

Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta
Oddelek za biologijo

Simona Strgulc Krajšek
Martina Bačič

Sistematska botanika

Praktikum pri predmetu Sistematska botanika
za študente 2. letnika Pedagoške fakultete
(vezavi BI-KE in BI-GO)

Ljubljana, 2016

Sistematska botanika

Praktikum pri predmetu Sistematska botanika

Študij: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, dvopredmetni učitelj (biologija - gospodinjstvo in kemija - biologija)

2., popravljena izdaja

Avtorici: Simona Strgulc Krajšek in Martina Bačič

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Strokovni pregled: izr. prof. dr. Nejc Jogan in doc. dr. Jasna Dolenc Koce

Oblikovanje in prelom: Simona Strgulc Krajšek

Izdajatelj: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Publikacija je brezplačna.

Način dostopa (URL): <http://botanika.biologija.org/sist/index.php>

© Simona Strgulc Krajšek in Martina Bačič

Vse pravice pridržane.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

582(075.8)(076)(0.034.2)

STRGULC-Krajšek, Simona

Sistematska botanika [Elektronski vir] : praktikum pri predmetu Sistematska botanika za študente 2. letnika Pedagoške fakultete (vezavi BI-KE in BI-GO) / Simona Strgulc Krajšek, Martina Bačič. - 2., popravljena izd. - El. knjiga. - Ljubljana : Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 2016

Način dostopa (URL): <http://botanika.biologija.org/sist/index.php>

ISBN 978-961-6822-32-9 (pdf)

1. Bačič, Martina

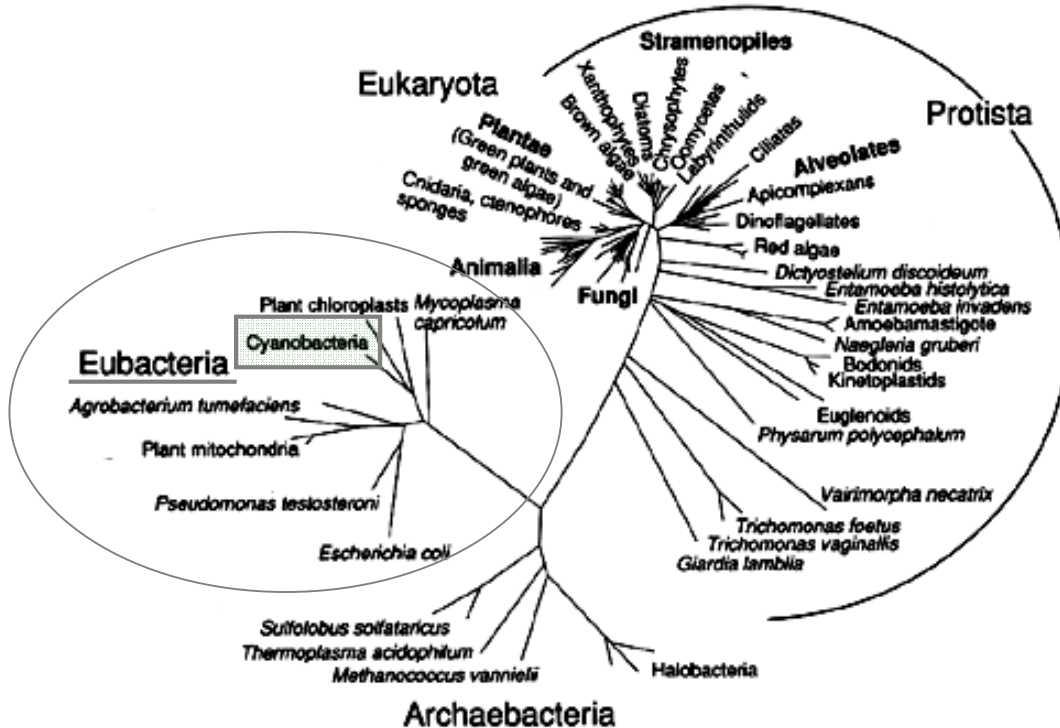
283603456

Kazalo

Kazalo	3
1 Modrozelenne bakterije – <i>Cyanobacteria</i>	4
2 Zelene alge – <i>Chlorophyta</i>	8
3 Raznobičkaste alge – <i>Heterokontophyta</i>	21
4 Prave glive – <i>Mycota</i>	27
5 Lišaji – <i>Lichenes</i>	37
6 Mahovi – <i>Bryophyta</i>	42
7 Praprotnice – <i>Pteridophyta</i>	50
8 Golosemenke - <i>Gymnospermae</i>	60
9 Kritosemenke – <i>Angiospermae (Magnoliophytina)</i>	65
9.1 Perunikovke – <i>Iridaceae</i>	65
9.2 Rožnice – <i>Rosaceae</i>	67
9.3 Vrbovke – <i>Salicaceae</i>	69
9.4 Vresovke – <i>Ericaceae</i>	72
9.5 Zlatičevke – <i>Ranunculaceae</i>	73
9.6 Ustnatice – <i>Lamiaceae</i>	75
9.7 Križnice – <i>Brassicaceae</i>	77
9.8 Ločkovke – <i>Juncaceae</i>	79
9.9 Klinčnice – <i>Caryophyllaceae</i>	80
9.10 Metuljnice – <i>Fabaceae</i>	82
9.11 Ostričevke – <i>Cyperaceae</i>	84
9.12 Kobulnice – <i>Apiaceae</i>	86
9.13 Kukavičevke, orhideje – <i>Orchidaceae</i>	88
9.14 Košarnice – <i>Asterales (Asteraceae s. lat.)</i>	91
9.15 Trave – <i>Poaceae</i>	95
10 Viri	98

1 Modrozelenne bakterije – *Cyanobacteria*

Uvrstitev v sistem



Slika 1.1: Položaj modrozelenih bakterij v evlucijskem drevesu živega sveta (vir sheme: neznan)

domena: *Eubacteria*

phyllum: *Cyanobacteria (Cyanophyta)*

classis: *Cyanophyceae*

ordo: *Chroococcales (Chroococcus, Microcystis, Gloeocapsa, Merismopedia)*

ordo: *Oscillatoriales (Oscillatoria, Spirulina)*

ordo: *Nostocales (Nostoc, Scytonema, Anabaena, Rivularia, Aphanizomenon)*

Opomba: V starejših delitvah živega sveta, ki se še vedno pogosto uporabljajo v različnih učbenikih, so domeni *Eubacteria* in *Archaeobacteria* združevali v eno od petih kraljestev živega, imenovano *Monera (Prokaryota)*.

Skupino modrozelenih bakterij (cianobakterij) obravnavamo pri botaniki iz tradicionalnih razlogov, saj so jih včasih zaradi velikosti in oblike celic, barve in sposobnosti opravljanja fotosinteze uvrščali med alge in jih tudi imenovali modrozelenne alge. Evlucijsko so pomembne kot predniki plastidov, ekološko pa zaradi primarne produkcije in vezave zračnega dušika.

Skupne značilnosti modrozelenih bakterij

Cianobakterije so **aerobne fototrofne bakterije**. Živijo torej v okolju s kisikom in so sposobne fotosinteze. Njihove celice so večinoma nekajkrat večje od drugih bakterijskih celic. Celice modrozelenih bakterij imajo značilnosti, ki veljajo za bakterijske celice (ni jedra in drugih organelov, celična stena ni celulozna, ampak mureinska ...). Zanje je značilna **modrozeleno obarvanost**, ki je posledica prisotnosti **klorofila a** in posebnih pigmentov, ki sodijo v skupino **fikobilinov**: modri pigment **fikocianin** in rdeči pigment **fikoeritrin**. Cianobakterijske celice obdaja **mureinska celična**

stena. Celična stena pogosto izloča **polisaharidno galerto**, s pomočjo katere se lahko v kolonije poveže več celic. Poznamo **kapsalno** (prostoživeče celice v skupni galerti) ali **trihalno** (celice združene v nize, tvorijo nitke) organizirane celice. Založna snov v celicah cianobakterij je **cianoficejski škrob** (podoben glikogenu) in polipeptid **cianoficin**, ki vsebuje dušik. Fotosinteza poteka na tilakoidnih membranah, ki ležijo prosto v notranjosti celice. Prosta je tudi krožna DNA.

Vegetativno se razmnožujejo s cepitvijo celic (amitotska delitev), **fragmentacijo kolonij ali nitk** in **tvorbo hormogonijev**. Razmnožujejo se tudi s tvorbo **spor (beocit, akinet)** in z **brstenjem**. Spore so trajne oblike, s pomočjo katerih organizem preživi neugodne razmere.

Preparati

Preparat št 1:

taksonomska skupina:	ordo: <i>Nostocales</i>
vrsta:	<i>Nostoc</i> sp.
vrsta preparata:	sveži mokri preparat
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

1. Pripravite mokri preparat modrozelenih bakterij iz rodu *Nostoc*, ki smo jo nabrali na mestu, občasno zalitem z lužo, na parkirišču ob Biološkem središču. Preparat si oglejte pod mikroskopom.
2. Narišite predstavnika iz rodu *Nostoc*. Označite njegove dele in narišite merilce.

***Nostoc* sp.**

Opis preparata:

Modrozelenih bakterij iz rodu *Nostoc* se združujejo v do nekaj centimetrov velike skupine, ki so obdane z **galerto**. V galerti so združene **nitke povezanih celic**, med katerimi je večina celic modrozeleno obarvanih in so **fotosintetsko aktivne**. Vmes so posamezne večje, šibko obarvane celice z debelejšo celično steno. V teh celicah, imenovanih **heterocite** (heterociste), poteka **fiksacija dušika** z encimom **nitrogenazo**, ki sodeluje pri vezavi dušika (N_2) v amoniak (NH_4^+). Ta predstavlja uporabno obliko dušika za biološke reakcije. Pri tej reakciji se porablja ATP. Ker je za delovanje nitrogenaze potrebno anaerobno okolje, je stena heterocit debela in ne prepušča kisika. *Nostoc* se razmnožuje z odtrganimi gibljivimi koščki niti (**hormogoniji**), ki se oddaljijo in razvijejo v ločeno nit.

Preparat št 2:

taksonomska skupina:	ordo: <i>Oscillatoriales</i>
vrsta:	<i>Oscillatoria</i> sp.
vrsta preparata:	sveži mokri preparat
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

1. Pripravite mokri preparat modrozelenih bakterij, ki smo jih nabrali ob potoku Glinščica, na občasno poplavljenem betonu. Preparat si oglejte pod mikroskopom.
2. Narišite predstavnika iz rodu *Oscillatoria*. Označite njegove dele in narišite merilce.

***Oscillatoria* sp.**Opis preparata:

Predstavniki rodu ***Oscillatoria*** so **nitaste cianobakterije brez heterocit**. Uspevajo v evtrofnih celinskih vodah. Vse celice v niti so bolj ali manj enake. Razmnožujejo se s **hormogoniji**.

Preparat št 3:

taksonomska skupina:	ordo: <i>Oscillatoriales</i>
vrsta:	<i>Spirulina</i> sp.
vrsta preparata:	sveži mokri preparat pripravljen iz tablete; <i>demonstracijski preparat</i>
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

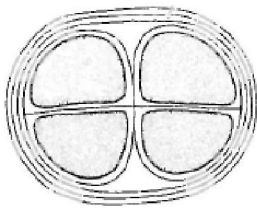
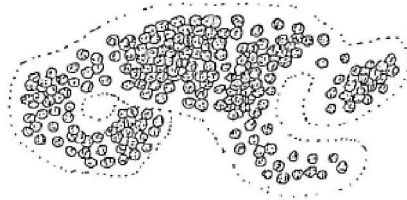
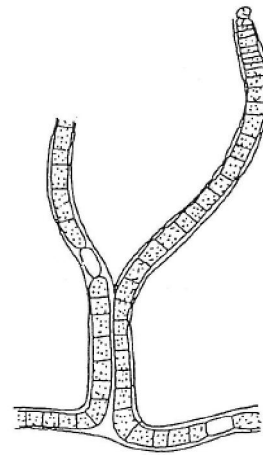
1. Oglejte si demonstracijski mikroskopski preparat modrozelenih bakterij iz rodu *Spirulina*, ki smo ga pripravili iz tablete, ki jo lahko uporabljamo kot prehranski dodatek.

Preparat št 4:

taksonomska skupina:	ordo: <i>Chroococcales</i> , <i>Nostocales</i>
vrste:	<i>Chroococcus</i> sp., <i>Microcystis</i> sp., <i>Scytonema</i> sp., <i>Nostoc</i> sp.
vrsta preparata:	fiksirani mešani preparat modrozelenih bakterij;
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

- Oglejte si mokri demonstracijski preparat fiksiranih modrozelenih bakterij.
- Na skicah predstavnikov rodov *Chroococcus*, *Microcystis* in *Scytonema* označite vidne strukture in narišite merilca.

Chroococcus* sp.**Microcystis* sp.*****Scytonema* sp.**

(vira risb: Bell & Hemsley 2000, Lee 1999)

Opis preparata:

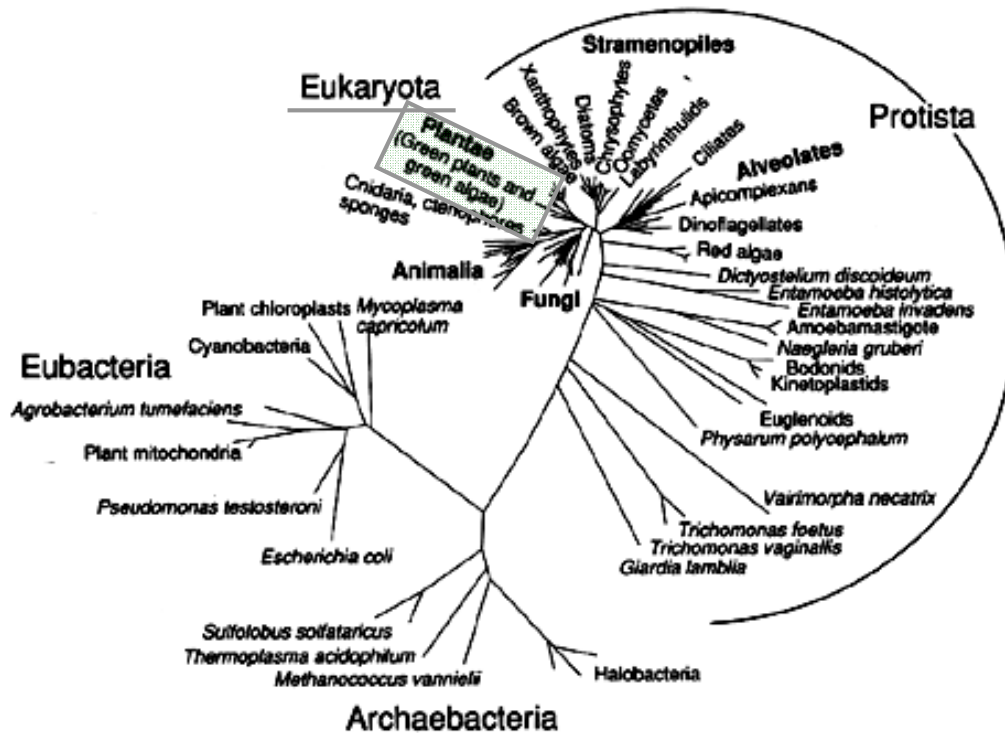
Modrozelenne bakterije iz rodov *Chroococcus* in *Microcystis* so **kokalne cianobakterije**. Celice so obdane z **galerto**. Razmnožujejo se le vegetativno. *Scytonema* je nitasto organizirana cianobakterija. Vsebuje heterociste. Niti so obdane z **galerto** in navidezno razrasle, vendar gre za **nepravo razrast**.

Vprašanja za študij

- Kako poteka fiksacija dušika in kakšen je njen pomen za ekosistem?
- Modrozelenne bakterije pogosto živijo v simbiotskem odnosu z drugimi rastlinami. Navedite nekaj primerov.
- Razložite endosimbiontsko teorijo.
- Kaj povzroča cvetenje jezer in kakšne so njegove posledice za življenje v jezeru?
- Kaj so stromatoliti?
- Navedite nekaj primerov uporabnosti modrozelenih bakterij za človeka.

2 Zelene alge – *Chlorophyta*

Uvrstitev v sistem



Slika 2.1: Položaj zelenih alg v evolucijskem drevesu živega sveta (vir sheme: neznan)

domena: *Eucaryota*

regnum: *Plantae* – rastline

phyllum: *Chlorophyta* - zelene alge

subphyllum: *Chlorophytina*

classis: *Chlorophyceae* s. str.

ordo: *Volvocales* - bičkaste zelene alge (*Volvox*, *Chlamydomonas*, *Pandorina*)

ordo: *Chlorococcales* - kokalne zelene alge (*Scenedesmus*, *Chlorella*, *Monoraphidium*, *Tetraëdron*, *Pediastrum*, *Sorastrum*, *Oocystis*,...)

classis: *Ulvophyceae*

ordo: *Ulvales* (*Ulva rigida* - morska solata)

classis: *Bryopsidophyceae*

ordo: *Bryopsidales* (*Codium tomentosum*, *Codium bursa*)

ordo: *Halimadales* (*Halimeda*)

classis: *Dasycladophyceae*

ordo: *Dasycladales* (*Acetabularia*)

subphyllum: *Streptophytina*

classis: *Zygnematophyceae* - jarmaste alge

ordo: *Desmidiiales* - leptke (*Cosmarium*, *Closterium*, *Micrasterias*, *Euastrum*, *Staurastrum*, *Xanthidium*)

ordo: *Zygnematales* - jarmovke (*Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema*)

classis: *Charophyceae* - parožnice

ordo: *Charales* (*Chara*, *Nitella*)

Skupne značilnosti zelenih alg

Zelene alge so evolucijsko najpomembnejša skupina alg, saj so se iz njih razvile kopenske rastline. Večina zelenih alg je sladkovodnih, so pa pogoste tudi v morju. Uspevajo lahko tudi na vlažnih mestih na kopnem, kot epifiti in simbionti. Celice so obdane s **celulozno celično steno**, v kateri se lahko nalaga sporopolenin (pri trajnih oblikah), snov, ki jo sicer najdemo v steni pelodnih zrn pri višjih rastlinah. Celice vsebujejo **kloroplaste s klorofiloma a in b** ter posebno obliko ksantofila (ksantofili so podskupina karotenoidov), imenovano **lutein**. V kloroplastih se shranjuje tudi založni polisaharid – **škrob**.

Preparati

Preparat št 1:

taksonomska skupina:	classis: <i>Chlorophyceae</i> s. str. ordo: <i>Volvocales</i>
vrsta:	<i>Chlamydomonas</i> sp.
vrsta preparata:	sveži mokri preparat
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

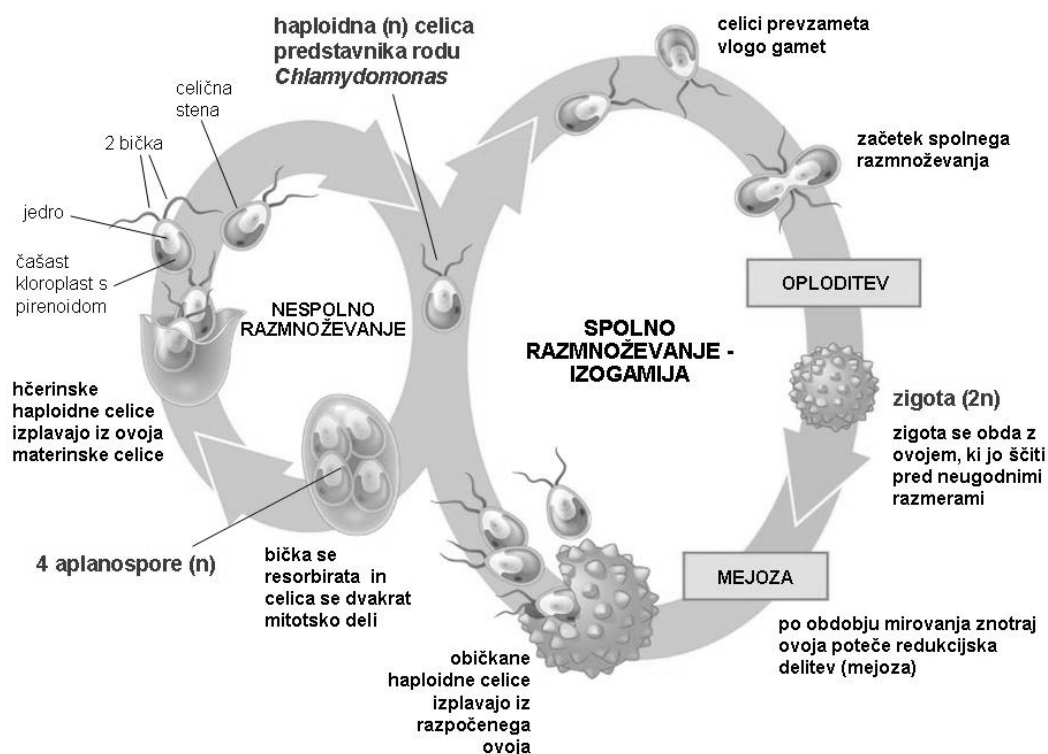
Navodilo za delo:

1. Pripravite mokri preparat zelene alge iz rodu *Chlamydomonas*, ki smo jo nabrali v potoku Glinščica. Preparat si oglejte pod mikroskopom.
2. Narišite predstavnika iz rodu *Chlamydomonas*. Označite njegove dele in narišite merilce.

***Chlamydomonas* sp.**

Opis preparata:

Chlamydomonas sodi v red *Volvocales* – **bičkaste zelene alge**. *Chlamydomonas* je enoceličar. Celice so običkane z **dvema bičkoma**. Stena je iz glikoproteinov in brez celuloze. V celici vidimo **člašasto oblikovan kloroplast s pirenoidom** (mesto v kloroplastu z visoko koncentracijo encima rubisco, zato mesto fiksacije CO₂). Na bazi bička je **stigma**, s katero alga zaznava svetlobo. Pri predstavnikih rodu *Chlamydomonas* je zelo dobro preučeno razmnoževanje (slika 2.2).



Slika 2.2: Razmnoževanje predstavnika rodu *Chlamydomonas* (vir: Campbell & Reece 2008)

Preparat št 2:

taksonomska skupina:	classis: <i>Chlorophyceae</i> s. str. ordo: <i>Volvocales</i>
vrsta:	<i>Volvox</i> sp.
vrsta preparata:	fiksirani mokri preparat
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

1. Pripravite mokri preparat zelene alge iz rodu *Volvox*. Preparat si oglejte pod mikroskopom.
2. Narišite predstavnika iz rodu *Volvox*. Označite njegove dele in narišite merilce.
3. Oglejte si film, ki prikazuje premikanje in razmnoževanje alge iz rodu *Volvox*.

Volvox sp.

Opis preparata:

Rod *Volvox* sodi v red *Volvocales* – **bičkaste zelene alge**. *Volvox* je kolonijska zelena alga, kjer je v skupno kroglasto kolonijo povezanih več 100 celic.

Preparat št 3:

taksonomska skupina:	ordo: <i>Chlorococcales</i>
vrste:	<i>Scenedesmus sp., Monoraphidium sp., Tetraëdron sp., Sorastrum sp., Pediastrum sp.</i>
vrsta preparata:	fiksirani mokri preparat ali sveži preparat
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

1. Pripravite mokri preparat mešanice zelenih alg iz reda *Chlorococcales*. Preparat si oglejte pod mikroskopom.
2. Narišite nekaj predstavnikov reda *Chlorococcales*. Poimenujte jih in narišite merilca.

ordo: *Chlorococcales*

Opis preparata:

Kokalne zelene alge (*Chlorococcales*) so sladkovodne alge. Nekateri predstavniki tega reda živijo tudi na vlažnih mestih na kopnem. Celice so lahko posamič ali združene v kolonije, v katerih ni delitve dela. Celice so neobičkane (bičke imajo le zoospore in/ali gamete). Celična stena je celulozna, kloroplasti imajo pirenoid.

Predstavniki rodu *Scenedesmus* se pogosto pojavljajo v obliki, kjer so 4 celice povezane skupaj. V vsaki celici je kloroplast in velika vakuola. Krajni celici imata lahko po dva trnasta izrastka celične stene, ki sta okrepljena z ligninom in olajšata lebdenje v vodi. Celice predstavnika rodu *Monoraphidium* so dolge, ozkovretenaste in zavite. V mešanici so še predstavniki rodov *Tetraëdron* in *Sorastrum*.

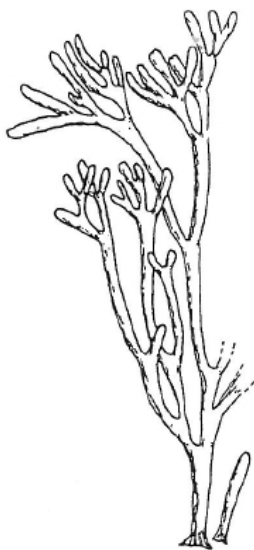
Pediastrum je kolonijska zelena alga, kjer funkcionalno enake, rogljate celice tvorijo ploščato kolonijo.

Preparat št 4:

taksonomska skupina:	classis: <i>Bryopsidophyceae</i> ordo: <i>Bryopsidales</i>
vrsti:	<i>Codium tomentosum</i>, <i>Codium bursa</i>
vrsta preparata:	fiksirani makroskopski preparat
ogled preparata:	s prostim očesom, lupa (20×, 40×)

Navodilo za delo:

- Oglejte si fiksirana predstavnika zelenih alg *Codium tomentosum* in *Codium bursa* iz reda *Bryopsidales*.
- Na skici vrste *Codium tomentosum* narišite merilce. Narišite še predstavnika vrste *Codium bursa*. Narišite merilce.

Codium tomentosum***Codium bursa***

(vir risbe: Bell & Hemsley 2000)

Opis preparata:

Alge reda *Bryopsidales* so **makroskopske** in **sifonalne**. To pomeni, da vsebujejo zelo velike (dolge) celice z mnogo jedri. Celična stena je pogosto inkrustrirana s kalcijevim karbonatom. Predstavniki rodu *Codium* so prisotni tudi v slovenskem morju, kjer uspevajo v obalnem pasu (infralitoral).

Preparat št 5:

taksonomska skupina: classis: *Bryopsidophyceae*
ordo: *Halimadales*
vrsta: ***Halimeda sp.***
vrsta preparata: fiksirani makroskopski preparat
ogled preparata: s prostim očesom, lupa (20×, 40×)

Navodilo za delo:

1. Oglejte si fiksirano zeleno algo iz rodu *Halimeda*.
2. Na skici označite vidne strukture in narišite merilce.

Halimeda sp.

(vir risbe: Bell & Hemsley 2000)

Opis preparata:

Alge iz reda *Halimadales* so **makroskopske** in **sifonalne**. Celična stena je pogosto inkrustrirana s kalcijevim karbonatom. Predstavniki rodu *Halimeda* so prisotni tudi v slovenskem morju v obalnem pasu (infralitoral).

Preparat št 6:

taksonomska skupina:	classis: <i>Dasycladophyceae</i> ordo: <i>Dasycladales</i>
vrsta:	morski dežniček - <i>Acetabularia sp.</i>
vrsta preparata:	fiksirani makroskopski preparat
ogled preparata:	s prostim očesom, lupa (20×, 40×)

Navodilo za delo:

1. Oglejte si fiksirano zeleno algo iz rodu *Acetabularia*.
2. Na skici označite vidne strukture in narišite merilce.

Acetabularia mediterranea

(vir risbe: neznan)

Opis preparata:

Morski dežniček (*Acetabularia mediterranea*) je **makroskopska sifonalna alga**, ki po obliki spominja na dežnik. Spodaj ima rizoidalni del, s katerim je pritrjena na podlago. Rizoidalni del tudi prezimi. Iz njega izrašča dolg kavloidalni del, na vrhu katerega se tretje leto razvije dežnikasta struktura. Celična stena je inkrustrirana s kalcijevim karbonatom. Ta vrsta alge je prisotna tudi v slovenskem morju v obalnem pasu do 5 m globine (zgornji infralitoral).

