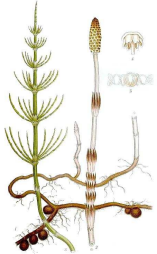


**NODALĪJUMI**



**2. PAPANŽAUGU**  
*Pteridophyta*  
*pterón*

1. Vispārējais raksturojums



2. Sporofiti un sporangiji

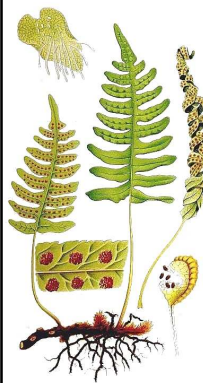
3. Sporas

4. Gametofīti

5. Spermatozoīdi



1. Vispārējais  
raksturojums



**Korma augi**  
(īsti vadaudi, īstas lapas un īstas saknes)

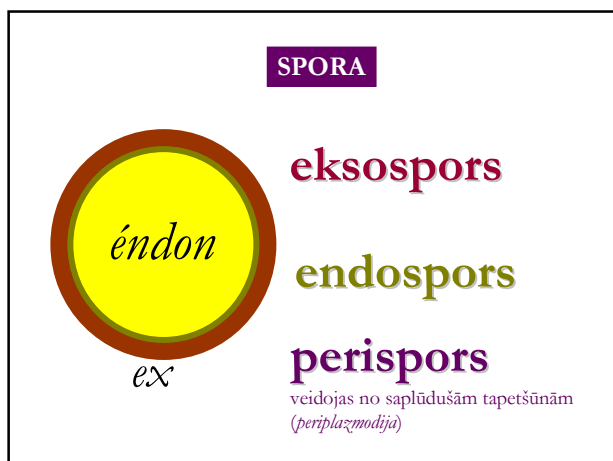
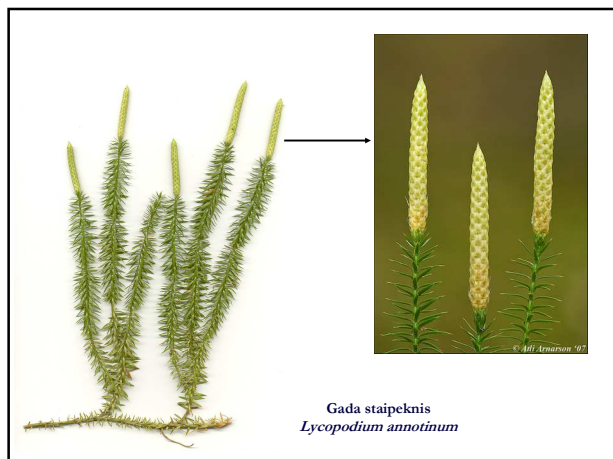
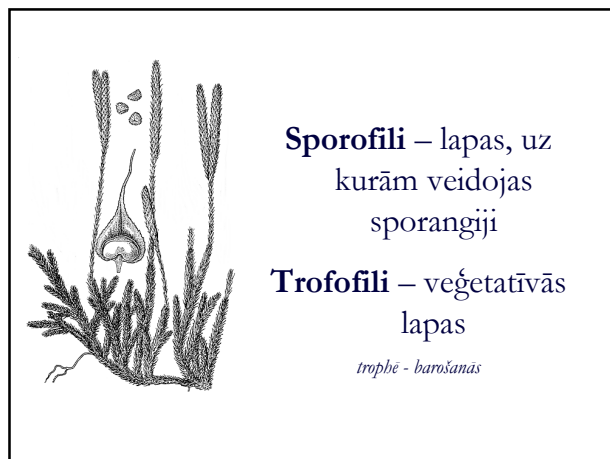
**Dominē sporofīts**



Bezdzimumiski  
vairojas ar sporām

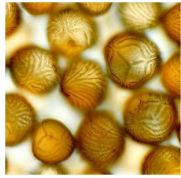


*Bryophyta + Pteridophyta = embriofītie sporaugi*



## SPORA

Izosporie paparžaugi



Heterosporie paparžaugi

Lielākas, ar rezerves barības vielām bagātas  
**MEGASPORAS** jeb **MAKROSPORAS**  
(MEGASPORANGIJOS).

Sīkākas – **MIKROSPORAS**  
(MIKROSPORANGIJOS)

## Gametofīts ir protalijs ( $n$ )

Tas ir lapaņveida. Dzīvo tikai dažas nedēļas.

