnaženosti zraka

Glede na to, da so lišaji le glive, ki živijo v obligatni simbiozi z algami, bi jih bilo taksonomsko pravilno obravnavati med ustreznimi skupinami gliv. Imajo pa lišaji toliko skupnih značilnosti, ki jih ne

srečamo ne pri glivah, ne pri algah, da jih je smiselno obravnavati enotno. Tako sta miko- in fikobiont v lišaju v fizičnem stiku, izmenjujeta si različne produkte metabolizma, skupaj tvorita specifično grajeno steljko in diaspore pa tudi nekatere organske spojine ("**lišajske kisline**"), ki jih vsak zase ne bi mogla. Zaradi neločljive povezanosti med obema partnerjema so njihovo simbiotsko naravo odkrili razmeroma pozno, šele v drugi polovici 19. stoletja. Tudi obojestranska korist v simbiozi lišajev ni vedno enako dobro razvita in tako lahko med lišaji opazimo zvezen prehod od mutualizma k parazitizmu mikobionta na fikobiontu.

Velika večina **liheniziranih** gliv (torej gliv, ki tvorijo lišaje) je zaprtotrosnic, le nekaj je prostotrosnic ("*Basidiolichenes*"), ena vrsta lišaja pa ima za mikobionta verjetno jarmasto glivo. Kar petina vseh poznanih vrst gliv je liheniziranih!

Fikobionti so večinoma zelene alge (npr. *Chlorella*, *Pleurococcus*, *Trentepohlia*) in modrozeleni cepljivke (npr. *Anabaena*, *Chroococcus*, *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Scytonema*), redko rjave in rumene alge.

"*Ascolichenes*" - zaprtotrosni lišaji

Lišaje lahko delimo glede na sistematsko pripadnost gliv, zelo praktična pa je tudi delitev po morfološkem tipu steljke. Taka delitev seveda ne kaže kake sorodnosti med predstavniki istih skupin, njena praktična uporabnost pa se pokaže predvsem, če želimo lišaje uporabiti kot indikatorje onesnaženosti zraka. Določeni tipi steljk so namreč na onesnažen zrak različno občutljivi.

Štirje glavni morfološki tipi lišajske steljke so **galertasti**, **skorjasti**, **listasti** in **grmičasti**.

Galertasta lišajska steljka je ±enotno zgrajena (neplastovita, **homomerna**), gradi pa jo v glavnem galerta, ki jo izloča fikobiont - modrozeleni cepljivka. Delež mikobionta v taki steljki je razmeroma majhen in od galertastih kolonij modrozelenih cepljivk lahko tak lišaj na prvi pogled ločimo šele, ko so na njem razvita plodišča (apoteciji). Celice fikobionta in hife v tem tipu lišajev niso v tesnem stiku in izmenjava snovi poteka preko galerte. Galertasti lišaji so zelo izpostavljeni izsuševanju in suha obdobja preživijo popolnoma izsušeni v anabiozi, že ob prvih kapljah dežja pa ponovno zaživijo. Ta tip lišajev kot indikator ni zanimiv.

Večina ostalih lišajev ima razločno plastovito (**heteromerno**) steljko. Ta ima razmeroma dobro razvito **pseudoparenhimatsko** povrhnjico (**skorjo** = **korteks**), ki jo tvori le mikobiont in sredico (**medulo**), ki jo tvori plektenhim mikobionta in fikobiont. Tu so celice fikobionta in hife v tesnem stiku z **apresoriji**, **impresoriji** ali **havstoriji** (v prvem primeru hifa le obdaja algo, v drugem delno, v tretjem pa popolnoma prodre skozi celično steno v protoplast alge). Zgornja plast sredice (**gonidijalna** plast) je navadno bogata s fikobiontom, spodnja pa vsebuje predvsem hife; v prvi poteka fotosinteza, v drugi pa se skladiščijo različna hranila in plini. Skorja tvori tudi različne pritrdjevalne strukture: **pritrjevalno ploščico** ali **rizine** (podobne koreninam).

Sredica je skozi različne pore v skorji povezana z zunanostjo.

Heteromerna steljka je lahko zgrajena **dorziventralno** (z razločno spodnjo skorjo) ali **radialno** (plasti steljke koncentrične, čisto v sredini pseudoparenhimatska osrednja nit).

Še nekaj izrazov, ki jih srečamo pri opisih lišajev:

apotecije delimo na dva osnovna tipa: **lekanorinski** (obrobje s fikobiontom) in **lecideinski** (celoten brez fikobionta); poseben tip drugega je **biaturinski** tip (hife prosojne)

areole: okrogla ali mnogokotna polja, ki kot mozaik sestavljajo steljko skorjastih lišajev; nastanejo zaradi hitrejše rasti spodnjih plasti steljke (**hipotalus**), ki je pogosto temnejša

cefalodij: izboklina, ki vsebuje modrozeleni cepljivke kot drugega fikobionta; vrste, ki jih imajo, so zaradi sposobnosti fiksacije dušika pomembne za "naravno gnojenje"

cifele: dihalne jamice, pri nas redko, bolj pri tropskih vrstah

fibrile: nitasti izrastki, lahko prehajajo v izidije ali so podobne rizinam

hipotalus: glej areole

lirele: poseben tip razpotegnjenih apotecijev

macedij: apotecij na dolgem vitkem peclju

osrednja (aksialna) nit: pri radialno zgrajeni steljki osrednje pseudoparenhimsko tkivo

podecij: izrastek, na vrhu katrega je apotecij

pseudocifele: dihalne jamice, ki jih prerašča mreža hif, značilne za vrste z bolj neprepustno povrhnjico

pseudoparenhim (incl. pseudoprosenheim): navidezno parenhimatsko tkivo, ki ga v renici tvorijo hife

Collema: rod galertastih lišajev; steljka zelo enostavna, homomerno zgrajena; fikobiont je *Nostoc*, vegetativno razmnoževanje le z izidiji, soralov ni. Le nekatere vrste ražejo rahlo plastovitost s prevlado

mikobionta v površinski plasti. Poleg lekanorinskih apotecijev se razvijejo lahko tudi konidiofori. Večinoma kalcifilne vrste razširjene v zmernih predelih in v tropskih gorah.

***Cetraria islandica* - islandski lišaj:** grmičast lišaj z dorziventralno grajeno steljko, ki jo na obeh straneh pokriva pseudoparenhimatska skorja, na podlago se pritrja z malo rizinami. Fikobiont je *Trebouxia*, apoteciji lekanorinskega tipa, razvijejo se na robu steljke, poleg njih lahko opazimo tudi piknidije. Pogosto razvite psevdocifele, fibrile in sorali. Večinoma kisloljubne vrste, po razširjenosti arktično-alpinske. Islandski lišaj je znana zdravilna rastlina.

***Usnea* - bradovec:** rod grmičastih lišajev z radialno grajeno steljko, ki je na podlago pritrjena s pritrjevalno ploščico ali z rizinami, steljka razrasla, s fibrilami, apoteciji lekanorinskega tipa, po robu obdani z dolgimi fibrilami; večinoma drevesne vrste v gozdovih z vlažnim zrakom, pri nas zaradi onesnaževanja nazadujejo. Uporabne tudi v ljudskem zdravilstvu.

***Rhizocarpon geographicum*:** živozelen skorjast lišaj, pogost na golem silikatnem skalovju, med areolami opazen črn hipotalus, apoteciji lecideinskega tipa temni, razvijejo se med areolami, fikobiont zelena alga *Protococcus*.

***Scoliciosporum chlorococcum*:** črn skorjast lišaj s črnimi biaturinskimi apoteciji, ena od najbolj odpornih vrst, uspeva tudi v predelih z najbolj onesnaženim zrakom

Dodatna literatura: F. Batič, 1992: Proteus 5: 178-184, 10: 371-381.

ph. *Bryophyta* - mahovi

Mahovi so jasno oblikovana samostojna (vendar verjetno polifiletska) skupina na organizacijski stopnji med pravimi steljčnicami (algami) in brstnicami (praprotnicami in semenkami). Pri njih srečamo najviše diferencirane gametofite (npr. *Marchantia*, *Polytrichum*) v rastlinskem svetu sploh. Opazna je **paleopoliploidija**: haploidna kromosomska števila so 2- ali večkratniki osnovnih kromosomskih števil, torej imajo že gametofiti po več garnitur homolognih kromosomov. Mladi sporofit (embrio) se razvija zaščiten v tkivu gametofita, kar je značilno za višje steljčnice in do neke mere tudi brstnice (skupina *Embryophyta*).

Značilnosti mahov:

pigmenti: klorofila a in b, beta karoten, ksantofili

hranila: škrob, olja

celična stena: celulozna, poleg tega še hemiceluloze

celica: vakuola majhna ali manjka, brez kristalnih vključkov, kloroplasti lečasti, navadno po več v celici

razmnoževanje: : pravilno se menjavata diploidna sporofitska (**sporogon**) in haploidna gametofitska (**protonema**, **gametofor**) generacija; prva z redukcijsko delitvijo tvori spore, druga gamete; razmnožujejo se tudi vegetativno (razraščanje protoneme, redkeje tvorba posebnih propagul)

prehrana: avtotrofi (sporogon vsaj delno prehrabeno odvisen od gametofita)

giblјive oblike: spermatozoidi z 2 enakima terminalnima bičkoma

ekologija: primarno kopenski (predvsem vlažni habitati), nekaj vrst drugotno sladkovodnih

pomen: pionirske rastline, kot prehrana živali nepomembni; človek uporablja šoto

Pri mahovih se pravilno menjavata diploidna sporofitska (**sporogon**) in haploidna gametofitska (**protonema**, **gametofor**) generacija. Sporofit je prostorsko in vsaj delno tudi prehrabeno vezan na gametofit, ki je prevladujoča faza. Temu "parazitskemu" odnosu pravimo **gonotrofija**. Le gametofiti imajo lahko razvite **rizoide**, **stebelce** (=kavlidij) in **listke** (=filidiji), obe generaciji imata lahko razvite **prevajalne elemente**, **listne reže** pa le sporofit.

Iz enakih, lahko spolno diferenciranih, haploidnih trosov se najprej razvije nitasta ali steljkastra **predkal** (=protonema), ki je večinoma prehodna. Na njej se razvijejo brsti, iz katerih zrastejo gametofitske rastline (=gametofor). Te so lahko brez izrazitih organov, le z rizoidi (**steljkaste=talozne**) ali z različnim stebelcem z listki (**listaste=foliozne=frondozne=kormoidne**). Na njih se razvijejo **anteridiji** (glavičaste strukture z enoplastno steno) in **arhegoniji** (**oogoniji**, ti so stekleničasto oblikovani, z enoplastno steno, na dnu imajo 1 **jajčno celico**, nad njo 1 **trebušno kanalno** in več **vratnih kanalnih celic**). Arhegoniji se pri listastih mahovih razvijejo na vrhu poganjkov (**akrogino**), pri steljkastih pa niže (**anakrogino**). Skupine **gametangijev** so pogosto obdane s posebej oblikovanimi filidiji (=periant, arhegonije obdaja **perihacij**, anteridije **perigonij**) ali s posebno **vrečico** (=marsupij). Ob zrelosti se iz anteridijev lahko sprostijo **spermatozoidi** ali pa **spermatocite**, iz katerih kasneje izplavajo spermatozoidi. Kanalne celice arhegonija zaslužijo in s tem omogočijo prodor spermatozoidom, ki jih jajčna celica **kemotaktično** privlači. Za oploditev je potrebna voda.

Iz zigote se razvije enostavno zgrajen sporofit (=sporogon): s spodnjim **sesalnim** (=havstorialnim) **delom** je pritrjen v tkivo gametofita, na vrhu **peclja** (=seta) pa nosi različno oblikovano **pušico** (=kapsula=sporangij), ki je v osnovi štiriplastna (**notranji** in **zunanji endo-** in **notranji** in **zunanji amfitecij**). Z rastjo sporogona se ovoj arhegonija raztrga in od njega lahko ostane **nožnica** (=vaginula), ki obdaja seto pri dnu in/ali **kapuca** (=kaliptra), ki pokriva pušico. Pušica se odpira z **lopunami** (**shizokarpno**) ali s **pokrovčkom** (**stegokarpno**), v njej pa se poleg spor lahko razvijejo tudi higroskopsko gibljive sterilne strukture (=elatere), ki se v suhem stanju razprostrejo in tako povečajo pritisk v zreli pušici, da se ta odpre.

Poleg že omenjenega spolnega srečamo pri mahovih še različne načine **vegetativnega razmnoževanja** (fragmentacija, razraščanje s pritlikami, tvorba različnih brstov...).

Ekologija: mahovi so sicer večinoma kopenske rastline (le nekaj predstavnikov živi drugotno v sladkih vodah), a večinoma potrebujejo vlažno okolje. Največjo pestrost dosežejo v tropih. Pomembni so predvsem kot pionirske rastline, nudijo tudi zatočišče številnim drobnim živalim, kot vir hrane pa so nepomembni, saj so za večino živali neužitni.

Za človeka so mahovi skorajda nepomembni. Ena redkih izjem je šotni mah (*Sphagnum* spp.), ki je svež uporaben v ljudskem zdravilstvu in v vrtnarstvu, iz njega pa nastaja tudi šota.

cl. *Anthocero(ta)tae* (ph. *Anthocerophyta*) - rogačarji

Gametofit je steljkast, z enoceličnimi gladkimi rizoidi, gametangiji so vgreznjeni vanj. Celice vsebujejo večinoma po en kloroplast s **pirenoidom** (tega srečamo sicer le še pri algah in nekaterih drežičevkah), **oljnih telesc** ni. Pri rodu *Anthoceros* so v steljki **sluzne votlinice**, ki jih naseljuje modrozeleni cepeljivka *Nostoc* (vidne v presevalni svetlobi kot temne pike), odpirajo pa se z listnim režam podobnim ustjem na spodnji strani steljke.

Sporogon je pri dnu obdan z nožnico. Sestavljen je iz havstorijskega dela, pecelj ni razvit, pušica pa po obliki spominja nanj, je namreč ozkovaljasta, v osrednjem delu ima vitek stebriček sterilnega tkiva (=kolumela), ki ga obdaja **sporogeno tkivo**, stena pa se odpira z dvema vzdolžima razporkoma.

Dozorevanje spor je kontinuirano in lahko traja več tednov: pri dnu pušice je meristem (evolucijsko napreden znak), ki je ves ta čas aktiven, v vrhnjem delu pa razmeroma veliki trosi in večcelične (!, zato jih lahko imenujemo **pseudoelateri**) elateri, ki sproti dozorevajo in pušica se odpira. Nekateri predstavniki imajo na steni pušice **listne reže**.

Rogačarji se razvijajo na vlažnih neapnenih peščenih tleh (robovi jarkov, vlažne njive, strnišča, tudi močvirja), pri nas so pogostejši v vzhodni Sloveniji. Verjetno so se razvili iz drugih prednikov kot ostali mahovi, poleg že omenjenih znakov se namreč razlikujejo tudi po ultrastrukturi spermatozoidov in razvoju gametangijev.

cl. *Marchantiatae* (= *Hepaticae*) - jetrenjaki

Protonema je slabo razvita, gametofor navadno polegel, dorziventralno zgrajen, steljkast ali listast, v zadnjem primeru **triredno** olistan z enoplastnimi, pogosto dvokrpimi ali trizobimi listki, ki jih gradijo približno izodiametrične celice. Celice vsebujejo po več kloroplastov brez pirenoidov, v nekaterih celicah pa so razviti posebni organeli - **oljna telesca**, ki služijo skladiščenju olj (vidna so le pri svežem materialu). Obdaja jih elementarna membrana, posamezne kapljice olja znotraj njih pa še enoplastna membrana, podobna tonoplastu. Rizoidi so enocelični. Anteridij se odpre z zaslužitvijo stene. Arhegonij ima 4-8 vratnih kanalnih celic, njegov ovoj tvori kasneje nožnico sporogona. Poleg te pa lahko sporogon obdaja še ovoj iz 2-3 listkov (**periant**) ali posebna stebelna tvorba (**periginij**).

Od sporogona se najprej razvije pušica, šele nato se pecelj (če ni reduciran) hitro podaljša. V pušici se iz endotecija poleg trosov razvijajo tudi enocelične elateri, amfitecij pa tvori steno pušice, ki nima listnih rež. Pušica se večinoma odpira s 4 loputami.

scl. *Marchantiidae* - nižji jetrenjaki

Telo gametofita je steljkasto, precej visoko diferencirano; navadno ima razvite **dihalne votline**, ki so povezane z okolico skozi **dihhalno odprtino** (=pneumatoda) na zgornji strani steljke. V dihalnih votlinah so lahko razviti **asimilacijski stebrički** s klorofilom bogatih celic. V tkivu so razvite t.i. **oljne celice - idioblasti**, ki vsebujejo velika oljna telesca z eno samo kapljico olja. Poleg **gladkih** so lahko razviti tudi **čepkasti rizoidi**, ki imajo celično steno s centripetalnimi čepkastimi odebelitvami. Gametangiji se razvijajo na zgornji strani steljke ali na posebnih pokončnih izrastkih (**gametangioforih =receptaklih**).

Sporogon je kratkopecljat, stena pušice enoplastna.

Nižji jetrenjaki sicer navadno živijo na vlažnih mestih, kar dobro pa prenašajo tudi sušo, zaradi česar so poselili tudi ekstremna rastišča. Pogosto vsebujejo endofitske glive.

o. *Marchantiales*

Steljka razmeroma visoko diferencirana, arhegoniji navadno na pokončnih arhegonioforih, snope čepkastih rizoidov obdajajo **ventralne luske**. Poleg trosov in elater se v pušici razvijajo še **sterilne celice**.

Marchantia polymorpha - **studenčni jetrenjak**: steljka do 1 cm široka, v osrednjem delu črna, **stomatalna polja** drobna, pneumatoda soččkasta, tvori jo več 4-celičnih obročev. Na zgornji strani steljke razvite **razplodne košarice**, v katerih zorijo večcelični lečasto oblikovani brstiči, na spodnji

strani izraščajo v osrednjem delu čepkasti rizoidi, ki jih ventralne luske družijo v snope, z ostale spodnje povrhnjice izraščajo gladki rizoidi. Na prečnem prerezu vidimo pod zgornjo povrhnjico tanko plast asimilacijskega tkiva (pnevmatode, dihalne votlinice s stebrički majhnih celic bogatih s klorofilom), pod njo debelejšo plast velikih celic **založnega parenhima** (vsebujejo malo ali nič kloroplastov, škrob, med njimi oljne celice). Gametofit dvodomen, gametangiofori dežnikasti, nekaj cm visoki, po 2 žlebovih v njihovem peclju segajo rizoidi do vrha. Krpe "dežnička" po strukturi enake vegetativnemu delu steljke. **Arhegoniofor** deljen v 9-11 črtalastih rogljev, pod katerimi so navzdol obrnjene skupine arhegonijev (vsakega obdaja periginij) obdane z ovoji (=perihecij). **Anteridiofor** plitvokrat, anteridiji vgreznjeni, odpirajo se na gornjo stran "dežnička". Do oploditve pride še pred podaljšanjem peclja gametangioforov. Iz zigote se razvije droben sporogon.

Studenčni jetrenjak je razmeroma pogost na s hranili bogatih (tudi **ruderalna** in **segetalna** mesta, npr. med tonalitnimi kockami, na peščenih njivah), predvsem neapnenih tleh. Pogostejše so ženske rastline. Steljka raste v obdobju kratkih dni, poleti se njen razvoj s kopičenjem **lunularne kisline** (hormon jetrenjakov) ustavi. Podobna je vrsta **Preissia quadrata**, ki pa nima razplodnih košaric, gametangiofora pa sta drug drugemu bolj podobna.

Conocephalum conicum: kot studenčni jetrenjak, a brez razplodnih košaric, stomatalna polja so večja, steljka je enakomerno zelena, razvit le dežnikast arhegoniofor, anteridiji vgreznjeni v tkivo. Pogost na senčnih in vlažnih mestih v gozdovih, tudi na karbonatni podlagi.

Riccia: v tem rodu pride do drugotne poenostavitve zgradbe: v dihalnih votlinah ni več stebričkov celic, rizoidi lahko manjkajo, gametangiji so vgreznjeni v tkivo, sporogon tvori le še pušica, ki je prav tako vgreznjena v gametofor, njena stena nima loput, propade pred zrelostjo trosov, elater ni, razmeroma veliki trosi se sprostje šele s propadom gametofita. **R. fluitans**: zaradi drugotno submerznega uspevanja skrajno poenostavljena, pnevmatod ni, rizoidov ni, steljka okoli 1 mm široka, vilasto razrasla, tvori tik pod vodno gladino prosto plavajoče "grmičke" v zmerno bogatih stoječih sladkih vodah.

scl. *Jungermaniidae* - višji jetrenjaki

Gametofor steljkast ali listast, oljnih celic ni, oljna telesca vsebujejo več oljnih kapljic, prisotna v celicah, ki imajo tudi kloroplaste, rizoidi so le gladki.

Gametangioforov ni, sporogon pogosto z dolgim, nežnim pecljem brez prevajalnih in opornih elementov. Stena pušice je večplastna.

Višji jetrenjaki so rastline trajno vlažnih in senčnih rastišč.

o. *Metzgeriales*

Predstavniki imajo v primerjavi z nižjimi jetrenjaki manj diferencirano dorziventralno sploščeno steljko (brez dihalnih votlin, razvito le večplastno osrednje rebro), gametangiji so vgreznjeni vanjo. Arhegoniji se ne razvijejo na vrhu poganjkov (torej je razvoj **anakrogin**).

Pellia epiphylla: steljka talozna, do 1 cm široka, osrednje rebro postopno prehaja v večplasten robni del, pecelj sporogona nekaj cm dolg, elatere proste v pušici. Pogosta vrsta vlažnih gozdnih tal, predvsem ob potokih.

Metzgeria conjugata: steljka talozna, nekaj cm dolga in okoli 1 mm široka, vilasto razrasla, po robu in spodnji strani raztreseno dlakava, osrednje rebro jasno ločeno od enoplastnega robnega dela.

Gametangiji se razvijejo na kratkih poganjkih na spodnji strani steljke, ovoj sporogona (periginij) navadno ščetinasto dlakav.

Vrsta vlažnega ljubja in skalovja, precej občutljiva na onesnaževanje.

o. *Jungermanniales*

Predstavniki so **triredno** olistani (ta izvorni znak najdemo le pri zelo redkih listnatih mahovih, npr. pri vodni vrsti *Fontinalis antipyretica*) in dorziventralno zgrajeni, pogosto plazeči (**plagiotropni**).

Navadno sta opazni le **stranski** dve vrsti listkov (=lateralni listki), **trebušna** vrsta (=podlistki =amfigastria) pa je pogosto iz drobnih, včasih odpadljivih listkov, v katerih zalistju lahko poganjajo rizoidi.

Anteridiji se razvijejo v zalistju stranskih listkov, arhegoniji pa na vrhu poganjkov (**akrogino**), pogosto jih obdaja periant.

Red *Jungermanniales* združuje okoli 3/4 vseh jetrenjakov, največ predstavnikov živi v tropih.

Madotheca levigata: steljka foliozna, stranski listki dvokrpi, spodnja krpa manjša, sprednji rob stranskih listkov prekriva zadnji rob sosednjega listka, podlistki enostavni, približno tako veliki kot

spodnje krpe stranskih listkov, rizoidov ni. Steljka ima izrazito pekoč poprast okus, suha ima kovinski sijaj; pogosta vrsta vlažnih senčnih mest, na lubju, humozni podlagi.

cl. *Bryatae* (=Musci) - listnati mahovi

Protonema je razmeroma dobro razvita, gametofor je foliozen, pogosto pokončen (**ortotropen**) in spiralasto olistan, rizoidi večcelični. V stebelcu in lahko tudi v osrednjem rebro listkov so pri nekaterih listnatih mahovih že jasno razviti (vendar **nelignificirani**) prevajalni elementi, ki se lahko direktno povezujejo z žilo v sporogonu. V osrednjem delu stebelca se poleg opornih debelostenih **stereid** razvijajo **hidroide** (tvorijo **hadrom=hidrom**, ki prevaja vodo z rudninskimi snovmi), obdajajo pa jih **leptoide** (tvorijo **leptom**, ki prevaja asimilate). Arhegoniji (in kasneje sporogon) se lahko razvijajo na vrhu kratkih stranskih poganjkov (**plevrokarpno**) ali na vrhu glavnega poganjka (**akrokarpno**). Arhegoniji imajo 10-30 vratnih kanalnih celic, anteridiji se odpro s pokrovčkom. Vegetativne celice vsebujejo po več kloroplastov brez pirenoidov, oljnih teles ni. Sporogon ima večinoma razvit čvrst pecelj s prevajalnimi (hidroide) in opornimi (stereide) elementi. V sredini pušice je razvit **osrednji stebriček** (=kolumela) sterilnega tkiva, ki ga obdaja sporogeno tkivo, iz katerega se razvijajo le trosi. Pušica ima večplastno steno, navadno se odpira s **pokrovčkom** (=operkulum); ta odpade, ko propade obroč celic (**anulus**), ki povezujejo pokrovček s steno pušice.

scl. *Sphagnidae* - šotni mahovi

Edini še živeči rod tega podrazreda je *Sphagnum* - šotni mah. Protonema je steljkasta, z rizoidi pritrjena na podlago in na njej se navadno razvije le 1 gametofor. Ta je brez rizoidov, pokončen, s stranskimi kratkimi poganjki, ki so zgoščeni na vrhu stebelca v t. i. **kapitulumu**, stebelce je gosto pokrito z enoplastnimi filidiji, ki so drugače oblikovani, kot filidiji stranskih poganjkov. Povrhnjico stebelca in filidije sestavljajo poleg živih celic (=klorocite) še velike mrtve celice (=hialocite =levkocite), ki imajo pogosto obročaste centipetalne odebelitve celične stene in velike odprtine; njihova vloga je vpijanje in skladiščenje vode.

Gametangiji se razvijajo plevrokarpno, v kapitulumu, anteridiji posmič v zalistjih, arhegoniji pa v majhnih skupinah na koncu stranskih poganjkov.

Sporogon se razvije na peclju (=pseudopodiju), ki ga tvori gametofit, pecelj sporogona pa je zakrnel. Pri dnu je sporogon obdan z nepravilno natrgano nožnico, pušica je kroglasta, osrednji stebriček, ki se razvije iz endotecija, v njej ne sega do vrha, iz notranjega amfitecija se razvije sporogeno tkivo, iz zunanjega amfitecija pa stena pušice. Ob zrelosti trosov se tkivo osrednjega stebrička razkroji, ob toplem vremenu pritisk naraste in pušica se eksplozivno odpre. **Peristoma** ni.

Šotni mahovi tvorijo na trajno vlažnih in kislih tleh obsežne blazine, ki kontinuirano rastejo lahko tudi več tisočletij. Bakterij zaradi visoke kislosti v takih blazinah skorajda ni in odmrle rastline razkrajajo lahko le glive. Razkroj je tako nepopoln (pooglenevanje) in tako lahko nastanejo več metrov debele plasti šote. Takim trajno vlažnim predelom pravimo barja. V zadnji fazi razvoja šotnega barja je njegova površina tako dvignjena nad okolico, da izgubi stik s talno vodo (virom rudninskih snovi!) in se napaja le še s padavinami (**visoko barje**). Taka rastišča so zato s hranili zelo revna, in če k temu dodamo še visoko kislost in razmeroma močno vezanost vode v hialocitah šotnega mahu, nam postane jasno, da lahko tu poleg šotnega mahu uspevajo le še redke in močno specializirane (t.i. ombrotrofne) rastline.

Pri nas je šotnih mahov čez 20 vrst, ki so razširjene predvsem po barjih, *Sph. palustre* tudi na nekoliko vlažnih senčnih mestih v gozdovih

scl. *Bryidae* - pravi listnati mahovi

Protonema je nitasta, močno razrasla (spominja na nitaste zelene alge), na podlago se pritrja z rizoidi in na njej se razvije več brstov gametoforov. Stebelce je orto- ali plagiotropno, akro- ali plevrokarpno. Listki imajo pogosto razvito večplastno osrednje rebro, sicer pa so večinoma enoplastni. V skupinah gametangijev so navadno razvite tudi večcelične sterilne nitaste strukture (**parafize**).

Mlad sporogon je navadno pokrit s kapuco. V pušici se iz notranjega endotecija razvije osrednji stebriček (in pri redu *Polytrichales* epifragma), iz zunanjega endotecija sporogeno tkivo, amfitecij pa tvori steno, **peristom** in pokrovček. Pod pokrovčkom je razvit obroč iz 4, 16, 32 ali 48 higroskopsko

gibljivih zobcev (=peristom), ki so lahko razvrščeni v dveh krogih (**endo-** in **eksostom**), posamezen zobec lahko gradi več celic (**nematodontni** tip), ali pa le še ostanki notranjih ali zunanjih tangencialnih celičnih sten (**artodontni** tip). Povrhnjica stene pušice, zlasti njeno **dnišče** (=apofiza) ima pogosto razvite listne reže.

o. Fissidentales

Za razliko od ostalih listnatih mahov so predstavniki dvoredno olistani, zaradi česar jih lahko na prvi pogled zamenjamo z listastimi jetrenjaki (vendar nikdar niso razviti podlistki, celice listkov pa niso izodiametrične). Listki imajo močno razvit krilat gredelj in doljno polovico filidija, gornja pa je močno zakrnela. Arhegoniji se razvijajo akrokarpno, artodontni peristom je enostaven, tvori ga 16 zobcev, ki se v suhem stanju izvihajo.

Fissidens

o. Dicranales

Leucobryum: filidiji belkasto zeleni, večplastni, poleg klorocit jih gradijo tudi večje odmrle hialocite (podobno kot pri šotnem mahu). Na prečnem prerezu listka je razporeditev teh dveh tipov celic lepo vidna.

o. Bryales

Akrokarpni predstavniki so večinoma pokončni in tvorijo goste blazine, plevrokarpni pa poleg ali plazeči in tvorijo rahlejšje preplete. Kadar so v kavlidiju dobro razviti prevajalni elementi, so v sredini tankostene hidroide (mrtve celice, vmesne stene nekoliko bolj prepustne) in debelostene stereide, notranje plasti parenhima skorje pa prevajajo asimilate, delujejo kot leptoide (prave leptoide so lahko razvite le v peclju sporogona). Podobno so lahko organizirani prevajalni elementi tudi v osrednjem rebro listkov. Dobro razvite prevajalne elemente imajo večinoma akrokarpni predstavniki, ki imajo tudi debelejšo kutikulo. Poleg listkov so lahko razviti še **prilistki** (**parafilji** in **pseudoparafilji**). Iz zrelih anteridijev se sprostijo **spermatocite**, ki vsebujejo po 1 spermatozoid.

Razvijajoči se sporogon zavre razvoj ostalih zigot, tako da se vrhu poganjka navadno razvije le 1 sporofit. Sporogon ima debelo kutikulo, zato tudi vodo dobi lahko le od gametofita. Med steno pušice in sporogenim tkivom je pogosto razvit velik intercelular. Peristom tvorita 1 ali 2 obroča z 8-16 artodontnimi zobci.

Vegetativno se razmnožujejo večinoma le s fragmentacijo.

Plagiomnium undulatifolium: filidiji suličasti, enoplastni, z valovitim robom, na vrhu poganjka se razvije enospolna skupina gametangijev, pogosto se razvije na istem gametoforu več sporogonov; pogosta vrsta travnatih mest, med grmovjem.

o. Polytrichales (scl. Polytrichidae)

Predstavniki tega redu kažejo največjo diferenciacijo gametofita in zato jih včasih oddeljujejo od ostalih listnatih mahov kar na nivoju podrazreda. Filidiji so zelo kompleksno zgrajeni: skozi večplasten, pogosto širok osrednji del poteka snop prevajalnih elementov, ki se lahko navezujejo na glavno žilo stebelca, listki z dolnjim nezelenim delom objemajo stebelce, v vrhnjem delu pa imajo na zgornji (=adaksialni) strani razvite pokončne vzdolžne enoplastne asimilacijske lamele.

Stebelce je pokončno, akrokarpno, gradijo ga predvsem ozke debelostene stereide, v sredini so med njimi hidroide, te obdaja parenhimatski ovoj, ki mu sledi obroč leptoid (na prečnih stenah imajo številne plazmodezme ali celo drobne pore).

Pušica ima dobro razvito dnišče (=apofiza), osrednji stebriček pa se v vrhnjem delu razširi v **opno** (=epifragma), ki je zrasla z vrhovi (16) 32-64 zobcev peristoma. Ti so nematodontni, gradijo jih torej celotne celice, ki se v obliki črke U sločijo med dvema sosednjima zobcema.

Pogonatum sp.: na vzdolžnem prerezu vrhnjega dela gametofora vidimo skupine gametangijev in med njimi številne parafize.

Polytrichum commune - lasasti kapičar: prečno prerežemo listek v gornjem delu, stebelce, vzdolžno prerežemo pušico in vrh gametofora s skupino arhegonijev, ogledamo si še zgradbo peristomskih zobcev.

"Tracheophyta" (= "Cormophyta) - "cevnice", "višje rastline", "brstnice"

V glavnem kopenske rastline, ki so po biokemičnih značilnostih podobne zelenim algam in mahovom.

značilnosti cevnic:

pigmenti: klorofila a in b, predvsem beta karoten, od ksantofilov predvsem **lutein**

hranila: poleg škroba še drugi polisaharidi, olja, beljakovine

celična stena: celuloza, hemiceluloze, tudi **lignin**

razmnoževanje: izrazito heteromorfna izmena generacij s prevladujočim sporofitom, gametangiji z ovojem sterilnih celic, pri višjih predstavnikih močno poenostavljeni, spermatozoidi le pri nižjih, spore navadno brez kloroplastov, njihova stena zelo obstojna, impregnirana s **sporopoleninom**, večinoma **heterosporne** (spore dveh tipov)

prehrana: praviloma avtotrofi; črpanje vode in rudninskih snovi s koreninami, redki predstavniki drugotno zajedalski in brez klorofila

gibljive oblike: le spermatozoidi pri nižjih

organizacijski nivoji: "parenhimatski"; sporofit je t.i. **brst** (=korm), rastlinsko telo iz kompleksno zgrajenih organov (korenine, steblo, listi)

ekologija: prvotno kopenske, nekatere drugotno vodne

pomen: za človeka najpomembnejša skupina rastlin, sem uvrščamo (skoraj) vse ekonomsko pomembne vrste

Ta skupina je dobila ime po kompleksno zgrajenih in pri sporofitih vedno razvitih žilah z lignificiranimi prevodnimi elementi (**ksilem**), ker so v evlucijskem smislu dosegle najvišjo stopnjo kompleksnosti, jim pravimo tudi višje rastline. Čeprav je skupina le neformalna, je zanesljivo monofiletska, družji pa jih še precej skupnih značilnosti in tudi sorodstveni odnosi med podskupinami cevnic so predvsem na podlagi fosilov dokaj dobro znani, nejasen pa je njihov izvor.

Pri cevnicah je prevladujoča faza sporofit, gametofit se vedno bolj reducira in je pri praprotnicah še centimeterskih do milimeterskih velikosti, pri semenkah pa večinoma mikroskopsko majhen in prehrabeno in prostorsko popolnoma odvisen od sporofita.

Telo **sporofita** gradijo organi (**korenine, steblo, listi**), ki so precej kompleksneje zgrajeni kot pri mahovih, vedno mnogocelični in večplastni, zgrajeni iz različnih tipov tkiv.

Notranja plast stene sporangija je **tapetum**; sodeluje pri prehrani zorečih spor in tvorbi njihove stene.

ph. *Pteridophyta* - praprotnice

Praprotnice so nižje brstnice, pri katerih so gametofiti (**protaliji**) še (večinoma) samostojne rastline, arhegoniji so še dobro razviti in podobni kot pri mahovih.

Telo praprotnic je večinoma zelnato, pogosto s trajno podzemno koreniko, listi so lahko dveh filogenetsko različnih tipov (**telomska teorija!**): **mikrofilii** so drobni, enostavni, enožilni, luskasti ali igličasti, **megafilii** (=mahala) pa razmeroma veliki, pogosto pernato deljeni, razraslo (navadno dihotomno) ožiljeni. Pogosto se listi, ki nosijo sporangije (**sporofili, trosni listi**, "plodni" listi), tudi morfološko razlikujejo od listov brez njih (**trofofili, jalovi listi**), vsaj pri naših predstavnikih pa so po obliki navadno enaki in v tem primeru govorimo o **trofosporofilih**. Sporofili se lahko družijo na kratkem poganjku, čemur rečemo **trosni klas** (=strobilus, tudi "morfološki cvet").

V mladem sporangiju se z delitvijo **sporogenega tkiva** najprej oblikujejo diploidne **materinske celice spor**, po R! pa se iz vsake od njih razvijejo po 4 spore, ki neredko ostanejo združene v **tetrade**.

Pri praprotnicah z dvospolnimi protaliji so spore le enega tipa (**izosporija, enakotrosnost**, izosporne praprotnice), predstavniki z enospolnimi protaliji pa imajo pogosto tudi spore različnih tipov (**heterosporija, raznotrosnost**, heterosporne praprotnice): iz **mikrospor** nastalih v **mikrosporangiju** se razvije **mikroprotalij** (mikrogametofit) z anteridiji, iz **megaspor** (=makrospor) nastalih v **megasporangiju** (=makrosporangiju) pa **megaprotalij** (megagametofit) z arhegoniji.

Protaliji so steljasti, živijo nekaj tednov do nekaj let, so zeleni ali se prehranjujejo **mikotrofno** (dobijo hrano od gliv), na podlago se pritrjujejo z enoceličnimi rizoidi. Za oploditev je potrebna voda, po kateri spermatozoidi splavajo do JC.

Iz zigote se razvije sporofit. Začetek razvoja (**embriogeneza**) je lahko dveh tipov: **eksoskopna** ali **endoskopna**. Prva delitev zigote je prečna na vzdolžno os arhegonija in ena od nastalih celic je **suspensor**, ki se ne deli več. Iz druge celice pa se razvije celoten **embrio** (mlad sporofit). Pri

eksoskopni embriogenezi je suspenzor na dnu arhegonija, pri endoskopni pa pri vrhu. Primarna korenica embria kamalu odmre in jo nadomesti šop stranskih korenin (**primarna homorizija**). Korenine imajo na vrhu koreninsko čepico, tako kot zeleni del brsta pa rasejo s temensko celico. Zeleni deli brsta so pokriti s **povrhnjico**, katere celice navadno vsebujejo kloroplaste, med njimi so listne reže, vse te celice pa pokriva ±debeli **kutikula**. Žile so zgrajene iz ksilemskega dela z **olesnelimi** (=lignificiranimi) **traheidami** in **floemskega** dela iz **sitk**. Pri praprotnicah srečamo vse tipe **žilja** (=stele, glej stelarno teorijo!). **Sekundarna debelitev** je zelo redka. Danes je pestrost praprotnic razmeroma majhna, številne evolutijsko pomembne skupine, katerih fosili kažejo neposredno povezavo s semenkami, so izumrle.

cl. *Lycopodiatae* - lisičjačnice

značilnosti lisičjačnic:

razmnoževanje: izo- in heterosporija, sporangiji se razvijajo posamič pri dnu sporofilov, spore vsaj sprva v tetradah, protalij podzemen, mikotrofen, redkeje zelen, spermatozoidi večinoma (razen *Isoetales*) biciliatni; embriogeneza endoskopna

listi: mikrofilii, mezofilii večinoma nediferenciran, veliko rež po vsej površini

ekologija: predvsem vrste vlažnih senčnih gozdov, naši predstavniki večinoma v kislih ali zakisanih gozdovih

pomen: trosni prah lisičjakovcev je uporaben kot smukec, zimzelene prestavnike se pogosto uporablja v zimskih šopkih, zaradi česar so nekatere vrste ogrožene

Sporofit lisičjačnic je navadno **vilasto** (=dihotomno) razrasel. Za razliko od nekaterih izumrlih in recentnih tropskih skupin praprotnic so tu že različno oblikovane korenine, ki so prav tako vilaste.

o. *Lycopodiales* - lisičjakovci

edina družina

fam. *Lycopodiaceae* - lisičjakovke

Nad 100 vrst po vsem svetu. Predstavniki izosporni, listi nameščeni spiralasto, nimajo ligule (glej drežičevke), listna povrhnjica brez kloroplastov, žilje v pokončnih poganjkih plektostela, v plazečih aktinostela, trosni klas lahko razločen ali ne (rast poganjka se lahko po trosenju celo nadaljuje), spore kalijo šele po več letih. Protalij je razmeroma velik, do centimetrskih velikosti, enodomen, večleten. Včasih so večino predstavnikov uvrščali v rod *Lycopodium*, tega pa so v zadnjem času razbili na več rodov. Tudi pri nas so zastopani kar štirje od njih.

Lycopodium (s. str.) - **lisičjak**: pri nas uspevata dve vrsti tega rodu, ki se v zakisanih gozdovih in med ruševjem pogosto razraščata na veliki površini. Steblo je plazeče, navadno navidezno monopodijalno razraslo, trajno, zakoreninja se z adventivnimi koreninami, le enoletni trosni poganjki so pokončni in večinoma nerazrasli. Na njihovem vrhu se razvijajo ±razločni trosni klaski. Trofofilii so črtalasti do suličasti, štrleči, sporofili pa jajčasti do srčasti in prilegli steblo.

Pri **kijastem lisičjaku** (*L. clavatum*) so trosni klaski od jalovega stebra ločeni z nekajcentimeterskim redko in prileglo olistanim delom, trofofilii pa se podaljšujejo v brezbarvno nitasto konico. **Brinolistni lisičjak** (*L. annotinum*) ima trosne klaske sedeče (=nepecljate), trofofilii pa so koničasti.

Huperzia selago - **brezklaso lisičje**: je naša tretja najpogostejša lisičjakovka. Prav tako uspeva na zakisanih gozdnih tleh, a ima steblo ±pokončno in pravilno vilasto razraslo, trofofilii in sporofili so črtalasti, na vrhu vsakoletnih poganjkov se v zalistjih razvijajo sporangiji, a naslednje leto poganjek raste dalje. Razmnožuje se tudi vegetativno s tvorbo zalistnih brstov, ki zlahka odpadejo in se na ustrezni podlagi zakoreninijo.

o. *Selaginellales* - drežičevci

edina družina

fam. *Selaginellaceae* - drežičevke

Drežičevke so heterosporne, liste imajo nameščene spiralasto ali navzkrižno, na njihovi zgornji strani je pri dnu razvita nekajcelična luska (**ligula**), katere vloga je verjetno absorpcija vode, žilje je proto- ali sifonostela, trosni klas oblikovan, vendar ne vedno razločen (sporofili po obliki enaki trofofilom).

Gametofit je tako droben, da se v celoti razvije kar znotraj stene spore in živi na račun nakopičenih zalog rezervnih snovi. Pri megaprotaliju se stena le razpoči in skozi razpoko poženejo rizoidi, na tem

mestu pa se razvije nekaj arhegonijev. Mikroprotalij je še bolj reduciran, le še nekajceličen, razvije en sam anteridij in ob njegovi zrelosti stena spore počí in spermatozoidi izplavajo.

Selaginella - drežica, edini recentni rod z okoli 700 vrstami je pri nas zastopan z dvema vrstama. V spodnjem delu trosnega klasa so megasporofili s po enim megasporangijem, ki vsebuje do 12 (pri naših vrstah navadno 4) velikih megaspor, v vrhnjem delu pa mikrosporofili s po enim mikrosporangijem, ki vsebuje številne drobne mikrospore v tetradah. **Švicarska drežica** (*S. helvetica*) je razširjena na vlažnih gruščnatih tleh v montanskem pasu. Steblo je plazeče, s štiriredno (kot tudi pri drugih navzkrižno olistanih predstavnikih) nameščenimi listi; na vsakem nodiju je po en večji in en manjši list (tipična **anizofilija**), večji tvorijo ventralni vrsti, manjši pa dorzalni vrsti listov. Le trosni poganjki so pokončni in večinoma nerazrasli. S plazečega stebela poganjajo tudi neolistani poganjki (t.i. **rizofore**), ki nosijo korenine. Pri **alpski drežici** (*S. selaginoides*) je steblo kipeče, s spiralo olistanimi trosnimi poganjki.

cl. *Equisetatae* (=Sphenopsida) - presličnice

značilnosti skupine:

razmnoževanje: pri recentnih predstavnikih izosporija, sporofili navadno peltatni, nezeleni, z več sporangiji, združeni v različne trosne klaske, spore s higroskopsko gibljivimi strukturami, protalij nadzemen, zelen, spermatozoidi policiliatni; embriogeneza eksoskopska

listi: mikrofilni, nameščeni vretenasto

ekologija: večinoma rastline vlažnih rastišč

pomen: fosilne presličnice uporabljamo kot premog

o. *Equisetales* - presličevci

edina živeča družina

fam. *Equisetaceae* - presličevke

edini živeči rod *Equisetum* - preslica. Rod z okoli 30 vrstami razširjenimi po vsem svetu.

Zelnate trajnice, steblo izrazito nodijalno zgrajeno, rase s temensko celico, kasneje pa se podaljšuje z **interkalarno** rastjo (pri dnu vsakega od približno 10 mlajših internodijev meristematska cona).

Podzemna korenika na nodijih z adventivnimi koreninami, lahko tudi s stebelnimi gomolji, iz nje vsako leto poženejo nadzemni poganjki. Ti so večinoma vretenasto razrasli, na nodijih s stranskimi poganjki, ki pri dnu predirajo v **nožnico** zrasle mikrofile. Poganjki različno robati (vzdolžnim žlebovom pravimo **valekule**, brazdam med njimi pa **karine**), v sredini s strženovo votlino, ki jo obdaja obroč kolateralnih žil (**evstela**). Te se na vsakem nodiju povezujejo v sklenjen obroč (**sifonostela**). S propadanjem starejšega ksilema nastanejo v žilah t.i. **karinalni kanali** (ležijo namreč pod karinami). Žilje obdaja obroč endoderma, v skorji pa so t. i. **valekularni kanali**. Pod epidermom je sklerenhim, v karinah pa še klorenhim, nad katerim so vzdolžne vrste listnih rež. Povrhnjica je impregnirana s kremenom, z vzdolžnimi vrstami listnih rež v valekulah.

