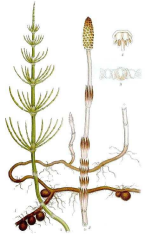


NODALĪJUMI



2. PAPANŽAUGU
Pteridophyta
pterón

1. Vispārējais raksturojums

2. Sporofīti un sporangiji

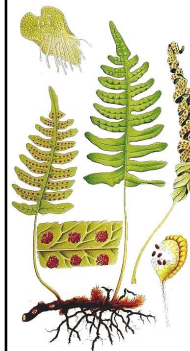
3. Sporas

4. Gametofīti

5. Spermatozoīdi



**1. Vispārējais
raksturojums**



Korma augi

(īsti vadaudi, īstas lapas un īstas saknes)

Dominē sporofīts



**Bezdzimumiski
vairojas ar sporām**



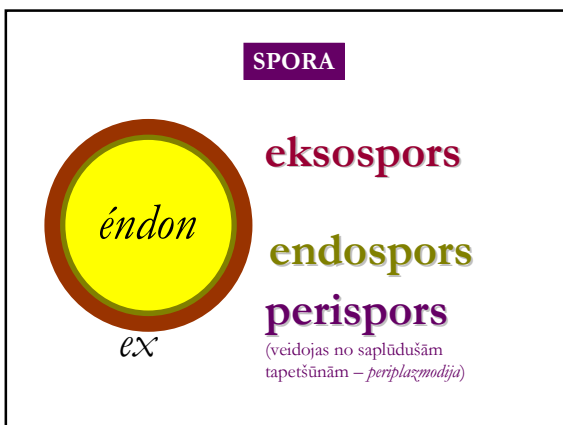
Bryophyta + Pteridophyta = sporaugi



Sporangiji vairumam attīstās uz lapām/ nedaudziem taksoniem lapu žāklēs



Sporofili – lapas, uz kurām veidojas sporangiji
Trofofili – veģetatīvās lapas
trophē - barošanās



SPORA

eksosporis
endosporis
perisporis
(veidojas no saplūdušām tapetsūnām – periplazmodija)



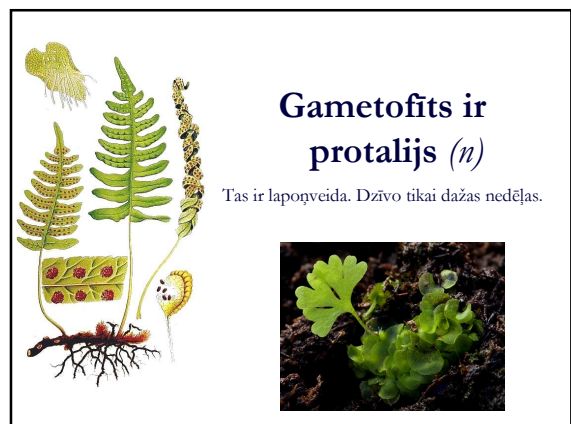
SPORA

Vairākumam visas sporas ir morfoloģiski un fizioloģiski vienādas – **izosporas (homosporas)**.
 Visi sūnaugi un daļa paparžaugu.