Preparat št 7:

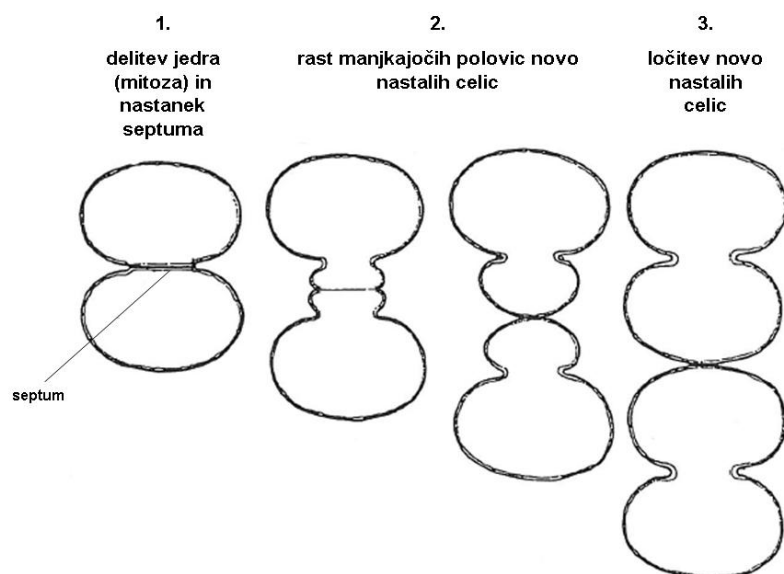
taksonomska skupina:	classis: <i>Zygnematophyceae</i> – jarmaste alge ordo: <i>Desmidiiales</i> - leptotke
vrste:	<i>Cosmarium</i> sp., <i>Closterium</i> sp., <i>Micrasterias</i> sp., <i>Euastrum</i> sp., <i>Staurastrum</i> sp., <i>Xanthidium</i> sp.
vrsta preparata:	fiksirani mokri preparat
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

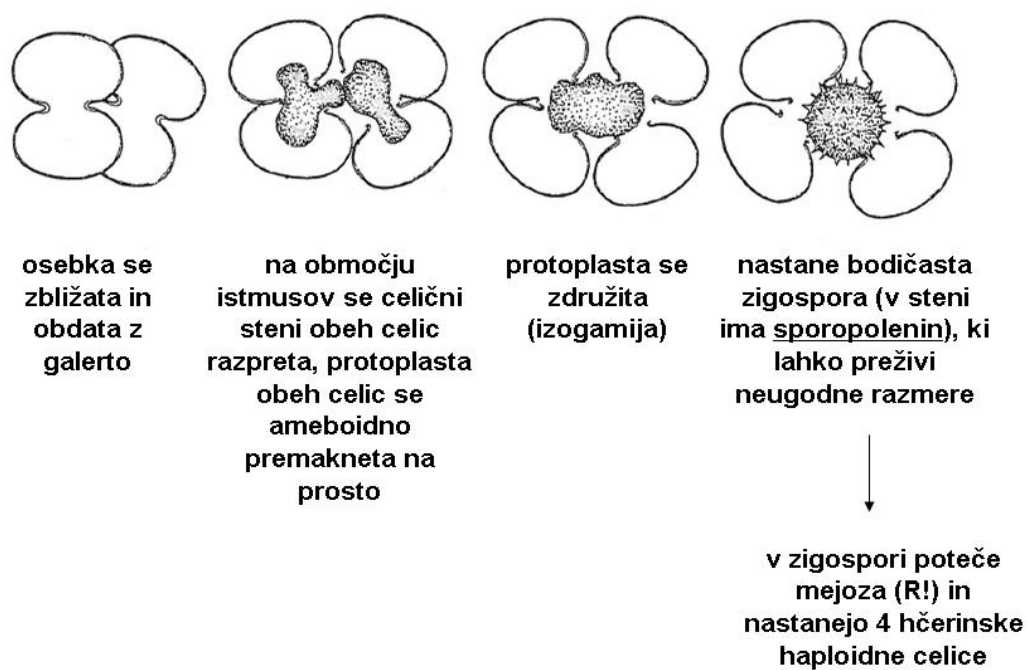
1. Pripravite mokri preparat mešanice zelenih alg iz reda *Desmidiiales*. Preparat si oglejte pod mikroskopom.
2. Narišite nekaj predstavnikov reda *Desmidiiales*. Poimenujte jih, označite njihove dele in narišite merilca.
3. Poiščite leptotko, ki se deli, in jo narišite. Označite vidne strukture in narišite merilce

ordo: *Desmidiiales*Opis preparata:

Leptotke so večinoma **kokalne** alge. So sladkovodne, največjo pestrost dosežejo v **oligotrofnih vodah**, predvsem na šotnih barjih. Celice so zgrajene iz **dveh simetričnih polovic**, med katerima je **zažetek** (istmus) z jedrom. Zajedi med polovicama pravimo **sinus**. V vsaki polovici je **kloroplast s pirenoidi**. Celice leptotk se razmnožujejo vegetativno z **delitvijo** (slika 2.3) in spolno s **konjugacijo** (slika 2.4).



Slika 2.3: Faze delitve celice lepotke (vir risbe: neznan)



Slika 2.4: Faze konjugacije pri lepotkah (vir risbe: neznan)

Preparat št 8:

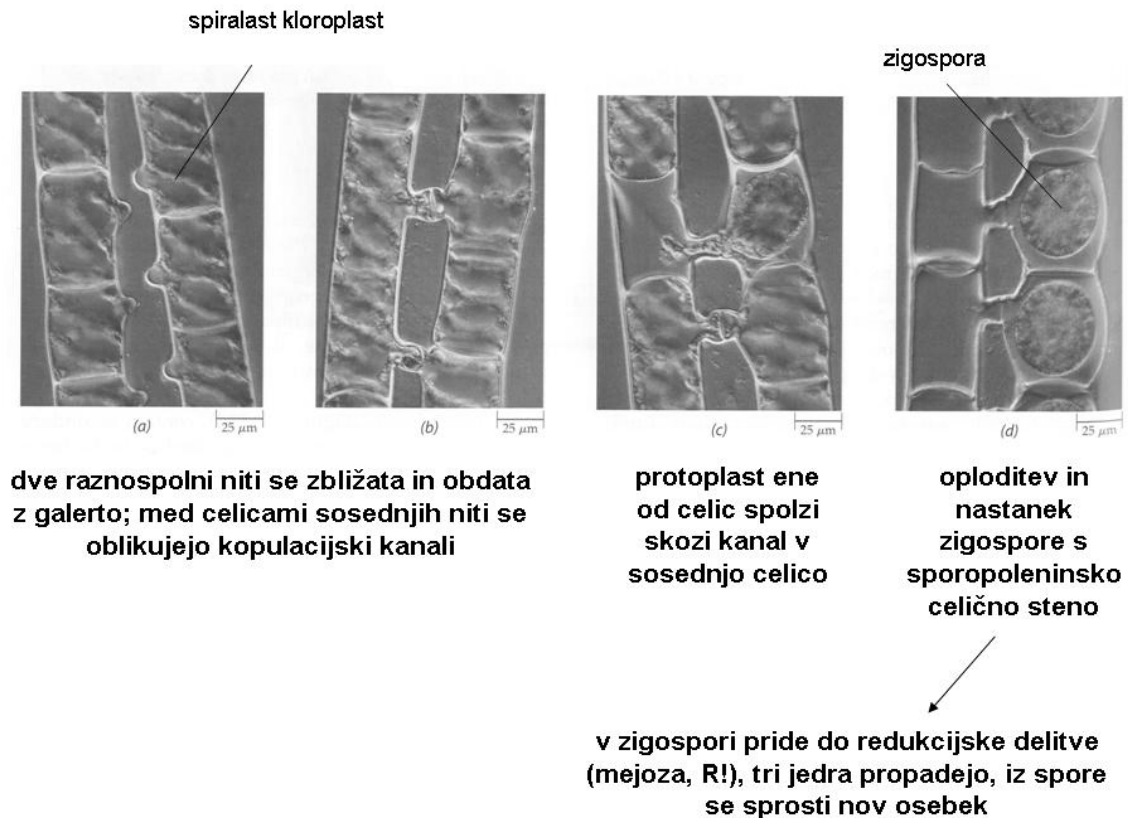
taksonomska skupina:	classis: <i>Zygnematophyceae</i> – jarmaste alge ordo: <i>Zygnematales</i> - jarmovke
vrsta:	<i>Spirogyra</i> sp.
vrsta preparata:	fiksirani mokri preparat
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

1. Pripravite mokri preparat zelene alge iz rodu *Spirogyra*. Preparat si oglejte pod mikroskopom.
2. Narišite del nitke, označite vidne strukture in narišite merilce.
3. Oglejte si demonstracijski preparat konjugacije.

***Spirogyra* sp.**Opis preparata:

Spirogyra in drugi predstavniki jarmovk uspevajo v počasi tekočih in stoječih celinskih vodah. Poleti se pogosto močno namnožijo. **Steljka je nerazrasla nit.** Kloroplasti so različno oblikovani in rodovno specifični. *Spirogyra* ima spiralno zvite **trakaste kloroplaste** z več pirenoidi. V hladnem delu leta se *Spirogyra* spolno razmnožuje s konjugacijo (slika 2.5).



Slika 2.5: Faze konjugacije pri rodu *Spirogyra* (vir fotografij: Raven & al 1999)

Preparat št 8:

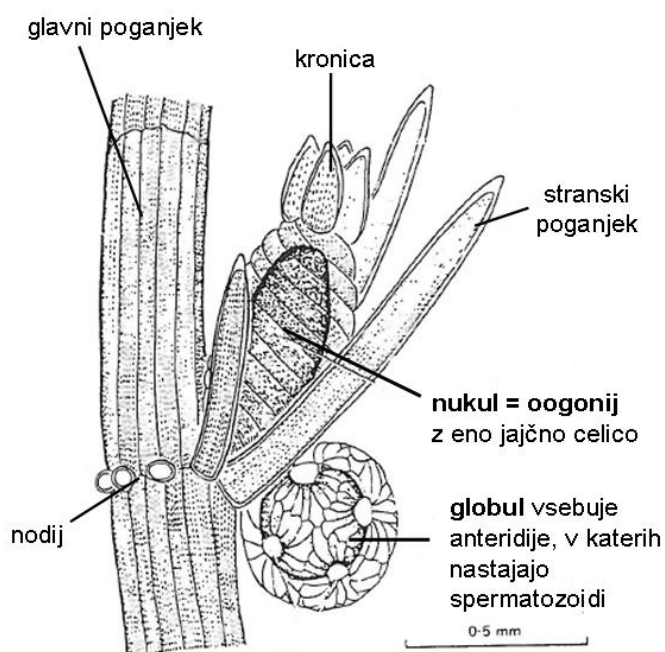
taksonomska skupina:	classis: <i>Charophyceae</i> - parožnice
	ordo: <i>Charales</i>
vrsta:	<i>Chara</i> sp.
vrsta preparata:	fiksirani mokri preparat
ogled preparata:	lupa (10×, 40× povečava)

Navodilo za delo:

1. Košček steljke iz rodu *Chara* si oglejte pod lupo.
2. Narišite del steljke, kjer se vidijo vretenasta razrast ter razmnoževalne strukture. Skico označite in narišite merilce.
3. Oglejte si demonstracijski mikroskopski preparat zgradbe nukula in globula.

Chara sp.Opis preparata:

Parožnice uspevajo v sladkih vodah in somornici. So kopenskim rastlinam ena najožje sorodnih skupin alg. Steljka je vretenasto razrasla. Na podlago se pritrdja z rizoidalnim delom steljke. Steljka **raste z delitvijo temenske celice**. Razmnoževalne strukture vedno obdaja ovoj sterilnih celic (slika 2.6). **Nukul** je ženski del steljke (ženski gametangij, oogonij) in vsebuje le eno jajčno celico. Moški del steljke je **globul**, ki vsebuje mnogo v niti povezanih anteridijev (moških gametangijev), v katerih nastajajo običkani spermatozoidi. Po oploditvi nastane zigota, ki se obda s čvrsto celično steno in odpade skupaj z nukulom. V tem stanju lahko miruje tudi več let. Ob kalitvi se **zigota redukcijsko (mejotsko) deli**, preživi le ena hčerinska celica, iz katere se nato razvije **haploidna steljka**. Steljka se lahko razmnožuje tudi **vegetativno**.



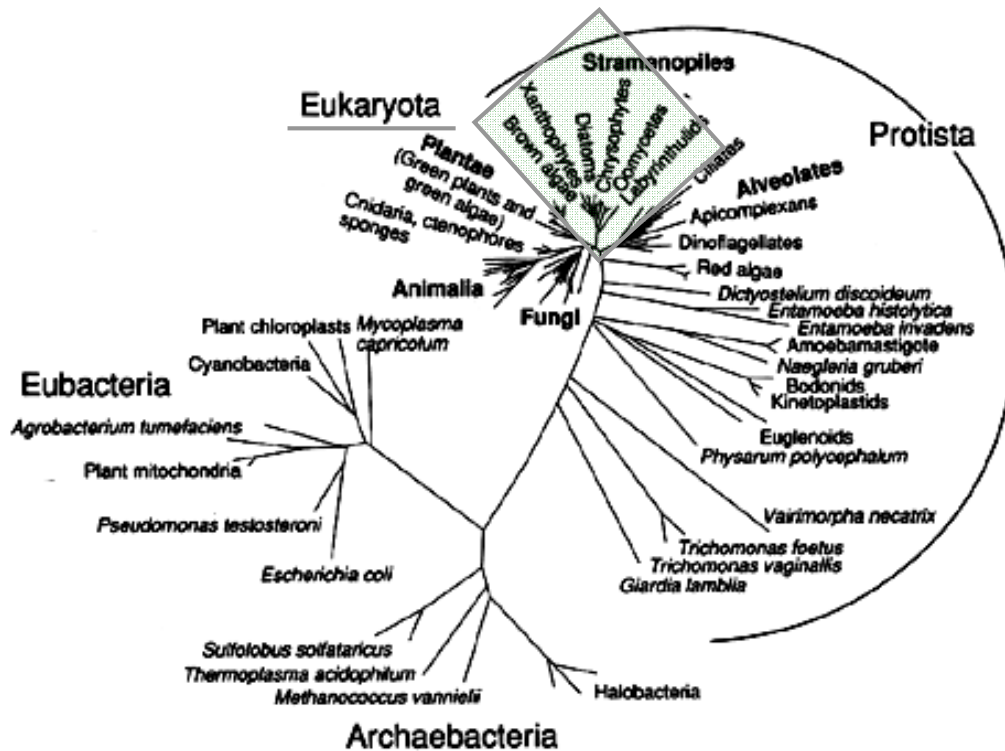
Slika 2.6: Razmnoževalni organi pri rodu Chara. (vir risbe: Bell & Hemsley 2000)

Vprašanja za študij

1. Kaj so alge?
2. Kaj je steljka?
3. Kako se alge razmnožujejo?
4. Katere tipe spolnega razmnoževanja pri algah poznamo?
5. Kaj je gametangij?
6. Kaj je sporangij?
7. Kaj so mito- in mejospore?
8. Kako delimo spore glede na gibljivost?
9. Naštejte in opišite organizacijske nivoje alg!
10. K skici vsakega od predstavnikov zelenih alg, ki smo jih gledali na vajah, napišite organizacijski nivo.

3 Raznobičkaste alge – *Heterokontophyta*

Uvrstitev v sistem



Slika 1: Položaj raznobičkastih alg v evucijskem drevesu živega sveta (vir sheme: neznan)

domena: *Eucaryota*

regnum: *Protista* - protisti

phyllum: *Heterokontophyta* - raznobičkaste alge

classis: *Chrysophyceae* - zlatorjave alge

classis: *Xanthophyceae* - rumene alge

classis: *Bacillariophyceae* (= *Diatomeae*) - kremenaste alge

ordo: *Centrales* (*Melosira*, *Cyclotella*, *Chaetoceros*, *Bacteriastrum*)

ordo: *Pennales* (*Synedra*, *Tabellaria*, *Meridion*, *Asterionella*, *Diatoma*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Bacillaria*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Pinnularia*..)

classis: *Phaeophyceae* - rjave alge

"Isogeneratae"

ordo: *Ectocarpales* (*Ectocarpus*)

ordo: *Dictyotales* (*Padina pavonia*)

"Heterogeneratae"

ordo: *Laminariales* (*Laminaria*)

"Cyclosporae"

ordo: *Fucales* (*Fucus*, *Sargassum*, *Cystoseira*)

Skupne značilnosti raznobičkastih alg

Raznobičkaste alge so zelo **raznolika skupina alg**, izmed katerih bomo na vajah opazovali le predstavnike **kremenastih** in **rjavih alg**. Vse vsebujejo **barvila iz skupine ksantofilov** (najpomembnejši je **fukoksantin**), ki pogosto zakrijejo zeleno obarvane klorofile, zato so te alge rjavkastih odtenkov ali povsem rjavo obarvane. Raznobičkaste alge nikoli **ne kopičijo škroba**, ampak **krizolaminarin**, olja in manitol. Celice so večinoma **običkane z dvema različnima bičkoma**.

Preparati

Preparat št 1:

taksonomska skupina:	classis: <i>Bacillariophyceae</i> (= <i>Diatomeae</i>) - kremenaste alge
vrste:	<i>Melosira</i> sp., <i>Cyclotella</i> sp., <i>Synedra</i> sp., <i>Tabellaria</i> sp., <i>Meridion</i> sp., <i>Diatoma</i> sp., <i>Cocconeis</i> sp.)
vrsta preparata:	fiksirani mokri preparat
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

1. Pripravite mokri preparat mešanice kremenastih alg. Preparat si oglejte pod mikroskopom.
2. Narišite vsaj 5 različnih predstavnikov kremenastih alg, jih poimenujte in označite vidne strukture. Narišite merilca.

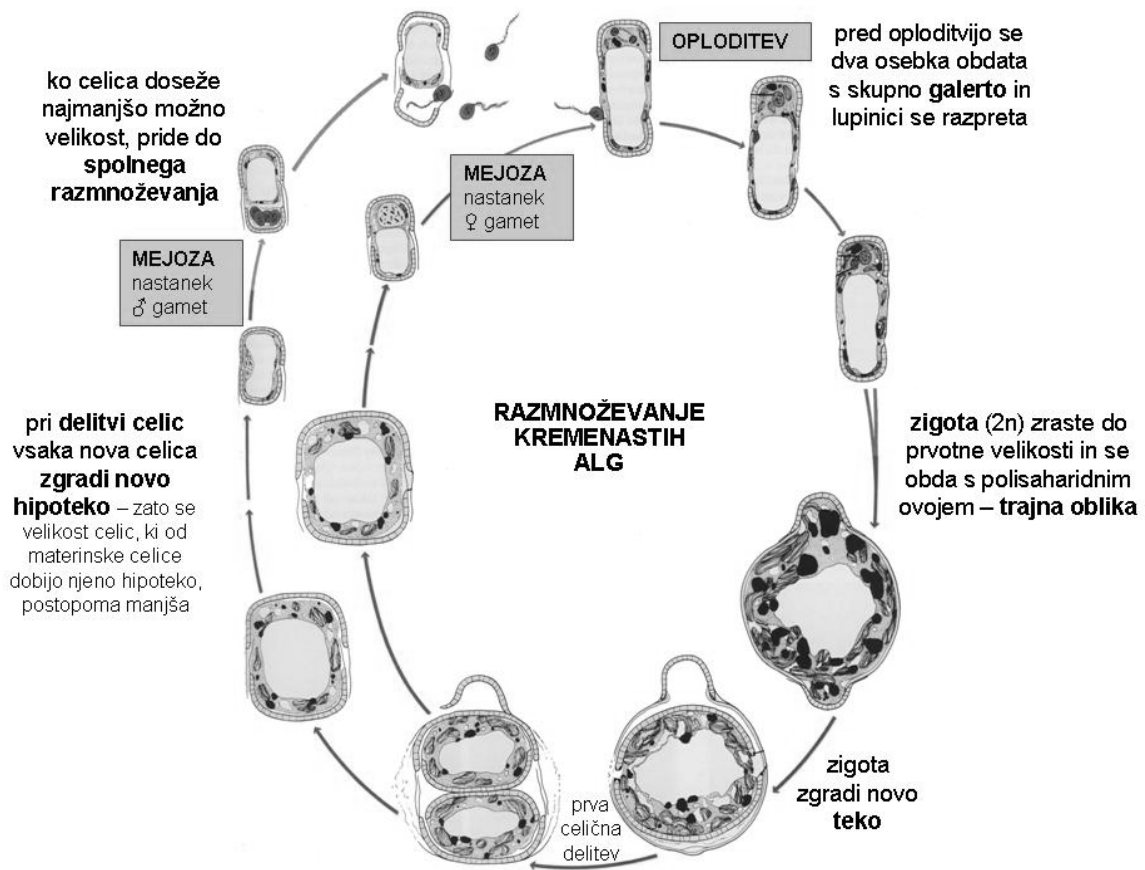
ordo: *Centrales*

ordo: *Pennales*

Opis preparata:

Kremenaste alge (*Bacillariophyceae*) so večinoma kokalne, redkeje se pojavljajo v nitastih ali galertastih kolonijah. Njihova posebnost je, da je vsaka celica obdana z **lupinico iz kremenca** (SiO_2), imenovano **teka**. Teka je dvodelna in njeni polovici sta zloženi kot petrijevka ali škatla za čevlje. Manjša polovica se imenuje **hipoteka**, večja pa **epiteka**. Ravna površina teke se imenuje **valva**, ukrivljena bočna površina pa **plevra**. Teka je drobno strukturirana (vzorčasto razporejene grbinice in luknjice), kar pa se vidi šele pri velikih povečavah. Kremenaste alge delimo na dva redova glede na **simetrijo valve** in druge značilnosti. Radialno somerne kremenaste alge uvrščamo v red **Centrales**, bočno somerne pa v red **Pennales**. Kremenaste alge iz reda *Pennales* imajo lahko v valvi žleb, imenovan **rafa**, s pomočjo katerega lezejo po podlagi. Kremenaste alge so značilno rjave (plastidi so pod mikroskopom rjavorumeni), ker imajo v kloroplastih poleg klorofilov a in c še barvilo **fukoksantin** (sodi med ksantofile). Kremenaste alge kot založno snov kopičijo predvsem **krizolaminarin** (škroba ni).

Razmnoževanje kremenastih alg je prikazano na sliki 3.2.



Slika 3.2: Razmnoževanje kremenastih alg (vir: Raven & al. 1999)

Preparat št 2:

taksonomska skupina:	classis: <i>Bacillariophyceae</i> (= <i>Diatomeae</i>) - kremenaste alge
vrsta:	<i>Navicula sp.</i> (in druge vrste)
vrsta preparata:	sveži mokri preparat
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

1. Pripravite sveži mokri preparat kremenastih alg, ki smo jih nabrali v potoku Glinščica. Preparat si oglejte pod mikroskopom.
2. Narišite predstavnike kremenastih alg iz vzorca in jih s pomočjo slikovnega določevalnega ključa določite do rodu. Narišite merilca.

classis: *Bacillariophyceae*

Preparat št 3:

taksonomska skupina:	classis: <i>Phaeophyceae</i> - rjave alge
vrsta:	jadranski bračič - <i>Fucus virsoides</i>, <i>Cystoseira sp.</i> (ordo: <i>Fucales</i>) <i>Padina pavonia</i> (ordo: <i>Dictyotales</i>)
vrsta preparata:	fiksirani makroskopski preparati
ogled preparata:	ogled s prostim očesom

Navodilo za delo:

1. Oglejte si tri predstavnike makroskopskih rjavih alg, ki uspevajo tudi v slovenskem morju.
2. Narišite jih in označite njihove dele. Narišite merilca.
3. Izdelajte prečni prerez skozi konceptakel jadranskega bračiča (*Fucus virsoides*). Prerez skicirajte in označite vidne strukture. Narišite merilce.

***Cystoseira* sp.**

Padina pavonia

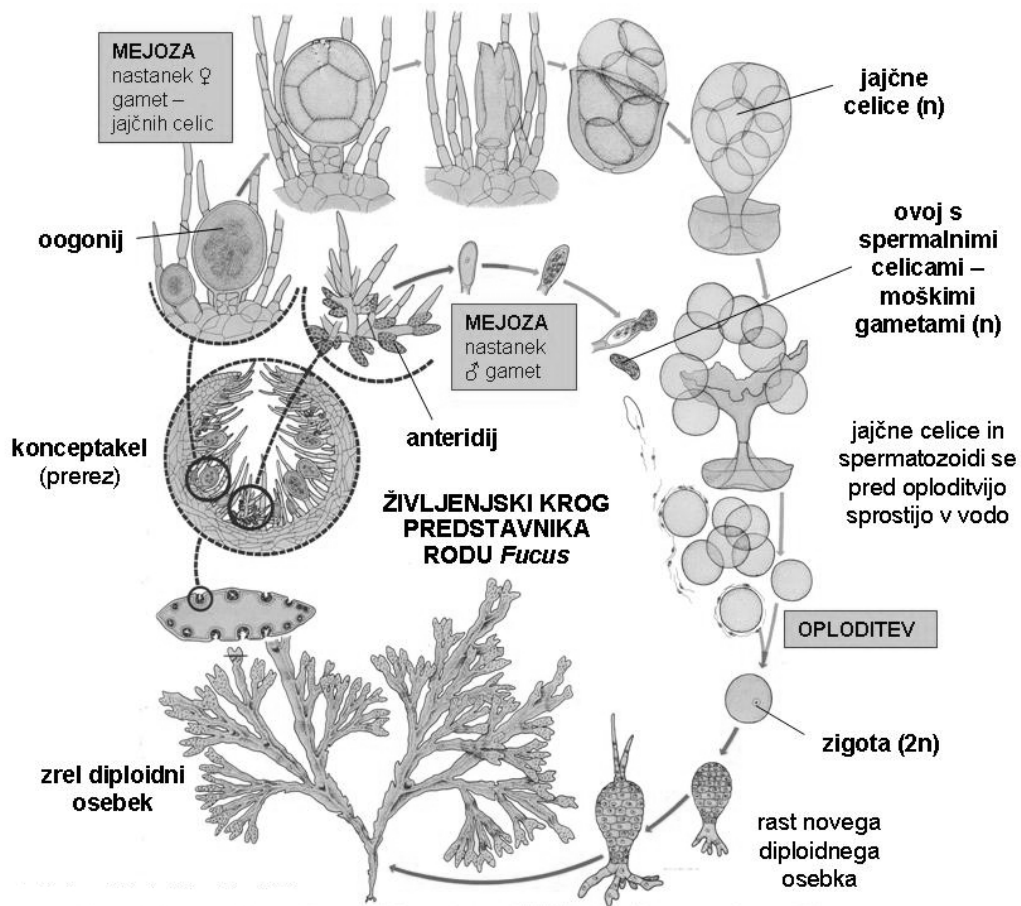
Fucus virsoides

***Fucus virsoides* - prerez konceptakla**

Opis preparatov

Padina pavonia ima **ploščato parenhimatsko steljko**, ki je z rizoidalnim delom pritrjena na kamnito podlago. Steljka raste z robnim meristemom.

Cystoseira sp. in *Fucus virsoides* sodita v red *Fucales*. Zanje je značilna **parenhimatska steljka**, ki je z rizoidalnim delom pritrjena na kamnito podlago in raste s temensko celico. Anteridiji in oogoniji se razvijajo v posebnih vdolbnicah imenovanih **konceptakli**, ki se razvijajo na koncu dihotomno razraslih poganjkov. Življenjski krog predstavnika rodu *Fucus* je prikazan na sliki 3.3.