## Pteridophyta



Spora → Protalijs

*Paparžu rindai Filicales ir protonēma*

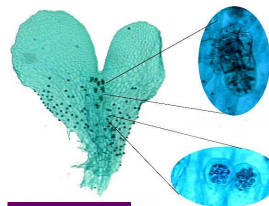
## Bryophyta



Spora → Protonēma

Gametofīts

## Protalijs



**Arhegonijs**  
(sievīškais gametangijs)

Līdzīgi sūnaugiem

**Anteridijs**  
(vīrišķais gametangijs)

**Protalijs**  
(gametofīts)

Kā sūnaugiem var būt gan viennāju, gan divmāju.

Izosporajiem paparžaugiem – viennājas protalijs.

Heterosporajiem paparžaugiem – divmāju protalijs.

## Pteridophyta



Spermatozoīdi  
**daudzvicu**

## Bryophyta



Spermatozoīdi  
**divvicu**

## Protalijs



No zigotas bez miera perioda attīstās embrijs ( $2n$ ), ko sākumā baro protalijs.

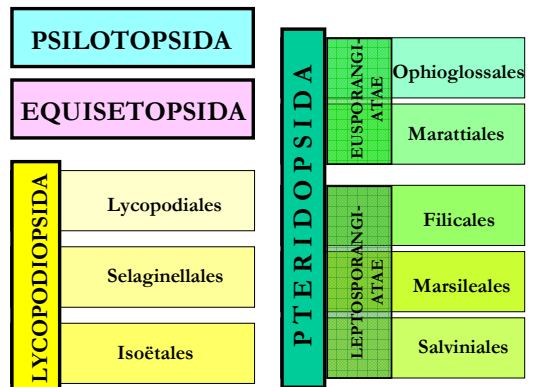
Kad dīgļis pietiekoši attīstījies, protalijs atmirst.

## Pteridophyta



Mūsdienās  
~6000...10000

## Pteridophyta



## Psilotopsida (psilotveidīgo klase)

Neliela klase ar senu izceļšanos.

2 ģintis, katrā no tām ir 2 sugas

### Psilotu (*Psilotum*) ģints

*Psilotum nudum*, *P. flaccidum*

### Tmesipteru (*Tmesipteris*) ģints

*Tmesipteris tannensis*, *T. viellardii*

Epifīti vai saprofīti uz trūdaines augsnes klinšu spraugās.

## Psilotopsida



*Psilotum nudum*

Stumbri līdz 1m, dihotomi zaroti.

Stāvās virszemes daļas klāj **zviņņveida 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. rizomoīds

Nav sakņu (pat embrijiem nav sakņu aizmetņu).

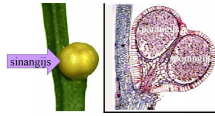
Līdz 1m garš rizomoīds, ko klāj rizoīdi, kas sastāv no 1-3 šūnām.

Endotrofa mikorīza.

### Psilotopsida



*Psilotum nudum*

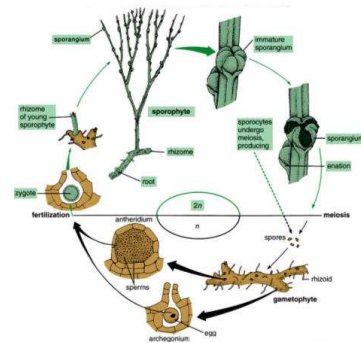


Sporangiji saauguši pa vairākiem kopā, veidojot sinangijus.

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

*Tmesipteris* sinangiji (2 sporangiji) atrodas lapu padusēs.

### Psilotopsida



### Lycopodiopsida (staipekņveidīgo klase)

~1000 sugu

LYCOPODIOPSIDA	Lycopodiales
	Selaginellales
	Isoëtales



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 ceruum*

Vairums ir tropu augi (epifīti), mērenās joslās mežos aug pieplakušās zemei.

Mūsdienās parasti nelieli, mūžzaļi lakstaugi.

## Lycopodiopsida

Lycopodiales

Vairumam lapas sakārtotas spirāliski.



spirāliski

Vālišu staipekņis  
*Lycopodium clavatum*



pretējas, pa pāriem krusteniskas

Trejvārpu plakanstaipekņis  
*Diphasiastrum tristachyum*

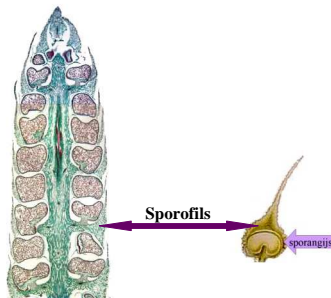
## Lycopodiopsida

Lycopodiales

Strobils – īpašs vārņveida sporofilu sastats.