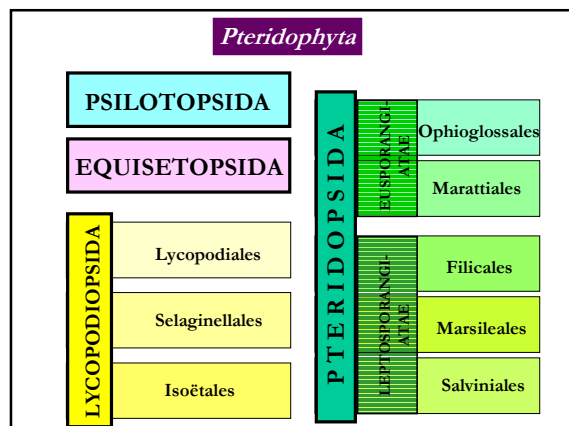
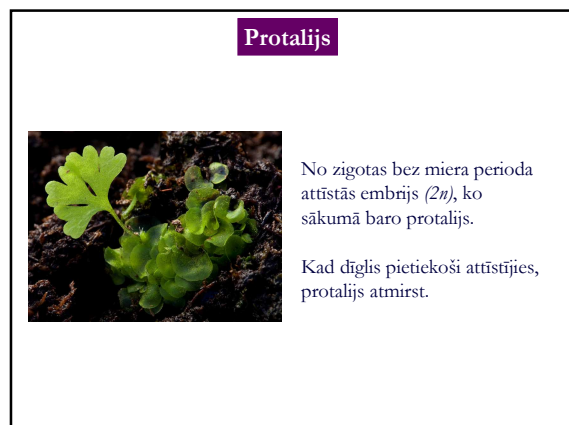
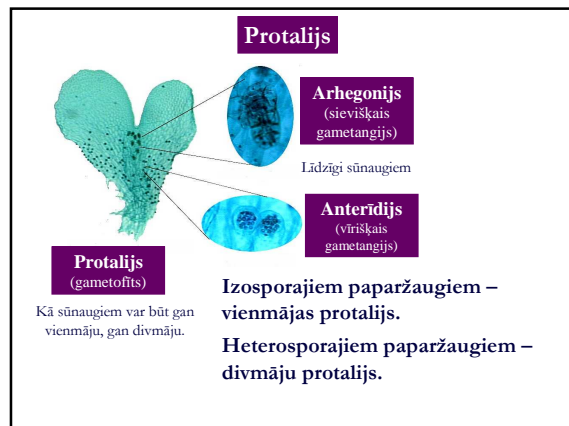
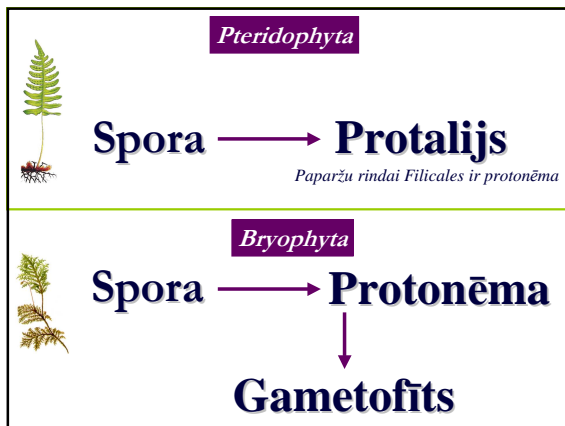
SPORA

Izosporie paparžaugi
 ↓
Heterosporie paparžaugi
 Lielākas, ar rezerves barības vielām bagātas **MEGASPORAS** jeb **MAKROSPORAS (MEGASPORANGIJOS)**.
 Sīkākas – **MIKROSPORAS (MIKROSPORANGIJOS)**



Gametofīts ir protalijs (*n*)

Tas ir lapoņveida. Dzīvo tikai dažas nedēļas.



Psilotopsida (psilotveidīgo klase)

Neliela klase ar senu izcelšanos.

2 ģintis, katrā no tām ir **2 sugas**

Psilotu (*Psilotum*) ģints

Psilotum nudum, *P. flaccidum*

Tmēsīpteru (*Tmesipteris*) ģints

Tmesipteris tannensis, *T. viellardii*

Epifīti vai saprofīti uz trūdainas augsnes klinšu spraugās.

Psilotopsida



Psilotum nudum

Stumbri līdz 1m, dihotomi zaroti.

Stāvās virszemes daļas klāj **zvīņveida izaugumi**, kas atšķirībā no īstajām lapām ir **bez vadaudiem**, bet ir **primitīvas atvārsnītes**.

Asimilāciju g.k. veic stumbri.

Psilotopsida



Tmesipteris tannensis

Līdz 40cm gari, bezzaraini vai reti 1x dihotomi zaraini epifīti.

Labi izteiktas lapas ar labi attīstītu dzīslu.

Lapām primitīvas atvārsnītes.

Psilotopsida



Psilota *Psilotum* sp. rizomoids

Nav sakņu (pat embrijiem nav sakņu aizmetņu).

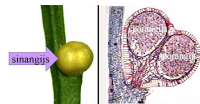
Līdz 1m garš rizomoids, ko klāj rizoīdi, kas sastāv no 1-3 šūnām.

Endotrofa mikoriza.

Psilotopsida



Psilotum nudum



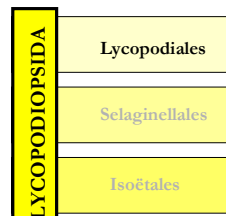
Sporangiji saauguši pa vairākiem kopā, veidojot sinangijus.

Psilotum sinangiji ir ap 2-3mm diametrā (3 sporangiji) un atrodas zvīņu padusēs.

Tmesipteris sinangiji (2 sporangiji) atrodas lapu padusēs.

