

Golosjemenjače (Gymnospermae)

Podrazredi *Ginkgooidae*, *Cycadidae*, *Pinidae* i *Gnetidae*



Udžbenik: 267-284

Udžbenik (porodice s praktikuma): 285-332

Morfologija bilja – odgovarajući dijelovi za obnavljanje gradiva iz morfologije (osobito građa sjemenih zametaka i homologije)

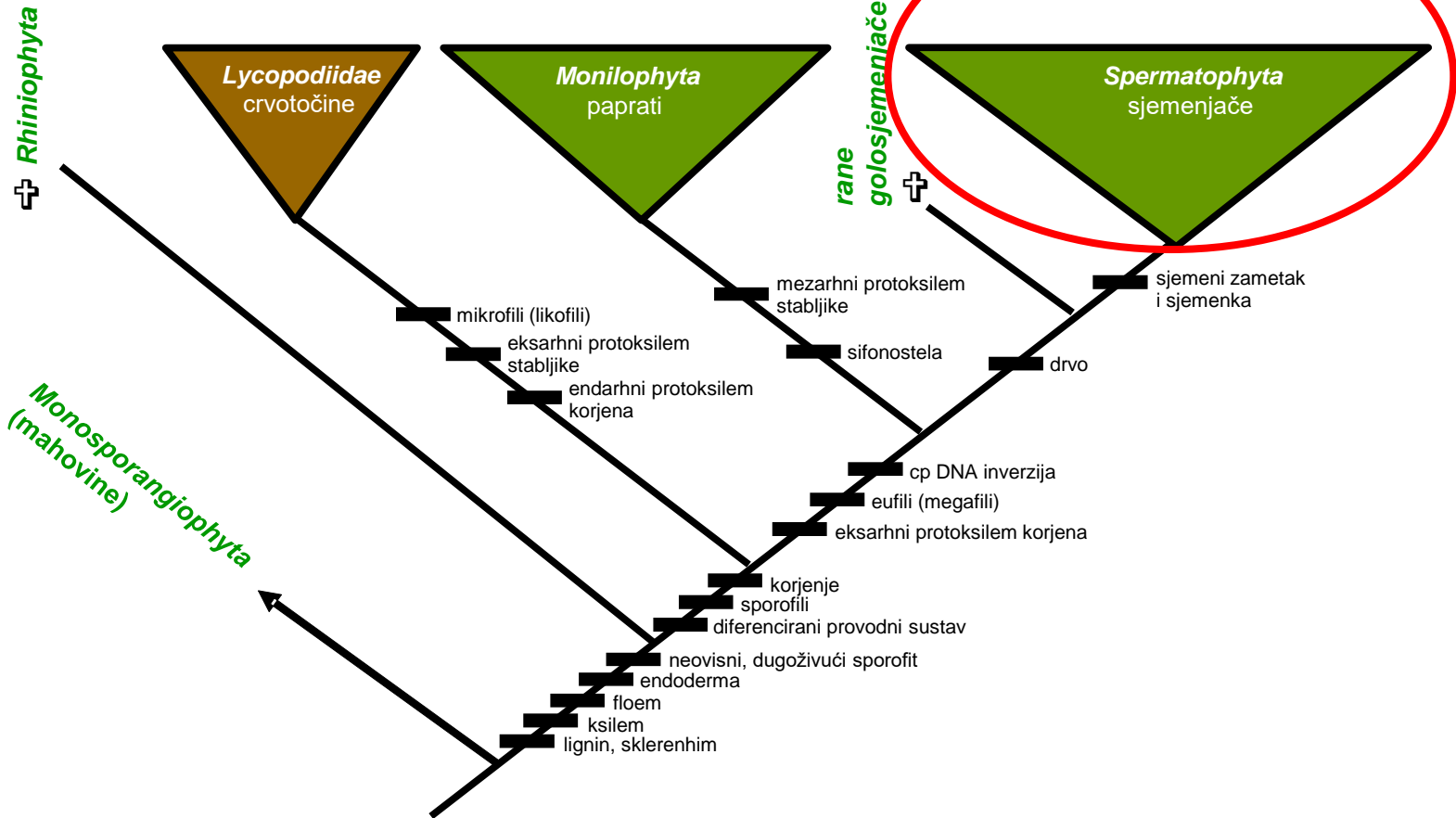
Polysporangiophyta

Tracheophyta, vaskularne biljke

Euphyllophyta, biljke s "pravim" listovima

tradicionalne papratnjače, *Pteridophyta s. l.*

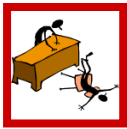
Lignophyta, drvenaste biljke



Gymnospermae

Srodstveni odnosi I

Razred	Br.	Podrazred	str.	Neformalne kategorije i narodni nazivi							
Equisetopsida	1	<i>Anthocerotidae</i>	187	antocerotale	nevasikularne biljke, mahovine (<i>Bryophyta</i>), monosporangiofiti (<i>Monosporangiophyta</i>) (str. 183)						
	2	<i>Bryidae</i>	190	prave mahovine							
	3	<i>Marchantiidae</i>	197	jetrenjarke							
	4	<i>Lycopodiidae</i>	215	crvotočine	vaskularne biljke (<i>Tracheophyta</i>), polisporangiofiti (<i>Polysporangiophyta</i>), stablašice ili kormofiti (<i>Cormobionta</i>)	kopnene biljke, embriofiti (<i>Embriophyta</i>)	mikrofilne biljke, likofita (<i>Lycophyta</i>)			arhegoniate (biljke s diferenciranim arhegonijem)	
	5	<i>Equisetidae</i>	241	preslice			debelostijene paprati (<i>Eusporangiatae</i>)	paprati (<i>Monilophyta</i>), paprati u užem smislu (str. 233)			paprati u širem smislu
	6	<i>Marattiidae</i>	246	maratide			tankostijene paprati (<i>Leptosporangiatae</i>)				
	7	<i>Psilotidae</i> (incl. <i>Ophyoglossidae</i>)	237	psilotumi				pravolisne biljke (<i>Euphyllophyta</i>)	cvjetnice (<i>Anthophyta</i>)		
	8	<i>Polypodiidae</i>	247	osladi							
	9	<i>Ginkgoidae</i>	285	ginko			golosjemenjače (<i>Gymnospermae</i>) (str. 279)				sjemenjače (<i>Spermatophyta</i>), drvenaste biljke (<i>Lignophyta</i>) (str. 263)
	10	<i>Cycadidae</i>	290	cikasi			kritosjemenjače (<i>Angiospermae</i>)				
	11	<i>Pinidae</i>	298	borovi							
	12	<i>Gnetidae</i>	321	gnetumi							
	13	<i>Magnoliidae</i>	333	kritosjemenjače							

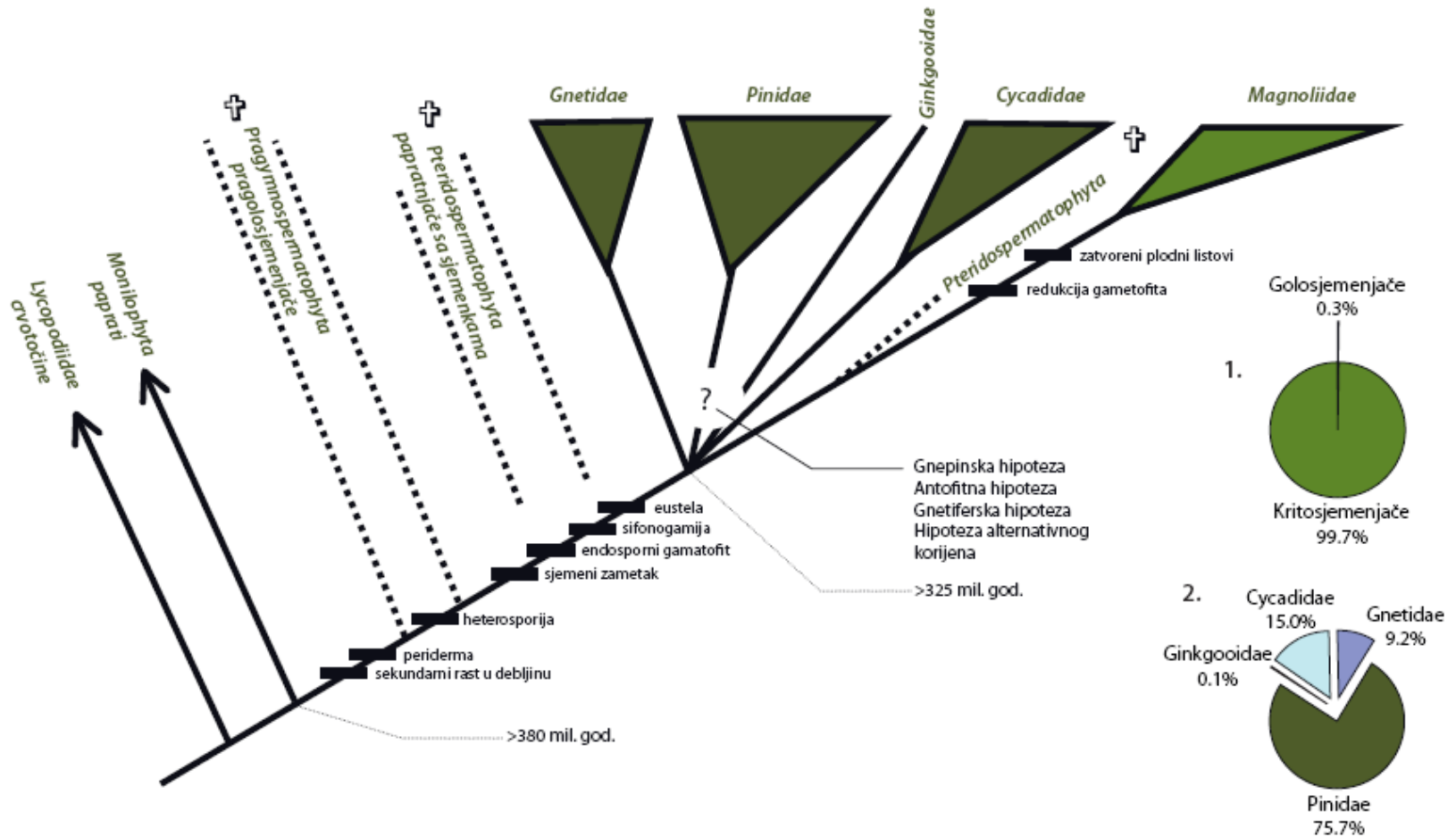


drvenaste biljke (*Lignophyta*)

sjemenjače (*Spermatophyta*)

golosjemenjače
(*Gymnospermae*)

kritosjemenjače
(*Angiospermae*)