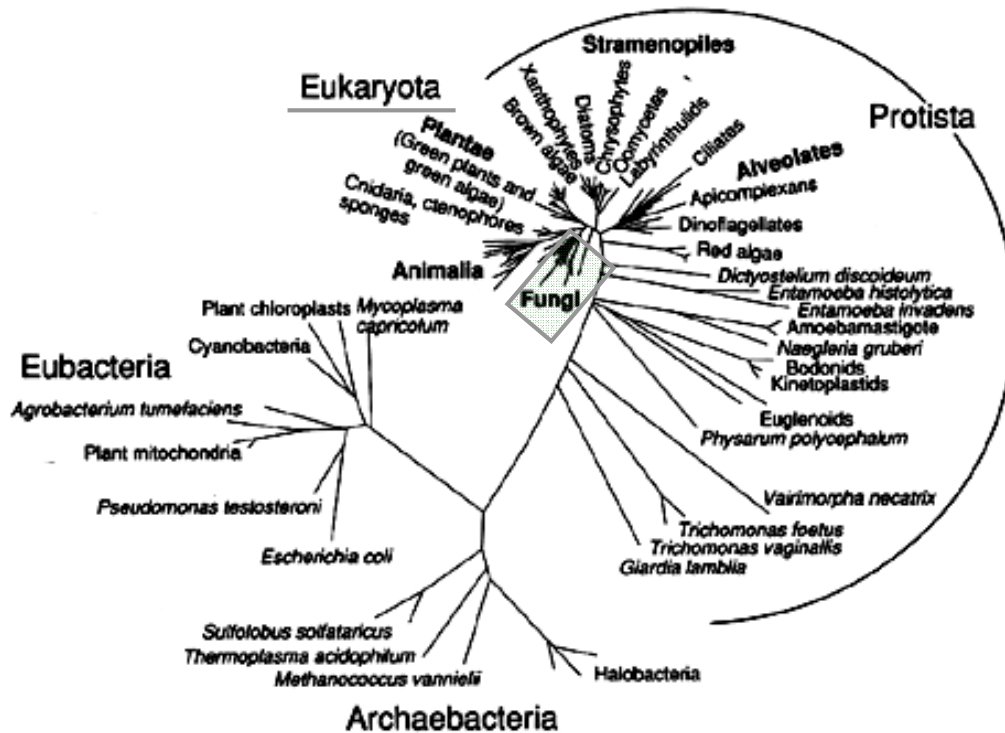
Slika 3.3: Življenjski krog predstavnika rodu *Fucus* (vir: Raven & al. 1999)

Vprašanja za študij

1. K skici vsakega od predstavnikov rjavih in kremenastih alg, ki smo jih gledali na vajah, napišite organizacijski nivo.
2. Kje živijo kremenaste alge?
3. Kaj je diatomejska zemlja?
4. Kaj so alginati? Poiščite, katera živila (doma, v trgovini) vsebujejo alginat. Zakaj jih dodajajo živilom?

4 Prave glive – *Mycota*

Uvrstitev v sistem



Slika 4.1: Položaj gliv v evolucijskem drevesu živega sveta (vir sheme: neznan)

domena: *Eucaryota*

regnum: *Fungi* - glive

phyllum: *Myxomycota* - sluzavke

phyllum: *Mycota* (= *Eumycota*) - prave glive

classis: *Chytridiomycetes*

classis: *Zygomycetes* - jarmaste glive

ordo: *Mucorales* (*Mucor* - krušna plesen, *Rhizopus* - pajčevinasta plesen)

classis: *Ascomycetes* - zaprtotrosnice

subclassis: *Endomycetidae*

ordo: *Endomycetales* - kvasovke (*Saccharomyces cerevisiae* – pekovski kvas)

subclassis: *Ascomycetidae*

ordo: *Eurotiales* (*Aspergillus* - glavičasta plesen, *Penicillium* - čopičasta plesen)

ordo: *Pezizales* (g. *Morchella* - smrček, mavrah)

classis: *Basidiomycetes* - prostotrosnice

subclassis: *Heterobasidiomycetidae*

ordo: *Pucciniales* (*Puccinia graminis* – žitna rja)

ordo: *Ustilaginales* (*Ustilago maydis* – koruzna snet)

ordo: *Tremellales* (*Tremella mesenterica* – rumena drhtavka)

subclassis: *Homobasidiomycetidae*

ordo: *Poriales* (*Fomes fomentarius* - kresilna goba)

ordo: *Boletales* (*Boletus* sp. - goban)

ordo: *Russulales* (*Russula* - golobica)

ordo: *Agaricales* (*Agaricus bisporus* – šampinjon, dvotrosni kukmak)

Skupne značilnosti gliv

Glive (*Mycota*) so **heterotrofna** skupina organizmov, ki imajo v naravi zelo pomembno vlogo. So razkrojevalci, simbionti, paraziti. Glive so tudi neposredno pomembne za človeka, saj so vir antibiotikov, hrane, sodelujejo pa tudi pri predelavi hrane (alkoholno vrenje, zorenje sirov ...). Glive so lahko enocelični ali večcelični organizmi. Niti gliv so **hife**. Preplet hif je **micelij**. Celice imajo **hitinsko celično steno**, **ne vsebujejo plastidov**, kot založno snov pa kopičijo **glikogen**. Hife lahko tvorijo zelo gost preplet, v katerem so hife med seboj povezane. Temu pravimo **plektenhim (pletež)** (primer: trosnjak). Razmnoževanje pri glivah je zelo raznoliko. Vegetativno se glive razmnožujejo z brstenjem (pri enoceličnih predstavnikih) ali razraščanjem. **Nespolno** se razmnožujejo s tvorbo mitospor (**konidijev**). Nekatere glive se razmnožujejo le nespolno. **Spolno** razmnoževanje je pri glivah zelo raznoliko. Poznamo hifogamijo (združitev dveh celic dveh haploidnih hif), gametangiogamijo (združitev dveh gametangijev) in gametogamijo, ki je redka. Posebnost gliv je, da po oploditvi nastane **dikariontsko stanje**. To pomeni, da sta v celicah po dve raznorodni jedri.

Preparati

Preparat št 1:

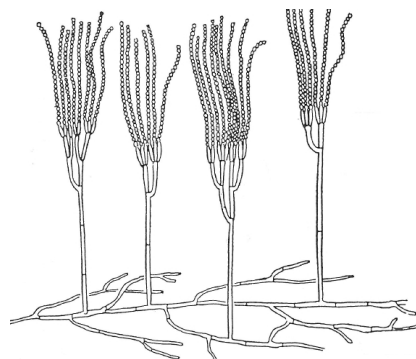
taksonomska skupina:	classis: <i>Zygomycetes</i> - jarmaste glive
vrsta:	<i>Rhizopus</i> – pajčevinasta plesen
taksonomska skupina:	classis: <i>Ascomycetes</i> - zaprtotrosnice
vrsta:	<i>Penicillium sp.</i> – čopičasta plesen
vrsta preparata:	sveži mokri preparat, plesniv kruh
ogled preparata:	lupa (20×, 40× povečava), mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

1. Pod lupo si oglejte kos plesnivega kruha in prepoznajte različne rodove plesni.
2. Pripravite mokra preparata **pajčevinaste plesni** (*Rhizopus sp.*) in **čopičaste plesni** (*Penicillium sp.*). Preparata pripravite tako, da z iglo previdno zajamete del plesni z razvitimi konidiji in ga prenesete v kapljico vode na objektnem stekelcu. Preparat pokrijte s krovnim stekelcem in si ga oglejte pod mikroskopom.
3. Narišite pajčevinasto plesen, označite vrste hif, kolumelo in konidije ter na skici čopičaste plesni označite vidne strukture. Narišite merilci.

Rhizopus sp.

Penicillium sp.

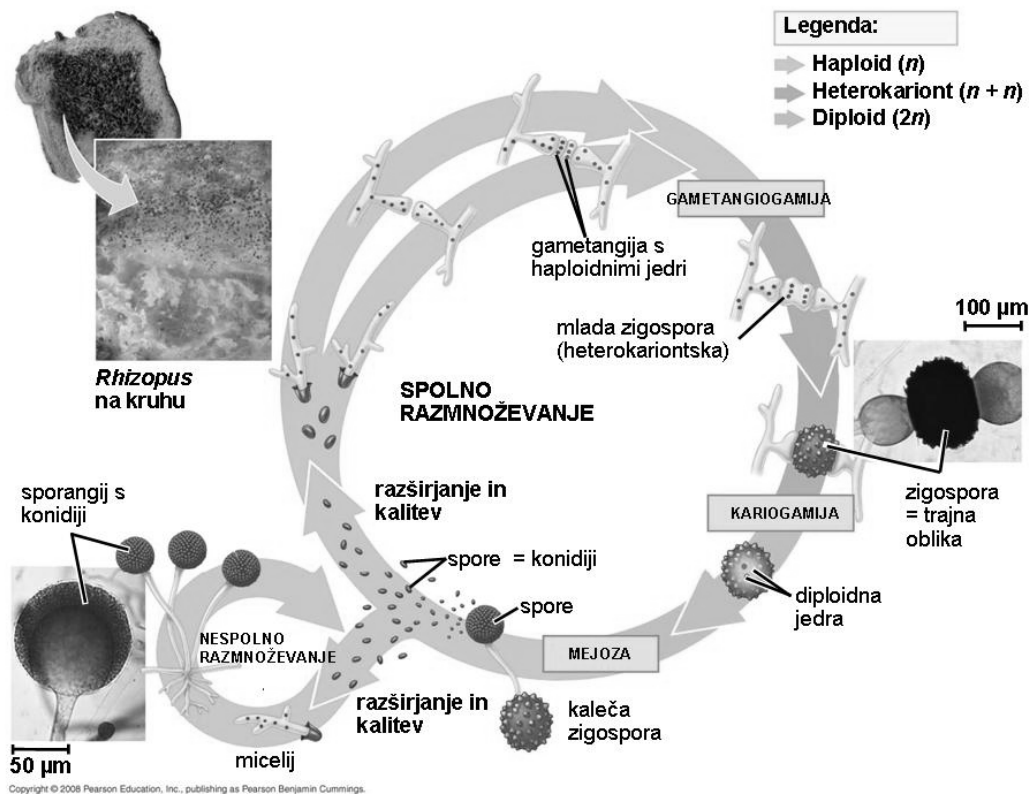


(vir slike: neznan)

Opis preparatov:**Classis: Zygomycetes - jarmaste glive**

Jarmaste glive so večinoma **saprofiti**. Predstavniki rodu *Rhizopus*, ki ga gledamo na vajah, je plesen, ki se pogosto razvije na vlažnem kruhu in sadju. **Hife** so mnogojedrne in diferencirane v tri tipe: **rizoidalne** (s katerimi se plesen drži podlage in iz nje črpa snovi), **stolonidalne** (s katerimi se plesen razrašča – vegetativno razmnoževanje) in **sporangiofore** (nosijo kolumelo s sporangijem). Na kolumeli se razvijejo **konidiji** (mitospore), ki služijo **nespolnemu** razmnoževanju plesni. Spore se raznašajo po zraku.

Na sliki 4.2 je prikazan razvojni krog pajčevinaste plesni (*Rhizopus* sp.). Na vajah bomo videli le nesporno razmnoževanje s konidiji.



Slika 4.2: Razvojni krog pajčevinaste plesni (*Rhizopus* sp.) (vir: Campbell & Reece 2008)

Classis: Ascomycetes - zaprtotrošnice

Zaprtotrošnice (*Ascomycetes*) so dobile ime po **mejosporangijih - askih**, v katerih nastajajo spore (**askospore**). Gre za zelo raznoliko skupino gliv, v katero sodijo nekatere plesni, kvasovke, glive, ki oblikujejo makroskopske trošnjake (mavrahi, tartufi ...), in mnoge simbiotske glive v lišajih.

Penicillium sp., ki ga gledamo na vajah, je plesen, ki sodi v red **Eurotiales**. Živi kot saprofit na hrani (kruh, limone, sir ...). Na preparatu opazujemo stransko plodno obliko, ki se nesporno razmnožuje (s tvorbo konidijev). Plesen je zgrajena iz razraslih stolonoidalnih hif in pokončnih delov micelija, na koncu katerih se razvijejo **sporigene celice**, ki proizvajajo **verige konidijev**. Konidiji se raznašajo po zraku.

Glive iz rodu *Penicillium* so pomembne tudi v proizvodnji sira (*Penicillium camembertii*, *P. roquefortii*).

Preparat št 2:

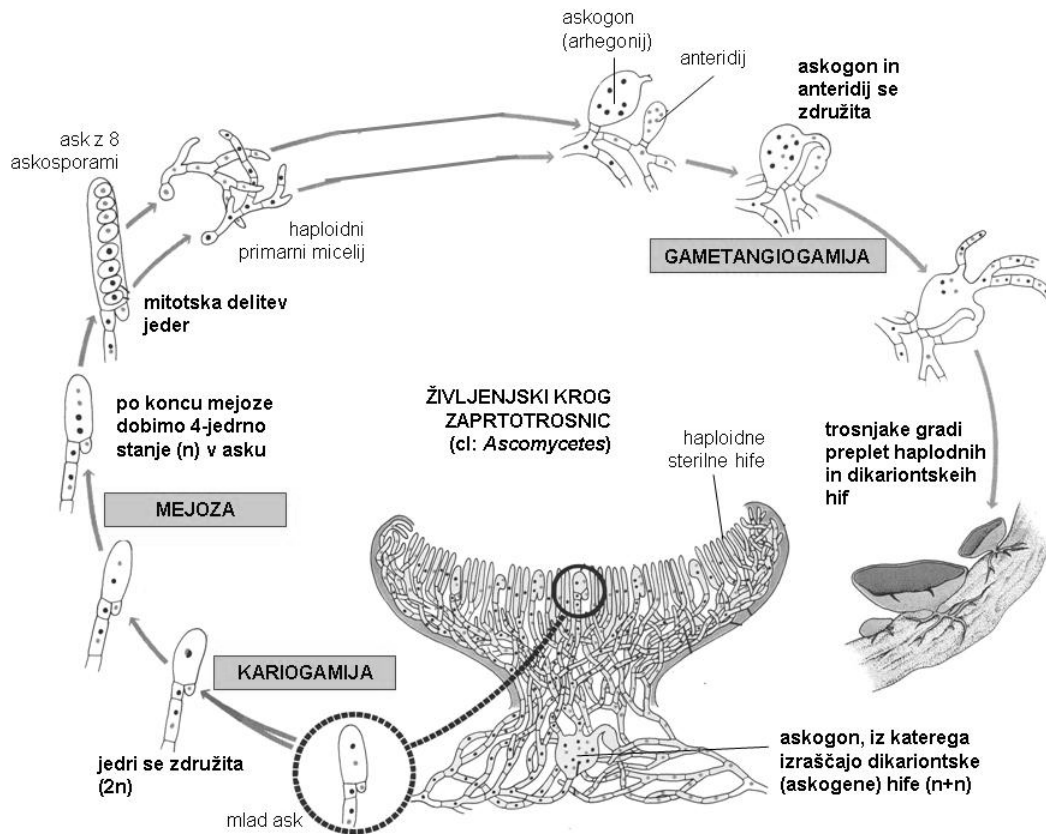
taksonomska skupina:	classis: <i>Ascomycetes</i> - zaprtotrosnice
vrsta:	<i>Morchella</i> sp. – mavrah (smrček)
vrsta preparata:	fiksirani trosnjak, mečkanec himenija (iz apotecija)
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

1. Pripravite mečkanec himenija (zunanje plasti apotecija) mavraha.
2. V preparatu poiščite aske z askosporami.
3. Preštejte, koliko askospor je v vsakem od askov.
4. Narišite nekaj **askov z askosporami** in nekaj **sterilnih hif**. Označite vidne strukture. Narišite merilce.

Aski v himeniju mavraha (*Morchella* sp.)Opis preparatov:

Zaprtotrosnice iz reda *Pezizales* imajo **kompleksne trosnjake**, ki nastanejo v povezavi s spolnim razmnoževanjem teh gliv. Trosnjaki so **apoteciji**. So ploščati in odprti. Prekriva jih plast, imenovana **himenij**. V himeniju so **aski** in haploidne **sterilne hife**. Aski se razvijejo iz **dikariontskih hif** ($n+n$), ki nastanejo **po združitvi gametangijev** (ženskega arhegonija in moškega anteridija). Šele v askih pride do **kariogamije** ali zlitja jeder. Nato se diploidno ($2n$) jedro redukcijsko deli (mejoza), tako da nastanejo štiri haploidna (n) jedra. Ta se še enkrat mitotsko delijo in tako dobimo v vsakem asku **8 askospor**, ki se sprostijo, ko se ask odpre (s pokrovčkom). Askospore se širijo po zraku. Iz njih se razvijejo nove haploidne hife. Razvojni krog je prikazan na sliki 4.3. Številne zaprtotrosnice se lahko razmnožujejo tudi nespolno s tvorbo **konidijev**.



Slika 4.3: Razvojni krog glive iz razreda zaprtotrosnic (cl. *Ascomycetes*) (Vir: Raven & al. 1999)

Preparat št 3:

taksonomska skupina:	classis: <i>Basidiomycetes</i> - prostotrosnice
vrsta:	<i>Puccinia graminis</i> – žitna rja
vrsta preparata:	prerez z žitno rjo okuženega lista navadnega češmina (<i>Berberis vulgaris</i>), vmesnega gostitelja, poltrajni preparat
ogled preparata:	mikroskop (100×, 400× povečava), makroskopsko

Navodilo za delo:

1. Makroskopsko si oglejte liste navadnega češmina, ki so okuženi z žitno rjo. Narišite list in poimenujte vidne strukture. Narišite merilce.

List navadnega češmina (*Berberis vulgaris*), okužen z žitno rjo (*Puccinia graminis*)

2. Oglejte si trajni preparat prečnega prereza češminovega lista, na skici označite glavne dele (spermogonij, receptivne hife, ecidij, ecidiospore) in narišite faze razvoja žitne rje. Narišite merilce.

Prečni prerez lista navadnega češmina (*Berberis vulgaris*), okuženega z žitno rjo (*Puccinia graminis*)

3. Oglejte si še rastlino glavnega gostitelja žitne rje (oves, *Avena sativa*) in zimske spore (teliospore), ki se razvijajo na njem.

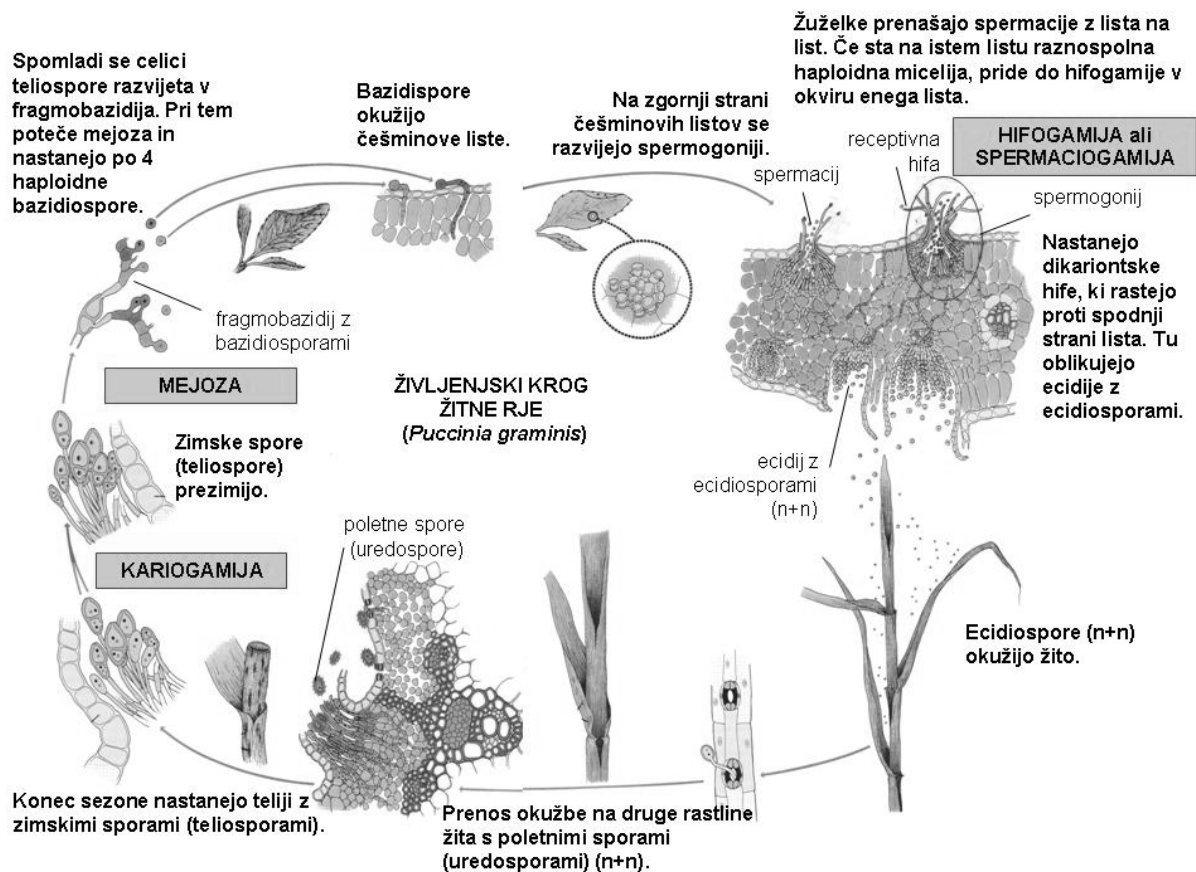
Z žitno rjo okuženi oves

Zimske spore žitne rje

Opis preparatov:**Classis: Basidiomycetes - prostotrosnice**

Micelij prostotrosnic je iz septiranih (predeljenih) hif. Prostotrosnice tvorijo **bazidiospore (mejospore)**. Mejosporangiji se imenujejo **bazidiji**, ki so lahko prečno ali vzdolžno predeljeni (**fragmobazidiji**) ali celi (**holobazidiji**).

Žitna rja sodi med **nižje prostotrosnice** (*Heterobasidiomycetidae*), ki imajo **fragmobazidije** in večinoma **ne oblikujejo trosnjakov**. Žitna rja je obligatni parazit višjih rastlin, ki v svojem kompleksnem razvojnem krogu zajeda dva različna gostitelja: **Vmesni gostitelj je češmin** (*Berberis vulgaris*, dvokaličnice), na katerem se razvije **haploidni micelij, glavni gostitelj pa so trave** (predstavniki družine *Poaceae*, enokaličnice), na katerih se razvije **dikariontski micelij**. V eni sezoni žitna rja razvije 5 različnih tipov spor, kar je prilagoditev na zajedalski način življenja. Življenjski krog žitne rje je prikazan na sliki 4.4.



Slika 4.4: Razvojni krog žitne rje (*Puccinia graminis*) (vir: Raven & al. 1999)

Preparat št 4:

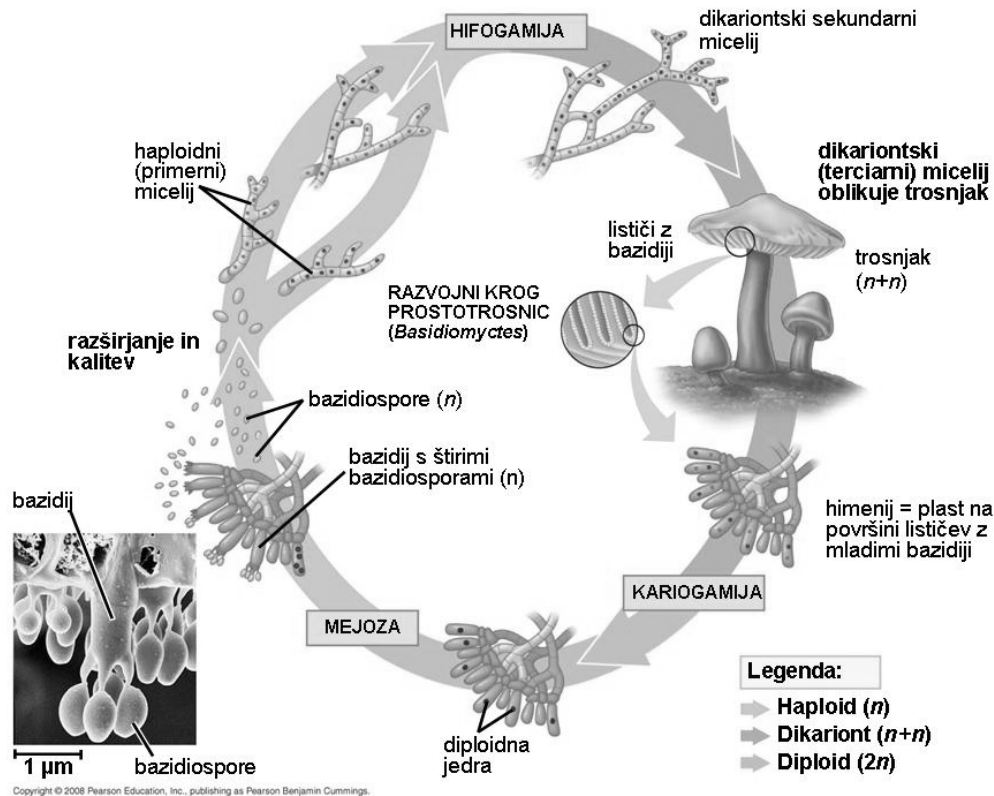
taksonomska skupina: classis: *Basidiomycetes* - prostotrosnice
vrsta: *Agaricus bisporus* – gojeni šampinjon, dvotrosni kukmak
vrsta preparata: trosnjak (goba)
ogled preparata: makroskopsko

Navodilo za delo:

1. Makroskopsko si oglejte vzdolžno prerezan trosnjak gojenega šampinjona.
2. Narišite prerez in označite vidne strukture. Narišite merilce.

Agaricus bisporusOpis preparata:

Šampinjon sodi med **višje prostotrosnice** (*Holobasidiomycetidae*). Zanje so značilni kompleksni trosnjaki (**gobe**). Trosnjak pri prostotrosnicah je zgrajen iz **tesno prepletenih dikariontskih hif**. Takemu navidezemu tkivu pravimo **plektenhim (pletež)**. Goba je zgrajena iz beta in klobuka. Gobe so lahko v začetku razvoja obdane z ovojem, imenovanim **velum**. Ko goba raste, se velum pretrga. Na spodnji strani klobuka se razvije **himenij**, ki je nameščen **na površini lističev ali cevč** (odvisno od vrste; pri gojenem šampinjonu na površini lističev). Na dnu beta se vidi še del podgobja – dikariontskega sekundarnega micelija, ki je v obliki nepovezanih nitk prisoten v prsti.



Slika 4.5: Razvojni krog višje višje prostotrosnice (*Homobasidiomycetidae*) (vir: Campbell & Reece 2008)

Preparat št 5:

taksonomska skupina: classis: *Basidiomycetes* - prostotrosnice

vrsta: ***Russula sp.* – golobica**

vrsta preparata: mečkanec himenija z bazidiji

ogled preparata: demonstracijski preparat, mikroskop (100×, 400× povečava)

Navodilo za delo:

1. Na demonstracijskem mikroskopskem preparatu si oglejte bazidije z bazidiosporami iz himenija golobice.
2. Narišite bazidij in označite vidne strukture. Narišite merilce.

***Russula sp.*, holobazidij**

Opis preparata:

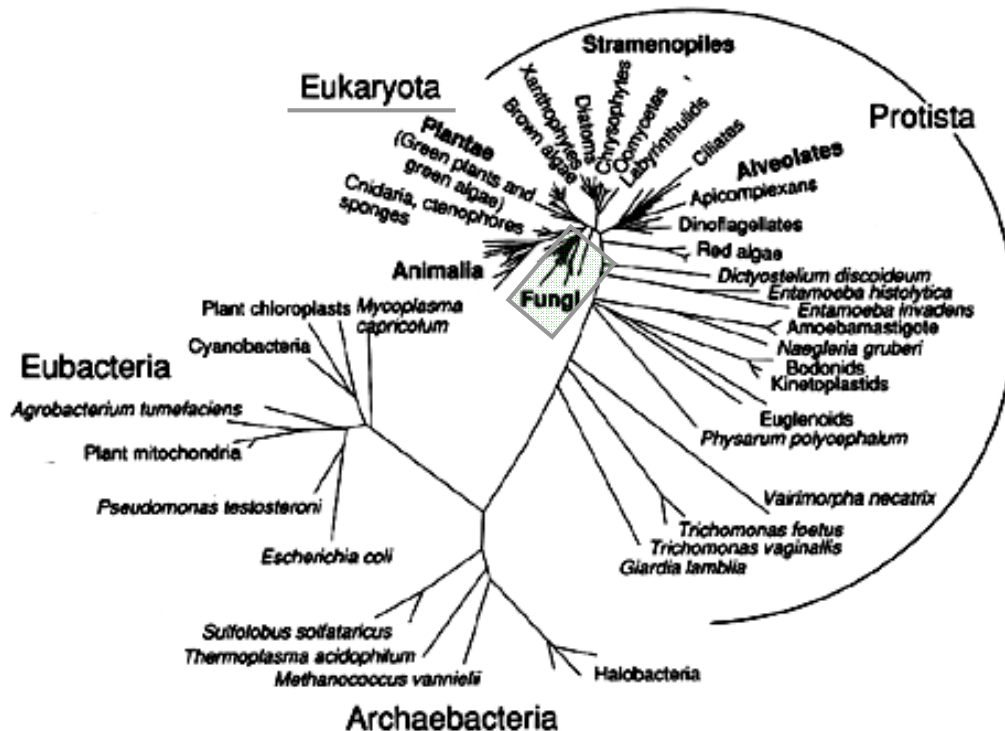
Golobico uvrščamo med **višje prostotrosnice** (*Homobasidiomycetidae*). Na površini lističev na spodnjem delu klobuka trosnjaka je plast, imenovana himenij. V njej se razvijejo **holobazidiji**. To so **sporangiji**, v katerih z **mejozo** nastajajo **haploidne spore** – **bazidiospore**. Poleg bazidijev so v himeniju še sterilne dikarionske hife. Z bazidiosporami se gliva razširja. Iz njih zraste nov haplodni micelij.