Lycopodiopsida (staipekņveidīgo klase)

~1000 sugu




Staipekņu rinda

Lycopodiopsida

~1000 sugu

LYCOPODIOPSIDA

Lycopodiales
Selaginellales
Isoëtales




Selaginellu rinda

Lycopodiopsida

~1000 sugu

LYCOPODIOPSIDA

Lycopodiales
Selaginellales
Isoëtales



Ezereņu rinda

Lycopodiopsida



Ļoti sens paparžaugu evolūcijas zars.

Jau sastopami silūra, bet karbonā piedzīvoti “ziedu laiki” (lakstaugi, krūmi, koki).

Mūsdienās tikai lakstaugi.

Lycopodiopsida

Lycopodiales (staipekņu rinda) **Sugu skaits: 400 (7)**




Lycopodium cernuum

Vairums ir tropu augi (epifīti), mērenās joslas mežos aug pieplakušas zemi.

Mūsdienās parasti nelieli, mūžzaļi lakstaugi.

Lycopodiopsida


Lycopodiales Vairumam lapas sakārtotas spirāliski.



spirāliski

pretējas, pa pāriem krusteniskas

Vālišu staipeknis
Lycopodium clavatum




pretējas, pa pāriem krusteniskas


Trejvārpu plakanstaipeknis
Diplazium tristachyum


Lycopodiopsida

Lycopodiales **Strobils** – īpašs vārpeida sporofilu sastats.



Gada staipeknis
Lycopodium annotinum





Sporofils

Sporangium

Lycopodiopsida

Lycopodiales

Sporofili zaļi un maz atšķiras no trofofilēm.
Izvietoti starp sterilajām lapām.



Apdzīra *Huperzia selago*



Lycopodiopsida

Lycopodiales



Strobilos sakārtoti sporofili pēc krāsas neatšķiras no trofofilēm.

Sporofilu sastati jeb strobili nav krasi norobežoti no auga sterilās daļas.

Palu staipekņitis *Lycopodiella inundata*

Lycopodiopsida

Selaginellales (selaginellu rinda)

Gints: **1** (*Selaginella*)
Sugu skaits: **700**



Selaginella selaginoides

G.k. ēnainos tropu mežos (veido mauriņus, daļa kāpelējošas) un Z-Amerikas un Eiropas kalnainos apvidos.

Lycopodiopsida

Selaginellales



Selaginella selaginoides

Vairumam lapas izvietotas līdzīgi plakanstaipekņiem – 4 rindās dorsoventrāli: divu (augšējo) rindu lapas ir mazākas, divu (apakšējo) rindu – lielākas.

Nedaudzām sugām lapas – spirāliski.

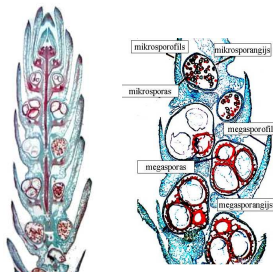
Lycopodiopsida

Selaginellales

Strobils – īpašs vārpeveida sporofilu sastats.



Selaginella selaginoides



Heterospori

Lycopodiopsida

Selaginellales



Selaginella martensii



Selaginella kraussiana

Lycopodiopsida

Isoëtales (ezerēņu rinda)

Gints: 6
Sugu skaits: 60 (2)



Gludsporu ezerene *Isoëtes lacustris*

Visā pasaulē, g.k. Z puslodē, retāk tropiskajās zemēs.

Stylites sp. (2 sugas) konstatētas 1957. gadā Andos (Peru). Purva augi bez atvārsnītēm un CO₂ uzņem caur saknēm.

Lycopodiopsida

Isoëtales



Gludsporu ezerene
Isoëtes lacustris

Stipri sašīnāta centrālā ass.

Lapains stublājs. Lapas īlenveida.

Rizoform raksturīgs kambijs, kas saknēnī attīsta sekundāros audus un no tā atiet piesaknes.

Barības vielas uzkrājas stublājā un rizoforā.

Lycopodiopsida

Isoëtales



Sporangijs

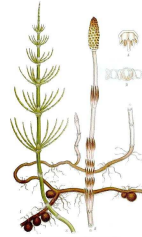
Katra lapa ir potenciāls sporofils, pie kura var atrasties sporangiji.

Sporangiji (4-7mm) vislielākie mūsdienā augu valstī.

Uz rozetes ārējām lapām veidojas megasporangiji, tālāk seko mikrosporofili, rozetes vidū – sterilas lapas.