Osnove karakteristike:

- hetermorfna** i **heterofazna** izmjena generacija
- ♀ **gametofit** golosj. - **primarni endosperm, ne-samostalna** biljka
- pravi kormus**, korijen, stabljika, list
- bipolarna klica
- rast uz pomoć visokodiferenciranih meristemskih tkiva
- dobro diferencirani **provodni snopovi** s odruvenjelim traheidama
- obilno mehaničko tkivo
- megafili**, veliki listovi, ponekada reducirani na **igličaste** listove
- poliembrionija** – nastanak više od jednog embrija od 1 zigote
- sporangiji većinom filosporni (na listu)
- heterosporne** bez izuzetka
- sifonogamija**
- sjemenka**
- pojava sjemenjača prije ~ 365 mil. g., kasni Devon

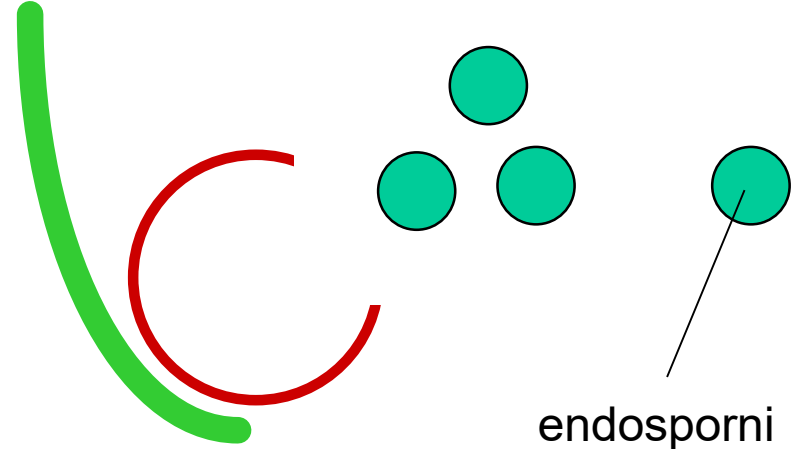
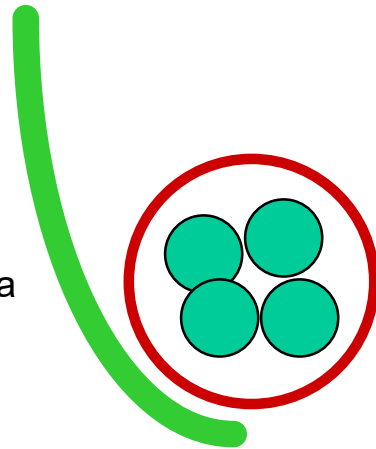


Sjemenjače

Osnovna razlika između papratnjača i golosjemenjača u pogledu razvoja megaspore

heterosporne papratnjače

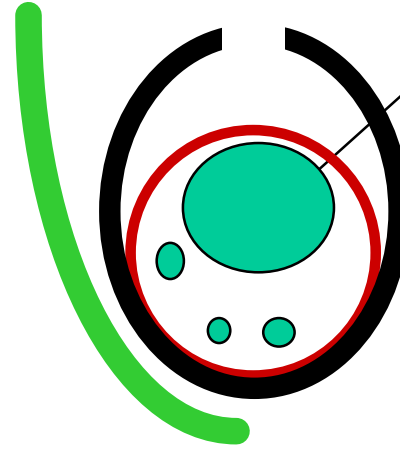
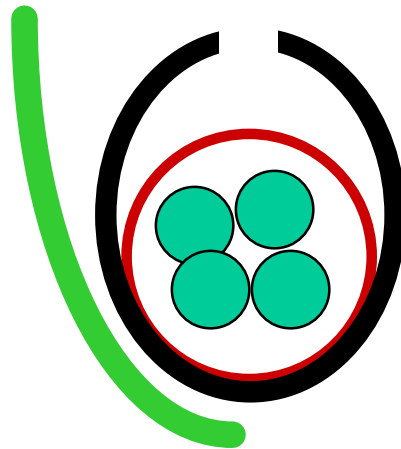
ispadanje spora
nedostatak integumenta



endosporni
ženski
gametofit

golosjemenjače

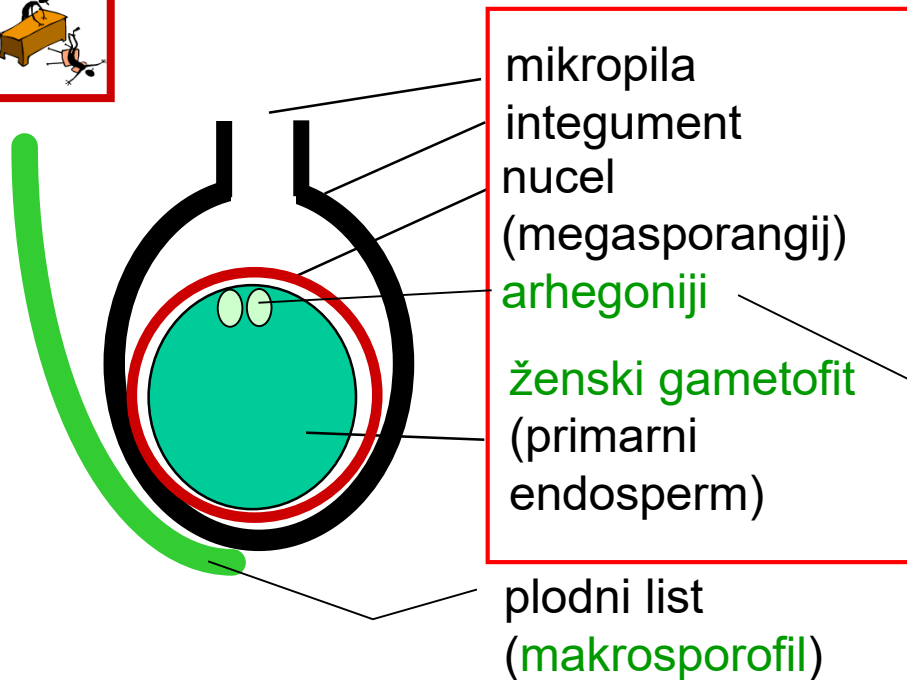
spore ostaju unutar
nucela
integument
1 od 3



Golosjemenjače



Sjemeni zametak golosjemenjača



- oplodnja **neovisna o vodi**
- sjemeni zametak - **sjemenka**
- **latentni** embrio
- **disperzivni** mehanizmi



Terminologija:

sporofil - list u čijem se pazušku razvija sporangij, dio sporofita

makrosporofil (plodni list, karpel) - list u čijem se pazušku razvija makrosporangij

makrosporangij (nucel) - organ u kojem redukcijском diobom nastaju makrospore

makrospora (matična stanica ženskog gametofita) - haploidne spore nastale redukcijском diobom iz kojih će se razviti ženski gametofit

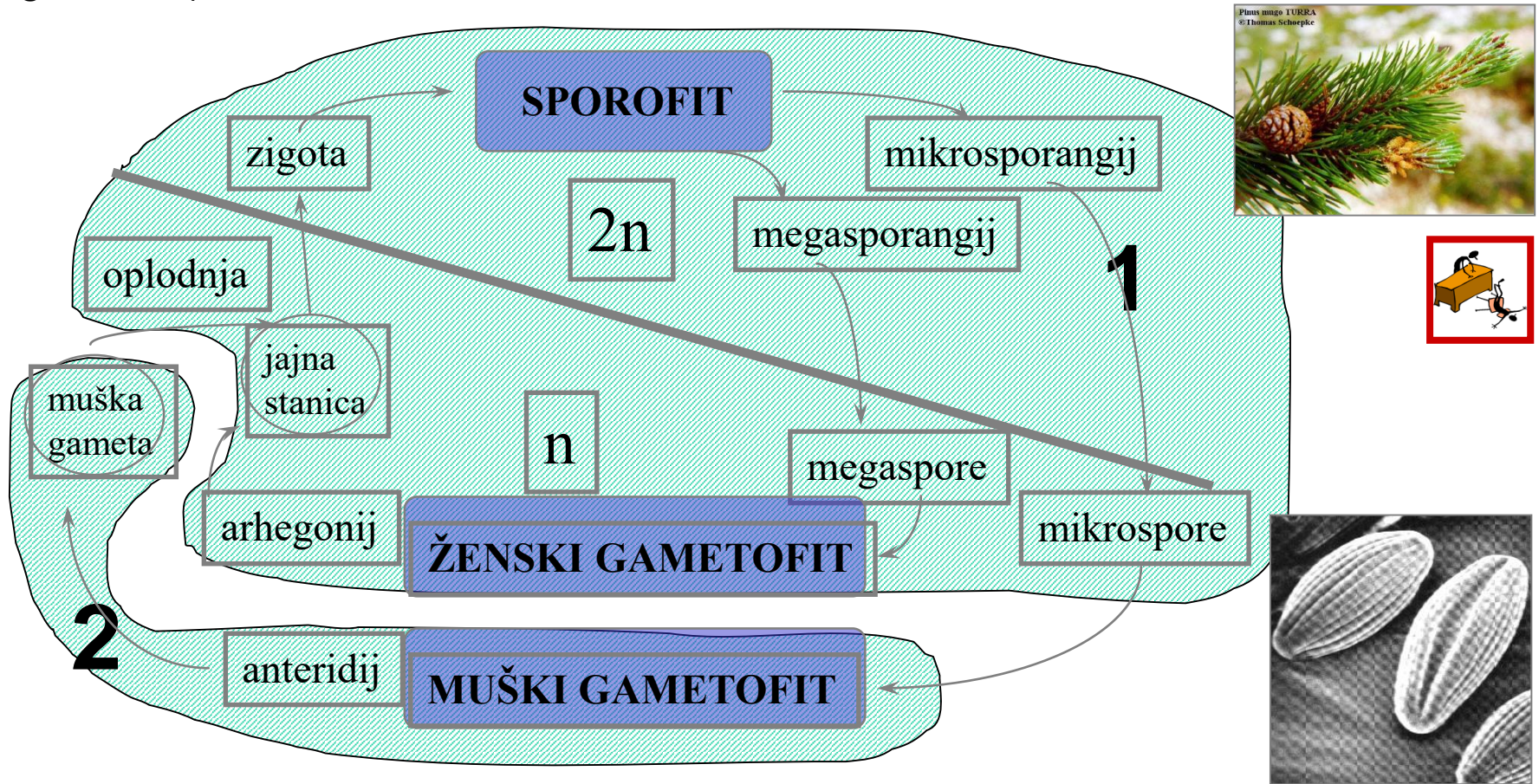
integument - sterilni ovoj oko nucela tj. megasporangija (samo u sjemenjača)

mikropila - maleni otvor na integumentu, ponekada na cjevastom produljenju (mikropilarna cjevčica)