Vprašanja za študij

1. Od kod pridejo spore plesni na kruh?
2. Iz katerih gliv so izolirali penicilin? Kdo in kdaj je odkril penicilin?
3. Kaj so kvasovke in kakšna je njihova uporabnost?
4. Opišite negativni pomen žitne rje za človeka (*»anticrop bomb«*).
5. Kaj je goba in kaj gliva?
6. Ali je z biološkega stališča smiselna določba zakona, da je treba gobo pri dnu beta odrezati in jo očistiti že v gozdu?
7. Naštejte nekaj vrst gliv, ki imajo trosnjake, pri katerih je himenij nameščen na stenah drobnih cevok!

5 Lišaji – Lichenes

Uvrstitev v sistem



Slika 5.1: Položaj lišajev v evolucijskem drevesu živega sveta (vir sheme: neznan)

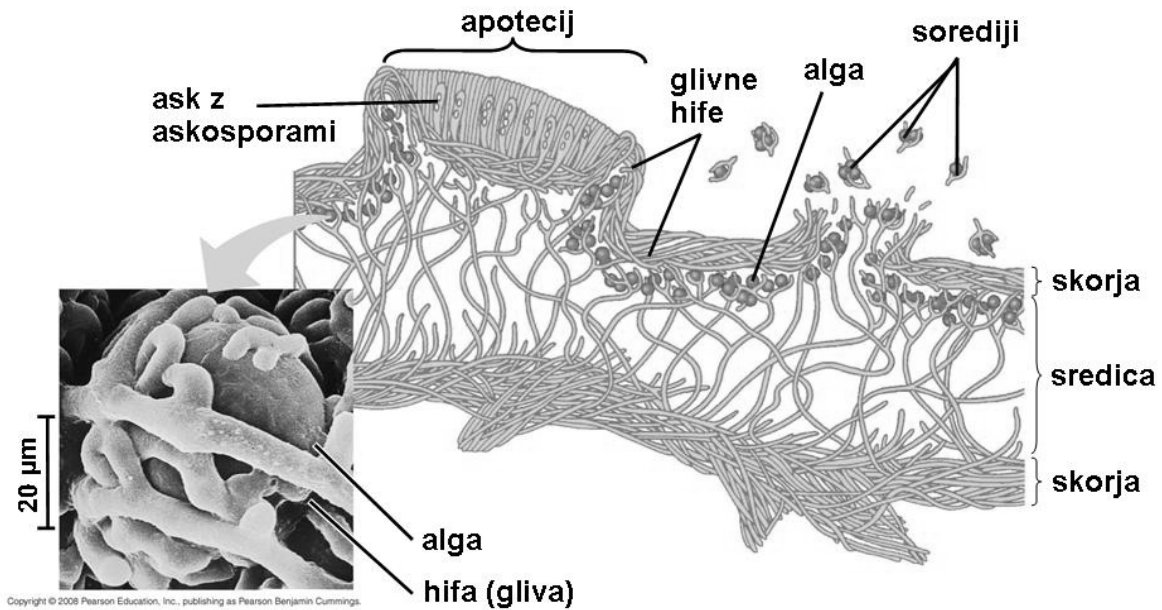
Velika večina gliv, ki tvorijo lišaje, je zaprtotrosnic (**classis: *Ascomycetes***), le redke so prostotrosnice (**classis: *Basidiomycetes***). Fikobionti so večinoma (85 %) zelene alge (**phyllum: *Chlorophyta***) in manj pogosto modrozelenne bakterije (**phyllum: *Cyanobacteria***), rumene in rjave alge. Na vajah bomo obravnavali le zaprtotrosne lišaje. Zanje veljajo tudi vsi nadaljnji opisi.

Skupne značilnosti zaprtotrosnih lišajev

Lišaje sestavljata **gliva - mikobiont** in **alga (ali modrozelenna bakterija) – fikobiont**, ki sta povezana v **obligatno simbiozo**. Mikobiont ima micelij, ki je sestavljen iz septiranih hif, fikobiont pa je lahko kokalno ali nitasto organiziran. Spolno se razmnožuje le gliva, ki tudi tvori mejospore. Te nastajajo v trosnjakih – **apotecijih**. V lišaj se razvijejo le, če pridejo v stik z ustreznim fikobiontom. Vegetativno se lišaji razmnožujejo z razraščanjem - **fragmentacijo** oziroma z odlomljenimi prepleti fikobionta in mikobionta – **sorediji**.

Glede na obliko steljke razlikujemo 4 tipe lišajev: **galertaste**, **skorjaste**, **listaste** in **grmičaste**. Skorjasti, listasti in grmičasti lišaji so pokriti s **skorjo**, ki jo tvori le preplet hif. Skorja na spodnji strani tvori tudi **pritrjevalne strukture** (pritrjevalne ploščice, rizine). V sredini steljke je **sredica**, v kateri sta **mikobiont in fikobiont v prepletu** (slika 5.2).

Mikobiont je tisti, ki določa zgradbo in obliko steljke, tvori skorjo in daje življenjski prostor fikobiontu ter privzema iz okolja vodo z mineralnimi snovmi (le pri galertastih lišajih je obratno). Fikobiont opravlja fotosintezo, katere produkte porablja tudi mikobiont. V nekaterih lišajih so poleg evkariontskih alg prisotne tudi modrozelenne bakterije, ki fiksirajo dušik.



Slika 5.2: Prerez listaste lišajske steljke (vir: Campbell & Reece 2008)

Preparati

Preparat št 1:

vrsta:	<i>Rhizocarpon geographicum</i>
vrsta preparata:	posušen skorjasti lišaj na kamnu
ogled preparata:	makroskopsko

Navodilo za delo:

1. Oglejte si skorjasti lišaj na kamnu.
2. Narišite lišaj. Narišite merilce.

Rhizocarpon geographicum

Opis preparata:

Rhizocarpon geographicum je živozelen **skorjasti lišaj**, ki raste najpogosteje na golem silikatnem skalovju.

Preparat št 2:

vrsta:	<i>Xanthoria parietina</i> – navadni rumenček
vrsta preparata:	posušen listasti lišaj
ogled preparata:	makroskopsko

Navodilo za delo:

1. Oglejte si listasti lišaj na lubju.
2. Narišite lišaj. Narišite merilce.

***Xanthoria parietina* - makroskopsko**Opis preparata:

Xanthoria parietina je pogost, rumeno obarvan **listasti lišaj** z dorziventralno sploščeno steljko. Steljka je z večjo površino pritrjena na podlago, le rob steljke je prost.

Preparat št 3:

vrsta:	<i>Cetraria islandica</i> – islandski lišaj
vrsta preparata:	posušen grmičasti lišaj
ogled preparata:	makroskopsko

Navodilo za delo:

1. Oglejte si islandski lišaj in ga narišite. Narišite merilce.
2. Oglejte si poltrajni preparat prečnega prereza steljke in ga narišite. Označite plasti lišajske steljke (posebej bodite pozorni na celice fikobionta) in narišite merilce.

Cetraria islandica* – islandski lišaj*makroskopsko**

Cetraria islandica* – islandski lišaj*prečni prerez**Opis preparata:

Cetraria islandica – islandski lišaj je **grmičasti lišaj** z dorziventralno sploščeno steljko. Zunanji del steljke je **skorja**, ki jo gradijo hife mikobionta. Na podlago se pritja z **rizinami**. **Apoteciji** se razvijajo na robu steljke. Na prerezu se v osrednjem delu vidi **sredica**, kjer so med hifami prisotne celice zelene alge.

Preparat št 4:

vrsta:	<i>Usnea</i> sp. – bradovec
vrsta preparata:	posušen lišaj
ogled preparata:	makroskopsko

Navodilo za delo:

1. Oglejte si steljko lišaja bradovca (*Usnea* sp.) in ga narišite. Narišite merilce.

Usnea* sp. – bradovec*prečni prerez**

Opis preparata:

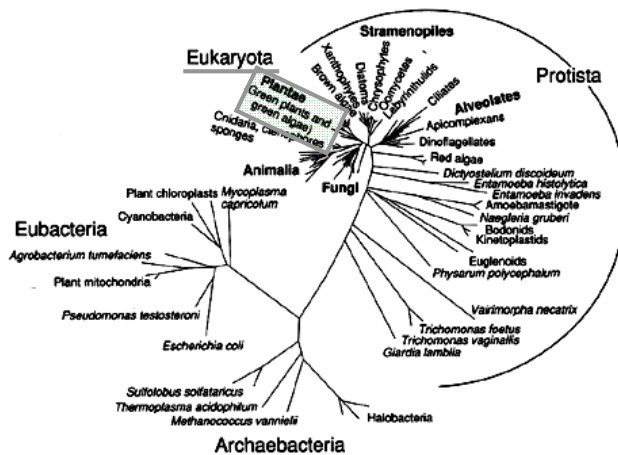
Bradovci so **grmičasti** lišaji, ki imajo **radialno grajeno steljko**. To pomeni, da je steljka v prerezu okrogla, plasti pa so koncentrično razporejene (na sredini je osrednja nit iz tesnega prepleta hif, sledi plast sredice, kjer sta prisotna fikobiont in mikobiont, steljko pa prekriva enotna skorja). Steljka se na podlago pritrdja s pritrdjevalno ploščico. Večinoma so to epifitske vrste (uspevajo na drevesih, na območjih z vlažnim in čistim zrakom).

Vprašanja:

1. Katere lišaje uporabljamo kot naravna zdravila?
2. Kaj pomeni, da so lišaji bioindikatorji?
3. Kaj so to pionirske vrste?

6 Mahovi – *Bryophyta*

Uvrstitev v sistem



Slika 6.1: Položaj mahov v evolucijskem drevesu živega sveta (vir sheme: neznan)

domena: *Eucaryota*

phyllum: *Bryophyta* – mahovi

classis: *Anthocerotatae* - rogačarji

classis: *Marchantiatae* - jetrenjaki

subclassis: *Marchantiidae* – nižji jetrenjaki

ordo: *Marchantiales* (*Marchantia polymorpha*, *Conocephalum conicum*, *Riccia fluitans*)

subclassis: *Jungermaniidae* – višji jetrenjaki

ordo: *Metzgeriales* (*Metzgeria conjugata*)

ordo: *Jungermanniales* (*Madotheca laevigata*)

classis: *Bryatae* (=Musci) - listnati mahovi

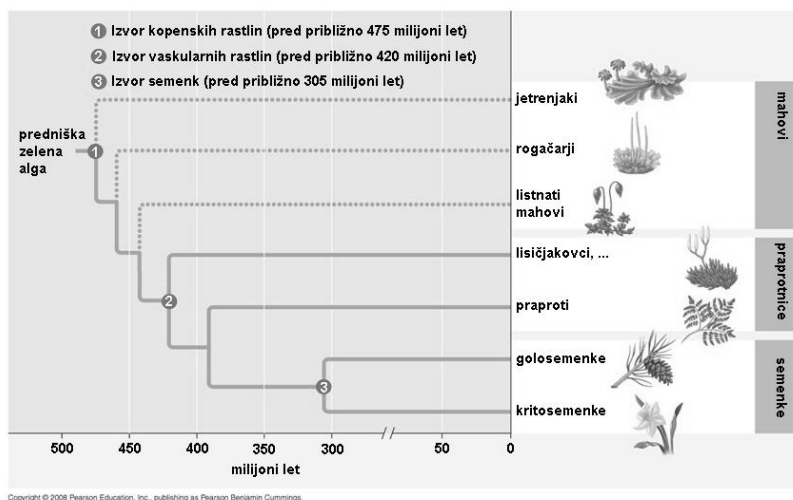
subclassis: *Sphagnidae* - šotni mahovi

ordo: *Sphagnales* (*Sphagnum*)

subclassis: *Bryidae* - pravi listnati mahovi

subclassis: *Polytrichidae*

ordo: *Polytrichales* (*Polytrichum commune*, *Pogonatum*)



Slika 6.2: Položaj mahov v evolucijskem drevesu kopenskih rastlin (vir: Campbell & Reece 2008)

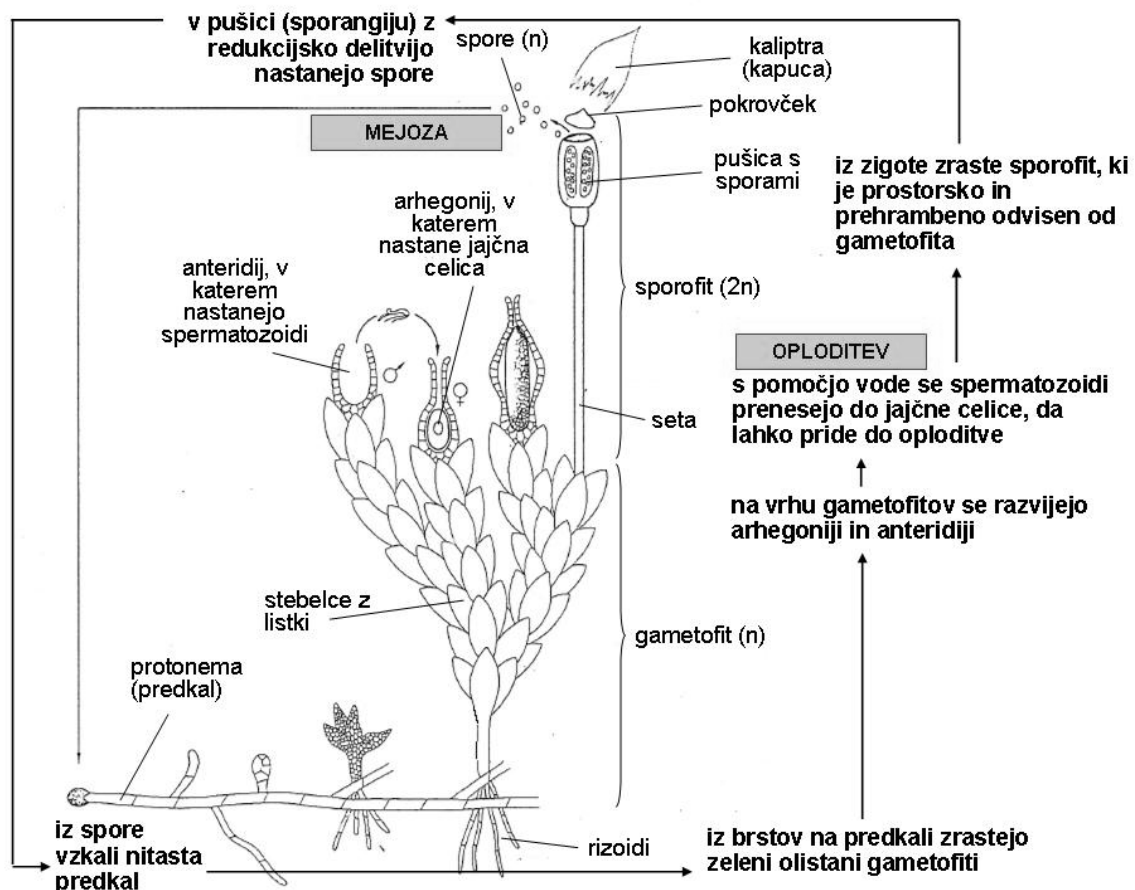
Skupne značilnosti mahov

Biokemijske značilnosti mahov so enake kot pri višjih rastlinah (klorofil a in b, β -karoten, škrob in olja kot zaloga, celulozna celična stena, lečasti plastidi). Mahovi imajo izmed vseh skupin rastlinskega sveta najbolj kompleksno razvite gametofite. Njihovi gametofiti so lahko **steljkasti** (talozni) ali **listasti** (foliozni). **Rizoidi**, **stebelce (kavloid)** in **listki (filidiji)** opravljajo podobne vloge kot korenina, steblo in listi, vendar s temi organi niso homologni, saj so pri mahovih razviti na gametofitu, pri praprotnicah in semenkah pa na sporofitu. **Sporofit** je pri mahovih prostorsko in vsaj sprva tudi prehrabeno vezan na gametofit ter navidezno preprost.

Mahovi so kopenske rastline. Sušo lahko preživijo v **anabiozi**. To pomeni, da se posušijo in zmanjšajo nivo življenjskih procesov. Ko pridejo v stik z vodo, ponovno »zaživijo«. Uspevajo v **vlažnem okolju**, saj je za oploditev še vedno nujno potrebna voda. Nekaj vrst se je drugotno naselilo v vodo, nekaj pa jih naseljuje tudi zelo suha rastišča in so večino časa v anabiozi.

Mahovi so slabo vključeni v prehranjevalni splet, saj jih živali večinoma ne jedo. Na barjih iz šotnih mahov nastaja **šota**.

Spolno razmnoževanje mahov (oogamija) je prikazano na sliki 6.3. Razmnožujejo se tudi vegetativno, in sicer z razraščanjem predkali, tvorbo brstov in razraščanjem gametofita.



Slika 6.3: Življenjski krog mahov (vir sheme: neznan)

Preparati

Preparat št 1:

taksonomska skupina:	classis: <i>Marchantiatae</i> – jetrenjaki subclassis: <i>Marchantiidae</i> – nižji jetrenjaki
vrsta:	<i>Marchantia polymorpha</i> – studenčni jetrenjak
vrsta preparata:	fiksirani mokri preparat
ogled preparata:	makroskopsko, lupa (20×, 40×)

Navodilo za delo:

1. S prostim očesom in pod lupo si oglejte steljko studenčnega jetrenjaka.
2. Na steljki poiščite rizoide, razplodne košarice, anteridiofor z anteridiji in arhegoniofor z arhegoniji. Na zrelih arhegonioforih poiščite sporofite. Narišite skico in označite vse naštete strukture. Poleg oznak napišite ploidnost (n ali 2n). Narišite merilce.
3. Sporofit si oglejte na demonstracijskem mikroskopu. Narišite skico in označite havstorij, seto in sporangij s sporami in elaterami. Narišite merilce.

***Marchantia polymorpha* - steljki z anteridioforom in arhegonioforom**

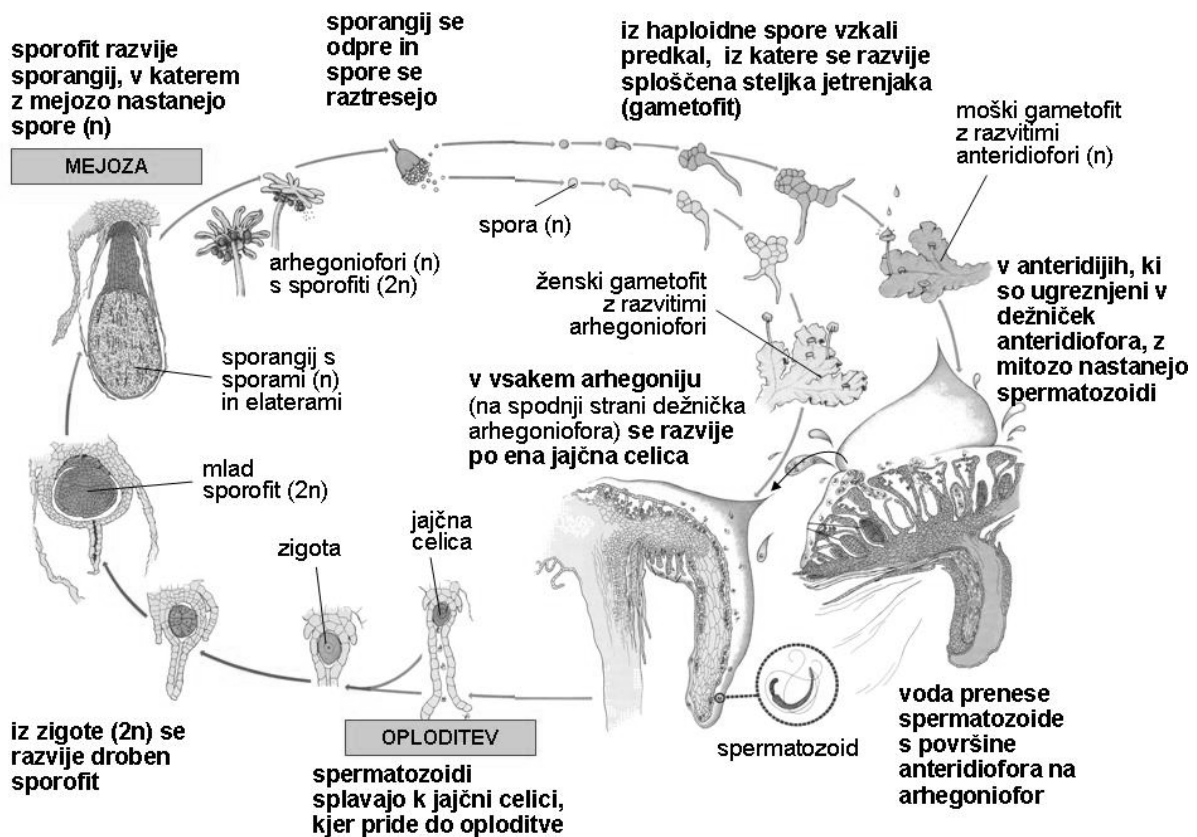
***Marchantia polymorpha* - sporofit**

Opis preparata:

Precej **jetrenjakov** (razred: *Marchantiatae*) je steljkastih, v podrazredu višjih jetrenjakov (*Jungermaniidae*) pa so tudi listasti predstavniki (ki sicer predstavljajo večino vrst jetrenjakov, a jih na vajah ne bomo gledali).

Studenčni jetrenjak (*Marchantia polymorpha*) sodi med **nižje jetrenjake** (podrazred: *Marchantiidae*). Steljka gametofita je dorziventralno sploščena. V zgornjem delu so asimilacijski stebrički v dihalnih votlinah. Vanje vodijo odprtine v povrhnjici, imenovane dihalne odprtine. Na spodnjem delu steljke je založno tkivo. Na podlago se jetrenjak pritrdja z enoceličnimi **rizoidi**.

Na steljki gametofita se razvijejo razmnoževalne strukture. Vegetativnemu razmnoževanju služijo zarodni brstiči, ki nastajajo v **razplodnih košaricah** in se razširjajo z dežnimi kapljicami. Dežničkoma podobne strukture so del gametofita in jih imenujemo **gametangiofori**, ker nosijo ženske oz. moške gametangije. **Moški gametangiofori (anteridiofori)** imajo manj deljen »dežniček«. Na njegovi zgornji površini lahko opazimo luknjice – vhode v votlinice, v katerih so nameščeni **anteridiji**. V anteridijih se razvijejo običkane moške spolne celice – spermatozoidi. **Ženski gametangiofori (arhegoniofori)** imajo »dežničke« z ozkimi roglji. Na spodnji strani rogljev se razvijejo **arhegoniji**, v katerih se razvije po ena jajčna celica. **Oploditev** poteče s pomočjo razpršene dežne kapljice, ki prenese spermatozoide v bližino arhegonijev, da lahko sami priplavajo do jajčnih celic. Nastane **diploidna zigota**, iz katere zraste **droben sporofit**. Ta vsebuje kroglast **sporangij**, zelo kratko in debelo **seto** in **havstorialni del**, s katerim se prirašča na ženski gametangiofor. V sporangiju z **redukcijsko delitvijo** nastane velika količina **haplodnih spor** in nitaste **elateri**, ki pomagajo pri razširjanju spor. Iz spor zraste predkal (protonema), iz nje pa nov steljkast gametofit.



Slika 6.4: Razvojni krog studenčnega jetrenjaka (*Marchantia polymorpha*) (vir: Raven & al. 1999)

Preparat št 2:

taksonomska skupina:	classis: <i>Bryatae</i> - listnati mahovi subclassis: <i>Sphagnidae</i> - šotni mahovi
vrsta:	<i>Sphagnum</i> sp. – šotni mah
vrsta preparata:	fiksirani mokri preparat
ogled preparata:	makroskopsko, lupa (20×, 40×), mikroskop (400×)

Navodilo za delo:

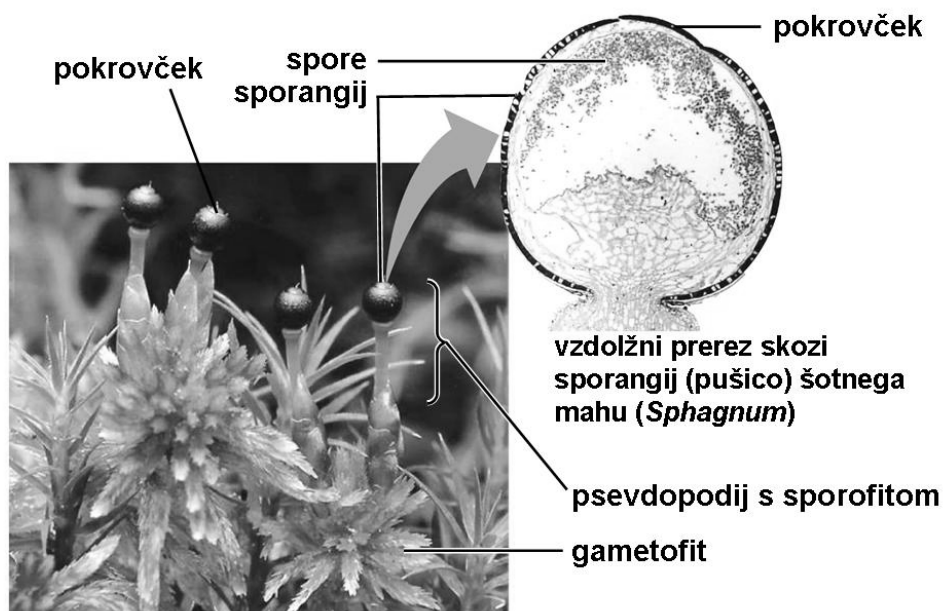
1. S prostim očesom in pod lupo si oglejte šotni mah.
2. Na steljki poiščite stebelce, filidije (listke) in sporofite, ki so razviti na vrhu gametofita. Narišite skico šotnega mahu in označite omenjene strukture. Narišite merilce.
3. Pripravite mokri mikroskopski preparat filidija in si ga oglejte pod mikroskopom. Narišite izsek listka ter označite in poimenujte tipe celic, ki ga gradijo. Narišite merilce.

Sphagnum* sp. – skica mahu**Sphagnum* sp. – celice, ki gradijo filidij (listek)**

Opis preparata:

Šotni mahovi (podrazred: *Sphagnidae*) so **listnati mahovi** (razred: *Bryatae*). Gametofit zraste iz protoneme (le na njej so pri šotem mahu razviti rizoidi). Neprestano raste. Gametofit sestavljajo **razvejena stebelca**, na katerih so drobni **listki**. Spodnji del gametofita postopno propada. Razkroj šotnih mahov je nepopoln in tako nastaja **šota**. Območja, kjer uspevajo šotni mahovi, imenujemo **šotna barja**. Šotni mahovi shranjujejo vodo v posebne celice listkov, imenovane **levkocite** (hialocite). Levkocite so mrtve celice, pri katerih je protoplast propadel, ostala je le **obročasto odebeljena celična stena** s porami. Te prazne celice se napolnijo z vodo, ki je nato na voljo živim delom mahu. V listkih so poleg levkocit prisotne tudi **zelene celice (klorocite)**, ki opravljajo fotosintezo.

Na vrhu gametofita šotnega mahu so stranski poganjki bolj zgoščeni. Tu se razvijejo **gametangiji** (anteridiji in arhegoniji), v katerih nastanejo **spolne celice**. Po oploditvi, ki poteče s pomočjo vode, iz zigote zraste **kroglast sporofit**. Sporofit je nameščen na peclju (pseudopodiju), ki je še del gametofita. Največji del sporofita je **sporangij (pušica)**, v katerem z mejozo nastajajo **haploidne spore**. Pušica se odpre s pokrovčkom in eksplozivno raztrese spore.