Equisetopsida (ķīļlapjveidīgo klase)

Gints: 1
Sugu skaits: 32 (11)



G.k. **mitrās vietās**, Z-puslodē.

Praktiskā nozīme neliela.

Lakstaugi. Vairumam stumbri līdz 1m gari, Ø 2-5mm.

Equisetopsida



Equisetum giganteum
D-Amerika, 10m, Ø 3cm



Lielā kosa
Equisetum telmateia
Latvija, 0,6-1,5m, Ø 1-1,5cm

Equisetopsida



Mezglis

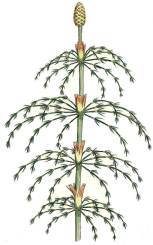


Viens stumbra posms

Sakneņi

2 sakņu veidi – horizontālie un vertikālie

Equisetopsida



Meža kosa
Equisetum sylvaticum



Lapas ir sīkas, zvīņveida, vienkārši veidotas, lielākoties saaugušas **stobrveida maksī**.

Equisetopsida

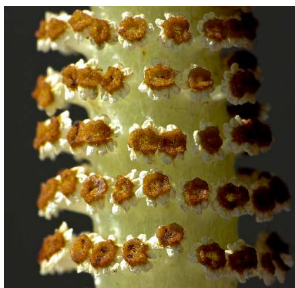


Ziemzajā kosa
Equisetum hyemale



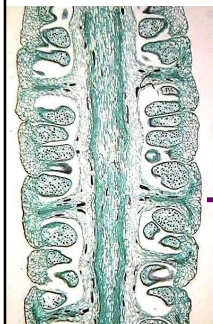
Purva kosa
Equisetum palustre

Equisetopsida



Tiruma kosa *Equisetum arvense* strobils

Equisetopsida

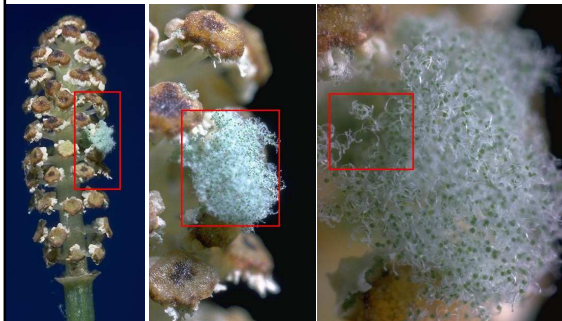


Sporangiofori sakārtoti strobilā

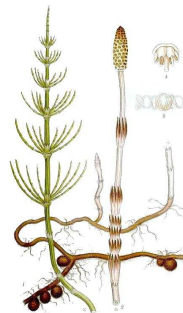
Sporangijs (sporas)

Sporangiofors

Equisetopsida



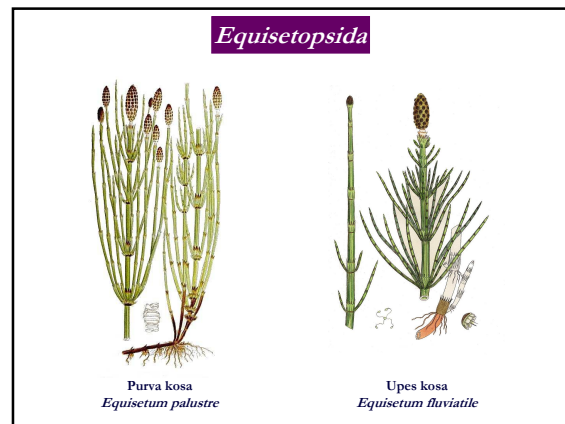
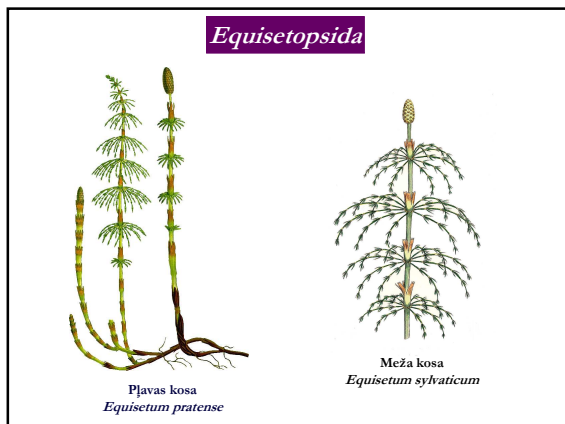
Equisetopsida



Tiruma kosa
Equisetum arvense



Ziemzajā kosa
Equisetum hyemale



Pteridopsida (paparžveidīgo klase)

Sugu skaits: **10000 (~30)**

Atrodami visās pasaules daļās un klimata joslās (tuksnešos, ap purviem un ezeriem, rīsa laukiem un sālsūdeni).