Golosjemenjače

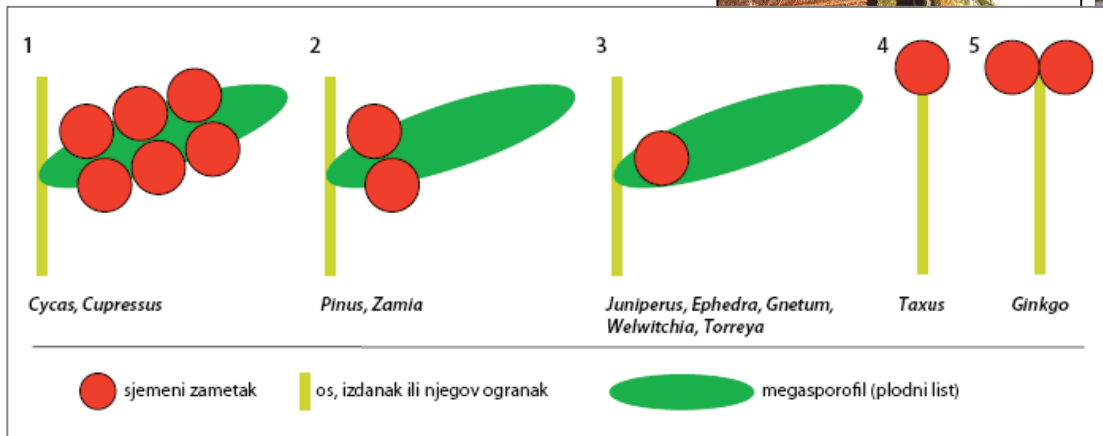
Heterosporni kormofita - sjemenjače






životni ciklus u dva uzajamno odvojena morfološka oblika ($2n$ sporofit i $1n$ muški gametofit)



Klasifikacija: 4 podrazreda

1. *Pinidae* - borovi
2. *Gnetidae* - gnetumi
3. *Ginkgooidae* - ginko
4. *Cycadidae* - cikasi



Skupina/ podrazredi	Angiospermae (kritosjemenjače)	Gymnospermae (golosjemenjače)			
	Magnoliidae	Pinidae	Cycadidae	Gnetidae	Ginkgooidae
Osobina					
broj vrsta	250.000 - 300.000	600	120	90	1
ekologija	široke ekološke amplitude	hladna do umjereno topla područja	tropska i suptropska područja	uglavnom kserofiti	primarno hladna do umjerena područja
ocvijeće	prisutno	izostaje	izostaje	dvojbeno	izostaje
sjemeni zamci	unutar tučka	goli na plodnim listovima	goli na plodnim listovima	goli na plodnim listovima	goli na plodnim listovima
oprašivanje	vrlo raznoliko (anemofilija, zoofilija, hidrofilija)	anemofilija	anemofilija (naznake entomofilije)	anemofilija, entomofilija	anemofilija
plod	da	ne	ne	ne	ne
zeljasti oblici	da	ne	ne	ne	ne
lateralni organi	složeni	jednostavni	složeni	složeni	složeni
drvo	vrlo raznolike građe	piknoksilno	manoksilno	manoksilno	piknoksilno
supke	1 ili 2	2 – mnogo, obično 8 – 10	(1) 2	2	2 (3)
ksilem	traheje	traheide	traheide	traheide, rijetka pojava traheja	traheide
floem	sitaste cijevi, stanice pratilice	sitaste stanice, bez stanica pratilica	sitaste stanice, bez stanica pratilica	sitaste stanice, bez stanica pratilica	sitaste stanice, bez stanica pratilica
integument	dvostruk, sekundarno jednostruk	jednostruk	jednostruk	jednostruk	jednostruk

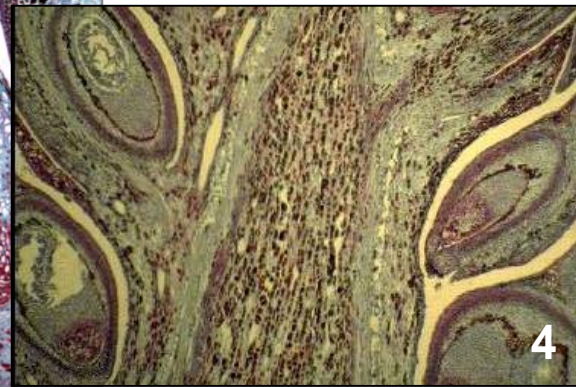
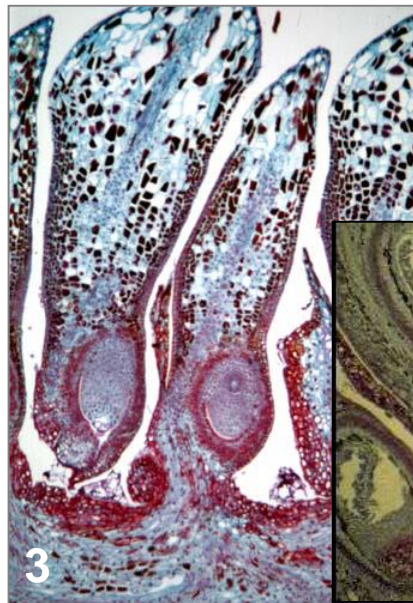
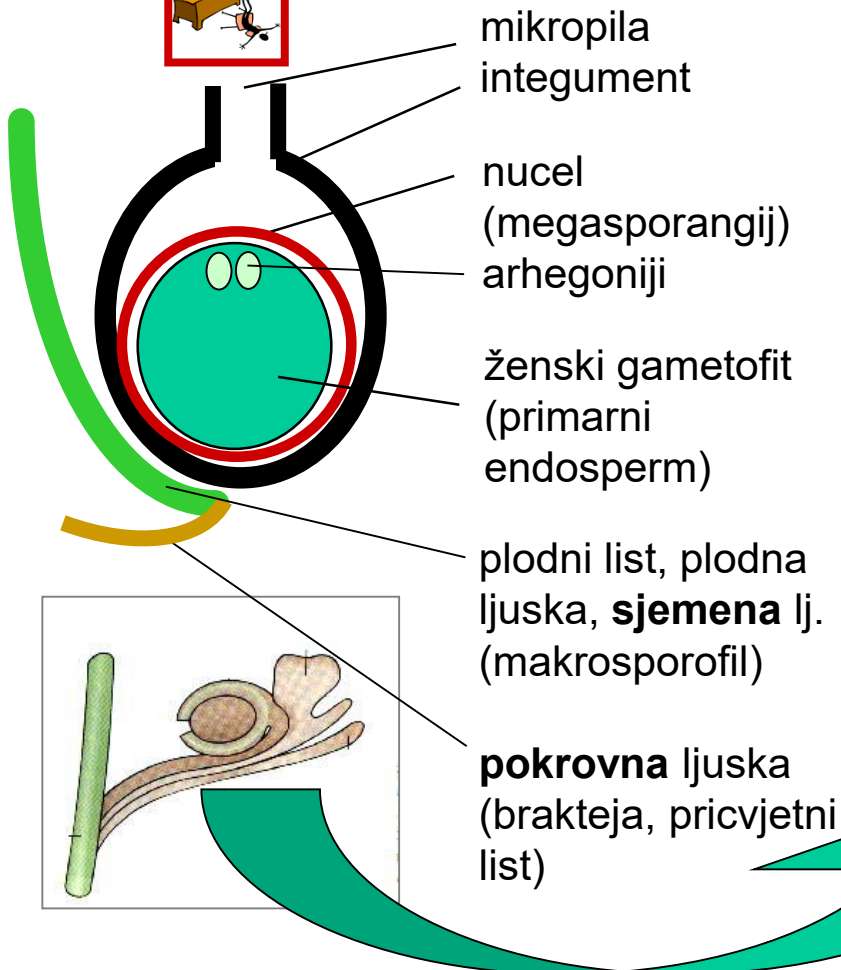
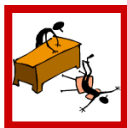
Pinidae	Pinales	*	<i>Pinaceae</i> – borovi ²⁰⁴
			<i>Araucariaceae</i> – araukarije ²⁰⁵
			<i>Podocarpaceae</i> – podokarpusi ²⁰⁶
			<i>Sciadopityaceae</i> – pršljenovke ²⁰⁷
		*	<i>Cupressaceae</i> – čempresi
			<i>Phyllocladaceae</i> – lažolist ²⁰⁸
			<i>Taxodiaceae</i> – močvarni čempresi ²⁰⁹
			<i>Cephalotaxaceae</i> – patisovke ²¹⁰
		*	<i>Taxaceae</i> – tise ²¹¹

.... i dugačija rješenja (npr. Pinales, Taxales, pojedine porodice incl. u druge i sl.)