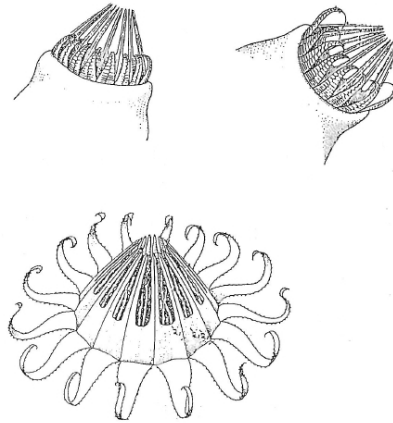
Slika 6.5: Zgradba šotnega mahu (*Sphagnum sp.*) (vir: Campbell & Reece 2008)

Preparat št 3:

taksonomska skupina:	classis: <i>Bryatae</i> - listnati mahovi subclassis: <i>Bryidae</i> – pravi listnati mahovi
vrsta:	<i>Hypnum sp.</i>
vrsta preparata:	sveži material, artrodontni peristom
ogled preparata:	lupa (20×, 40×)

Navodilo za delo:

1. Pod lupo si oglejte sveže pušice mahu iz rodu *Hypnum*. S pušic odstranite pokrovčke (pri večini pušic so pokrovčki že odpadli) in si oglejte peristom. Ko se peristom suši, se zobci razprejo in spore se lahko sprostijo.
2. Na skici označite vidne strukture. Narišite merilce.

artrodontni peristom

(vir skice: Raven & al. 1999)

Opis preparata:

Pušica pri pravih listnatih mahovih je sprva pokrita s **kapuco** (kaliptro), ki se razvije iz ovoja arhegonija, torej je odtrgani del gametofita. Če odstranimo kapuco, vidimo celotno **pušico s pokrovčkom**. Pod pokrovčkom sta dva obroča **higroskopsko gibljivih zobcev**. Če so vlažni, zapirajo odprtino pušice. Če se posušijo, se razprejo in omogočijo sprostitev spor iz pušice. Ti zobci so ostanki mrtvih celic (ostanejo le celične stene) in se imenujejo **artrodontni peristom**.

Če bi površino pušice in sete (peclja, na katerem je nameščena pušica) pogledali pod mikroskopom, bi v povrhnjici videli listne reže.

Preparat št 4:

taksonomska skupina:	classis: <i>Bryatae</i> - listnati mahovi subclassis: <i>Polytrichidae</i>
vrsta:	<i>Polytrichum commune</i> – lasasti kapičar
vrsta preparata:	fiksirani mokri preparat
ogled preparata:	makroskopsko, lupa (20×, 40×)

Navodilo za delo:

1. S prostim očesom in lupo si oglejte fiksirane rastline lasastega kapičarja (***Polytrichum commune***). Bodite pozorni na zgradbo gametofita in sporofita.
2. Narišite skico in označite vidne strukture. Narišite merilce.
3. Natančneje si oglejte zgradbo pušice. Narišite skico in označite vidne strukture. Narišite merilce.

***Polytrichum commune* – lasasti kapičar**Opis preparata:

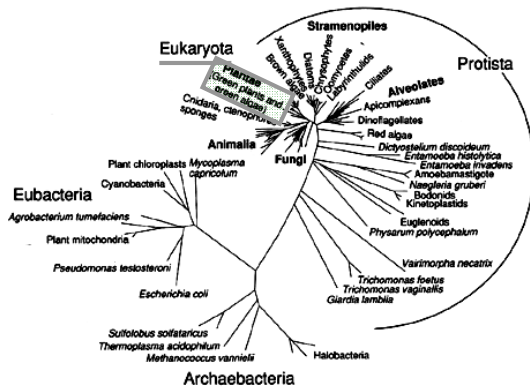
Lasasti kapičar sodi v podrazred *Polytrichidae*. **Gametofit** ima dobro razvite rizoide, stebelce in listke. Z vrha gametofita izrašča **sporofit**, ki je zgrajen iz **havstorija** (dela, s katerim se sporofit pritrdi na gametofit), dolgega **peclja** (sete) in **pušice**. Na pušici je **kapuca** (kaliptra), ki je odtrgani del arhegonija. Če odstranimo kapuco, lahko vidimo **pokrovček**, ki pokriva odprtino **pušice**. Pod pokrovčkom je obroč zobcev (**nematodontni peristom**), ki je zrasel z **epifragmo** – tanko opno, tako da se spore lahko sproščajo le skozi drobne vrzeli med zobci peristoma. Nematodontni peristom je zgrajen iz negibljivih večceličnih zobcev.

Vprašanja

1. Kje v Sloveniji lahko najdemo šotna barja? Katero je bilo največje znano šotno barje v Sloveniji, od katerega pa so ostali le še posamezni fragmenti?
2. Za kaj uporabljamo šoto?
3. Kaj pomeni izraz »visoko barje«?
4. Zakaj je preperevanje na barjih nepopolno? Kaj ta izraz pomeni?
5. K strukturam lasastega kapičarja, ki ste jih označili, dopišite ploidnost!
6. Kakšne barve so spore mahov?
7. Kaj je naloga kaliptre (kapuce)?
8. Ali so listne reže na pušici mahov homologne z listnimi režami semenk?

7 Praprotnice – Pteridophyta

Uvrstitev v sistem



Slika 7.1: Položaj praprotnic v evlucijskem drevesu živega sveta (vir sheme: neznan)

domena: Eucaryota

phyllum: Pteridophyta - praprotnice

classis: Lycopodiatae - lisičjačnice

ordo: Lycopodiales

familia: Lycopodiaceae (*Lycopodium annotinum*, *Lycopodium clavatum*, *Huperzia selago*)

ordo: Selaginellales

familia: Selaginellaceae (*Selaginella selaginoides*, *Selaginella helvetica*)

classis: Equisetatae - presličnice

ordo: Equisetales

familia: Equisetaceae (*Equisetum palustre*, *E. arvense*, *E. telmateia*, *E. hiemale*)

classis: Polypodiatae - praproti

subclassis: Ophioglossidae (= Eusporangiidae)

ordo: Ophioglossales

familia: Ophioglossaceae – kačjejezikovke (*Ophioglossum vulgatum*, *Botrychium lunaria*)

subclassis: Pteridiidae (=Leptosporangiidae)

ordo: Osmundales

familia: Osmundaceae (*Osmunda regalis*)

ordo: Pteridales

familia: Hydrolepidae - orlovopraprotovke (*Pteridium aquilinum*)

ordo: Polypodiales s. lat.

familia: Aspleniaceae - sršajevke (*Asplenium trichomanes*, *Asplenium viride*, *Phyllitis scolopendrium*)

familia: Athyriaceae - podborkovke (*Athyrium filix-femina*, *Matteuccia struthiopteris*)

familia: Aspidiaceae - glistovničevke (=Dryopteridaceae) (*Dryopteris filix-mas*)

familia: Blechnaceae- rebrenjačevke (*Blechnum spicant*)

familia: Polypodiaceae s. str. - sladičevke (*Polypodium vulgare*)

ordo: Hydropteridales

familia: Salviniaceae - plavčevke (*Salvinia natans*, *Azolla*)

familia: Marsileaceae - marzilkovke (*Marsilea quadrifolia*, *Pilularia globulifera*)

Skupne značilnosti praprotnic

Pri **praprotnicah** (tako kot tudi pri semenkah) je **sporofit** razvit mnogo bolj od gametofita. Sporofit ima oblikovane glavne rastlinske organe: korenino, steblo in liste. Listi so izvorno dveh tipov: **mikrofilii** in **megafilii**. **Mikrofilii** so majhni, enostavno zgrajeni listi, z eno samo osrednjo žilo. **Megafilii** so veliki, pogosto pernato deljeni in razraslo ožiljeni.

Glede na funkcijo delimo liste na **trofofile** (jalove liste) in **sporofile** (trosne liste, ki nosijo sporangije). Sporofili so lahko združeni na kratkem poganjku v **trosni klas** ali **strobilus**. **Gametofit** pri praprotnicah je samostojna rastlina, imenovana tudi **protalij (predkal)**.

Preparati

Preparat št 1:

taksonomska skupina:	classis: <i>Lycopodiatae</i> - lisičjačnice ordo: <i>Lycopodiales</i>
vrsta:	<i>Lycopodium annotinum</i> – brinolistni lisičjak
preparata:	fiksirani mokri preparat, herbarijska pola
ogled preparata:	lupa (20×, 40× povečava), makroskopsko

Navodilo za delo:

1. Oglejte si herbarizirani primerek brinolistnega lisičjaka, ga narišite in označite vidne strukture. Narišite merilce.
2. Iz strobilusa fiksanega primerka brinolistnega lisičjaka s pomočjo igle in pincete spreparirajte sporofil s sporangijem in si ga oglejte pod lupo. Narišite ga in označite. Narišite merilce.

Lycopodium annotinum

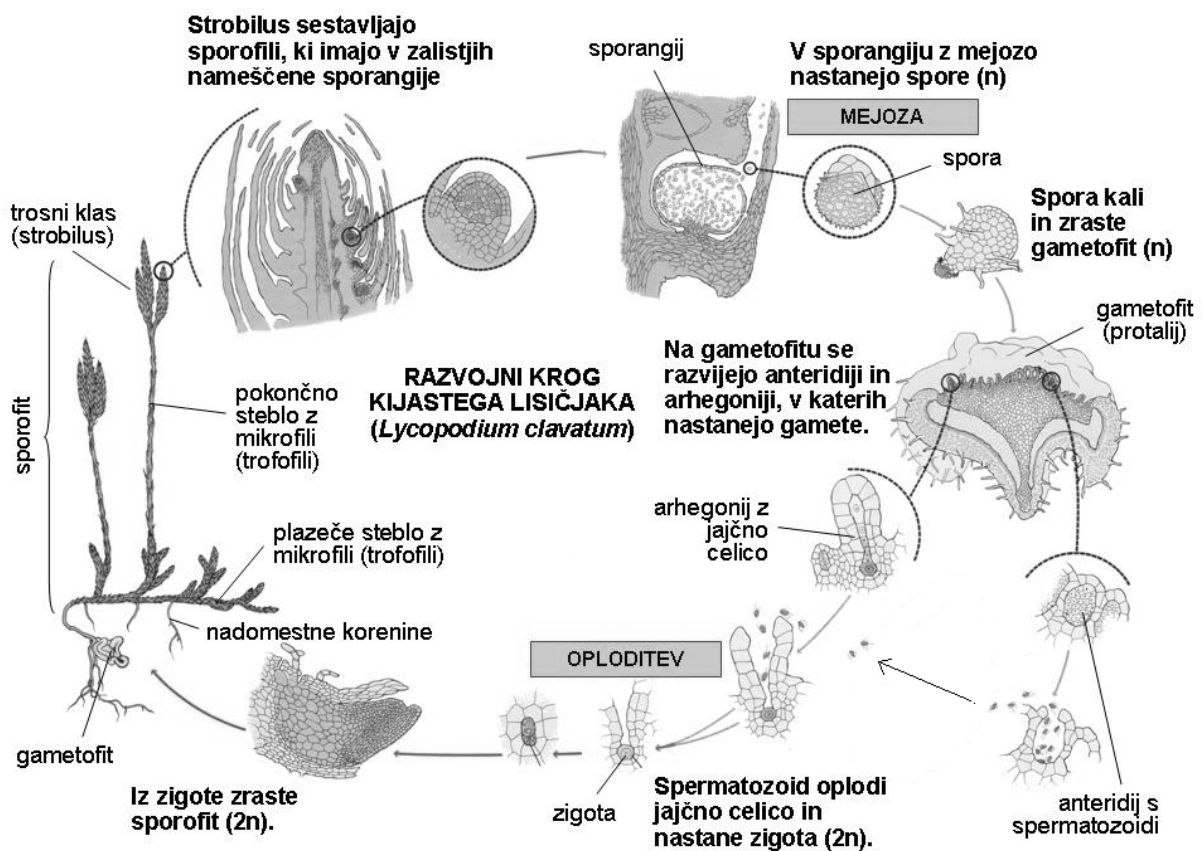
cela rastlina

sporofil s sporangijem

Opis preparata:

Iz razreda **lisičjačnic** (*Lycopodiatae*) bomo na vajah spoznali dva predstavnika. Brinolistni lisičjak (*Lycopodium annotinum*) sodi v red *Lycopodiales*, ki združuje **izosporne** predstavnike.

Steblo sporofita lisičjakov (rod *Lycopodium*) je dihodomno razraslo. Iz poleglega dela stebela izraščajo **nadomestne korenine**. Steblo je spiralasto olistano z zelenimi **mikrofilii** (v vlogi trofofilov). Mikrofilii so enostavno grajeni, enožilnati, z rahlo nazobčanim robom. Na vrhu pokončnih poganjkov se razvijejo **trosni klasi** (strobilusi). V trosnih klasih mikrofilii nosijo sporangije, torej so po funkciji **sporofili**. Vsi sporangiji v trosnem klasu so enaki in v njih nastaja le en tip spor, zato pravimo, da so lisičjaki **izosporne praprotnice**. Spore nastajajo z redukcijsko delitvijo, zato so haploidne. Iz njih se razvije **podzemni gametofit (protalij)**, ki je prehrabeno odvisen od glive. Na gametofitu se razvijejo **arhegoniji** in **anteridiji**. V anteridijih nastanejo spermatozoidi, v arhegonijih pa po ena jajčna celica. Po oploditvi se iz zigote razvije diploidni sporofit.



Slika 7.2: Razvojni krog kijastega lisičjaka (vir: Raven & al. 1999)

Preparat št 2:

taksonomska skupina:	classis: <i>Lycopodiatae</i> - lisičjačnice ordo: <i>Selaginellales</i>
vrsta:	<i>Selaginella selaginoides</i> – alpska drežica
preparata:	fiksirani mokri preparat
ogled preparata:	lupa (20×, 40× povečava), makroskopsko

Navodilo za delo:

1. Oglejte si fiksirani primerek alpske drežice, ga narišite in označite vidne strukture. Narišite merilce.
2. S stebela s pomočjo pincete in preparirne igle odtrgajte trofofil, iz strobilusa pa oba tipa sporofilov. Vse tri tipe listov si oglejte pod lupo. Narišite jih in označite. Narišite merilca.

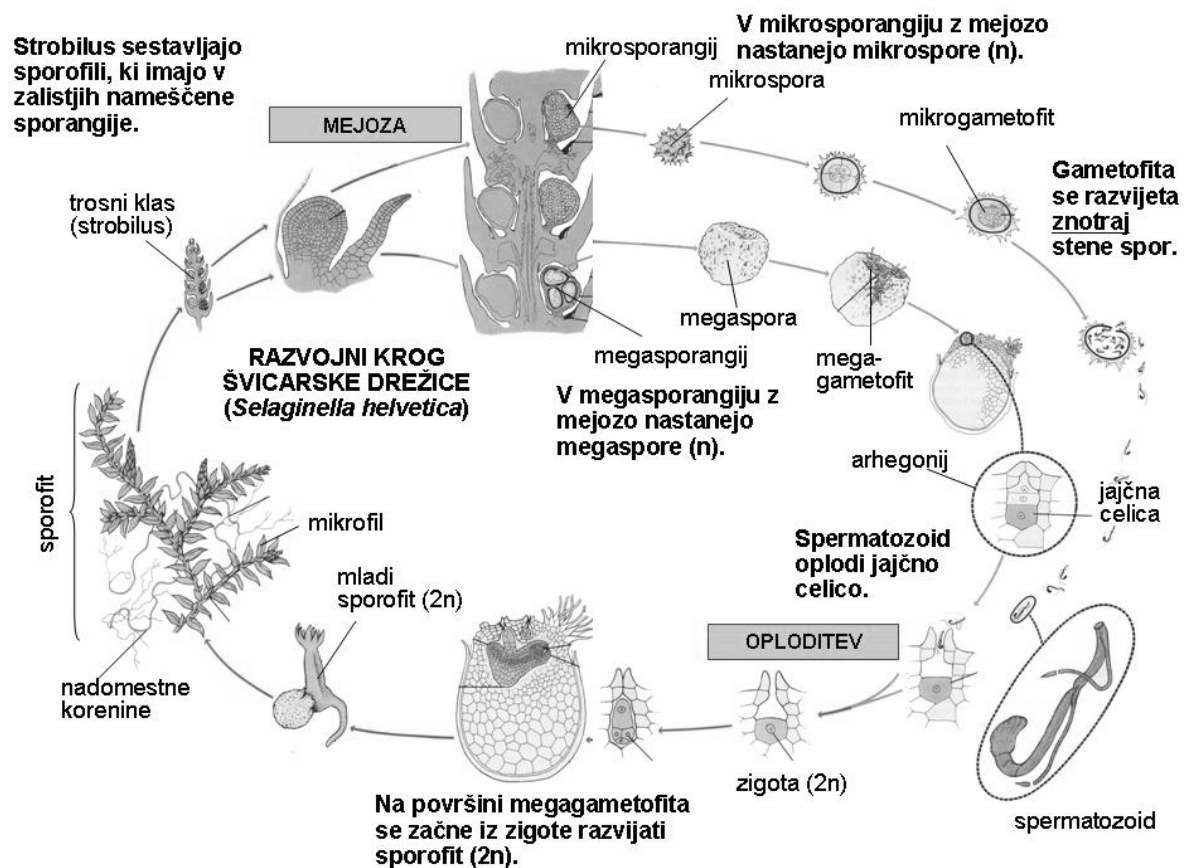
Selaginella selaginoides* (cela rastlina)**Selaginella selaginoides* (trofofil, mikrosporofil, megasporofil)**

Opis preparata:

Alpska drežica (*Selaginella selaginoides*) sodi v red *Selaginellales*, ki združuje **heterosporne** predstavnike iz razreda lisičjačnic.

Sporofit ima razvejeno **steblo**. Iz poleglega dela izraščajo **nadomestne korenine**. Steblo je olistano z **mikrofilii**. Na vrhu pokončnih poganjkov se razvijejo **trosni klasi**, ki jih sestavljata dva tipa sporofilov. V spodnjem delu so nameščeni **megasporofili**, ki imajo v zalistju razvite **megasporangije**. V zgornjem delu trosnega klasa pa so razviti **mikrosporofili**, ki imajo v zalistju razvite **mikrosporangije**. V mikrosporangiju se z redukcijsko delitvijo razvije mnogo drobnih haploidnih **mikrospor**, ki so združene v tetrade. V megasporangiju pa z redukcijsko delitvijo nastanejo štiri velike haploidne **megaspore**. Tako **mikrogametofit** kot tudi **megagametofit** se razvijeta **znotraj stene spore** in živita od zalog. V arhegoniju se razvije jajčna celica, v anteridiju pa mnogo spermatozoidov. Po oploditvi nastane diploidna zigota, iz katere zraste sporofit.

Heterosporne praprotnice so pomemben člen v evlucijskem razvoju prednikov semenk.



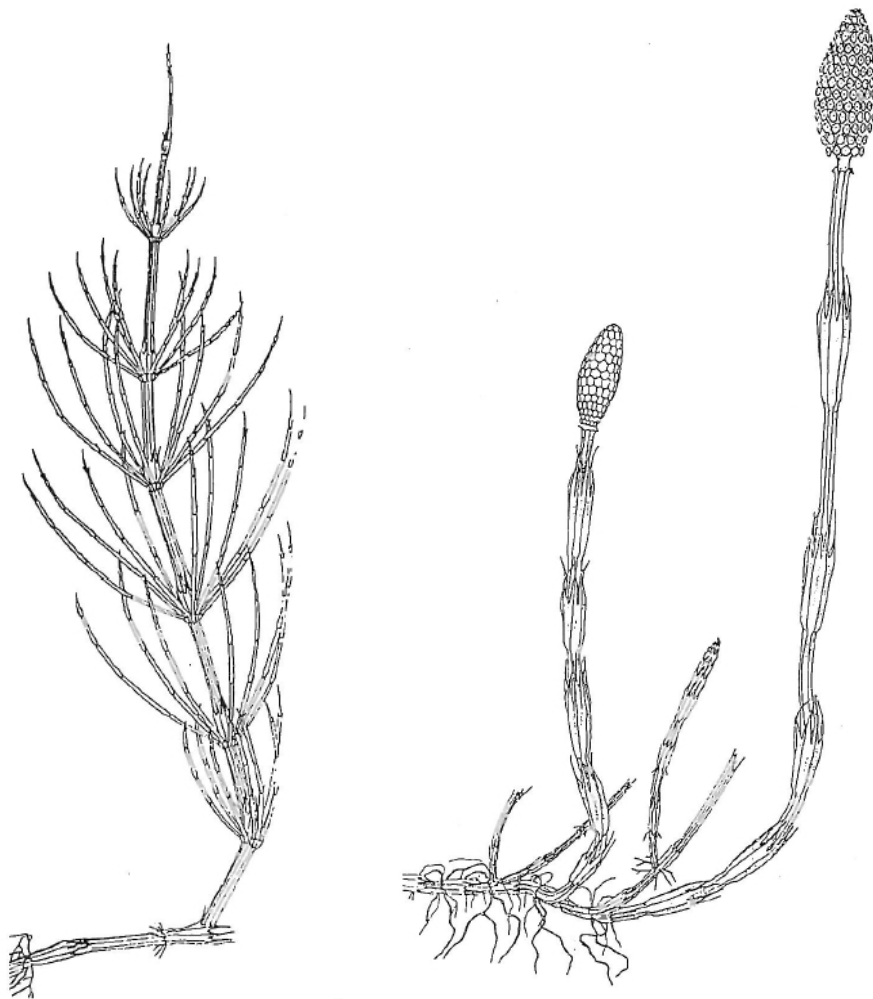
Slika 7.3: Razvojni krog švicarske drežice (vir: Raven & al. 1999)

Preparat št 3:

taksonomska skupina:	classis: <i>Equisetatae</i> - presličnice ordo: <i>Equisetales</i>
vrsta:	<i>Equisetum arvense</i> – njivska preslica
preparata:	fiksirani mokri preparat, herbarijska pola
ogled preparata:	lupa (20×, 40× povečava), makroskopsko

Navodilo za delo:

1. Oglejte si herbarizirano njivsko preslico. Na skici označite vidne strukture. Narišite merilce.
2. Pod lupo si oglejte sporofil, ga narišite in označite vidne strukture. Narišite merilce.
3. Pod lupo si oglejte spore. Spore navlažite in jih opazujte, medtem ko se sušijo na objektnem stekelcu. Narišite suho in vlažno sporo. Narišite merilce.

***Equisetum arvense* (sporofit)**

(vir skic: Strasburger 1998)

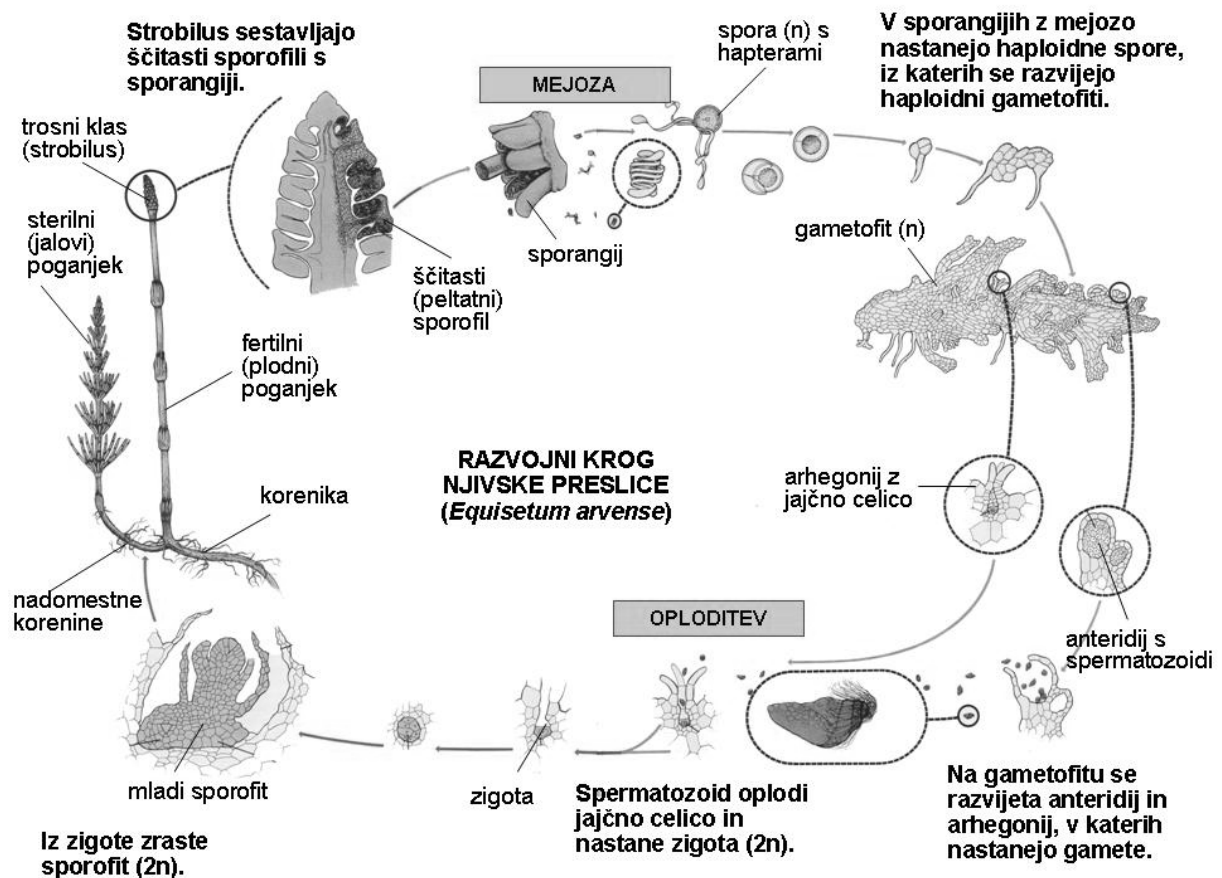
Equisetum arvense

sporofil (trosni list)

spora

Opis preparata:

Njivska preslica (*Equisetum arvense*) je naša najpogostejša vrsta preslic. Sporofil je zgrajen iz plazeče podzemne korenike, iz katere izraščajo nadomestne korenine ter pokončni sterilni (jalovi) in fertilni (plodni) poganjki. Steblo je izrazito **členasto (nodijalno) grajeno** in robato. Raste z apikalnim meristemom in tudi **interkalarno** – to pomeni, da so pri dnu mlajših internodijev prisotni meristemi, kjer potekajo delitve celic.



Slika 7.4: Razvojni krog njivske preslice (vir: Raven & al. 1999)

Listi (**trofofil**) so nameščeni vretenasto in zrasli v **listno nožnico**, ki obdaja del stebela nad nodijem. Po izvoru gre za **mikrofile**. **Jalovi poganjki** so zeleni in razvejeni. Stranski poganjki so nameščeni vretenasto in so zgrajeni podobno kot glavni. **Plodni poganjki** so rjavi in nerazvejeni. Na njihovem vrhu se razvije **trosni klas** (strobilus), s **ščitastimi trosnimi listi (sporofili)**. Na spodnji strani trosnih listov se razvijejo **sporangiji**, v katerih z redukcijsko delitvijo nastajajo haploidne spore. **Spore** imajo značilne izrastke imenovane **haptere (pračice)**. Haptere so higroskopsko gibljive in so v vlažnem navite okoli spore, v suhem pa se razprostrejo. Pri preslicah so vse spore enake, torej gre za **izosporne** praprotnice. Iz spor se razvije gametofit, ki je nadzemen in na katerem se razvijejo anteridiji (v katerih nastanejo spermatozoidi) in arhegoniji (v katerih se razvije po ena jajčna celica). Po oploditvi se iz zigote razvije nov sporofit.

Preparat št 4:

taksonomska skupina:	classis: <i>Poypodiatæ</i> - praproti subclassis: <i>Pteridiidæ</i> (=Leptosporangiidæ) ordo: <i>Polypodiales</i> s. lat.
vrsta:	<i>Dryopteris filix-mas</i> – navadna glistovnica
preparata:	fiksirani mokri preparat, herbarijska pola
ogled preparata:	lupa (20×, 40× povečava), makroskopsko

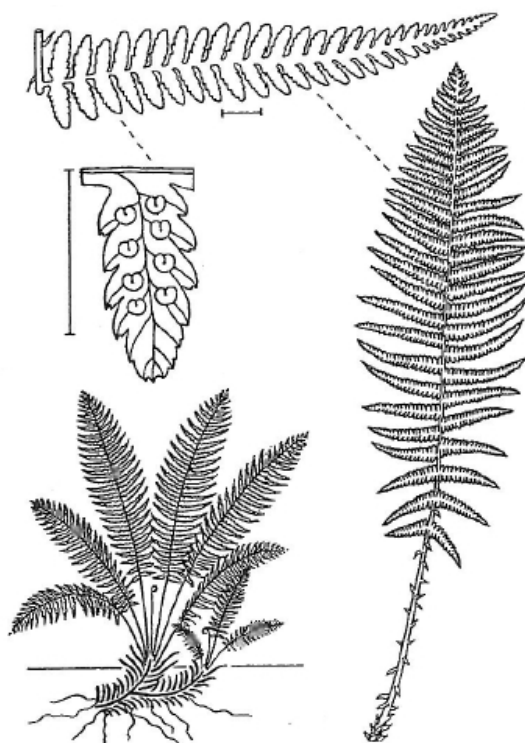
Navodilo za delo:

1. Oglejte si herbariziran list navadne glistovnice. Na skici označite vidne strukture. Narišite merilce.
2. Pod lupo (40× povečava) si oglejte poltrajni mikroskopski preparat trosišča z leptosporangiji, ga narišite in označite vidne strukture. Narišite merilce.
3. Oglejte si demonstracijski mikroskopski preparat leptosporangija in na skici označite njegove dele. Narišite merilce.
4. Oglejte si gametofit navadne glistovnice in ga narišite.