Vislielākais sugu skaits un daudzveidība tropu mežos (uz augšnes un epifīti).

Pteridopsida

PTERIDOPSIDA	EUSPORANGIATAE	Ophioglossales	<ul style="list-style-type: none"> • Senatnīgākās paparžaugu formas. • Sporangijs attīstās no šūnu grupas. • Sporangija sienu veido vairākas šūnu kārtas.
		Marattiales	
PTERIDOPSIDA	LEPTOSPORANGIATAE	Filicales	<ul style="list-style-type: none"> • Filoģenētiski jaunākas papardes. • Sporangijs attīstās no vienas šūnas. • Sporangija apvalku veido viena šūnu kārtā
		Marsileales	
		Salviniales	

Eusporangiatae (eisporangiāto paparžaugu apakšklase)

PTERIDOPSIDA	EUSPORANGIATAE	Ophioglossales
		Marattiales

Čūskmēlišu rinda

Eusporangiatae

PTERIDOPSIDA	EUSPORANGIATAE	Ophioglossales
		Marattiales

Maratiju rinda

Eusporangiatae

Ophiogloales (čūskmēlīšu rinda)



Ophioglossum pendulum

Gintis: 3

ķekarparades (*Botrychium*),
čūskmēlītes (*Ophioglossum*),
tārpvārpes (*Helminthostachys*)

Sugu skaits: 90 (6)

Ļoti primitīva paparzaugu grupa
(cēlusies no senākajām paleozoja
papardēm?).

Jūtami atšķiras no pārējiem
paparzveidīgajiem – samērā izolēta
augu grupa.

Eusporangiatae

Ophiogloales



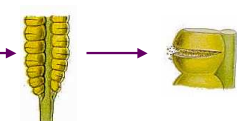
Parastā čūskmēlīte
Ophioglossum vulgatum



Daudzgadīgs **rizoms** (sakneņš), kas
katru gadu dot tikai vienu lapu.

Eusporangiatae

Ophiogloales



Sinangijs

Sporangijs

Auglīgais segments ir cilindrisks.

Sporangiji uz tā novietoti 2 rindās, veidojot
nelielu vārpeveida sastatu.

Tie ir nedaudz iegrimuši vārpiņas asī un ar
sāniem saauguši sāinangijā.

Eusporangiatae

Ophiogloales



Pusmēness ķekarparade *Botrychium lunaria*

Auglīgais segments plūksnaini
zarains.

Sporangiji ar īsiem kātiņiem
piestiprināti pie zariņu sāniem
un arī galotnē.

Latvijā 5 sugas.

Eusporangiatae

Ophiogloales



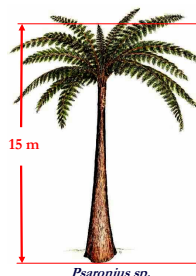
Tārpvārpe
Helminthostachys zeylanica

Auglīgais zars ir vienkāršs un garš.

Sporangiji sēdoši vai gandrīz sēdoši,
novietoti visapkārt sastata asij –
atgādina tārpū.

Eusporangiatae

Marattiales (maratiju rinda)



Psaronius sp.

Gintis: 7

Sugu skaits: ~200 (0)

Pirmatnēja, g.k. karbonā un permā
izplatīta augu grupa (dominējošs
elements).

Kolonveida stumbri, milzīgas,
plūksnainas lapas.

Akmeņogļu nogulumos visos
kontinentos.

Mūsdienās g.k. aug tikai tropos.

Eusporangiatae

Marattiales




Marattia sp.

Marattia ģintī sporangiji ir novietoti gar sānu dzīslām tuvāk lapas malai un saauguši lineāros sinangijos.

Leptosporangiatae (leptosporangiāto paparžaugu apakšklase)

PTERIDOPSISIDA

LEPTOSPORANGIATAE	Filicales
	Marsileales
	Salviniales




Paparžu rinda

Leptosporangiatae

PTERIDOPSISIDA

LEPTOSPORANGIATAE	Filicales
	Marsileales
	Salviniales




Marsileju rinda

Leptosporangiatae

PTERIDOPSISIDA

LEPTOSPORANGIATAE	Filicales
	Marsileales
	Salviniales



Salviniju rinda

Leptosporangiatae

Filicales (paparžu rinda) **Sugu skaits: >9500 (~20)**

Vairums tagadējo paparžveidīgo klases pārstāvju.