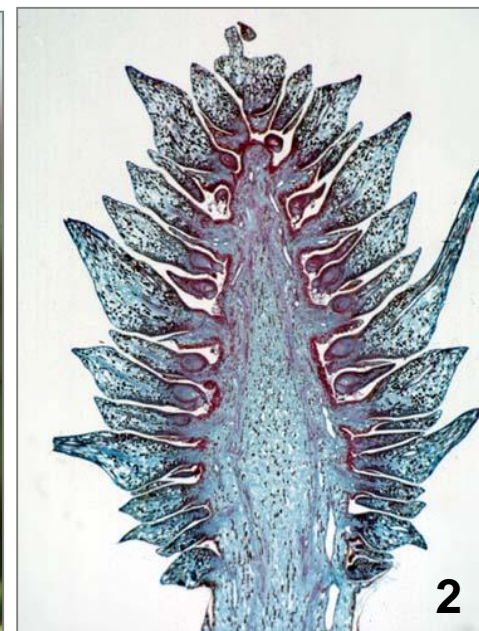


Pinidae

Shematski prikaz građe ženskog cvijeta

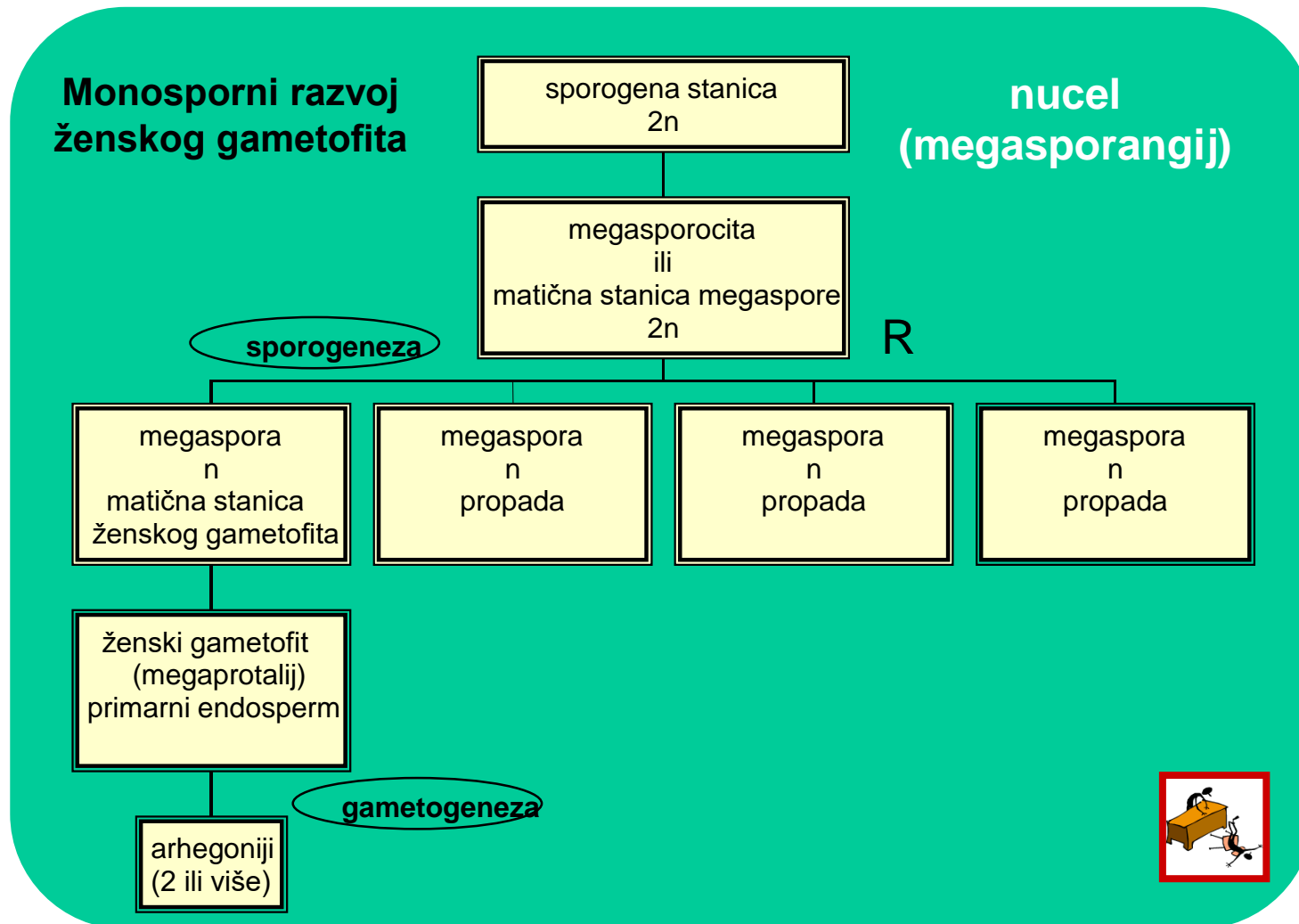


1 - cvat, 2 - uzdužni
presjek cvata, 3,4 - dio
uzdužna presjeka cvata

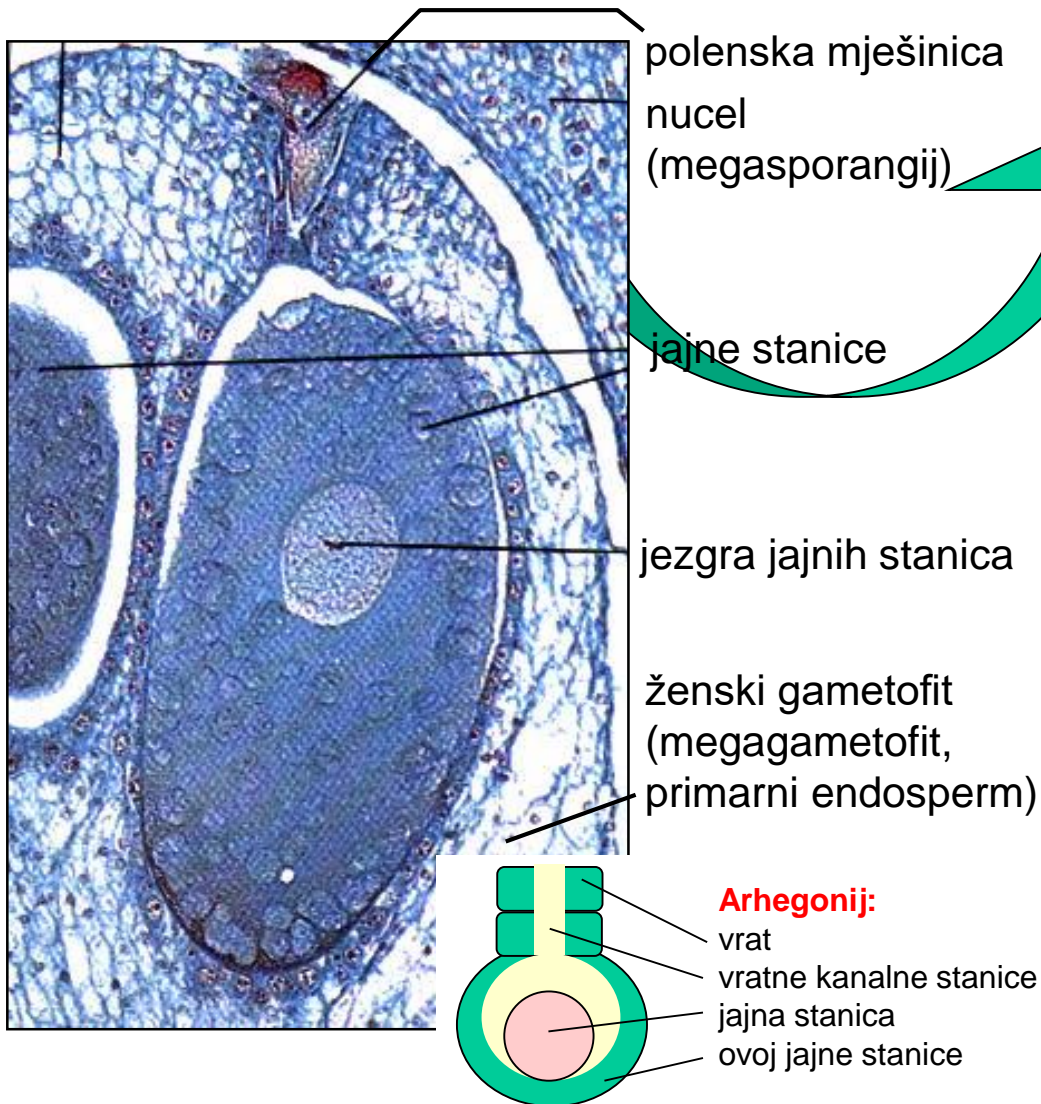


Pinidae

Shematski prikaz razvoja ženskog gametofita
sporogeneza, gametogeneza



Pinidae

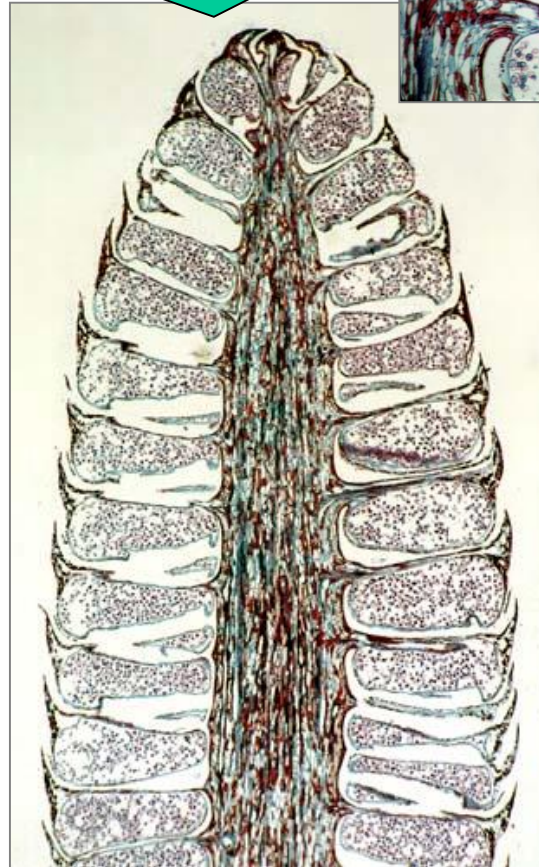
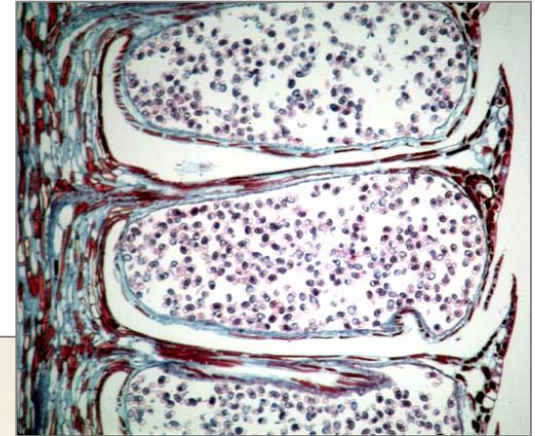