Na vrhu trosnih poganjkov se razvije trosni klas, ki ga gradijo goste vretenasto nameščeni sporofili. Sporangiji so vrečasti, odpirajo se higroskopsko z vzdolžno režo in iz njih se sprostijo številne zelene (!) spore. Te imajo na steni dva para higroskopsko gibljivih **pračic** (=haptere), ki se v mokrem navijejo okoli spore, v suhem pa razprostrejo. Spore so kaljive le nekaj dni.

Protaliji so steljasti, milimeterskih do centimeterskih velikosti, eno- ali dvospolni. Mikroprotaliji so pogosto močno pigmentirani s karotenoidi in kratkoživeči (nekaj tednov), ženski ali dvospolni (anteridije lahko razvijejo šele naknadno, če niso bili oplojeni) pa zeleni in živijo dlje, tudi več mesecev.

Na podlagi razlik v trosnih in plodnih poganjkih delimo rod preslic v dva podrodova:

1. **subg. *Equisetum***: trosni klas top, reže niso vgreznjene, nadzemni poganjki enoletni, izrazito vretenasto razrasli; ta podrod lahko delimo v dve sekciji:
 - 1.1. **sect. *Equisetum***: trosni in jalovi poganjki enaki, zeleni, razvijejo se istočasno; močvirska preslica (*E. palustre*)
 - 1.2. **sect. *Stichoporium***: trosni poganjki nerazrasli, rjavi, zgodnji, kasneje se razvijejo razrasli zeleni jalovi poganjki: njivska preslica (*E. arvense*)
2. **subg. *Hippochaete***: trosni klas koničast, reže vgreznjene, nadzemni poganjki pogosto zimzeleni, niso izrazito vretenasto razrasli; zimska preslica (*E. hyemale*)

Preslice so zaradi okremenjene povrhnjice nekoč uporabljali kot sredstvo za poliranje posode, nekatere vrste se uporabljajo kot zelenjava (kuhani mladi fertilni poganjki *E. maximum*), njivska preslica pa je znana zdravilna rastlina.

Dodatne taksonomske kategorije višje od vrste

Poleg osnovnih 6 ali 7 taksonomskih kategorij, je moč (po potrebi) oblikovati še celo vrsto vmesnih. Navadno jih najprej oblikujemo s predpono **pod-** (**sub-**), nato **nad-** (**super-**), če pa še te ne zadoščajo (ali pa niso dovoljene, taka je npr. kategorija "nadvrsta"), je na voljo še nekaj dodatnih kategorij. Tako npr. več vrst lahko združimo v **sekcijo** (=sectio), več rodov pa v **tribus**. Če nam to še ni dovolj, lahko uporabimo še delitev sekcije na **podsekcije** (=subsectio), bližnje sorodne vrste pa neredko neformalno (!) družimo tudi v **oblikovne skupine** ali **agregate**.

Imena teh vmesnih kategorij so oblikovana različno, nekatera imajo predpisano končnico (večina formalnih kategorij oblikovanih s predponami), druge imenujemo preprosto z imenom ene od vključenih vrst (agregat, sekcija).

cl. *Polypodiatae* (=Pteridopsida, Filicatae) - praproti

značilnosti praproti:

razmnoževanje: izrazita heteromorfna izmena generacij s prevladujočim sporofitom, neredka **apogamija** in **aposporija**, neredko vegetativno razmnoževanje z razraščanjem korenike, s tvorbo brstov na listnem robu; spermatozoidi policiliatni; embriogeneza večinoma endoskopna
prehrana: avtotrofi, protaliji lahko tudi heterotrofni in prehransko odvisni od simbiotskih gliv
listi: megafili, pogosto prenatalno deljeni, vilasto ožiljeni
ekologija: kopenske ali sladkovodne rastline, pogoste predvsem v vlažnih in senčnih predelih
pomen: številne lončnice, nekaj vrst užitnih

Praproti so največja recentna skupina praprotnic. So monofiletska skupina, evolucija posameznih skupin praproti pa še ni popolnoma jasna in zato je tudi klasifikacija še precej neenotna. Precej sprememb vanjo je že bilo vnešenih v zadnjih desetletjih, a nova spoznanja se še vedno kopičijo in tako še vedno ni splošno sprejetega sistema. Mi se bomo v glavnem držali Strassburgerja.

Za klasifikacijo praproti je najpomembnejša zgradba sporangija. Tu srečamo dva bistveno različna tipa:

- **evsporangij:** že v zasnovi mnogoceličen, sedeč ali na kratkem čokatem peclju, stena večplastna, odpira se z enostavno razpoko (**stomium**), v sporangiju se razvije veliko število (več 100 do več 1000) spor. Ta tip sporangija srečamo tudi pri ostalih praprotnicah.
- **leptosporangij:** zasnuje se kot ena sama epidermalna celica, navadno je na vitkem nekajceličnem peclju, stena enoplastna (iz ene plasti celic), pogosto s posebnimi strukturami za odpiranje, v sporangiju se razvije nekaj 10 spor

scl. *Ophioglossidae* (=Eusporangiidae) - evsporangiatne praproti

Evsporangij, brez posebnih struktur za odpiranje, izosporija, protalij stejkast, podzemen, mikorizen, gametangiji vgreznjeni, anteridiji s številnimi spermatozoidi. Listi v mladosti večinoma niso polžasto zviti.

o. *Ophioglossales* - kačjejezikovci

edina družina

fam. *Ophioglossaceae* - kačjejezikovke

Iz podzemne korenike vsako leto požene po en list, ki je dvodelen: gradita ga jalovi in trosni del (ta list je možno interpretirati tudi kot zelni poganjek, na katerem se v zalistju jalovega lista razvije poganjek s trosišči). Poganjki rasejo z delivijo več inicialnih celic. Protaliji so podzemni, milimetrskih velikosti, heterotrofni, prehranjujejo se z mikorizo (iste endofitske glive živijo tudi v sožitju s sporofitom), na njih se razvijejo v tkivo vgreznjeni gametangiji. Embriogeneza obeh tipov.

Pri kačjejezikovkah srečamo **obokane piknje**, ki jih imajo razen njih le semenke (predvsem golosemenke).

***Ophioglossum* - kačji jezik:** pri nas le ena vrsta, *O. vulgatum*, ki uspeva po vlažnih travnikih. Oba dela lista sta enostavna, jalovi je suličast, mrežasto ožiljen, trosni črtalast z dvema redema v tkivo

vgreznjenih in zraslih evsporangijev, neredko se razvije le jalovi del lista. Navadni kačji jezik je po Sloveniji še vedno kar razširjen, a pogosto prezrt. Ogrožen zaradi izsuševanja rastišč.

Botrychium - mladomesečina: pri nas nekaj vrst, od katerih je razmeroma pogosta v montanskem in subalpskem pasu le navadna mladomesečina (*B. lunaria*). Oba dela listov sta pernato deljena, jalovi del je vilasto ožiljen in sporangiji niso medsebojno zrasli. Pri koreniki opazimo sekundarno debelitev.

scl. Pterididae (=Leptosporangiidae) - leptosporangiatne praproti

Leptosporangij, izo-, redkeje heterosporija, protalij večinoma listast, avtotrofen, navadno ni mikorizen, gametangiji se razvijejo na površini ali vgreznjeni, anteridiji vsebujejo le nekaj spermatozoidov. Listi so v mladosti pogosto polžasto zviti.

spo. Pteridanae (=Polypodiaceae s. latissimo)

Sem uvrščamo okoli 9/10 vseh praproti. Razširjene so po vsem svetu in uspevajo predvsem na vlažnih in senčnih rastiščih; največjo pestrost dosežejo v tropskih predelih.

Izosporija, sporangiji s posebnimi strukturami za odpiranje (v steni sporangija je obroč celic (=anulus), ki imajo odebeljene notranje in medsebojne (radialne) celične stene, ob sušenju narase pritisk in z izvihanjem anulusa in raztrganjem stene se sprangij sunkovito odpre; presledek v anulusu, na katerem se začne trganje stene sporangija, je **stomium**), protalij listast, zelen, gametangiji se razvijejo na njegovi površini. Prva delitev zigote vzdolžna.

Naši predstavniki so zelnate trajnice s podzemno koreniko, v kateri je sprva razvita proto-, kasneje pa sifono- ali polistela. Redko so razvite traheje. Listi se razvijejo posamič ali v različnih rozetah, v mladosti so polžasto zviti. Sporangiji se razvijejo na spodnji strani listov ali na listnem robu v skupinah imenovanih trosišča (=sorusi), nameščeni so na izboklinah (**placente, receptakli**). Neredko so trosišča prekrita z **zastiralcem** (=induzij). Listi, ki nosijo sporangije (=sporofili, trosni listi) se navadno po obliki ne razlikujejo od jalovih listov (=trofofili) in v tem primeru govorimo o njih kot o **trofosporofilih**. Le pri dveh naših vrstah so trofo- in sporofili različno različni (rebrenjača, peruša). Protalij je kratkoživeč, milimeterskih do centimeterskih velikosti, nadzemen, dvospolen, gametangiji se razvijejo na spodnji strani, večinoma se najprej razvijejo anteridiji. Arhegoniji imajo po eno vratno (redko več) in trebušno kanalno celico, spermatozoide privlačijo kemotaktično. Iz zigote se razvije mlad sporofit, ki je kratek čas še prehrabeno odvisen od gametofita.

To skupino praproti se je do nedavnega obravnavalo kot zelo ozko sorodno (ena sama družina!), danes pa jo delimo v več redov in družin. Klasifikacija temelji predvsem na strukturi sporangija in njegovi legi na listu, naše predstavnike pa je medsebojno lažje razlikovati na podlagi drugih razlik.

o. Osmundales - osmundovci

edina družina:

fam. Osmundaceae - osmundovke

Sporangiji ne oblikujejo trosišč, enakomerno gosto pokrivajo celotno površino dela sporofila, induzija ni, anulusa ni, skupini celic s podobno strukturo in funkcijo ležita na obeh koncih terminalne razpoke, s katero se sporangij odpira. Protalij razmeroma dolgo živeč, lahko večleten.

Osmunda regalis - osmundovka je vrsta, ki uspeva v neposredni bližini Slovenije (Furlanska nižina, okolica Karlovca), ni izključeno tudi njeno uspevanje pri nas.

o. Polypodiales - sladkokoreninčevci

edina družina:

fam. Polypodiaceae - sladkokoreninčevke

Sorusi se razvijejo na spodnji površini listov, induzija ni. Listi so enkrat pernato dlejeni. Pri tem in naslednjih redovih je anulus dobro razvit.

Polypodium vulgare agg. - je zanimiva skupina vrst, od katerih so tudi pri nas tri: *Polypodium vulgare*, *P. interjectum* in *P. australe*, poleg tega pa so bili najdeni tudi različni križanci med njimi (Mlakar, Biol. vestn. 35). Naše tri vrste se razlikujejo tako po kromosomskih številih, kot tudi po morfologiji (oblika in velikost listov, oblika in razporeditev trosišč, oblika "parafiz", število celic anulusa), ekologiji in razširjenosti. Na kratko so najpomembnejše razlike predstavljene z naslednjo preglednico:

	<i>P. vulgare</i>	<i>P. interjectum</i>	<i>P. cambricum</i> [= <i>australe</i>]
listi	zimzeleni	zimzeleni	ne prezimijo

segmenti	2-4 cm, celorobi, zaokroženi	okoli 5 cm, koničasti drobno nazobčani	do 7 cm, drobno nažagani, koničasti
oblika trosišč	okrogla, večinoma nad doljno 1/4 lista	ovalna, nad doljno 1/3 lista	ovalna, le v vrhnji 1/3 lista
"parafize"	ni	ni ali enostavne	razrasle
anulus	rdečerjav, 10-14 celic + 1 bazalna	bledorjav, 7-9 celic + 2-3 bazalne	temnorjav, 5-10 celic + 3-4 bazalne
zrelost trosov	poleti	poleti do jeseni	spomladi
št. kromosomov	148 (4x)	222 (6x)	74 (2x)
razširjenost v Sloveniji	razširjena	razširjena, manjka na vzhodu SP	SM

Speciacija

Speciacija pomeni nastajanje vrst, pogosto pa se pojem uporablja v nekoliko širšem pomenu, tako da vključuje tudi druge nižje taksonomske kategorije (zlasti pri rastlinah je jasna in vseobsežna definicija vrste praktično nemogoča).

Poleg splošno znane **postopne speciacije**, pri kateri dve reproduktivno ločeni (npr. geografsko, po času cvetenja), populaciji iste vrste iz generacije v generacijo postajata vse bolj različni (zaradi lokalno različnih selekcijskih pritiskov), je pri rastlinah zelo pogosta tudi **nenadna (abruptna) speciacija**. Pri tej pride do nastanka nove vrste (v najširšem smislu, torej do nastanka nove populacije, ki je dovolj različna od dotedanjih, da ji lahko rečemo druga vrsta) takorekoč trenutno, v eni sami generaciji.

Nenadna speciacija je lahko posledica

- sprememb v kromosomskem številu (pride lahko do nastanka **avtopoliploida**, ki se ne more več uspešno križati z materinsko diploidno vrsto)
- ustalitve križancev (zlasti pogosto pri nastanku amfidiploidnih hibridogenih vrst)
- prehoda na vegetativno razmnoževanje (predvsem v primeru različnih tipov apomiktičnega razmnoževanja, lahko tudi stabilizacija genetsko nestabilnih populacij, npr. triploidov ali delno sterilnih križancev)

o. *Pteridales* - orlovopraptovci

Trosišča na listnem robu, ta zavihan in delno prekriva trosišče.

fam. *Adiantaceae* - laskovke

Adiantum capillus-veneris - **venerini laski**: edina naša vrsta te družine. Uspeva po senčnem in trajno vlažnem skalovju predvsem na Primorskem. Listi so nežni, vilasto razrasli, s pecljatimi lističi, induzij manjka.

fam. *Pteridaceae* - orlovopraptovke

Pteridium aquilinum - orlova praprot: edina naša vrsta te družine, naša največja praprot z nekaj m visokimi 3- do 4-krat prenatimi deljenimi listi, z ene strani trosišča prekriva zastiralce, z druge pa zavihan listni rob.

o. *Aspidiales* - glistovničevci

Trosišča na površini spodnje strani lista, večinoma z induzijem, listna ploskev 1- do 4-krat pernatost deljena.

fam. *Aspleniaceae* - sršajevke

Trosišča črtalasta, obstransko na končnih odrastkih listnih žil, enostransko obdana z zastiralcem. Pri nas več vrst rodu *Asplenium* (sršaj), v ta rod lahko uvrstimo tudi jelenov jezik (*Phyllitis scolopendrium*), pri katerem pa so listi enostavni in po dve črtalasti trosišči sta združeni, tako da ju obdaja zastiralce z obeh strani.

Asplenium: rod s kakimi 10 vrstami v naši flori, pogosta predstavnika po starih zidovih in skalnih razpokah predvsem *A. trichomanes* (trjavi sršaj; poliploidni kompleks, v Sloveniji verjetno zastopan s 4 podvrstami) in *A. ruta-muraria* (pozidna rutica).

fam. *Dryopteridaceae* - glistovničevke

Trosišča na koncu listnih žil, pogosto rogljičasta ali ledvičasta, z zastiralcem pritrjenim v sredini, številni naši predstavniki z različnimi rozetami listov. Najpogostejša vrsta je navadna glistovnica (*Dryopteris filix-mas*), pogosta je tudi podborka (*Athyrium filix-femina*) z bolj podolgovatimi trosišči, peruša (*Matteucia struthiopteris*) pa je zanimiva zaradi različnih sporo- in trofofilov; goji se jo tudi po

vrtovih kot okrasno praproto. Zadnji dve vrsti lahko uvrstimo v samostojno družino *Athyriaceae* - podborkovke.

Dryopteris: glistovnica, rod s kakimi 10 vrstami v naši flori, najpogostejša *D. filix-mas*, nekaj taksonomsko kritičnih skupin zaradi apomikse in poliploidije.

o. Blechnales - rebrenjačevci

edina družina

fam. Blechnaceae - rebrenjačevke

Pri našem edinem predstavniku - rebrenjači (*Blechnum spicant*), ki je pogosta vrsta zakisanih gozdov, se najprej razvije rozeta zimzelenih poleglih enkrat pernatih trofofilov, med njimi pa še nekaj pokončnih sporofilov z zelo ozkimi segmenti z zaviranim robom, ki prekriva dve črtalasti trosišči brez zastiralc.

spo. "*Hydropteridanae*" - "vodne praproti"

Vodne praproti so rastline sladkovodnega ali močvirskega okolja, ki jih izpeljemo iz leptosporangiatnih praproti. Imajo heterosporijo, induziji skupaj z deli sporofilov tvorijo ovoje trosišč (vse skupaj je kroglasta tvorba), leptosporangiji nimajo anulusa, gametofiti so močnejše reducirani, razvijejo se znotraj stene spor.

Skupina ima sicer kar nekaj skupnih značilnosti, vendar pa sta se redova verjetno razvilo neodvisno in gre pri predstavnikih le za podobnost zaradi konvergentnega razvoja.

o. Salviniiales - plavčkovci

edina družina

fam. Salviniaceae - plavčkovke

Edini naš predstavnik družine je plavček (*Salvinia natans*), ki ga lahko srečamo ponekod v Prekmurju. Plavček je plavajoč, na stebli s kartkimi internodiji so na vsakem nodiju razviti po trije listi, sporofila plavata na vodni gladini, sta ovalna, z močno razvitim aerenhimom in neomočljivo zgornjo povrhnjico, potopljeni sporofil (anizofilija) pa je deljen v nitaste roglje (ima vlogo korenin, ki jih pri plavčku ni) in na njegovem dnu se razvije nekaj skupin kroglastih trosišč (lahko jim rečemo **sporokarpi**, čeprav se ta pojem večinoma uporablja le pri predstavnikih naslednjega redu) obdanih z zraslim induzijem. V vsaki skupini je eno trosišče z megasporangiji, preostala pa z mikrosporangiji.

Mikrosporangij vsebuje 16 tetrad mikrospor, ki ležijo v penastem **perisporu** (tvorba tapetuma). Iz vsake mikrospore se kar znotraj sporangija razvije podolgovat nekajcelični mikroprotalij z dvema anteridijema, ki ob zrelosti predre steno sporangija.

V megasporangiju se razvije le ena megaspore, vse ostale celice nastale po redukcijski in nadaljnjih delitvah materinske celice megaspore so abortivne. Megaspore vsebuje veliko hranil (beljakovine, škrob, olja), obdaja jo penast perispor. Ob zrelosti se sprosti celoten megasporangij, plava na vodni gladini in v njem se razvije megaprotalij, ki predre obdajajoče ga stene in razvije nekaj v tkivo vgreznjenih arhegonijev. Iz zigote se razvije nov sporofit, ki je kratek čas prehrabeno odvisen od megaprotalija.

V isto družino (lahko pa tudi v samostojno družino *Azollaceae* - azolovke) lahko uvrščamo tudi tropsko praproto azolo (*Azolla*), ki jo pogosto gojijo akvaristi. Zanimiva je zaradi simbioze z modrozeleno ceplivko *Anabaena azollae*, ki živi v votlinah njenih listov in je pomemben fiksator dušika.

o. Marsileales - marsiljevci

edina družina (?)

fam. Marsileaceae - marsiljevke

so zelnate trajnice s plazečo koreniko, iz katere vsako leto požene po en pokončen list, ki nosi pri dnu kroglaste **sporokarpe** (skupine sporangijev obdane s steno iz zraslih induzijev prekritih z zraslim delom zelenega lista). Vsak sporokarp vsebuje več skupin sorusov, vsako od njih obdaja induzija. Posamezni sorus gradi en megasporangij in več mikrosporangijev. Protaliji se razvijejo znotraj sten spor, mikroprotaliji razvijejo dva anteridija, megaprotaliji pa en arhegonij.

Pri nas uspeva marsilka (*Marsilea quadrifolia*) redko po Štajerskem in Prekmurju. Jalovi del lista ima na vrhu štiri pahljačaste segmente in izgleda kot deteljica. Ti segmenti kažejo spalna gibanja, kar je pri praprotilih posebnost. Sporokarpi vsebujejo številne skupine sorusov.

Osvajkarica (*Pilularia globulifera*) je druga vrsta te družine, ki naj bi uspevala pri nas, a je najverjetneje izumrla. Jalovi del listov je črtalast, sporokarpi pa vsebujejo le štiri skupine induzijev.

div. *Spermatophyta* - SEMENKE (=semenovke)

Značilen organ, ki služi razmnoževanju, je **seme** (**kalček** (=mlad sporofit, rastlinski embrio) + rezervna hrana + **semenski ovoj** (=testa)). Seme je mirujoča faza rastline in predstavlja pomembno prilagoditev na kopenske razmere. Razvije se iz **semenske zasnove** (dalje SZ), torej megasporangija (=nucel), obdanega z 1-2 **integumentoma**, ki je s **funikulom** pritrjena na plodni list (=megasporofil, **karpel**). Integumenta imata prvotno terminalno odprtino (=mikropila), ki omogoča dostop do SZ. Sekundarno lahko pride do zamika med odprtinama obeh integumentov (**cikcakasta mikropila**), še pogosteje pa se funikulus na različne načine ukrivi in tako imamo poleg izvirne **atropne** lege še **anotropno** (mikropila obrnjena v nasprotno smer, SZ ravna) in **kampilotropno** (SZ ukrivljena) lego SZ. Mikropili nasprotni pol nucela imenujemo **halazalni** pol - v določenih primerih lahko pride do oploditve s te strani (**halazogamija**).

MIKROSPORA (izrazita heterosporija!) pri semenkah je **pelodno zrno** (dokler je še enojedno), ki se razvije v **pelodni vrečki** (=mikrosporangij), te pa so nameščene na **prašnikih** (=mikrosporofilih). MEGASPORA je enojedna **embrionalna vrečka** (=zarodkov mešiček), praviloma se ena sama razvije v nucelu.

Sporofili se razvijajo na kratkih poganjkih (=cvetovi), kjer so pogosto obdani z jalovimi cvetnimi listi (=periant). Cvetovi so lahko enospolni (v tem primeru so lahko rastline eno- ali dvodomne) ali dvospolni, o spolu cvetov sporofitov pa lahko govorimo, ker sta gametofita odvisna od sporofita in spor sploh ne zapustita.

Pri semenkah za oploditev ni več neposredno potrebna atmosferska voda, gametofita pa morata priti dovolj blizu skupaj, da preostalo razdaljo premaga spermatozoid ali pelodov mešiček. Procesu prenosa moškega gametofita (v pelodnem zrnu) na sprejemno (=receptivno) mesto v bližini ženskega gametofita, od koder je možna oploditev, pravimo **oprašitev**. Pri **vetrocvetkah** oprašitev opravi veter, pri **žužkocvetkah** (večina kritosemenk) pa žuželke. Prvemu pojavu pravimo **vetrocvetnost** (=anemogamija, rastline so anemogamne), drugemu pa **žužkocvetnost** (=entomogamija, rastline so entomogamne). Poleg tega lahko pelod prenaša še voda (=hidrogamija), ptiči (=ornitogamija), žabe ... Semenke grobo delimo po zavarovanosti semenskih zasnov: pri golosemenkah so še gole, pri kritosemenkah pa jih obdajajo karpeli, zrasli v pestič.

SKUPINA *GYMNOSPERMAE* - GOLOSEMENKE

Pri golosemenkah govorimo bolj o organizacijski stopnji, kot o dejanski skupini sorodnih vrst, saj so med skupinami golosemenk starejše razlike kot med kritosemenkami in npr. sagovci. Za ta organizacijski nivo je značilna odsotnost pestičev zraslih iz karpelov, oploditev je **enojna** (ne dvojna, ki jo bomo srečali pri kritosemenkah), dobro razvit je še večcelični ženski gametofit (=primarni **endosperm**) z arhegoniji, ki služi kalčku za skladišče hranil, sekundarni les je zgrajen iz traheid, le pri skupini *Gnetatae* se pojavijo tudi traheje.

Delitve golosemenk so različne, v grobem jih lahko delimo na dve razvojni liniji, ki jima pripisujemo rang podrazreda, tretji podrazred semenk pa predstavljajo kritosemenke.

subdiv. *Coniferophytina* - IGLAVCI

Iglavci so večinoma razvejana leptokavla drevesa z monopodijalno razrastjo; večinoma spiralno nameščeni listi so pahljačasti, dihotomno nacepljeni, trakasti, igličasti ali luskasti. Cvetovi so enostavni, brez cvetnega odevala, enospolni, vetrocvetni. Mikrosporofili nosijo le nekaj pelodnih vrečk, megasporofili enostavni.

cl. *Ginkgoatae*

Razred ima predvsem fosilne predstavnike in le eno recentno vrsto (*Ginkgo biloba* - dvokrpi ginko), katere fosili so stari 200 milijonov let.

Ginkgo biloba: dvodomno listopadno drevo s pahljačastimi do dvokrpiimi, dihotomno ožiljenimi listi; v listnem peclju sta dve žili in poleg njiju še smolni kanali. Listi se razvijejo na kratkih in dolgih poganjkih. Dolgi poganjki so olistani le prvo leto, nato pa v zalistjih odpadlih listov začno rasti kratki poganjki. Ti rastejo nekaj let in na njihovem vrhu vsako leto znova požene nekaj listov in cvetov, po

več letih pa na vrhu kratkega poganjka ponovno požene dolgi poganjek. Les je tipično golosemnski, gradijo ga traheide z **obokanimi pikanjami** na radialnih stenah. "Cvetovi" so na vrhu kratkih poganjkov, ženski z dvema SZ na viličasto razraslem peclju, plodni list je reduciran v komaj opazno odebelitev pri dnu SZ. SZ je **unitegmična** (= z 1 integumentom), ožiljena z vilasto razraslima žilama, zaradi česar je tudi mikropila nekoliko razvlečena. Integument tvori **sarko-** (sočna, vsebuje butirat), **sklero-** (olesenela) in **endotesta** (kožnata). Znotraj integumenta je razvit nucel, ki ima na vrhu vdolbinico (= **pelodna kamrica**), v nucelu pa se po R! iz ene od nastalih megaspor razvije mnogoceličen megagametofit (=primarni endosperm), na katerega vrhu se razvijejo 2-3 arhegoniji, ki so zgrajeni podobno kot pri praprotnicah - poleg jajčne celice (dalje JC) in trebušne kanalne celice (dalje TKC) je razvitih še do 5 vratnih kanalnih celic (dalje VKC).

Moški "cvetovi" poženejo iz zalistja luskastega lista; na dolgem **cvetišču** (=cvetni osi) nosijo spiralasto nameščene mikrosporofile s peltatno nameščenima pelodnima vrečkama. Ob sprostitvi je pelodno zrno 4-jedrnno, vsebuje 2 **protalijski celici**, **generativno celico** in **jedro pelodnega mešička**.

Mikrogametofit gradi do 5 celic: iz generativne nastaneta sterilna in **spremalna celica** in spermalna se v pelodni kamrici deli na 2 policiliatna spermatozoida, pelodov mešiček pa služi le kot havstorijski - pritrdja pelodno zrno v materinsko tkivo.

Med dozorevanjem SZ nucel skozi mikropilo izloči **oprašitveno kapljico**, v katero se ujame nekaj pelodnih zrn, ki jih prinese veter. Z izsušitvijo kapljice zrna posrka v pelodno kamrico, ki se začne poglobljati proti vrhu megagametofita. V pelodnih zrnih dozori mikrogametofiti, izločijo se spermatozoidi in lahko pride do oploditve JC v arhegonijih. Do tega pride v naših razmerah do 4 mesece po opraitvi, torej potem, ko so neoplojena semena že odpadla z dreves - tudi zato je oploditev redko uspešna. Rastoči kalček (z 2 kotiledonomi) oz. mlada rastlinica prve dni življenja črpa hranila iz (haploidnega!) primarnega endosperma.

Zanimiv pri ginku je tudi način določanja spola, ki je tak kot pri človeku. Diploidno število kromosomov (**2n**) je 24, od teh sta dva spolna kromosoma; ženska rastlina ima enaka (XX), moška pa različna (XY).

V naravi rase ginko le še v nekaj predelih vzhodne Kitajske, pogosto pa ga po vsem svetu gojijo kot parkovno drevo.

cl. *Pinatae*

Za predstavnike tega razreda je značilna oploditev s spermatozoidi ali preko **pelodovega mešička**, kalček ima 2 do mnogo kotiledonov.

Okoli 600 recentnih vrst tega razreda družimo v dva podrazreda.

scl. *Pinidae*

Drevesa ali grmi z jasno ločenimi dolgimi in kratkimi poganjki, smolni kanali v listih, lubju in včasih v lesu, ženski "cvetovi" združeni v socvetje (**storžek**), katerega izvor vidimo pri izumrli skupini *Cordaitidae*; vsak ženski "cvet" tvorita **krovnna** in **plodna luska**, na slednji sta nameščenih 2 do mnogo SZ. Moški cvetovi z nekaj do številnimi luskasto oblikovanimi mikrosporofili (=prašniki) na cvetni osi. V SZ se razvije 1 embrionalna vrečka, na megagametofitu pa več arhegonijev (razvite še vratne kanalne celice, le pri borovkah tudi trebušna), ki so nekoliko bolj reducirani kot pri ginku. Obravnavamo dve družini.

fam. *Pinaceae* - BOROVKE

Navadno zimzelena, enodomna, smolnata drevesa. Listi so igličasti, spiralno nameščeni, plodna luska nosi pri dnu 2 anatropni SZ. Iz storžkov se razvijejo oleseneli **storži**, katerih plodne luske nosijo po 2 navadno enostransko okriljeni semeni (krilce je derivat plodne luske, ne integumenta!), kalček z nekaj do mnogo kotiledoni. Prašniki imajo po 2 pelodni vrečki in pelod je praviloma **bisakaten** (vsako zrno z dvema zračnima mešičkoma). Zanimivo je, da imajo vse naše borovke enotno kromosomsko število $2n = 24$.

Glede na olistanost kratkih in dolgih poganjkov delimo družino na 3 **poddružine**:

subfam. *Abietoideae* (olistani le dolgi poganjki, storži dozoriijo v enem letu, predstavniki rodovi *Abies* - jelka, *Picea* - smreka)

subfam. *Laricoideae* (dolgi poganjki olistani le prvo leto, nato se v zalistju odpadlih listov razvijejo kratki poganjki s šopi spiralasto nameščenih iglic; predstavnika *Larix* - macesen, *Cedrus* - cedra)
 subfam. *Pinoideae* (dolgi poganjki olistani le pri klicah, kasneje le s suhimi luskolisti, v katerih zalistju so kratki poganjki z (1) 2-5 (8) iglicami; predstavnik *Pinus* - bor)

Abies alba - jelka: iglice na mladih vejah navidezno dvoredno nameščene, spodaj z dvema sivkastima progama, mehke, v preseku sploščene, z zaobljenim ali izrobljenim vrhom, odpadejo skupaj s pecljem, zaradi česar na suhih vejicah ostanejo okrogle brazgotine; storži pokončni, zreli razpadejo na drevesu, krovne luske dobro razvite in presegajo plodne.

Picea abies - smreka: iglice razločno spiralasto nameščene, spodaj brez sivih prog, toge in bodeče, v preseku oglate, odpadejo brez peclja, zaradi česar suhe vejice raskave; storži viseči, zreli v celoti odpadejo, krovne luske pokrnele v nekaj mm dolgo luskico.

Larix decidua - macesen: listopadno drevo, storži zorijo na drevesu 1 leto, pri cedri 2-3 leta.

Pinus - bor: rod z okoli 100 vrstami, vretenasto razrasli poganjki: iz številnih popkov, ki se zasnujejo na vrhu enoletnega poganjka, požene prihodnje leto ena glavna in vreteno stranskih vej; storži dozoriijo v 2-3 letih, krovna luska zakrnela, popolnoma zrasla s plodno. Na podlagi anatomije listov delimo bore na dva podrodova:

subgen: *Strobus* (= *Haploxyton*): iglice z 1 žilo, les razmeroma mehak, šibko smolnat, na kratkem poganjku 1-5 iglic, pogosto 5. Ni avtohtonih predstavnikov, le gojeni, npr. zeleni bor (*P. strobus*).

subgen. *Pinus* (= *Diploxyton*): iglice z 2 žilama, les trd, močno smolnat, na kratkem poganjku 2-5 iglic, pogosto 2. Sem uvrščamo naše avtohtone bore: rušje (*P. mugo*), rdeči (*P. sylvestris*) in črni (*P. nigra*) bor.

fam. *Cupressaceae* - CIPRESOVKE

Zimzelena, eno- ali dvodomna drevesa ali grmi. Listi so igličasti ali luskasti (neredko igličasti le mladi listi, ki kasneje odpadejo), navzkrižno ali vretenasto nameščeni, plodna luska z različnim številom atropnih SZ, neredko več plodnih in krovnih lusk zraslih v peltatno tvorbo (**epimatium**). Iz storžkov se razvijejo oleseneli ali omeseneli ("brinove jagode") storži, semena brez krilc ali s krilatim robom, kalček z 2 kotiledonoma. Prašniki imajo po 3-6 pelodnih vrečk in pelod ni bisakaten. $2n = 22$.

Cipresovke delimo v poddružine, ki se razlikujejo po olistanosti, strukturi storžev.

subf. *Cupressoideae*: storži oleseneli, luske zrasle v epimatium, ti se medsebojno stikajo, s številnimi SZ. *Cupressus* (cipresa, storži zorijo 2 leti, 2,3 cm veliki, pri nas gojena le na Primorskem), *Chamaecyparis* (pacipresa, storži dozoriijo v 1 letu, do 1 cm veliki, gojena po vsej Sloveniji).

subfam. *Thujoideae*: storži oleseneli, luske niso zrasle, se strehasto prekrivajo; *Thuja* - klek, pogosto gojena za žive meje

subfam *Juniperoideae*: storži omeseneli, le vrhnjih nekaj lusk plodnih, spodnje se zrasede, omesenijo in popolnoma obdajo semena. Edini avtohtoni rod cipresovk: brin.

***Juniperus* - brin**: dvodomni grmi ali drevesa, listi luskasti, nameščeni navzkrižno, ali igličasti in vretenasto nameščeni. Brine delimo v dva podrodova:

subg. *Juniperus*: listi igličasti, po 3 v vretencu, plodne luske s po 1 SZ, v "jagodi" po 3 semena; najpogostejša vrsta *J. communis* (navadni brin): njegove "jagode" se uporablja kot začimbo, zdravilo, za izdelavo alkoholnih pijač (gin oz. brinovec).

subg. *Sabina*: listi luskasti, nameščeni navzkrižno, le mladi lahko tudi igličasti, plodne luske z dvema SZ, v "jagodi" 6 semen; *J. sabina* (smrdljivi brin): redka rastlina, nekoč so jo uporabljali kot abortivno sredstvo za živino.

scl. *Taxidaceae*

edina družina

fam. *Taxaceae* - tisovke.

Drevesa ali grmi s spiralasto olistanimi dolgimi poganjki, brez smolnih kanalov, ženski cvetovi posamič v zalistju, vsak z eno samo atropno SZ, ki ima pri dnu meristematski obroč (ta med dozorevanjem semena tvori mesnat ovoj). Oploditev s pelodnim mešičkom.

Edini evropski predstavnik te družine, ki uspeva tudi pri nas, je

***Taxus baccata* - tisa**. Dvodomno drevo ali grm, po olistanosti na prvi pogled spominja na jelko, ženski cvetovi se razvijejo posamič ali po nekaj skupaj na spodni strani vejic v srednjem delu enoletnih poganjkov, ker imajo le eno SZ obdano z luskolisti, so po obliki zelo podobni listnim popkom (med cvetenjem jih razlikujejo po opraitveni kapljici), ki pa se razvijejo pri vrhu eno- in dvoletnih poganjkov. Moški cvetovi se v skupinicah razvijejo na vrhu poganjkov, n kratki cvetni osi je

nameščenih nekaj peltatnih prašnikov z več pelodnimi vrečkami. Zrela semena so obdana z mesnatim rdečim ovojem, ki se razvije iz meristema pri dnu SZ, vsebujejo 2 kotiledona. Celotna rastlina, razen mesnatega ovoja semena, je zelo strupena. $2n=24$.

Pri nas je tisa razmeroma redka, zaradi povpraševanja po njenem kvalitetnem lesu so jo precej izsekavali, danes pa je na seznamu zavarovanih vrst. Pogosto se jo tudi goji kot parkovni grm, od koder ptiči raznašajo njeno seme (**ornitohorija**), tako da jo neredko srečamo po starih zidovih, kjer so vzkalila taka ornitohorno razširjena semena.

Redke in zavarovane rastlinske vrste

Redkost vrst je večinoma relativen pojem. Tako so številne vrste prepoznane za redke le znotraj določene države ali ožjega upravnega območja in je njihova tamkajšnja redkost pogojena z lego tega območja na obrobju **areala** (območja razširjenosti) določene vrste. Take vrste seveda na splošno gledano niso ogrožene, saj do uničenja populacij na obrobju areala prihaja razmeroma pogosto tudi po naravni poti (konkurenca, preostre klimatske razmere ipd.).

Ogrožene vrste

Endemiti so vrste, katerih areal je razmeroma majhen, in so že zaradi tega relativno bolj ogrožene od bolj razširjenih vrst. Lahko je areal nekega endemita v celoti znotraj meja neke države (npr. kranjski jeglič uspeva le pri nas) in v tem primeru je ta država na nek način moralno obvezana poskrbeti, da ta vrsta preživi. Kadar so populacije endemitov dovolj številne in kadar so njegova rastišča razmeroma neogrožena (npr. visoko v gorah), tak endemit ne potrebuje potrebnega varstva, situacija pa se močno spremeni, če ima taka vrsta le malo populacij z majhnim številom osebkov (taka vrsta je v fazi izumiranja že po naravni poti, človek pa naj bi tega ne pospešil). Še huje je, kadar je taka vrsta komercialno zanimiva ali pa so njena rastišča izredno ogrožena (npr. močvirna rastišča, suhi travniki). V takem primeru je potrebno strogo varstvo, ki ne zajema le varstva vrste, ampak je potrebno vzdrževati njena rastišča.

Absolutno redke vrste (obsegajo tudi nekatere endemite) so lahko razmeroma razširjene, vendar so njihove populacije povsod maloštevilne. Tudi take vrste so v naravni fazi izumiranja, a za njih velja enako, kot za endemite: človek naj bi procesa izumiranja ne pospešil.

Ranljive vrste so lahko pogoste, vendar so njihova rastišča zelo ogrožena, s tem pa je ogrožen tudi njihov obstoj. Tu gre navadno za cele skupine ekološko sorodnih vrst, njihova rastišča pa ogroža človek na različne načine. Zlasti so ogrožena različna vodna in vlažna rastišča, ki so "ekonomsko nezanimiva" in želi človek iz njih iztržiti več (po eni strani izsuševanje in kmetijska izraba, po drugi strani čiščenje in poglobljanje za potrebe ribištva in turizma). Če areal takih vrst obsega le močno naseljena območja (npr. Evropa), so lahko kljub relativno veliki razširjenosti in kljub razmeroma številčnim populacijam izredno ogrožene.

Komercialno zanimive vrste so ogrožene le, če se jih ne goji (včasih to niti ni mogoče) in se izkorišča le naravne populacije. Tu gre navadno za razmeroma razširjene vrste, katerih stopnja ogroženosti je odvisna tudi od njihove biološke oblike in od načina izkoriščanja. Tako so razmeroma malo ogrožene trajnice, pri katerih se nabira le zelene dele ali cvetove, zelo pa so ogrožene enoletnice, če se jih nabira pred trosenjem semen in tudi trajnice, pri katerih se nabira trajne dele (npr. podzemne korenike, gomolje, lesna stebila).

Inventarizacija in zakonsko varstvo ogroženih vrst

Vse podatke o ogroženih vrstah se zbira v t.i. **Rdečih seznamih** (za Slovenijo so narejeni za mahove in višje rastline), zakonsko varstvo vrst pa pogosto vključuje tudi (in predvsem) vrste, ki niso neposredno ogrožene, so pa potencialno komercialno zanimive (okrasne rastline, zdravilna zelišča...). Tako je na območju Slovenije zavarovanih okoli 30 vrst, od katerih jih večina sploh ni v Rdečem seznamu. Tako zakonsko varstvo vrst deluje predvsem v splošno prosvetlitenem smislu - pri ljudeh naj bi namreč preko teh vrst skušali spremeniti odnos do narave nasploh.

Verjetno pa bi kazalo seznam zavarovanih rastlin razširiti in popolnoma prepovedati komercialno nabiranje okrasnih rastlin (teloh, zvončki), omejiti pa tudi komercialno nabiranje zdravilnih zelišč (dovolilnice za nabiranje na območjih, kjer so določene vrste razmeroma pogoste).

subdiv. *Cycadophytina*

Pahikavla drevesa, grmi ali ovijalke, izvirmo listi veliki, pernato ožiljeni in pogosto pernato deljeni, v mladosti polžasto zviti, mikrosporofili nosijo številne skupine pelodnih vrečk (=sinangij),

meagasporofili sprva še veliki, s številnimi SZ na robu. Znotraj skupine opazimo močno tendenco k redukciji; skrajno neizvirne oblike so združene v razred *Gnetatae*.

cl. *Cycadatae*

edini red

o. *Cycadales* - SAGOVCİ

Pahikavla dvodomna drevesa z ovršnimi, spiralasto nameščenimi pernato deljenimi listi, spominjajo na palme. Megasporofili veliki, a znotraj skupine opazimo tendenco k zmanjšanju velikosti in števila SZ (*Cycadaceae* → *Zamiaceae*), cvetovi brez odevala iz sterilnih listov, pri rodu *Cycas* ženski cvet še ni kratki poganjek in po cvetenju cvetna os nadalje rase in tvori zelene liste (primerjaj z rodом *Huperzia*), ženski cvetovi drugih rodov in vsi moški cvetovi kratki poganjki, razvijajo se na vrhu stebela (razen pri rodu *Macrozamia*, ki ima že zalistne cvetove), po cvetenju se rast nadaljuje s stranskim poganjkom, ki prevzame vlogo glavnega. Oploditev s polciliatnim spermatozoidom (do nekaj desetink mm, največji spermatozoid v živem svetu sploh), seme ima sarko- in sklerotesto, vsebuje kalček z 2 kotiledonoma. Spol določen s spolnimi kromosomi.

Vsaj nekateri predstavniki živijo v sožitju z modrozelenimi cepljivkami iz rodu *Nostoc*, ki naseljujejo korenine. S škrobom bogat stržen debla nekaterih vrst izkoriščajo za pridobivanje saga, številne vrste gojene kot okrasne rastline.

Sagovce delimo v dve družini

fam. *Cycadaceae*: izvirnejši predstavniki, listni segmenti enožilnati, megasporofili ±listasti, z 2-8 SZ:

Cycas, *Encephalartos*

fam. *Zamiaceae*: manj izvirne, listni segmenti 3-žilnati, megasporofili zelo reducirani, z 2 SZ: *Zamia*, *Ceratozamia*, *Macrozamia*

cl. *Gnetatae*

Zelo raznolika skupina lesnatih rastlin, pri katerih se v lesu že pojavijo traheje, sitke pa imajo spremljevalke. Listi nasprotni ali v vretencih, enostavni. Rastline navadno dvodomne, izredno poenostavljeni cvetovi združeni v klasasta socvetja, ženski goli, z eno samo atropno SZ z 1-3 integumenti in cevasto podaljšano mikropilo, moški s perigonom, prašnik lahko z več siangiji. Gametofit močno reducirani; oploditev s pelodnim mešičkom, kalček z 2 kotiledonoma.

Gnetatae imajo le tri rodove, ki pa se medsebojno tako razlikujejo, da jih uvrščajo v različne podrazrede.

Oglejmo si dva od njih.

scl. *Welwitschiidae*

en sam red z eno samo družino in ta z eno samo vrsto

***Welwitschia mirabilis* (*W. bainesii*)- velbičevka:** pahikavla lesnata trajnica Namibske puščave, s kratkim čokatim deblom skoraj v celoti zakopan in v pesek. Rastlina ima le ti pare listov: dva kotiledona, ki kmalu propadeta, dva luskolista in dva dolga trakasta lista, ki pri dnu stalno priraščata, pri vrhu pa se cefrata in odmirata. V zalistju teh trakastih listov se razvije po več socvetij; cvetove oprasujejo hroščki, ki živijo z velbičevko v nekakšnem sožitju. Arhegonijev ni več.

scl. *Ephedridae*

edini rod:

***Ephedra* - efedra, metlinka:** razrasli grmi ali ovijalke z luskastimi drobnimi listi nameščenimi nasprotno ali v vretencih (vlogo fotosinteze prevzame steblo). Žensko socvetje je pri dnu obdano z nekaj braktejami, ki kasneje lahko omešenijo, v njem se razvijajo do 3 cvetovi, vsak z 1 bitegmično SZ (morda je zunanji integument v resnici priraslo cvetno odevalo); moško socvetje klasasto, vsak cvet v zalistju navzkrižno nameščenih podpornih listov, z dvoustnatim perigonom in enim samim prašnikom. Megagametofit z 2-3 arhegoniji s številnimi vratnimi kanalnimi celicami, mikrogametofit 5-celičen; ob sprostitvi spermalnih jeder iz pelodnega mešička pride do dvojne oploditve (drugo spermalno jedro se združi s trebušno kanalno celico), iz oplojene jajčne celice se razvije navadno več kalčkov (**poliembrija**, ki je pri rastlinah zelo redka), druga zigota pa se dalje ne razvija (ni jasno, ali je homologna z zasnovo sekundarnega endosperma kritosemenk).

Iz efedre pridobivajo alkaloid efedrin, ki deluje podobno kot adrenalin.

Rod z okoli 40 vrstami razširjenimi v stepskih in mediteranskih predelih.

subph. *Magnoliophytina* (= *Angiospermae*) - kritosemenke

Pri kritosemenkah se pojavi več novih pridobitev predvsem v povezavi z nastankom pestiča iz zraslih **karpelov** (=megasporofilov, plodnih listov). SZ so tako skrite v **plodnici**, iz katere se razvije **plod**, ki navadno sodeluje pri razširjanju semen. Precej več kot lesnatih predstavnikov (dreves, grmov) je zeli. V lesu so poleg traheid prisotne tudi traheje, listi so zelo raznoliki, cvetovi so navadno dobro razviti, pogosto jih oprahujejo žuželke, spermatozoidov ni več in do jajčne celice prenese moško gameto (spermalno jedro) pelodov mešiček. Oploditev je **dvojna**.