Ļoti lielā formu daudzveidībā ir sastopamas visā pasaulē.


Stumbrs nav zarots vai vāji zarots.

Parasti lakstaugi, bet ir arī kokveida papardes (tropos).




Leptosporangiatae

Filicales



Trichomanes reniforme



Cyathea cooperi

Leptosporangiatae

Filicales



Raksturīgs ir **rozoms**.

Ērgļpapedēm tas var izaugt 40m garš un sasniegt 70 gadu vecumu.

Parastā ērgļpapede *Pteridium aquilinum*

Leptosporangiatae

Filicales



Raksturīgas lielas lapas.

Sporofili parasti maz atšķiras no **trofofiliem**, bieži vien apvienojot gan fotosintēzes, gan reprodukcijas f-jas.

Sporangiji ir lapu apakšpusē.


Atšķirībā no *Ophioglossales* un *Marattiales* (vairāki tūkstoši sporu), katrā sporangijā veidojas 64 sporas.

Parastā saldsaknīte *Polypodium vulgare*

Leptosporangiatae

Filicales

Tālākās evolūcijas gaitā ir izveidojušās īpašas sporangiju kopas – **sori**.



Lapas plātne

Sporangija kātiņš

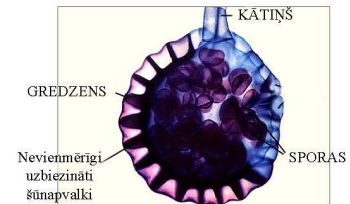
Sporangiji

Indūzijs

Leptosporangiatae

Filicales

Papardes sporangiji



KĀTIŅŠ

SPORAS

GREZDENS

Nevienmērīgi uzbiezināti šūnarpvalki

Leptosporangiatae

Filicales



Plūvura jeb indūzija nav.

Parastā saldsaknīte *Polypodium vulgare*

Leptosporangiatae

Filicales



Plūvura jeb indūzija nav.

Plūksnainā plūksnpapede *Phegopteris connectilis*

Leptosporangiatae


Filicales



Dzelozainā ozolpāparde
Dryopteris carthusiana

Leptosporangiatae

Filicales



Sekstainā ozolpāparde *Dryopteris cristata*

Leptosporangiatae

Filicales



Melnā ozolpāparde
Dryopteris filix-mas

Leptosporangiatae

Filicales



Mūra sīkparade
Asplenium ruta-muraria

Sori ir lineāri vai iegareni ar plīvuru.
Plīvurs sora malā.

Leptosporangiatae

Filicales



Plūksnu sīkparade
Asplenium trichomanes

Plīvurs sora malā.

Leptosporangiatae

Filicales



Vārpu ēņparade
Blechnum spicant

Sori lineāri, saplūsti un novietoti
paralēli vidusdzielai.

Leptosporangiatae

Filicales




Parastā ērgļpārde
Pteridium aquilinum

Sori nepārtrauktā līnijā gar plātnes malu.
Plīvurs ir divkārsš.

Leptosporangiatae

Marsileales (marsileju rinda)

Gintis: 3
Marsilea, Pilularia, Regnelidium



Marsilea hirsuta

Heterospori purva augi un
ūdensaugi.

Leptosporangiatae

Marsileales



Marsilea angustifolia

Marsilea ir viena no parastākajām
ūdens purva ģintīm.

Izplatīta siltajos reģionos, it īpaši
Austrālijā un D-Āfrikā.

Nelieli, ar tievu saknēni, no kura
mezgliem atiet saknes.

Lapas ar gariem kātiem, kam galā
4 lapiņas, kas uz nakti sakļaujas.

Leptosporangiatae

Marsileales



Regnelidium diphyllum

Tikai **1** suga.

Sastopama Brazīlijas D.

Lapām tikai 2 lapiņas.

Leptosporangiatae

Marsileales



Pilularia globulifera

Pilulāriju ģintī **6** sugas.

Sastopamas Eiropā un Z-Āfrikā.

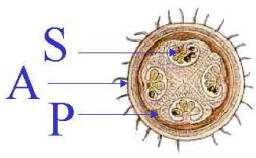
Lapas ir lineāras, gandrīz
ilnveida.

Jauno lapu galli ieritināti.

Lodaugļu pilulārija kādreiz
augusi Latvijā (areāla A robeža).

Leptosporangiatae

Marsileales



Pilulārijas sporokarpijs

Sporas attīstās mikro- un
megasporangijos, kas apkopoti
soros (S).