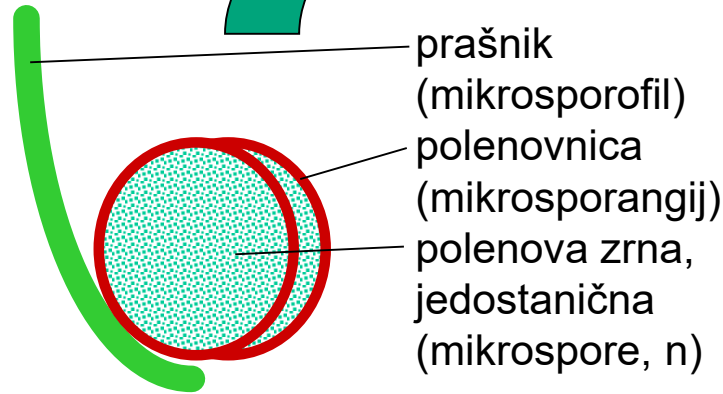


- od oprašivanja do oplodnje 1 god.
- sazrijevanje 1 god.

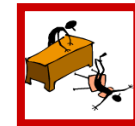


Pinidae

Shematski prikaz građe muškog cvijeta

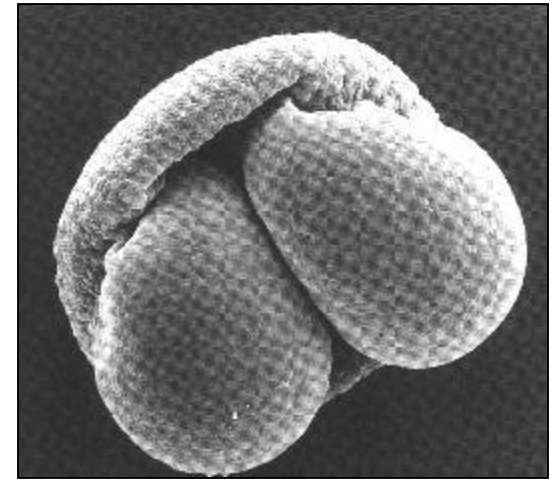
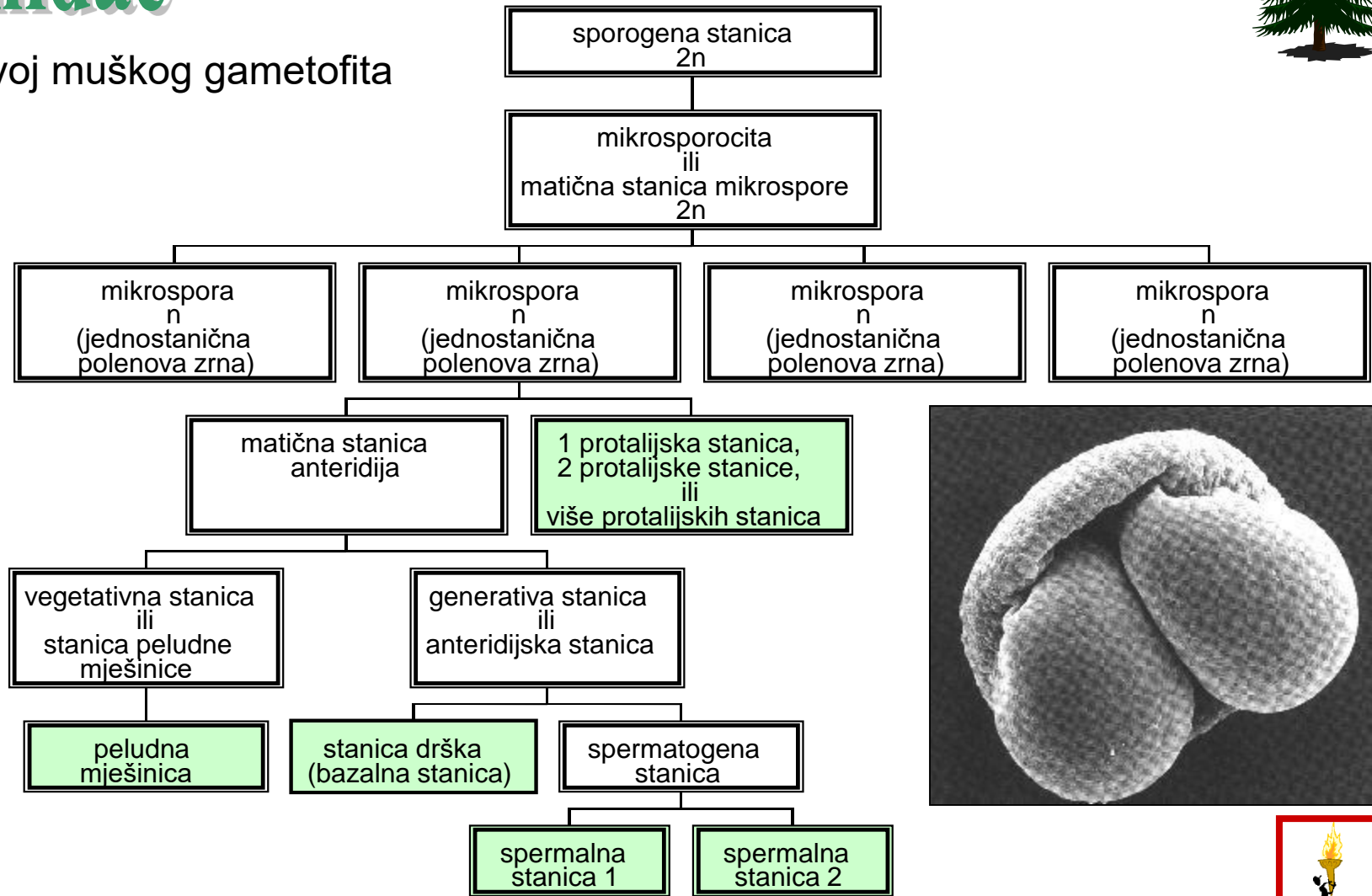


- 1- cvat
- 2- presjek mladog cvata s 2 cvijeta
- 3- uzdužni presjek cvijeta
- 4- dio uzdužna presjeka cvijeta