CVET sicer ni nova pridobitev; kot kratki poganjek s sporofili ga srečamo že pri praprotnicah, z jalovimi listi je obdan že pri golosemenkah, pri kritosemenkah pa se razvije do popolnosti: praviloma sta v njem oba tipa sporofilov (prašniki in v pestič zrasli karpeli) in njegova struktura je tudi najpomembnejša za klasifikacijo.

Pri tipičnem kritosemenskem cvetu si od zunaj navznoter (od dna proti vrhu cvetišča) sledijo najprej čašni listi, nato venčni listi, prašniki in karpeli. Pri izvornih cvetovih so **cvetni elementi** na cvetišču nameščeni še spiralasto in med zaporednimi krogi lahko srečamo še prehodne oblike; takim cvetovom pravimo **primarno aciklični** (=primarno asimetrični). Pri večini kritosemenk so cvetni elementi nameščeni v vretencih, ki jih je pri nepokrnelih cvetovih 5: po eno vretence čašnih in venčnih listov, dve vretenci prašnikov in vretence karpelov. Takim cvetovom pravimo **pentaciklični**, če se reducira en krog elementov so cvetovi **tetraciklični** itd.

Leg elementov vsakega naslednjega kroga cvetnih elementov je določena s pravilom **alternance** (vsak element leži med elementoma sosednjega kroga). Število elementov v posameznem krogu pa je pogosto za celoten cvet enako in v zvezi s tem govorimo o **števnosti cveta**: dvoštevni cvetovi imajo v vsakem krogu po dva elementa, 3-števni po 3, itd. (število karpelov je pogosto manjše od "števnosti", zato ga pri ugotavljanju števnosti neredko prezremo). Na cvetno os lahko položimo različno število simetrijskih ravnin in s tem je povezana t.i. **cvetna simetrija**: **zvezdasto somerni cvetovi** (=aktinomorfni, **radialno somerni**) imajo vsaj dve ravnini simetrije (če sta le dve, druga na drugo pravokotni, govorimo o **disimetričnih** cvetovih, npr. *Dicentra*, nekatere križnice), **dvobočno somerni** (=zigomorfni, **bilateralno simetrični**) eno ravnino simetrije (pri takih cvetovih so venčni listi pogosto oblikovani vi spodnjo in zgornjo **ustno, dvoustnati cvetovi**), pri redkih predstavnikih pa pride tudi do **drugotno nesomernih** (=sekundarno asimetričnih) cvetov (npr. kana, bananovec).

Čašo (=calyx) navadno sestavljajo zeleni **čašni listi**, katerih vloga je zaščita cvetnega popka, obstojne (=neodpadljive) čaše pa pomembno sodelujejo tudi pri prehrani zorečega plodu. Čaša je lahko tudi barvita (=korolinična).

Venec (=corolla) je sestavljen iz praviloma barvitih venčnih listov, njihova vloga je pomembna predvsem pri žužkokvetnih vrstah, saj privabljajo oprahujevalce. Venčni listi imajo včasih vrečaste ali cevaste izrastke imenovane **ostroge**; navadno imajo vlogo medovnikov. Če pride drugotno do vetrocvetnosti, se **cvetno odevalo** (čaša in venec) pogosto reducira. Rastlinam z medsebojno zraslimi venčnimi listi pravimo tudi **zraslovenčnice**.

Če so čašni in venčni listi oboji barviti in navadno tudi po obliki enaki, govorimo o **enotnem cvetnem odevalu** ali **perigonu**. Takim cvetovom pravimo **homohlamidični** (običajnim cvetovom z različnima čašo in vencem pravimo **heterohlamidični**).

Nektariji (=medovniki) so strukture z žlezno funkcijo, ki se lahko razvijejo na različnih delih cveta ali celo izven cveta (=ekstrafloralni nektariji). Neredko so razviti pri dnu venčnih listov ali na cvetišču, lahko pa tudi na steni plodnice.

Prašniki (vsem skupaj pravimo **andrecej**) pri kritosemenkah so praviloma dvodelni: na vrhu **prašnične niti** (=filamenta) je **prašnica** (=antera). Ta je sestavljena iz dveh **polprašnic**, ki ju povezuje **konektiv**, vsaka od polprašnic pa ima dve pelodni vrečki (mikrosporangija). Pri prehrani in tvorbi stene pelodnih zrn sodeluje notranja plast stene pelodne vrečke (**tapetum**), ki tvori tudi **pelodni kit**, zlasti pomemben za oprijemanje peloda na prenašalce. Ob sprostitvi so pelodna zrna 2- ali 3-celična, torej je v njih že razvit mikrogametofit.

Prašniki lahko drugotno postanejo sterilni (**staminodiji**) in v tem primeru imajo pogosto vlogo medovnikov. O **diplostemoniji** govorimo, če sta ohranjena oba kroga prašnikov, o **haplostemoniji**, če je eden reduciran, o **obdiplostemoniji** pa, kadar se zamenja lega notranjega in zunanjega kroga prašnikov.

Vsem **karpelom** skupaj pravimo **ginecej**. Lahko so medsebojno zrasli (**cenokarpni ginecej**), ali prosti (**horikarpni ginecej**); v prvem primeru vsi skupaj tvorijo **pestič**, v drugem primeru (ki je evolucijsko

izvirnejši) pa vsak zase. Pestič (=pistillum) je običajno tridelen: **plodnica** (=ovarij) je spodnji del, ki vsebuje SZ, **brazda** (=stigma) je receptivno mesto za pelod, navadno leži na vrhu **vratu** (=stylus). Horikarpni ginecej je razmeroma redek, pogost pa je cenokarpni. Ta tip gineceja še nadalje delimo v **sinkarpni** (pri katerem so ohranjeni prekati, plodnica je **večpredalasta**) in **parakarpni** (prekati so reducirani, plodnica je **enopredalasta**). Površino, na kateri ležijo SZ, imenujemo **placenta** (**placentacija** = lega SZ). Izvirno ležijo SZ na robu karpelov (**marginalno**, submarginalno), če so taki karpeli zrasli, govorimo o **osrednjekotni** (=aksilarni) placentaciji. Predvsem v parakarpni plodnici je placentacija lahko tudi drugačna: **parietalna** (na notranji površini karpelov), **centralna** (na osrednjem stebričku, ki ostane po redukciji prekatov), **bazalna** ali **apikalna**. Semenske zasnove so lahko različno oblikovane (glavni trije tipi so a-, ana- in kampilotropni), z enim (**unitegmične**) ali dvema (**bitegmične**) integumentoma. Če vsi cvetni elementi izraščajo pri dnu plodnice (cvetišče je torej ne obdaja), pravimo, da je plodnica **nadrasla** (cvet je **hipogin**), če pa cvetišče obrašča plodnico in so tako ostali cvetni elementi nameščeni navidezno na njenem vrhu, pravimo, da je plodnica **podrasla** (cvet je **epigin**). Vmesnemu tipu pravimo **polpodrasla** plodnica.

OPLODITEV. Pri kritosemenkah prinese moško gameto do jajčne celice (JC) pelodni mešiček in atmosferska voda ni več potrebna.

Mikrogametofit se dokončno razvije v pelodnem zrnu in je največ 3-celičen. Vsebuje veliko **celico pelodovega mešička** (=vegetativno celico) in manjšo **generativno celico**, ki se deli v dve **spermalni celici** (=spermalni jedri, mikrogameti). Pelodno zrno na brazdi **kali**: skozi odprtino v steni požene **pelodni mešiček**, ki se podaljšuje skozi tkivo brazde in vratu in nosi s seboj spermalni celici. Megagametofit se razvije znotraj SZ. Najprej je v SZ **nucel** (=megasporangij), v katerem se z R! razvije praviloma ena sama megaspora (**zarodkova vrečka**, **embrionalna vrečka**). Iz te se razvije nekajcelični megagametofit (**zarodkov mešiček**, embrionalni mešiček), najpogosteje ga gradi le 7 celic z 8 jedri. Največja celica ima na sredini dve jedri (=polni jedri), na njenem halazalnem polu so 3 **antipode**, na mikropilarnem polu pa JC in dve **sinergidi**.

Ko pelodni mešiček prodre skozi mikropilo do zarodkovega mešička, se izlije v eno od sinergid, ki ob tem propade, ena spermalna celica se združi z jajčno celico in iz te **diploidne** zigote se dalje razvija **kalček**, druga spermalna celica (oz. njeno jedro) pa se združi s polnima jedroma in iz te **triploidne** zigote se dalje razvija **sekundarni endosperm** (hranilno tkivo).

PLOD. Po oploditvi se iz SZ razvije **seme**, iz plodnice pa **plod** (pri nastanku plodu pogosto sodelujejo tudi druge strukture, npr. čaša, cvetišče...). Iz stene plodnice se razvije **osemenje** (bolje **oplodje**, **perikarp**).

Plodove klasificiramo na podlagi različnih kriterijev; tako so za to pomembni tip plodnice (enokarpelni/mnogokarpelni plodovi), število semen (eno-/večsemenski), sočnost perikarpa (sočni/suhi), način sproščanja semen (zaprti/sejalni) itd. Začnimo z delitvijo na sejalne in zaprte plodove; pri prvih je razširjevalna struktura (=diaspora) seme (torej tako kot pri golosemenkah), pri drugih pa plod.

Suhi (perikarp je ob zrelosti ±suh) sejalni plodovi so t.i. **glavičasti plodovi**, mnogokarpelni glavičasti plodovi so **glavice**, enokarpelni pa **stroki**. **Pravi stroki** se odpirajo po **trebušnem** (mestu zraščanja karpelov, **ventricidno**) in **hrbtnem** (ob osrednji žili karpela, **dorzicidno**) šivu, posebna oblika strokov pa so **mešički** (nastali iz horikarpnega gineceja, odpirajo se navadno le po trebušnem šivu).

Glavice se lahko odpirajo z odprtinami (=poricidno), z nepravilnim raztrganjem, z zobci ali pa z loputami, ki se ločijo do dna. V zadnjih dveh primerih se stena plodu lahko razpre **lokulicidno** (=dorzicidno, torej po hrbtnem šivu karpelov), **septicidno** (na šivih zraščanja dveh karpelov) ali lokuli- in septicidno. Poseben tip glavice je **lusk** (septicidno odpiranje z loputama, semena obvisijo na obstojni prekatni steni plodnice - **pretinu**).

Sočni sejalni plodovi (sočne glavice) so redki in sočnost perikarpa ni povezana s privabljanjem raznašalcev semen, ampak z načinom odpiranja plodu: pri nekaterih vrstah se glavice odprejo, še preden se posušijo. Take so npr. **avtohorne** (same razmetavajo seme) vrste nedotik, zajčjih deteljič, štrkavca.

Suhi zaprti plodovi so (navadno enosemnski) **oreški**. Posebni obliki oreškov sta **zrno** (=kariopsa, perikarp zrasel s semenom, iz nadrasle plodnice; trave) in **rožka** (=ahena, perikarp ni zrasel s semenom, nastala iz podrasle plodnice, čaša pogosto spremenjena v letalne naprave; ščetičevke, košarnice).

fam. Magnoliaceae - magnolijevke

Družina z okoli 200 vrstami predvsem v Aziji in S Ameriki. Predstavniki lesni, listi enostavni, spiralno nameščeni, prilisti veliki, obdajajo listni popek, odpadljivi, cvetovi razmeroma veliki, s podaljšanim cvetiščem, listi P nameščeni spiralno ali v 3 do več krogih, večinoma vsi barviti, prašniki pogosto še "listasti" (filament ni nitast, ampak trakast), G s številnimi delno zraslimi karpeli z razločnim vratom, SZ 2-mnogo, marginalno nameščene, anatrope. Plodovi so mešički ali birni sočni plodovi, endosperm dobro razvit, z olji in beljakovinami.

Poleg magnolij se pogosto goji tudi tulipanovec (*Liriodendron tulipifera*), drevo s štirikrpnimi listi, plod "samara", testa ni sočna.

Magnolia - magnolija: rod z okoli 125 vrstami toplih in zmernih predelov severne poloble, v Evropi izumrle. Drevesa in grmi, vsebujejo različne alkaloidne. Cvetovi veliki, oprahujejo jih hrošči. Iz delno zraslih karpelov se razvijajo mešički, v njih po nekaj velikih semen s sarkotesto, ki ob zrelosti visijo iz odprtih mešičkov na nitih, nastalih iz vlaken funikulusa.

Številne vrste zaradi velikih dišečih cvetov gojene. Nekaj vrst ali križancev, ki jih gojijo tudi pri nas in cvetijo pred olistanjem, je predstavljenih v spodnjem ključu (znaki, ki sledijo "#", so le delno uporabni, saj se lahko pojavljajo tudi pri drugi alternativni, s pojmom "čašni listi" so označeni listi zunanjega kroga P, kadar so po obliki drugačni od ostalih).

1	Rastlina cveti pred olistanjem, plodovi se pogosto razvijajo neenakomerno in so lahko zakrneli	2
–	Rastlina cveti hkrati z olistanjem ali kasneje, ko že ima razvite liste, plodovi se razvijajo normalno (ne pride v poštev za vaje)	
2	Cvetno odevalo enotno, čašni listi podobni venčnim (med njimi ni jasnih razlik).....	3
–	Čašni listi razločno manjši in ožji od venčnih, lahko drugače obarvani.....	5
3	Listov cvetnega odevala 12-18, 1-1,5 cm široki # do 6 cm dolgi, listi ozko narobejajčasti do suličasti, 5-10 cm dolgi, 1-3 cm široki, spodaj svetlejši, goli ali šibko dlakavi, s topin ali zaokroženim vrhom in kijasto zoženi v pecelj. III-IV (Japonska)	<i>M. stellata</i> (Sieb. & Zucc.) Maxim.
–	Listov cvetnega odevala 9, nad 2 cm široki.....	4
4	Cvetno odevalo belo, vsi listi ±enaki, cvet sprva zvonasto zaprt, kasneje široko odprt, listi narobejajčasti do ozkoeliptični, kratko priostreni, 10-15 cm dolgi in 5,5-8 cm široki, šibko dlakavi. IV-V (Kitajska).....	<i>M. denudata</i> Desr. (<i>M. yulan</i> Desf.)
–	Listi cvetnega odevala po zunanji strani rožnati do purpurni, zunanji pogosto krajši in ožji, cvet zvonast, listi narobejajčasti, proti vrhu zoženi, 15-20 cm dolgi, le spodaj ±dlakavi. IV-V (Kitajska) <i>M. x soulangiana</i> Soul.-Bod.	
5	Venčni listi po zunanji strani purpurni, po notranji beli # cvetovi zvonasti, venčnih listov 6, 8-10 cm dolgi, čašni listi 3-4 cm dolgi, rumenkasto zeleni, odpadljivi, listi 8-16 cm dolgi, narobejajčasti, s širokim kijasto zoženim dnom, spodaj po žilah dlakavi. V-VI (J Kitajska).....	<i>M. liliflora</i> Desr. (<i>M. purpurea</i> Curt.)
–	Cvetno odevalo belo.....	6
6	Listni popki dlakavi, venčnih listov 6-9, čašni listi 1-1,5 cm dolgi, ozko podolgovato trikotasti, do 0,5 cm široki, listi narobejajčasti, 10-18 cm dolgi, 5-10 cm široki, spodaj svetlejši in po žilah dlakavi, plod do 10 cm dolg. IV (Japonska).....	<i>M. kobus</i> DC.
–	Listni popki goli, venčnih listov večinoma 6, čašni listi 2-3 cm dolgi, do 0,7 cm široki, listi do 5 cm široki, jajčasti, spodaj sinjezeleni in raztreseno dlakavi. IV (Japonska).....	<i>M. salicifolia</i> (Sieb. & Zucc.) Maxim

o. Aristolochiales - podraščevci

edina družina

fam. Aristolochiaceae - podraščevke

Družina s čez 400 vrstami zmernih do tropskih predelov, največja pestrost v Ameriki. Predstavljajo razmeroma neizvirno razvojno linijo znotraj tega sorodstva. Predstavniki so zelne trajnice, grmiči ali plezalke. Listi nameščeni spiralno, brez prilistov. Cvetovi dvospolni, * do somerni, pogosto smrdijo, cvetno odevalo iz zraslih listov (večinoma le K₃), nektariji v cevi cvetnega odevala, prašnikov 6 do več, plodnica zrasla iz 4-6 karpelov, podrasla, posamezen karpel z več bitegmichnimi SZ. Plod je glavica, semena z drobnim kalčkom in obsežnim oljnim, lahko tudi škrobnim endospermom.

Pri nas le dva rodova: *Aristolochia* s 4 vrstami (cvetovi s cevastim P, somerni, oprahujevanje po principu "cvetne pasti"), *Asarum*.

Asarum europaeum - kopitnik: zelna trajnica z razraslo koreniko z luskolisti, na vrhu korenike vsako leto poženeta po dva pritlična ledvičasta lista, med njima poganjek z enim samim rjavim, kimastim, zvezdasto somernim cvetom, ki ga oprahujejo muhe. Ta ima cvetno odevalo iz 3 zraslih listov, 12 prašnikov, plodnico zraslo iz 6 karpelov, s 6 vratovi, semena imajo elajosome (mirmekohorija).

Kopitnik je stara zdravilna rastlina, zmleto posušeno koreniko so uporabljali kot dodatek njuhancu, učinkoval naj bi emetično.

Pri nas uspevata dve podvrsti kopitnika: tipska podvrsta, ki je razširjena po vzhodni in osrednji Sloveniji in *A. europaeum* ssp. *caucasicum*, ki rase predvsem v toplejših predelih (zahodna in severovzhodna Slovenija, Ljubljanska kotlina). Dodatno čtivo: A. Podobnik, 1995, Biološki vestnik 40 (2): 35-49.

1	Listi zimzeleni, bleščeči, z zaokroženim vrhom, \pm dlakavi, zgornja listna povrhnjica z 1-11 režami na mm ² in brez papil.....	<i>A. e.</i> ssp. <i>europaeum</i>
-	Listi niso zimzeleni, nebleščeči, z \pm koničastim vrhom, goli ali kvečjemu po žilah dlakavi, zgornja listna povrhnjica brez rež in s papilami (po ena na celico).....	<i>A. e.</i> ssp. <i>caucasicum</i>

Podvrstne kategorije

Mednarodni kodeks botanične nomenklature (ICBN) predvideva uporabo 5 podvrstnih taksonomskih kategorij, ki si od vrste navzdol sledijo:

- **podvrsta (subspecies, subsp., ssp.)**,
- različek (varieteta, varietas, var.),
- "podrazliček" (subvarieteta, subvarietas, subvar.),
- oblika (forma, f.),
- "podoblika" (subforma, subf.).

Imena subspecijskih taksonov nimajo določenih končnic, le ime **tipskega** podvrstnega taksona (torej taksona, ki mu pripadajo tudi rastline, na podlagi katerih je bila opisana vrsta), imajo ime enako kot je vrstni pridevek vrstnega imena, npr. *Poa compressa* ssp. *compressa*.

Dandanašnji se uporablja večinoma le podvrsto (redkeje tudi varieteto). Definicij podvrste je več, v zadnjem času se večinoma uporablja **geografsko definicijo**, ki je podobna kot v zoologiji. Po tej je podvrsta populacija ali skupina populacij iste vrste, ki so si medsebojno bolj podobne, kot je katerakoli od njih podobna populacijam ostalih podvrst, in se od ostalih podvrst ločijo tudi po razširjenosti (**arealu**). Če se areala podvrst iste vrste drugotno prekrijeta, naj bi med osebki prišlo do uspešnega križanja.

Vendar pa je žal pri rastlinah pestrost speciacije in razmnoževanja tako velika, da splošno priznane podvrste pogosto ne ustrezajo tej definiciji. Tako se podvrste pogosto razlikujejo tudi po kromosomskem številu (torej med njimi ni več mogoče križanje), času cvetenja (križanje prav tako nemogoče) ipd.

scl. *Ranunculidae*

Lesnate do zelne rastline, cvetovi aciklični (primarno asimetrični, vendar navidezno zvezdasto somerni) do penta- ali tetraciklični, pogosta primarna poliandrija, G do (G), listi enostavni do dlanasto deljeni

o. *Ranunculales* - zlatičevci

Večinoma zeli, cvetovi zvezdasti do dvobočno somerni, cvetno odevalo večinoma dvojno, G, opazna tendenca k manjšanju števila karpelov.

fam. *Ranunculaceae* - zlatičnice

Okoli 2000 vrst predvsem v zmernih predelih severne poloble, pri nas okrog 100. Zeli, redkeje lesnate rastline, listi pogosto dlanasto deljeni, večinoma nameščeni spiralasto in brez prilistov. Cvetovi večinoma dvospolni, vsaj navidezno zvezdasti (neredko primarno aciklični), tudi dvobočno somerni, pogosto 5-števni, cvetno odevalo enojno ali dvojno, prosto, nektariji razviti pri dnu C ali celoten C preobražen v nektarije in K barvita (npr. *Isopyrum*, *Helleborus*), A večinoma številni, nameščeni spiralasto, redkeje v vretencih (npr. *Aquilegia*); G iz 1 do mnogo karpelov, ti \pm prosti (plodovi mešički ali oreški), redkeje zrasli (plodovi glavice ali sočni), seme z dobro razvitim endospermom.

Številni rodovi strupeni zaradi vsebnosti alkaloidov (npr. *Aconitum*, *Actaea*).

Včasih so zlatičnice delili v dve poddružini na podlagi tipa plodov (mešički/oreški), a se je taka klasifikacija izkazala za umetno. Lep primer so rodovi *Thalictrum* (talin, vetrovka), *Isopyrum* (polžarka) in *Aquilegia* (orlica), ki imajo različne plodove, močno različne cvetove (prvi je vetrocveten!), zelo podobni in od ostalih zlatičnic različni pa so si po obliki listov in kromosomov.

Analiza genoma je pokazala, da so ti trije rodovi medsebojno veliko bolj sorodni kot s katerikoli drugim rodom te družine in zato jih danes družimo v tribus *Thalictreae*.

Fileske, kladistične metode klasifikacije

Za razliko od fenetskih metod, pri katerih se različne organizme medsebojno primerja in ugotavlja njihovo sorodnost po splošni podobnosti (skupnih značilnostih), neglede na to, ali so določena stanja znakov **izvirna (pleziomorfna, "primitivna", prvotna, stara)** ali **izpeljana (apomorfna, "napredna", neizvirna, drugotna, moderna)**, je ze filetske metode najpomembnejša podobnost v izpeljanih zankih. Filetska klasifikacija namreč temelji na predpostavki, da je do nastanka izpeljanega stanja znaka (iz izvirnega) prišlo v evoluciji le enkrat in da družijo vse potomce razvojne linije, v kateri je do te spremembe prišlo, prav to izpeljano stanje znaka (**sinapomorfoza**). Na podlagi ugotavljanja takih sinapomorfov je nato zgrajeno razvojno drevo določene skupine sorodnih organizmov.

Žal pa imajo te metode precej slabih strani:

- za vsak znak moramo (subjektivno!) ugotoviti (pravzaprav določiti), katero stanje znaka je izvirno in katero izpeljano; tu skoraj zanesljivo naredimo vsaj nekaj napak (večinoma nimamo na voljo fosilnih dokazov o izvornosti stanj znaka, ampak na različne načine sklepamo o tem), in skupna napaka zaradi njih nepredvidljivo narašča
- niso uporabne za kvantitativne znake oziroma zahtevajo "prevajanje" teh v kvalitativne
- predpostavka, da se je sprememba stanja znaka iz izvirnega v izpeljano zgodila le enkrat in da je nepovratna, je večinoma nedokazljiva in neredko verjetno napačna, a kljub temu na njej temelji "gradnja" filogenetskega drevesa
- praktično vedno pri filetski analizi konkretne skupine sorodnih organizmov naletimo na znake, ki ne ustrezajo gornji predpostavki (**homoplastični znaki, homoplazija**) in kažejo na konvergentni razvoj, obratno spremembo stanja znaka iz izpeljanega v izvirno ipd.; eden od načinov obravnavanja teh zankov je, da jih iz analize preprosto izpustimo (**clique ali kompatibilnostna analiza**), a s tem zelo verjetno spet naredimo napako, saj ne moremo vedeti, ali je ponujeno filogenetsko drevo, ki je te znake prikazalo kot homoplastične, res pravo.
- možnost nastanka novih vrst s križanjem, ki je pri rastlinah razmeroma pogosta, je nezdržljiva z osnovnimi predpostavkami kladističnih analiz

Težava se pojavi tudi pri "prevajanju" filogenetskega drevesa v standardno oblikovano klasifikacijo, saj se pogosto izkaže, da so tradicionalno pojmovane taksonomske skupine **parafiletske**, da torej ne združujejo vseh potomcev enega prednika, strogi kladisti pa priznavajo le **monofiletske** skupine, torej take, ki združujejo vse potomce enega prednika. Tako so npr. dvokaličnice parafiletska skupina, saj so se iz njih razvile tudi enokaličnice, mahovi pa parafiletska skupina, saj so se iz njih razvile praprotnice.

V botaniki se filetske metode uporablja predvsem na višjem taksonomskem nivoju (npr. klasifikacija rodov) ali pri obdelavi rezultatov analize nukleinskih kislin, v sistematski zoologiji pa so precej bolj priljubljene

Helleborus - teloh: rod ima okoli 20 vrst (pri nas 5) razširjenih v Evraziji. So zelnate trajnice s podzemsko koreniko, listi so dlanasto deljeni (poseben tip deljenosti, t.i. stopalasti listi), steblo večinoma neolistano, le s podpornimi listi cvetov, cvetovi veliki, primarno aciklični, K korolinična, tudi zeleni cvetovi v UV izgledajo rumeni, C preobražen v nektarije, A mnogo, G 3-7, le pri dnu zrasli, plodovi mešički.

Isopyrum - polžarka: rod z okoli 30 vrstami razširjenimi v zmernih predelih severne poloble, pri nas in tudi v Evropi le *I. thalictroides*. Rastlina na prvi pogled podobna podlesni veternici, vendar ima poleg pritličnih listov steblo tudi spiralasto olistano s pernatimi (?) deljenimi listi z obstojnimi prilisti, v zalistju teh pa se razvijajo nekajcvetna socvetja. Cvetovi so zvezdasto somerni, K je bela, nadomešča venec, C spremenjeni v krog nektarijev, A mnogo, G 3-5, le pri dnu zrasli, plodovi so mešički.

Anemone - veternica: rod veternic danes večinoma obravnavamo v ožjem smislu, če ga obravnavamo širše pa lahko vanj vključimo tudi kosmatince (*Pulsatilla*), pri katerih se kljunci oreškov med zorenjem močno podaljšajo, in **jetrnik (*Hepatica nobilis*)**, ki ima pritlične liste trikrpe, v vretencu nameščeni podporni listi cveta pa so tik pod cvetom in izgledajo kot čaša. Za vse te tri rodove je značilno, da so predstavniki zelnate trajnice s pritličnimi listi, steblo nosi le nekaj podpornih listov cveta nameščenih v vretencu, cvetno odevalo je enojno, A mnogo, G mnogo, vsak karpel nosi eno samo apikalno SZ, plodovi so oreški. Pri jetrniku imajo plodovi elajosome.

Ficaria verna - lopatica: lopatice neredko obravnavajo kar v okviru rodu *Ranunculus* (zlatica), če pa izmed zlatic izločimo belocvetoče vodne zlatice kot rod *Batrachium*, lahko izločimo kot samostojen rod tudi lopatice. Zanje je značilno, da imajo koreninske gomolje, listi so ±ledvičasti, K₃, C₇₋₁₂. Venčni listi so na spodnji strani zelenkasti, zgoraj pa izrazito bleščeči, celice povrhnjice so namreč polne rumenega pigmenta, plast pod njimi pa je polna škroba.

Edina evropska vrsta lopatice ima 4 podvrste, ki se razlikujejo tako po razširjenosti kot po morfoloških in bioloških znakih. Tipska podvrsta (*F. verna* ssp. *verna*, $2n=16$) je zahodnoevropska, ostale 3 pa uspevajo tudi pri nas. *F. verna* ssp. *bulbilifer* je najbolj razširjena (tudi pri nas po vsej Sloveniji), je tetraploid ($2n=32$), ki se razmnožuje predvsem vegetativno (zalistni gomoljčki), semena se razvijajo apomiktično in plodovi so navadno zelo neenakomerno razviti. Drugi dve vrsti sta pri nas le na Primorskem. *F. verna* ssp. *nudicaulis* je diploid ($2n=16$) nizke rasti in brez zalistnih gomoljčkov, plodi normalno, najdemo jo predvsem po Krasu. *F. verna* ssp. *ficariiformis* je tetra- ali heksaploid ($2n=32, 48$), nekoliko višja, z zelo velikimi cvetovi, brez zalistnih gomoljčkov in plodi normalno; uspeva na Obali.

V naslednji preglednici je zbranih nekaj razlikovalnih znakov med podvrstami:

podvrsta (razširjenost pri nas)	steblo	zalistni gomoljki	listni rob	hidatode	število plastidov v celicah zapiralkah	cvet	premer peloda (μm)	oblika nektarija	oreški
<i>verna</i> (ni)	>10 cm, olistano, kipeče	ni	\pm cel	?	13-17	1,5-3 cm	?	dvokrp	normalni
<i>bulbilifer</i> (razš.)	>10 cm, olistano, kipeče	so	široko nazobčan	na vrhu zobcev	24-28	1,5-3 cm	?	dvokrp	slabo razviti
<i>nudicaulis</i> (SM)	<10 cm, pokončno z rozeto	ni	plitvo široko nazobčan	med zobci	?	1,5-3 cm	(9) 10-13 (15)	dvokrp	normalni
<i>ficariiformis</i> (SM)	7-15 cm, pokončno olistano	ni	\pm cel	?	?	3-5 cm	(10) 13-17 (24)	jajčast	normalni

o. *Papaverales* - makovci

Makovci so red z dvema družinama, katerih predstavniki na prvi pogled nisto zelo sorodni, a kljub temu jih družijo nekaj skupnih značilnosti: večinoma so zeli z deljenimi, spiralno nameščenimi listi brez prilistov, cvetovi imajo večinoma $K_2 C_4$, plodnica je nadrasla, parakarpna s parietalno placentacijo, semenske zasnove so ana- do kampilotropne, bitegmične, semena z dobro razvitim oljnim endospermom.

fam. *Papaveraceae* - makovke

Družina ima okoli 200 vrst večinoma na severni polobli. Zeli do polgmički, pogosto s členjenimi mlečnimi cevmi in mlečkom bogatim z izokinolinskimi alkaloidi. Cvetovi razmeroma veliki, posamični ali v malocvetnih socvetjih, K_2 , pred cvetenjem zrasla in popolnoma obdajata popek, C_4 , v popku zmečkani, A mnogo (primarna poliandrija), nektrijev ni, G zrasla iz 2 do mnogo karpelov, vratovi in brazde skupaj tvorijo strehasto strukturo, semenske zasnove številne, plod je glavica, ki se odpira z loputami ali z luknjicami (poricidno). $X=6, 7$.

Naša najbolj znana rodova sta mak (*Papaver*) in krvavi mlečnik (*Chelidonium*).

fam. *Fumariaceae* - rosničevke

Družina z okoli 450 vrstami predvsem v zmernem pasu severne poloble, zeli, redkeje ovijalke, trajnice pogosto z odebeljenimi podzemskimi stebli. Cvetovi združeni v grozdasta socvetja, čašna lista drobna, luskasta, pogosto peltatna, ne obdajata cvetnega popka, C v dveh krogih s po 2 listoma, vsaj eden od zunanjih z ostrogo, notranja 2 \pm zrasla, prašnikov navidezno 6, združeni v 2 šopa pred zunanjima venčnima listoma (izvirno A_{2+2} , prašnika notranjega kroga se vzdolžno razcepita in vsaka od polovic se pridruži drugemu prašniku zunanjega kroga), pri dnu A razvit nektarij v obliki priveska, ki sega v ostrogo, $\underline{C}_{(2)}$, plod glavica ali orešek, semena navadno z elajosomi. $X=8$.

Pri nas dva rodova s po nekaj vrstami. Rosnice (*Fumaria*) enoletnice z oreški, pogosti pleveli.

***Corydalis* - petelinček:** rod z okoli 300 vrstami severne poloble. Cvetovi ob zasnovi **prečno somerni** (ne dvobočno, ampak dorsiventralno!), med zorenjem se zasucejo za 90° . Eden od zunanjih venčnih listov z ostrogo, v katero sega privesek prašničnih niti (nektarij), notranja dva venčna lista pri vrhu zrasla, popolnoma obdajata A in G. Pelod se še v zaprtem cvetu naloži na brazdo in prašniki zatem ovenijo, tako da se ob obisku opravevalca sprostijo le pestič in z njega opravevalec pobere pelod. Do samooploditve ne pride zaradi **gametofitske inkompatibilnosti**.

Naši najpogostejši vrsti votli (*C. cava*) in čvrsti (*C. bulbosa*, *C. solida*) petelinček; pogosto rasteta družno na humoznih svežih tleh. Pri votlem petelinčku je podzemni gomolj dno trajnega stebila, iz katerega vsako leto v zalistju luskolista požene cvetoči poganjek, pri čvrstem pa je gomolj le pri dnu odebeljen enoletni poganjek.

Nekatere vrste petelinčkov imajo užitne gomolje.

scl. *Caryophyllidae*

Zeli do grmički, listi večinoma enostavni, steblo ali listi neredko mesnati. Cvetovi ciklični, *, razmeroma majhni, s prostimi cvetnimi elementi razen G, ki je pogosto cenokarpen. Znotraj skupine prihaja do redukcije krogov cvetnih elementov (npr. C 0, A x+0) in števila elementov v krogih (4- ali 3-števni cvetovi, število karpelov neredko manjše od števila elementov v ostalih krogih), plodnica je pogosto parakarpna, s številnimi centralnimi krasinucelnimi bitegmničnimi SZ, neredko število teh zmanjšano do 1 same bazalne. Redukcija cvetov je lahko povezana z anemogamijo, številne družine prilagojene ekstremnim ekološkim razmeram (polpuščave, slanišča, močno pognojena tla). Namesto antocianov se neredko pojavijo betalaini, ki vsebujejo dušik.

o. *Caryophyllales* ("Centrospermae") - klinčkovci

Izvirni predstavniki zelišča z dvospolnimi cvetovi z dvojnimi cvetnimi odevalom, dvema krogoma A, parakarpno nadraslo plodnico s centralno ležečimi številnimi kampilotropnimi SZ, v semenu kalček ovit okoli **perisperma**. številni rodovi z različno močno reduciranimi cvetovi (enojno odevalo, le nekaj prašnikov enega kroga, G 5→2→1, lahko podrasla, 1 bazalna SZ).

Najbolj znana družina tega redu so **kakteje** (*Cactaceae*), ki so se v evoluciji prilagodile na izredno sušne razmere (stebelni sukulenti, CAM metabolizem), v zgradbi cvetov je pri njih prišlo do drugotne pomnožitve elementov P, A in G, plodnica pa je večinoma podrasla.

Hranilna tkiva v semenu

Pri semenkah se pojavi seme kot trajna oblika, v kateri lahko mlad sporofit (kalček) preživi tudi več let. Kalček se razvije (seme vzkali) v sporofitsko rastlino v ugodnih razmerah, za prvih nekaj dni rasti pa potrebuje zalogo hranil. Poleg **primarnega endosperma**, ki je s hranili bogat haploidni megagametofit in nastopa kot hranilno tkivo le pri golosemenkah, srečamo pri semenkah še tri druge tipe hranilnih tkiv v semenu:

- **sekundarni endosperm**: večinoma triploidno tkivo, ki se razvije iz zigote nastale po združitvi drugega spermalnega jedra s polnima jedroma; nastane lahko torej le po dvojni oploditvi, torej pri kritosemenkah
- **klični listi**: so pravzaprav del mlade sporofitske rastline (kalčka, torej so diploidni), ki pa je namenjen v glavnem skladiščenju hranil za novo rast; ko mlada rastlina razvije druge liste, klični lisi večinoma propadejo. Nalaganje hranil v kličnih listih srečamo že pri golosemenkah, pri nekaterih skupinah kritosemenk pa popolnoma prevzamejo to funkcijo in druga hranilna tkiva niso več razvita (npr. pri stročnicah)
- **perisperm**: diploidno tkivo, ki se razvije iz nucela (torej megasporangija materinske rastline); dobro razvit pri nekaterih kritosemenkah (npr. klinčnice)

Pogosto je v semenu razvitih več različnih hranilnih tkiv, večinoma pa eno od njih prevlada. V hranilnih tkivih se hranila nalagajo predvsem v obliki založnih polisaharidov (škroba ali celuloze), beljakovin ali maščob. Škrob se nalaga v amiloplastih, ki jim pravimo tudi škrobna zrna; ta so pogosto rodovno specifično oblikovana.

fam. *Caryophyllaceae* - klinčnice

Družina s čez 2000 vrstami zmernih in hladnih predelov, velika pestrost v Sredozemlju. Večinoma zeli, z enostavnimi, večinoma navzkrižno nameščenimi listi (ti redko s prilisti), steblo razločno nodijalno zgrajeno cvetovi združeni navadno v dihajjalna socvetja, večinoma dvospolni, 4- do 5-števni, pogosta cvetna formula * K 5/(5) C 5 A 5+5 G (2-5).

Čašni listi lahko zrasli v čašno cev, venčni listi lahko enostavni, ±globoko dvokrpi, z zoženim dnom (**žebica**) in razširjenim vrhnjim delom (**ploščica**) ali manjkajo, prašnikov 5-10, redko manj, plodnica neredko na peclju (=ginofor), pri njenem dnu nektarij, vratovi ±zrasli, pri dnu parakarpne plodnice lahko še ohranjeni prekati (v tem primeru placencija aksilarna), glavica se odpira z zobci (le septicidno ali septi- in lokulicidno, v drugem primeru je število zobcev dvakrat večje od števila vratov). Redkeje plodnica z eno samo bazalno SZ in plod orešek. Seme s škrobnim perispermom, endosperm zelo reduciran ali manjka.

Za razliko od večine klinčkovcev imajo klinčnice antociane, številne vrste tudi s saponini.

Družino lahko razdelimo na 3 poddružine, ki so zastopane tudi pri nas:

subf. *Paronychioideae*: listi s prilisti, lahko spiralasto nameščeni, venec pogosto manjka, plodnica polpodrasla, plod je orešek: *Herniaria*.

subf. *Alsinoideae*: čašni listi prosti, venčni enostavni ali dvodelni: *Stellaria*, *Cerastium*.

subf. *Caryophylloideae* (= *Silenoideae*): čašni listi zrasli, venčni z žebico in ploščico: *Dianthus*.

Za človeka razmeroma nepomembna družina, nekaj je okrasnih vrst (npr. nageljčki, *Dianthus*), nekaj plevelov (npr. navadna zvezdica).

***Stellaria* - zvezdica**: rod s čez 100 vrstami, 8 tudi pri nas. K 5 C 5 A 5+5 G (3), venčni listi beli, do dna deljeni v dva črtalasta dela, glavica se odpira septi- in lokulicidno (s 6 zobci).

***S. media* agg.**: v tej skupini sorodnih in podobnih vrst so tri naše vrste, ki se razlikujejo po razvitosti venčnih listov, številu prašnikov, različna pa imajo tudi kromosomska števila in rastišča, na katerih uspevajo.

S. neglecta in *S. pallida* sta diploida, ki uspevata na naravnih rastiščih. Prva vrsta je razmeroma velika, z normalno razvitimi cvetovi, rase na senčnih mestih in med grmovjem, druga je drobna, z zakrnelim vencem in uspeva na suhih toplih rastiščih. *S. media* je tetraploid (morda alotetraploid nastal s križanjem drugih dveh), ki ima zmanjšano število pašnikov in je tipičen plevel, ki se masovno razvije predvsem v hladnem delu leta. človek ga je nehote razširil po zmernih predelih vsega sveta. Kot tudi številni drugi enoletni pleveli je navadna zvezdica **avtogamna**, pogosto se plodovi razvijajo kar **klejstogamno**.

	ploidnost	plastidi v zapiralkah rež	papile na testi	prašniki	venčni listi
<i>S. media</i>	4x	12-14	poloble	3-8	ozko suličasti
<i>S. neglecta</i>	2x	8-10	stožčaste	10	ozko narobejajčasti

***Pseudostellaria* - gomoljčica**: je rod zmernih predelov severne poloble zastopan v Evropi z eno samo vrsto (*P. europaea*). Zanjso so značilni koreninski gomolji, na videz pa je precej podobna zvezdicam, le venčni listi niso tako globoko dvodelni. **Klasično nahajališče** (torej mesto, na katerem nabrani primerki so bili prepoznani za dotlej še neodkrito vrsto in je bila na podlagi njih ta vrsta tudi opisana) evropske gomoljčice je v Ljubljani, kar je za nas še posebej zanimivo. Vrsta je bila sprva opisana kot *Stellaria bulbosa*, kasneje je bila premeščena v rod *Pseudostellaria*, a ker je v njem že obstajala neka druga vrsta z imenom *Pseudostellaria bulbosa*, je bilo tudi ime evropske gomoljčice spremenjeno v *Pseudostellaria europaea*.

Agregat

S pojmom agregat (**agg.**) označujemo skupino vrst, ki so si medsebojno tako podobne, da jih je težko razlikovati. V biološkem smislu niso take vrste nič manj samostojne in nam tako druženje vrst v agregat le omogoči hitrejše določevanje (do stopnje agregata) in enostavnejše poimenovanje vrst iz taksonomsko težavnih skupin. Agregat je neformalna taksonomska kategorija in je ICBN ne omenja, ne definira in ne predpisuje načina uporabe, se pa v praktičnem taksonomskem, predvsem pa florističnem delu izkaže za zelo uporabno kategorijo.

Kategorijo agregata uporabljamo predvsem v Srednji in Vzhodni Evropi, njej ustrezne kategorije pa so oblikovne skupine (**species group**, uporabljajo jih na zahodu). Vrstam, ki jih družimo v agregat, pravimo "**male vrste**" (=mikrospecies, semikriptospecies).

Če določimo neko rastlino le do stopnje agregata, to napišemo npr. *Poa pratensis* agg. ali *Poa pratensis* **s. lat.** (**sensu lato**, v širšem smislu). Kadar pa uporabljamo neko ime v ožjem smislu in želimo to še posebej poudariti, mu lahko pripišemo **s. str.** (**sensu stricto**, v ožjem smislu).

o. Polygonales - dresnovci

edina družina

fam. Polygonaceae - dresnovke

Družina s čez 1100 vrstami predvsem v zmernih predelih severne poble. Zeli, redkeje lesnate rastline, steblo navadno izrazito kolenčasto, listi spiralasto nameščeni, celorobi, prilista zrasla v nožničasto tvorbo, ki objema steblo (vendar list izrašča pri njenem dnu!) imenovano **listna škornjica** (=ohrea).

Cvetovi večinoma drobni, v sestavljenih mnogocvetnih socvetjih, ki jih lahko obdajajo škornjice, izvorno 3-števni, lahko tudi 5- ali 4-števni (5-števnost dosežena z zraščanjem 2 listov P 3+3), cvetišče pogosto navzdol podaljšano v t.i. **pseudopedicel**, navidezni pecelj, ki odpade skupaj s cvetom. Cvetovi \pm^* , cvetno odevalo \pm enotno in pri dnu neočitno zraslo, razmeroma neopazno, obstojno, notranji perigonovi listi pogosto preoblikovani (krilca, kaveljčki, zobci, kar je povezano z razširjanjem), večinoma A 3+3. Pri dnu plodnice nektarialni obroč, večinoma \underline{G} (3), enopredalasta, z bazalno nameščeno atopno, bi- do unitegmično SZ, plod je večinoma trirob orešek, endosperm bogat z olji in škrobom (perisperma ni). Dresnovke vsebujejo antociane, ne betalainov.

Za človeka imajo največji pomen različni pleveli (npr. kislice, dresni), poleg tega pa sta v tej družini tudi ajda (*Fagopyrum*), eno redkih žit, ki ni trava, in rabarbara (*Rheum*). Za prehrano se lahko uporablja tudi nekatere druge dresnovke, npr. kislice (*Rumex*), dresnik (*Reynoutria*), dresni (*Polygonum*), nekaj rodov pa je tudi drugače uporabnih, npr. za les, strojenje, kot okrasne rastline.

Rumex - kislica: je razmeroma velik rod z okoli 200 vrstami razširjenimi po vsem svetu. Tudi pri nas okoli 20 vrst. Kislice so zeli, cvetovi so vetrocvetni in združeni v \pm gosta socvetja, razmeroma drobni, * P 3+3 A 3+3 \underline{G} (3), zunaj listi perigona so drobni, notranji razmeroma veliki, med dozorevanjem plodu se pogosto povečajo in na njih razvijejo različne strukture (zobci, kaveljčki, izstopajoče žile). Takim povečanim notarnjim perigonovim listom na zrelem plodu pravimo **valve**. Nekateri poredstavniki so dvodomni, pri teh je delež moških rastlin v populaciji navadno majhen, spol se določa s spolnimi kromosomi (moške $2n=15$, xyy , ženske $2n=14$, xx). številne vrste so nadležni pleveli, mladi listi kislic so večinoma uporabni kot zelenjava.

Kislice delimo v več podrodov (ki jih neredko obravnavajo kar kot samostojne rodove), od katerih omenimo tri, ki so zastopani tudi pri nas:

subg. *Acetosella*: listi pogosto kopjasti (listna ploskev pri dnu s štreličimi krpami, teh je lahko tudi več kot 2), kislega okusa, rastline dvo- ali enodomne, valve tako dolge kot plod, brez posebnih izrastkov ali žuljev, $x=$. Pri nas 2-3 vrste, npr. mala kislica (*R. acetosella*)

subg. *Acetosa*: listi navadno pšičasti (dno listne ploskve srčasto z \pm koničastima stranskima krpama), kislega okusa, rastline dvodomne, valve razločno presegajo plod, \pm celorobe, kvečjemu z žuljem (razločno odebeljeno osrednjo žilo), $x=7$. Pri nas nekaj vrst, najpogostejša navadna kislica (*R. acetosa*)

subg. *Rumex*: listi niso pšičasti ali kopjasti, odrasli grenki, rastline enodomne, valve presegajo plod in pogosto nazobčane in z žulji, $x=10$. Večina naših vrst, najpogostejša topolistna kislica (*R. obtusifolius*) z nekaj podvrstami.