Katru soru apņem plīvurs (P).

Sori ir ieslēgti slēgtā tvertnē –
sporokarpijā, kuru ietver
apvalks (A).

Leptosporangiatae

Marsileales



Lodaugļu pilulārijas *Ptilularia globulifera* sporokarpiji

Jaunie sporokarpiji ir mīksti un zaļi, bet nobriestot – sieniņa brūnē, kļūst bieza un ļoti cieta, atgādinot mazus riekstiņus.

Mikrosporangijā attīstās 64 mikrosporas, bet megasporangijā – viena liela megaspora.

Leptosporangiatae

Salviniales (salviniju rinda)



Salvinia molesta

Gintis: 1
Sugu skaits: 8 (0)

Tropos un abu pusložu mērenajā joslā.

Brīvi peldoša ūdens paparde bez saknēm.

Stumbrs guļošs, 10-15cm garš.

Lapas pa 3 mieturos – 2 peldošas un 1 zemūdens.



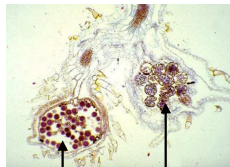
Leptosporangiatae

Salviniales



Salvinia molesta sporokarpiji

Mikro- un megasporangiji ir atsevišķos soros.



Mikro-

Mega-

Leptosporangiatae

Salviniales



PTERIDOPHYTA: izosporas → heterosporas

BRYCOPHYTA: visas sporas vienādas

PSILOTOPSIDA

Ophioglossales

EQUISETOPSIDA

Marattiales

Lycopodiales

Filicales

Selaginellales

Marsileales

Isoëtales

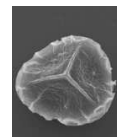
Salviniales

HETEROSPORAS

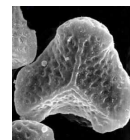
Sporas



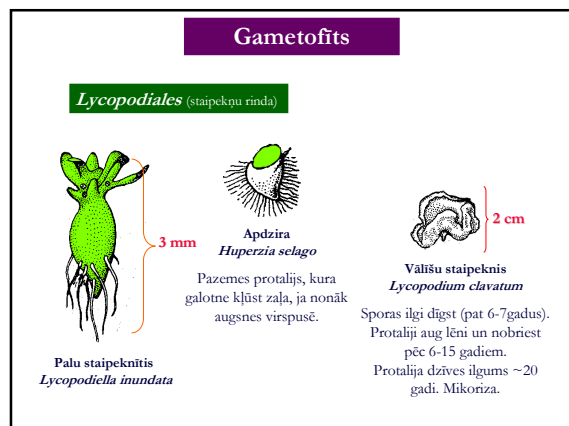
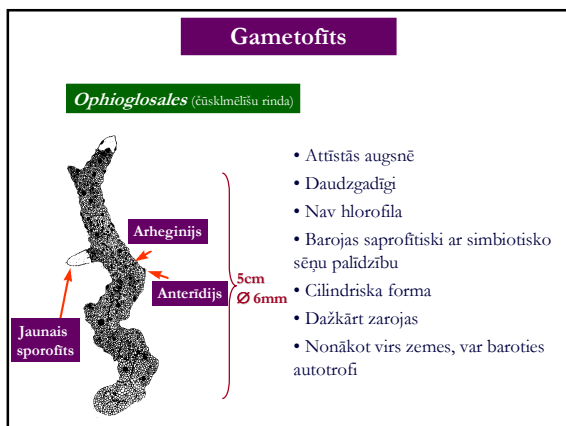
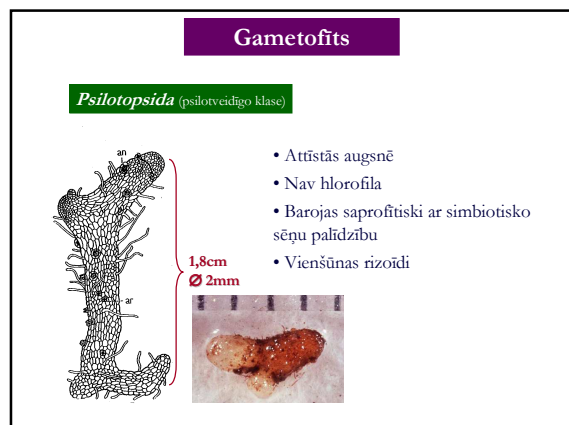
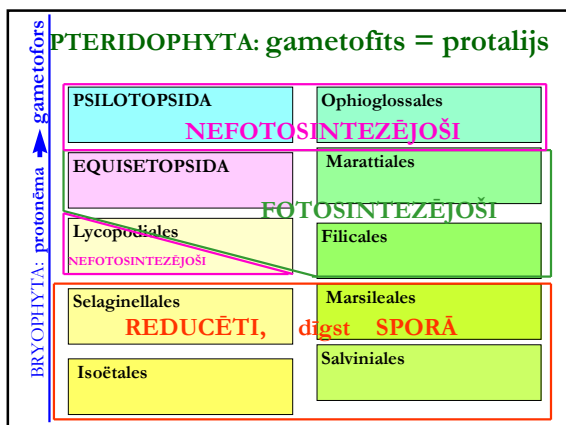
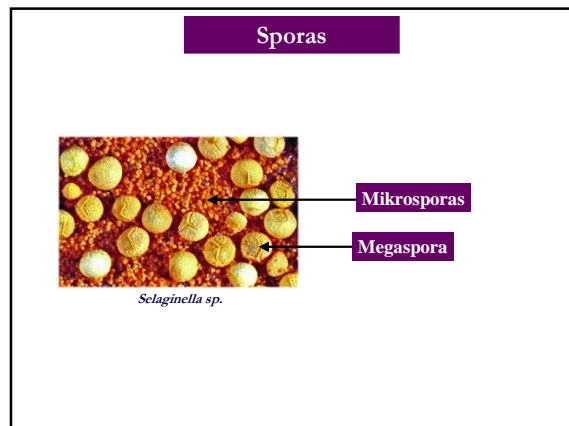
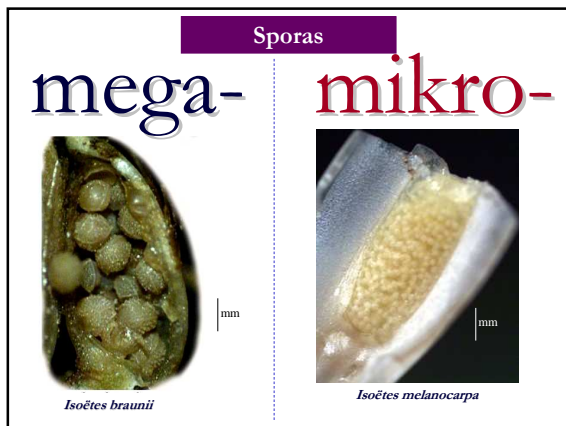
Kailais psilots
Psilotum nudum