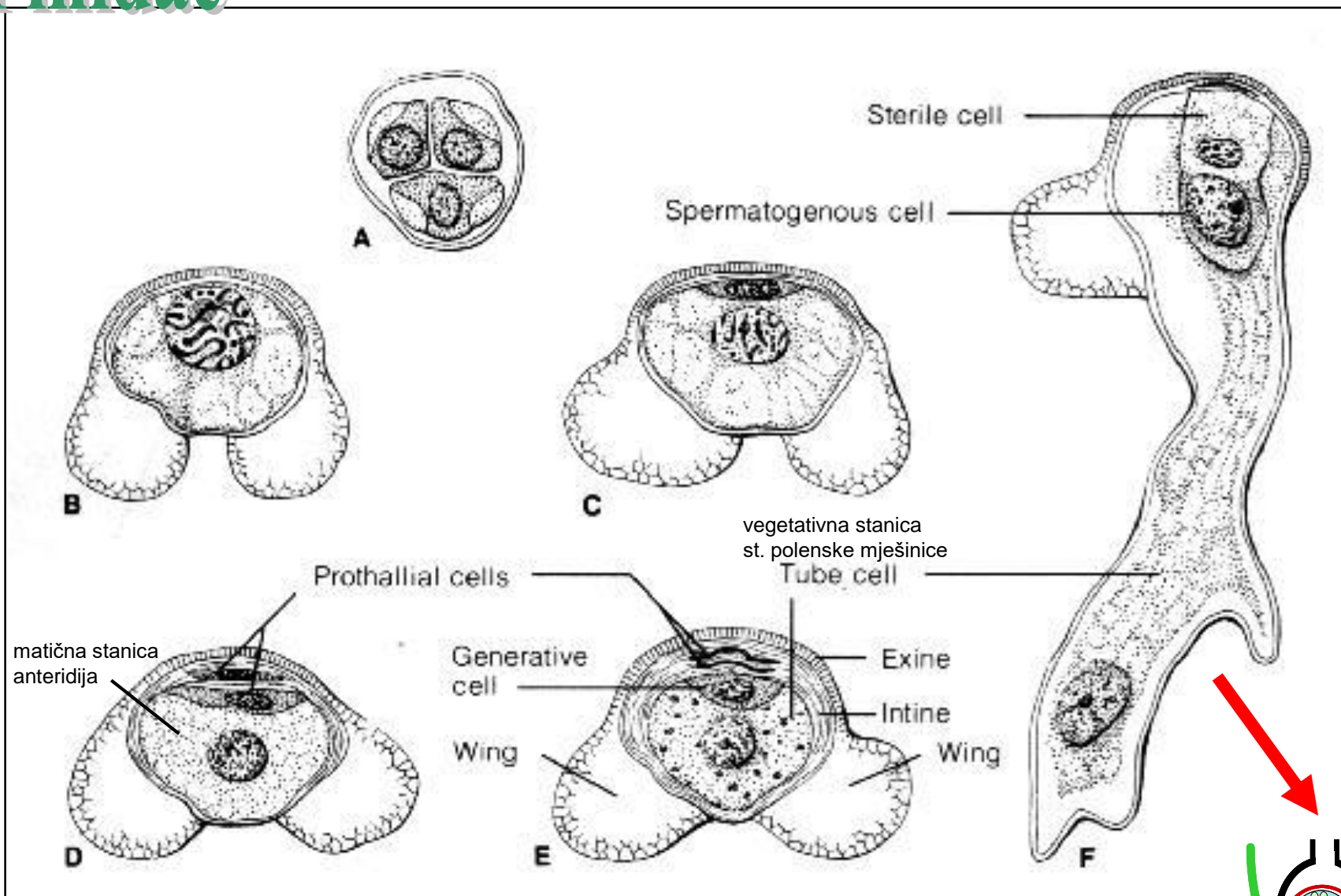
Pinidae

Razvoj muškog gametofita



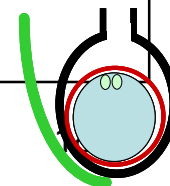
Pinidae

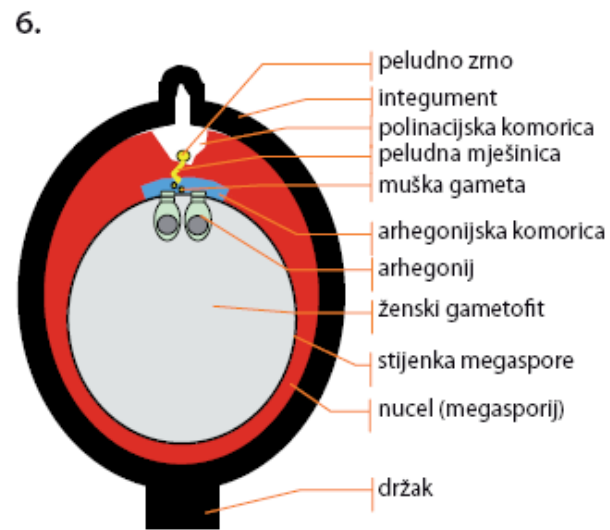
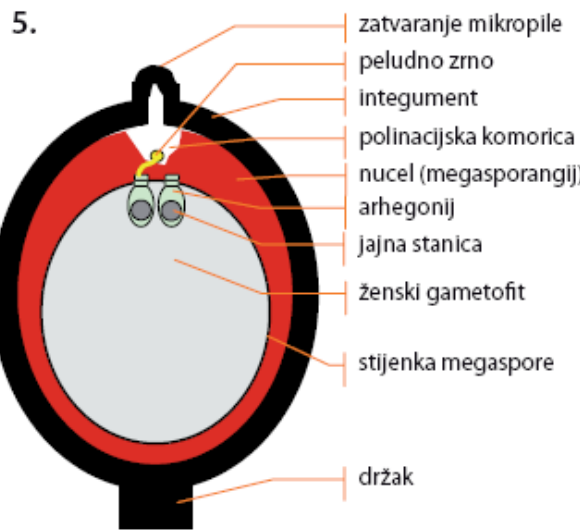
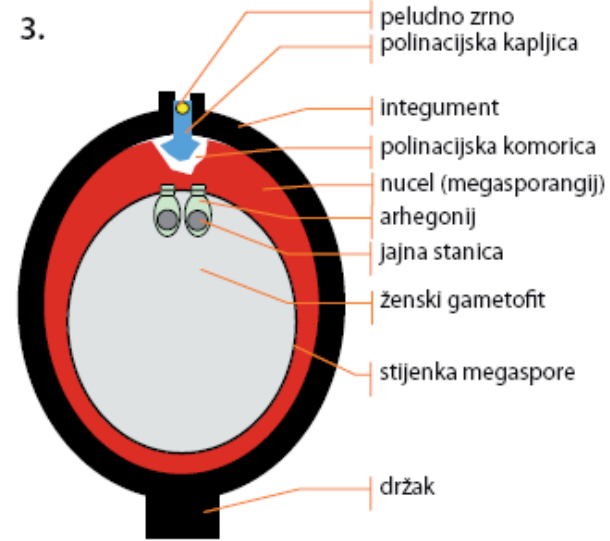
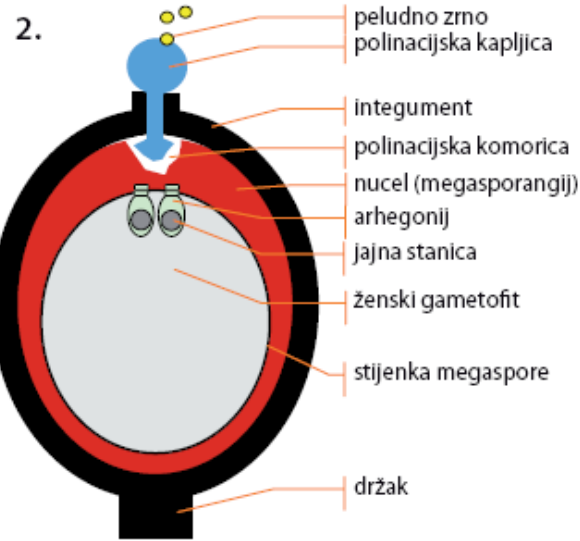
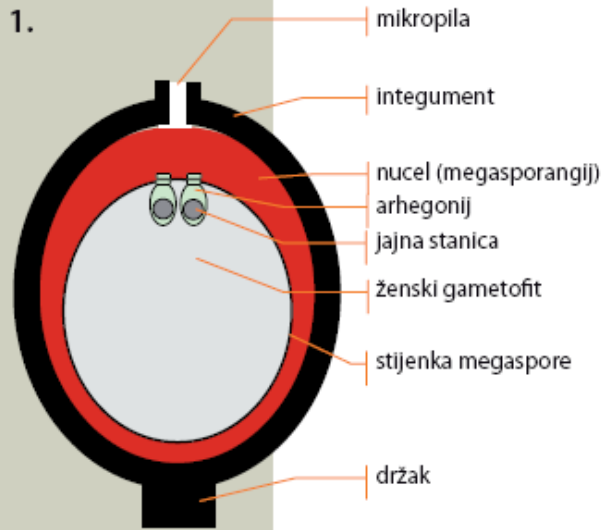
Razvoj muškog gametofita