Gada staipekņis  
*Lycopodium annotinum*



Sporofils

sporangium

## Lycopodiopsida

Lycopodiales

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



Apdzira *Huperzia selago*



## Lycopodiopsida

Lycopodiales



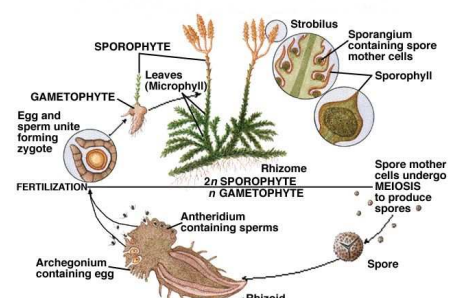
Strobilos sakārtoti sporofili pēc krāsas neatšķiras no trofofilēm.

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

Palu staipekņis *Lycopodiella inundata*

## Lycopodiopsida

Lycopodiales



## 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.

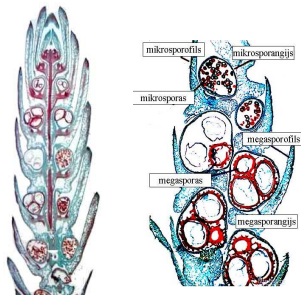
## Lycopodiopsida

### Selaginellales

Strobils – īpašs vārpeveida sporofilu sastats.



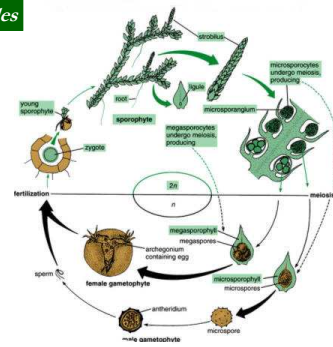
*Selaginella selaginoides*



Heterospori

## Lycopodiopsida

### Selaginellales



## Lycopodiopsida

### Selaginellales



*Selaginella martensii*



*Selaginella kraussiana*

## Lycopodiopsida

### Isoëtales (ezerēņu rinda)

Gints: **6**  
Sugu skaits: **60 (2)**



Gludsporu ezerene *Isoetes lacustris*

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

*Stylites sp.* (2 sugas) konstatētas 1957. gadā Andos (Peru). Purva augi bez atvārsnītēm un CO<sub>2</sub> uzņem caur saknēm.

## Lycopodiopsida

### Isoētales



Gludsporu ezerene  
*Isoetes lacustris*

Stipri saīsināta centrālā ass.  
Lapains stublājs. Lapas līnveida.  
Rizoforam raksturīgs kambijs, kas saknēnī attīsta sekundāros audus un no tā atiet piesaknes.  
Barības vielas uzkrājas stublājā un rizoforā.

## Lycopodiopsida

### Isoētales

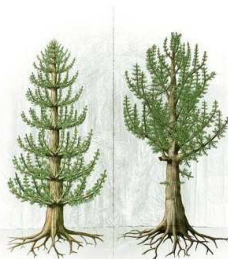


Sporangijs

Katra lapa ir potenciāls sporofils, pie kura var atrasties sporangijs.  
Sporangiji (4-7mm) vislielākie mūsdienu augu valstī.  
Uz rozetes ārējām lapām veidojas megasporangiji, tālāk seko mikrosporofili, rozetes vidū – sterilas lapas.

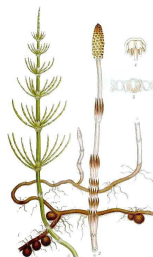
## Equisetopsida (ķīļlapjveidīgo klase)

Gints: **1**  
Sugu skaits: **32 (11)**



Devona perioda beigās liela daudzveidība.  
Kokveida formas.