Dryopteris filix-mas**gametofit**

Dryopteris filix-mas

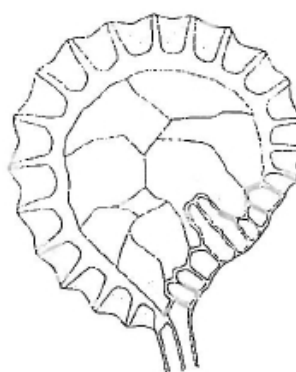
sporofit



(vir skic: Rothmaler 1994)

trosišče

leptosporangij



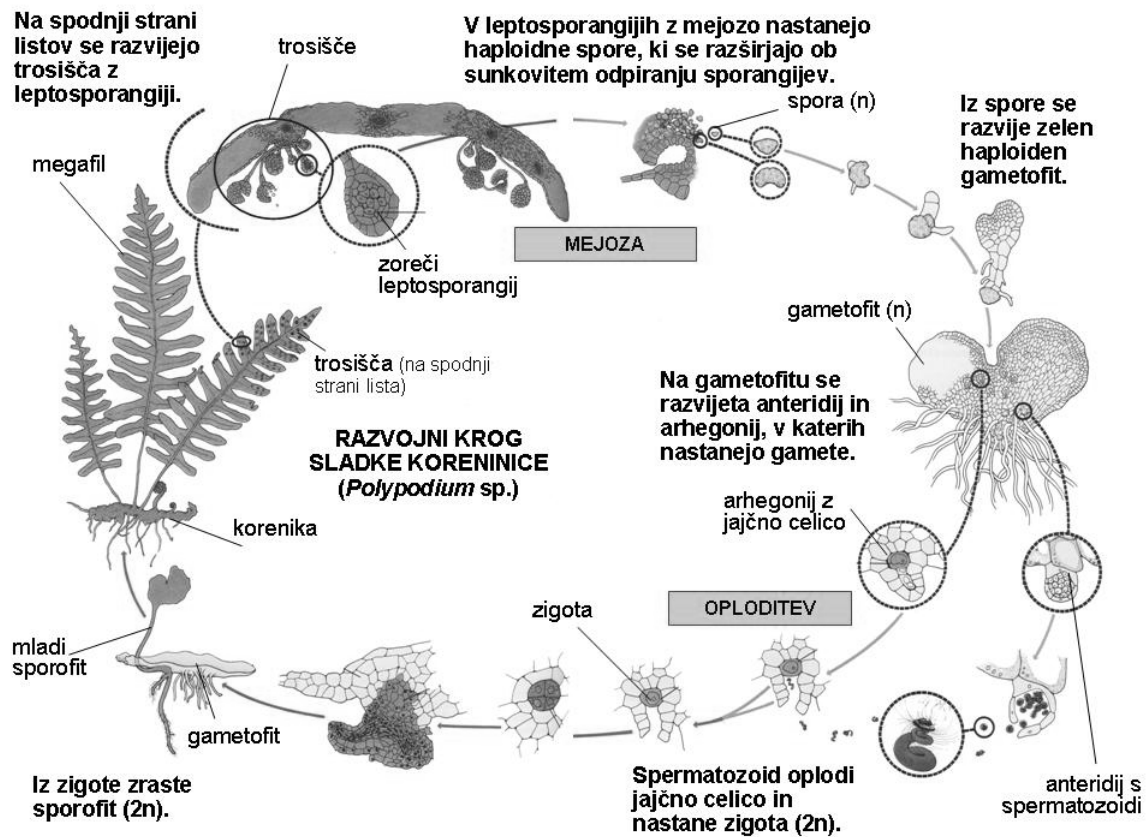
(vir skice: Strasburger 1998)

Opis preparata:

Navadna glistovnica sodi v razred **praproti** (*Polypodiatae*), ki so največja trenutno živeča skupina praprotnic. Zanje so značilni **megafili**. Pri praproti se pojavljata **dva tipa sporangijev**: **evsporangiji** in **leptosporangiji**. Na podlagi zgradbe sporangijev delimo praproti na dva razreda: evsporangiatne praproti (*Ophioglossidae*) in leptosporangiatne praproti (*Pteridiidae*). Na vajah si bomo ogledali le predstavnike leptosporangiatnih praproti.

Navadna glistovnica ima pod zemljo **koreniko**, iz katere izraščajo nadomestne korenine in veliki zeleni **pernato deljeni listi** (**megafili**), ki so po funkciji **trofosporofili**. Listi so v mladosti **polžasto zviti**. Na spodnji strani listov se razvijejo **trošišča** (sorusi). V vsakem trošišču je pod **zastiralcem** nameščenih več pecljatih **leptosporangijev**, v katerih se z mejozo razvije nekaj haploidnih spor. Leptosporangiji se odpirajo z obročem celic (anulus) z neenakomerno odebeljeno celično steno, ki se zaradi pritiska ob sušenju pretrga, sunkovito odpre sporangij in izmeče spore.

Iz spor se razvijejo **gametofiti**, ki so nadzemni in zeleni. Na gametofitu se razvijejo anteridiji (v katerih nastanejo spermatozoidi) oziroma arhegoniji (v katerih se razvije po ena jajčna celica). Po oploditvi se iz zigote razvije nov sporofit. Razvoj sporofita iz zigote se začne že v opljenem arhegoniju.



Slika 7.5: Razvojni krog sladke koreninice, predstavnika razreda leptosporangiatnih praproti (vir: Raven & al. 1999)

Vprašanja

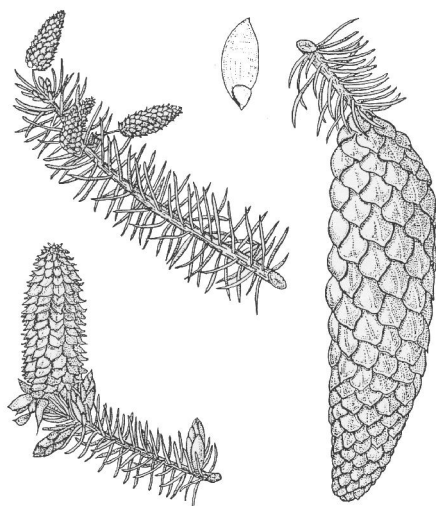
1. Ali so leptosporangiatne praproti (*Pteridiidae*) izosporne ali heterosporne?
2. Kakšen je bil pomen praprotnic v geološki zgodovini?

8 Golosemenke - *Gymnospermae*

Opazovana vrsta: _____

Uvrstitev: _____

Lastnosti: _____

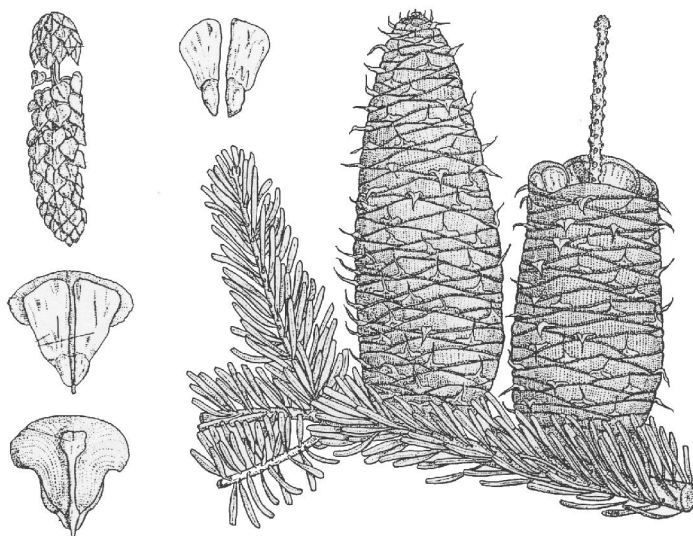


(vir slike: Strasburger, 1998)

Opazovana vrsta: _____

Uvrstitev: _____

Lastnosti: _____



(vir slike: Strasburger, 1998)

Opazovana vrsta: _____

Uvrstitev: _____

Lastnosti: _____

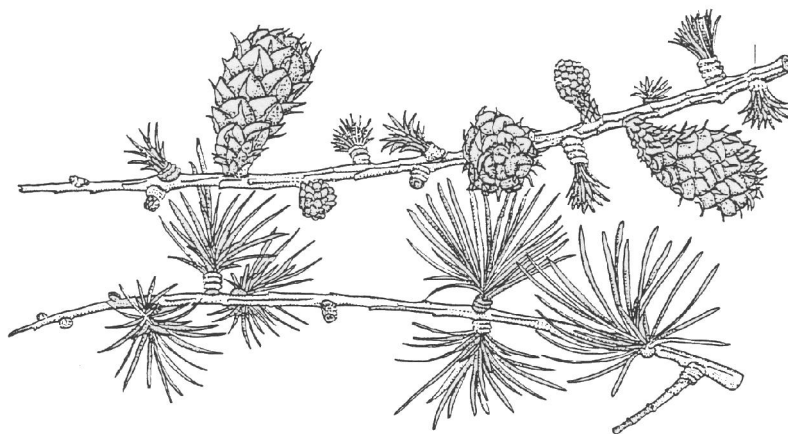


(vir slike: Strasburger, 1998)

Opazovana vrsta: _____

Uvrstitev: _____

Lastnosti: _____



(vir slike: Strasburger, 1998)

Opazovana vrsta: _____

Uvrstitev: _____

Lastnosti: _____

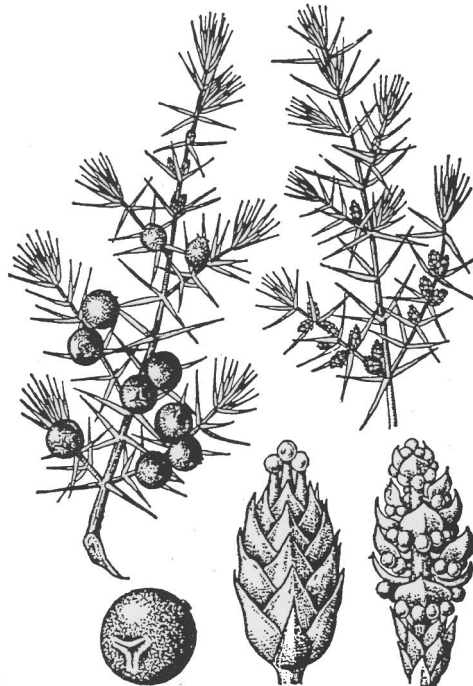


(vir slike: Bell & Hemsley, 2008)

Opazovana vrsta: _____

Uvrstitev: _____

Lastnosti: _____

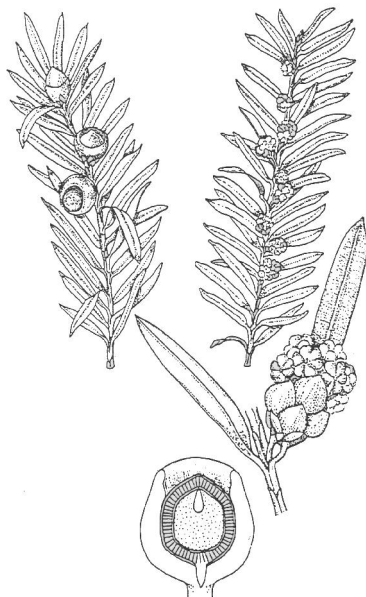


(vir slike: Strasburger, 1998)

Opazovana vrsta: _____

Uvrstitev: _____

Lastnosti: _____

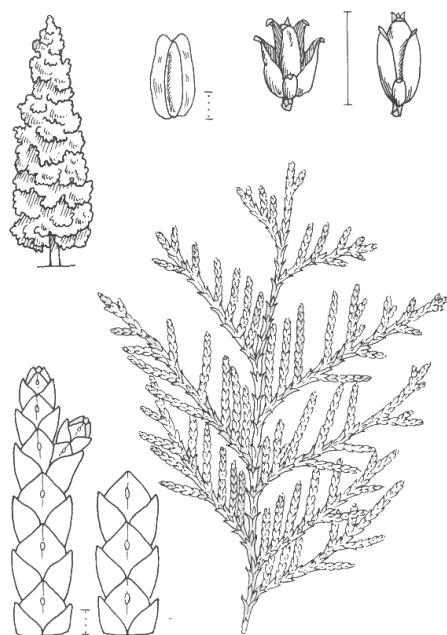


(vir slike: Strasburger, 1998)

Opazovana vrsta: _____

Uvrstitev: _____

Lastnosti: _____

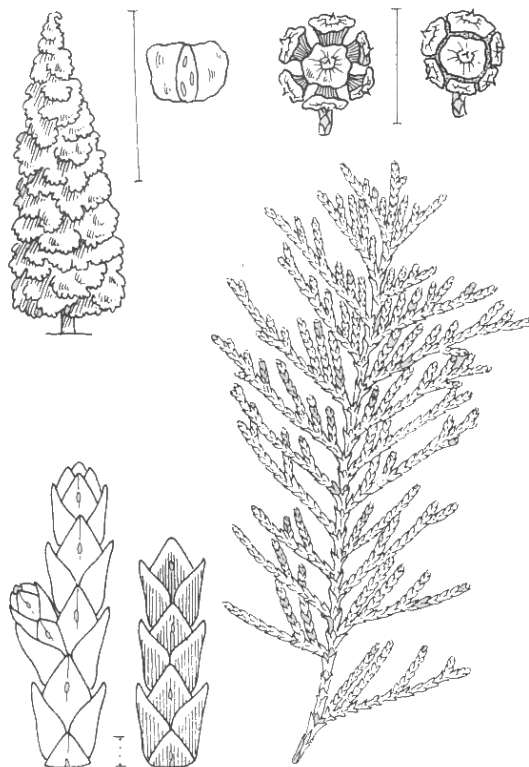


(vir slike: Rothmaler, 1994)

Opazovana vrsta: _____

Uvrstitev: _____

Lastnosti: _____



(vir slike: Rothmaler, 1994)

Vprašanja za študij

1. Naštejte in razložite razlike med golosemenkami in kritosemenkami?
2. Ponovite anatomsko zgradbo iglice bora (Splošna botanika)!
3. Kakšna je naloga smole?
4. Razložite razliko med kratkim in dolgim poganjkom!
5. Navedite nekaj primerov uporabnosti golosemenk za človeka!
6. Kaj je storžek in kaj storž?
7. Kakšna je razlika med krovno in plodno lusko?
8. Kakšen tip ožiljenosti imajo listi ginka?
9. Zakaj je tisa zavarovana vrsta in kaj to pomeni?
10. Na kakšen način se razširjajo semena različnih vrst golosemenk (smreka, jelka, tisa, brin)?
11. Kaj so pinjole?

9 Kritosemenke – *Angiospermae* (*Magnoliophytina*)

9.1 Perunikovke – *Iridaceae*

Primer: Žafran - *Crocus*

Žafran spada v družino perunikovk (*Iridaceae*). To je družina z okoli 1800 vrstami v približno 70 rodovih. Uspevajo po vsem svetu. Pri nas uspeva 15 vrst, v 5 rodovih. Med njimi so številne vrtno in sobne okrasne rastline (na primer: žafrani, frezije, gladiole in perunike).

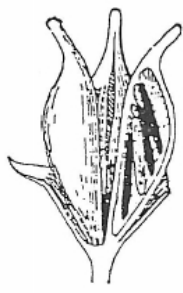
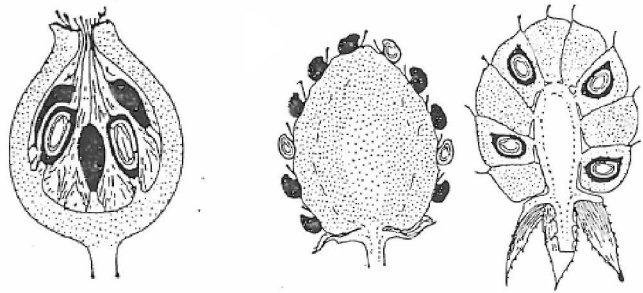
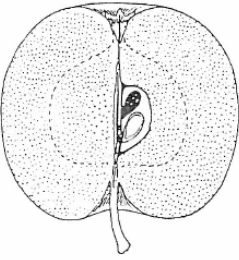
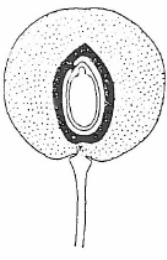
Navodilo za delo:

1. Cvetovi žafrana so trištevni, cvetno odevalo pa je enotno. V cvetu pogledajte lego prašnikov.
 - Ali stojijo pred ali med krpami notranjih perigonovih listov? _____
 - Iz lege prašnikov sklepajte, kateri krog prašnikov je reduciran (pravilo alternance).

2. Z iglo razparajte venčno cev in jo razgrnite, da lahko opazujete cvetne elemente. Narišite vzdolžni prerez cveta, označite perigonovo cev, perigonove krpe, prašnike, vrat in brazde pestiča ter jih preštejte.
3. Plodnica žafrana je podrasla. Ker je steblo zelo kratko, so plodnice pri žafranu pod zemljo. Poiščite plodnico! Naredite (debelejši) prečni prerez plodnice in ga opazujte pod lupo.
 - Koliko predalov opazite? _____
 - Kako imenujemo tak tip plodnice? _____

- Narišite prerez plodnice in na njem označite semenske zasnove.
-
4. Napišite cvetno formulo žafrana! _____
 5. Gomolj vzdolžno prerežite.
 - Kateri del gomolja je lanski, stari in kateri novi, letošnji? _____
 6. Listi žafrana so pritlični, spiralasto nameščeni.
 - Kakšna je njihova oblika? _____
 - Ali opazite luskoliste? _____
 7. S pomočjo Male flore Slovenije (str. 754) določite vrsto in podvrsto žafrana, ki ga gledamo na vajah.
 - Slovensko ime vrste: _____
 - Latinsko ime vrste: _____
 8. S pomočjo Male flore Slovenije ugotovite, kateri rodovi perunikovk poleg žafrana uspevajo v Sloveniji. _____
 9. Katere vrste te družine so v Sloveniji zavarovane? _____
 10. Brazde vrste *Crocus sativus* uporabljajo kot barvilo za hrano (milijon brazd je potrebnih za kilogram droge, zato pravimo 'drag kot žafran'). Oglejte si to drogo! V trgovinah kot nadomestek žafrana pod imenom 'žafranika' prodajajo cvetove (vence) košarnice barvilni rumenik (*Carthamus tinctorius*), ki je bistveno cenejši.

6. Na črto napišite tipe plodov pri drugih predstavnikih družine rožnic. Dopišite po en primer.

<p>subf. <i>Spireoideae</i></p>  <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>subf. <i>Rosoideae</i></p>  <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>sf. <i>Maloideae</i></p>  <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>subf. <i>Prunoideae</i></p>  <p>_____</p> <p>_____</p>

7. Napišite cvetno formulo opazovanega cveta! _____
8. Kakšna je namestitev listov in njihova oblika? _____
9. S pomočjo Male flore Slovenije (str. 283) določite vrsto, ki jo gledamo na vajah.
- Slovensko ime vrste: _____
 - Latinsko ime vrste: _____
10. Kdaj ta vrsta cveti? _____
11. Kje je vrsta razširjena? _____
12. Katere vrste iz rodu *Prunus* se uporabljajo v prehrani? _____
13. Kaj jemo pri mandljevcu in kaj pri breskvi? _____

9.3 Vrbovke – *Salicaceae*

Primer: Vrba - *Salix*

Vrbe (*Salix*) spadajo skupaj s topoli (*Populus*) v družino vrbovk (*Salicaceae*). To je družina z okoli 400 vrstami, razširjenimi skoraj po vsem svetu. Pri nas uspeva 23 vrst vrb in 3 vrste topolov. Vrbovke so dvodomna listopadna drevesa ali grmi.

Navodilo za delo:

1. Cvetovi vrb so majhni, neopazni, združeni v socvetja, ki jih imenujemo mačice (racemozno socvetje s sedečimi cvetovi, ki so spiralasto nameščeni v zalistjih braktej). Vrbe so dvodomne, mačice in cvetovi so enospolni. Katera vejica je z moške in katera z ženske rastline?
2. Žensko mačico prerežite vzdolžno. Narišite prerez in označite: os socvetja, brakteje (= krovne luske) in medovnike.
3. Pri vrbah je cvetno odevalo reducirano. S pinceto odtrgajte iz mačice en ženski cvet s pripadajočo krovno lusko. Narišite ga in označite krovno lusko, medovnik in pestič (plodnico, vrat, brazdo). Eno od plodnic natančno poglejte po lupo, lahko jo tudi prečno prerežete in poskusite ugotoviti, koliko karpelov je zraslo v pestič. Na število lahko sklepamo tudi iz števila brazd. Je plodnica podrasla ali nadrasla? _____
4. Napišite cvetno formulo ženskega cveta vrbe! _____

5. Moško mačico prerežite vzdolžno. Narišite prerez in označite: os socvetja, brakteje (= krovne luske) in nektarije.
6. S pinceto odtrgajte iz mačice en moški cvet s pripadajočo krovno lusko. Narišite ga in označite krovno lusko, nektarij in prašnik.
7. Napišite cvetno formulo moškega cveta vrbe! _____
8. Moške mačice se po odcvetu kmalu posušijo in odpadejo, ženske pa nadaljujejo z razvojem plodov. Ob zrelosti se le-ti odprejo in iz njih se sprostijo semena. So drobna in lahka, opremljena z dolgimi, tenkimi laski. Zaradi njih veter nosi semena daleč naokoli. Kako imenujemo tak tip plodov? _____
9. Precej vrst vrb cveti zgodaj spomladi, še pred olistanjem. Listi so v času cvetenja še nerazviti ali se komaj začenjajo razvijati, v vsej svoji popolnosti se razvijejo šele zgodaj poleti. Večinoma se različne vrste vrb dobro ločijo po listih in so po olistanih vejah tudi določljive po Mali flori Slovenije. Mladi listi pa so za določanje neuporabni, ker na njih mnogi razlikovalni znaki še niso razviti. Vseeno pa že lahko vidimo, kakšna je namestitev listov in kakšna bo njihova oblika. Kakšna? _____
10. S pomočjo Male flore Slovenije (str. 456) določite vrsto vrbe, ki jo gledamo na vajah. Določate lahko po moških ali ženskih vejah. Ali pridete v obeh primerih do iste določitve? Katere?
- Slovensko ime vrste: _____
 - Latinsko ime vrste: _____
11. So vrbe žužkocvetke ali vetrocvetke? _____ Utemeljite!

12. Preberite si spodnje besedilo o uporabnosti vrb za človeka.
Za človeka so vrbe vsestransko uporabne. Najbolj očitna je uporaba vrb v okrasne namene. Zaradi svoje zanimive razrasti gojijo predvsem pokopališko vrbo (*S. x sepulcralis*), ki je pravzaprav ni vrsta, ampak križanec med dvema vrstama. Ena od starševskih vrst je vrba žalujka (*S. babylonica*),

ki je občutljiva na mraz in jo pri nas uspešno gojijo le redko, v zavetnih legah v Primorju. Druga pa je pobešavi različek na mraz odporne bele vrbe (*S. alba* var. *vitellina*). Nekatere pritlične vrste vrb gojijo v skalnjakih.

Vrbe imajo pomembno vlogo v postopkih vračanja okolja v njihovo prvotno stanje, v fitoremediaciji - 'zdravljenju' okolja s pomočjo rastlin. Mnoge vrbe najbolje uspevajo v vlažnih okoljih: na obrežjih rek in potokov, v poplavnih gozdovih, na prodiščih, v močvirjih in ob mlakah ter jezerih. Na obrežja in nasipe jih pogosto tudi sadijo, saj njihove razvejene, prepletene korenine varujejo bregove pred erozijo.

Vrbe rastejo zelo hitro rastejo, njihov les pa ni uporaben le za kurjavo. Iz njega izdelujejo vrsto različnih izdelkov: zaboje, cokle, igrače, zobotrebce, vžigalicev, celo palice za hokej in kriket, pa tudi lesno volno, papir in izvrstno risalno oglje. Ob tem ne smemo pozabiti na vrbove metle, koše in druge izdelke suhe robe. Otroci iz vrbovih vej izdelujejo piščalke, lubje so uporabljali kot strojilo in sredstvo za barvanje, pa še bi lahko naštevali.

Listi in lubje vrb so omenjeni v starodavnih asirskih, sumerskih in egipčanskih besedilih kot zdravilo proti bolečinam in vročini, uporabljali pa so jih tudi ameriški Indijanci. Razlog za zdravilnost vrbovega lubja in listov je velika vsebnost salicilne kisline. Konec 19. stoletja so modificirali salicilno kislino v acetilsalicilno kislino. Novo zdravilo so poimenovali aspirin, to pa je eno najbolj znanih in uporabljenih zdravil na sploh.

Vrbovo lubje med drugim vsebuje tudi avksine, rastlinske rastne hormone, posebej tiste, ki pospešujejo rast nadomestnih korenin na odrezanih poganjkih. Ekstrakt iz vrbovega lubja lahko celo uporabimo za ukoreninjanje potaknjencev.

Vrbe so žužkocvetke in predstavljajo prvo pomladno paša čebelam. Pomembne so kot vir cvetnega prahu, pa tudi medicinske.

9.4 Vresovke – *Ericaceae*

Primer: Resa - *Erica*

Vresovke so družina s prek 3000 vrstami v okoli 100 rodovih. Večinoma so grmi ali grmički. V Sloveniji uspeva 17 vrst v 10 rodovih. Nekatere vresovke so uporabne, na primer borovnica in brusnica, mnoge pa gojimo kot okrasne rastline: rododendroni, spomladanska resa in jesenska vresa. Med zdravilnimi vresovkami omenimo vednozeleni gornik, ki pomaga pri vnetjih sečil (»ursi čaj«).

Na svetu uspeva čez 600 vrst res, večina v J Afriki, v Evropi pa jih je 16. Pri nas je razširjena ena sama vrsta - spomladanska resa (*E. carnea*). Za razliko od večine vresovk, ki so kisloljubne, uspeva spomladanska resa večinoma na karbonatni podlagi, pogosto v združbi z rdečim borom. Je pomembna spomladanska čebelja paša.

Navodilo za delo:

1. Z iglo razparajte venčno cev in jo razgrnite, da lahko opazujete cvetne elemente.
2. Narišite vzdolžni prerez cveta!
3. Napišite cvetno formulo tega cveta! _____
4. Opazujte prašnice pod lupo in pelodna zrna pod mikroskopom (demonstracijski preparat). Narišite tetrado pelodnih zrn.
5. Opazujte erikoidni list (vključno z demonstracijskih preparatom prereza lista) in razmislite, za kateri ekološki tip lista gre. _____

9.5 Zlatičevke – *Ranunculaceae*

Primer: Zlatica - *Ranunculus*

Rod *Ranunculus* (zlatica) spada v družino zlatičevk (*Ranunculaceae*), ki obsega okoli 2000 vrst (v približno 50 rodovih). Razširjene so predvsem v zmernih in severnih predelih severne poloble. Zlatičevke so pretežno zeli, redkeje lesnate vzpenjalke, kot npr. srobot.

Številne vrste zlatičevk gojimo kot okrasne rastline (srobot, vetrnice, ostrožnik, teloh ...). Alkaloid akonitin iz preobjed uporabljajo kot narkotik in analgetik. Pri nas uspeva približno 100 vrst zlatičevk v 19 rodovih.

Navodilo za delo:

1. Oglejte si koreninske gomolje na podzemnih delih zlatičevke, ki jo opazujemo na vajah.
2. Listi so pri zlatičevkah pogosto dlanasto deljeni, večinoma nameščeni spiralasto in brez prilistov. Kakšna je oblika listov in njihova namestitvev pri zlatičevki, ki jo opazujemo na vajah?