Za določevanje kislic moramo imeti dobro razvite valve, torej jih nabiramo po cvetenju!

Delitev rodu

Tudi rod lahko dalje delimo na kategorije, ki še vedno vsebujejo po več vrst. Najvišja kategorija znotraj rodu je **podrod** (subgenus). Podobno kot pri podvrsti ima tu podrod, ki vsebuje tipsko vrsto rodu, enako ime kot rod, oblika imen preostalih podrodov pa ni natančno določena; pogosto se v teh imenih ponovi vrstni pridevek ene od značilnejših vrst podrodu, če pa nastanejo podrodovi po združevanju rodov, za katere se je izkazalo, da so dovolj sorodni, da jih lahko obravnavamo v okviru enega rodu, imajo podrodovi navadno imena enaka nekdanjim imenom rodov. Tudi pri imenih podrodov pa velja načelo prioritete, veljavno je torej najstarejše publicirano ime na nekem taksonomskem rangu.

Seveda gre lahko tudi za razliko v taksonomskem pristopu k posamezni skupini: taksone, ki jih nek avtor obravnava na nivoju podrodu, lahko drugi obravnava kot samostojne rodove. Tudi v slovenski literaturi zadnjih let lahko zasledimo takšne različne pristope k obravnavi rodov (npr. *Silene* s.lat. / *Silene* s. str. + *Melandryum* + *Heliosperma*, *Gentiana* s. lat. / *Gentiana* s. str. + *Gentianella* + *Comastoma* ipd.).

Nadalje lahko podrodove delimo na **sekcije** in po potrebi tudi **podsekcije**, te pa nadalje na **serije**. Na nivoju serij ali tudi sekcij pa je neredko v praktični uporabi kategorija **agregata** (glej!), ki pa je neformalna.

scl. *Hamamelidi* (= *Amentiferae*) - "mačičarke"

Domevno evolucijsko stara skupina, ki združuje številne pomembne združbotvorne lesne predstavnike. Cvetovi so reducirani, v glavnem enospolni, perigon (kadar je še ohranjen) prost, plodnica cenokarpna, z 1 SZ, plod je orešek. Predstavniki vetrocvetni, cvetovi pogosto združeni v mačičasta socvetja. Pelodna zrna so trikolpatna.

Novejše raziskave so pokazale, da so v ta podrazred združili več nesorodnih skupin, pri katerih je do podobnosti prišlo zaradi konvergentne evolucije in zato so ta podrazred popolnoma ukinili.

spo. *Hamamelidanae*

o. *Fagales* - bukvoenci

Listi so večinoma enostavni, lahko z odpadljivimi prilisti, nameščeni spiralasto, cvetovi so dosledno enospolni, a enodomni, združeni v dihazijska socvetja, ki se nadalje združujejo v mačičasta socvetja drugega reda (vsaj moška). Izražena je tendenca k redukciji cvetnega odevala, G (2-3), podrasel, cenokarpen, z anatropnimi in večinoma unitegmičnimi semenskimi zasnovami. Plod je enosemnski orešek, endosperm ni razvit in vsa hranila so v kličnih listih.

Osnovno socvetje je tricvetni dihazijski, v katerem je poleg srednjega in stranskih dveh cvetov razvitih še 7 ovršnih listov: brakteja celotnega dihazijskega, brakteoli srednjega cveta (pravzaprav predlista na srednjem poganjku, v njunem zalistju izraščata stranska cvetova), po dve brakteoli (prav tako predlista) na peclju vsakega od stranskih cvetov. Pri različnih družinah in rodovih se reducirajo ali zraščajo različni deli dihazijskega, prihaja pa tudi do redukcije posameznih delov cvetov.

Poleg obravnavanih dveh družin tu še pomembna družina bukvoenk (*Fagaceae*) z rodovi bukev (*Fagus*), kostanj (*Castanea*), hrast (*Quercus*); pri njih se iz zraslih ovršnih listov ženskega socvetja razvije t.i. **skledica** (cupula), ki obdaja zrele plodove.

Socvetja

Socvetje je preobraženi del poganjka, ki nosi cvetove, poleg cvetov pa so v socvetju še preobraženi listi, ki jim v splošnem pravimo **brakteje** (podporni ali krovni listi). Kadar so brakteje enako oblikovane kot stebelni listi, pravimo takemu socvetju **frondožno**, če so razločno drugačne pa **brakteozno**. Neredko sta v socvetju dve obliki braktej in v takem primeru lahko tiste pod posameznimi cvetovi imenujemo **brakteole**. Pri nekaterih družinah (npr. trave, ostričevke, košarnice, kobulnice) so brakteje pomemben razlikovalni znak in se za njihovo razlikovanje in poimenovanje uporabljajo posebni izrazi.

Po razrasti lahko delimo socvetja na **racemozna** (**grozdasta**, monopodijalna, odprta, centripetalna) in **cimozna** ("**pakobulasta**", simpodijalna, zaprta, centrifugalna). Pri **racemoznih** socvetjih os socvetja stalno rase (je "dolgi" poganjek), pri cimoznih pa se rast glavne osi socvetja zaključuje z razvojem cveta (je "kratki" poganjek), nadaljnji cvetovi pa se razvijajo na stranskih poganjkih. Znotraj teh dveh skupin delimo socvetja glede na dolžine cvetnih pecljev in glede na to, ali so enostavna ali sestavljena.

Racemozno socvetje s sedečimi cvetovi imenujemo **klas** (npr. trpotec), kadar ima klas gibko os pa **mačica** (npr. vrba). Enostavno racemozno socvetje pecljatih cvetov je **grozd** (npr. plešec), če imajo spodnji cvetovi daljše peclje in zato ležijo vsi cvetovi v ravnini pa pravimo takemu grozdu **češulja** (npr. medvejka). Grozdu, ki ima peclje cvetov nadalje grozdasto razrasle pravimo **lat** (npr. trta), če tak lat spominja na češuljo pa **sestavljena češulja** (npr. bezeg). Če se os grozdastega socvetja skrajša in peclji cvetov izraščajo iz ene točke, je to **kobul** (npr. korenje), kadar pa se os socvetja močno skrajša in so na njej zgoščeni sedeči cvetovi govorimo o **glavičastem socvetju** (npr. ivanjščica).

Cimozna socvetja delimo predvsem na podlagi števila cvetnih pecljev, ki se razvijajo pod vsakim vrhnjim cvetom. Kadar je tak peclj en sam, govorimo o **monohaziju** (enovejnati pakobul), kadar sta po dva o **dihaziju** (dvojejnati pakobul), kadar jih je več pa o **polihaziju**. Enostaven monohazij je **vijaček** (npr. spominčica), ki je v mladosti pogosto polžasto zvito.

Omenili smo le nekaj glavnih tipov socvetij, zavedati pa se moramo, da so lahko socvetja tudi zelo kompleksno zgrajena (npr. pri mlečkih, kjer je nekaj glavičastih socvetij združenih v dihazijski, ti v kobul in več kobulov lahko v grozd).

Struktura socvetja je zelo pomemben taksonomski znak na višjem taksonomskem nivoju, a pogosto se ji ne posveča dovolj pozornosti.

fam. *Betulaceae* - brezovke

Listopadna drevesa ali grmi severne poloble in tropskih gora, v glavnem z razvito ektotrofnim mikorizo, ženska socvetja kratke mačice, prvotna formula pri moških cvetovih $P(2+2) A_2+2$, pri ženskih pa $P_0 G(2)$, ki je parakarpna, z le na dnu ohranjenim prekatom in vsebuje 1-2 SZ, tendenca k redukciji števila prašnikov do A_2 , prašnice razločne. Plodovi so majhni, navadno krilati oreški, ki se razvijajo v zalistjih \pm olesenelih lusk, te pa nastanejo z zraščanjem brakteje in brakteol. Oploditev je **halazogamija**.

Betula -breza: moški dihazijski brez brakteol stranskih cvetov, P_2A_2 , ženski dihazijski z zraslimi brakteolami srednjega cveta in braktejo, na vsaki tako nastali luski po 3 oreški, ob zrelosti žensko socvetje popolnoma razpade.

Alnus - jelša: V vsakem dihazijski redukciji le po 1 brakteola stranskih dveh cvetov, moški cvetovi P(2+2) A2+2, pelodne vrečke nerazločne, v ženskem socvetju reduciran tudi srednji cvet, na vsaki luski se torej razvijeta po dva krilata oreška; luske obstojne, tvorijo "storžke". Rod pri nas zastopan s 3 vrstami, ki se močno razlikujejo tudi po ekoloških razmerah rastišč: zelena j. (*A. viridis*) je rastlina kisljih tal, ki množično nastopa predvsem v montanskem in subalpinskem pasu, pri nas pogosta a Pohorju, siva jelša (*A. incana*) je vrsta prodnatih bregov potokov in rek, črna (*A. glutinosa*) pa uspeva na mestih s stalno visokim nivojem talne vode, pogosto torej tudi ob potokih, a na manj prepustni podlagi.

fam. *Corylaceae* - leskovke

Perigon moških cvetov popolnoma reduciran, ohranjen le pri ženskih cvetovih, plodovi razmeroma veliki in nekrilati oreški, ki jih pri dnu obdaja ovoj iz zraslih ovršnih listov dihazijski. Poleg leske tu še *Carpinus* - gaber, *Ostrya* - gabrovec (črni gaber).

Novejše analize nasprotujejo ločevanju leskovk in brezovk na nivoju družine; predlagana delitev je na nivoju tribusov (*Coryleae*, *Betuleae* in dodatno *Carpineae*).

***Corylus avellana* - leska:** žensko socvetje malocvetno, navadno z le 1 ohranjenim dihazijskim z reduciranim srednjim cvetom, ovršni listi zrasli v skledičasto tvorbo, ki obdaja orešek (=lešnik), v moškem dihazijski ohranjen le 1 cvet, ta z A2+2, ki imajo filamente razcepljene do dna in zato je hideti kot A8.

scl. *Rosidae*

Razmeroma izvorna skupina, ki po številnih znakih spominja na *Dilleniidae*. Listi pogosto deljeni, v primeru sekundarne poliandrije se prašniki razvijajo centripetalno (torej tako kot pri primarno poliandričnih cvetovih), tendenca k redukciji enega kroga prašnikov (**haplostemonija**), opazna je tudi tendenca k oblikovanju vrčastih cvetišč ali k podrasli plodnici, G razmeroma izviren, lahko še horikarpni, z osrednjekotno placentacijo.

spo. *Rosanae*

Cvetovi *, večinoma petštevni, opazna tendenca k cenokarpnem G in tendence k zmanjševanju števila karpelov in števila SZ v njih, SZ krasinucelne, bitegmične.

o. *Rosales* - šipkovci

Če obravnavamo ta red v ožjem smislu, vsebuje le eno družino.

fam. *Rosaceae* - rožnice

Srednjevelika družina s čez 3000 vrstami v preko 100 rodovih z največjo pestrostjo na severni polobli, pri nas zastopana z okoli 150 vrstami. Zeli ali lesnate rastline s spiralasto nameščenimi enostavnimi ali deljenimi listi z obstojnimi prilisti zraslimi s cvetnim pecljem, socvetja različno oblikovana, predvsem cimozna, cvetna formula večinoma *K5 C5 A5-∞, čaša obstojna, poleg nje neredko razvit še obroč listov **zunanje čaše** (čashi podobni preobraženi ovršni listi), ki so po obliki lahko enaki, venec odpadljiv, število prašnikov navadno večkratnik števila 5, nektarij na notranji površini skledičastega cvetišča, G zelo raznolik z opaznimi tendencami k podraslosti, k zmanjševanju števila karpelov in SZ v njih.

Zgradba G je bistvena za delitev družine:

	<i>Spireoideae</i>	<i>Rosoideae</i>	<i>Maloideae</i>	<i>Prunoideae</i>
ginecej	karpeli prosti, nadrasli	karpeli prosti, nadrasli	karpeli prosti, podrasli	karpel 1, nadrasel
plodovi	mešički	oreški ali koščičasti, pogosto birni	pečkati plod	koščičasti
predstavniki	<i>Spiraea</i> , <i>Aruncus</i> , <i>Filipendula</i>	<i>Rosa</i> , <i>Rubus</i> , <i>Fragaria</i> , <i>Potentilla</i>	<i>Malus</i> , <i>Pyrus</i> , <i>Sorbus</i>	<i>Prunus</i> (s. lat.)

Sistematika nekaterih skupin rožnic je precej nedorečena in zapletena, za kar so pomembni trije razlogi:

- 1) apomiksa (*Rubus*, *Sorbus*, *Alchemilla*, *Crataegus*)
- 2) nemešanje starševskih genomov in neenakomerno dedovanje kromosomskih garnitur (*Rosa*)
- 3) tradicionalno (predlinejevsko) cepljenje nekaterih ekonomsko pomembnih rodov (npr. *Prunus* s. lat.)

Prunus: grmi ali drevesa z enostavnimi listi in koščičastimi plodovi. Pri vrhu listnega peclja so razviti ekstrafloralne nektarialne žleze, ki jih obiskujejo mravlje. Eden najpomembnejših rodov sadnih rastlin, v glavnem so jih selekcionirali v Aziji in v JV Evropi. Izvor nekaterih vrst ni jasen, tako je npr. sliva (*P. domestica*) heksaploidni alopoliploid, katerega ena od starševskih vrst je najbrž črni trn (*P. spinosa*). Nejasen je tudi izvor cibore (*P. insititia*) in njena povezanost s slivo. Ekonomsko najpomembnejša vrsta je breskev (*P. persica*) s številnimi kultivarji, npr. var. *nectarina* z golimi plodovi; tako kot tudi marelica (*P. armeniaca*) izvira s Kitajske. Divja češnja (*P. avium*) je razširjena po Evraziji in S Ameriki, izvor višnje (*P. cerasus*) ni znan. Semena so užitna pri mandljevku (*P. dulcis*), ki ga gojijo v sredozemskih predelih. Pogosta okrasna in ponekod podivjana vrsta je lovorikovec (*P. laurocerasus*), katerega listi vsebujejo glikozid prulaurazin, ki ob razpadu (ob ranitvi) sprošča HCN. Predvsem na Krasu je pri nas pogosta rešelika (*P. mahaleb*) katere les je uporaben za izdelovanje pip, zmlate liste pa so dodajali tobaku. Rod pogosto precej drobijo (*Amygdalus*, *Cerasus*, *Padus*, *Armeniaca*, *Persica*), kar pa je anahronizem iz predlinejskih časov.

Malus, Pyrus: jablana in hruška sta ozkosorodna rodova. Predstavniki so lesne vrste z enostavnimi listi, cvetovi v malocvetnih socvetjih, plodnica podrasla in iz nje se razvije pečkatni plod ("jabolko"). To je poseben tip sočnega mnogosemenskega plodu, pri katerem sočni del nastane iz omejenelego cvetišča, stene karpelov pa so bolj ali manj suhe in v posameznem karpelu je navadno več semen. Čeprav je morda prvi vtis drugačen, so karpeli prosti, združuje jih le omejeno del cvetišča. Pri jablanah so listi navadno dlakavi, ostro nazobčani, plodovi pa ne vsebujejo sklereid. Hruške imajo gole toponazobčane do celorožbe liste in plodove s sklereidami. Gojena jablana ("*M. domestica*") je najpomembnejše sadno drevo zmernih predelov. Pravzaprav gre za skupino več 100 različnih križancev, ki so jih vzgojili iz divjih vrst, njihove lastnosti pa ohranjajo s **cepljenjem** (kar je pravzaprav vegetativno razmnoževanje!). Izvor gojenih jablan ni jasen, gotovo pa je ena od starševskih vrst dlakavolistna jablana (*M. dasycphylla*), ki naj bi uspevala tudi v naših gozdovih. Starševstvo **lesnike** (*M. sylvestris*), ki je naša razširjena avtohtona gozdna vrsta, je sporno. Gojene hruške so v glavnem kultivarji zahodnoazijske (in vzhodnoevropske?) vrste *P. communis*. Prav tako jih razmnožujejo s cepljenjem. Naša najpogostejša divjerastoča vrsta hruške je **drobnica** (*P. pyraeaster*), ki ima drobne plodove polne sklereid. Po vegetativnih znakih nekoliko spominja na lesniko, od katere jo ločimo po naslednjih znakih:

	lesnika (<i>Malus sylvestris</i>)	drobnica (<i>Pyrus pyraeaster</i>)
stebelni trni	navadno jih ni	vedno razviti
listi pecelj	vedno krajši od ploskve	tako dolg ali daljši od ploskve
listna ploskev	jajčasta	širokojajčasta do kroglasta
žile	±dlakava	gola
	z okoli 4 pari stranskih žil	5 ali več parov
	spodaj izstopajo	ne izstopajo

o. *Saxifragales* (*Rosales* s. lat. p.p.)

f. *Saxifragaceae* - kamnokrečevke

Družina z okoli 40 rodovi in skoraj 500 vrstami razširjenimi po vsem svetu, predvsem v hladnih in zmernih predelih S poloble. Večinoma zelnate trajnice, nekatere sukulentne, listi nameščeni spiralasto, pogosto v rozeti, enostavni ali deljeni, pogosto s hidatodami, brez prilistov. Cvetovi navadno *, dvospolni, v različno oblikovanih socvetjih, pogosta formula $K_5 C_5 A_{5+5} G_{(2-4)}$, nad- do podrasla. En krog prašnikov je lahko preobražen v staminodije ali manjka, nektarij v obliki obroča, ki obdaja G, vratovi ločeni, placentacija raznolika, vsak predal z več anatropnimi bitegmičnimi SZ, te včasih s cikcakasto mikropilo. Plod je glavica, navadno se odpira septicidno, semena z dobro razvitim oljnim endospermom.

Najpomembnejši rod *Saxifraga* - kamnokreč, okoli 300 vrst, predvsem v gorah

Chrysosplenium - vraničnik: rod s preko 50 vrstami, pri nas le 1 (*C. alternifolium*, navadni v.). Nežna zelnata trajnica s plazječim jalovim stebлом, cvetni poganjki pokončni, spiralasto olistani, listi dolgopeceljati, okrogli, valovito nazobčani, socvetje pakobul, cvetovi rumeni, obdajajo jih podporni listi (pseudantij), $K_4 C_0 A_{4+4} G_{(2)}$, plodnica podrasla, parakarpna, placenta parietalna.

spo. *Fabanae*

Izražene tendence k dvobočno somernim cvetovom, k zmanjševanju števila karpelov do 1 in k zraščanju filamentov prašnikov.

o. *Fabales* - stročnice

Stročnice so skupina, ki jo neredko obravnavajo kot eno samo družino. Listi so v glavnem spiralasto nameščeni, pogosto pernati, s prilisti, opredeljuje pa jih predvsem zgradba cveta. Cvetovi večinoma 5-števni, močno je izražena tendenca k dvobočni simetriji ("metuljasti" cvet), $K5 C5 A_{\infty-10} \underline{G}1$. Poliandrični cvetovi so pogosto še * (*Mimosaceae*), cvetovi z $A(10)$ pa večinoma metuljasti. Plod je **strok** (glavičast enokarpelni suhi sejalni plod, ki se odpira dorzi- in ventricidno). Predstavniki večinoma s simbiotskimi bakterijami (*Rhizobium*) v koreninskih gomoljčkih. Endosperm skoraj popolnoma reduciran, hranila v kličnih listih.

Poleg metuljnic sodita med stročnice še dve pomembni družini: *Mimosaceae* (mimozovke) in *Caesalpinaceae* (rožičevke). Oboje imajo čašne liste proste, listi so pogosto dvakrat pernati, prve imajo zvezdasto somerne cvetove (npr. *Mimosa*, *Acacia*, *Albizzia*), druge (npr. *Gleditschia*, *Cercis*, *Ceratonia*) pa metuljaste, vendar se od metuljnic razlikujejo po estivaciji: jadro je v popku obdano z vsemi ostalimi venčnimi listi.

Legat listov v popku

Za lego listov cvetnega odeva v popku uporabljamo izraz **estivacija**. Je taksonomsko pomemben znak na nivoju družin ali rodov, vendar pogosto zanemaren ali prezrt. Evolucijsko izvira je **spiralasta** lega, ki jo srečamo (predvsem) pri primarno acikličnih cvetovih in pri kateri je lega venčnih listov v popku enaka kot v cvetu (npr. lokvanj). Pri **imbrikatni** (strehasti) legi je situacija v popku kot pri spiralasti, razvita pa je pri cikličnih cvetovih (npr. rožnice), torej pri odprtem cvetu večinoma ni razločna. Pri **kontortni** legi venčni listi vedno z istim (npr. desnim) robom prekrivajo naslednji venčni list, drugi rob pa je prekrit s sosednjim venčnim listom na drugi strani; tu je torej lega listov že v popku razločno vretenasta (npr. svišč). Razločno vretenasto so nameščeni tudi venčni listi pri **valvatni** in **odprti** legi, pri prvi se z robovi stikajo, pri drugi pa se niti ne stikajo več. Poseben tip estivacije je še **kohlearna**, pri kateri je eden od venčnih listov čisto zunanji, eden od nasproti ležečih čisto notranji, ostali pa se strehasto prekrivajo z robovi (npr. *Fabaceae*).

fam. *Fabaceae* - metuljnice

Metuljnice so ena od večjih in najbolj razširjenih rastlinskih družin (12 000 vrst) zelo bogato zastopana tudi v naši flori (35 rodov, 180 vrst). Listi so enkrat pernato deljeni (lahko tudi dlanasto deljeni ali enostavni), z obstojnimi prilisti, nameščeni spiralasto. List ali posamični lističi so lahko preobraženi v vitice, ali pa odpadejo in njihovo vlogo prevzame zeleno steblo (npr. žuka). Cvetovi so posamič ali združeni v grozdasta socvetja, navadno razločno **metuljasti** (notranja dva venčna lista sta zrasla v "**ladjico**", stranska dva sta "**krili**", srednji (zunaj, navadno obrnjen navzgor) pa "**jadro**"). Čaša je zrasla, zvezdasto somerna ali dvoustnata, ladjica popolnoma obdaja A in G . $A(10)$ ali $(9)+1$, zrasle so le prašnične niti, ki v prvem primeru tvorijo prašnično cev, v drugem primeru je prost prašnik, ki leži pred jadrom. Plod je navadno strok, lahko tudi orešek ali členast plod (ki razpade med semeni). SZ ana- do kampilotropne, bitegmične, mikropila pogosto cikcakasta.

Sistematika metuljnic še ni popolnoma razjasnjena, tako nad nivojem družine (številni avtorji jih združujejo z drugima dvema omenjenima družinama), kakor tudi pod njim (delimo jih lahko v preko 30 tribusov, ki jih različni avtorji različno pojmujejo). Zelo pester je spekter sekundarnih metabolitov, ki služijo predvsem obrambi pred objedanjem. Pri metuljnicah srečamo poleg običajnih repelentov še neproteinske aminokisliline, alkalioide in izoflavonoide.

Razmeroma pogosta je klejstogamija (npr. *Arachis*).

Ena od ekonomsko najpomembnejših družin rastlin. Predvsem so pomembne krmne vrste (npr. lucerna) in oljnice (*Arachis hypogea* - arašidi), vse bolj tudi vrste, katerih semena se uporabljajo v prehrani (grah, fižol, bob, leča, soja). Nekaj nadaljnjih vrst se uporabljajo kot vir lesa, barvil, insekticidov... Pomembna je tudi vloga metuljnic (in drugih stročnic) v naravi, saj s posredovanjem simbiotskih bakterij, ki so sposobne fiksacije dušika, bogatijo tla.

Lotus - nokota: rod z okoli 100 vrstami v zmernih predelih S poloble, pri nas kakih 5 vrst. Zeli s peternatimi listi brez prilistov (dolnji par lističev navadno čisto na dnu lista, izgleda kot prilista), cvetovi v nekajcvetnem kobilastem socvetju, večinoma rumeni, $A(9)+1$, plod je strok. Naša

najpogostejša vrsta je navadna nokota (*L. corniculatus*), ki je pravzaprav le ena od vrst poliploidnega kompleksa *L. corniculatus* agg., ki še ni dokončno preučen.

spo. *Celastranae*

Listi večinoma enostavni, cvetovi *, 4- do 5-števni, prašnikov le še en krog, opazna tendenca od sinkarpne k parakarpni plodnici in tendenca k zmanjševanju števila karpelov in SZ.

o. *Euphorbiales* - mlečkovci

Cvetovi enospolni, G v glavnem iz 3 karpelov, predali navadno s po 1 visečo anatropno, bitegmično SZ

fam. *Euphorbiaceae* - mlečkovke

Zelo pestra družina z okoli 8000 vrstami predvsem v tropskih in subtropskih predelih. Drevesa, ovijalke ali zeli, listi z različno oblikovanimi prilisti ali brez njih, večinoma enostavni in nameščeni spiralasto, socvetja cimozna, močno izražena tendenca k redukciji cvetov. Simetrija cvetov *, P neopazen ali manjka, $A_{\infty-1}$, $\underline{G}(2-4)$, vratovi ločeni. Nucel pogosto izrase skozi mikropilo in pride v stik z izrastkom placente (= **obturatorjem**), kar olajša pot pelodnemu mešičku. Plod je glavica, ki se odpira septi- in dorzicidno, ali pokovec, obstojen le osrednji stebriček. Semena imajo pogosto na mikropili elajosom (**karunkul**), vsebujejo dobro razvit oljni endosperm, ki pogosto vsebuje tudi strupene beljakovine. Družino delimo v več poddružin, ki se razlikujejo po številnih znakih, npr. oblikovanosti in razvitosti mlečnih cevi, tipu poraslosti, razvitosti elajosoma, zgradbi endosperma in tudi po bolj običajnih znakih, kot je zgradba G in razvitost prilistov. Za nas sta zanimivi poddružini, ki imata predstavnike tudi v naši flori:

subf. *Acalyphoideae*: rastline brez mlečka, listi pogosto z žlezami, cvetovi manj reducirani. Pri nas zastopane z golšci (*Mercurialis*).

subf. *Euphorbioideae*: rastline z mlečkom, listi brez žlez, izrazita tendenca k redukciji cvetov. To družino delimo v več tribusov, od katerih nas zanima le t. *Euphorbieae*, katerega predstavnike lahko združimo v enoten rod

Euphorbia (mleček), ki je s skoraj 2000 vrstami tudi največji rod družine. Za mlečke je predvsem značilno socvetje, ki mu pravimo **ciatij**. Ta močno spominja na cvet, saj ima v sredini ženski cvet reduciran do G(3), obdaja pa ga 5 skupin (pri naših vrstah le 5) moških cvetov reduciranih do A1; ti se ne razvijejo hkrati; videz cveta dopolnjuje še ovoj ciatija, nastal z zraščanjem brakteol moških cvetov, ki ima na robu 4 ali 5 ekstrafloralnih nektarijev - medovnih žlez. Te so vrstno značilno oblikovane, navadno ovalne ali polmesečaste.

Mlečke obravnavamo kot rod z več podrodovi (ki jih nekateri avtorji obravnavajo kar kot samostojne rodove). Poglejmo si nekatere od njih:

subg. *Euphorbia*: ta in še nekateri drugi podrodovi mlečkov združujejo stebelne sukulente, ki predvsem v Afriki uspevajo v ekološki niši, ki jo v Ameriki zapolnjujejo kaktusi. Številne vrste gojijo kot okrasne sukulente; te od kaktusov lahko ločimo po mlečku in po trnih, ki so navadno razviti v parih (prilista spremenjena v trne).

subg. *Chamaesyce*: enoletnice z večinoma poleglim stebлом, listi z drobnimi prilisti, cvetovi v nekajcvetnih zalistnih socvetjih. Pri nas okoli 5 naturaliziranih vrst.

subg. *Esula*: enoletnice ali trajnice, listi brez prilistov, cvetovi v razmeroma mnogocvetnih ovršnih socvetjih. Vse naše avtohtone vrste.

Mlečkovke za človeka niso posebej pomembna družina. Nekaj vrst je okrasnih (npr. *Euphorbia pulcherrima*, *E. millii*, *Acalypha* spp. div.), kot zdravilno rastlino pa se uporablja kloščevec (*Ricinus communis*).

spo. *Aralianae*

Cvetovi večinoma *, petštevni, z obstojno razmeroma drobno čašo, odpadljivim vencem, le zunanjim krogom prašnikov in sinkarpno plodnico. Karpelov 2-5, SZ unítegmične, tenuinucelne.

o. *Araliales* - bršljanovci

Listi nameščeni spiralasto, pogosto deljeni, socvetja kobilasta, plodnica podrasla, s po 1 SZ na karpel.

fam. *Araliaceae* - bršljanovke

Družina z okoli 800 vrstami, največjo pestrost dosega v tropskih predelih Azije. Predstavniki večinoma lesnati, listi s prilisti, krpati do deljeni, socvetja ovršna, kobulasta do glavičasta. Običajna cvetna formula je $*K5 C5 A5+0 G(2-5)$, čaša se lahko popolnoma reducira, redko se pojavlja tudi notranji krog prašnikov, plodnica je podrasla, sin- do parakarpna, SZ anatrope. Plod je jagoda, semena imajo dobro razvit oljni endosperm. Številni predstavniki gojeni kot sobne lončnice (npr. *Aralia*), v Evropi le ena samonikla vrsta.

bršljan - *Hedera helix*: lesna vzpenjalka, necvetoči poganjki se z adventivnimi koreninami pritrdijo na podlago, njihovi listi so krpati, cvetoči poganjki poganjajo od podlage in imajo jajčaste liste (**heterofilija**). Bršljan cveti v jeseni, plodovi pa dozorejo preko zime (kar kaže na tropski izvor vrste) in so zgodaj spomladi pomembna hrana za ptice. Bršljan ima pomembno vlogo v ljudskem zdravilstvu (uporablja se ga proti celulitu in proti pijanosti), iz mladih poganjkov pa so pridobivali barvilo.

fam. Apiaceae (=Umbelliferae)- kobulnice

Družina z okoli 3000 vrstami razširjenimi kozmopolitsko, a v glavnem v zmernih predelih severne poloble in v goratih tropskih predelih. Večinoma zeli, redko lesnate rastline z nenavadno sekundarno debelitvijo, številni predstavniki vsebujejo eterična olja (npr. janež, koromač, kumina, koriander), nekateri strupeni zaradi poliacetilenov, redkeje alkaloidov (najbolj znani sta trobelika - *Cicuta virosa* in pikasti mišjak - *Conium maculatum*). Listi nameščeni spiralasto, večinoma pernato ali dlanasto deljeni, listno dno oblikuje razločno listno nožnico, ki obdaja steblo. Socvetja kobulasta, neredko sestavljeni kobuli, poleg cvetov v njih še brakteje pri dnu kobula drugega reda (**ogrinjalo**) in brakteole pri dnu kobulov prvega reda (**kobulčkov**), ki tvorijo **ogrinjalce**. Cvetovi zelo enotno zgrajeni z običajno formulo $*K5-0 C5 A5+0 G(2)$, čaša nerazločna, večinoma popolnoma reducirana, venčni listi razmeroma drobni, razmaknjeni, neredko s kljunastim izrastkom obrnjenim proti sredini cveta, tako kot prašniki kmalu po cvetenju odpadejo, plodnica podrasla, dvopredalasta, vsak predal s po eno visečo SZ. Plod je pokovec, ki ob zrelosti razpade v 2 oreškoma podobna plodiča, osrednji stebriček (karpofor) pa je obstojen.

Kobulnice delimo na tri poddružine, od katerih nas zanimata le dve (tretja: *Hydrocotyloideae* ima večino predstavnikov na južni polobli, pri nas le ena redka vrsta):

- sf. *Saniculoideae*: listi pogosto dlanasto deljeni, kobuli navadno enostavni; pri nas nekaj lahko prepoznavnih razmeroma zgodaj cvetočih gozdnih vrst (tevjje (*Hacquetia eupiactis*), ženikelj (*Sanicula europaea*))
- sf. *Apioideae*: listi navadno pernato deljeni, kobuli večinoma sestavljeni; večina naših težko določljivih kobulnic (za določitev potrebujemo pritlične liste, cvetove in plodove!).

Kobulnice so za človeka razmeroma pomembna družina predvsem zaradi številnih začimb (koriander, kumina, janež, koperc, koromač, peteršilj, korenje, zelena), uporablja se jih tudi kot zelenjavo (fidoči, zelena, korenje), nekaj je okrasnih in strupenih.

Endemizem

Endemit je organizem z razmeroma ozkim območjem razširjenosti. Pogosti so endemiti otokov in njihova številčnost je odvisna od časa prekinjenosti povezave s celino in od oddaljenosti otoka od celine. Jadranski otoki imajo tako zelo malo endemitov (pod 1%), na nekaterih večjih in bolj oddaljenih otokih pa je stopnja endemizma nekaj 10%, lahko tudi preko 50%. Endemiti so seveda tudi vrste, ki so razširjene na razmeroma majhnem območju neke celine. To območje nudi večinoma specifične ekološke razmere, in je od drugih podobnih območij dovolj oddaljeno (npr. gorske verige ali območja s serpentinom), stopnja endemizma pa je tu navadno precej nižja. Seveda je smiselno obravnavati le endemite naravnogeografsko jasno omejenih območij, a ker floristična dela navadno obravnavajo floro v okviru političnih meja, se pogosto govori tudi o endemitih držav. Tako je npr. hladnikovka (*Hladnikia pastinacifolia*) endemit Slovenije, pravilneje pa bi jo bilo opredeliti kot "severnodinarski endemit", podobno pa velja tudi za kranjski jeglič (*Primula carniolica*).

scl. Dileniidae

Po številnih znakih podobne rosidam, razlikujejo se predvsem po nekaterih drugače izraženih tendencah. Tako je npr. razvoj prašnikov v sekundarno poliadričnih cvetovih centrifugalen, tendenca k redukciji enega kroga A je manj izrazita, prav tako je neizrazita tendenca k tvorbi ploščatih in vrčastih cvetišč. Bolj izražene so tendence k cenokarpnemu in podraslemu G, tendenci k redukciji ali k zraščanju C, tendenca od krasinucelne k tenuinucelni in od bitegmične k unitegmični semenski zasnovi. Plodnice so pogosto parakarpne, listi večinoma enostavni. Les večinoma nima več traheid.

spo. *Violanae*

G (2-3), parakakrpen, mnogo bitegmličnih krasinucelnih SZ nameščenih parietalno.

o. *Violales* - vijoličevci

Plodnica nadrasla, cvetovi petštevni.

fam. *Violaceae* - vijoličevke

Družina z okoli 800 vrstami. Opazna tendenca od lesnatih k zelnatim predstavnikom, cvetovi 5-števni, opazimo prehod od zvezdastih k dvobočno somernim, G (3).

***Viola* - vijolica:** najštevilnejši (400 vrst) in tudi naš edini rod te družine. Vijolice imajo pecljate, večinoma enostavne liste z obstojnimi prilisti, cvetovi so posamič v zalistjih, na peclju z dvema predlistoma, cvetna formula: $\downarrow K_5 C_5 A_{5+0} \underline{G}(3)$. Čašni listi z ostrogastimi priveski brez različne funkcije, eden od venčnih listov z ostrogo, ki deluje kot medovnik in vanjo segata bazalna odrastka prašničnih niti (ki pravzaprav izločata nektar). Plod je lokulicidna glavica, semena imajo dobro razvit oljni endosperm, neredko tudi elajosome (**mirmekohorija!**).

Vijolice oblikujejo dve različni skupini: **mačehe** (*Viola* sect. *Melanium*), ki imajo le nektarijalni venčni list obrnjen navzdol, ostale 4 navzgor, cvetovi so pogosto rumeni, in prave vijolice (*Viola* sect. *Viola*), ki imajo 3 venčne liste obrnjene navzdol, dva navzgor in cvetovi niso rumeni.

Določevanje vijolic je precej zahtevno in razlogi za to so različni: nekateri znaki so opazni le pri svežih rastlinah (vonj cveta, barva venca), nekatere vrste se pogosto medsebojno križajo in v začetku, zlasti pa proti koncu cvetenja se neredko razvijajo tudi klejstogamni cvetovi, ki imajo venec zakrnel in po takih cvetovih rastlin skorajda ne moremo določati. Sicer so taksonomsko pomembni znaki znotraj rodu razvitost pritlik ali živic, oblika in dlakavost prilistov, razvitost cvetnega stebela... Ob nabiranju se moramo zato potruditi, da rastline previdno izkopljemo, podatke o barvi venca (in ostroge, ki je neredko drugačna) ter vonju pa si zabeležimo.

o. *Cappar(id)ales* - kaprovci

Zelišča do grmi, ki imajo v tkivu razvite idioblaste z encimom mirozinazo; ta cepi gorčične glikozide, ki se nalagajo v drugih celicah in posledica je pekoč okus (do stika encima z glikozidi pride ob ranitvah tkiva in taka reakcija naj bi bila obramba pred objedanjem ali zajedalci), številne vrste so tudi cianogene.

Poleg križnic v ta red uvrščamo še *Resedaceae* in *Cappar(id)aceae*.

fam. *Brassicaceae* (= *Cruciferae*) - križnice

Srednjevelika (okoli 3000 vrst) kozmopolitska družina, ki doseže največjo pestrost v hladnih in mediteranskih predelih severne poloble.

Zeli (redkeje grmički), listi namešчени spiralasto, enostavni do pernato deljeni, brez prilistov, cvetovi v grozdastih socvetjih brez braktej, navadno dvospolni. Cvetna formula navadno $*K_4 C_4 A_{2+4} \underline{G}(2)$. Zunanja čašna lista neredko z ostrogasto izboklino, venčni listi pogosto oblikovani v žebico (ožji dolnji del) in ploščico (razširjeni vrhnji del), zunanja dva prašnika neredko krajša od notranjih, lahko tudi manjkata, pri dnu prašnikov ali plodnice razvit obročast nektarij, plodnica sinkarpna s parietalno nameščenimi ana- do kampilotropnimi bitegmličnimi SZ, plod je večinoma dvopredalasta glavica, ki se odpira septicidno z dvema loputama, osrednji del (**pretin, replum**) obstojen in na njem obvisijo semena, ta pogosto brez endosperma, rezervne snovi v glavnem kot olja v kličnih listih. Za plod križnic se tradicionalno uporablja izraz **lusk** (če je vsaj 3-krat daljši od svoje širine) ali **lušček** (če je razmeroma krajši) in pri nekaterih rodovih ni več sejalni plod, ampak orešek ali pa členast plod (prečno razpade na koščke, ki vsebujejo po eno seme).

Križnice so razmeroma težavna skupina, saj so si medsebojno zelo podobne in je uporabnih razlikovalnih znakov razmeroma malo. Za klasifikacijo so ključnega pomena plodovi (material brez razvitih plodov navadno ni določljiv), prav tako pa tudi cvetovi (barva in oblika venčnih listov) in vegetativni znaki (oblika listov, olistanost, tipi dlak). Pri številnih znakih je opazna konvergentna evolucija, tako da so za sklepanje o resnični sorodnosti med vrstami uporabni le redki (npr. anatomija semen, lega nektarijev, tipi dlak). Tako tudi sistematika znotraj družine ni jasno znana in številne meje med rodovi so zelo nerazločne, zaradi česar je priznavanje posameznih rodov odvisno od pristopa h klasifikaciji in se med florami lahko precej razlikuje.

Križnice so ena od ekonomsko najpomembnejših družin kritosemenk. Nekaj vrst je pomembnih oljnic (oljna repica), veliko pa tudi zelenjavnic (zelje, ohrovt, koleraba, repa, redkev) in začimb (hren, gorčica).

Umetna selekcija in klasifikacija rastlin

Z umetno selekcijo lahko v razmeroma kratkem času ustvarimo fenotipsko, do neke mere pa tudi genotipsko zelo različne rastline. Najstarejše umetno selekcionirane rastline so verjetno žita, ki so jih vzgojili pred kakimi 10000 leti in so jih nato tisočletja postopno vzgajali v nove in nove oblike. Danes so postopki umetne selekcije zelo pospešeni in nove oblike je moč vzgojiti že v nekaj letih.

Seveda pa se ob taki hiperprodukciji novih različkov uporabnih in okrasnih rastlin pojavi vprašanje o smiselnosti poimenovanja takih novovzgojenih oblik. Mednarodni kodeks botanične nomenklature (ICBN) se s poimenovanjem umetno vzgojenih oblik rastlin ukvarja le bežno in poudarja, da to ni v njegovi pristojnosti. Takim umetno vzgojenim oblikam pravimo **kultivarji**, njihova imena pa se poleg vrstnega imena navajajo v enojnih narekovajih ali s kratico **cv.** npr. *Ipomea purpurea* 'Morning Glory' ali *Solanum tuberosum* cv. Igor. Podrobneje je način oblikovanja in uporabe imen kultivarjev določen s posebnim kodeksom nomenklature gojenih rastlin in mi se s tem ne bomo ukvarjali.

Oglejmo pa si nekaj primerov, ko imajo zanesljivo umetno vzgojene rastline tudi veljavna in uporabljana botanična strokovna imena. Tu gre za stare kulturne rastline, katerih umetno selekcionirani različki so z večsto- ali -tisočletnim gojenjem oblikovali različne skupine podobnih populacij, ki jih lahko obravnavamo kot samostojne podvrste, vrste ali celo rodove. Eden najbolj znanih je primer pšenice (*Triticum*), katere vzgojene oblike razlikujemo od divjih prednikov (*Aegilops* - ostika) na nivoju rodu. Pogosteje stare kultivirane oblike razlikujemo od divjih prednikov na nivoju vrste (npr. *Avena sativa* - navadni oves, njegov divji prednik je *A. fatua* - gluhi oves) ali podvrste (npr. *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* - pesa, divji prednik *B. vulgaris* ssp. *maritima*).

Več o nekaterih kultiviranih križnicah, ki so ena od najpomembnejših zelenjavnih družin starega sveta, si lahko preberete v Proteusu **49** (1-6).

Cardamine - penuša: preko 100 vrst, okoli 40 v Evropi in manj kot 10 v Sloveniji. Listi pernato deljeni, steblo olistano, cvetovi beli do vijoličasti, venčni listi z žebico, plod je lusk. Ena od najbolj opaznih in množičnih naših vrst je travniška penuša (*C. pratensis*), ki cveti aprila in maja po vlažnih travnikih po vsej Sloveniji. Ta "vrsta" je pravzaprav **poliploidni kompleks**, ki združuje več podvrst (ali malih vrst) na različnih ploidnih nivojih (di-, tetra-, heksa-, okta- in dekaploidi). Razlikovanje med temi taksoni je težavno in stari podatki o njihovem pojavljanju so zato nezanesljivi.

Poliploidni kompleksi

Za razliko od živali, pri katerih je **poliploidizacija** (povečanje števila kromosomskih garnitur) redok pojav, je pri rastlinah povečevanje števila kromosomskih garnitur eden od najpomembnejših procesov speciacije in ocenjuje se, da je okoli 1/2 vseh rastlinskih vrst poliploidov.

Do poliploidizacije pride na različne načine, navadno zaradi nepravilnosti pri redukcijski delitvi, katerih rezultat je lahko diploidna gameta. Po združitvi dveh takih gamet je zigota seveda tetraploidna. Rastline, ki imajo pomnožene kromosomske garniture iste vrste, so **avtopoliploidi** in ti ob nastanku navadno niso morfološko različni od normalnih diploidnih vrst. Ker pa jih od teh loči drugačno kromosomsko število, se z njimi ne morejo več uspešno križati in tako se prekine pretok genov med diploidno in avtopoliploidno populacijo iste vrste. Tako nastale avtopoliploidne populacije so torej že ob nastanku po definiciji samostojne vrste (t.i. **nenadna** ali **abruptna speciacija**), vendar se morfološke in ekološke razlike med njimi in izhodiščnimi diploidnimi populacijami oblikujejo šele po mnogih zaporednih generacijah. V nekaterih rastlinskih rodovih prihaja do poliploidizacije razmeroma pogosteje in tako se znotraj njih lahko oblikujejo poliploidni kompleksi, ki so navadno tudi taksonomsko težavne skupine, saj so morfološke razlike med posameznimi ploidnimi nivoji neredko zelo nejasne, ugotavljanje kromosomskega števila pa je razmeroma zamudno in za določevanje neuporabno. V takih primerih si včasih lahko pomagamo z nekaterimi merami, ki so pogosto neposredno odvisne od ploidne stopnje; predvsem uporabni sta velikosti pelodnih zrn in listnih rež.

Alopoliploidi imajo kromosomske garniture različnih vrst, torej je za njihov nastanek nujno križanje. Križanci dveh diploidnih vrst so seveda tudi diploidi, a zaradi nepopolno homolognih garnitur kromosomov, ki jih imajo v celicah, neredko tudi pri njih prihaja do težav pri mejozi, torej je njihova plodnost znižana. V številnih primerih se ta situacija razreši z naknadno podvojitvijo obeh kromosomskih garnitur, rezultat česar je tetraploidna (**alotetraploid**) rastlina z dvema paroma homolognih kromosomskih garnitur, ki je spet normalno plodna. Tako nastalemu alopoliploidu pravimo

tudi **amfidiploid**, saj ima v celicah kompletni diploidni garnituri dveh različnih vrst. Seveda tudi tu lahko govorimo o abruptni speciaciji, saj se novonastala tetraploidna vrsta ne more več uspešno križati z nobeno od diploidnih starševskih vrst (križanci so triploidi, ki so praviloma neplodni).