## Equisetopsida (ķīļlapjveidīgo klase)



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

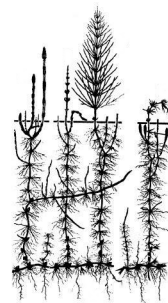


Lielā kosa  
*Equisetum telmateia*  
Latvija, 0,6-1,5m, Ø 1-1,5cm

## Equisetopsida



Sakneņi



2 sakņu veidi – horizontālie un vertikālie



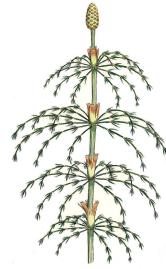
**Equisetopsida**

Mezglis



Viens stubra posms

**Equisetopsida**



Meža kosa  
*Equisetum sylvaticum*



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

**Equisetopsida**



Ziemzaļā kosa  
*Equisetum hyemale*



Purva kosa  
*Equisetum palustre*

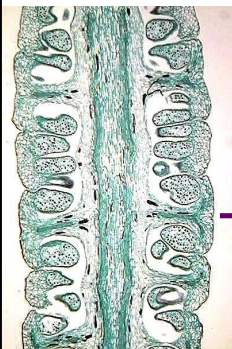
**Equisetopsida**



Tiruma kosas *Equisetum arvense* strobils

**Equisetopsida**

Sporangiofori sakārtoti strobilā



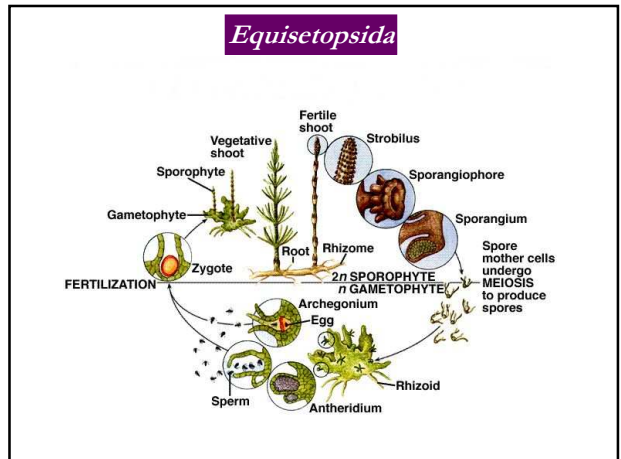
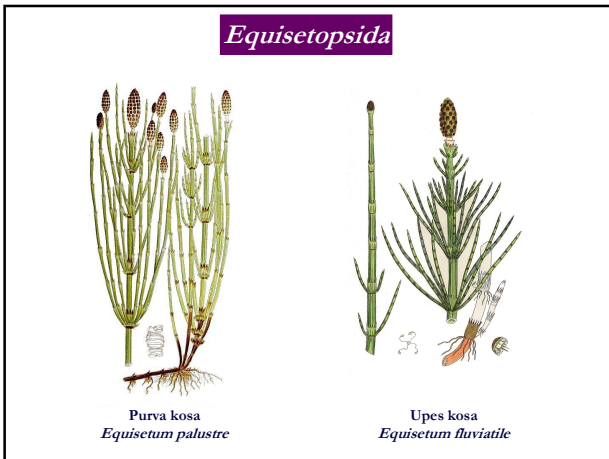
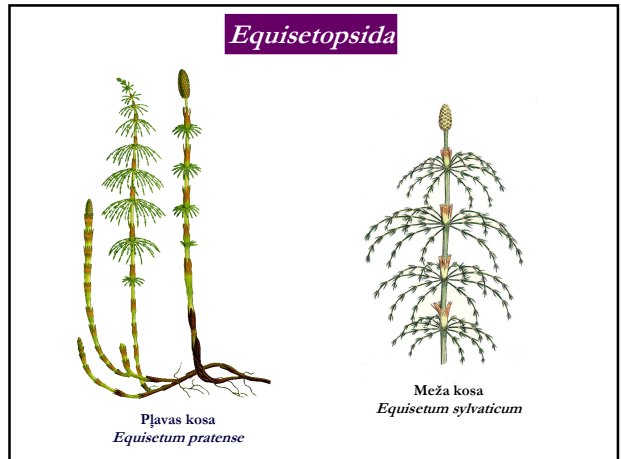
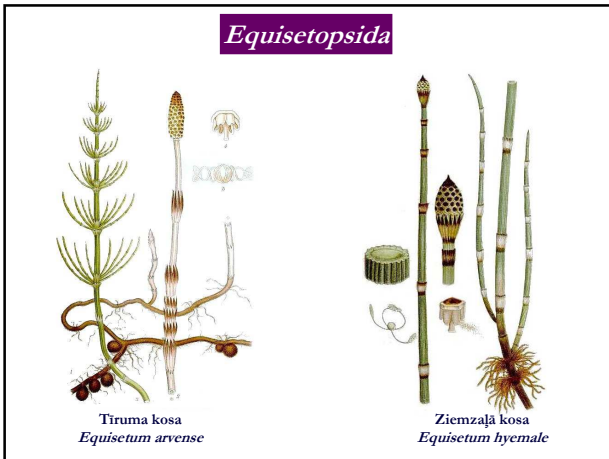
Sporangijs (sporas)