3. Cvetovi so pri zlatičevkah večinoma dvospolni, vsaj navidezno zvezdasti (neredko primarno aciklični), tudi bočno somerni, pogosto 5-števni, cvetno odevalo pa je lahko enojno ali dvojno, prosto. Opazujte cvet izbrane zlatičevke! Preštete čašne in venčne liste. Naredite vzdolžni prerez cveta. Narišite ga, označite čašne in venčne liste, prašnike, cvetišče in ginecej!

4. Ginecej je pri zlatičevkah iz enega do mnogo karpelov, ti so večinoma prosti. Kako imenujemo tip gineceja, ki ga najdemo v cvetu izbrane zlatičevke? _____
Iz njega se razvije množica oreškov, ki se ločeno razširjajo.
5. Napišite cvetno formulo tega cveta! _____

6. S pomočjo pincete iz cveta iztrgajte enega od venčnih listov. Poglejte ga pod lupo. Pri dnu venčnega lista, na njegovi zgornji strani, boste opazili medovno lusko - nektarij. Narišite venčni list in označite medovno lusko.

7. S pomočjo Male flore Slovenije (str. 136) določite vrsto zlatice, ki jo gledamo na vajah.

- Slovensko ime vrste: _____
- Latinsko ime vrste: _____

9.6 Ustnatice – *Lamiaceae*

Primer: Mrtva kopriva - *Lamium*

Rod *Lamium* (mrtva kopriva) spada v družino ustnatic (*Lamiaceae*), ki je srednje velika družina zelnatih rastlin ali grmov, razširjena po vsem svetu. V Sloveniji uspeva okoli 100 vrst ustnatic v 32 rodovih. Ustnatice so za človeka razmeroma pomembna družina zaradi vsebnosti eteričnih olj. Številne ustnatice so začimbe, dišavnice, zdravilne in okrasne rastline.

Navodilo za delo:

1. Kakšna je oblika listov in njihova namestitvev na stebelu? _____
2. Za mnoge ustnatice je značilno, da imajo (vsaj mlade) poganjke četverorobe in da so rastline porasle z žleznimi laski. Ali to velja tudi za mrtvo koprivo? _____
3. Peclji cvetov so pri mrtvi koprivi zelo kratki, socvetja pa so navidezno vretenčasta. Opazujte socvetje, ki izrašča iz enega od spodnjih kolenc.
 - Po vrstnem redu dozorevanja cvetov sklepajte, ali je socvetje racemozno ali cimozno? _____
 - Kako ga imenujemo? _____
 - Ali kje v socvetju opazite brakteje? _____
4. Kakšna je cvetna simetrija? _____
 - Poglejte pod zgornjo ustno venca! Kaj opazite? _____
 - Kaj ostane na rastlini, če izpulite venec? _____
 - Iz koliko čašnih listov je zrasla čaša? _____
5. Narišite venec, označite ukrivljeno venčno cev ter zgornjo in spodnjo ustno venca. Opazujte prašnike! Koliko jih je? ____ Prašniki ustnatic so pogosto dveh dolžin. Pravimo, da so dvomočni.

6. Razgrnite čašo in opazujte pestič. Narišite ga!

- Kakšna je plodnica? _____
- Ali je podrasla ali nadrasla? _____
- Od kod izhaja vrat? _____
- Kakšna je brazda? _____
- Nektariji so pri mrtvi koprivi v obliki krpic, ki alternirajo s predali plodnice. Jih opazite?

7. Plodnica pri ustnaticah je iz dveh karpelov, vsak od njiju je predeljen na pol. Tako je plodnica štiridelna. Vsak del vsebuje po eno semensko zasnov. Iz vsakega dela plodnice se razvije po en suh, enosemnski plodič. Kako imeujemo tak tip plodu? _____
8. Dopolnite cvetno formulo! Ne pozabite na cvetno simetrijo in zraslost cvetnih delov.

$K_5 C_5 A G_{(2)}$

3. S pomočjo Male flore Slovenije (str. 597) določite vrsto mrtve koprive, ki jo gledamo na vajah.

- Slovensko ime vrste: _____
- Latinsko ime vrste: _____

9. Iz Male flore Slovenije (str. 604-621) izpišite vrste ustnatic, ki jih uporabljamo kot začimbe, dišavnice in zdravilne rastline. _____

9.7 Križnice – *Brassicaceae*

Primer: Penuša - *Cardamine*

Rod *Cardamine* (penuša) spada v družino križnic (*Brassicaceae*), ki je srednje velika družina zelnatih rastlin, razširjena po vsem svetu. Med križnicami najdemo številne vrste zelenjave, pomembne krmne rastline in oljnice. Družina ima okoli 3000 vrst v 380 rodovih. Pri nas obsegajo križnice 49 rodov.

Navodilo za delo:

1. Kakšna je oblika listov in njihova namestitvev na stebelu? _____
2. Pri dnu stebela so listi zaradi zelo kratkih stebelnih členkov močno zgoščeni. Kako imenujemo takšno namestitvev listov? _____
3. Kakšen tip socvetja ima penuša? _____
 - Ali kje v socvetju opazite brakteje? _____
4. Opazujte cvet! Preštejte čašne in venčne liste! Kakšna je cvetna simetrija? _____
5. Odstranite čašne in venčne liste. Narišite prašnike in pestič na cvetišču. Prašniki so dveh dolžin. Pravimo, da so dvomočni.
 - Koliko prašnikov je v zunanjem in koliko v notranjem krogu? _____
 - Kateri krog prašnikov je daljši? _____
 - Pri dnu prašnikov ali plodnice je obročast nektarij.
6. Je plodnica podrasla ali nadrasla? _____
 - Kakšna je njena oblika? _____
7. Da bi ugotovili, iz koliko karpelov je zrasel pestič, izberite najbolj razvit plod (to je tisti, ki je najnižje na stebelu). Poglejte ga pod lupo ali ga prerežite. Koliko karpelov vidite? _____
Na prečnem ali vzdolžnem prerezu pogledajte semenske zasnove.
8. Napišite cvetno formulo! _____
9. Plod pri križnicah je **glavica**, ki se odpira z dvema loputama, osrednji del (pretin) je obstojen; na njem obvisijo semena. Za plod križnic se uporablja izraz **lusk** (če je vsaj trikrat daljši od svoje širine) ali **lušček** (če je največ trikrat daljši kot širok). Imajo penuše luske ali luščke? _____

10. S pomočjo Male flore Slovenije (str. 436) določite vrsto penuše, ki jo gledamo na vajah.

- Slovensko ime vrste: _____
- Latinsko ime vrste: _____

11. Iz Male flore Slovenije (str. 450-453 in str. 436) izpišite za ljudi pomembne križnice (zelenjava, oljnice, začimbe). Pri vsaki zapišite, kateri del rastline se uporablja. _____

12. Mnoge križnice imajo izrazito pekoč okus. Zakaj? _____

9.8 Ločkovke – *Juncaceae*

Primer: Bekica - *Luzula*

Bekice (*Luzula*) spadajo skupaj z ločki (*Juncus*) v družino ločkovk (*Juncaceae*). To je majhna družina (okoli 300 vrst) zelnatih trajnic, redkeje enoletnic ali grmičev, ki uspevajo po vsem svetu. V Sloveniji uspeva 23 vrst ločkov in 15 vrst bekic.

Navodilo za delo:

1. Za bekice so značilne dolge, nežne dlake na robu listov. Jih opazite? _____
Kakšna je oblika listov in njihova namestitvev? _____
2. Bekice imajo s škrobom bogato koreniko, nadzemna so le cvetna stebila in listi. Ali ima rastlina, ki jo opazujete, stolone ali ne? _____
3. Za vrsto, ki jo opazujemo na vajah, je značilno, da ima cvetove združene v približno 5-10 mnogocvetnih delnih socvetij, cvetovi pa so sedeči. Iz klobke s pinceto odtrgajte enega od cvetov. Položite ga na kovinski obroček z lepilnim trakom. Poglejte ga pod lupo. Pod cvetom so belkaste, kožnate **brakteje**. Če cvet ni razprt, ga s pomočjo pincete razprite. Narišite cvet in označite zunanji in notranji krog perigonovih listov, oba kroga prašnikov in pestič (plodnico, vrat, brazde).
4. V cvetu bekice ni nektarijev, cvetno odevalo je nebarvito in neizrazito. Ali je vetrocvetka ali žužkocvetka? _____
5. Iz koliko karpelov je zrasel pestič? _____
 - Ali je plodnica podrasla ali nadrasla? _____
6. Napišite cvetno formulo tega cveta! _____
To je izvorna enokaličniška cvetna formula.
7. Plod, ki nastane iz te plodnice, je suh in sejalen. Vsebuje 3 semena, ki so opremljena z belkastimi priveski - semena raznašajo mravlje. Kako imenujemo tip plodu pri ločkovkah? _____
8. S pomočjo Male flore Slovenije (str. 789) določite vrsto bekice, ki jo gledamo na vajah.
 - Slovensko ime vrste: _____
 - Latinsko ime vrste: _____

9.9 Klinčnice – *Caryophyllaceae*

Klinčnice so razširjene po vsem svetu, predvsem v zmernih predelih, posebej veliko vrst pa je v Sredozemlju. Za človeka so razmeroma nepomembna družina, gojimo jih le kot okrasne rastline (na primer klinčki - nageljčki). Na svetu je čez 2200 vrst kličnic, pri nas pa jih uspeva približno sto.

Navodilo za delo:

1. Klinčnice so večinoma zelnate rastline, enoletnice ali trajnice. Imajo nodialno zgrajeno steblo. Oglejte si vegetativne znake na rastlini!
 - Kakšna je razvrstitev listov? _____
 - Ali so razviti prilisti? _____
 - Kakšna je oblika listov? _____
 - Ali so prisotne listne nožnice? _____
2. Socvetja klinčnic so **cimozna**, večinoma **dihazialna**. Poiščite srednji cvet v dihaziju. Ali še cveti ali je že razvit plod? Poiščite tudi stranska cvetova dihazija. Socvetje skicirajte!
3. Oglejte si cvet in ga narišite.
4. Čašni listi so pri nekaterih rodovih zrasli, pri drugih pa so prosti. Če so zrasli, so venčni listi oblikovani v **ploščico** in **žebico**. Kjer pa so čašni listi prosti, so venčni pogosto izrobljeni ali dvokrpi.
 - Ali so čašni listi prosti ali zrasli? _____
 - Kakšna je oblika venčnih listov? _____

5. Preštejte prašnike. Koliko jih je? _____
6. Ali je plodnica podrasla ali nadrasla? _____
- Koliko vratov opazite? _____
 - Koliko karpelov gradi plodnico? _____
 - Po odvetu se iz plodnice razvijejo večinoma glavice ali oreški. Plod rastline, ki jo gledamo na vajah, je _____
 - Semena so pogosto ledvičaste oblike.
7. Splošna cvetna formula klinčnic je:
- * $K_{5/(5)} C_5 A_{5+5} \underline{G}_{(3-5)}$
- Kakšna pa je cvetna formula naše vrste? _____
8. Določite opazovano vrsto po Mali flori Slovenije!
- Slovensko ime vrste: _____
 - Latinsko ime vrste: _____

9.10 Metuljnice – *Fabaceae*

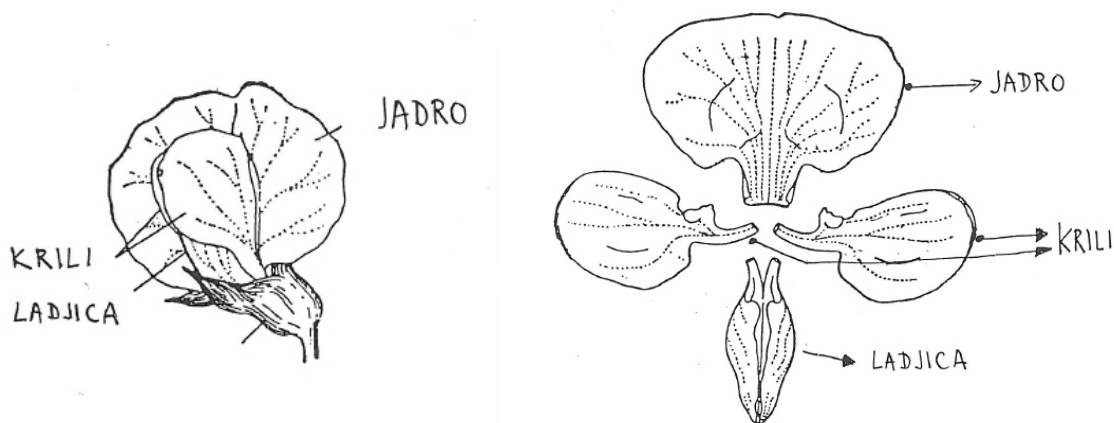
Metuljnice so ena največjih in najbolj razširjenih rastlinskih družin na svetu. Obsegajo čez 12000 vrst, približno 180 jih raste tudi pri nas. Metuljnice spadajo v red **stročnic** (o. *Fabales*), za katerega je značilen plod strok.

Za prehrano ljudi so metuljnice izjemnega pomena: fižol, bob, soja, grah, leča, čičerika, arašidi ... Ekonomsko so pomembne predvsem krmne vrste (npr. detelje, lucerna) in oljnice (arašidi). Nekatere vrste se uporabljajo kot vir lesa, barvil, insekticidov ... Večina metuljnic je pomembna čebelja paša.

V naravi imajo metuljnice in druge stročnice pomembno vlogo, saj živijo v simbiozi z bakterijami, ki fiksirajo zračni dušik in s tem bogatijo tla.

Navodilo za delo:

- Metuljnice so zelnate ali lesne rastline (enoletnice, trajnice). Njihovi listi so pogosto pernato deljeni, lahko tudi dlanasto deljeni ali enostavni, z obstojnimi prilisti. List ali posamezni lističi so lahko preobraženi v vitice. Oglejte si vegetativne znake na izbrani rastlini!
 - Kakšna je namestitev listov? _____
 - Ali opazite priliste? _____
 - Kakšna je oblika listov? _____
 - Kakšna je oblika lističev? _____
 - Ali so prisotne vitice? _____
- Cvetovi metuljnic so nameščeni posamič ali združeni v socvetja. Kako imenujemo tip socvetja pri opazovani rastlini? _____
- Oglejte si cvet!



(vir slike: Strasburger, 1998)

- So čašni listi zrasli ali prosti? _____
- Koliko jih je? _____

- Oblika venca metuljnice je posebna. Notranja dva venčna lista sta zrasla v t. i. »**ladjico**«, stranska dva sta »**krili**«, srednji pa je navadno večji in obrnjen navzgor, imenujemo ga »**jadro**«. Takšen cvet imenujemo **metuljast cvet**.
- Narišite metuljast cvet opazovane rastline!

- Ladjica popolnoma obdaja prašnike in pestič. Razpri jo in si oglej strukture. Prašnične niti so zrasle v prašnično cev ($A_{(10)}$) ali pa je zraslih 9 prašnikov, en prašnik je prost in leži pred jadrom ($A_{(9)+1}$). Kako so zrasli prašniki pri izbrani vrsti?
- Če razpremo prašnično cev, opazimo plodnico. Kakšne oblike je? _____
- Iz plodnice se razvije strok (lahko tudi orešek ali členast plod). Iz koliko karpelov je zrasla plodnica? _____
- Napišite cvetno formulo te rastline! Ne pozabite na cvetno simetrijo.

4. Določite rastlino po Mali flori Slovenije!

- Slovensko ime vrste: _____
- Latinsko ime vrste: _____

9.11 Ostričevke – Cyperaceae

Primer: Šaš - *Carex*

Ostričevke so enokaličniška družina z več kot 5000 vrstami. Razširjene so po vsem svetu. Največji in najbolj znan rod te družine je šaš (*Carex*) z več kot 2000 vrstami. Ostričevke uspevajo v različnih okoljih, a so večinoma vezane na mokrišča in pusta tla. Ker so mokrišča pri nas (kot tudi v Evropi) zaradi človekovih dejavnosti ogrožena, so tudi številne vrste ostričevk ogrožene. Večina domačih ostričevk je zato uvrščena na slovenski Rdeči seznam.

Med ostričevke spada papirjevec (*Cyperus papyrus*), iz katerega so v starem Egiptu izdelovali liste papirusa, stebela pa so uporabljali za izdelavo čolnov, vrvi in senčnic. Kitajski vodni kostanj (*Eleocharis dulcis*) in užitna ostrica (*Eleocharis esculentus*) se uporabljata v prehrani, nekatere vrste ostričevk pa gojijo kot okrasne rastline.

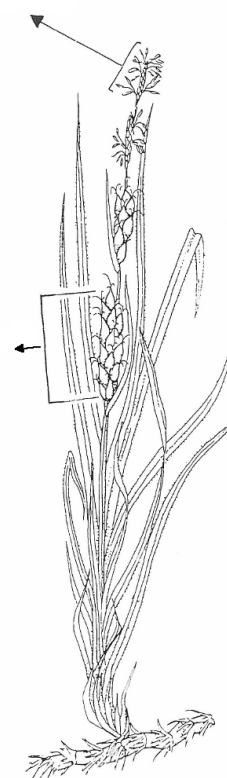
Opozorilo: Ostričevke so zelne trajnice s podzemno koreniko, vitkimi stebli in črtalastimi listi, zaradi česar nekoliko spominjajo na trave. Hitro jih bomo ločili od trav, če bomo preverili steblo (pri ostričevkah je v prerezu trikotno (trirobo), pri travah pa okroglo) in olistanost (pri ostričevkah triredna, pri travah dvoredna).

Podrobneje si bomo ogledali rod šaš (*Carex*). V Sloveniji uspeva kar 88 vrst tega rodu. Za določanje šašev potrebujemo ± zrele plodove in dobro nabrane podzemne dele.

Navodilo za delo:

- Oglejte si vegetativne znake na rastlini in skicirajte celotno rastlino. Označite podzemno koreniko, stolone (če so prisotni), liste (listne nožnice in listne ploskve). Posvaljkajte steblo med prsti in se prepričajte, da je res trirobo.
- Cvetovi so pri vseh ostričevkah zelo reducirani, vetrocvetni in pogosto enospolni. Razvijejo se v zalistju brakteol - **krovnih plev** in so združeni v klasasta socvetja (**klaske**), ti pa se večinoma družijo v socvetja 2. reda. Pri šaših so cvetovi vedno enospolni, klaski pa so lahko enospolni ali dvospolni (pri dnu cvetovi enega spola, pri vrhu drugega). Večina vrst je enodomnih, le nekaj je dvodomnih.

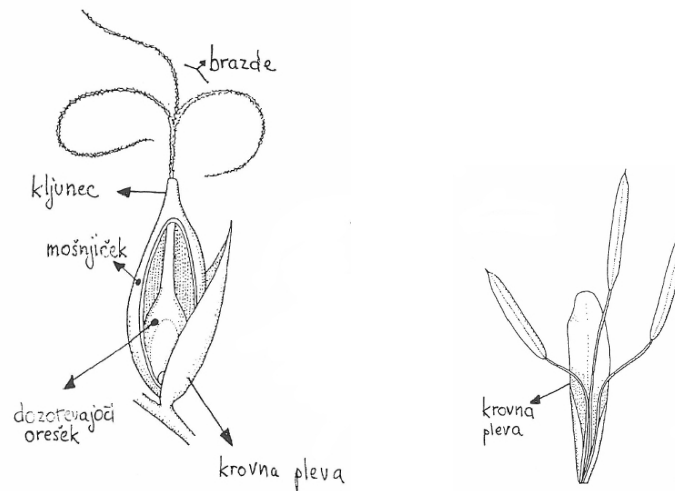
Oglejte si klaske na svoji rastlini. V vrhnjem delu stebel so moški klaski, v spodnjem ženski. Označite jih na sliki. Vsak klasek izhaja iz zalistja brakteje - podpornega lista klaska. Označite ga (jih) na sliki.



3. Perigon je pri ostričevkah lahko razvit le v obliki ščetinic (npr. pri sitah) ali laskov (npr. pri muncu), pogosto pa je reduciran v P_0 (pri šaših). Prašnikov je 1-6, pri šaših so 3.

- V času, ko so plodovi \pm zreli, so moški cvetovi že precej osuti. Vseeno pogledjte, ali lahko v katerem od moških cvetov še najdete prašnike. Oglejte si skico moškega cveta s krovno plevo.
- Iz ženskega klaska spreparirajte ženski cvet, skupaj s krovno plevo. Narišite ga.

- Posebnost šašev je, da plodnico (pozneje plod - orešek) obdaja dodaten ovoj, imenovan **mošnjiček**. Mošnjiček omogoči orešku, da plava na vodi, kar je pomembno pri razširjanju. Na sliki ženskega cveta označite krovno plevo, mošnjiček in brazde. Koliko je brazd? _____



(vir slike: Strasburger, 1998)

- Mošnjiček je struktura, ki je pomembna za določanje vrst. Poleg velikosti in oblike je pomembna tudi površina mošnjička (dlakava, gola, raskava) in prisotnost **kljunca** na mošnjičku (zoženi vrhnji del mošnjička, kjer v notranjosti ni oreška). Ali imajo mošnjički opazovanega šaša kljunce? _____ Če jih imajo, jih označite na svoji skici.
- Ob sliki ženskega in moškega cveta napišite cvetni formuli.

4. Določite vrsto po Mali flori Slovenije.

- Slovensko ime vrste: _____
- Latinsko ime vrste: _____

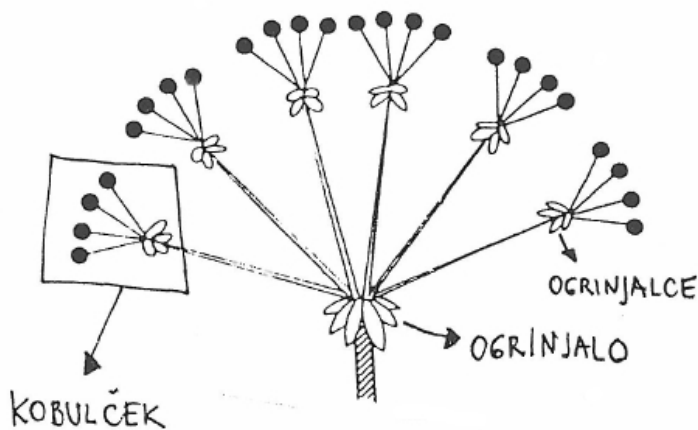
9.12 Kobulnice – *Apiaceae*

Kobulnice so razširjene po vsem svetu. Ni jih težko prepoznati, saj ima velika večina rodov prepoznavno socvetje - kobul. Pogosto vsebujejo eterična olja in zato številne med njimi uporabljamo kot začimbe (janež, koromač, kumina, koriander, krebujlica ...) pa tudi zdravilne rastline (angelika, janež). Za prehrano uporabljamo korenje, peteršilj, luštrek, zeleno, pastinak ... Nekatere vrste so zelo strupene (trobelika, pikasti mišjak) ali pa vsebujejo fototoksične snovi (rebrinec).

Opozorilo: za zanesljivo določanje kobulnic potrebujemo tako cvetove kot plodove, prav pa pridejo tudi pritlični listi.

Navodilo za delo:

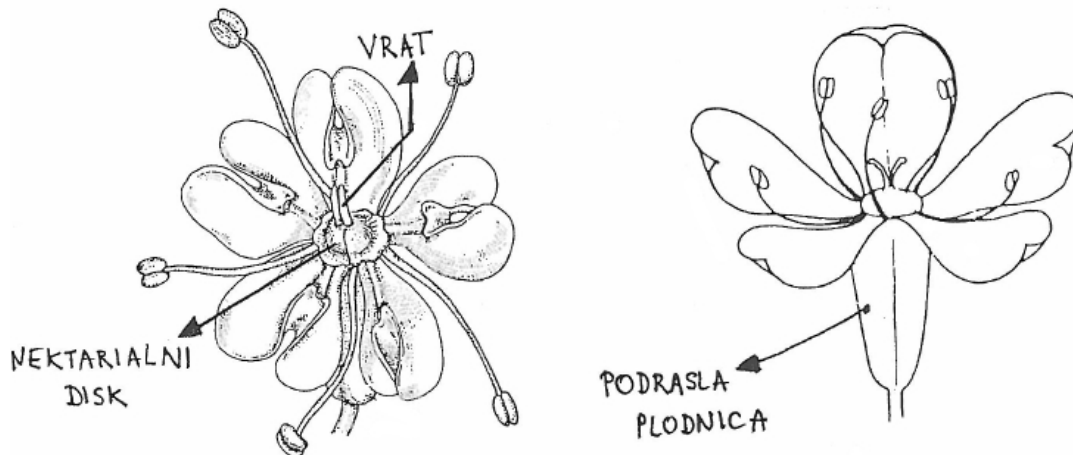
- Kobulnice so večinoma zelnate rastline, redko lesne. Listi so spiralasto razvrščeni, pernato ali dlanasto deljeni. Listno dno pogosto objema steblo z listno nožnico.
 - Ali je na naši kobulnici opazna listna nožnica? _____
 - Kako bi opisali obliko listov? _____
 - Pomečkajte liste in jih poduhajte! Je rastlina aromatična? _____
- Opazovana kobulnica ima sestavljeno socvetje - **sestavljeni kobul**. Socvetje 1. reda so t. i. **kobulčki** (peclji cvetov = žarki kobulčka navidezno izhajajo iz iste točke). Pri dnu kobulčka so lahko brakteole, ki jih imenujemo **ogrinjalce**. Peclje kobulčkov imenujemo žarki kobula. Pri dnu socvetja 2. reda (kobula) so brakteje - **ogrinjalo**.



(vir slike: neznan)

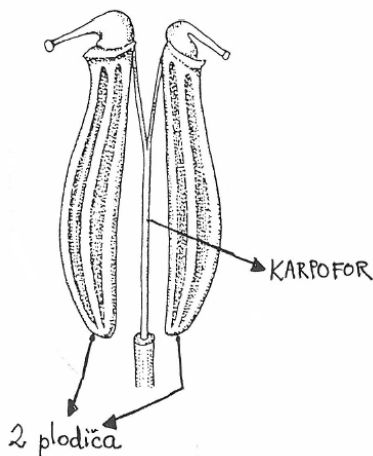
- Oglejte si osnovno zgradbo sestavljenega kobula na skici in jo primerjajte s stanjem na rastlini:
 - Ali je prisotno ogrinjalce? _____
 - Če je prisotno, koliko listov ga sestavlja? _____
 - Koliko je žarkov kobula? _____
 - Ali je prisotno ogrinjalo? _____
 - Opišite liste ogrinjala! Koliko jih je? _____

4. Cvetovi kobulnic so petštevni. Čaša pogosto manjka (enojno cvetno odevalo) ali je nerazločna.



(vir slike: Strasburger, 1998)

- Ugotovite, kakšna je cvetna simetrija - opazujte cvetove ob robu kobulčkov in tiste na sredini. _____
 - Ali so čašni listi prisotni? _____
 - Kako so oblikovani venčni listi? Koliko jih je? _____
 - Pri kobulnicah je prašnikov navadno 5 (oz. 5+0). Poglejte različno stare cvetove in preštejte prašnike pri svoji rastlini! _____
 - Je plodnica podrasla ali nadrasla? _____
 - Na vrhu plodnice je nektarialni disk. Tu boste opazili tudi dva vratova. Iz koliko karpelov je zgrajena plodnica? Pomagajte si z lupo. _____
5. Oglejte si zoreče plodove. Ob zrelosti razpadejo na 2 oreškom podobna **plodiča**, ki obvisita na osrednjem stebričku (karpoforu).



- Kako imenujemo tak tip plodu?