In kako obravnavamo poliploidne komplekse? Čeprav lahko načeloma govorimo o skupinah vrst, jih zaradi praktičnosti neredko razlikujemo na nižjih taksonomskih nivojih, pogosto na nivoju malih vrst v agregatih, podvrst ali celo samo varietet. Nivo taksonomskega razlikovanja različnih ploidnih stopenj je seveda odvisen od stopnje različnosti, ta pa je pogosto odvisna od starosti poliploidnega kompleksa. Tako je pri nekaterih najmlajših avtopoliploidnih kompleksih, pri katerih uporabnih razlik med posameznimi ploidnimi nivoji (še) ni, tudi kakršnokoli poimenovanje nesmiselno. Po drugi strani pa so nekateri amfidiploidi že ob nastanku razločne vrste (npr. trava *Spartina anglica*, ki je nastala na atlantski obali Anglije kot amfidiploid iz križanca med neko avtohtono in drugo ameriško vrsto).

o. Salicales

edina družina

fam. Salicaceae - vrbovke

Družina z 2 rodovoma in preko 400 vrstami razširjenimi skoraj po vsem svetu. Dvodomna listopadna drevesa ali grmi, Liti so enostavni, spiralasto nameščeni, prilisti razviti, lahko zgodaj odpadejo, rastline entomo- ali anemogamne (kot kaže je entomogamija pri njih sekundarna). Cvetovi združeni v mačičasta socvetja, v njih spiralasto nameščeni v zalistju luskastih podpornih listov. Čaša preobražena v skledičasto tvorbo (*Populus*) ali v 1-5 lusk (*Salix*) in deluje kot medovnik. C0, A2(-5) (*Salix*) ali A ∞ , prašnice se odpirajo z vzdolžnimi režami. Običajno $\underline{G}(2)$, placentacija parietalna, SZ anatrope, unitegmične, številne. Plodnica sinkarpna, iz nje se razvije večinoma dvopredalasta glavica, ki se odpira lokulicidno. Semena imajo nežne laske, ki so derivat funikulusa ali placentne, vsebujejo kratkoživeč kalček s slabo razvitim endospermom z olji. Vrbovke navadno vsebujejo fenolne snovi (npr. salicin), lahko tudi alkaloidne. Pogosta ektomikoriza.

Salix -vrba: večina vrst družine, listi večinoma suličasti do jajčasti, mačice pogosto pokončne in z bolj togo osjo socvetja, podporni listi cvetov enostavni, celorobi, jajčasti, nektarij v obliki lusk, moški cvetovi večinoma z 2 prašnikoma. Težaven rod s številnimi (čez 20) vrstami tudi v naši flori. Razlogov za težko določljivost je več:

- **dvodomnost:** zaradi te imamo pri določevanju konkretne rastline vedno na voljo le cvetove enega spola, število razlikovalnih znakov je tako manjše; določevalni ključi za moške in ženske rastline so praviloma ločeni.
- **cvetenje** večine vrst **pred olistanjem:** posledice so podobne kot pri gornji točki, zato je tudi ključ za določevanje olistanih poganjkov praviloma ločen od ključev za cvetoče poganjke
- **križanje:** medvrstni križanci so razmeroma pogosti na skupnih rastiščih, in ker so ekološke zahteve različnih vrst pogosto podobne, tudi v naravi nanje neredko naletimo; pri križancih je plodnost navadno le neopazno znižana, zaradi česar lahko pride do ponovnega križanja in s tem do postopnega pojavljanja značilnosti neke vrste pri drugi vrsti (**introgresija**).

Populus - topol: okoli 35 vrst, listi večinoma jajčasti do kroglasti, lahko krpasti, mačice viseče, os gibka, podporni listi cvetov nazobčani ali dlanasto deljeni, nektarij čašast, moški cvetovi z 8-30 prašniki. 3 avtohtone vrste, neredko gojene tudi ameriške vrste. Te so podobne črnemu topolu (*P. nigra*), od katerega se razlikujejo po v prerezu okroglem peclju (ne sploščenem), prečno razbrazdani skorji in po spodnji strani svetlejših listih (npr. *P. balsamifera*, *P. trichocarpa*) ali pa imajo po robu togo dlakave liste z žlezami na vrhu peclja (*P. deltoides*). Te vrste se lahko tudi križajo s črnim topolom.

spo. *Primulanae*

o. Primulales - jegličevci

Red s 3 družinami, od katerih je pri nas le 1. Za predstavnike značilna cvetna formula *(C5) A0+5 (G5), plodnica parakarpna, s centralno nameščenimi semenskimi zasnovami.

fam. Primulaceae - jegličevke

Družina z okoli 800 vrstami razširjenimi v glavnem na S polobli.

Zeli, listi večinoma enostavni, nameščeni spiralasto, nasprotno (?) ali v vretencih, brez prilistov, cvetovi večinoma dvospolni, združeni v kobulasta ali vretenasta, lahko tudi glavičasta socvetja ali nameščeni

posamič v zalistjih, Običajna cvetna formula $*K(5) (C(5) A0+5) \underline{G}(5)$. Čaša peterozoba, obstojna, venec vsaj pri dnu zrasel, lahko cevasto-pladnjast, prašniki prirasli v venčno cev, vrat 1 sam, pogosto z glavičasto brazdo, plodnica parakarpna, pri dnu še z vidnimi ostanki sten med predali, s centralno nameščenimi številnimi SZ, te večinoma anatropne, bitegmične. Plod večinoma glavica, ki se odpira z loputami ali s prečno razpoko (s pokrovčkom). Semena z beljakovinskim in masnim endospermom brez škroba. Osnovna kromosomska števila raznolika.

Pri številnih predstavnikih te družine opazimo pojav **heterostilije**.

Družino delimo v več tribusov:

- t. *Primuleae*: venčni listi v popku imbrikatni, plodnica nadrasla, SZ bitegmične, glavica se odpira z loputami, klična lista 2, Rodovi: *Primula*, *Androsace*, *Soldanella*...
- t. *Lysimachieae*: venčni listi v popku konvolutni, plodnica nadrasla, SZ bitegmične, glavica se odpira s pokrovčkom, klična lista 2, Rodovi: *Lysimachia*, *Anagallis*...
- t. *Cyclamineae*: rastline s hipokotilnim gomoljem, venčni listi v popku konvolutni, plodnica nadrasla, SZ kampilotropne, unitegmične, klični list 1, Rodovi: *Cyclamen*, naša edina vrsta *Cyclamen purpurascens*.
- t. *Samoleae*: venčni listi se v popku stikajo, plodnica polpodrasla, SZ bitegmične, klična lista 2, Rod: *Samolus*, naša edina vrsta *S. valerandii*

Primula - jeglič: rod, ki združuje okoli 1/2 vseh vrst družine, pri nas zastopan z 10 vrstami. Steblo neolistano, socvetja vretenčasta ali kobulasta. Heterostilija z dvema tipoma cvetov: razlikujeta se po legi brazde in prašnic ter po velikosti pelodnih zrn in papil na brazdi. Številne vrste imajo moknat poprhl iz flavonov, na katerega so ljudje lahko alergični (6%!).

Avtosterilnost

Večina višjih rastlin ima dvospolne cvetove kar samo po sebi veča verjetnost samooprašitve in kasneje samooploditve (**avtogamije**). Kljub temu pa pri vsaj polovici rastlin do tega ne prihaja.

Mehanizmi, ki preprečujejo (ali natančneje: manjšajo verjetnost pojavljanja) **samooprašitev** so v glavnem enostavno opazni. Lahko gre za razliko v času razvoja med ženskim in moškim delom cveta (če se najprej razvijejo prašniki je to **prot(er)andrija**, če prej pestič pa **protoginija**), lahko gre za strukturo cveta, ki veča verjetnost navzkrižnega (**alogamnega**) opraševanja (npr. **heterostilija**, kar pomeni, da so v populaciji iste vrste razviti genetsko določeni različni tipi cvetov, ki se razlikujejo po legi prašnic in brazd), kar seveda deluje le pri zoogamnih rastlinah, lahko pa gre preprosto za dvodomnost, ki je pri naših vrstah kar redek pojav. Kljub temu pa na brazde pogosto zaide tudi "neprimeren" pelod, torej pelod genetsko identičnega osebka (lahko kar iz istega cveta) ali pelod popolnoma druge (nesorodne) vrste. In v obeh teh primerih lahko številne rastline z **inkompatibilnostnimi** mehanizmi poskrbijo, da tak pelod sploh ne kali ali, da se pelodov mešiček ne razvija dalje. Pojavu, da zaradi inkompatibilnosti ne pride do oploditve z genetsko identičnim (ali zelo ozko sorodnim) materialom, pravimo **avtosterilnost**. Pojav je znan že iz srede 19. stoletja in ocenjuje se, da je avtosterilnih okoli 1/2 vseh rastlinskih vrst.

Poznamo 2 osnovna avtosterilnostna mehanizma:

- **gametofitska inkompatibilnost**: tkivo pestiča zavre in prepreči rast pelodnega mešička skozi vrat. Mehanizem temelji na enakosti nekega alela Sx (za katerega je rastlina praviloma heterozigotna: (SxSy) v genomu pelodovega mešička z enim od obeh alelov istega gena materinske rastline. V primeru identičnosti je rast mešička preprečena.
- **sporofitska inkompatibilnost**: pelodno zrno na brazdi sploh ne kali. Do preprečitve kalitve pelodnega zrna pride v primeru identičnosti dveh alelov (SuSw) med starševskima rastlinama. Tkivo brazde prepozna alela očetovske rastline po snoveh na površini pelodnega zrna (pelodni kit). Pri nekaterih rastlinah je reakcija bolj zapletena in temelji na dominantnosti nekaterih alelov. Pri rastlinah s sporofitsko inkompatibilnostjo se lahko pojavi tudi **heterostilija** (dva različna tipa cvetov pri **distiliji**, npr. trobentica, trije različni tipi cvetov pri **tristiliji**, npr. krvenka).

scl. Cornidae - kornide

Na videz precej heterogena skupina, ki jo družijo le nekaj skupnih znakov: listi večinoma enostavni, večinoma (C), (G), endosperm se razvija celularno, semenske zasnove tenuinucelne, unitegmične. Poleg tega pa tvorijo vsi predstavniki različne iridoide (grenke derivate monoterpena, ki služijo kot obramba pred objedanjem).

Do nedavnega so predstavnike družin obravnavali v okviru rosid, dileniid in lamiid.

spo. *Cornanae*

o. Dipsacales - ščetičevci (nekdaj: *Lamiidae, Gentiananae*)

Ta red lahko vključimo tudi med broščevce. Vanj prištevamo *Sambucaceae* (bezgovke) in *Caprifoliaceae* (kovačnikovke) kot večinoma lesnati skupini in zelnate *Valerianaceae* (špajkovke), *Adoxaceae* in *Dipsacaceae*. Pri prvi družini so plodovi koščičasti, cvetovi * in združeni v pačešuljasta socvetja, pri drugi cvetovi pogosto dvobočno somerni, plodovi pa jagode ali glavice. Špajkovke imajo zmanjšano število prašnikov in plodnih karpelov, tako da je od G3 le en karpel ploden in plod je orešek (tipična **rožka** nastala iz podrasle plodnice in s kodeljico, ki se razvije iz čaše).

fam. Dipsacaceae - ščetičevke

Ščetičevk je okoli 300 vrst v Evraziji in Afriki in največjo pestrost imajo v Srdeozemlju. So zeli ali polgrmiči z nasprotnimi ali vretenasto nameščenimi večinoma enostavnimi ali pernato deljenimi listi brez prilistov. Družina ima šibko dvobočno somerne cvetove združene v glavičasta socvetja (ta so nerazločno cimozna, redkeje racemozna) obdana z ovojkovimi listi (tipičen psevdantij, ki mu lahko rečemo košek). Cvetovi se lahko razvijejo v zalistju podpornih listov na razširjeni osi socvetja. Cvetovi so 4 ali 5 števnih, pogosta cvetna formula je $K\ 10-0\ (C(4/5)\ A(4/5+0))\ G(2)$ podrasla. Pod čašo se razvije še zunanja čaša zrasla iz 4 ovršnih listov cveta. Nektarij se razvije pri dnu vratu, plodnica je enopredalasta z eno samo apikalno anatropno bitegmično SZ. Plod je rožka, na vrhu z obstojnima čašama, ki sodelujeta pri razširjanju. Endosperm oljnat. Pri nas nekaj lahko prepoznavnih rodov.

Knautia - grabljišče: rod z okoli 60 vrstami v Evropi, cvetovi štirištevnih, pri dnu plodu razvit elajosom. Naša razširjena travniška vrsta je *K. arvensis*, njivsko grabljišče, v gozdovih *K. drymeja*. ogrsko grabljišče, ki je v Sloveniji zastopano z vsaj 3 podvrstami.

fam. Adoxaceae - pižmičevke

Družina ima le tri vrste razširjene v zmernih predelih severne poloble, v Evropi le *Adoxa moschatellina* - pižmica. Do nedavnega so tudi drugi dve vrsti uvrščali v isti rod, danes pa je vsaka v svojem rodu in tako sta druga dva rodova družine *Sinadoxa* in *Tetradoxa*. Omejimo se na opis edine naše vrste - navadne pižmice.

Pižmica je zelna trajnica z mesnato podzemsko koreniko z dvoredno nameščenimi luskolisti, v zalistju katerih izraščajo tanke živice. Listi so trojnati, z dlanasto deljenimi lističi, nekaj je pritličnih, dolgopecljatih, dva podobno oblikovana lista pa sta nasprotno nameščena na cvetnem stebelu. Na vrhu stebela je eno samo glavičasto socvetje večinoma iz 5 zelenkastih cvetov na kratkih pecljih; cvetovi ±zvezdasti, $K2-3\ (C(4-5)\ A4-5)\ G(3-5)$, polpodrasla. Čaša je obstojna, venčna cev je kratka, komaj opazna, prašniki so razcepljeni do dna, tako da je videti, kot da bi jih bilo v cvetu dvakrat več, odpadejo skupaj z vencem, ki ima pri dnu nektarij. Plodnica je sinkarpna, v vsakem predalu je po ena viseča anatropna unitegmična semenska zasnova, plod je jagoda, vseh 5 jagod skupaj pa je birni plod. Semena imajo dobro razvit oljni endosperm, razširjajo jih polži (**malakohorija?**), verjetno tudi mali sesalci. Navadna pižmica je razširjena po vsej Sloveniji od nižin do subalpinskega pasu, a zaradi zgodnjega cvetenja in drobne rasti pogosto ostane prezrta in zato je podatkov o njenih nahajališčih pri nas razmeroma malo.

o. Ericales - resovci

Venčni listi zrasli, G sinkarpen, placencija aksilarna, med razvojem cveta pride do menjave lege notranjega in zunanjega kroga prašnikov (obdiplostemonija), prašnice se odpirajo poricidno. Za vse predstavnike značilna obligatna mikoriza.

fam. Ericaceae - (v)resovke

Družina s prek 3000 vrstami v okoli 100 rodovih. Listi enostavni, pogosto **erikoidni** (igličasti, z navzdol zavitim robom, ki prekriva spodnjo povrhnjico), brez prilistov, cvetovi navadno v socvetjih, na peclju z 2 brakteolama, večinoma 5-števnih, prašnične niti pogosto s priveski, prašnice se odpirajo poricidno, pelod v tetradah, nektarij v obliki obroča, ki obdaja plodnico, G (2-10), običajno G(5), nad ali podrasel, plodnica večpredalasta, SZ mnogo, anatropne do kampilotropne, iz nadrasle plodnice se razvije glavica ali sočen plod, iz podrasle pa jagoda. Semena imajo endosperm z olji in beljakovinami. Družino delimo na 3 poddružine, ki se razlikujejo po vegetativnih znakih in po cvetovih:

- sf. *Rhododendroideae*: listi z zavitim robom, a ne igličasti, socvetja večinoma ovršna, venec nikoli vrčast, po cvetenju odpade, pelod navadno z vlakni viscina, plodnica nadrasla, plod je septicidna glavica. *Rhododendron* (sleč).
- sf. *Ericoideae*: listi erikoidni, venec zrasel, obstojen, priveski filamentov so lahko sploščeni, viscinskih vlaken ni, plodnica nadrasla in plod je navadno lokulicidna glavica. *Erica*, *Calluna*.
- sf. *Vaccinioideae*: listi niso erikoidni, viscinskih vlaken ni, plodnica nadrasla do podrasla, plod je lokulicidna glavica ali jagoda. *Vaccinium*, *Arbutus*, *Andromeda*.

Erica- resa: čez 600 vrst, večina v J Afriki, v Evropi 16 vrst, pri nas 1 sama: *E. herbacea* - spomladanska r. Listi po 3 na nodij, socvetja grozdasta, cvetovi kimasti, 4-števni, cvetno odevalo rožnato, čašni listi šilasti, venčni listi zrasli v vrčast venec, iz katerega molijo prašnice in vrat pestiča. Cvetna formula * K4 C(4) A4+4 G(4). Za razliko od večine vresovk, ki so kisloljubne, uspeva spomladanska r. večinoma na karbonatni podlagi; pogosta v združbi z rdečim borom. Pomembna spomladanska čebelja paša.

spo. *Gentiananae*

o. *Gentianales* - sviščevci

fam. *Rubiaceae* - broščevke (lahko *Asteridae*, *Rubiales*)

Družina s čez 10000 vrstami predvsem v tropskih in subtropskih predelih. Predvsem lesnate rastline, nekaj tudi zeli, vsebujejo zelo raznolike repelente, tudi alkaloide (npr. kofein). Listi enostavni, navadno celorobi, nameščeni navzkrižno, z obstojnimi prilisti, ki so medsebojno zrasli ali oblikovani podobno kot listi in tako tvorijo navidezno listno vreteno. Cvetovi navadno dvospolni, združeni v cimozna socvetja, žužkocvetni. Cvetna formula * K_{4/5} (C (4/5) A_{4/5+0}) G(2), podraslo. Čašni zobci so večinoma drobni, obstojni, ali popolnoma reducirani, opazna tendenca k dvobočno somernim cvetovom, prašniki skupaj z vencem po cvetenju odpadejo, nektarij pri dnu vratu, pogosta heterostilija. Plodnica dvopredalasta, vsak predal z 1-več anatropnimi unitegmničnimi SZ nameščenimi aksilarno, funikulus pogosto razvit v obturator. Plod je glavica, jagoda ali pokovec, semena z oljnim endospermom, lahko tudi s škrobom.

Za človeka razmeroma nepomembna: kininovec (*Cinchona*), kavovec (*Coffea*), nekaj vrst z užitnimi plodovi, barvilne rastline (*Rubia*), nekaj okrasnih (*Gardenia*, *Nertera*).

Delimo v več poddružin:

sf. *Rubioideae*: rafidi prisotni, endosperm razvit, laski navadno večcelični, prilisti pogosto prosti, heterostilija, številne zeli. Vse naše predstavnike združujemo v t. *Rubieae* (*Rubia*, *Cruciata*, *Galium*, *Asperula*).

sf. *Cinchonoideae*: rafidov ni, endosperm razvit, laski enocelični, prilisti zrasli, heterostilije ni, večinoma lesnate

sf. *Gnettardoideae*: ni rafidov in endosperma, lesnate...

Broščevke evolucijsko povezujejo redova *Gentianales* in *Dipsacales*, a prehodov ni.

***Galium* - lakota**: več 100 vrst po vsem svetu, zeli, steblo pogosto v preseku štirikotno, listi in prilisti tvorijo vretenca, nekateri predstavniki z visoko vsebnostjo kumarina, ki se razvije šele ob sušenju (odišavljanje pijač, njuhanca), pražene plodove nekaterih so uporabljali kot kavni nadomestek (*G. aparine*), *G. verum* ima cvetove z vonjem po urinu, oprahujejo jo muhe, iz korenike so pridobivali rdeče barvilo. Pri nas okoli 30 vrst.

scl. *Lamiidae* - "lamiide"

Večinoma zeli, cvetovi večinoma petštevni, (K)((C), A_{x+0}), pogosto $\underline{G}(2)$, zvezdasti do somerni, dvospolni, izražene tendence k tvorbi psevdantijev, k zmanjšanju števila prašnikov (A₅→4→2→1), k parakarpni in podrasli plodnici in k parietalni legi semenskih zasnov. Semenske zasnove tenuinucelne, unitegmnične. Pri nekaterih predstavnikih prisotni iridoidi.

Delitev lamiid na redove je precej neenotna, mi se bomo držali Strasburgerja (33. izdaja).

spo. *Solananae*

Cvetovi zvezdasto somerni, 4- do 5-števni, pogosti alkaloidi, iridoidov ni.

o. *Boraginales* - srhkolistovci

SZ atropne.

fam. *Boraginaceae* - srhkolistnice

Zelnate trajnice do enoletnice, pogosto srhko dlakave (±gosto porasle s štrlečimi, razmeroma togimi dlakami) listi večinoma enostavni, spiralasto nameščeni, brez prilistov, cvetovi združeni v cimozna socvetja (pogost vijacek (=monohazij)), *, redko dvobočno somerni, običajna cvetna formula K (5) (C (5) A 5+0) $\underline{G}(2)$. Čaša obstojna, tudi med dozorevanjem plodu zelena, peterozoba do dvodelna, venci z razločno venčno cevjo, v kateri so pogosto goltne luske, barva venca se med cvetjem pogosto spreminja, v venčni cevi prirasli prašniki, pri dnu plodnice ploščat nektarij, vsak od karpelov pestiča vzdolžno predeljen, zato plodnica štiridelna, v vsakem delu po ena SZ, plod razpade v 4 oreškom podobne plodiče. Pogosta heterostilija.

Pulmonaria - pljučnik: evropski rod z okoli 20 vrstami, ki se razlikujejo v glavnem po prisotnosti različnih tipov dlak na različnih delih poganjkov: <0,1 mm dolge koničaste papile, 0,2-0,5 mm dolgi laski, 0,5-2 mm dolge ščetine, okoli 0,5 in 1-3(5) mm dolgi žlezasti laski. Naša najpogostejša vrsta

navadni p. (*P. officinalis*) s srčastim listnim dnom (pegavost listov spominja na pegavost odolelih pluč, zato so ga uporabljali kot zdravilno rastlino).

spo. *Lamianae*

o. Scrophulariales - črnobinovci

fam. Scrophulariaceae - črnobinovke

Družina s prek 200 rodovi in okoli 4500 vrstami razširjenimi po vsem svetu predvsem v zmernih predelih. Zeli, lahko polparaziti ali celo paraziti, listi enostavni, spiralasto ali nasprotno nameščeni, brez prilistov. Cvetovi navadno dvobočno somerni (lahko navidezno zvezdasto), dvospolni, posamič v zalistjih ali v grozdastih do klasastih socvetjih. Pogosta formula K (4-5) (C (4-5) A4-5) \underline{G} (2). Čaša obstojna, venec pogosto dvoustnat, lahko z ostrogo, prašnika neredko le še 2, pri dnu G obročast nektarij, plodnica dvopredalasta, s po več anatrofnimi unitegmičnimi SZ nameščenimi aksilarno, vrat nameščen terminalno. Plod navadno septicidna glavica (lahko se odpira tudi lokulicidno ali poricidno), semena z oljnim endospermom. Pogosto osnovno kromosomsko število $x=6$.

Družino lahko delimo v več poddružin:

sf. *Verbascoideae*: listi nameščeni spiralasto, pogosto A5. *Verbascum*

sf. *Scrophularioideae*: vsaj dolnji listi nameščeni nasprotno, A4. *Linaria*, *Scrophularia*.

sf. *Rhinanthoideae*: listi nameščeni nasprotno, A2-5, številni polparaziti. *Euphrasia*, *Melampyrum*, *Veronica*. Kot kažejo sodobne raziskave, bi lahko velik del predstavnikov (vse (pol)parazite!) te poddružine uvrstili v družino Orobanchaceae, iz katere je znan popolnoma parazitski rod *Orobanche* (pojalnik).

Za človeka je družina kljub svoji velikosti praktično nepomembna. Nekaj okrasnih vrst in zdravilnih zeli (npr. *Digitalis*).

Veronica - jetičnik: okoli 200 vrst zmerne pasu severne poloble, pri nas okoli 30. Venec pladnjast, navadno moder, A2. Vrste ekološko zelo raznolike. Nekaj taksonomsko težavnejših poliploidnih kompleksov. Novejše ugotovitve kažejo, da so jetičnikom najbližje sorodni trpotci, ki so jih doslej dosledno obravnavali kot samostojno družino (*Plantaginaceae*), kaže pa, da je njihova drugačnost povezana le s prilagoditvijo na avtogamno opraševanje. To pravzaprav pomeni, da moramo v širše pojmovano monofiletsko družino trpotčevk uvrstiti tudi jetičnike in nekatere njim sorodne rodove, prav tako pa tudi žabji las (*Callitriche*), doslej obravnavan v okviru samostojne družine.

Parazitske rastline

Parazitizem pri rastlinah je seveda sekundarni pojav. Večji delež parazitskih vrst imajo nekatere tropske in subtropske flore, a tudi v naši flori je parazitov več, kot si predstavljamo. Tu ne gre le za omele (*Viscum*) in predenice (*Cuscuta*), ki različno zajedajo na nadzemnih poganjkih gostiteljskih rastlin, večina naših parazitskih vrst se z gostitelji poveže v rizosferi, zajedajo torej s koreninami in je njihov parazitski značaj zato neopazen. Vseh skupaj je v naši flori približno 80 zajedalskih vrst, kar predstavlja okoli 3% naše flore.

O **polparazitih** govorimo, kadar rastline sicer dobivajo del fotosintatov z zajedanjem na gostitelju, a fotosintetizirajo tudi same, so torej zelene. Mednje lahko tako uvrščamo tudi omelo, poleg nje pa predvsem nekatere predstavnike črnobinovk (npr. rodovi *Rhinanthus*, *Melampyrum*, *Euphrasia*).

Pravi paraziti so prehrabeno popolnoma odvisni od gostiteljskih rastlin, sami ne fotosintetizirajo več in nimajo klorofila. Take so predenice, pojalniki (*Orobanche*), samovratec (*Monotropa*), lusnec (*Lathraea*) in nekatere kukavičnice (*Limodorum*, *Neottia*, *Epipogium*).

o. Lamiales - ustnatičevci

Steblo večinoma štiri robo, listi nasprotni, cvetovi večinoma dvobočno somerni, A 2/4+0 \underline{G} (2), plod razpade v 4 enosemenske oreške.

fam. Lamiaceae (Labiatae)- ustnatice

Družina s kakimi 5500 vrstami razširjenimi po vsem svetu (največja pestrost v Sredozemlju in prednji Aziji). Grmi ali zeli, vsaj mladi poganjki navadno četverrobo, listi večinoma enostavni, brez prilistov, nasprotno in navzkrižno nameščeni. Rastline pogosto porasle z žlezastimi lasmi, ki vsebujejo eterična olja. Cvetovi združeni v navidezna vretenčasta socvetja (v resnici tvorita vsako vretenca dva nasproti ležeča dihajzija), z brakteolami ali brez njih. Cvetna formula večinoma $\downarrow K$ (5) (C(5) A4) \underline{G} (2). Cvetovi

dvobočno somerni, vsaj venec navadno dvoustnat, čaša obstojna, prašniki pogosto dveh dolžin, ležijo pod gornjo ustno, nektariji v obliki krp pri dnu plodnice, plodnica štiridelna (vsak karpel se vzdolžno predeli), vsak del vsebuje po eno anatrofno SZ, ki je nameščena bazalno, razvit obturator. Vrat en sam, leži vzdolž gornje ustne, navadno z dvozobo brazdo. Plod razpade v 4 oreškom podobne plodiče, kalček z malo ali nič oljnega endosperma.

Za človeka razmeroma pomembna družina zaradi vsebnosti eteričnih olj. Številne začimbe, dišavnice in zdravilne rastline (origano, šetraj, timijan, meta, žajbelj, bazilika, sivka, rožmarin, majaron).

Delimo jih na dve poddružini: *Lamioideae*, katere predstavniki so vse naše avtohtone vrste in *Ocimoideae*, ki ima več predstavnikov v subtropskih krajih.

Lamium - mrtva kopriva: rod z okoli 40 vrstami, pri nas okoli 5. Zelnate trajnice do enoletnice, listi po obliki spominjajo na koprivo (*Urtica*), od tod ime. Cvetovi beli ali rožnati, v malocvetnih dihajzjih, venec razločno dvoustnat, spodnja ustna s stranskima priveskoma v obliki zobcev ali filamentov. Plevelna vrsta *L. purpureum* je enoletnica, ki se pogosto množično razvije v hladnem delu leta, neredko je klejstogamna. Naša najpogostejša vrsta *L. maculatum*, ki uspeva predvsem med grmovjem, ob robovih gozdov, na z dušikom bogatih tleh.

Zdravilne rastline, začimbe, dišavnice

Za razliko od zelenjavnih vrst in žit, ki jih je človek v nekajtisočletnem procesu udomačevanja z načrtno in naključno selekcijo zelo predrugačil, so številne zdravilne rastline in začimbe ostale zelo podobne svojim naravnim prednikom. To po eni strani lahko razložimo z manjšo količinsko uporabo teh vrst, po drugi strani pa se pri številnih zdravilnih rastlinah in začimbah uporablja kar celotno zelišče, tako da selekcija, ki bi vodila v smeri opaznejših morfoloških sprememb, niti ni bila smiselna. Glavni razlogi za uporabnost teh vrst namreč tičijo v njihovi notranjosti, predvsem v različnih sekundarnih metabolitih. Če gre tu za lahko zaznavne snovi, kot so eterična olja, grenčine, barviila, si proces uvajanja teh vrst v redno uporabo kaj lahko predstavljamo, precej težje pa si razložimo, kako je človek prišel do spoznanj o uporabnosti nekaterih zdravilnih zelišč. Danes o njihovih učinkovinah in vseh drugih snoveh, ki jih vsebujejo, vemo več in tako so farmacevti in kemiki pri nekaterih zdravilnih rastlinah že zdavnaj izolirali glavne fiziološko aktivne snovi in se jih morda celo naučili umetno izdelovati, pri nekaterih se z izolacijo učinkovin še vedno trudijo, spet drugim znanim zdravilnim zeliščem pa so odkrili toliko škodljivih stranskih učinkov, da se njihovo uporabo zelo omejuje ali celo odsvetuje. Prepričanje, da je vse, kar pride iz narave, dobro, je namreč zelo daleč od resnice.

scl. *Asteridae* - asteride

Po značilnostih podobne lamiidam, nekatere tendence močnejše izražene: K se pogosto preoblikuje in lahko pomnoži, A se lahko (postgenitalno?) s prašnicami zrastejo, (G2-3), plod je glavica ali orešek, pogosta glavičasta socvetja (pseudantiji).

o. *Asterales* (= *Compositae*) - košarnice

Eden najštevilnejših redov s preko 20 000 vrstami razširjenimi po vsem svetu. Večinoma zeli s spiralasto nameščenimi enostavnimi ali pernato deljenimi listi brez prilizov, cvetovi vedno v tipičnih psevdantijih **koških** (glavičasto, večinoma mnogocvetno socvetje na razširjeni osi socvetja sedečih cvetov, ki so vsi skupaj obdani z braktejami (= **ovojek**), pod vsakim cvetom pa je lahko še brakteola (= **krovna luska**)). Srečamo dva tipa cvetov, ki se razlikujeta po zgradbi venca: dvobočno somerni **jezičasti cvetovi** imajo enoustnat venec, katerega ustna je navadno močno jezičasto podaljšana, zvezdasto somerni **cevasti cvetovi** pa imajo enakomerno peterozob venec. Sicer je zgradba cvetov zelo enotna s formulo: $K_{\infty-0} (C(5) A(5)) G(2)$. Čaša je suhokožnata, razvita v obliki laskov ali luske in ji pravimo **kodeljica (papus)**, ima pomembno vlogo pri razširjanju plodov, prašniki imajo proste filamente, prašnice pa so medsebojno zrasle v prašnično cev, plodnica je podrasla, parakarpna, z enim samim vratom z dvodelno brazdo, v plodnici je ena sama bazalno nameščena anatrofna unitegmična SZ in plod je orešek z reduciranim endospermom. Nektarij je razvit pri vrhu plodnice, filamenti prašnic pa so pogosto tigmonastično gibljivi. Ob dotiku opravevalca se skrčijo, s tem potegnejo v cvet prašnično cev, pelod, ki se izloča v njeno notranjost, pa vrat potisne iz cevi. Ker so cvetovi protandrični, se ženski del razvije šele naknadno, ko vrat opravi svojo vlogo izrivanja peloda na površje prašnične cevi. Tedaj šele se receptivna površina brazde razpre (s tem je preprečena predhodna avtogamija) in je na voljo opravevalcem. Krpi brazde se nato postopno polžasto zavijata in proti koncu cvetenja prideta v stik s pelodom iz istega cveta, ki je ostal na površini vratu. Šele zdaj lahko pride tudi do avtogamije.

Plod je orešek, ki mu pri nas navadno rečemo rožka (ahena), vendar se po definiciji ahena razvije iz nadržale plodnice in njej podobnemu plodu nastalemu iz podrasle plodnice pravimo **cipsela** (npr. pri družinah *Dipsacaceae*, *Asteraceae*, *Valerianaceae*).

Za raznolikost in številčnost košarnic naj bi bili zelo pomembni njihovi pestri sekundarni metaboliti, ki delujejo kot repelenti (nekateri se celo industrijsko izkorišča kot insekticide). Med temi so najpomembnejše skupine: poliacetileni, seskviterpenski laktoni, tudi alkaloidi.

Delitev košarnic na nižje taksonomske kategorije je zelo neenotna. Do nedavnega so jih nekateri avtorji delili na dve družini (glej nadaljevanje), vendar je med njima precej prehodnih skupin in je verjetno smiselna obravnava košarnic v okviru ene družine s številnimi tribusi.

fam. *Asteraceae* - nebinovke

Nebinovke imajo v koških vedno cevaste cvetove, le na obrobju koška so lahko razviti tudi jezičasti.

Rastline nimajo mlečka, eksina pelodnih zrn pa je z bodičkami.

Za človeka razmeroma nepomembna družina. Nekaj vrst je okrasnih (astre, gerbere, dalijs, žametnice), nekaj zdravilnih (pelin, arnika, kamilice) ali tudi užitnih (artičoke). Edina industrijsko pomembna vrsta je sončnica (*Helianthus annuus*), iz katere pridobivajo olje.

fam. Cichoriaceae - radičevke

Radičevke imajo koške sestavljene le iz jezičastih cvetov, pogosto imajo mleček, pelodna zrna pa imajo poleg bodičk tudi (ali samo) grebenčke. Kot kažejo novejšje raziskave, so radičevke parafiletska skupina, iz katere so se razvile tudi nebinovke. Med tako obravnavane radičevke moramo vsekakor uvrstiti tudi nekatere predstavnike s cevastimi cvetovi, npr. tribus *Cardueae* (osati, bodaki...).

Tudi radičevke za človeka nimajo velikega pomena. Nekaj vrst se uporablja kot solato (*Lactuca*, *Cichorium*, *Taraxacum*), nekatere imajo užitne korene.

Taraxacum - regrat: eden od taksonomsko težavnejših rodov, ki ima nekaj 10 do nekaj 100 vrst (odvisno od podrobnosti obravnave). Težavnost je povezana predvsem z apomiktičnim razmnoževanjem, zaradi katerega nastane cela serija "malih vrst" (**agamospecies**). Tudi naša najpogostejša vrsta *T. officinale* predstavlja pravzaprav agregat z nekaj 10 malimi vrstami, a v Sloveniji ta rod še ni bil podrobneje preučen. Sicer je rod enostavno prepoznaven po neolistanem stebelu in rumenih cvetovih brez krovnih listov, plodovi pa se ob zrelosti podaljšajo v kljunec, ki nosi enostavne laske kodeljice (celotnemu zrelemu košku pravimo po domače "lučka"). Uporaben za solato, za "med" in "vino", blagi diuretik.

Apomiksa

Z izrazom apomiksa v najširšem pomenu lahko označujemo kakršnokoli nespolno razmnoževanje, vključno z vegetativnim. V ožjem smislu pa pojem uporabljamo za "prikrito spolno razmnoževanje" pri katerem nastajajo normalna semena ne da bi pred tem prišlo do oploditve. Tako ozko pojmovani apomiksi pravimo **agamospermija**. Normalno razvit kalček v semenu pri apomiktičnih rastlinah lahko nastane direktno iz diploidnega tkiva materinske rastline (t.i. **adventivna embrionija**), ali pa zaradi sprememb v mejotskem procesu pride do nastanka diploidne jajčne celice (diplosporija, anevsporija) in se kalček razvije iz nje. Pri **anevsporiji** ob nastanku megaspore ne pride do popolne redukcijske delitve, zato je megaspore diploidna (npr. *Taraxacum*) in iz nje se direktno razvije kalček. Pri **diplosporiji** pa se kalček razvije neposredno iz materinske celice megaspore.

V okviru apomikse lahko omenimo še **aposporijo** in **apogamijo**, pri prvi se gametofit razvije direktno iz tkiva sporofita, pri drugi pa sporofit direktno iz tkiva gametofita in v nobenem primeru ne pride do spremembe števila kromosomskih garnitur v celicah. Na ta način lahko nastanejo skupine poliploidov (npr. *Dryopteris affinis* agg.), pogosteje pa aposporija in apogamija nastopata družno in sta tako "gametofitska" in "sporofitska" generacija povezani z vegetativnim razmnoževanjem.

Agamospermija se pogosteje pojavlja pri poliploidih, ki se s tem verjetno nekako izognejo morebitnim težavam pri nastanku gamet, nekateri apomikti imajo tudi liho število kromosomskih garnitur (so npr. tri- ali pentaploidi). V mikroevolucijskih procesih apomiksa pogosto povzroči nastanek taksonomsko zelo težko obvladljivih skupin, ki jih tvorijo medsebojno malo različne populacije, ki pa so zaradi apomikse genetsko izolirane in se postopno razvijajo vsaka v svojo smer. Take težavne skupine vrst so npr. v rodovih plahitic (*Alchemilla*), robid (*Rubus*), regratov (*Taraxacum*).

Moderna klasifikacija dvokaličnic

Pri nekaterih družinah je bilo že omenjeno, da je njihov sistematski položaj nedorečen in, da jih lahko uvrstimo tudi v druge višje taksonomske enote. V zadnjih nekaj letih pa je "nestabilnost" sistema nad nivojem družin še bolj izrazita, saj predvsem na podlagi rezultatov analiz genoma stalno prihajajo do novih spoznanj o medsebojni sorodnosti posameznih družin. Tako je močno vprašljivo, ali je nek "nov" sistem sploh smiselno oblikovati, ali bi bilo morda bolje počakati, da bo evolucija živega sveta dovolj dobro znana in bo na podlagi tega narejen nov, splošno sprejemljiv naravni sistem. To se bo verjetno zgodilo v bližnji prihodnosti, verjetno v kakem desetletju. Zaenkrat je eden najnovejših sistemov tisti, ki ga ponuja Ehrendorfer v zadnji (34.) izdaji "Strassburgerja" iz leta 1998.

V nadaljevanju so v njem omenjene le družine, ki imajo predstavnike v naši flori, ali so splošno znane. Pozorni bodite na dejstvu, da so dvokaličnice razdeljene v dva razreda enakovredna razredu enokaličnic in, da je položaj številnih družin še vedno nedorečen ("o. indet.").

"Dicotyledones"**cl. Magnoliopsida s. str. (=Magnoliatae s. str.)**

scl. Magnoliidaeo. *Magnoliales*: *Magnoliaceae*o. *Lurales*: *Lauraceae***scl. indet.**o. *Piperales*: *Piperaceae*o. *Aristolochiales*: *Aristolochiaceae***scl. Nymphaeidae**o. *Nymphaeales*: *Nymphaeaceae*o. *Ceratophyllales*: *Ceratophyllaceae***cl. Rosopsida****scl. Ranunculidae****spo. Ranunculanae**o. *Ranunculales*: *Ranunculaceae*, *Berberidaceae*o. *Papaverales*: *Papaveraceae*, *Fumariaceae***spo. indet.**o. *Platanales*: *Platanaceae*o. *Buxales*: *Buxaceae***scl. Caryophyllidae****spo. Caryophyllanae**o. *Caryophyllales*: *Caryophyllaceae*, *Phytolaccaceae*, *Cactaceae*, *Portulacaceae*, *Chenopodiaceae*, *Amaranthaceae***spo. Polygonanae**o. *Polygonales*: *Polygonaceae*,o. *Plumbaginales*: *Plumbaginaceae*o. *Nepenthales*: *Droseraceae*, *Tamaricaceae***scl. Rosidae s. lat.****spo. Saxifraganae**o. *Hamamelidales*: *Hamamelidaceae*o. *Dilleniales*: *Paeoniaceae*o. *Saxifragales*: *Grossulariaceae*, *Crassulaceae*, *Saxifragaceae*, *Haloragaceae***spo. Rosanae**o. *Cunoniales*: *Staphyleaceae*, *Oxalidaceae*o. *Geraniales*: *Geraniaceae*o. *Rosales*: *Rosaceae***spo. Rhamnanae**o. *Rhamnales*: *Rhamnaceae*o. *Elaeagnales*: *Elaeagnaceae*o. *Vitales*: *Vitaceae***spo. Faganae**o. *Fagales*: *Fagaceae*, *Betulaceae* s. lat.o. *Juglandales*: *Juglandaceae*,o. *Myricales*: *Myricaceae***spo. Urticanae**o. *Urticales*: *Urticaceae*, *Ulmaceae*, *Moraceae*, *Cannabaceae***spo. Fabanae**o. *Fabales*: *Fabaceae*, *Mimosaceae*, *Caesalpinaceae*o. *Polygalales*: *Polygalaceae***spo. Cucurbitanae**o. *Cucurbitales*: *Begoniaceae*, *Cucurbitaceae***spo. Myrtanae**o. *Myrtales*: *Myrtaceae*, *Punicaceae*, *Onagraceae*, *Lythraceae*, *Trapaceae***spo. Rutanae**o. *Rutales*: *Rutaceae*, *Simaroubaceae*,o. *Anacardiales*: *Anacardiaceae*

o. *Sapindales*: *Hippocastanaceae*, *Aceraceae*, *Zygophyllaceae*

spo. Capparinae

o. *Capparales*: *Capparaceae*, *Brassicaceae*, *Resedaceae*

o. *Tropaeolales*: *Tropaeolaceae*

spo. Malvanae s. lat.

o. *Cistales*: *Cistaceae*

o. *Malvales*: *Malvaceae*, *Tiliaceae*

o. *Thymelaeales*: *Thymelaeaceae*,

spo. Violanae

o. *Guttiferales*: *Chusiaceae* (incl. *Hypericaceae*)

o. *Violales*: *Violaceae*, *Salicaceae*

o. *Linales*: *Linaceae*

o. *Euphorbiales*: *Euphorbiaceae*

spo. Celastranae s. str.

o. *Celastrales*: *Celastraceae*, *Parnassiaceae*

spo. Santalanae

o. *Santalales*: *Santalaceae*, *Loranthaceae*, *Viscaceae*

scl. Asteridae s. lat.

spo. Cornanae

o. *Cornales*: *Cornaceae*, *Hydrangeaceae*

spo. indet.

o. indet: *Aquifoliaceae*

spo. Theanae

o. *Theales*: *Theaceae*

spo. Ericanae

o. *Ericales*: *Ericaceae*, *Empetraceae*, *Pyrolaceae*, *Monotropaceae*

spo. Primulanae

o. *Primulales*: *Primulaceae*

spo. indet.

o. *Balsaminales*: *Balsaminaceae*

spo. Gentiananae

o. *Gentianales*: *Gentianaceae*, *Apocynaceae*, *Asclepiadaceae*, *Rubiaceae*

spo. Solananae

o. *Solanales*: *Solanaceae*, *Convolvulaceae*, *Cuscutaceae*

o. *Boraginales*: *Hydrophyllaceae*, *Boraginaceae*

spo. Lamianae

o. *Oleales*: *Oleaceae*

o. *Scrophulariales*: *Scrophulariaceae*, *Globulariaceae*, *Orobanchaceae*, *Plantaginaceae*, *Lentibulariaceae*, *Callitrichaceae*

o. *Hippuridales*: *Hippuridaceae*

o. *Lamiales*: *Lamiaceae*, *Verbenaceae*

spo. Dipsacanae

o. indet: *Sambucaceae*, *Viburnaceae*, *Adoxaceae*

o. *Dipsacales*: *Caprifoliaceae* s. str., *Valerianaceae*, *Dipsacaceae*

spo. Aralianae

o. *Araliales*: *Araliaceae*, *Apiaceae*

spo. Asteranae (=Asteridae s. str.)

o. *Campanulales*: *Campanulaceae*, *Lobeliaceae*, *Menyanthaceae*

o. *Asterales*: *Asteraceae* (incl. *Cichoriaceae*)

cl. *Liliatae* (= *Monocotyledonae*)- enokaličnice

Skupina z okoli 70000 znanimi vrstami, med njimi so trave, palme, orhideje.

značilnosti enokaličnic:

življenske oblike: večinoma zeli, lesni predstavniki s posebnimi tipi sekundarne debelitve

ožiljenost listov: vzporedna (več \pm enakovrednih vzporedno potekajočih žil, ki pa so lahko povezane s tanjšimi prečnimi žilami (= **anastomozami**))

število ključnih listov: večinoma 1

zgradba cvetov: večinoma 3-števni

ekologija: veliko vodnih predstavnikov (med drugim edine podmorske cvetnice), sicer naseljujejo vse niše skupaj z dvokaličnicami

pomen: najpomembnejše enokaličnice so trave (žita, bambus, sladkorni trs in krmne vrste), precej ekonomsko zanimivih vrst tudi v drugih družinah, zlasti med palmami (olje, vlakna, sadeži); enokaličnice so tudi bananovec (*Musa paradisiaca*), kana (*Canna*), vanilija (*Vanilla planifolia*), beluš (*Asparagus*), aloja (*Aloe*), čebula in sorodstvo (*Allium*), ingver (*Zingiber officinale*); številne okrasne rastline.

scl. *Liliidae*

Za razliko od horikarpnih alismatid imajo liliidae cenokarpno plodnico, v povezavi z zoogamijo so pri nekaterih skupinah razviti zigomorfni cvetovi in podrasla plodnica, plodovi so glavice, jagode, a tudi oreški. Izvirna cvetna formula je $*P_{3+3} A_{3+3} \underline{G}_{(3)}$, znotraj skupine pa opazimo tendence k zigomorfni cvetovom, zraščanju ali redukciji P, redukciji notranjega kroga A in nadaljnjemu zmanjševanju števila prašnikov do 2 ali 1, v plodnici pa se manjša število karpelov (do $G_{(2)}$) in semenskih zasnov do ene same. Nekaj predstavnikov tudi lesnatih.

spo. *Liliana* (= *Liliaceae* sensu latissimo)

Predvsem zelnate trajnice z gomolji, čebulami ali koreniki, večinoma * cvetovi, cvetno odevalo iz dveh \pm enakih barvitih krogov, opazna tendenca k redukciji notranjega kroga A, G sinkarpna, placencija aksilarna, endosperm brez škroba, z rezervno celulozo, beljakovinami in/ali maščobami. Izvirna cvetna formula: $*P_{3+3} A_{3+3} \underline{G}_{(3)}$. Listne reže brez spremljevalk.