Sporangiofors

**Equisetopsida**





**Pteridopsida** (paparžveidīgo klase)

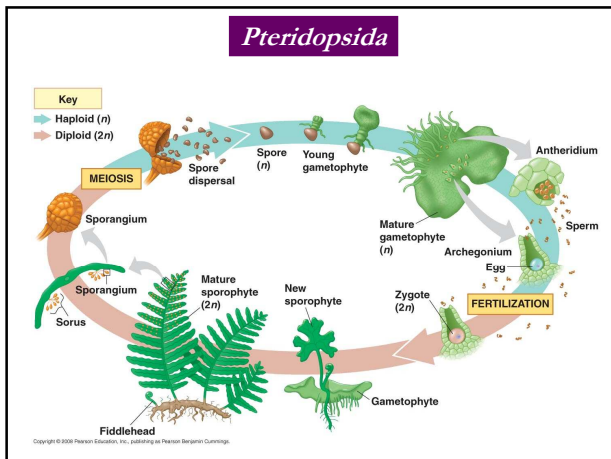
Sugu skaits: **10000 (~30)**

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

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

**Pteridopsida**

<b>P T E R I D O P S I D A</b>	EUSPORANGIATAE	Ophioglossales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senatnīgākās paparžaugu formas.</li> <li>• Sporangijs attīstās no šūnu grupas.</li> <li>• Sporangija apvalku veido vairākas šūnu kārtas.</li> </ul>
		Marattiales	
<b>P T E R I D O P S I D A</b>	LEPTOSPORANGIATAE	Filicales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filoģenētiski jaunākas papardes.</li> <li>• Sporangijs attīstās no vienas šūnas.</li> <li>• Sporangija apvalku veido viena šūnu kārtā</li> </ul>
		Marsileales	
		Salviniales	



### Eusporangiatae (eisporangiāto paparžaugu apakšklase)

PTERIDOPSIDA	EUSPORANGIATAE	Ophioglossales
	EUSPORANGIATAE	Marattiales

Čūskmēlīšu rinda

### Eusporangiatae

PTERIDOPSIDA	EUSPORANGIATAE	Ophioglossales
	EUSPORANGIATAE	Marattiales

Maratiju rinda

### Eusporangiatae

**Ophioglossales** (čūskmēlīšu rinda)

**Gintis: 3**  
 ķekarpapardes (*Botrychium*),  
 čūskmēlītes (*Ophioglossum*),  
 tārpvārpes (*Helminthostachys*)

**Sugu skaits: 90 (6)**

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

Jūtami atšķiras no pārējiem paparžveidīgajiem – samērā izolēta augu grupa.

*Ophioglossum pendulum*

### Eusporangiatae

**Ophioglossales**

Lapas fertīlā daļa  
 Lapas sterīlā daļa  
 Rizoms

Parastā čūskmēlīte  
*Ophioglossum vulgatum*

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

### Eusporangiatae

**Ophioglossales**

Sinangijs → Sporangijs

Auglīgais segments ir cilindrisks.  
 Sporangiji uz tā novietoti 2 rindās, veidojot nelielu vārpeida sastatu.  
 Tie ir nedaudz iegrimuši vārpiņas asī ar sāniem saauguši sinangijā.

## Eusporangiatae

### Ophioglossales



Auglīgais segments plūksnaini zarains.

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

Latvijā 5 sugas.

Pusmēness ķekarparade *Botrychium lunaria*

## Eusporangiatae

### Ophioglossales



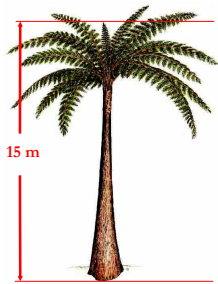
Auglīgais zars ir vienkāršs un garš.

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

Tārpvārpe  
*Helminthostachys zeylanica*

## 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

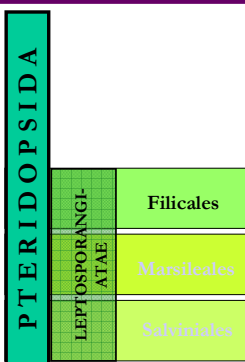
### Marattiales



*Marattia sp.*

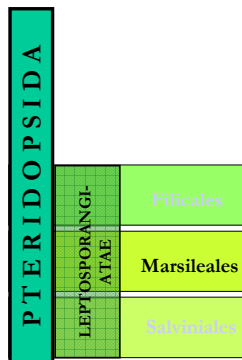
*Marattia* ģintī sporangiji ir novietoti gar sānu dzīslām tuvāk lapas malai un saauguši lineāros sinangijos.