- Pomemben določevalni znak je tudi prisotnost **kljunca** na plodu. To je vrhnji, zožan del plodnice, kjer ni semena. *Pozor: to ni posušeni vrat pestiča.*

(vir slike: Strasburger, 1998)

9.13 Kukavičevke, orhideje – *Orchidaceae*

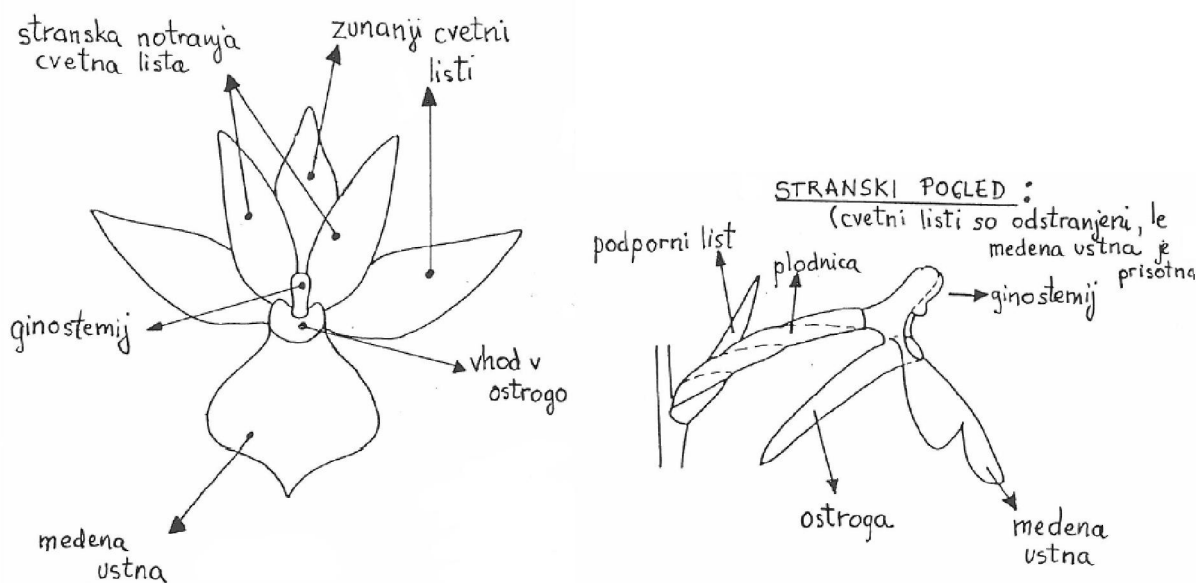
Orhideje so ena največjih rastlinskih družin na svetu. Obsegajo okoli 25 000 vrst. Njihova pestrost je največja v tropskih predelih, razširjene pa so skoraj po vsem svetu. Poleg talnih vrst je v tropih veliko število epifitov. V Sloveniji uspeva več kot šestdeset različnih vrst orhidej. Na kraških travnikih zacvetijo že konec marca, najbolj množično pa v nižinah zacvetijo maja in junija. Rastejo predvsem na pustih rastiščih - suhih ali vlažnih travnikih, alpskih traviščih, nekaj vrst pa je gozdnih.

Vse vrste divjerastočih orhidej so v Sloveniji **zavarovane**. V zadnjih desetletjih številčnost mnogih vrst naglo upada. Najbolj so ogrožene tiste, ki uspevajo na suhih ali vlažnih travnikih v nižinah. Svetloljubne travniške orhideje ogroža zaraščanje travnikov po opustitvi košnje, po drugi strani pa čezmerno gnojenje. Orhideje vlažnih travnikov močno prizadane tudi izsuševanje tal. Orhideje so ena najbolj ogroženih družin rastlin tudi v svetovnem merilu. V tropskih predelih jih dandanes ogroža predvsem nezadržno izsekavanje tropskih pragozdov.

Mnoge vrste in sorte orhidej so priljubljene okrasne rastline. Rod *Vanilla* se uporablja za odišavljanje slaščic, koreninski gomolji nekaterih vrst so užitni.

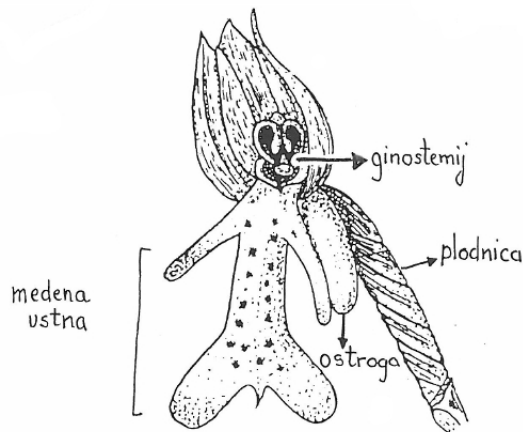
Navodilo za delo:

- Orhideje so zelne trajnice, navadno imajo gomolje. Listi so enostavni, pogosto mesnati, spiralasto (redkeje nasprotno) nameščeni, z dnom obdajajo steblo. Oglejte si socvetje!
 - Kako imenujemo ta tip socvetja? _____
- Vsak cvet se razvije v zalistju podpornega lista. So cvetovi pecljati ali sedeči (pazite, da plodnic ne zamenjate s cvetnimi peclji!)? _____
- Kakšna je cvetna simetrija? _____
- Oglejte si cvet!



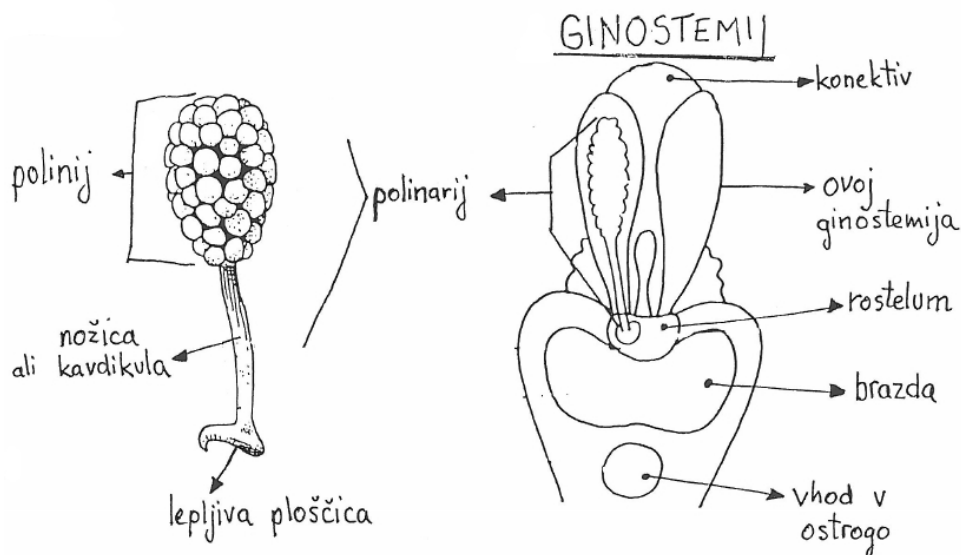
(vir slike: neznan)

- Vsak cvet ima šest barvitih perigonovih listov v dveh krogih. Srednji list notranjega kroga je večji od ostalih in lahko ima **ostrogo**. Imenujemo ga **medena ustna** (labellum). Orhideje so žužkocvetke in medena ustna predstavlja nekakšno pristajališče za opraševalce. Ali je na naši rastlini prisotna ostroga? _____
- Plodnica je podrasla, navadno je podolgovate oblike. Med razvojem cveta se cvetna os pri večini vrst zasuka za 180 stopinj (resupinacija), tako da pride medena ustna iz prvotne zgornje lege v spodnjo. To se pozna tudi na plodnici - oglejte si jo pod lupo! Plodnica je tripredalasta.



(vir slike: Strasburger, 1998)

- Cvet privablja opraševalce z obliko, vonjem in barvo, pa tudi s sladko medičino. Medovniki so razviti v ostrogi, pri vrhu plodnice ali zunaj cvetov.
- Od prašnikov sta ostala le še 1-2, ki skupaj z vratom plodnice oblikujeta strukturo, imenovano **ginostemij** (stebrič). Oglejte si to strukturo na shemi!

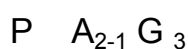


(vir slike: Strasburger, 1998)

(vir slike: ???)

- Konico navadnega svinčnika nežno potisnite skozi vhod v ostrogo. Nato svinčnik izvecite in na konici boste opazili dve drobni strukturi, ki spominjata na prašnik. To je preobrazena tvorba - »paket peloda«, ki se prilepi na opráševalca. Imenujemo ga **polinarij**. Oglejte si ga pod lupo!
- Polinarij gradijo **lepljiva ploščica** (pri dnu), ki služi pritrjanju na telo opráševalca, nožica (pecelj) in kepica (ali več kepic) peloda (**polinij**). Poskusite odtrgati polinarij s konice svinčnika! Kaj opazite? _____

- Dopolnite splošno cvetno formulo orhidej s podatki, ki ste jih pravkar zbrali z opazovanjem svojega primerka!



- Po uspešni oprášitvi se iz cvetov razvijejo plodovi. Plod je glavica, ki se odpira z vzdolžnimi režami, poleg semen pa pogosto vsebuje še higroskopsko gibljive laske. Semena naokoli raznaša veter. So zelo drobna in popolnoma brez rezervnih hranil. Seme vzklije in se razvije v mlado rastlinico le, če pride v stik z ustrezno vrsto glive, ki v začetku razvoja hrani mlado orhidejo. Tudi pozneje, ko orhideja odraste in ozeleni, živita gliva in orhideja v medsebojnem sožitju (obligatna mikoriza).

Zanimivosti o orhidejah:

- Mačja ušesa (rod *Ophrys*) privabljajo opráševalce na zelo nenavaden način. Medene ustne cvetov močno spominjajo na samice opráševalcev. Neizkušeni samčki priletijo na cvet in se z njimi poskušajo pariti. Pri tem nehote oprášijo cvet s cvetnih prahom druge rastline.
- Poleg žuželk oprášujejo nekatere orhideje celo netopirji in žabe.
- Rjava gnezdoznica je parazitska orhideja, ki jo pogosto srečamo v senčnih listnatih ali mešanih gozdovih. Hranilne snovi dobi tako, da zajeda glivo. Poleg nje raste v Sloveniji še nekaj drugih parazitskih vrst orhidej.
- Med evropskimi vrstami orhidej ima lepi čeveljc največje cvetove. Njihove rumene medene ustne spominjajo na čeveljčke.
- Murke rastejo na gorskih travnikih. Dišijo po čokoladi in vaniliji.
- Številne vrste orhidej imajo CAM metabolizem (»kisla presnova tolstičevk«), poseben tip fiksacije CO₂, ki pomeni prilagoditev na tople in suhe razmere, podoben C4 fotosintezi.

9.14 Košarnice – *Asterales (Asteraceae s. lat.)*

Primera: navadna ivanjščica – *Leucanthemum ircutianum*, navadni regrat – *Taraxacum officinale* agg.

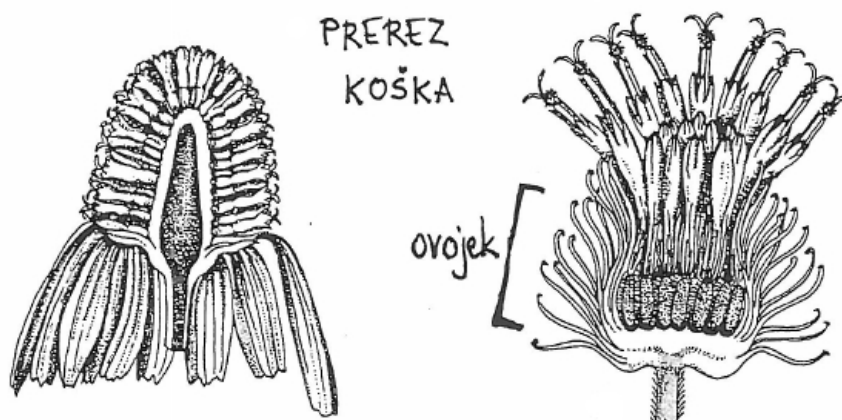
V okviru reda košarnic obravnavamo dve družini: nebinovke (*Asteraceae*) in radičevke (*Cichoriaceae*). Košarnice so eden najštevilčnejših redov, s prek 20 000 vrstami. Razširjene so po vsem svetu. V slovenski flori je kar 65 rodov nebinovk in 25 rodov radičevk. Košarnice prepoznamo po značilnem socvetju, ki močno spominja na cvet in ga imenujemo košek. Najbolj znani rodovi košarnic so marjetica, ivanjščica, regrat, sončnica ...

Mnoge nebinovke gojijo kot okrasne rastline (astre, gerbere, dalije, žametnice, krizanteme ...), nekaj je tudi zdravilnih (pelin, arnika, kamilice) in užitnih (artičoke, topinambur); industrijsko pomembna je sončnica, iz katere pridobivajo olje. Med radičevkami se nekaj vrst uporablja kot solato (regrat, rodova *Lactuca* in *Cichorium*).

Kot predstavnika družine nebinovk bomo na vajah spoznali **ivanjščico**, kot predstavnika družine radičevk pa **regrat**.

Navodilo za delo:

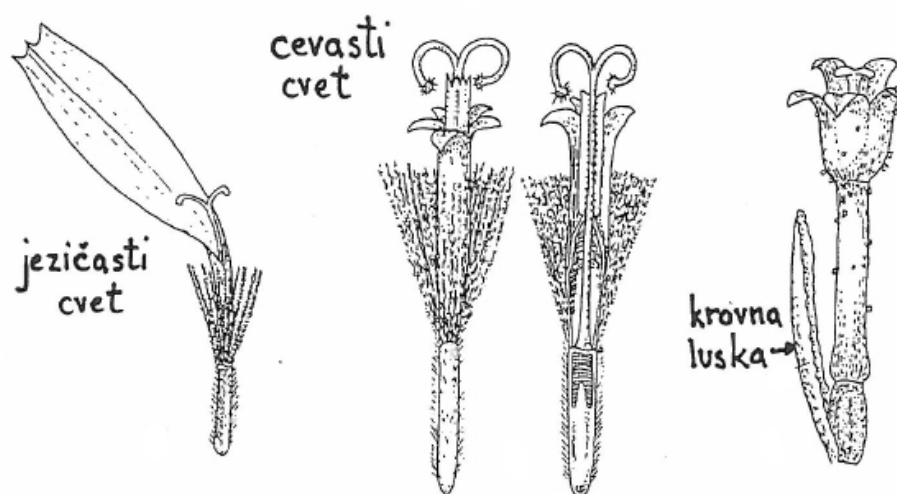
- Košarnice so večinoma zeli s premenjalno nameščenimi enostavnimi ali pernato deljenimi listi. Kakšna je namestitev in oblika listov pri ivanjščici in kakšna pri regratu?
 - regrat: _____
 - ivanjščica: _____
- Košek** je glavičasto socvetje na razširjenem socvetišču (os socvetja), cvetovi so sedeči. Košek obdajajo številne braketeje - ovojčkovi listi, ki tvorijo **ovojek**. Ta ščiti razvijajoči se košek, pri nekaterih vrstah pa ima tudi vlogo pri razširjanju (na primer pri repincu, kjer imajo ovojčkovi listi kaveljčke za oprijemanje na dlako).



(vir slike: Strasburger, 1998)

3. Košek **ivanjščice** vzdolžno prerežite in ga skicirajte.

- Cvetovi na obrobju koška ivanjščice so precej drugačni kot tisti v notranjosti koška. Imajo bel venec ter močno podaljšano ustno - so bočno somerni. Imenujemo jih **jezičasti cvetovi**. Ostali cvetovi v košku ivanjščice imajo rumen venec in so zvezdasto somerni. Njihov venec je enakomerno peterozob. To so **cevasti cvetovi**.



(vir slike: Strasburger, 1998)

- Pod vsakim cvetom je lahko prisotna še brakteola (krovna luska). Prisotnost krovnih lusk je pomemben znak pri določanju rodov košarnic. Ali so pri ivanjščici prisotne krovne luske? _____
- Vrstni red dozorevanja cvetov v košku je od zunaj proti sredini koška. Notranji cvetovi so še v popkih, ko so zunanji že razprti. Izberite nekaj ravno prav zrelih cevastih cvetov ivanjščice in si jih oglejte pod lupo.
- Zgradba cvetov je pri košarnicah precej enotna. Cvetna formula:

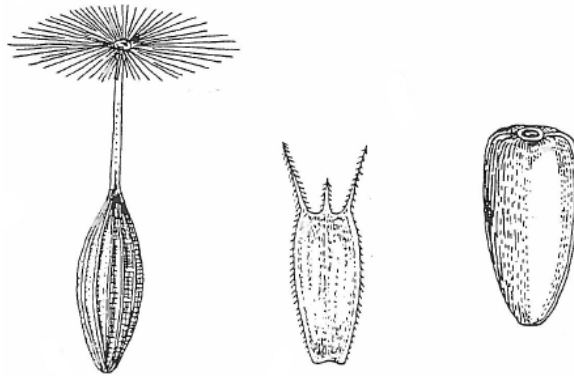
$$* / \downarrow K_{\infty-0} (C_{(5)}A_{(5)})G_{(2)}$$

- Ugotovite, ali je plodnica pri košarnicah podrasla ali nadrasla, in s tem podatkom dopolnite zgoraj zapisano cvetno formulo!
 - Prašniki košarnic imajo proste prašnične niti, njihove prašnice pa so zrasle v prašnično cev. Pestič ima en sam vrat z dvodelno brazdo. Vrat sega skozi prašnično cev. Pod lupo si oglejte prašnično cev in brazdi, ki štrlita iz cveta ivanjščice. Po potrebi opazujte več različno zrelih cvetov.
4. Oglejte si vzdolžno prerezan košek **regrata**. V njem so vsi cvetovi jezičasti, cevastih ni.
- Nariši prerezan košek in označite dele.

- Ali so v košku regrata prisotne krovne luske? _____
- Narišite jezičasti cvet regrata.

- Čaša je suhokožnata, razvita v obliki laskov ali luske in ji pravimo **kodeljica**. Ima pomembno vlogo pri razširjanju plodov (na primer z vetrom ali na dlaki živali). Če je kodeljica iz laskov, so laske bodisi enostavni ali peresasti. Ugotovite, kakšna je kodeljica pri regratu.
5. Plodnica je enopredalasta in vsebuje eno samo semensko zasnov. Iz nje se razvije suh, zaprt enosemenski plod - **orešek**, ki mu pri nas navadno rečemo **rožka**.
- Oglejte si rožko regrata! Ali je prisoten kljunec? _____

- Na spodnji skici označite kljunec ter kodeljico.



(vir slike: Strasburger, 1998)

6. Dopolnite preglednico z razlikovalnimi znaki med družinama:

družina	<i>Asteraceae</i>	<i>Cichoriaceae</i>
tipi cvetov v košku		
prisotnost mlečka		

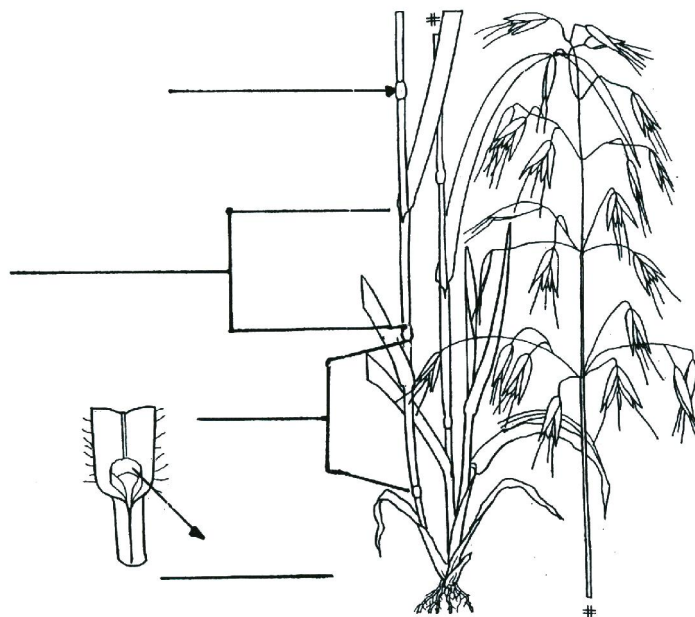
9.15 Trave – *Poaceae*

Trave so največja enokaličniška družina. Obsegajo več kot 10 000 vrst, pri nas pa jih uspeva približno 300. Prepoznamo jih že po vegetativnih znakih: vitkih, kolenčastih, na prerezu okroglih steblih in črtalastih, dvoredno nameščenih listih.

Za ljudi so trave izjemno pomembne kot prehrabene rastline (žita, kot na primer pšenica, ječmen, rž, oves, proso, koruza, riž, sladkorni trs), pa tudi kot krmne rastline. Tudi bambusi spadajo med trave. Uporabljajo jih kot gradbeni material in v prehrani.

Navodilo za delo:


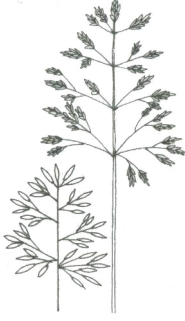
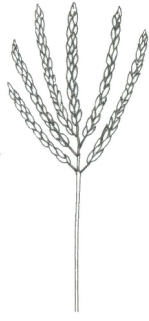
1. Trave so večinoma zelne trajnice ali enoletnice, velika skupina trav pa je tudi lesnata (bambusi). Steblo je izrazito **kolenčasto** in **dvoredno olistano**. Listi so razločno dvodelni: iz **listne nožnice** in **listne ploskve**. Listno nožnico oblikuje listno dno, ki objema steblo. Listna ploskev je črtalasta do suličasta. Na vrhu listne nožnice je lahko razvit kožnat podaljšek - **listna kožica**. Včasih listna kožica ni razvita in jo nadomešča obroč dlak. Pri dnu listne ploskve sta lahko razviti tudi **ušesci**. Oglejte si omenjene strukture na spodnji shemi in na svoji rastlini.



(vir slike: Hubbard, 1992)

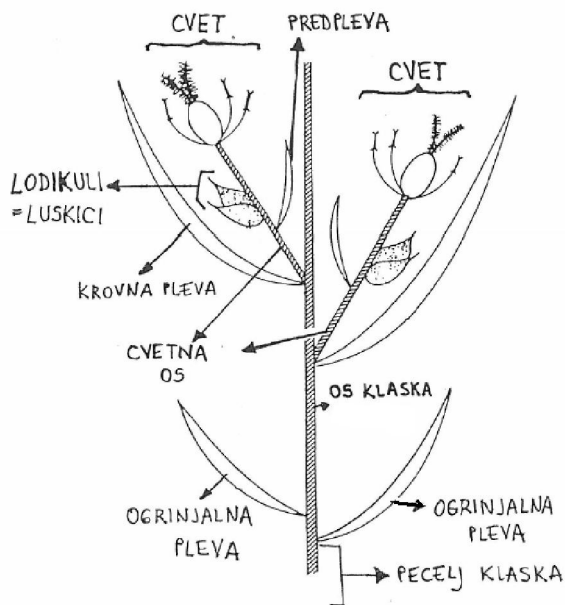
- Na zgornji skici poimenujte označene dele.
 - Ali so pri naši vrsti razvite listne kožice? _____
 - Ali so razvita ušesca? _____
2. Mnoge vrste trav se vegetativno razširjajo z živicami ali pritlikami.
 - Oglejte si podzemne dele izbrane trave. Ali ima živice oz. pritlike? _____
 3. Cvetovi trav so zelo drobni in reducirani, združeni v socvetja, imenovana klaski. **Klasek** je socvetje prvega reda. Na opazovani rastlini ugotovite, kaj je en klasek.

4. Klaski so združeni v **socvetja viših redov**. Razlikujemo:

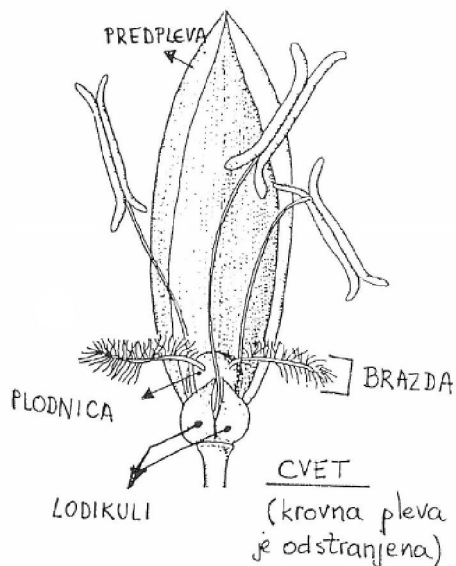
klasasta socvetja	latasta socvetja	prstasta socvetja
klaski so ± sedeči	klaski so razločno pecljati	več klasastih socvetij na vrhu stebela
npr. pšenica, ječmen, ljulka	npr. oves, migalica, stoklasa	npr. moško socvetje koruze, srakonja
		

(vir slik: Fisher & al. 2005)

5. Osnovna zgradba klaska:



(vir slike: Fisher & al. 2005)



(vir slike: Strasburger, 1998)

6. Na **osi klaska** so dvoredno nameščene številne **pleve** (brakteje in brakteole): spodnji dve sta **ogrinjalni plevi**, proti vrhu klaska sledijo **krovne pleve**, v zalistju vsake je po en cvet. Krovna pleva ima lahko **reso**.

7. Na cvetni osi je prva pleva **predpleva**, sledita **luskici** (lodikuli), krog prašnikov (A_{1-6} , večinoma A_3) in pestič ($G_{(2-3)}$). Naloga luskic je, da med cvetenjem nabreknejo in s tem razprejo cvetni plevi, da so prašniki in brazda izpostavljeni vetru. Cvet, obdan s krovno plevo in predplevo, imenujemo **antecij**.
- Narišite klasek, označite ogrinjalni plevi, krovne pleve in rese (če so prisotne).
 - Koliko antecijev je v klasku? _____
 - Iz klaska vzemite en antecij in ga z iglo nekoliko razprite. Položite ga na kovinski obroček z lepilnim trakom, da ga boste lažje preparirali, in si ga oglejte pod lupo. Narišite ga. Označite krovno plevo, reso, predplevo, plodnico (oz. dozorevajoči plod), brazdo, prašnike (če so še prisotni).
8. Vrsta, ki jo gledamo na vajah, ima popolne, večcvetne klaske, ki ustrezajo opisani osnovni zgradbi klaska. A pri različnih rodovih trav so klaski lahko precej različni: število cvetov v klasku se lahko zmanjša do enega samega, ogrinjalne pleve se lahko reducirajo, prav tako tudi lodikule in predpleve. Rese so lahko prisotne ali ne, razvite so lahko na vrhu ali na hrbtu plev. Vse to so znaki, pomembni za določanje.
9. Plod trav je orešek, ki mu pravimo **zrno**. Nastane iz nadržale plodnice in seme v njem je povsem priraslo na o semenje. Ob zrelosti lahko zrno pade iz klaska (**golec**) ali pa odpade obdano s predplevo in krovno plevo (**plevenec**). Večcvetni klaski ob zrelosti večinoma razpadejo tako, da se os klaska odlomi pod vsakim antecijem. Večina domačih trav se razširja s plevenci. Delček osi klaska (kalus) ostane na plevencu, pogosto je koničast in ima nazaj obrnjene bodičke (za vsidranje plevenca v podlago). Pri razširjanju plevencev imajo pomembno vlogo tudi rese. Lahko so lepljive, kljukaste, opremljene z bodičkami (razširjanje na živalih) ali pa dolge in dlakave (razširjanje z vetrom), neredko so higroskopsko gibljive, kolenčaste.
- Oglejte si os klaska oz. kalus pod lupo in razmislite, kakšna je njegova vloga pri razširjanju plevenca. _____
- _____

10 Viri

1. Bell, P. R., & A. R. Hemsley, 2000: Green Plants, Their Origin and Diversity, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge.
2. Campbell, N. A., J. B. Reece & al., 2008: Biology, 8th edition, Pearson Benjamin Cummings.
3. De Witt, H. C. D. (ed.), 1978: Rastlinski svet 1-3. Mladinska knjiga, Ljubljana.
4. Fischer, M. (hrsg.), W. Adler & K. Oswald, 2005: Exkursionsflora für Österreich. Liechtenstein und Südtirol, 2. verbesserte und erweiterte Auflage. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz.
5. Hubbard, C. E., 1992: Grasses, Penguin Group, Harmondsworth.
6. Jogan, N., 2001: Navodila za vaje iz Sistematske botanike, 3. izdaja delovne verzije, Ljubljana.
7. Jogan, N., 2004: Skripta predavanj pri predmetu Sistematska botanika.
<http://botanika.biologija.org/sist/>
8. Kendrick, B., 2000: The fifth Kingdom, 3rd edition. Mycologue Publications, Focus Publishing, Newburyport.
9. Lee, R. E., 1999: Phycology, 3rd edition, Cambridge University Press, Cambridge.
10. Raven & al., 1999 : Biology of Plants, 6th edition, W. H. Freeman and Company / Worth Publishers, New York.
11. Rothmaler, W. (begr.), H. H. Handke, H. Pankow & R. Schubert: Exkursionsflora von Deutschland Band 1, Niedere Pflanzen - Grundband, 3. Auflage. Volk und Wissen Verlag GmbH, Berlin.
12. Rothmaler, W. (begr.), R. Schubert (hrsg.), E. J. Jäger & K. Werner, 1994: Exkursionsflora von Deutschland, Band 3, Gefäßspflanzen: Atlasband, 8., durchgesehene und verbesserte Auflage. Gustav Fischer Verlag Jena. Stuttgart.
13. Strasburger, E. (begr.), 1998: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen 34. Aufl.. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.