T. Nikolić

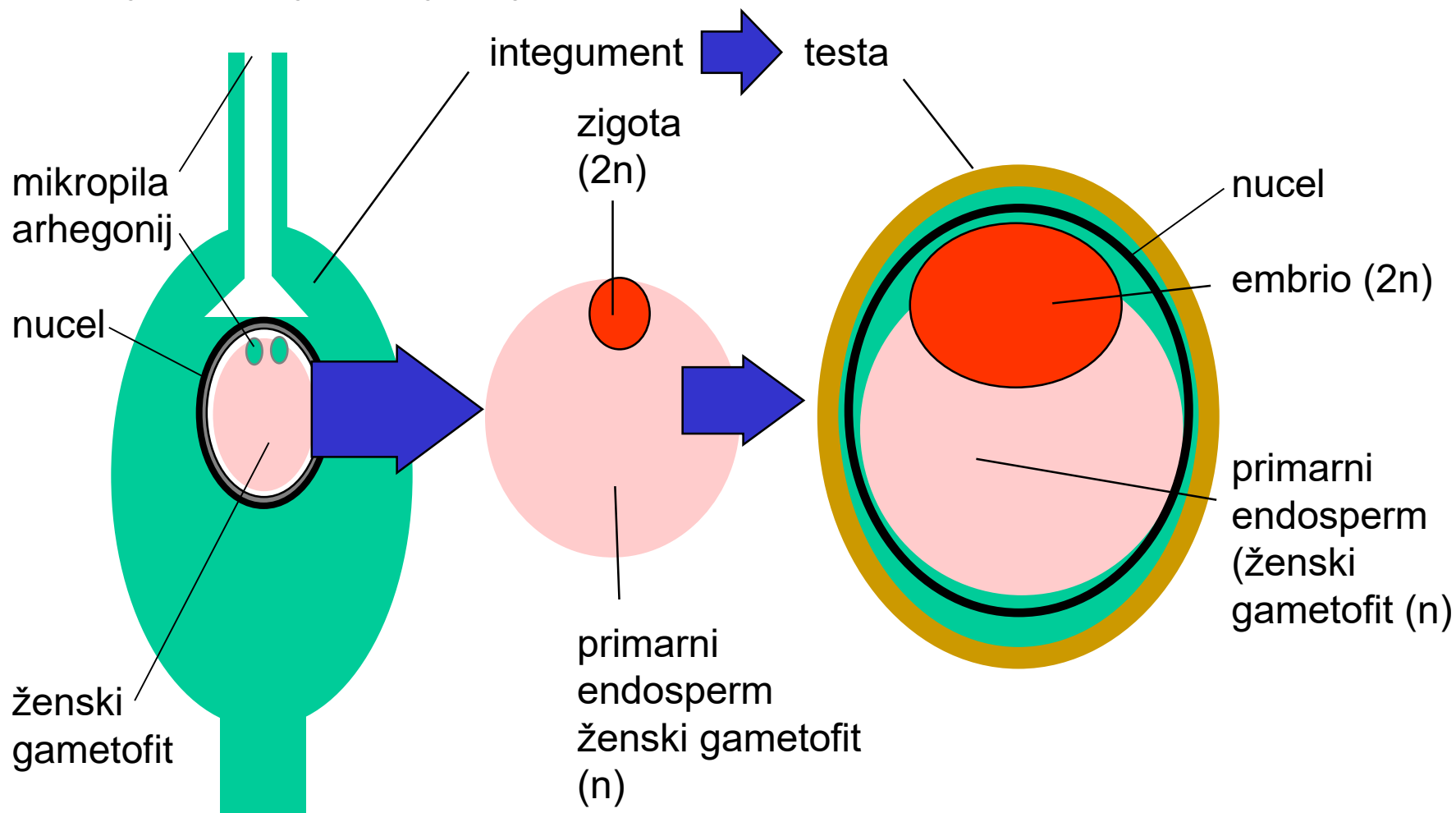
Sistematska botanika -
Gymnospermae





Pinidae

Oplodnja i razvoj embrija i sjemenke



sjemeni zametak

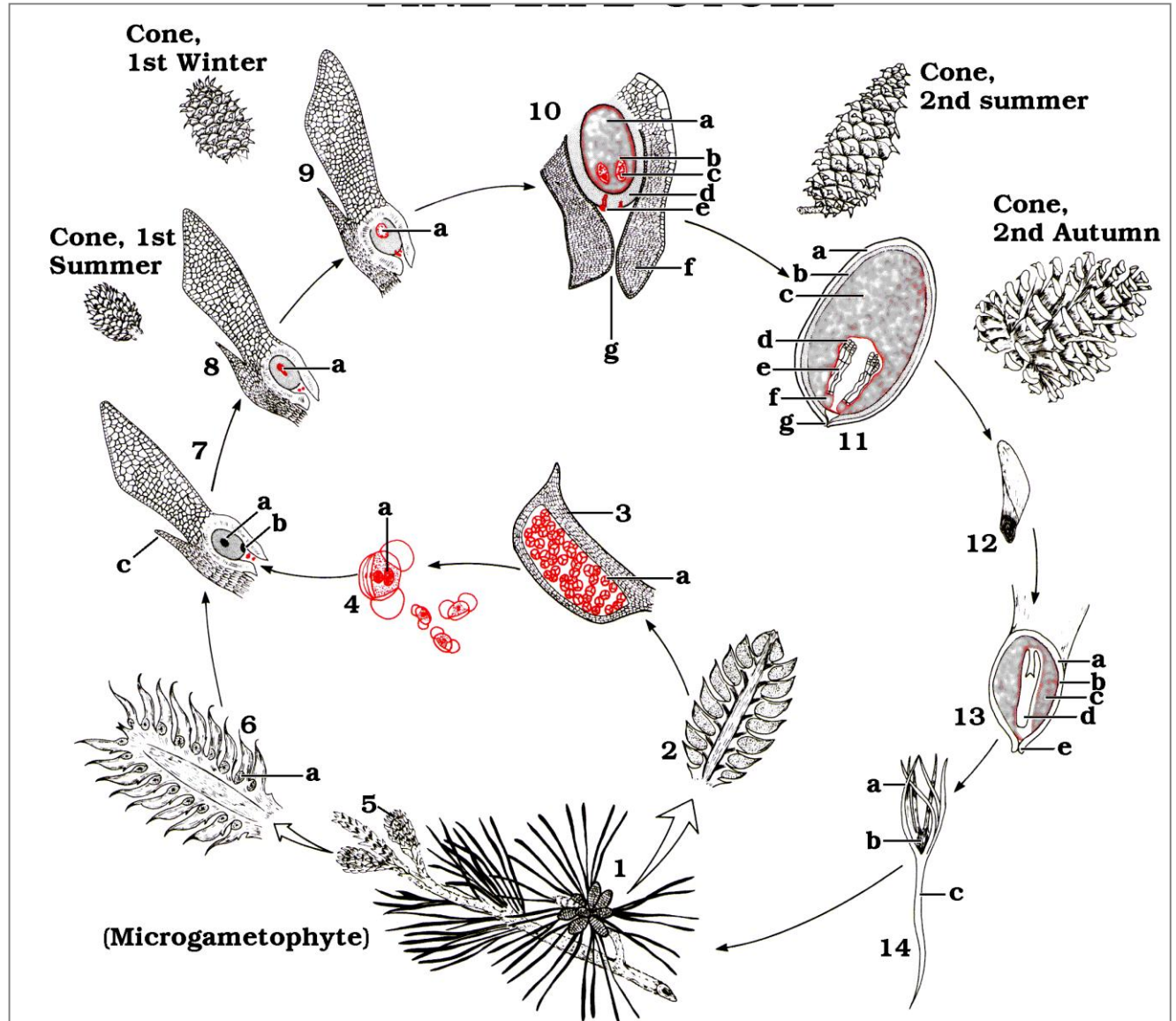
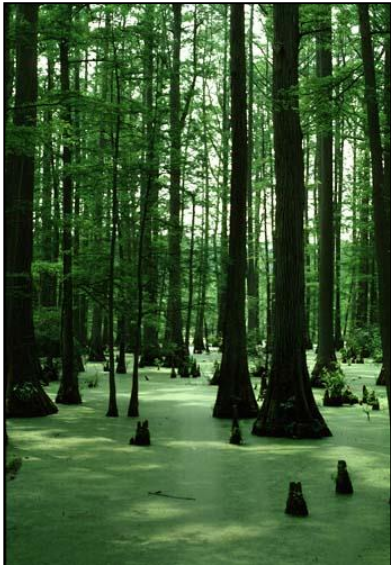
sjemenka

Pinidae

Životni ciklus
Pinus

haploidna faza
diploidna faza

[Video](#)



Pinidae

Raznolikost

Pinaceae (borovi):

Abies - jela (1), **Picea** - smreka (2), **Tsuga** - čuga,
Pseudotsuga - pseudočuga, **Larix** - ariš (3), **Cedrus**
- cedar (4), **Pinus** - bor (5)

Cupressaceae (čempresi):

Cupressus - čempres, **Juniperus** -
borovica (6)

Taxaceae (tise): **Taxus** - tisa (7)



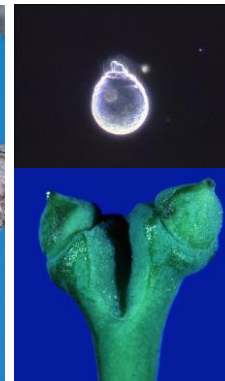
Ginkgooidae

K: 285-290

➔ Ginkgoales,
Ginkgoaceae, *Ginkgo*,
Ginkgo biloba



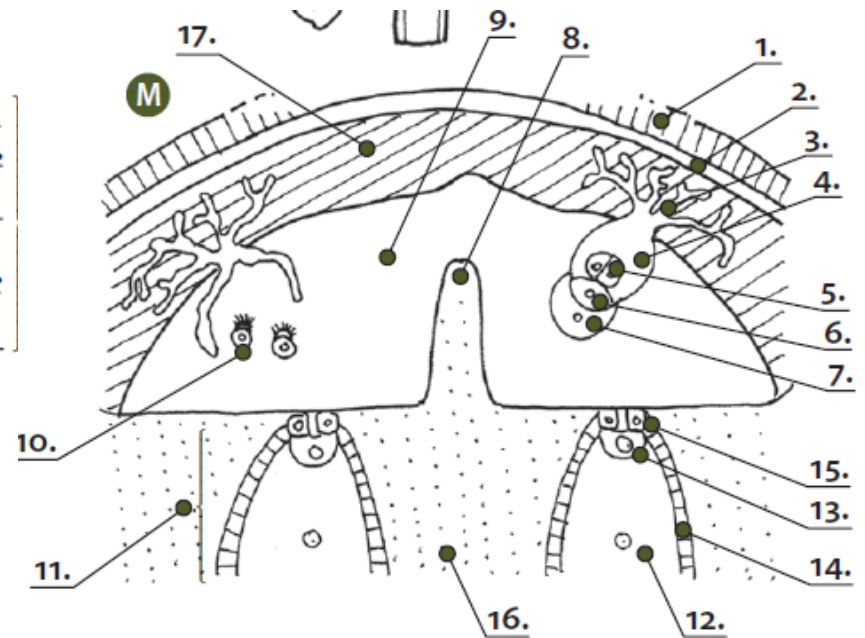
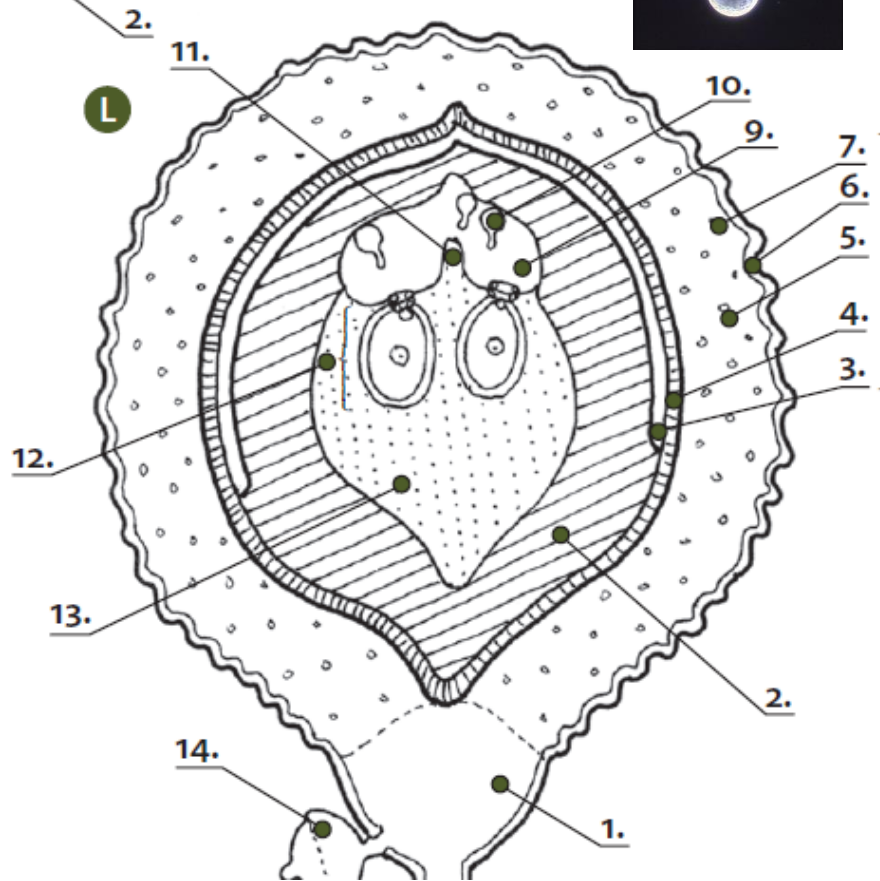
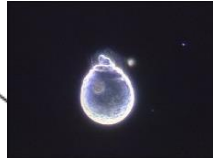
- autohtona na ograničenom arealu u području Zhejiang u istočnoj Kini
- **listopadno** dvodomno drvo
- muški cvjetovi – rese, s brojim prašnicima s po 2 polenovnice
- ženski cvjetovi – dva gola sjemena zametka na osi
- anemofilija
- oprašivanje i oplodnja vremenski znatno odvojeno
- većim dijelom puta - sifonogamija (**nepotpuna**)
- arhegonijska komora s tekućinom
- konačno - zoogamija pokretnim **spermatozoidima!**