## Leptosporangiatae (leptosporangiāto paparžaugu apakšklase)



Paparžu rinda

## Leptosporangiatae




Marsileju rinda

**Leptosporangiatae**

PTERIDOPSISIDA

LEPTOSPORANGIATAE	Filicales
MARSILEALES	Marsileales
SALVINIALES	Salviniales



Salvīniju 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 **rizoms**.

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



Parastā ērglpaparde *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.

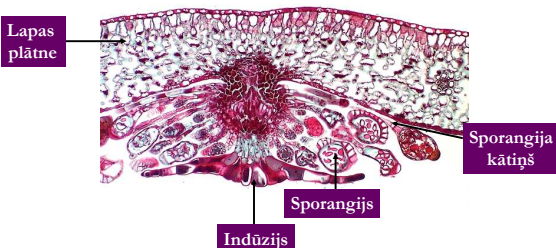


Parastā saldskānīte  
*Polypodium vulgare*

**Leptosporangiatae**

Filicales

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



Lapas plātne

Sporangija kātiņš

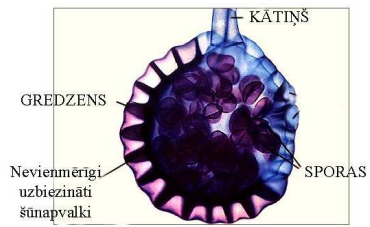
Sporangijs

Indūzijs

## Leptosporangiatae

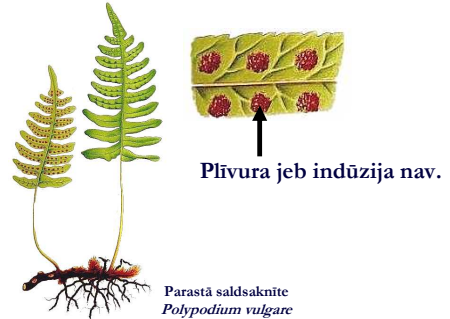
Filicales

Papardes sporangijs



## Leptosporangiatae

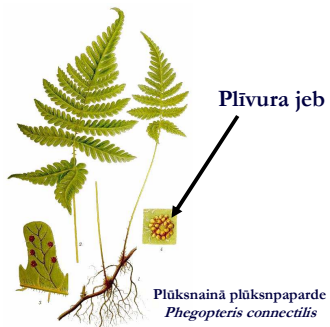
Filicales



## Leptosporangiatae

Filicales

Plivura jeb indūzija nav.



## Leptosporangiatae

Filicales



## Leptosporangiatae

Filicales



## Leptosporangiatae

Filicales



**Leptosporangiatae**

**Filicales**



Mūra sikpārde  
*Asplenium ruta-muraria*



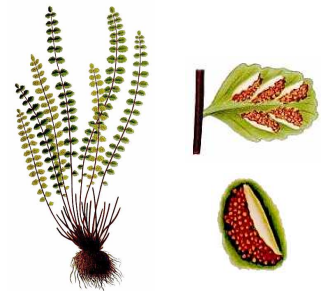
Sori ir lineāri vai iegareni ar plīvuru.  
Plīvurs sora malā.

**Leptosporangiatae**

**Filicales**



Plūksnu sikpārde  
*Asplenium trichomanes*



Plīvurs sora malā.

**Leptosporangiatae**

**Filicales**



Vārpu ērpapārde  
*Blechnum spicant*



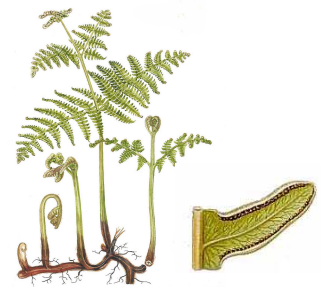
Sori lineāri, saplūst un novietoti  
paralēli vidusdzīslai.

**Leptosporangiatae**

**Filicales**



Parastā ērglpārde  
*Pteridium aquilinum*



Sori nepārtrauktā līnijā gar plātnes malu.  
Plīvurs ir divkārsšs.

**Leptosporangiatae**

**Marsileales** (marsileju rinda)

**Gintis: 3**  
*Marsilea, Pilularia, Regnellidium*



*Marsilea hirsuta*

Heterospori purva augi un  
ūdensaugi.

**Leptosporangiatae**

**Marsileales**



*Marsilea angustifolia*

*Marsilea* ir viena no parastākajām  
ūdens paparžu ģintīm.