Večino predstavnikov tega nadredu so do nedavnega obravnavali v okviru družine lilijevk (v najširšem pomenu te besede), kot znake, dovolj pomembne za razlikovanje med družinami, pa so vzeli le nekatere, npr. podraslo plodnico (*Amaryllidaceae* in *Iridaceae*). Če pa za razlikovanje uporabimo tudi druge znake in uporabimo **fenetske metode** klasifikacije, dobimo precej drugačen sistem, ki so ga potrdile tudi kasnejše biokemijske in genetske raziskave. Tako danes nekdanjo družino delimo celo na več redov s številnimi družinami, do podobnega cepljenja pa prihaja tudi na nivoju rodov in vrst. Analiza genoma in **kladistične metode** pa nam lahko evolucijo razložijo še podrobneje in rezultat takih raziskav je sistem predstavljen na koncu poglavja.

Fenetske metode klasifikacije

Fenetske metode klasifikacije temeljijo na ugotavljanju fenotipske podobnosti med preučevanimi osebkami (oziroma taksoni). Enotam, ki jih želimo klasificirati, pravimo **operativne taksonomske enote** (=operational taxonomical unit = **OTU**) in te so lahko posamezni osebki, populacije ali višje taksonomske kategorije.

V začetku obdelave skupine se odločimo za **znake** (=characters), katerih **stanja** (=character state) bomo pri posamezni OTU ugotavljali. Ti znaki so lahko **kvantitativni** (merski, npr. velikost rastline, ali števnji, npr. število venčnih listov) ali **kvalitativni**. Kvalitativni znaki so lahko **binarni** (imajo le dve stanji) ali z več stanji, slednji pa imajo stanja lahko **neurejena** (npr. beli/rumeni/rdeči cvetovi) ali **urejena** (**ordinirana**, dlake goste/redke/raztersene/manjkajo). Ko začnemo z analizo, moramo tudi natančno definirati pomene posameznih stanj znakov.

Po končani obdelavi materiala dobimo kot prvi rezultat preglednico v kateri so za vsak OTU ugotovljena stanja posameznih znakov. Taka preglednica je pravzaprav vstopna matrika za nadaljnjo **multivariatno analizo**, ki je navadno računalniška, vsak OTU pa si lahko predstavljamo kot točko v večrazsežnem (=multidimenzionalnem) prostoru (število dimenzij je enako številu izbranih znakov), katere lega je določena s stanji znakov.

Nadaljnja analiza se navadno začne z izračunavanjem medsebojne **podobnosti** vseh možnih parov OTU. Podobnost lahko računamo na različne načine (korelacija, kovarianca), v glavnem pa gre za nekakšen delež stanj skupnih obema primerjanima OTU.

Klusterska analiza (=cluster analysis) nam na podlagi medsebojne podobnosti OTU grupira, in rezultat je navadno drevesasto razrasel **fenogram**, v katerem je stopnja podobnosti med OTU prikazana z oddaljenostjo najbližje skupne razvejitve.

Analiza glavnih komponent (=principal component analysis =PCA) poišče nove dimenzije, ki so kombinacija izhodiščnih, izbere pa jih tako, da se v njih OTU kar najbolj razlikujejo. Rezultat je točkovni graf, osi predstavljata novi dimenziji, točke posamezne OTU, z vektorji pa so na grafu prikazane tudi projekcije izhodiščnih dimenzij na nove osi. Bližina točk nam kaže podobnost med OTU, kot med vektorji in novimi osmi pa podobnost med dimenzijami.

S pomočjo **diskriminantne analize** iščemo dodatne razlike med skupinami OTU, ki jih določa nek "močnejši" in zanesljiv kriterij (npr. disjunktnost arealov, kromosomsko število, čas cvetenja).

Končne rezultate fenetskih analiz lahko interpretiramo tudi v obliki klasifikacije, ob tem pa se moramo zavedati predpostavk, na katerih je analiza temeljila, ki pa večinoma niso skladne s predpostavkami, na katerih temelji naravna klasifikacija:

- fenetske metode obravnavajo načeloma vse znake kot enako pomembne (pripisujejo jim enako težo), zato veliko število znakov, ki so lahko zelo variabilni tudi znotraj OTU, lahko precej popači rezultate
- šele z uporabo velikega števila na različne načine ugotovljivih znakov (anatomskih, fizioloških, ekoloških, karioloških, mikro- in makromorfoloških) postanejo rezultati fenetske analize resnični pokazatelji sorodnosti med OTU in ne le njihove fenotipske podobnosti
- končni rezultat fenetskih (in na splošno drugačnih od že preizkušenih) metod so uporabni le, če potrjujejo že obstoječo klasifikacijo; če se rezultati, dobljeni z različnimi metodami, bistveno razlikujejo, iz tega ne izvemo veliko uporabnega (neujemanje rezultatov kaže le na to, da je pravilna kvečjemu ena od predlaganih hipotez, nič pa ne vemo, katera)

o. *Asparagales* - beluševci

Za beluševce so značilni septalni nektariji, plodovi so jagode (*Convallariaceae*) ali lokulicidne glavice, testa navadno črna, suha.

fam. *Hyacinthaceae* - hijacintovke

so zelnate trajnice s čebulico, socvetja razločno grozdasta, plodnica nadrasla.

***Ornithogalum* - ptičje mleko**: rod z okoli 120 vrstami; predstavniki vsebujejo alkalioide, tudi kolhicin, nekateri zato strupeni, a tudi užitni (npr. čebulice *O. umbellatum*, mlada stebela *O. pyrenaicum*). Pri nas nekaj vrst, najpogostejše kobulasto ptičje mleko (*O. umbellatum*).

***Scilla* - morska čebulica**: okoli 80 vrst zmernih predelov Starega sveta. Perigon prost, navadno moder, plodne glavice obležijo na tleh in semena razširjajo mravlje. Naša najpogostejša vrsta je dvolistna morska čebulica (*S. bifolia*).

***Muscari* - hrušica**: rod z okoli 30 vrstami Sredozemlja in Evrazije, perigon zrasel, jajčast ali čašast, proste krpe zelo kratke, prašniki prirasli na perigonovo cev, socvetja razmeroma gosta, v vrhnjem delu z jalovimi, pogosto bolj barvitimi cvetovi; plod trikotna glavica s po dvema semenoma v vsakem predalu; lahko vsebujejo kolhicin, iz nekaterih vrst ekstrahirajo eterična olja. Pri nas 3-4 vrste, pogostejše na Primorskem.

fam. *Alliaceae* - lukovke

Lukovke so zelnate trajnice s čebulico, plod je glavica, socvetja kobulasta, plodnica nadrasla, značilen vonj po česnu imajo zaradi z žveplom bogatega eteričnega olja (?).

***Allium* - luk**: rod z okoli 700 vrstami severne poloble. Številne vrste se razmnožujejo tudi vegetativno s tvorbo čebulic pri dnu glavne čebule ali v socvetju (nekateri vrste imajo lahko populacije, ki sploh nimajo več cvetov, kar otežuje določanje). Številne več tisočletij stare kulturne in okrasne vrste: por (*A. porrum*, prevretek so uporabljali za umivanje šip, odganjal naj bi muhe, valižanski nacionalni simbol), čebula (*A. cepa*, veliko različnih kultivarjev, med drugimi šalotka), česen (*A. sativum*, odganja zle duhove ipd.), drobnjak (*A. schoenoprasum*), pogosto se uporablja tudi divji čemaž (*A. ursinum*).

fam. Amaryllidaceae - narcisovke

Podobno kot prejšnja družina imajo čebulico, socvetje je cimozno, plodnica podrasla. **Galanthus - mali zvonček**. Čez 10 vrst v zahodni Evraziji, notranji krog perigonovih listov razločno krajši in drugače oblikovan od zunanjšega, z nektariji, prašnice poricidne, semena z elajosomom, razmašajo jih mravlje. X=12.

Leucojum - veliki zvonček (kronica, norica): okoli 10 vrst v Evropi in Sredozemlju, vsi listi perigona ±enaki, semena z elajosomom (*L. vernum*, mirmekohorija) ali aerenhimsko eksotesto (*L. aestivum*, hidrohorija). X= 7-11

o. Liliales - lilijevci

Nektar se izloča pri dnu listov cvetenega odevala ali prašnikov, plodovi so septi- ali lokulicidne glavice, testa ni črna, včasih s sarkotesto, pogosto prisotni strupeni alkaloidi (*Colchicaceae: Colchicum* - podlesek).

fam. Liliaceae - lilijevke

Plodnica nadrasla, čebulice, steroidni alkaloidi, *, A3+3.

Erythronium - pasji zob: rod z nekaj 10 vrstami severne poloble, naša edina vrsta *E. dens-canis*: v zemlji ima podolgovato čebulico, iz katere požene navadno eno steblo z dvema suličastima lisastima listoma in škrlatno rdečim kimastim cvetom z nazaj zavihanimi listi perigona, notranji perigonovi listi imajo pri dnu razločne žlebaste nektarije; ponekod v Aziji uporabljajo njegovo čebulico kot vir škroba (za špagete, pecivo), jedo pa tudi kuhane liste.

Gagea - pasja čebulica: rod z okoli 70 vrstami zmernih predelov, poleg pritličnih črtalastih listov razvitih še nekaj ovršnih listov pri dnu kobulastega socvetja, cvetovi rumeni ali zelenkasti, nektariji pri dnu listov perigona (?). Pri nas nekaj vrst, najpogostejša *G. lutea*.

fam. Iridaceae - perunikovke

Plodnica podrasla, A3+0, opazna tendenca k dvobočno somernim cvetovom.

Crocus - žafran: rod z okoli 80 vrstami Starega sveta. Zelnate trajnice s podzemnim gomoljem, lahko tudi s stranskimi gomolji, vsako leto dno stebela odebeli v nov gomolj, stari propade in kontraktilne korenine potegnejo rastlino globlje, steblo zelo kratko, tako da so tudi plodnice cvetov pod površino zemlje, perigonova cev dolga, na vrhu s 6 podolgovatimi krpami, prašniki prirasli v perigonovi cevi; listi le pritlični, črtalasti, socvetje pri dnu obdano z luskasto spato; v slabem vremenu in ponoči se cvetovi zapirajo. Naša najpogostejša vrsta je *C. neapolitanus*, navadni žafran, ki ima navadno en sam vijoličast cvet v katerem brazda presega prašnike. *C. sativus* je triploid, ki ga razmnožujejo vegetativno, njegove brazde pa uporabljajo kot barvilo za hrano (miljon brazd je potrebnih za kilogram droge, od tod reklo "drag kot žafran"); danes kot nadomestek žafrana uporabljajo večinoma vence košarnice barvilnega rumenika (*Carthamus tinctorius*) in tej drogi pravijo žafranika.

o. Orchidales - kukavičevci

Edina družina:

fam. Orchidaceae - kukavičevke, orhideje

Ena največjih družin s čez 20000 vrstami, ki dosežejo največjo pestrost v tropskih predelih. Cvetovi so zigomorfní, P 3+3 A 2-1 G (3), podrasla.

Kukavičnice so zelnate trajnice, navadno s stebelnimi ali koreninskimi gomolji, vsebujejo idioblaste z rafidi, pogosti so alkaloidi, številne vrste imajo **CAM metabolizem** ("**kisla presnova tolstolistnic**", poseben tip skladiščenja CO₂, ki pomeni prilagoditev na tople in suhe razmere). Živijo v obligatni mikorizi (seme brez inokulacije z ustrezno glivo sploh ne more vzkaliti), listi so enostavni, pogosto nekoliko mesnati, z dnom navadno obdajajo steblo. Cvetovi so združeni v grozdasta socvetja, kjer se razvijajo v zalistju podpornih listov. Cvetno odevalo je iz dveh ±barvitih krogov s po 3 listi, srednji list notranjšega kroga ima navadno ostrogo in je največji (**medena ustna, labellum**). Medovniki so razviti v ostrogi, pri vrhu plodnice ali zunaj cvetov. Od prašnikov sta ostala le še dva ali 1 in ti skupaj z vratom plodnice oblikujejo strukturo imenovano **ginostemij**; pelod je v tetradah, v posamezni polprašnici se zlepi v kupček (=polinij), ki ima pri dnu na peceljčku (=kavdikula) **lepljivo ploščico** (tej celoti pravimo **polinarij**), pod njo pa je t.i. **rostelum**, luska, ki preprečuje samooprašitev. Plodnica je parakarpna, vsebuje številne drobne parietalno nameščene anatropne bitegmične semenske zasnove, ki se dokončno razvijajo šele po cvetenju. Plod je glavica, ki se odpira septicidno z vzdolžnimi režami, poleg semen pa pogosto vsebuje še higroskopsko gibljive laske. Med razvojem cveta se cvetna os

večinoma zasuka za 180° (**resupinacija**), tako da pride medena ustna iz zgornje (**adaksialne**) v spodnjo (**abaksialno**) lego.

Kukavičnice delimo v 3 poddružine:

subf. *Apostasioideae*: cvetovi skoraj *, A 1+2, le nekaj tropskih vrst;

subf. *Cypripedioideae*: cvetovi razločno dvoustnati, A 0+2, pravi polinariji redki; 4 rodovi, pri nas le zavarovana vrsta *Cypripedium calceolus* - lepi čeveljc.

subf. *Orchidoideae*: cvetovi dvoustnati, A 1+0, razviti polinariji, pogosta apomiksa; najštevilnejša poddružina.

Kukavičnice naseljujejo različne ekološke niše, le vodnih in slanoljubnih ni. Tudi pognojenih tal ne prenašajo. Poleg terestričnih vrst je v tropih veliko število epifitov, nekatere pa so drugotno postale mikotrofni paraziti (npr. gnezdoznica - *Neottia nidus-avis*).

Pri nas srečamo kukavičnice na različnih pustih rastiščih od suhih travnikov preko vlažnih travnikov, gozdov do alpskih trat. Najbolj ogrožene so vrste suhih in vlažnih travnikov, saj intenzivno kmetijstvo po eni strani košnje takih površin opušča (zaraščanje pa pomeni odmiranje svetloлюбnih vrst), po drugi strani pa jih spreminja v intenzivne travnike (melioracija, gnojenje).

Opraševalci kukavičnic so pogosto zelo ozko specializirani, tako npr. vrste rodu *Ophrys* (mačje uho) oprašujejo samci določenih vrst kožokrilcev, saj medene ustne spominjajo na samice istih vrst (**pseudokopulacija!**). Ob uspešnem obisku cveta se na telo opraševalca zalepi lepljiva ploščica (nekatero vrsto polinarije izstrelijo) in, ko cvet zapusti, odnese s seboj polinarij. Pecelj polinarija se v nekaj nadaljnjih sekundah ukrivi in tako pride polinij v lego, primerno za oprašitev naslednjega obiskanega cveta. Poleg žuželk oprašujejo nekatere orhideje celo netopirji in žabe.

Oploditev je pogosto precej zakasnjena (celo več mesecev), neredko sploh ne pride do dvojne oploditve in tako endosperm ni razvit. Semena so zelo drobna in popolnoma brez rezervnih hranil, znotraj teste je le kalček brez kličnega lista in korenice, tako da se kalček prve dni rasti prehranjuje mikotrofno.

Meje med vrstami in tudi rodovi kukavičnic so genetsko razmeroma slabo določene in zaradi tega so pogosti križanci. To je zlasti zanimivo za vrtnarsko industrijo, ki načrtno križa tropske orhideje, tako da dnevno "proizvedejo" 5 novih križancev, tako da so najbolj "skrižani" od njih tudi potomci 20 vrst iz 5 rodov.

Za človeka so kukavičnice pomembne predvsem kot okrasne rastline, mlade plodove rodu *Vanilla* se uporablja za odišavljanje slaščic, koreninski gomolji nekaterih vrst pa so užitni.

Križanje

O križanju (**hibridizaciji**) govorimo lahko, kadar pride do oploditve med rastlinama iz različnih populacij, navadno pa uporabljamo ta izraz predvsem pri oploditvi med rastlinama različnih vrst (medvrstni križanci = **interspecijski hibridi**) ali rodov (medrodovni križanci = **intergenerični hibridi**). Oprašitev rastlin s tujerodnim pelodom je običajen pojav, vendar pa se že na brazdi večina tujega (nesorodnega) peloda ne razvije, ali pa je preprečena rast pelodnega mešička skozi tkivo vratu. Le ob oprašitvi z razmeroma sorodnim pelodom (vsaj iz iste družine) lahko pride tudi do uspešne oploditve, kar pa še ne pomeni, da se zigota tudi dalje razvija.

Uspešna križanja so razmeroma redka, zato tudi v naravi redko naletimo na križance, je pa pogostost njihovega pojavljanja povezana s stopnjo sorodnosti genomov obeh starševskih vrst in z zanesljivostjo delovanja mehanizmov, ki na različne načine križanja preprečujejo. V določenih družinah so tako križanci razmeroma pogosti (npr. kukavičnice, vrbovke), drugod redki (npr. kobulnice).

Križance lahko prepoznamo po značilnostih, ki so nekako med značilnostmi obeh starševskih vrst, večinoma pa so tudi sterilni (ali vsaj omejeno plodni), saj zaradi raznorodnih genomov starševskih vrst prihaja do težav pri mejozi (nastanku spor). Številni križanci se tako pojavljajo le prehodno in brez vpliva na populacije starševskih vrst, redki med njimi pa lahko po eni strani vplivajo na pretok genov ene od starševskih vrst v drugo, ali pa se ustalijo.

Introgresija je pojav vnosa tujih genov, do katerega pride s povratnim križanjem (vsaj delno plodni križanec se ponovno križa z eno od materinskih vrst in po takem križanju prinese s seboj del genoma druge vrste).

Ustalitev križancev lahko poteka na dva načina. Križanec lahko obstane z vegetativnim razmnoževanjem, ki je neredko bolj poudarjeno, kot pri kateri od materinskih vrst. Tak je primer številnih medvrstnih križancev pri travah.

Druga možnost ustalitve križanca je stabilizacija kromosomskih garnitur, do katere pride najlaže s podvojitvijo vsake od materinskih garnitur. Tako nastala kombinacija kromosomskih garnitur se "obnaša" kot normalen diploid in taki rastlini pravimo **amfidiploid**. Razmeroma pogosto nastajajo

nove vrste rastlin prav na ta način (**vrste hibridnega nastanka, hibridogene vrste**) in takemu nastajanju vrst pravimo **nenadna (=abruptna) speciacija**.

spo. *Juncanae*

Junkane so zelne trajnice do enoletnice. Ležijo nekako med prejšnjim in naslednjim nadredom. Od trav, ki so jim številni predstavniki zelo podobni, jih zlahka ločimo že po triredni olistanosti, steblo pa je večinoma votlo in neizrazito kolenčasto. Cvetovi so lahko še pentaciklični, njihova velikost pa je reducirana in nektarijev ni, kar je povezano z vetrocvetnostjo. Pri izvornih predstavnikih cvetovi *, P3+3, večinoma kožnat, opazna pa je tendenca k dvobočno somernim cvetovom in redukciji P. Pelod v tetradah ali **pseudomonadah** (tetrada, v kateri so 3 zrna zakrnela), G (3), redkeje G (2), plod je glavica ali orešek, endosperm škrobnat.

Posebnost junkan so t.i. **policentrični kromosomi** (=kromosomi z difuzno centromero), kar pomeni, da se niti delitvenega vretena ne pritrjajo le v centromeri ampak po celotni dolžini kromosoma. Zaradi takega mehanizma delitve se kromosomi pravilno razporejajo tudi po **fragmentaciji** (ki je v običajnih razmerah za odlomljeni košček kromosoma usodna), posledica česar je cela serija različnih osnovnih kromosomskih števil.

o. *Juncales* - ločkovci

edina družina

fam. *Juncaceae* - ločkovke

Zelnate trajnice, redkeje enoletnice ali grmiči, s čez 300 vrstami v zmernih predelih in tropskih gorah, največja pestrost na južni polobli. Korenike bogate s škrobom, nadzemna le cvetna stebela in listi. Ti so spiralno nameščeni, večinoma pritlični, črtalasti, navadno z listno nožnico obdajajo steblo, neredko okrogli unifacialni z aerenhimom v sredini (*Juncus*). Pri vrhu listne nožnice pogosto listna kožica in/ali ušesca (glej trave). Cvetna formula še izvorna enokaličniška, cvetovi večinoma dvospolni, vetrocvetni, brez nektarijev, delna monohazijalna socvetja pogosto združena v socvetja drugega reda. Cvetno odevalo neizrazito in nebarvito (belkasto, rjavkasto, zelenkasto), pelod v tetradah, sinkarpna, tri-, redkeje enopredalasta plodnica ima večinoma številne anatrope, bitegmične semenske zasnove in iz nje se razvije lokulicidna glavica.

Pri nas le dva rodova:

Luzula - bekica: okoli 80 vrst predvsem v Evraziji, pri nas okoli 10. Rastline pogosto z dolgimi, nežnimi dlakami, listi ploski, semena 3, pogosto z elajosomi (mirmekohorija!).

Juncus - loček: čez 200 vrst, pri nas okoli 20. Rastline večinoma gole, listi ploski, uviti ali okrogli unifacialni (ti izgledajo kot stebela, ker je tak tudi podporni list socvetja, socvetje navidezno obstransko)), semenskih zasnov več.

Nekaj plevelnih vrst, iz vrst z unifacialnimi listi pletejo ponjave za stole ipd., aerenhim teh vrst so pred iznajdbo sveč uporabljali kot stenj.

o. *Cyperales* - ostričevci

edina družina

fam. *Cyperaceae* - ostričevke

Družina s skoraj 4000 vrstami po vsem svetu, predvsem v zmernih predelih. Večinoma zelne trajnice s podzemno koreniko, steblo neredko trirobo, polno, večinoma triredno olistano, listi navadno z zaprto listno nožnico in črtalasto ploskvijo, včasih z listno kožico. Cvetovi močno reducirani, vetrocvetni, večinoma enospolni, v zalistju **krovnih plev** (podpornih listov cvetov, brakteol) združeni v klasasta socvetja (**klasek**), ti večinoma tvorijo socvetja drugega reda. P 6-0, znotraj družine opazimo tendenco k redukciji cvetnega odevala, tako imajo nekateri rodovi še ščetinasto (npr. *Eleocharis* - sita) ali lasasto (npr. *Eriophorum* - munec, tu je laskov mnogo), pri šaših (*Carex*) pa že popolnoma manjka. A 1-6, večinoma A 3, pelod v pseudomonadah, G (3)-(2), parakarpna, z eno samo bazalno anatrope bitegmično semensko zasnovo, plod je orešek. Seme ni zraslo s perikarpom, endosperm z olji in škrobom, zunanja plast beljakovinska.

Ostričevke delimo na tri poddružine:

subf. *Cyperoideae*: cvetovi dvospolni v mnogocvetnih klaskih ali enospolni in posamič, P razvit:

Cyperus - ostrica, *Eleocharis*.

subf. *Rhynchosporoideae*: cvetovi dvo- ali enospolni, v malocvetnih grozdih ali v glavičastih socvetjih,

P razvit: *Rhynchospora* - kljunka.

subf. *Caricoideae*: cvetovi enospolni, brez P, v mnogocvetnih klaskih, ženske cvetove (pestič) obdaja ovoj (=perigin), imenovan **mošnjček** (=utrikel), katerega nastanek ni popolnoma jasen (najverjetneje preobražen predlist): *Carex*.

Evolucija družine še ni razjasnjena, nekateri avtorji menijo, da so dvospolni cvetovi drugotni, nastali z združenjem enospolnih in da so enospolni cvetovi pri šaših reducirana dvospolna socvetja. Veliko število vrst predvsem na vlažnih rastiščih, za človeka niso posebno pomembne. Nekaj vrst se goji kot okrasne rastline, *Cyperus papyrus* - papirus, iz narezanega stržena so stkali, navlažili in pod pritiskom posušili liste papirusa, sklerenhimska vlakna iz stebela uporabna za vezanje, izdelavo vrvi, iz snopov stebel so izdelovali čolne (Ra), *C. esculentus* - užitna ostrica z užitnimi podzemnimi stebelnimi gomolji, nekatere vrste z dišečimi gomolji.

Carex - šaš: najštevilnejši rod ostričevk z okoli 1000 vrstami, od katerih jih je tudi pri nas čez 80. Enospolni cvetovi brez P spiralasto nameščeni v klaskih, ti enospolni ali pri dnu enega spola, pri vrhu drugega. Moški cvetovi A 3 (morda so nastali z združitvijo treh cvetov z A 1), ženski G (2-3). Šaše delimo v 3 jasno oblikovane podrodove:

subg. *Vignea*: na stebelu več \pm sedečih dvospolnih klaskov, ti pri dnu ženski in pri vrhu moški ali obratno, brazdi 2

subg. *Primocarex*: na vrhu stebela en sam enospolen klasek, rastline dvodomne (kot kaže, ta podrod ni naravna skupina!)

subg. *Carex*: na stebelu več sedečih ali pecljatih enospolnih klaskov, gornji navadno moški, dolnji ženski, z 2 ali 3 brazdami

Za razlikovanje vrst (določevanje) so poleg razvitih plodov (pri šaših mislimo s tem pravzaprav orešek obdan z mošnjčkom), na katerih pa so še ohranjene brazde (2 ali 3!), potrebni tudi podzemski organi (ali so razvite živice ali je razrast šopasta).

spo. *Commelinanae*

Izvirno žužkocvetne, a večina predstavnikov specializiranih vetrocvetk, cvetovi * do dvoobočno somerni, nektarijev ni, cvetno odevalo izvirno še K3 C3, večinoma pa reducirano, opazna tudi tendenca k redukciji števila prašnikov ($A3+3 \rightarrow A3+0 \rightarrow A2$) ter od sinkarpne tripredalaste plodnice s številnimi semenskimi zasnovami k parakarpni enopredalasti plodnici z eno samo semensko zasnovjo. Endosperm škrobnat. Listi navadno z listnim dnom objemajo izrazito kolenčasto steblo, navadno dvoredno nameščeni. Listne reže s spremljevalkami.

o. *Poales*

edina družina

fam. *Poaceae* (=Gramineae) - trave

Ena največjih družin z okoli 10000 vrstami, ki doseže največjo pestrost v tropih in v zmernih predelih severne poloble. Pri nas blizu 300 vrst, kar pomeni 10% vseh naših višjih rastlin.

Večinoma zelne trajnice ali enoletnice, velika skupina vrst tudi lesnata (bambusi). Steblo (včasih imenovano **bil**) izrazito nodijalno zgrajeno, dvoredno olistano, pri naših predstavnikih večinoma nerazraslo. Rast interkalarna, pri dnu internodijev je ohranjena meristematska cona. Listi razločno dvodelni: listno dno tvori zaprto ali odprto nožnico, ki objema steblo, listna ploskev črtalasta do suličasta, neredko uvita in zato ščetinasto tanka. Podaljšek, ki se večinoma razvije pri vrhu listne nožnice, je **listna kožica**, ki jo lahko nadomešča obroč dlak, na tem mestu pa se lahko razvijeta tudi ušesci (izrastka dna listne ploskve ali vrha listne nožnice). Povrhnjica iz vzporedno ležečih vrst celic, te **dolge** in **kratke**, kratke pa so lahko dalje diferencirane v dlake, **bodičke** ali papile, **kremenaste** (vsebujejo **kremenčevo telesce**) in **oplutenele** celice. Zunanje stene celic so \pm okremenjene. Pri travah so pogosto razviti t.i. **mikrolaski** (mikroskopsko majhni dvocelični laski, verjetno z žlezno funkcijo), katerih oblika je sistematsko zelo pomembna.

Socvetja sestavljena iz \pm številnih **klaskov** (socvetij prvega reda), če so klaski \pm sedeči jim pravimo **klasasta** (npr. pšenica, ječmen), če so razločno pecljati pa **latasta** (npr. oves). Če je na vrhu stebela več klasastih socvetij pravimo takemu socvetju **prstasto** (npr. moško socvetje koruze).

Klasek je lahko zelo raznoliko zgrajen, a v glavnem lahko njegovo zgradbo razložimo v primerjavi z izvirnim tipom klaska. Ta ima na klaskovi osi dvoredno nameščene številne **pleve** (brakteje in brakteole); spodnji dve sta **ogrinjalni plevi**, v njunem zalistju ni cvetov, sledijo pa **krovne pleve**, v zalistju katerih je po en cvet. Prva struktura na cvetni osi je **predpleva**, sledi krog **luskic** (=lodikule),

krog prašnikov (A 1-6, večinoma A 3) in pestič (G (2-3)) z eno samo a- do ana-, večinoma kampilotropno in bitegmično semensko zasnovno.

Vse pleve so \pm kožnate, navadno nebarvite, zelene, **ogrinjalni plevi** sta lahko veliki in obdajata celoten klasek, neredko pa sta podobni krovnim plevam. **Krovnne pleve** nosijo lahko na vrhu ali na hrbtu **reso** (ščetinast podaljšek), ki je pravzaprav homologna listni ploskvi (pleva pa listni nožnici). Nekatere (pogosto vrhnje) krovnne pleve so lahko jalove (v zalistju se ne razvijejo cvetovi). **Predpleve** so navadno dvožilnate, kar kaže, da so se verjetno razvile iz predlista cvetnega poganjka. **Luskice** so morda probraženi listi cvetnega odevala, med cvetenjem nabreknejo in s tem razprejo predplevo in krovnno plevo, tako da se cvet izpostavi vetru.

Struktura klaska je zelo pomembna za razlikovanje rodov trav. Nekateri rodovi imajo pokrnele ogrinjalne pleve (npr. *Leersia*), pri številnih je prišlo do zmanjšanja števila cvetov na 1 (npr. *Hordeum*, *Panicum*, *Agrostis*, *Stipa*), na krovnih plevah je lahko razvitih več res (npr. *Aegilops*), predpleve in luskice lahko manjkajo.

Plod trav je orešek, ki mu pravimo **zrno** (=kariopsa, orešek nastal iz \underline{G} , seme zraslo z osemenjem).

Redkeje so plodovi **enosemenske glavice** ali **koščičasti**. V zrnu (oz. semenu) je razvit škrobnat sekundarni endosperm, ki vsebuje tudi beljakovine in olja, kalček leži ob njem, hranila črpa s preobraženim kotiledonom (**skutelum**), plumulo obdaja **koleoptila**, radikulo pa **koleoriza**.

Ob zrelosti lahko zrno pade iz klaska (**golec**), ali pa odpade obdano s plevami (**plevenec**). Večcvetni klaski večinoma razpadejo tako, da se odlomi os klaska pod vsakim plodnim cvetom, enocvetni pa neredko odpadejo kar v celoti. Pri razširjanju plevenecv imajo pomembno vlogo rese, elajosomi in kalus. **Rese** so lahko lepljive, oblikovane kljukasto, imajo navzdol obrnjene bodičke (epizoohorija), ali pa so dolge in dlakave (anemohorija). **Elajosomi** so lahko razviti na različnih delih klaska, tako so npr. pri kraslikah (*Melica*) vanje preobraženi vrhnji jalovi cvetovi. **Kalus** je del klaskove osi, ki odpade skupaj s plevencem in je lahko koničast in z nazaj obrnjenimi bodičkami (pomaga pri prodiranju v tla) ali so na njem razvite dolge dlake (anemohorija).

Številne vrste trav se razširjajo tudi vegetativno. Tako je zelo pogosta tvorba živic ali pritlik, po drugi strani pa se pri nekaterih vrstah namesto klaskov razvijejo kar mlade rastlinice (**pseudoviviparija**). Pri številnih skupinah trav srečamo tudi **klejstogamijo** (oploditev znotraj cveta, ne da bi se ta sploh odprl) in **apomikso**. Okoli 3/4 vrst je poliploidov, kar kaže na zelo velik pomen poliploidizacije pri speciaciji trav.

Trave delimo v 5 glavnih poddružin, ki se razlikujejo tako po morfoloških, kot tudi po anatomskih in fizioloških znakih. Za delitev na poddružine so pomembni predvsem tip fotosinteze in z njim povezana anatomija listov, tip rež, razvitost papil, oblika mikrolaskov in kremenčevih telesc, anatomija kalčka, struktura klaska, osnovno kromosomsko število. Glavni razlikovalni znaki so prikazane v spodnji preglednici:

	<i>Bambusoideae</i>	<i>Arundinoideae</i>	<i>Pooideae</i>	<i>Chloridoideae</i>	<i>Panicoideae</i>
fotosinteza*	C3	C3	C3	C4	C4
osrednja l. žila	kompleksna	enostavna	enostavna	enostavna	enostavna
klorenhim	ni žarkast	ni žarkast	ni žarkast	žarkast	lahko žarkast
listne žile					
ovoj žile	enostaven	enostaven	enostaven	Kranz	Kranz
režni aparat	podolgovat	rombast	rombast	rombast	rombast
papile	več/celico	-	-	1/celico	1-več/celico
mikrolaski	prstasti	prstasti	-	sploščeni, obli	prstasti
kremenčeva tel.	visoka	podolgovata	podolgovata	izodiametrična	podolgovata
sterilni cvet. v klasku	na vrhu	na vrhu	na vrhu	na vrhu	pri dnu
luskice	3	2-3	2	2	2
kalček**	majhen	velik	majhen	velik	velik
prvi list klice	širok, vodoraven	ozek, pokončen	ozek, pokončen	širok, pokončen	širok, pokončen
x	12	6-13	7	10	9
naši predstavniki:					
število vrst	1	15	>200	10	20
čas cvetenja	VII-IX (KD)	VI-XI ((DD)KD)	IV-VII (DD)	VII-IX (KD)	VII-IX (KD)

*: tip fotosinteze je označen glede na število ogljikovih atomov spojine, v katero se ob vstopu v celico večje CO₂; obstajajo trije različni tipi C4 fotosinteze, vsi pa pomenijo prilagoditev na vročo in suho klimo; **: velikost kalčka glede na zrno

Pri nas so najštevilčnejše zastopane *Pooideae*, predstavnike poddružin *Chloridoideae* in *Panicoideae* najdemo predvsem med poznooletnimi pleveli, *Arundinoideae* imajo nekaj močvirskih vrst, *Bambusoideae* pa so pri nas zastopane le z rižolico (*Leersia oryzoides*).

Trave so s svojo interkalarno rastjo in pritličnim razraščanjem odlično prilagojene na pašo (tudi na požare) in njihova evolucija je povezana z evolucijo pasočih se živali (sodoprsti kopitarji in konji). Danes pokrivajo obsežne površine na območjih, ki so presuha ali prehladna za uspevanje gozda, poleg tega pa je s krčenjem gozda človek razširil travnate površine tudi v predele, kjer je naravna vegetacija gozdnata (npr. Slovenija).

Za človeka so trave vsekakor najpomembnejša družina rastlin, saj velik del človeštva dobiva večino ogljikovih hidratov prav od trav (žita, sladkorni trs), posredno pa je tudi večina mesa, ki ga pojemo, večinoma predelana trava. Poleg tega so kot gradbeni material zelo pomembne lesnate trave ("bambus", večina predstavnikov poddružine *Bambusoideae*), trave nasajajo, da bi preprečili erozijo, iz nekaterih vrst pridobivajo eterična olja (npr. "lemon grass", *Cymbopogon citratus*).

Pomen trav za človeka pa je tudi negativen. Številne vrste trav so nadležni pleveli, po eni strani so to enoletnice, ki zelo hitro semenijo (npr. ljulka), po drugi strani pa trajnice, ki se razraščajo podzemnimi živicami (npr. pirnica). Trave so tudi najpomembnejši alergen: povzročajo kar polovico vseh primerov senenega nahoda.

Izvor žit

Žita so stare kulturne rastline, ki so jih vzgojili iz divjih prednikov na različnih koncih sveta. Največ žit izvira iz Bližnjega vzhoda (oves, ječmen, pšenica, rž), iz vzhodne Azije izvirata riž in proso, sirk iz Afrike, kuruza pa iz srednje Amerike.

Vsa žita so enoletnice in v procesu selekcije so pri vseh uspeli razviti nekaj skupnih in za kultivacijo pomembnih značilnosti, ki danes žita razlikujejo od divjih prednikov

- povečalo se je število klaskov v socvetju, število cvetov v klasku, vsi cvetovi v klasku so postali plodni, povečala pa se je tudi velikost zrn in endosperma
- zmanjšale so se rese in dlake na kalusu, pri vrstah s plevenci so dosegli, da zrno ni zraslo s plevami
- skrajšali ali popolnoma ukinili so **dormantnost** semen (fazo mirovanja semen, v kateri še ne morejo kaliti) in s tem v zvezi so
- pri nekaterih vrstah žit uspeli razviti **ozimne** in **jare** sorte (v biološkem smislu **ozimne enoletnice**, ki začnejo razvoj iz semena v jeseni in "prave" enoletnice, ki zaključijo razvojni krog v eni vegetacijski sezoni)
- dosežena je bila obstojnost zrelih klaskov (ob zrelosti zrna ne izpadajo iz klaskov oz. klaski ne razpadajo), kar je povečalo učinkovitost žetve
- dosegli so prilagojenost na nižje temperature in na različne vodne režime, s čimer je bila omogočena širitev gojitve žit tudi v drugačnih klimatskih razmerah
- pri nekaterih vrstah je prišlo do poliploidizacije, s čimer je prav tako povezana večja velikost rastlin in zrn

Primer **pšenice** (*Triticum* spp. div.) je med vsemi žiti najbolj preučen in najbolj zanimiv. Predniških vrst je več in izvirajo iz rodu *Aegilops*, ki je najštevilčnejše zastopan na Bližnjem vzhodu in med njim in rodом *Triticum* ni jasnih razlik, tako da jih mnogi avtorji družijo v en sam rod. Za razliko od danes gojene pšenice, ki je heksaploidna (2n=42), so divje rastoči predniki di- ali tetraploidi, nove vrste pa so nastajale s križanjem (večinoma so amfidiploidi).

S spontanim križanjem med diploidno (AA genom) pšenico iz *T. monococcum* agg. in neko diploidno (genom BB) vrsto rodu *Aegilops* (verjetno *A. speltoides*) je nastala tetraploidna (genom AABB) divje rastoča vrsta *T. dicoccoides*, iz katere so vzgojili različne tetraploidne gojene vrste pšenice (*T. turgidum* agg.). S križanjem ene od teh z neko drugo diploidno (genom DD) vrsto rodu *Aegilops* (verjetno *A. tauschii*) pa je nastal heksaploidni (AABBDD) prednik navadne pšenice, iz katerega so vzgojili številne vrste, ki jih družimo v *T. aestivum* agg.

Kultiviranje je potekalo neodvisno na več območjih in znotraj več različnih skupin. Tako so iz diploidne divje rastoče *T. boeoticum* vzgojili gojeno **enozrno piro** (*T. monococcum*), tetraploidnih vrst so vzgojili več, npr. **dvozrno piro** (*T. dicoccon*), **trdo** (*T. durum*), **storžasto** (*T. turgidum*) in **poljsko** (*T. polonicum*) **pšenico**, prav tako pa so vzgojili več heksaploidnih vrst, npr. **večzrno piro** ali **sevko** (*T. spelta*), **zbito** (*T. compactum*) in **navadno** (*T. aestivum*) **pšenico**. Najstarejše fosilne najdbe kultiviranih vrst pšenice so našli na Bližnjem vzhodu in izvirajo iz 7. - 9. tisočletja pred našim štetjem. Pri nas se

večinoma goji le navadna pšenica, morda ponekod tudi večzrna pira (v višjih legah) in trda pšenica (za testenine).

Oves (*Avena sativa*) in **rž** (*Secale cereale*) izvirata prav tako iz Bližnjega vzhoda. Verjetno so njuna prednika (*A. fatua* in *S. vavilovii*) sprva razširili po svetu le kot plevel med pšenico in ječmenom in ju nehote selekcionirali. Najstarejše fosilne najdbe so "le" okoli 3000 let stare (nekateri podatki pa kažejo, da bi bila gojena rž lahko že približno tako stara kot sta pšenica in ječmen).

Prve gojene vrste **ječmena** (*Hordeum vulgare*, *H. distichon*) so vzgajili že v 9. tisočletju pred našim štetjem na Bližnjem vzhodu.

Riž (*Oryza sativa*) ima še danes divje rastoče prednike razširjene po jugovzhodni Aziji, prve fosilne najdbe kultiviranega riža pa so okoli 7000 let stare. Danes je največja pestrost sort riža na območju od severne Indije do južne Kitajske in verjetno je tudi proces kultivacije te splošno razširjene Azijske vrste potekal politopno (neodvisno na več krajih).

Proso (*Panicum miliaceum*) izvira iz Azije, kar potrjujejo nad 9000 let stare fosilne najdbe in še vedno rastoči divji predniki. V Evropi so ga gojili že v šetrtem tisočletju pred našim štetjem.

Sodeč po divjih sorodnikih izvira **sirk** (*Sorghum* spp. div.) iz Afrike, najstarejši fosili pa so zaenkrat okoli 3000 let stari in so jih našli v Indiji. Obstaja tudi možnost politopne vzgoje kulturnih oblik.

Koruza (*Zea mays*) izvira iz srednje Amerike, kjer so jo gojili že pred več kot 7500 leti. Od svojih prednikov se tako razlikuje, da so jih le s težavo odkrili. "Prakoruza" je *Z. mays* ssp. *parviglumis*, ki še danes rase v osrednji Mehiki, doslej pa še niso odkrili prehodnih oblik med njo in današnjo koruzo.

Festuca - bilnica: eden večjih rodov trav z okoli 500 vrstami; so zelnate trajnice, šopasto ali rahlorušnato razrasle, listi so pogosto uviti, ščetinasti, socvetje latasto, klaski so razmeroma izvirno zgrajeni z ±zaobljenimi hrbti ogrinjalnih in krovnih plev, krovne pleve se pogosto podaljšujejo v reso. "Ozkolistne" predstavnike je zelo težko razlikovati, navadno je za določitev nujno poznati anatomijo listnih ploskev jalovih poganjkov, vedeti pa moramo tudi, ali so listne nožnice odprte ali zaprte in ali je plodnica gola ali dlakava, kar je vse razmeroma težavno ugotoviti.

Za ugotavljanje listne anatomije je najbolje, da vzamemo svež (suhe liste najlaže "osvežimo" s kuhanjem), noramalnno razvit list z jalovega poganjka in naredimo prerez približno v sredini listne ploskve. Ob tem je pomembno, da imamo dobro rezilo, saj so listi zaradi okremenjenosti in sklerenhima lahko zelo trdi. Na prerezu se razločno vidi način uvitosti lista, debelino in obliko povrhnjice ter dlakavost zgornje (notranje) povrhnjice, razporeditev sklerenhima (razločno svetlejšo tkivo, celice brez klorofila in z zelo debelimi stenami; sklerenhim lahko tvori sklenjen obroč pod spodnjo povrhnjico, lahko je le nad žilami, včasih pa je tudi pod zgornjo povrhnjico), število in razporeditev žil, razvitost **mehurjastih celic** (=bulliform cells, velike celice v žlebovih zgornje povrhnjice, katerih naloga je razprostiranje listne ploskve v vlažnih razmerah) itd.

Zaprtost listne nožnice ugotavljamo na nepoškodovanih nožnicah mladih listov jalovih poganjkov (starejše so lahko raztrgane in izgledajo odprte). Nožnico si lahko podrobno ogledamo pod lupo ali pa naredimo podoben prerez kot za listno ploskev.

Plodnico je pred ali med cvetenjem pogosto težko opaziti, saj je še zelo drobna. Iz klaska vzamemo en **antecij** (cvet obdan s krovno in predplevo), ki mu pod lupo odrežemo kalus, tako da plevi lahko ločimo (včasih je lažje delati na mokri podlagi, da nam pleve ob rezanju ne odletijo), cvet navadno ostane ovit s predplevo, od koder ga previdno izvlečemo (z iglo ali fino pinceto), odstranimo prašnike in si ogledamo plodnico. Če je plodnica zelo mlada, je najbolje narediti mokri preparat in ga opazovati pod mikroskopom. Paziti moramo, da razlikujemo med peresasto dvodelno brazdo in resnično dlakavostjo stene plodnice.

Trenutno najuporabnejši ključ, ki vključuje tudi anatomske znake in je primeren tudi za območje Slovenije, je v knjigi Exkursionsflora von Oesterreich (glej literaturo).

Bromus - stoklasa: razmeroma velik rod z nekaj manj kot 200 vrstami, pri nas jih je čez 20. Stoklase so enoletnice ali trajnice, večinoma ±gosto dlakave, klaski so podobno zgrajeni kot pri bilnicah, a večji (1-5 cm); krovne pleve imajo reso tik pod vrhom, plodnica ima na vrhu kratek privesek, tako da ležita brazdi obstransko. Ta rod danes številni avtorji delijo v več manjših, mi ga bomo delili na podrodove (omenimo le tiste, ki so zastopani pri nas):

subg. *Bromus*: enoletnice, klaski suličasti do jajčasti, ogrinjalne pleve 3- do 7-žilne: *B. hordeaceus*

subg. *Anisantha*: enoletnice, klaski v obrisu narobe ozko trikotni, ogrinjalne pleve 1- do 3-žilnate: *B. sterilis*

subg. *Bromopsis*: trajnice, klaski suličasti, ogrinjalne pleve 1- do 3-žilne: *B. erectus*

***Alopecurus* - lisičji rep:** okoli 40 vrst zmernih predelov severne poloble, pri nas 5. Rastline s klasastim socvetjem (v resnici zelo zgoščen lat - **paklas**), klaski enocvetni, ogrinjalni plevi jih popolnoma obdajata, krovna pleva navadno s hrbtno nameščeno reso, predpleva zakrnela, luskic ni. Podobno kot tudi pri nekaterih drugih rodovih z enocvetnimi klaski brez luskic, je cvetenje **protogino**. Najpogostejša vrsta: *A. pratensis*.

Moderna klasifikacija enokaličnic

Kot je bilo na nekaj mestih že omenjeno, je v zadnjih desetletjih prišlo do precej novega pogleda na medsebojno sorodnost družin in tako so v gornjem besedilu rabljene uvrstitve v taksone nad nivojem družine v veliki meri že zastarele. Žal pa do pomembnih sprememb še vedno prihaja in tako bo verjetno tudi v nadaljevanju predložena klasifikacija, katere avtor je B. Thorne (1998), kmalu zastarela. Vseeno pa se predvsem z rezultati analize sekvenc genoma vse bolj približujemo poznavanju evolucije živega sveta in zato bistvenih sprememb v naravni klasifikaciji organizmov verjetno ne bo več.