Gada stāpeknis
Lycopodium annotinum

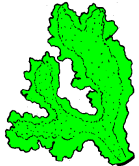


Apdzira
Huperzia selago



Gametofīts

Marattiales (maratiju rinda)



3 cm

- Masīvs
- Atgādina aknu sūnu
- Attīstās uz augsnes
- Satur hlorofilu
- Daudzgadīgs
- Gametangiji iegremdēti laponī
- Sibioze ar mikorizas sēni

Gametofīts

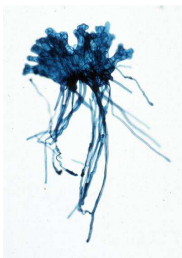
Filicales (papažu rinda)



- Pavedienvēda protonēma → protalijs
- Sirdsveida plātnīte
- Satur hlorofilu
- Protalijs centrā attīstās gametangiji
- Gametangiji izvīzīti uz āru

Gametofīts

Equisetopsida (kūlāpjuveidīgo klase)



- Neliels (Ø līdz 8mm), daivains
- Neatkarīgi dzīvojošs
- Satur hlorofilu

Gametofīts

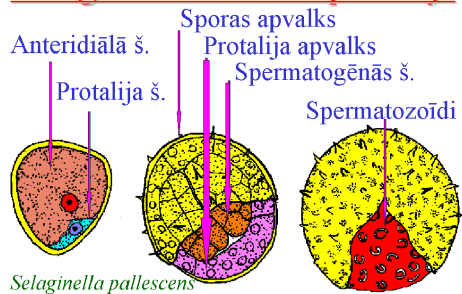
Isoëtales
Selaginellales
Marsileales
Saviniales

Heterosporo papažaugu gametofīti:

1. Nefotosintezē.
2. Gametofītu redukcija.
3. Saglabā sporas (iepriekšējās paaudzes) apvalku.

Gametofīts

Selaginellales mikroprotalijs



Gametofīts

Selaginellales megaprotalijs