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

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

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

## Leptosporangiatae

### Marsileales



Divlapu regnelīdija  
*Regnellidium diphyllum*

Tikai **1** suga.  
Sastopama Brazīlijas D.  
Lapām tikai 2 lapiņas.

## Leptosporangiatae

### Marsileales

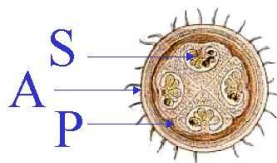


Lodaugļu pilulārija  
*Pilularia globulifera*

Pilulāriju ģintī **6** sugas.  
Sastopamas Eiropā un Z.-Āfrikā.  
Lapas ir lineāras, gandrīz īlenveida.  
Jauno lapu galli ieritināti.  
Lodaugļu pilulārija kādreiz augusi Latvijā (areāla A robeža).

## Leptosporangiatae

### Marsileales



Pilulārijas sporokarpījs

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 *Pilularia globulifera* sporokarpīji

Jaunie sporokarpīji ir mīksti un zaļi, bet nobriestot – sieniņa brūnē, kļūst bieža un ļoti cieta, atgādinot mazus riekstiņus.  
Mikrosporangijā attīstās 64 mikrosporas, bet megasporangijā – viena liela megaspore.

## Leptosporangiatae

### Salviniales (salvīniju rinda)



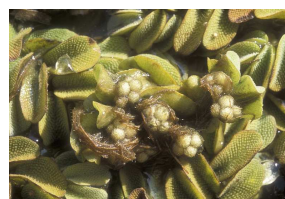
*Salvinia molesta*



**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.

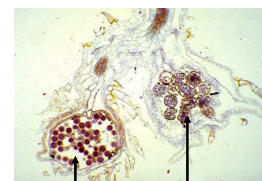
## Leptosporangiatae

### Salviniales



*Salvinia molesta* sporokarpīji

Mikro- un megasporangiji ir atsevišķos soros.



Mikro-

Mega-

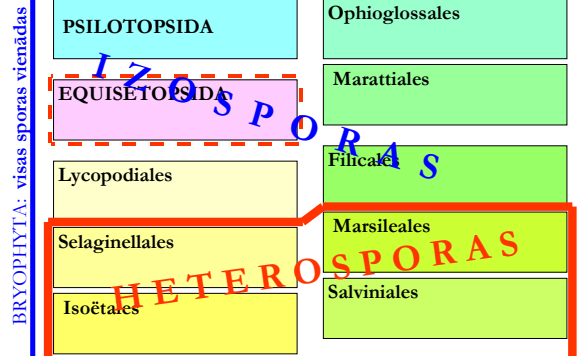


**Leptosporangiateae**

**Salviniales**



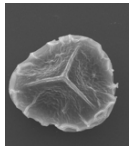
**PTERIDOPHYTA: izosporas → heterosporas**



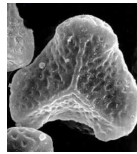
**Sporas**



Kailais psilots  
*Psilotum nudum*



Gada staipekņis  
*Lycopodium annotinum*



Apdzira  
*Huperzia selago*

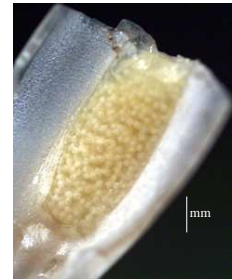
**Sporas**

mega-



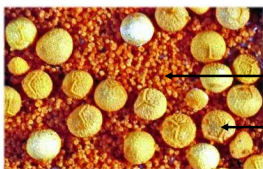
*Isoetes braunii*

mikro-



*Isoetes melanocarpa*

**Sporas**

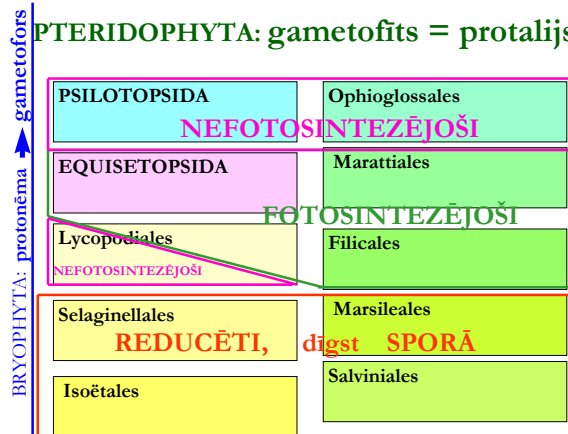


Mikrosporas

Megaspora

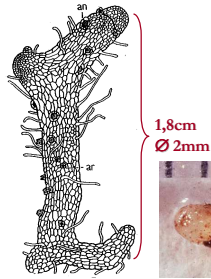
*Selaginella sp.*

**PTERIDOPHYTA: gametofīts = protalijs**



## Gametofīts

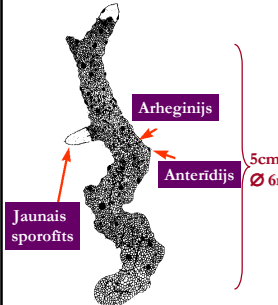
### *Psilotopsida* (psilotveidīgo klase)