Pozorni bodite na to, da Thorne obravnava enokaličnice kot podrazred, zaradi česar so njegovi nadredovi primerljivi s podrazredi, kot smo jih obravnavali mi. V nadaljevanju so navedene družine, ki imajo predstavnike tudi v naši flori, le nekaj je tudi splošno znanih tujih družin.

scl. *Liliidae* (= *Monocotyledones*)

spo. *Acoranae*

o. *Nartheciales*: *Tofieldiaceae*

o. *Acorales*: *Acoraceae*

spo. *Aranae*

o. *Arales*: *Araceae*, *Lemnaceae*

spo. *Alismatanae*

o. *Alismatales*: *Butomaceae*, *Alismataceae*, *Hydrocharitaceae*

o. *Potamogetonales* (*Zosteriales*): *Sheuchzeriaceae*, *Posidoniaceae*, *Cymmodoceaceae*, *Ruppiaceae*, *Juncaginaceae*, *Potamogetonaceae*, *Zosteraceae*, *Zannicheliaceae*

spo. *Lilianae*

o. *Liliales*: *Trilliaceae* (*Paris*), *Colchicaceae*, *Smilacaceae*, *Liliaceae*,

o. *Taccales* (*Dioscoreales*): *Dioscoreaceae*

o. *Orchidales* (*Asparagales*)

so. *Orchidineae*: *Orchidaceae*

so. *Iridinae*: *Iridaceae*

so. *Asphodelinae*: *Asphodelaceae*, *Hemerocallidaceae*

so. *Amaryllidinae*: *Anthericaceae*, *Alliaceae*, *Amaryllidaceae*, *Hyacinthaceae* (incl. *Scilla*)

so. *Asparagineae*: *Asparagaceae*, *Ruscaceae*, *Convallariaceae*, *Dracenaceae*

spo. *Arecanae*

o. *Arecales*: *Arecaceae*

spo. *Commelinanae*

o. *Commelinales*: *Commelinaceae*

o. *Cannales*: *Musaceae*, *Zingiberaceae*

o. *Bromeliales*: *Bromeliaceae*, *Eriocaulaceae*

o. *Juncales* (*Cyperales*): *Juncaceae*, *Cyperaceae*

o. *Typhales*: *Typhaceae*

o. *Poales* (*Restionales*): *Restionaceae*, *Poaceae*

Pregled najpomembnejše študijske literature:

UNIVERZITETNI UČBENIKI:

- Bell, P. R., & C. L. F. Woodcock, 1983: *The Diversity of Green Plants*, 3rd ed. Edward Arnold, London, New York, Melbourne, Auckland. (poudarek na nižjih rastlinah in praprotnicah, nova izdaja z malo drugačnim naslovom)
- Mägdefrau, K. & F. Ehrendorfer, 1978: *Botanika, sistematika, evolucija i geobotanika*. Školska knjiga, Zagreb. (hrvaški prevod polovice "Strasburgerja", precej zastarel, a stalno na voljo v knjigarnah)
- Stace, C. A., 1989: *Plant Taxonomy and Biosystematics*. CUP, Cambridge. (odličen in razumljiv uvod v metodiko in terminologijo sistematike)
- Strasburger, E. (begr.), 1998: *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen* 34. Aufl.. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York. (celotna botanika, odličen učbenik, redno posodabljan)
- Van den Hoek, C., D. G. Mann & H. M. Jahns, 1995: *Algae, an Introduction to Phycology*. CUP, Cambridge. (odlična, kritična in moderna knjiga, ki obravnava alge v najširšem smislu)
- Judd, W.S. & al., 1999: *Plant Systematics, a phylogenetic approach*. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts. (sistematika cevnic, moderna knjiga s poudarkom na filogenetski klasifikaciji)

ENCIKLOPEDIJE, SLOVARJI:

- De Witt, H. C. D. (ed.), 1978: *Rastlinski svet* 1-3. Mladinska knjiga, Ljubljana. (najobsežnejša sistematska obdelava rastlin vključno z glivami v slovenskem jeziku)
- Dorfelt, H. & al., 1988: *Mykologie - Pilzkunde*. Bi-Lexikon. VEB Bibliographisches Institut, Leipzig. (odličen in obširen mikološki leksikon)
- Heywood, W., 1995: *Cvetnice, kritosemenke sveta*. DZS, Ljubljana. (izvirnik je eno najboljših del svojega razreda, slovenski prevod žal nekoliko površen)
- Mabberley, D. J., 1990: *The Plant Book*. CUP, Cambridge. (vsi rodovi in višje kategorije višjih rastlin, kratki opisi)
- Natho, G., Ch. Mueller & H. Schmidt, 1990: *Morphologie und Systematik der Pflanzen*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. UTB 1522. (družine in višje kategorije vseh rastlin)
- Petauer, T., 1993: *Leksikon rastlinskih bogastev*. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana. (dokaj popoln pregled za človeka pomembnih rastlin)
- Petauer, T., V. Ravnik & F. Šuštar, 1997: *Mali leksikon botanike*. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana (zelo površno sestavljen leksikon s številnimi napačno razloženimi gesli; močno odsvetujem!)

DOLOČEVALNI KLJUČI:

- Domac, R., 19...: *Mala flora Hrvatske*. Školska knjiga, Zagreb. (praprotnice in semenke, nekoliko bolj pomanjkljiv ključ, razmeroma uporaben izven Alp)
- Fischer, M. (hrsg.), 1994: *Exkursionsflora von Oesterreich*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, Wien. (praprotnice in semenke, odličen ključ, manj uporaben na jugu Slovenije)
- Lauber, K. & G. Wagner, 1996: *Flora helvetica*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien. (za naše razmere ena najbolj uporabnih slikovnih flor, skoraj 4000 fotografij, zanesljivi opisi in ključi v posebnem zvezku)
- Lazar, J., 1960: *Alge Slovenije*. SAZU, Ljubljana. (zbranega veliko gradiva, a delo močno zastarelo in težko uporabno)
- Martinčič, A. & al., 1999: *Mala flora Slovenije*. TZ, Ljubljana. (praprotnice in semenke, nekoliko manj uporabni prvi dve izdaji iz 1969 in 1984)
- Rothmaler, W. (begr.): *Exkursionsflora von Deutschland* Bd 1-4. (zelo kvalitetni ključi; 1. del obravnava nižje rastline vključno z glivami, 2. del višje rastline, 3. del ima risbe vseh višjih rastlin, 4. del pa je le s podvrstami razširjeni 2.; priporočljiv zlasti 3. del)
- Wirth, N., 19xx: *Flechtenflora*. UTB. (lišaji, manj uporabno na jugu Slovenije)

NEKAJ UPORABNEJŠIH PRIROČNIKOV:

- Bridson, D. & L. Forman, 1992: *The Herbarium Handbook*. Royal Botanic Gardens Kew.
- Čvančara & Šourkova, 1988: *Rastlinski svet Evrope*. Mladinska knjiga, Ljubljana. (najpopolnejši ilustrirani priročnik v slovenskem jeziku)
- Haeupler, H. & T. Muer, 2000: *Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. Ulmer Verlag. (3900 fotografij vseh vrst in podvrst nemške flore, torej pokriva tudi kake 3/4 slovenskih vrst)
- Lippert, W., 1990: *Alpsko cvetje*. CZ, Ljubljana. (ena popolnejših slikanic z alpskim cvetjem)
- Podobnik, A., 1993: *Navodilo za izdelavo herbarija*. Oddelek za biologijo BF, Ljubljana.

- Seidel, D. & W. Eisenreich, 1992: Slikovni rastlinski ključ. DZS, Ljubljana. (ena od številnih podobnih slikanic)
- Seliškar, A. & T. Wraber, 1986: Traviške rastline na Slovenskem. Prešernova družba, Ljubljana. (podrobno opisanih 100 pogostejših vrst, predstavitev travniških združb)
- Stropnik, Z., B. Tratnik & G. Seljak, 1988: Naše gobje bogastvo. MK, Ljubljana. (eden od številnih gobarskih priročnikov, ki v glavnem obravnavajo le "gobe", ne pa vseh gliv)
- Vrhovšek, D., 1985: Sladkovodne alge: ali jih poznamo? DZS, Ljubljana. (kratek prikaz alg s ključem za določanje pogostih vrst)
- Wraber, T., 1990: Sto znamenitih rastlin na Slovenskem. Prešernova družba, Ljubljana. (predstavitev tako in drugače pomembnih vrst: endemiti, rastline prvič odkrite v Sloveniji itd.)

NEKAJ UPORABNEJŠIH SPLETNIH STRANI:

- Internet Directory for Botany: <http://www.botany.net/IDB/> (kopica povezav na najrazličnejše botanične strani)
- Botany related URLs: <http://www.helsinki.fi/kmus/botmenu.html> (podobno)
- Društvo študentov biologije: <http://dsb.bi.bf.uni-lj.si/> (nekaj koristnih, npr. razpis terenskih dnevvov, in nekaj zavajajočih nasvetov v zvezi z vajami, npr.: <http://dsb.biologija.org/vpr/2-sbot-taktika.php>)
- Center za kartografijo favne in flore: <http://www.ckff.si/> (med drugim ponuja karto floristične obdelanosti Slovenije, kjer si lahko izberete slabo obdelane kvadrante in po oddaji herbarija preverite, ali so vaši podatki že vnešeni v bazo)
- Botanično društvo Slovenije: <http://rcul.uni-lj.si/~bfbotanika/bds/frames.htm> (revija Hladnikia, mesečni sestanki, ekskurzije, simpoziji... včlanite se, če vas zanima!)

REVIJE:

- Hladnikia (izdaja Botanično društvo Slovenije)
- Proteus (izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije)
- Natura Sloveniae (izdaja ZTKS)
- Varstvo narave (je izdajal ZRSVNKD)

PRILOGA 1

Kratka navodila za izdelavo herbarija

Pri izdelavi herbarija se v glavnem držite navodil v knjižici A. Podobnika "Navodila za izdelavo herbarija". Nekateri dodatni napotki in priporočila so naštet v nadaljevanju.

Čemu herbarij?

Izdelava herbarija v okviru vaj iz predmeta Sistematska botanika ima sicer v prvi vrsti učni cilj - na ta način se študentje najbolje seznanijo s floro - nič manj pomembno pa ni seznanjanje z metodami oblikovanja trajne biološke zbirke (v našem primeru herbarija). Herbarij je nepogrešljiv vir informacij o razširjenosti rastlin (z njegovo pomočjo lahko ugotavljamo tudi tendence širjenja ali upadanja vrst), o zaporednih razvojnih fazah posameznih vrst na različnih nahajališčih (fenološki podatki so pokazatelj klime), brez njega pa si tudi resnega taksonomskega dela ne moremo predstavljati (na ta način imamo kadarkoli pri roki vzorce iz različnih populacij iste vrste, na podlagi česar lahko ocenimo znotrajvrstno variabilnost in iščemo razlike med vrstami). Tako podatke pridobljene iz herbarija uporablja fitogeografija, fenologija, taksonomija, posredno pa tudi fitocenologija, alergologija, farmacija itd. Brez herbarijskih zbirk je tudi naravovarstveno delo nemogoče, saj le z njihovo pomočjo lahko ocenjujemo časovna nihanja arealov vrst in na podlagi tega ocenimo stopnjo ogroženosti posamezne vrste.

Trajna biološka zbirka pa lahko služi svojim namenom le, če je korektno zbrana, etiketirana in deponirana. In vsaj majhen del študentskih herbarijev (do 1/10 pol iz vsakega oddanega herbarija) bo postal del take trajne biološke zbirke. Revidirani sezname rastlin v študentskih herbarijih pa bodo kasneje služili predvsem kot vir podatkov o razširjenosti rastlinskih vrst v Sloveniji.

Priprava na terensko delo**Seznanjanje z območjem**

Za uspešno terensko delo je območje, na katerem nabiramo herbarij, dobro čimbolje poznati. Zato se na to pripravimo že pozimi, ko predvsem na podlagi različne literature zberemo čimveč podatkov, ki bi utegnili biti pomembni za uspevanje rastlin v našem kvadrantu. Pri tem so pomembni predvsem geografski, geološki, pedološki in klimatološki podatki, dobro pa je vedeti kaj tudi o vegetaciji. Večino potrebnih podatkov lahko razberemo z različnih zemljevidov (npr. Geografski atlas Slovenije), pri tem pa si pomagamo še z literaturo, med katero so zlasti uporabne monografske geografske obdelave posameznih delov Slovenije. Iz najpomembnejših zbranih podatkov oblikujemo "Opis območja nabiranja", ki je **obvezna priloga** herbarija. Opis naj bo dolg 2-5 tipkanih strani.

Zemljevidi

Tudi kopija zemljevida območja nabiranja je **obvezna priloga** herbarija! Za terensko delo so dovolj dobri zemljevidi merila 1:50 000, v merilu Atlasa Slovenije torej. V tem merilu so na voljo tudi različne občinske in izletniške karte, za večji del Slovenije pa je moč kupiti tudi podrobnejše zemljevide v merilu 1:25 000. Za silo uporabni so tudi zemljevidi merila 1:100 000. Najbolje je, da si iz Atlasa Slovenije skopirate nekaj (1 do 4) strani, na katerih leži vaš kvadrant in si na te kopije vrisete meje kvadranta. Mreža uporabljena v Atlasu je namreč kompatibilna z mrežo, katere kvadrante uporabljamo, vendar pa je povezava med mrežama nekoliko zapletena, zato se je najenostavneje s kopijami zemljevidov oglasiti na Katedri za botaniko, kjer skupaj določimo meje kvadranta. Če kdo želi to storiti sam, naj uporabi spodnje napotke.

Kako vrisati kvadrant v Atlas Slovenije?

Mreža, na podlagi katere je Atlas Slovenije razrezan na posamezne strani, je stopinjska in, ker tudi mreža florističnega kartiranja Srednje Evrope temelji na taki mreži, kvadranta ni težko natančno vrisati na stran Atlasa.

Posamezen kvadrant je širok 2/3 širine strani (5' geografske dolžine), visok pa 2/5 višine strani (3' geografske širine), žal pa zmeraj ne pade celoten na eno stran in tako leži v najslabšem primeru kar na štirih sosednjih straneh.

Številka kvadranta je petmestna: XXYY/z. Zadnja cifra označuje lego kvadranta v **osnovnem polju** (vsako vsebuje 4 kvadrante, 1: SZ, 2: SV, 3: JZ, 4: JV), prvi dve cifri koordinato osnovnega polja v smeri S-J (narašča proti J), drugi dve cifri pa koordinato v smeri V-Z (narašča proti V). Na območju Slovenije sta prvi dve koordinati med 91 in (1)05 (meja med 99 in (1)00 je 46^o severne širine), drugi

dve pa med 46 in 65 (meja med 49 in 50 je na 14^o, med 55 in 56 na 15^o, med 61 in 62 pa na 16^o vzhodne dolžine).

Poglejmo si nekaj številnih izhodiščnih osnovnih polj:

0447 leži na straneh 192 in 193; 1. in 2. kvadrant sta v morju, 3. kvadrant, v katerem je Piran, leži v levem spodnjem kotu strani 192, 4. kvadrant s Portorožem, Strunjanom... pa leži delno na strani 192 (spodaj desno) in delno na strani 193 (spodaj levo).

9953 leži na straneh 127 in 128; 3. kvadrant (Rudnik, del Barja) leži v spodnjem levem kotu strani 127, 4. kvadrant (Pugled, Podlipoglav) na obeh straneh (127 desno spodaj in 128 levo spodaj), 1. kvadrant (Ljubljana - Bežigrad) leži nad 3. (torej v celoti na strani 127, vendar se ne dotika gornjega roba), 2. pa nad 4. Severno ležeče osnovno polje (9853) leži na straneh 107, 108, 127 in 128. 1. kvadrant (Mengeš, Moste, Utik) leži ob levem robu strani 107, 2. (Šmarca, Radomlje, Rova, Dob) na straneh 107 in 108, 3. (Rašica, Trzin, Gameljne, Črnuče) na straneh 107 in 127, 4. (Domžale, Gorjuša, Dragomelj, Selo) pa na vseh 4 straneh, na vsaki 1/4.

Delo na terenu

Primeren čas za nabiranje herbarija je od konca aprila dalje, saj po eni strani večino zgodnjepomladanskih vrst gledamo že na laboratorijskih vajah, po drugi strani pa konec aprila cveti že dovolj rastlin, da jih v enem terenskem dnevu lahko nabereemo tudi 100 ali več vrst.

Vremenske razmere za nabiranje niso zelo pomembne; tudi v dežju ali rosi nabrane rastline se enako dobro posušijo, seveda pa je sprva potrebno pogostejše menjavanje sušilnega papirja.

Oprema

Za terensko delo potrebujemo predvsem pripomoček, s katerim rastline lahko izkopljemo, in nekaj, kamor rastline vlagamo in v čemer jih prenašamo. Za **kopanje** rastlin je najbolj uporabna močna ozka lopatka, namesto nje pa se da uporabiti tudi star nož z daljšim močnim rezilom.

Rastline lahko takoj vlagamo v **terenski herbarij** (močna mapa z več polami časopisnega papirja), a tako delo na terenu je lahko precej zamudno. Enostavneje je, da rastline z vsakega nahajališča nabereemo v posebno **plastično vrečko**, v katerih ostanejo rastline sveže vsaj nekaj ur. Še boljše kot vrečka pa je plastična škatla s pokrovom. Paziti seveda moramo, da rastlin v vrečko ali škatlo ne natlačimo preveč in da daljše rastline že ob nabiranju prepognemo na takih mestih, da bodo ob vlaganju v herbarij primerno velike. Če smo na terenu z avtom moramo rastline v vrečkah shranjevati v prtljajnik, saj jih vročina lahko "skuha", take pa so za nadaljnje delo neuporabne.

Poleg tega na terenu potrebujemo še pisalo in beležnico (naberke je potrebno sproti vsaj zasilno etiketirati), uporabne so lahko tudi usnjene rokavice, vrtno škarje, slikovni priročniki, povečevalno steklo itd.

Izbiranje rastlin

Za herbarij izberemo rastline, ki:

- jih je na območju nabiranja dovolj (recimo vsaj 10 primerkov)
- v času nabiranja cvetijo in po možnosti tudi plodijo, oziroma imajo razvita trosišča (pri nekaterih družinah ali rodovih brez plodov ne gre!)
- jih ni na seznamu prepovedanih vrst (vendar je te vrste najprej potrebno poznati, to pa je navadno šele po terenskih vajah)

Pri izbiranju konkretne rastline, ki jo bomo nabrali, velja sicer pravilo naključnega izbora, a kljub temu poiščimo rastlino, ki je optimalno razvita, ki ni preveč poškodovana (pokošena, pohojena, obrta).

Nabiranje rastlin

Zeli ali nizke grmičke vedno izkopljemo in prst previdno odstranimo s koreninskega sistema. Struktura podzemnih rastlinskih organov (tip koreninskega sistema, razvitost korenik, živic, gomoljev ipd.) mora biti razločna. Pri grmih ali drevesih nabereemo le poganjek s cvetovi ali plodovi, podatke o velikosti rastline pa si zabeležimo. Poleg rastline, ki jo bomo vložili v herbarij, je koristno nabrati še nekaj cvetov in plodov, ki jih bomo med določevanjem morda poškodovali ali uničili, če je rastlin v populaciji dovolj, pa lahko nabereemo več primerkov.

Prenašanje nabranih rastlin

Kot je bilo že omenjeno, je rastline možno takoj vložiti v terenski herbarij ali jih prenašamo v vrečki. Če uporabljamo **terenski herbarij**, naj bo ta enakega formata (ali celo nekaj cm manjši) od našega suhega herbarija. Pri vlaganju na terenu nam pogosto nagaja veter, zato je bolje, če uporabljamo vezan

papir (npr. revije, telefonski imenik...) ali težje kose sušilnega papirja (npr. celotne zložene časopise). Še posebej moramo biti pazljivi, da deli rastlin ne molijo iz terenskega herbarija, saj ti deli ovenijo, lahko pa se tudi zataknejo in tako nehote izvlečemo rastlino. Poleg vsake rastline, ki jo vložimo v terenski herbarij moramo vložiti tudi terensko etiketo, na kateri si označimo vsaj datum in lokaliteto. Terenska etiketa spremlja rastlino ves čas sušenja in zavržemo jo lahko šele, ko jo nadomestimo s končno herbarijsko etiketo. Iz terenskega herbarija je rastline potrebno preložiti v sušilne pole čimprej (najbolje takoj po povratku s terena), ko še niso preveč ovenele, saj je prelaganje ovenelih rastlin zelo zamudno in take rastline pogosto ostanejo pomečkane.

Če nabiramo v **plastične vrečke ali škatle**, moramo poznati velikost herbarija, da lahko večje rastline že na terenu prepognemo na ustrezno dolžino (centimeter ali dva manj kot je dolga daljša stranica herbarija), dovolj velike pa morajo biti tudi vrečke ali škatle. V eno vrečko ali škatlo shranjujemo rastline z ene lokalitete in tudi pri tem načinu nabiranja moramo rastlinam priložiti terensko etiketo z označenima datumom in lokaliteto. Iz vrečk ali škatel preložimo rastline takoj, ko se vrnemo s terena (če slučajno ne utegnemo, pa lahko vrečke ali škatle z rastlinami čez noč shranimo v hladilniku) in ob vlaganju rastlin v sušilne pole jim moramo priložiti delovne etikete.

Delo doma

Vlaganje rastlin v sušilne pole

Sušilne pole si narežemo iz časopisnega papirja, njihova velikost naj bo enaka velikosti suhega herbarija. Ob vlaganju v sušilno polo se odločimo, katere dele velikih rastlin bomo zavržli in kakšna bo lega rastlin v suhem herbariju (ta naj bo čimbolj naravna). Navadno nekoliko obrežemo podzemne dele rastlin, odstranimo prst (pri tem si lahko pomagamo tudi z vedrom vode), vzdolžno prerežemo debele rastlinske organe (gomolje, plodove, včasih tudi stebela), pri zelo velikih zeleh (npr. ščiri, kislice) lahko odstranimo nekaj delov stebela, vendar moramo ohraniti vsaj stebelno dno s pritličnimi listi, košček stebela s srednjim stebelnim listom in seveda dovolj velik del cvetne regije, če dele stebela zavržemo pa si na etiketo zapišemo velikost rastline. Sukulente in tudi nekatere sočnejše enokaličnice, ki lahko še med sušenjem rastejo, pred sušenjem "ubijemo" s kratkim namakanjem stebel v alkoholu ali vreli vodi, pri kukavičnicah si lahko pomagamo z žveplanjem, rastline pa lahko umori tudi kratko zamrzovanje ali uporaba mikrovalovne pečice. Dodatno nabrane dele (cvetove, plodove) priložimo v sušilno polo, prav tako pa v papirnatem ovitku priložimo dele rastline, ki so morebiti odpadli (semena, venčne liste...). Občutljivejše dele rastlin (npr. velike cvetove) lahko obložimo z listi toaletnega papirja, da se lepše posušijo in, da se ne zalepijo za sušilno polo.

V sušilnih polah naj rastline ostanejo od začetka do konca sušenja (!), saj bi prelaganje ovenelih rastline lahko poškodovalo.

Sušenje

Pred sušenjem je koristno rastline dobro sprešati (vsedemo se na pripravljen kup sušilnih pol), saj pritisk preše med sušenjem ne sme biti premočan (rastline obtežimo s kakimi 5 do 10 kg). Med sušilne pole vložimo več listov suhega sušilnega papirja (debel pivnik ali npr. vsaj 5 listov časopisnega papirja, najbolje kar celotne zložene časopise) in tako nastali sušilni kup obtežimo (ne uporabljajte knjig, ki se zaradi vlage lahko zvijejo). Sušilni papir moramo menjavati s suhim sprva vsak dan, kasneje pa na dva dneva in ob takem menjavanju se nam večina rastlin posuši v 1 tednu (suhe rastline na otip niso več hladne). Če sušilnega papirja ne menjavamo dovolj pogosto, rastline začnejo plesnети, če je pritisk prešanja premočan, pa lahko rastline počrtnijo. Sušilne pole skupaj s suhimi rastlinami pobereemo iz sušilnega kupa in jih za kak dan razprostremo, da se dokončno posušijo.

Nekoliko bolj zapleten a zelo hiter in učinkovit način sušenja herbarija je z uporabo valovite lepenke in s preprihavanjem toplega zraka. Liste valovite lepenke si narežemo tako, da so kanali v njej obrnjeni vzporedno s krajšo stranico herbarija, velikost takih sušilnih listov pa naj bo nekoliko večja od velikosti sušilnih pol. Potrebujemo še dve močnejši plošči in vrvi ali trakove, s katerimi tako pripravljen sušilni kup zvežemo in stisnemo (vrvi ali trakove je potrebno med sušenjem večkrat ponovno napeti, saj se rastline krčijo). Skozi tako pripravljen sušilni kup preprihavo topel zrak s kaloriferjem (pazimo seveda, da ta stoji vsaj nekaj dm od kupa). Na ta način se večina rastlin posuši v enem dnevu, barve cvetov pa se zelo dobro ohranijo.

Določevanje

Čeprav je določevanje svežih rastlin nekoliko enostavnejše, je dosti bolj priporočljivo rastline najprej posušiti. Če se namreč lotimo določevanja večjega števila svežih rastlin, je to lahko tako zamudno, da nam večina še nedoločenih rastlin med tem oveni. Kompromisna rešitev je nabiranje po dveh primerkov vsake vrste, enega takoj vložimo, drugega pa še svežega določimo, a to ni vedno izvedljivo.

Pri posušenih rastlinah imamo lahko nekoliko več težav predvsem pri ugotavljanju podrobne zgradbe cvetov (števnost, število prašnikov, število karpelov) kar nam otežuje predvsem določevanje družin in nekaterih rodov. Če pa rod ali družino, ki ji pripada rastlina, poznamo (npr. po terenskih vajah), z določevanjem vrste tudi pri suhem materialu ne bi smelo biti težav. Pri tem si lahko pomagamo z nekaterimi metodami, omenjanimi v "Navodilih".

Preverjanje določitve je zlasti pri določevanju z Malo floro Slovenije kar koristno. Pri tem si pomagamo s slikovnimi priročniki (glej Literaturo). Če nam tudi po dolgotrajnem določevanju rastline ne uspe določiti, se posvetujemo z izkušenejšimi kolegi (npr. na Botaničnem društvu).

Oprema, ki jo pri določevanju potrebujemo: povečevalno steklo (povečava okoli 10x), preparirni igli, pinceta, ostro rezilo (britvice, skalpel, olfa), milimetrski papir in ravnilo, temna podlaga, ...

Etiketiranje

Pravilno etiketiranje je ena najpomembnejših reči pri izdelavi herbarija in zato je temu procesu namenjenega v "Navodilih" toliko prostora. Etiketa mora vsebovati:

- strokovno ime vrste skupaj z avtorskim citatom (sinonimi niso potrebni)
- natančno navedbo nahajališča (geografska oznaka): država, pokrajina, okolica večjega kraja, manjši kraj, lega nahajališča glede na ta kraj (npr. 1 km severozahodno od...), približna nadmorska višina (če leži lokaliteta na hribovitem terenu), kvadrant (xxxx/x)
- navedbo rastišča (ekološka oznaka): npr. ob cesti, na robu bukovega gozda, na vlažnem travniku...
- ime nabiralca in datum nabiranja
- ime avtorja določitve (če je ta isti kot nabiralec, lahko to navedbo izpustimo)

Zavedati se moramo, da mora biti etiketa vsebinsko popolnoma neodvisna od spremnega besedila herbarija, na vsaki moramo torej iste stvari ponoviti. Če izdelujemo etikete s pomočjo računalnika, je to seveda enostavno, drugače pa lahko etikete z osnovnimi podatki, ki so pri vseh polah isti (širša označba lokalitete, nabiralec, kvadrant) fotokopiramo in preostalo vsebino vpisujemo na roko.

Primeri etiket:

HERBARIUM Blaž Ogorevc	No. 124	FLORA OKOLICE PESNICE	Št. 125
<p><i>Poa trivialis</i> L. ssp. <i>sylyvicola</i> (Guss.) Lindb. f.</p> <p>Slovenija: okolica Ljubljane, Ljubljansko Barje, 2 km zahodno od Črne vasi; 290 m n.m. Rastišče: z vodo zaliti jarki med travniki MTB: 9959/1</p> <p>Leg. B. Ogorevc 7. 4. 2001 Det. B. Frajman 9. 5. 2001</p>		<p><i>R u b u s</i> <i>f r u t i c o s u s</i> agg.</p> <p>Slovenija: Štajerska, Maribor, Pesnica, na levem bregu reke Pesnice pri zaselku Ranca; 250 m n.m. Rastišče: vlažna grmovja ob reki kvadrant: 9653/1 Nabral in določil: B. Ogorevc 7. 4. 2001 (cvet) 9. 5. 2001 (plod)</p> <p>Opomba: 3 m visok grm, cvetovi belorožnati, z vonjem po vrtnicah</p>	

Končno oblikovanje herbarijskih pol

"Herbarijsko polo" predstavlja pravilno posušena in etiketirana rastlina. Izdelana je lahko v obliki pole (ta je lahko tudi pola časopisnega papirja), v katero je vložena posušena rastlina in etiketa (etiketa je lahko na polo tudi pritrjena), ali pa polo nadomešča list nekoliko tršega papirja (npr. risalni list), na katerega sta pritrjeni rastlina in etiketa. Med sušenjem odpadle ali dodatno nabrane dele rastlin priložimo in/ali pritrdimo v isto herbarijsko polo v papirnatem ovitku.

Če rastlin v polo ne pritrdimo, moramo paziti, da ležijo čimbolj v sredini pole, in da njihovi deli ne molijo iz pole. Če uporabljamo liste, pa moramo rastline pravilno in trajno pritrditi. Najbolj sprejemljivo je lepljenje s papirnatimi trakovi, ki jih na koncih namažemo z lepilom (uporabni so tudi priveski znamk), vsekakor pa ne smemo uporabljati selotejpa, saj ta lepi le začasno. Rastline pritrdimo na 2 ali 3 mestih, pritrdimo pa tudi etiketo (najbolje spodaj desno, lahko jo pripravimo s spenjačem) in morebitni papirnati ovoj z odpadnimi deli rastlin.

Da bi bilo kasnejše sortiranje herbarija enostavnejše, si na nek vogal herbarijske pole zabeležimo tudi številko strani v Mali flori Slovenije, na kateri je vrsta navedena.

Priprava herbarija za oddajo

Študentski herbariji morajo biti sortirani po vrstnem redu (sistemu) v Mali flori Slovenije. Najlaže torej rastline sortiramo po številkah strani v MFS, zato je dobro, da si ob določitvi rastline zabeležimo tudi stran. Za kasnejšo lastno uporabo je herbarije morda bolj priročno sortirati po abecednem redu, a različni pristopi k sortiranju imajo različne prednosti in slabosti.

V enakem vrstnem redu naj bo narejen tudi **seznam vrst v herbariju**, ki je tretja od obveznih prilog (seznam herbarija in kopija zemljevida območja nabiranja ostaneta arhivirana). V seznamu naj bodo poleg glave (avtor herbarija, šolsko leto, kvadrant) le latinska imena vrst v enem stolpcu, da ostaja dovolj prostora za pripombe ob pregledovanju. Seznam najlaže sortirate z uporabo že omenjenih številkih strani v MFS, lahko pa ga napišete tudi čisto na koncu, ko je herbarij že sortiran.

Izdelava herbarijske mape je na prvi pogled enostavna, a sodeč po raznolikosti študentskih izdelkov, ne bi bilo napačno dati natančnih napotkov tudi za to.

Za mapo potrebujemo dva kosa močnejšega kartona (lahko tudi valovite lepenke) enake velikosti kot so herbarijske pole in dva trakova (ali močni vrvici) dolga približno dvakratno dolžino diagonale herbarija. V oba kosa kartona naredimo približno na 1/5 višine od vrha in dna na levi in desni strani nekaj cm od roba luknjo (skupno torej po 4 luknje na karton) in skozi napeljemo trakova, enega pod vrhom kartonov, drugega nad dnom. Če ležita pred nami kartona s 4 luknjami, spodaj hrbet herbarijske mape, na njem sprednja platnica, in če naj se mapa odpira na desni, napeljemo trakova na naslednji način: zgornji trak vdenemo z zunanje strani v zgornjo desno luknjo prednje platnice ter nato od zadaj skozi zgornjo levo luknjo. Isti konec traku nato vdenemo od zadaj v zgornjo levo luknjo hrbta in ga potegnemo ven skozi zgornjo desno luknjo hrbta. Enak postopek ponovimo s spodnjimi luknjami. Ko je herbarijska mapa narejena, napišemo nanjo svoje ime in smer študija, vanjo vložimo sortiran herbarij (če herbarijski kup nevarno visi, pole od polovice dalje obrnemo na glavo) in obvezne priloge. Trakova zavežemo in herbarij oddamo.

Seznam rastlin

ki naj jih ne bo v študentskih herbarijih, saj so razširjene po (skoraj) vsej Sloveniji in splošno znane. Ker jih bomo videli na terenskih vajah, jih seveda morate poznati - lahko se namreč zgodi, da jih boste morali prepoznati na kolokviju.

Poleg teh se ogibajte tudi nabiranju zavarovanih rastlin, razen v primeru, ko gre za novoodkrita nahajališča, ki jih je seveda smiselno dokumentirati s herbarijskimi primerki. Za številne redke in ogrožene vrste so natančni podatki zbrani v "Rdečem seznamu" (Wraber & Skoberne: Varstvo narave 14-15, 1989).

V herbariju naj tudi ne bo vrst, ki smo jih imeli na vajah v praktikumu. Ker se spisek teh vrst z leti nekoliko spreminja, niso posebej vključene v spodnji seznam.

Da bi bil seznam čimbolj pregleden, so vrste navedene po abecednem redu in brez navedb avtorjev imen.

Abies alba - bela jelka

Acer pseudoplatanus - beli javor, gorski javor

Aegopodium podagraria - navadna regačica

Ajuga reptans - plazeči skrečnik

Alliaria petiolata - navadna česnovka

Anemone nemorosa - podlesna vetrnica

Aposeris foetida - navadna smrdljivka

Aruncus dioicus - navadno kresničevje

Astrantia major - veliki zali kobulček

Bellis perennis - navadna marjetica

Betula pendula - navadna breza

Briza media - navadna migalica

Calluna vulgaris - jesenska vresa

Capsella bursa-pastoris - navadni plešec

Carpinus betulus - navadni gaber

Chelidonium majus - krvavi mlečnik

Cichorium intybus - navadni potrošnik

Cirsium oleraceum - mehki osat, srpje

Clematis vitalba - navadni srobot

Colchicum autumnale - jesenski podlesek

Convallaria majalis - šmarnica, solzice

Cyclamen purpurascens - navadna ciklama

Erica herbacea - spomladanska resa

Euonymus europaea - navadna trdoleska

Euphorbia cyparissias - cipresasti mleček

Fagus sylvatica - bukev

Frangula alnus - navadna krhlika

Galanthus nivalis - mali zvonček

Glechoma hederacea - bršljanasta grenkuljica

Hedera helix - navadni bršljan

Helleborus niger - črni teloh

Hepatica nobilis - navadni jetrnik

Humulus lupulus - navadni hmelj, pravi hmelj

Lamium maculatum - lisasta mrtva kopriva

Lapsana communis - navadni kolenček

Larix decidua - evropski macesen

Listera ovata - jajčastolistni muhovnik

Lychnis flos-cuculi - kukavičja lučca

Lysimachia nummularia - okroglostista pijavčnica

Lythrum salicaria - navadna krvenka

Maianthemum bifolium - dvolistna senčnica
Mercurialis perennis - trpežni golšec
Papaver rhoeas - poljski mak
Paris quadrifolia - volčja jagoda
Picea abies - navadna smreka
Pinus sylvestris - rdeči bor
Plantago lanceolata - ozkolistni trpotec
Plantago major - veliki trpotec
Potentilla erecta - srčna moč
Potentilla reptans - plazeči petoprstnik
Primula vulgaris - trobentica
Prunella vulgaris - navadna črnoglavka
Pteridium aquilinum - orlova praprotnica
Ranunculus repens - plazeča zlatica

Reseda lutea - rumeni katanec
Sambucus nigra - črni bezeg
Sanicula europaea - navadni ženikelj
Scrophularia nodosa - navadna črnobina
Tamus communis - navadni blušč
Tanacetum vulgare - navadni vratič
Teucrium chamaedrys - navadni vrednik
Tilia cordata - lipovec
Tilia platyphyllos - navadna lipa
Trifolium repens - plazeča detelja
Urtica dioica - velika kopriva
Verbena officinalis - navadni sporiš
Viburnum lantana - dobrovita
Viburnum opulus - brogovita

KRITERIJI ZA HERBARIJ

Herbarij bo zavrtnjen če:

- bo več kot 20% vrst napačno določenih
- bosta napačno določeni vsaj 2 družini
- je več kot 10% rastlin nabranih brez cvetov ali plodov
- je katerakoli vrsta vsaj 2x določena za dve različni vrsti
- bo pomanjkljivo etiketiran
- bo manjkala, ali bila neprimerna katerakoli od obveznih prilog
- se bo pokazalo, da ni bil nabiran na predpisanem območju
- ne bo urejen po sistemu MFS ali bo vrstni red drugačen od vrstnega reda v seznamu vrst
- bo prevelik (>A3) ali premajhen (<A4 formata)

stvarno kazalo:

2

2n, 46

A

A, 52

abaksialno, 82

Abies alba, 47

Abietoideae, 46

abruptna speciacija, 43,
67, 83

absolutno redke vrste, 48

Acacia, 63*Acalyphoideae*, 64*Acetabularia*, 15*Acetosa*, 59*Acetosella*, 59

Acrasiomycetes, 24

adaksialno, 82

Adiantaceae, 43

Adoxa, 70*Adoxaceae*, 70

adventivna embrionija, 76

Aegilops, 67, 86

aerociste, 21

agamospecies, 76

agamospermija, 76

Agaricanae, 30

agg., 58

agregat, 9, 41, 58, 59

Agrostis, 85

ahena, 51, 75

ajda, 59

akineta, 8

akinete, 6

akrogino, 33

akrokarpno, 36

akrokontnost, 9

aksialna nit, 31

aksilarna placentacija, 51

aktinomorfni cvet, 50

Albizzia, 63*Albugo candida*, 25

alevriospore, 26

Algae, 8

alge, 8

algin, 20

alginati, 20

Alismatidae, 79

alkoholno vrenje, 26

Alliaceae, 80

Alnus, 61*Aloe*, 79

alogamno oprasčevanje, 69

aloja, 79

Alopecurus, 88

alopoliploidi, 67

alotetraploid, 67

Alsinoideae, 58

alternanca, 50

Amaryllidaceae, 79, 81*Amentiferae*, 59

amfidiploid, 68, 82, 86

amfigastria, 35

amfitecij, 33

Amphora, 20*Amygdalus*, 62*Anabaena*, 7, 31*Anabaena azollae*, 44

anabioza, 31

Anagallis, 69

anakrogin, 35

anakrogino, 33

analiza glavnih
komponent, 80

anamorf, 25

anastomoza, 79

anastomoze, 25

anotropna SZ, 45

andrecej, 50, 52

androgametocista, 8

Andromeda, 71*Androsace*, 69

androspora, 15

anemogamija, 45

Anemone, 55

anevsporija, 76

angiokarpno plodišče, 28

Angiospermae, 50*Anisantha*, 87

anizofilija, 40, 44

anizogamija, 8

antecij, 87

antera, 50

anteridij, 8

anteridiji, 33

anteridiofor, 35

Anthocero(ta)tae, 34*Anthocerophyta*, 34

antibiotiki, 25

antipode, 51

antocian, 57

anulus, 36, 42

Aphanizomenon, 7*Aphanothece*, 7

Aphyloporanae, 30

Apiaceae, 65

apikalna placentacija, 51

Apiodeae, 65

aplanospore, 9

apofiza, 37

apogamija, 76

apomiksa, 61, 76

apomorfno stanje znaka,
55

aposporija, 76

Apostasioideae, 82

apotecij, 27

apresorij, 31

Arachis, 63*Araliaceae*, 64*Araliales*, 64*Aralianae*, 64*Araphidineae*, 20

arašidi, 63

Arbutus, 71*Archaeobacteria*, 5

areal, 48, 54

areole, 31

arginin, 6

arhebakterije, 5

arhegonij, 8, 45

arhegoniji, 33

arhegoniofor, 35

Aristolochia, 53*Aristolochiaceae*, 53*Aristolochiales*, 53*Armeniaca*, 62

arnika, 75

artičoke, 75

artodontni peristom, 37

Arundinoideae, 85, 86*Asarum europaeum*, 53*Ascolichenes*, 31

Ascomycetes, 26

Ascomycetidae, 27

asimilacijski stebrički, 34

ask, 26

askogena hifa, 26

askogene hife, 27

askogon, 27

askohimienalni razvoj, 27

askospore, 25, 26

Asparagales, 80

Asparagus, 79

aspartat, 6

Aspergillus, 27*Asperula*, 72*Aspidiales*, 43, 44*Aspleniaceae*, 43*Asplenium*, 43*Asteraceae*, 75*Asterales*, 74*Asteridae*, 72, 74

asteride, 74

Asterionella, 20*Athyriaceae*, 44

Athyrium, 43
 atropna SZ, 45
Avena, 67
 Avena, 87
 avksozigota, 19
 avtogamije, 69
 avtogamna, 58
 avtohorija, 51
 avtopoliploid, 43
 avtopoliploidi, 67
 avtospore, 13
 avtosterilnost, 69
 azola, 44
Azolla, 44
 Azollaceae, 44
 azolovke, 44

B

Bacillaria, 20
Bacillariophyceae, 19
 bakterije, 6
Bambusoideae, 85, 86
 bananovec, 79
Bangiophyceae, 22
 barja, 36
Basidiolichenes, 31
 Basidiomycetes, 28
Basidiomycotina, 28
Batrachium, 55
Batrachospermum, 22
 bazalna placentacija, 51
 bazidij, 28
 bazidiospore, 25
 bazilika, 74
 bekica, 83
 bela trohnoba lesa, 30
 beluš, 79
 beluševci, 80
 beocita, 6
Berberis, 29
 bet, 30
Beta, 67
 betalaini, 57
Betula, 60
Betulaceae, 60
Betuleae, 61
 bezgovke, 70
 biaturinski tip, 31
 biciliatnost, 9
 bičkasti, 9
 bil, 84
 bilateralno simetrični cvet,
 50
 bilnica, 87
 binarni znaki, 79
Biraphidineae, 20
 birni plod, 52
 bisakatni pelod, 46

bitegmična SZ, 51
 blastospore, 26
 Blechnaceae, 44
Blechnales, 44
 blodilke, 9
 bočna konjugacija, 16
 bodičke, 84
 bor, 47
Boraginaceae, 72
Boraginales, 72
 borovke, 46
Botrychium, 42
 bradovec, 32
 brakteje, 60
 brakteole, 60
 brakteozno socvetje, 60
Brassicaceae, 66
 brazda, 51
 breskev, 62
 breza, 60
 brezovke, 60
 brin, 47
Bromopsis, 87
Bromus, 87
 broščevci, 70
 broščevke, 72
 bršljanovci, 64
 bršljanovke, 64
 brst, 38
 brstenje, 6, 26
 brstilni micelij, 26
 brstitvene brazgotine, 26
 brstnice, 38
Bryales, 37
Bryatae, 36
Bryidae, 36
Bryophyta, 33
Bryopsidophyceae, 15
 bukev, 60
 bukvovci, 60
 bukvovke, 60
 bulbile, 17
 bulliform cells, 87

C

C, 52
Cactaceae, 57
Caesalpinaceae, 63
Calluna, 71
 calyx, 50
 CAM metabolizem, 57, 81
Candida, 26
Canna, 79
Cappar(id)aceae, 66
Cappar(id)ales, 66
Caprifoliaceae, 70
Cardamine, 67
Carex, 84

Caricoideae, 84
Carpenteles, 27
Carpineae, 61
Carpinus, 61
Carthamus tinctorius, 81
Caryophyllaceae, 57
Caryophyllales, 57
Caryophyllidae, 57
 Caryophylloideae, 58
 čaša, 50
 čašni list, 50
Castanea, 60
 čebula, 80
 cedra, 47
 Cedrus, 47
 cefalodij, 6, 31
Celastranae, 64
 celica pelodovega mešička,
 51
 čemaž, 80
 cenoblastični micelij, 25
 cenocitski micelij, 25
 cenokarpni ginecej, 50
Centrales, 19
 centralna placentacija, 51
 centralne niti, 22
 centrifugalna socvetja, 60
 centripetalna socvetja, 60
Centrospermae, 57
 čepkasti rizoidi, 34
 cepljenje, 62
Ceramiales, 22
Ceranium, 23
Cerastium, 58
Cerasus, 62
Ceratium, 11
Ceratonia, 63
Ceratozamia, 49
Cercis, 63
 česen, 80
 češmin, 29
 češnja, 62
 češulja, 60
Cetraria islandica, 32
 cevasti cvetovi, 74
 cevasti organizacijski
 nivo, 9
 cevnice, 38
Chaetoceras, 20
Chaetophorales, 14, 17
Chamaecyparis, 47
Chamaesyce, 64
Chantransia, 22
Chara, 17
 character, 79
 character state, 79
Charophyceae, 16
Chelidonium, 56
Chlamydomonas, 12