- Attīstās augsnē
- Nav hlorofila
- Barojas saprofitiski ar simbiotisko sēņu palīdzību
- Vienšūnas rizoīdi

## Gametofīts

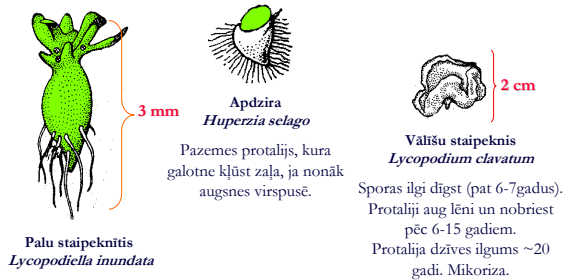
### *Ophioglossales* (čūskmelišu rinda)



- Attīstās augsnē
- Daudzgadīgi
- Nav hlorofila
- Barojas saprofitiski ar simbiotisko sēņu palīdzību
- Cilindriska forma
- Dažkārt zarojas
- Nonākot virs zemes, var baroties autotrofi

## Gametofīts

### *Lycopodiales* (staipekņu rinda)



Palu staipekņītis  
*Lycopodiella inundata*

Apdzīra  
*Huperzia selago*

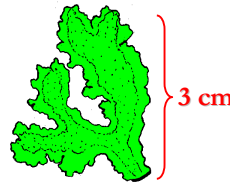
Pazemes protalījs, kura galotne kļūst zaļa, ja nonāk augsnes virspusē.

Vālišu staipekņis  
*Lycopodium clavatum*

Sporas ilgi dīgst (pat 6-7 gadus). Protaliji aug lēni un nobriest pēc 6-15 gadiem. Protalija dzīves ilgums ~20 gadi. Mikoriza.

## Gametofīts

### *Marattiales* (maratiņu rinda)



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

## Gametofīts

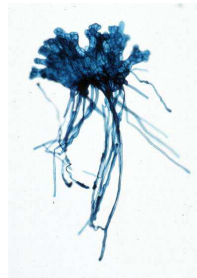
### *Filicales* (paparžu rinda)



- Pavediņveida protonēma → protalījs
- Sirdsveida plātnīte
- Satur hlorofilu
- Protalija centrā attīstās gametangiji
- Gametangiji izvirzīti uz āru

## Gametofīts

### *Equisetopsida* (ķīllapveidīgo klase)



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

**Gametofīts**

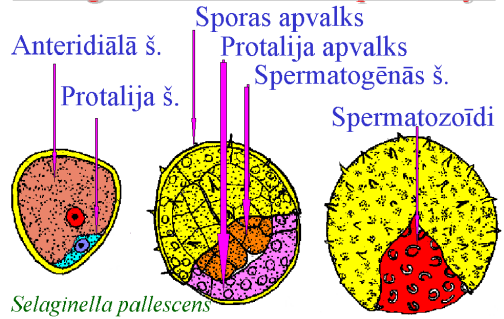
*Isoëtales*  
*Selaginellales*  
*Marsileales*  
*Salviniales*

Heterosporo paparžaugu gametofīti:

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

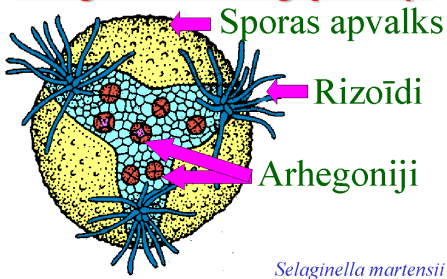
**Gametofīts**

**Selaginellales mikroprotalijs**



**Gametofīts**

**Selaginellales megaprotalijs**



**PTERIDOPHYTA: spermatozoīdi**

BRYOPHYTA: spermatozoīdi ir divvīcu

PSILOTOPSIDA

Ophioglossales

EQUISETOPSIDA

Marattiales

Lycopodiales

Filicales

Selaginellales

Marsileales

Isoëtales

Salviniales

DAUDZVĪCU