- Chlorella*, 13, 31
Chloridoideae, 85, 86
Chlorococcales, 13
Chlorophyceae, 12
Chlorophyta, 11
Chlorosiphonales, 15
Chroococcales, 7
Chroococcus, 7, 31
Chrysocapsales, 19
Chrysomonadales, 18
Chrysophyceae, 18
Chrysosplenium, 62
Chytridiomycota, 24
 cianoficejski škrob, 6
 cianoficin, 6, 7
 cianogene, 66
 ciatij, 64
 cibora, 62
Cichoriaceae, 76
Cichorium, 76
Cicuta, 65
 cifele, 31
 cikcakasta mikropila, 45, 62
 cimozna socvetja, 60
Cinchona, 72
Cinchonoideae, 72
 cipresovke, 47
 cipsela, 75
 cistide, 29
 cistokarpom, 23
Cladophora, 15
Cladophorales, 15
 classis, 5
Claviceps, 27
 členasti plod, 52
 clique analiza, 55
Closterium, 16
 cluster analysis, 80
Cocconeis, 15, 20
Codium, 15
Coffea, 72
Colchicaceae, 81
Coleochatae, 17
Collema, 31
Commelinanae, 84
Compositae, 74
Coniferophytina, 45
Conium, 65
Conjugatae, 15
Conocephalum, 35
Convallariaceae, 80
 čopičasta plesen, 27
Corallina, 22
Cordaitidae, 46
Cormophyta, 38
Cornanae, 70
Cornidae, 69
 corolla, 50
Corydalis, 56
Corylaceae, 61
Coryleae, 61
Corylus, 61
Cosmarium, 16
 črni trn, 62
 črnobinovci, 73
 črnobinovke, 73
Crocus, 81
Cruciata, 72
Cruciferae, 66
Cryptomonas, 10
Cryptonemiales, 22
Cupressaceae, 47
Cupressoideae, 47
 cupula, 60
Cuscuta, 73
 cv., 67
 cvet, 45, 50
 cvetenje jezer, 7
 cvetenje voda, 11
 cvetišče, 46
 cvetna formula, 52
 cvetna past, 53
 cvetna simetrija, 50
 cvetni elementi, 50
 cvetno odevalo, 50
Cyanobacteria, 6
Cyanophyceae, 7
Cyanophyta, 6
Cycadaceae, 49
Cycadales, 49
Cycadatae, 49
Cycadophytina, 48
Cyclamen, 69
Cyclamineae, 69
Cyclospora, 21
Cyclotella, 20
Cylindrospermum, 7
Cymbella, 20
Cymbopogon, 86
Cyperaceae, 83
Cyperales, 83
Cyperoideae, 83
Cyperus, 84
Cypripedioideae, 82
Cystoseira, 21
D
Dasycladaceae, 15
 deblo, 5
 Delitev rodu, 59
Desmidiales, 16
Deuteromycota, 25
Dianthus, 58
 diaspora, 51
Diatoma, 20
Diatomeae, 19
 diatomeje, 19
Dicotyledonae, 52
Dicranales, 37
Dictyotales, 21
 difuzna centromera, 83
Digitalis, 73
 dihalna odprtina, 34
 dihalne votline, 34
 dihazi, 60
 dihotomija, 38
 dihotomna razrast, 39
 dikarionska faza, 25, 26
Dileniidae, 65
Dilleniidae, 61
 dimitična trama, 29
 dinokarion, 10
Dinophyceae, 11
Dinophysis, 11
Dinophyta, 10
 diplont, 9
 diplosporija, 76
 diplostemonija, 50
Diploxylon, 47
Dipsacaceae, 70
Dipsacales, 70, 72
 disimetrični cvet, 50
 diskriminantna analiza, 80
 distilija, 69
 divisio, 5
 dodatne taksonomske kategorije, 41
 dolge celice, 84
 dolij, 28
 dolipora, 25, 28
 dolium, 25
 dormantnost, 86
 dorzicidno odpiranje plodu, 51
 dorziventralno, 31
Draparnaldia, 14
 dresni, 59
 dresnik, 59
 dresnovci, 58
 dresnovke, 58
 drežičevci, 39
 drežičevke, 39
 drhtavčevci, 29
 drobnica, 62
 drobnjak, 80
 drugotno nesomerni cvet, 50
 družina, 5
Dryopteridaceae, 43
Dryopteris, 44
 dvobočno somerni cvet, 50
 dvodomnost, 69
 dvojna oploditev, 45, 50
 dvokaličnice, 52
 dvoustanti cvet, 50

dvovejnati pakobul, 60
Dynobryon, 19

E

acidij, 29
acidiospore, 29
ecij, 29
eciospore, 29
Ectocarpales, 20
Ectocarpus, 21
efedra, 49
ekskoskopna embriogeneza, 38
ekspozora, 6
ekspozorangij, 28
ekstostom, 37
ekstrafloralni nektarij, 50
ektomikoriza, 68
ektospora, 25
ektosporangij, 28
elajosom, 81
elater, 33, 34
Eleocharis, 83
embrio, 45
embrio, 38
embriogeneza, 38
embrionalna vrečka, 45, 51
embrionalni mešiček, 51
Embryophyta, 33
Emericella, 27
enakotrosnost, 38
Encephalartos, 49
endemit, 48
Endemit, 65
Endemizm, 65
endofitske glive, 34
Endomycetes, 26
endoskopna embriogeneza, 38
endospora, 6
endostom, 37
endotecij, 33
endotesta, 46
enocelični organizacijski nivo, 9
enojna oploditev, 45
enokaličnice, 79
enopredalasta plodnica, 51
enotno cvetno odevalo, 50
enovejnati pakobul, 60
entomogamija, 45
Ephedra, 49
Ephedridae, 49
epifragma, 37
epigin cvet, 51
epimatium, 47
Epipogium, 73

epiteka, 19
Equisetaceae, 40
Equisetales, 40
Equisetatae, 40
Erica, 71
Ericaceae, 70
Ericales, 70
Ericoideae, 71
erikoidni list, 70
Eriophorum, 83
Erythronium, 81
estivacija, 63
estma, 11
Esula, 64
etalij, 24
Euastrum, 16
Eubacteria, 6
Euglena, 10
Euglenophyta, 10
Eukaryota, 8
Eukayota, 5
Eupenicillium, 27
Euphorbia, 64
Euphorbiaceae, 64
Euphorbiales, 64
Euphorbioideae, 64
Euphrasia, 73
Eurotiales, 27
Eurotium, 27
Eusporangiidae, 41
Evernia prunastri, 30
evglena, 10
evglenofiti, 10
evkarionti, 8
evsporangiatne praproti, 41
evsporangij, 41
Evsporangij, 41

F

Fabaceae, 63
Fabales, 63
Fabanae, 63
Fagaceae, 60
Fagales, 60
fagocitoza, 24
Fagopyrum, 59
Fagus, 60
familia, 5
fenetske metode, 79
fenetske metode klasifikacije, 79
fenogram, 80
feoplasti, 20
Festuca, 87
fialida, 27
fialospore, 27
fibrile, 31

Ficaria verna, 55
fikobilini, 6, 21
fikobilisomi, 6
fikobiont, 30
fikocian, 21
fikocian(-in), 6
fikoeritrin, 6, 21
fiksacija dušika, 6
filament, 50
Filetske metode klasifikacije, 54
Filicatae, 41
filidij, 33
filoidi, 9
Fissidens, 37
Fissidentales, 37
flagelatni, 9
floem, 39
floridejski škrob, 21
Florideophyceae, 22
foliozen, 33
Fomes fomentarius, 30
fontanski tip, 22
Fontinalis, 35
forma, 5, 54
Fragillaria, 20
fragmentacija, 8, 83
fragmobazidij, 28, 29
frondozen, 33
frondožno sovetje, 60
frustula, 19
Fucales, 21
Fucus, 21
fukoidin, 20
fukoksantin, 20
Fumaria, 56
Fumariaceae, 56
Fungi, 24
Fungi imperfecti, 25
funikul, 45
Fusarium, 27

G

G, 52
gaber, 61
gabrovec, 61
Gagea, 81
Galanthus, 81
galertasti lišaji, 31
Galium, 72
gameta, 8
gametangij, 8
gametangiofor, 34
gametocista, 8
gametofit, 8, 9
gametofitska inkompatibilnost, 56, 69
gametofor, 33

- Gardenia*, 72
 generativna celica, 46, 51
 generativne hife, 29
Gentianales, 72
Gentiananae, 70, 72
 genus, 5
 geografska definicija
 podvrste, 54
Gigko, 45
 Gikgoatae, 45
 gimnokarpno plodišče, 28
 ginecej, 50
 ginofor, 57
 ginogametocista, 8
 ginostemij, 81
 girogonit, 17
 giromitrin, 25
 gladki rizoidi, 34
 glavica, 51
 glavičasta plesen, 27
 glavičasti plod, 51
 glavičasto socvetje, 60
 glavni gostitelj, 29
 glavna plodna oblika, 25
 glavica, 27
Gleditschia, 63
 gleoplere, 29
 glikogen, 6, 21
 glistovničevci, 43
 glistovničevke, 43
 glive, 24
 glivolike alge, 24
 globul, 17
Gloeocapsa, 7, 31
 glukana, 25, 26
 glukana, 26
 glutamin, 7
 Gnetatae, 49
Gnettardoideae, 72
 gnezdoznica, 82
 golec, 85
 golobica, 30
 golobičevci, 30
 GOLOSEMENKE, 45
 golšec, 64
 goltne luske, 72
 gonidij, 12
 gonidijalna plast, 31
 goniti, 9
 gonitocista, 9
 gonotrofija, 33
Gonyaulax, 11
 gorčični glikozidi, 66
 grabljišče, 70
Gramineae, 84
 grmičasti lišaji, 31
 grozd, 60
 grozdasto socvetje, 60
Gymnodiniales, 11
- GYMNOSPERMAE, 45
Gyrosigma, 20
- H**
- Hacquetia*, 65
 hadrom, 36
 halaza, 45
 halazogamija, 45, 60
Halimeda, 15
Hamameli(di)dae, 59
Hamamelidanae, 60
 haplodiplont, 9
 haplont, 9
 haplostemonija, 50, 61
Haploxyton, 47
 haptere, 40
 havstorialni del, 33
 havstorij, 31
 havstorij, 46
 hčerinske kolonije, 12
Helianthus, 75
 Helleborus, 55
 hematokrom, 14
 hemiangiokarpno plodišče,
 28
Hepatica nobilis, 55
Hepaticae, 34
 herbarij, 3, 91
Herniaria, 58
 Heterobasidiomycetidae,
 28
 heterocista, 7
 heterociste, 6
 heterofazna izmena
 generacij, 9
 heterofilija, 65
Heterogeneratae, 21
 heterohlamidični cvet, 50
 heterokontna običkanost,
 9
Heterokontophyta, 17
 heteromerna steljka, 31
 heteromorfni prerod, 9
 heterosporija, 38
 heterostilija, 69, 72
Heterotrichales, 18
 heterotrihna steljka, 14
 hialocite, 36
 hibridizacija, 82
 hibridogene vrste, 83
 hidrogamija, 45
 hidrohorija, 81
 hidroida, 36
 hidrom, 36
 hifa, 25
 hifogamija, 25
 hijacintovke, 80
 himenij, 27
- hipogin cvet, 51
 hipotalus, 31
 hipoteka, 19
 hitin, 25
Hladnikia, 65
 hladnikovka, 65
 hlamidospore, 28
 hlamidospore, 26
 holobazidij, 28
 holobazidij, 29
 Homobasidiomycetidae, 29
 homobazidij, 29
 homohlamidični cvet, 50
 homomerna steljka, 31
 homoplastični znaki, 55
 homoplazija, 55
Hordeum, 87
 horikarpni ginecej, 50
 Hormogonales, 7
 hormogonij, 6
 hranilna tkiva, 57
 hrast, 60
 hrbtni šiv karpela, 51
 hrušica, 80
 hruška, 62
Huperzia, 39
 Hyacinthaceae, 80
Hydrocotyloideae, 65
Hydrodycion, 13
Hydropteridanae, 44
Hydrurus, 19
 Hypocreales, 27
- I**
- ibotenska kislina, 25
 ICBN, 5, 54
 iglavci, 45
 imbrikatna estivacija, 63
 impresorij, 31
 induzij, 42
 inerspejski hibridi, 82
 ingver, 79
 inkompatibilnostni
 mehanizmi, 69
 integumenet, 45
 intergenerični hibridi, 82
 interkalarna rast, 40
 introgresija, 68
 introgresija, 82
 inventarizacija ogro`enih
 vrst, 48
Iridaceae, 79
 Iridaceae, 81
 iridoidi, 72
 iskrnica, 11
 islandski lišaj, 32
Isoetales, 39
Isogeneratae, 20

Isopyrum, 55
 istmus, 16
 izidiji, 30
 izmena generacij, 9
 izogamija, 8
 izokontna običkanost, 9
 izomorfní prerod, 9
 izosporija, 38
 izpeljano stanje znaka, 55
 izumiranje, 48
 izvorno stanje znaka, 55
 izvor žit, 86

J

jablana, 62
 jabolko, 62
 jadro, 63
 jagoda, 52
 jagodasti plod, 52
 jajčna celica, 8, 46
 jalovi list, 38
 janež, 65
 jarmaste alge, 15
 jarmaste glive, 26
 jarmovke, 16
 jaro žito, 86
 ječmen, 87
 jedro pelodnega mešička, 46
 jeglič, 69
 jegličevci, 68
 jegličevke, 68
 jelenov jezik, 43
 jelka, 47
 jelša, 61
 jetičnik, 73
 jetrenjaki, 34
 jetrník, 55
 jezičasti cvetovi, 74
 Juncaceae, 83
 Juncanae, 83
Juncus, 83
Jungermaniidae, 35
Jungermanniales, 35
Juniperoideae, 47
 Juniperus, 47

K

K, 52
 kačjejezikovci, 41
 kačjejezikovke, 41
 kakteje, 57
 kalček, 45, 51
 kaliptra, 33
 kalitev pelodnega zrna, 51
 Kalus, 85
 kamilice, 75

kamnokreč, 62
 kamnokrečevke, 62
 kampilotropna SZ, 45
 kana, 79
 kandidoze, 26
 kapilicij, 24
 kapitulúm, 36
 kaprovci, 66
 kapsalni, 9
 kapsula, 33
 kapuca, 33
 karboksosom, 6
 karina, 40
 karinalni kanal, 40
 kariogamija, 25
 kariopsa, 51, 85
 karpel, 45, 50
 karpogoniji, 22
 karpospore, 22
 karposporofit, 22
 karunkul, 64
 kavdikula, 81
 kavlidij, 33
 kavloid, 9
 kavovec, 72
 kemotaksija, 33
 kininovec, 72
 kislá presnova
 tolstolistnic, 81
 kislica, 59
 kladistične metode
 klasifikacije, 54
 kladofora, 15
 klas, 60
 klasasta socvetja, 84
 klasek, 83
 klasek, 84
 klasično nahajališče, 58
 Klasterska analiza, 80
 klejstogamijo, 85
 klejstogamno, 58
 klejstokarpno plodišče, 28
 klejstotecij, 27
 klek, 47
 klični listi, 57
 klinčkovci, 57
 klinčnice, 57
 kljunka, 83
 klobuk, 30
 klorocite, 36
 kloščevce, 64
Knautia, 70
 kobul, 60
 kobulček, 65
 kobulnice, 65
 kodeljica, 70, 74
 kofein, 72
 kohlearna estivacija, 63

kokalni organizacijski nivo, 9
 koleoptila, 85
 koleoriza, 85
 kolumela, 26, 34, 36
 komercialno zanimive vrste, 48
 kompatibilnostna analiza, 55
 končnice imen, 5
 konektiv, 50
 konidij, 25
 konidiom, 25
 konjugacija, 15, 16
 kontortna estivacija, 63
 konzolasto plodišče, 30
 kopitnik, 53
 koprofil, 27
 kopulacija, 8
 koralni greben, 22
 koreninska čepica, 39
 koriander, 65
 korm, 38
 kormofitoidni organizacijski nivo, 9
 kormoiden, 33
 kornide, 69
 korolinična čaša, 50
 koromač, 65
 korteks, 17, 24, 31
 koruza, 87
 koruzna snet, 29
 košarnice, 74
 koščičasti plod, 52
 košek, 70, 74
 kostanj, 60
 kotiledon, 46
 kovačnikovke, 70
 kraljestvo, 5
 kratke celice, 84
 kremenaste alge, 19
 kremenaste celice, 84
 kremenčevo telesce, 84
 kresilna goba, 30
 krili, 63
 kritosemenke, 50
 križanje, 82
 križnice, 66
 krizolaminarin, 17
 kromatična adaptacija, 7
 krompir, 52
 krompirjev palež, 24
 krovna luska, 46, 74
 krovna pleva, 83, 84
 krovni list, 60
 krušna plesen, 26
 krvavi mlečnik, 56
 krvenka, 69
 ksilem, 38, 39

kukakičevke, 81
 kukavičevci, 81
 kultivar, 67
 kumina, 65
 kutikula, 39
 kvalitativni znaki, 79
 kvantitativni znaki, 79
 kvasovkam sorodne glive,
 26
 kvasovke, 26

L

labellum, 81
Labiatae, 73
Lactarius, 30
Lactuca, 76
 ladjica, 63
 lakmus, 30
 lakota, 72
Lamiaceae, 73
Lamiales, 73
Lamianae, 73
Lamiidae, 70, 72
 lamiide, 72
Laminaria, 21
Laminariales, 21
 laminarin, 17
Lamioideae, 74
Lamium, 74
 Laricoideae, 47
Larix, 47
Larix decidua, 47
 laskovke, 43
 lat, 60
 latasta socvetja, 84
 lateralna konjugacija, 16
 lateralni listki, 35
Lathraea, 73
 laticifere, 30
 lecideinski tip, 31
 Lega listov v popku, 63
 lekanorinsk tip, 31
Lemanea, 22
 lepljiva ploščica, 81
 lepotke, 16
 leptoide, 36
 leptom, 36
 leptosporangiatne
 praproti, 42
Leptosporangiidae, 42
 leptosporangij, 41
 leska, 61
 leskovke, 61
 lešnik, 61
 lesnika, 62
 lestvičasta konjugacija, 16
Leucobryum, 37
Leucojum, 81

levkocite, 36
 levkoplasti, 15
Lichenes, 30
 lignifikacija, 39
 lignin, 38
 ligula, 39
 lihenizirane glive, 31
 Liliaceae, 81
 Liliaceae s. lat., 79
 Liliales, 81
 Liliaceae, 79
 Liliatae, 79
Liliidae, 79
 lilijevci, 81
 lilijevke, 81
Limodorum, 73
Linaria, 73
 lirele, 31
Liriodendron tulipifera, 53
 lišaji, 30
 lišajske kisline, 31
 lisičjačnice, 39
 lisičjakovci, 39
 lisičjakovke, 39
 lisičji rep, 88
 listast, 33
 listasti lišaji, 31
 listki, 33
 listna kožica, 84
 listnati mahovi, 36
 listne reže, 33, 34
 literatura, 3
Lithophyllum, 22
Lithothamnion, 22
 litotamnijski apnenci, 22
 loček, 83
 ločkovke, 83
 lodikule, 84
 lokulicidno, 51
 lomasom, 25
 lopatica, 55
 loputa, 33
 lorika, 10, 17, 18
Lotus, 63
 lovorikovec, 62
 lučka, 76
 lukovke, 80
 lunularna kislina, 35
 lušček, 66
 lusk, 66
 lusk, 51
 luskica, 84
 lusnec, 73
 lutein, 21
 lutein, 38
 Luzula, 83
 Lycopodiaceae, 39
Lycopodiales, 39
 Lycopodiatae, 39

Lysimachia, 69
Lysimachieae, 69

M

macedij, 31
 mačehe, 66
 macesen, 47
 mačica, 60
 mačičarke, 59
 mačje uho, 82
Macrozamia, 49
Madotheca, 35
Magnolia, 53
 Magnoliaceae, 53
 Magnoliales, 52
 Magnolianaes, 52
 Magnoliatae, 52
 Magnoliidae, 52
 magnolijevci, 52
 magnolijevke, 53
 Magnoliophytina, 50
 mahalo, 38
 mahovi, 33
 majaron, 74
 makovci, 56
 makovke, 56
 makrospora, 38
 mala vrsta, 68
 mala vrsta, 58
 malakohorija, 70
 mali zvonček, 81
Malus, 62
 manan, 25
 manana, 26
 mandljevce, 62
 manitol, 17
 manubrijalna celica, 17
Marchantia, 34
Marchantiales, 34
Marchantiales, 34
Marchantiidae, 34
 marelica, 62
 marginalna placentacija,
 51
 Marsileaceae, 44
Marsileales, 44
 marsiljevci, 44
 marsiljevke, 44
 marsupij, 33
 mastigonema, 17
 materinska celica spore,
 38
Matteucia, 43
 mavrah, 28
 medena ustna, 81
 Mednarodni kodeks
 botanične
 nomenklature, 5, 54

medovnik, 50
 medrodovni križanci, 82
 medula, 31
 medvrstni križanci, 82
 megafili, 38
 megagametofit, 38
 megaprotalij, 38
 megaspora, 38
 mehurjaste celice, 87
 mejospore, 9
 mejoza, 8
Melampyrum, 73
Melosira, 20
Mercurialis, 64
Meridion, 20
Merismopodia, 7
 merokarp, 52
 merski znaki, 79
 mešiček, 51
 meta, 74
 metageneza. *glej* prerod
glej prerod
 metlinka, 49
 metuljasti cvet, 63
 metuljnice, 63
Metzgeria, 35
Metzgeriales, 35
 micelij, 25
Micrasterias, 16
Microcystis, 7
 mikobiont, 30
 mikoriza, 25, 28
 mikotrofija, 38
 mikoze, 25
 mikrobiologija, 6
 mikrofilii, 38
 mikrogametofit, 38
 mikrolaski, 84
 mikropila, 45
 mikroprotalij, 38
 mikrospcies, 58
 mikrospora, 38
 miksamebe, 24
 miksoflagelati, 24
 miksotrof, 10
Mimosa, 63
Mimosaceae, 63
 mimozovke, 63
 mirmekohorija, 66
 mirozinaza, 66
 mišjak, 65
 mitospore, 9
 mitotska delitev, 8
 mikrogametofit, 50
 mladomesečina, 42
 mleček, 64
 mlečkovci, 64
 mlečkovke, 64
 mlečnice, 30

moderna klasifikacija
 dvokaličnic, 76
 moderna klasifikacija
 enokaličnic, 88
 modrozeleno cepljivke, 6,
 31
 monadni organizacijski
 nivo, 9
 monaksialni tip, 22
 monocitogeno
 razmnoževanje, 9
Monocotyledonae, 79
 monofiletska skupina, 55
 monohazij, 60, 72
 monomitična trama, 29
 monopodij, 60
Monoraphidineae, 20
Monoraphidium, 13
 monospore, 22
 monosulkaten pelod, 52
 monoterpen, 69
Monotropa, 73
 Morchella, 28
 morfološki cvet, 38
 morska čebulica, 80
 mošnjček, 84
Mougeotia, 16
 mrtva kopriva, 74
 Mucor, 26
 Mucorales, 26
 multiaksialni tip, 22
 multidimenzionalni
 prostor, 79
 multivariatna analiza, 79
 munec, 83
 murein, 6
Musa paradisiaca, 79
 Muscari, 80
Musci, 36
 muskarin, 25
 Mycota, 25
 Myxomycetes, 24
 Myxomycota, 24

N

nadrasla plodnica, 51
 nadred, 5
 narcisovke, 81
Navicula, 20
 navzkrižno opraševanje,
 69
 nebinovke, 75
Nectria, 27
 Nekatarij, 50
 nekridij, 7
Nemalionales, 22
 nematodontni peristom, 37

nenadna speciacija, 43, 67,
 83
Neottia, 73, 82
 nepopolne glive, 25
Nertera, 72
 neseptirane hife, 25
 nespolna generacija, 9
 nespolno razmnoževanje,
 9
 nitasti organizacijski nivo,
 9
Nitella, 17
 nižje prostotrosonice, 28
 nočnica, 40
Noctiluca scintillans, 11
 nodijalno steblo, 40
 nokota, 63
Nostoc, 7, 31, 34, 49
Nostocales, 7
 nožnica, 33
 nucel, 45
 nucel, 51
 nukul, 17

O

obdiplostemonija, 50, 70
 oblika, 54
 oblikovna skupina, 41
 obokane piknje, 46
 obturator, 64, 72
Ocimoideae, 74
 odprta estivacija, 63
 odprta socvetja, 60
Oedogoniales, 14
Oedogoniophyceae, 15
 ognjene alge, 10
 ogrinjalce, 65
 ogrinjalna pleva, 84
 ogrinjalo, 65
 ogrožene vrste, 48
 ohrea, 58
 olesenevanje, 39
 oligotrofen, 16
 oljna telesca, 34
 oljne celice, 34
 ombrotrofne rastline, 36
 omela, 73
Oocystis, 13
 oogamija, 8
 oogonij, 8
 oogoniji, 33
 Oomycota, 24
 oosfera, 14
 oospora, 14
 operational taxonomical
 unit, 79
 operativna taksonomska
 enota, 79

operkulatni ask, 28
 operkulum, 36
 Ophioglossaceae, 41
 Ophioglossales, 41
 Ophioglossidae, 41
 Ophrys, 82
 opistokontnost, 9
 oploditev, 51
 oplodje, 51
 oplutenele celice, 84
 opna, 37
 opraišitev, 45, 46
 opraišitvena kapljica, 46
 Orchidaceae, 81
 Orchidales, 81
 Orchidoideae, 82
 ordo, 5
 orešek, 51
 organ, 38
 organizacijski nivo, 9
 orhideje, 81
 origano, 74
 orlovopraptovci, 43
 orlovopraptovke, 43
Ornithogalum, 80
 ornitogamija, 45
 ornitohorija, 48
Orobanchae, 73
 ortotropen, 36
Oryza, 87
Oscillatoria, 7
Oscillatoriales, 7
 o semenje, 51
 Osmundaceae, 42
Osmundales, 42
 osmundovci, 42
 osmundovke, 42
 osrednja nit, 31
 osrednjekotna
 placentacija, 51
 osrednji stebriček, 36
 ostika, 67
 ostiolum, 27
 ostričevci, 83
 ostričevke, 83
 ostroga, 50
Ostrya, 61
 Osvajkarica, 44
 OTU, 79
 ovarij, 51
 oves, 67
 oves, 87
 ovojek, 74
 ozimne enoletnice, 86

P

P, 52
 pacipresa, 47

Padina, 21
Padus, 62
 pahikavlo, 48
 pajčevinasta plesen, 26
 paklas, 88
 pakobulasta socvetja, 60
 paleopoliploidija, 33
 palme, 79
 palmeloidni organizacijski
 nivo, 9
Pandorina, 13
Panicoideae, 85, 86
Panicum, 87
 Papaveraceae, 56
 Papaverales, 56
 papirus, 84
 papus, 74
 parafiletska skupina, 55
 parafilji, 37
 parafiza, 27, 36, 42
 parafize, 21, 29
 parakarpni ginecej, 51
 parazitske rastline, 73
 parenhimatski
 organizacijski nivo, 9
 parentosom, 25, 28
 parietalna placentacija, 51
Paronychioideae, 58
 parožnice, 16
 pasja čebulica, 81
 pasji zob, 81
 PCA, 80
 pecelj, 33
 pečkati plod, 52, 62
Pediastrum, 13
 pekovski kvas, 26
 pelikula, 10
 pelin, 75
Pellia, 35
 pelodna kamrica, 46
 pelodna vrečka, 45, 50
 pelodni kit, 50, 69
 pelodni mešiček, 51
 pelodno zrno, 45
 pelodov mešiček, 46, 50
 penicilin, 27
Penicillium, 27
Pennales, 20
 pentaciklični cvetovi, 50
 penuša, 67
 periant, 33, 45
 peridij, 24
Peridinales, 11
Peridinium, 11
 perigin, 84
 perigon, 50
 perigonij, 33
 perihecij, 33
 perikarp, 51
 periplast, 10, 18
 perisperm, 57
 perisperma, 57
 perispor, 44
 peristom, 36, 37
 peritecij, 27
 peronospora, 24
Peronosporales, 24
Persica, 62
 perunikovke, 81
 peruša, 42, 43
 pesa, 67
 pestič, 45, 50
Petalonema, 7
 petelinček, 56
 Pezizales, 28
Phacus, 10
Phaeophyceae, 20
Phyllitis, 43
 phylum, 5
Phytophthora, 24
Picea, 46
Picea abies, 47
 piknidij, 29
 piknospore, 29
Pilularia, 44
 Pinaceae, 46
Pinatae, 46
Pinidae, 46
Pinnularia, 20
 Pinoideae, 47
 Pinus, 47
 pira, 86
 pirenoid, 34
 pistillum, 51
 pižmica, 70
 pižmičevke, 70
 placenta, 42
 placenta, 51
 placentacija, 51
Plagiomnium, 37
 plagiotropni, 35
Plantae, 5, 8
Plantaginaceae, 73
Plasmodiophoromycetes,
 24
Plasmopara viticola, 24
 plavčkovci, 44
 plavčkovke, 44
 plazmodij, 24
 plazmogamija, 25
 plektenhim, 25
 plektostela, 39
Pleurococcus, 14, 31
 pleva, 84
 plevenec, 85
 plevra, 19
 plevrokarpno, 36

- pleziomorfno stanje
znaka, 55
- plinska vakuola, 6
- pljučnik, 72
- plod, 50, 51
- plodič, 52
- plodišče, 25
- plodna luska, 46
- plodnica, 50
- plodnica, 51
- ploščica, 57, 66
- pneumatoda, 34
- Poaceae, 84
- Poales, 84
- podborka, 43
- podborkovke, 44
- poddeblo, 5
- poddružina, 46
- poddružino, 5
- podecij, 31
- podlesek, 81
- podlistki, 35
- podoblika, 54
- podobnost, 80
- podporni list, 60
- podraščevci, 53
- podraščevke, 53
- podrasla plodnica, 51
- podrazliček, 54
- podrazred, 5
- podrod, 5, 59
- podsekcija, 59
- podvrsta, 5
- podvrsta, 54
- Podvrstne kategorije, 54
- Pogonatum*, 37
- pojalniki, 73
- pokovec, 52
- pokrovček, 33, 36
- polarna telesca, 7
- poletni trosi, 29
- policentrični kromosomi, 83
- policiliatni spermatozoid, 46
- policiliatnost, 9
- policitogeno
razmnoževanje, 8
- polieder, 13
- poliembrionija, 49
- polihazij, 60
- polinarij, 81
- polinij, 81
- poliploidizacija, 67
- poliploidizacija, 85
- poliploidni kompleks, 67
- polni jedri, 51
- polparazit, 73
- polparaziti, 73
- polpodrasla plodnica, 51
- polprašnica, 50
- Polygonaceae*, 58
- Polygonales*, 58
- Polygonum*, 59
- Polypodiaceae, 42
- Polypodiales*, 42
- Polypodiatae*, 41
- Polyporales, 30
- Polytrichales*, 37
- Polytrichidae*, 37
- Polytrichum*, 37
- polžarka, 55
- pomožne celice, 22
- pooglenevanje, 36
- Pooideae*, 85, 86
- Populus*, 68
- por, 80
- Poriales, 30
- poricidno odpiranje plodu, 51
- postopna speciacija, 43
- povrhnjico, 39
- pračice, 40
- praproti*, 41
- praprotnice, 38
- prašnica, 50
- prašnična nit, 50
- prašnik, 45, 50
- prave glive, 25
- prave sluzavke, 24
- prave zaprtotrosnice, 27
- pravi strok, 51
- prečno somerni cvet, 56
- predenica, 73
- predkal, 33
- predlinejevsko cepljenje, 61
- predpleva, 84
- Preissia*, 35
- Prerod, 9
- preslčevke, 40
- presličevci, 40
- presličnice, 40
- pretin, 51, 66
- prevajalni elementi, 33
- pribor, 3
- prilistki, 37
- primarna homorizija, 39
- primarna izmena
generacij, 9
- primarna poliandrija, 52
- primarni endosperm, 45, 57
- primarni micelij, 28
- primarno aciklični cvet, 50
- primarno asimetrični cvet, 50
- Primocarex*, 84
- Primula*, 65, 69
- Primulaceae*, 68
- Primulales*, 68
- Primulanae*, 68
- Primuleae*, 69
- principal component
analysis, 80
- prtljikavček, 15
- pritrjevalna ploščica, 31
- prokarp, 23
- Prokaryota*, 5
- promicel, 28
- proso, 87
- prosterigma, 29
- prostotrosnice, 28
- protalij, 38
- protalijska celica, 46
- protandrija, 69
- Protista*, 5
- Protococcus*, 32
- protoginija, 69
- protonema, 17, 33
- protostela, 39
- prototunikatni ask, 27
- prstasto socvetje, 84
- Prunus*, 62
- pšenica, 86
- Pseudostellaria*, 58
- psevdocifele, 31
- psevdodelatere, 34
- psevdokopulacija, 82
- psevdomicelij, 26
- psevdomonada, 83
- psevdoparafiliji, 37
- psevdoparafize, 29
- psevdoparenhim, 31
- psevdoparenhim, 31
- psevdopedicel, 59
- psevdoperidij, 29
- psevdopodij, 36
- psevdoprosenhim, 31
- psevdorafa, 20
- psevdosincicij, 16
- psevdoviviparija, 85
- psilocibin, 25
- Pteridaceae, 43
- Pteridales*, 43
- Pteridanae, 42
- Pterididae, 42
- Pteridophyta, 38
- Pteridopsida, 41
- ptičje mleko, 80
- Puccinia graminis*, 29
- Pucciniales*, 29
- Pulmonaria*, 72
- pušica, 33
- Pyrrhophyta*, 10
- Pyrus*, 62

Q**Quercus**, 60**R**

rabarbara, 59
 racemozno socvetje, 60
 radialno, 31
 radialno somerni cvet, 50
 radičevke, 76
 rafa, 19
 rafidi, 72
 ranljiva vrsta, 48
 Ranunculaceae, 54
 Ranunculales, 54
 Ranunculidae, 54
 rastline, 8
 različek, 54
 razmnoževalne celice, 9
 raznobičkaste alge, 17
 raznotrosnost, 38
 razpadni plodovi, 52
 razplodne košarice, 34
 razred, 5
 rdeča plima, 11
 rdeče alge, 21
 Rdeči seznam, 48
 rebrenjača, 42
 rebrenjačevci, 44
 rebrenjačevke, 44
 receptakel, 34, 42
 receptivne hife, 29
 red, 5
 redke rastlinske vrste, 48
 redukcijaska delitev, 8
 regnum, 5
 regrat, 76
 repelent, 72
 replum, 66
 resa, 71, 85
 Resedaceae, 66
 rešelika, 62
 resovci, 70
 resovke, 70
 resupinacija, 82
 Reynoutria, 59
 Rheum, 59
 Rhinanthoideae, 73
 Rhizobium, 63
 Rhizocarpon
 geographicum, 32
 Rhizopus, 26
 Rhododendroideae, 71
 Rhododendron, 71
 Rhodophyta, 21
 Rhynchosporoideae, 83
 Riccia, 35
 Ricinus, 64

Rivularia, 7
 riž, 87
 rizine, 31
 rizofora, 40
 rizoid, 9, 33
 rizoidalne hife, 26
 rizomorfe, 25
 rizadosfera, 73
 rjave alge, 20, 31
 rje, 29
 ročka, 27
 ročke, 28
 rod, 5
 rogačarji, 34
 Rosaceae, 61
 Rosales, 61
 Rosanae, 61
 Rosidae, 61
 rosnica, 56
 rosničevke, 56
 rostelum, 81
 rožičevke, 63
 rožka, 51, 70
 rožmarin, 74
 rožnice, 61
Rubia, 72
 Rubiaceae, 72
 Rubiales, 72
 Rubieae, 72
 Rubioideae, 72
 ruderalen, 35
 rumena drhtavka, 29
 rumene alge, 17, 31
 rumenik, 81
Rumex, 59
 rušje, 47
Russula, 30
 Russulales, 30
 rž, 87
 rženi rožički, 27

S

s. lat., 58
Sabina, 47
Saccharomyces, 26
 Saccharomycetales, 26
 sagovci, 49
 Salicaceae, 68
 Salicales, 68
 salicin, 68
Salix, 68
 šalotka, 80
 Salviniaceae, 44
 Salviniiales, 44
 Sambucaceae, 70
 Samoleae, 69
Samolus, 69
 samooploditev, 69
 samooprašitev, 69
 samovratec, 73
Sanicula, 65
 Saniculoideae, 65
Sargassum, 21
 sarkotesta, 46
Sartorya, 27
 šaš, 84
Saxifraga, 62
 Saxifragaceae, 62
 Saxifragales, 62
Scenedesmus, 13
 ščetičevci, 70
 ščetičevke, 70
 Schyzophyllales, 30
Schyzophyllum commune,
 30
 Scilla, 80
Scoliosporum
 chlorococcum, 32
Scrophularia, 73
 Scrophulariaceae, 73
 Scrophulariales, 73
 Scrophularioideae, 73
Scytonema, 7, 31
 Secale, 87
 sectio, 41
 segetalen, 35
 sekcija, 5, 41, 59
 sekundarna debelitev, 42
 Sekundarna debelitev, 39
 sekundarni endosperm,
 51, 57
 sekundarni micelij, 28
 sekundarno asimetrični
 cvet, 50
 Selaginellaceae, 39
 Selaginellales, 39
 seme, 51
 seme, 45
 semenke, 45
 semenovke, 45
 semenska zasnova, 45
 semenski ovoj, 45
 semikriptospecies, 58
 sensu lato, 58
 septalne pore, 25
 septalni nektariji, 80
 septacidno, 51
 serija, 59
 sesalni del, 33
 sestavljena češulja, 60
 seta, 33
 šetraj, 74
 sevka, 86
 sferociste, 30
 shizokarpno, 33
 sifonalni organizacijski
 nivo, 9

- sifonokladalni
 organizacijski nivo, 15
 sifonostela, 39, 40
 simbiotska hipoteza, 5
 simpodij, 60
Sinadoxa, 70
 sinanamorf, 25
 sinangij, 48
 sinapomorfoza, 55
 sinergidi, 51
 sinkarni ginecej, 51
 sinzoospora, 18
 šipkovci, 61
 sirk, 87
 sita, 83
 sitka, 39
 sivka, 74
 skalariformna
 konjugacija, 16
 skeletne hife, 29
 skledica, 60
 sklereida, 62
 sklerocij, 25
 sklerokarp, 52
 sklerotesta, 46
 skorja, 31
 skorjasti lišaji, 31
 škornjica, 58
 skutelum, 85
 sladkokoreninčevci, 42
 sladkokoreninčevke, 42
 sleč, 71
 sliva, 62
 sluzavke, 24
 sluzne votlinice, 34
 smreka, 46, 47
 sneti, 28
 sočni sejalni plod, 51
 Socvetja, 60
Solananae, 72
 solata, 76
Soldanella, 69
 sončnica, 75
 soplodje, 52
 soral, 30
 sorediji, 30
Sorghum, 87
 sorus, 21, 42
 šotni mahovi, 36
 špajkovke, 70
Spartina, 68
 speciacija, 43, 67
 species, 5
 species group, 58
 spermacij, 8, 22, 29
 spermalna celica, 51
 spermalno jedro, 51
 spermatocita, 33
 Spermatophyta, 45
 spermatozoid, 8
 spermogonij, 8, 29
Sphacelia, 27
Sphagnidae, 36
Sphagnum, 36
 Sphenopsida, 40
 spiralasta estivacija, 63
Spirogyra, 16
Spirulina, 7
 spolna generacija, 9
 Spolno razmnoževanje, 8
 sporangij, 9, 20, 33
 sporangiofor, 26
 spore, 9
 sporidiji, 28
 sporocista, 9
 sporofil, 38, 42
 sporofit, 8, 9
 sporofitska
 inkompatibilnost, 69
 sporogeno tkivo, 34, 38
 sporogon, 33
 sporokarp, 44
 sporokarp, 24
 sporopolenin, 38
 sprejemne hife, 29
 sredica, 31
 srhkolistnice, 72
 srhkolistovci, 72
 sršajevke, 43
 ssp., 5
 staminodij, 50
 stanje znaka, 79
Staurastrum, 16
 stebelce, 33
 stegokarpno, 33
 stela, 39
 stelarna teorija, 39
 steljčnice, 8
 steljkast, 33
Stellaria, 58
 stereida, 36
 sterigma, 28
 števeni znaki, 79
 števnost cveta, 50
Stigeoclonium, 14
 stigma, 51
Stipa, 85
 stoklasa, 87
 stolonoidalne hife, 26
 stomatalna polja, 34
 stomium, 41, 42
 stopalasti list, 55
 storž, 46
 storžek, 46
 stranska plodna oblika, 25
 strehasta estivacija, 63
 strobilus, 38
 Strobilus, 47
 stročnice, 63
 strok, 51
 stroma, 25
 studenčni jetrenjak, 34
 stylus, 51
 subforma, 54
 subgenus, 59
 submarginalna
 placentacija, 51
 subspecies, 5, 54
 subvariteta, 54
 suhi sejalni plodovi, 51
 suspensor, 38
Synedra, 20
- ## T
- Tabellaria*, 20
 takson, 79
Talaromyces, 27
 talozen, 33
 tapetum, 38, 50
Taphrinales, 26
 tapioka, 52
Taraxacum, 76
 Taxaceae, 47
Taxidae, 47
 te`a znaka, 80
 televtopore, 29
 telij, 29
 teliospore, 29
 teloh, 55
 telomorf, 25
 telomska teorija, 38
 terciarni micelij, 28
 terenske vaje, 3
 testa, 45
 tetraciklični, 50
 tetraciliatnost, 9
 tetrad, 38
Tetradoxa, 70
Tetraëdron, 13
 tetraspore, 21, 22
 tetrasporofit, 22
 tevje, 65
Thujoideae, 47
 timijan, 74
 tipski podvrstni takson, 54
 tisovke, 47
 tkivni organizacijski nivo,
 9
 tomentum, 30
 topol, 68
Trachelomonas, 10
Tracheophyta, 38
 traheida, 39
 traheide, 45
 traheje, 45, 50
 trajna zigota, 8

trama, 29
 trave, 84
Trebouxia, 32
 trebušna kanalna celica,
 33, 46
 trebušni šiv karpela, 51
Tremella mesenterica, 29
 Tremellales, 29
Trentepohlia, 14, 31
Tribonema, 18
Tribonematales, 18
 tribus, 41
 trihalni organizacijski
 nivo, 9
 trihogina, 22, 29
 trihogina, 27
 trimitična trama, 29
 tristilija, 69
Triticum, 86
 trobelika, 65
 trobentica, 69
 trofofil, 38, 42
 trofosporofil, 38, 42
 trosi, 9
 trosni klas, 38
 trosni list, 38
 trosnjak, 25
 trosonosna plast, 27
 trpotec, 73
 trtna palež, 24
Tubercularia vulgaris, 27
 tulipanovec, 53

U

Ulothrix, 13
Ulotrichales, 13
Ulotrichophyceae, 13
Ulva, 13
Ulvales, 13
Umbelliferae, 65
 Umetna selekcija, 67
 uniciliatnost, 9
 unilokularni sporangij, 20
 unitegmična SZ, 46, 51
 uredij, 29
Uredinales, 29
 uredinij, 29
 urediniospore, 29
 uredospore, 29
 ušesca, 84
Usnea, 32
Ustilaginales, 28
Ustilago maydis, 29
 ustnatice, 73
 ustnatičevci, 73
 utrikel, 84

V

Vaccinioideae, 71
Vaccinium, 71
 vaginula, 33
 valekula, 40
 valekularni kanal, 40
Valerianaceae, 70
 valva, 19, 59
 valvatna estivacija, 63
 vanilija, 79
Vanilla, 82
Vanilla planifolia, 79
 varieteta, 5, 54
Vaucheria, 18
Vaucheriales, 18
 večpredalasta plodnica, 51
 večrazse ni prostor, 79
 vegetativna celica, 51
 Vegetativno
 razmnoževanje, 8
 velbičevka, 49
 veliki zvonček, 81
 velum, 30
 velum partiale, 30
 velum universale, 30
 venčna ustna, 50
 venec, 50
 ventralne luske, 34
 ventricidno odpiranje
 plodu, 51
Verbascoideae, 73
Verbascum, 73
Veronica, 73
veternica, 55
 vetrocvetke, 45
 vetrocvetnost, 45, 50
 vetrocvetnost, 45
 vezne hife, 29
Vigna, 84
 vijaček, 60, 72
 vijolica, 66
 vijoličevke, 66
 vilasta razrast, 39
Viola, 66
Violaceae, 66
Violales, 66
Violanae, 66
 viscin, 71
Viscum, 73
 višje prostotrosnice, 29
 višje rastline, 38
 višnja, 62
 visoko barje, 36
 vmesni gostitelj, 29
 vodne praproti, 44
 volutin, 6, 19
Volvocales, 12
Volvocophyceae, 12

Volvox, 13
 vraničnik, 62
 vrat, 51
 vratna kanalna celica, 46
 vratne kanalne celice, 33
 vrba, 68
 vrbovke, 68
 vrečica, 33
 vresovke, 70
 vrsta, 5
 vrste hibridnega nastanka,
 83
 vzhajanje, 26

W

Welwitschiidae, 49
Welwitschia, 49

X

Xanthidium, 16
Xanthophyceae, 17
Xylaria hypoxylon, 28
Xylariales, 27

Z

začimbe, 74
 žafran, 81
 žafranika, 81
 žajbelj, 74
 zakonsko varstvo
 ogroženih vrst, 48
 založni parenhim, 35
Zamiaceae, 49
 zaprta socvetja, 60
 zaprtotrosni lišaji, 31
 zaprtotrosnice, 26
 zarodkov mešiček, 45
 zarodkov mešček, 51
 zarodkova vrečka, 51
 zastiralce, 42
 zavarovane rastlinske
 vrste, 48
 zdravilne rastline, 74
Zea, 87
 zeaksantin, 21
 žebica, 57, 66
 zel, 50
 zelene alge, 11, 31
 ženikelj, 65
 zigocista, 8
 zigogamija, 26
 zigogamija, 26
 zigomorfni cvet, 50
 zigospora, 8, 26
 zigota, 8
 žila, 38

žilje, 39
zimski trosi, 28
Zingiber officinale, 79
žita, 86
žitna rja, 29
zlatičevci, 54
zlatičnice, 54
zlatorjave alge, 18

znak, 79
zooksantela, 11
zoospore, 9
zraslovenčnice, 50
zrno, 51, 85
zunanja čaša, 61, 70
žužkocvetnost, 45

zvezdasto somerni cvetovi,
50
zvezdica, 58
Zygnem(at)ophyceae, 15
Zygnema, 16
Zygnema(ta)les, 16
Zygomycetes, 26