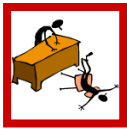
[Video - spermatozoid](#)

Ginkgooidae

➔ Ginkgoales,
Ginkgoaceae, *Ginkgo*,
Ginkgo biloba



Praktikum str. 51

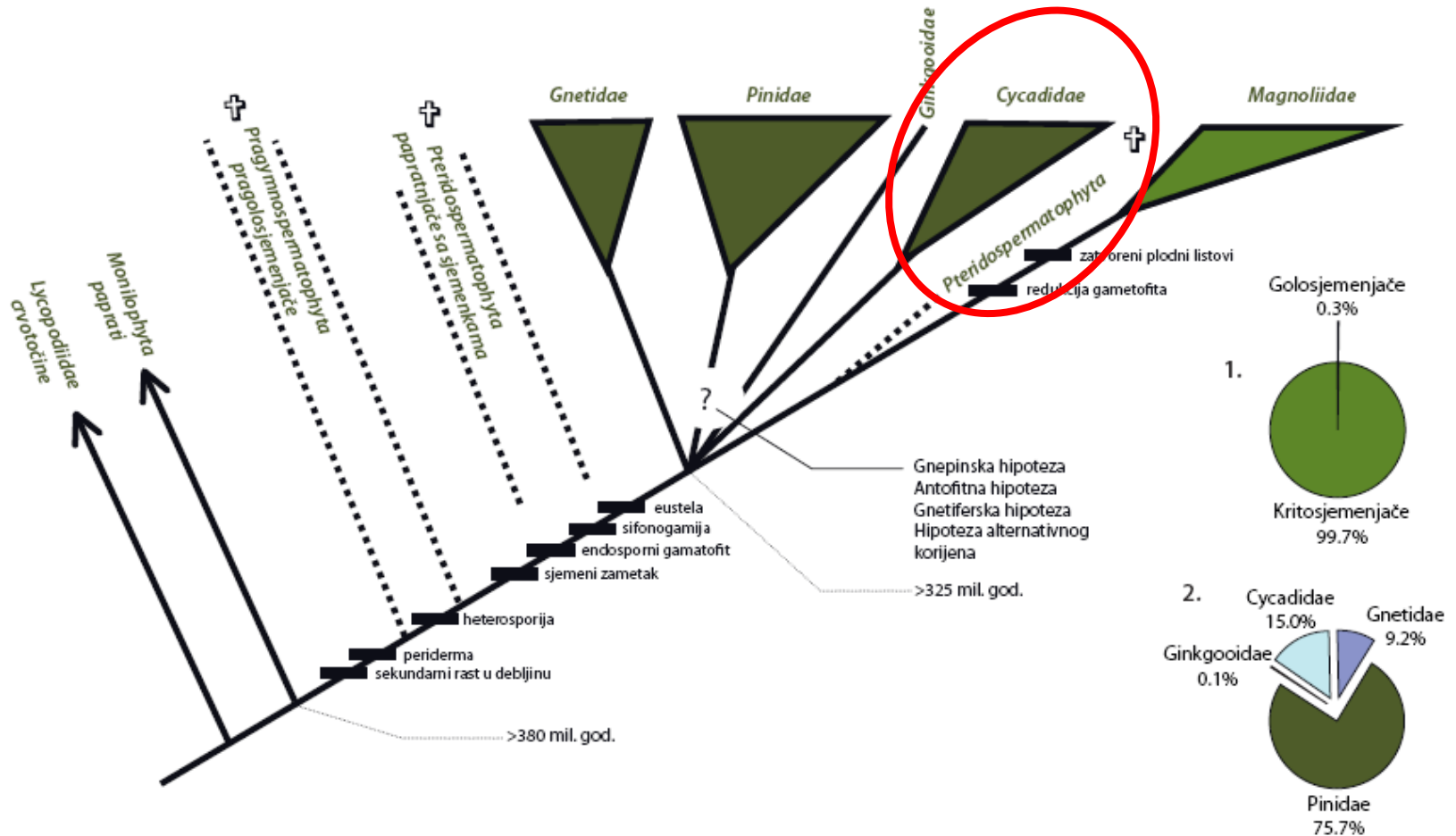


drvenaste biljke (*Lignophyta*)

sjemenjače (*Spermatophyta*)

golosjemenjače (*Gymnospermae*)

kritosjemenjače (*Angiospermae*)



perastolisnate golosjemenjače

Opće karakteristike:

- ➔ **složeno** građeni vegetativnih i fertilni organi
- ➔ **trofofilni** - peraste građe i do 1.5 m dugi
- ➔ habitus nalik na **palme** (Sago palme) u većine, ali ima i gomoljastih stabla i epifita
- ➔ anatomske **neobičnosti** i **primitivnost** u građi
- ➔ **filosporija**
- ➔ oko 200 **reliktnih** svojti, živi fosili *Dioon*, *Microcycas*, *Macrozamia* - 15-18 m
- ➔ spororastuće: *Dioon edule* od 2 m - 1000 g!
- ➔ najveći razvoj - trijas, jura (suvremenici dinosaurusa)
- ➔ **dvodomne** biljke
- ➔ klasifikacija: 1, 3, 4 porodica s 11 rodova

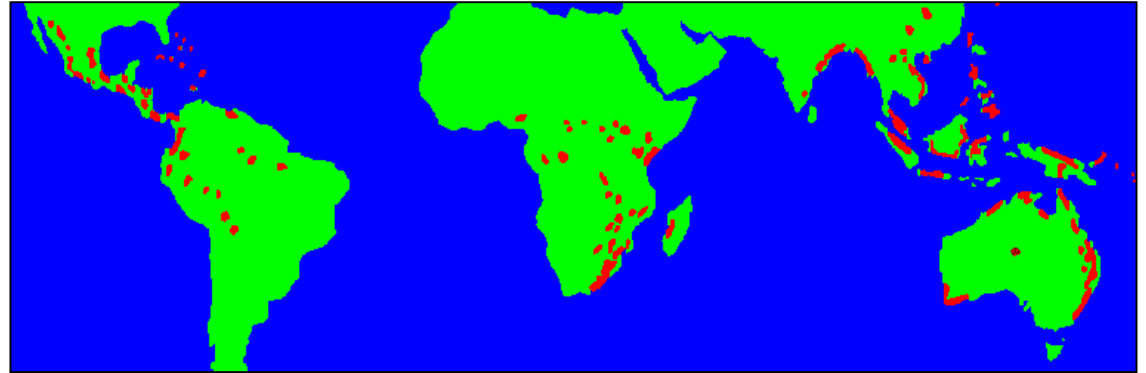


Cycas revoluta

Cycadidae

Rasprostranjenost:

- ➔ *Microcycas* - monotipski rod (zapadna Kuba)
- ➔ *Ceratozamia*, *Dioon* (endemi Meksika)
- ➔ *Chigua* (endem sjeverne Kolumbije)
- ➔ *Zamia* (južna Florida, Meksiko, centralna Amerika, sjeverna i zapadna Afrika)
- ➔ *Boweina*, *Macrozamia*, *Lepidozamia*, (endemi Australije)
- ➔ *Stangeria*, *Encephalartos* (Afrika)
- ➔ *Cycas* (Australija, Indija, Kina)



Cvijet

- ➔ nema ocvjeća
- ➔ na izdancima ograničena rasta izuzev kod ženskih cvjetova roda *Cycas*
- ➔ jasno definirani i kompaktni cvjetovi "strobilusi" (izuzev *Cycas*, ženski)
- ➔ među najvećim cvjetovima uopće (*Macrozamia*, *Encephalartos* - 40 kg, 60 x 30 cm)

Cycadidae

Muški cvijet

- ➔ prašnici - nalik ljuskama (1)
- ➔ veliki broj zavojito poredanih prašnika gradi cvijet (3-5)
- ➔ abaksijalno veliki broj **peludnica** (sinangija) (2) (nalik papratnjačama)
- ➔ peludnica od nekoliko tuceta do nekoliko tisuća po prašniku (mikrosporofilu)
- ➔ peludnica - eusporangijatnog tipa, otvaranje egzotecijem (6)



Zamia sp.
poprečni presjek
cvijeta



Cycas sp.
muški cvijet

T. Nikolić

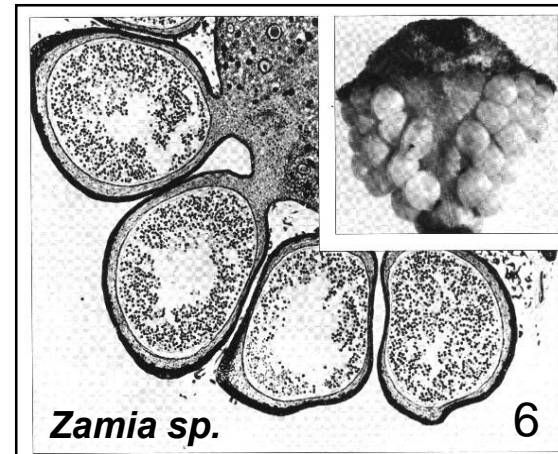


*Encephalartos
kosiensis*,
muški cvijet



Ceratozamia sp.
muški cvijet

Sistematska botanika -
Gymnospermae



Zamia sp.

6

presjek
mikrosporofila

Cycadidae

Ženski cvijet

- ➔ veliki **plodni listovi** (megasporofili), često **ljuskavi**
- ➔ većinom udruženi u **cvijetove**, rijetko pojedinačni (*Cycas*)
- ➔ 2 do više sjemenih zametaka (*Cycas*)
- ➔ *Cycas* odskaje po primitivnosti: plodni list izrazitog oblika lista, neograničenog rasta, s većim brojem zametaka
- ➔ ostali: ljuskasti plodni listovi, ograničen rast, manji broj sjemenih zametaka (2)



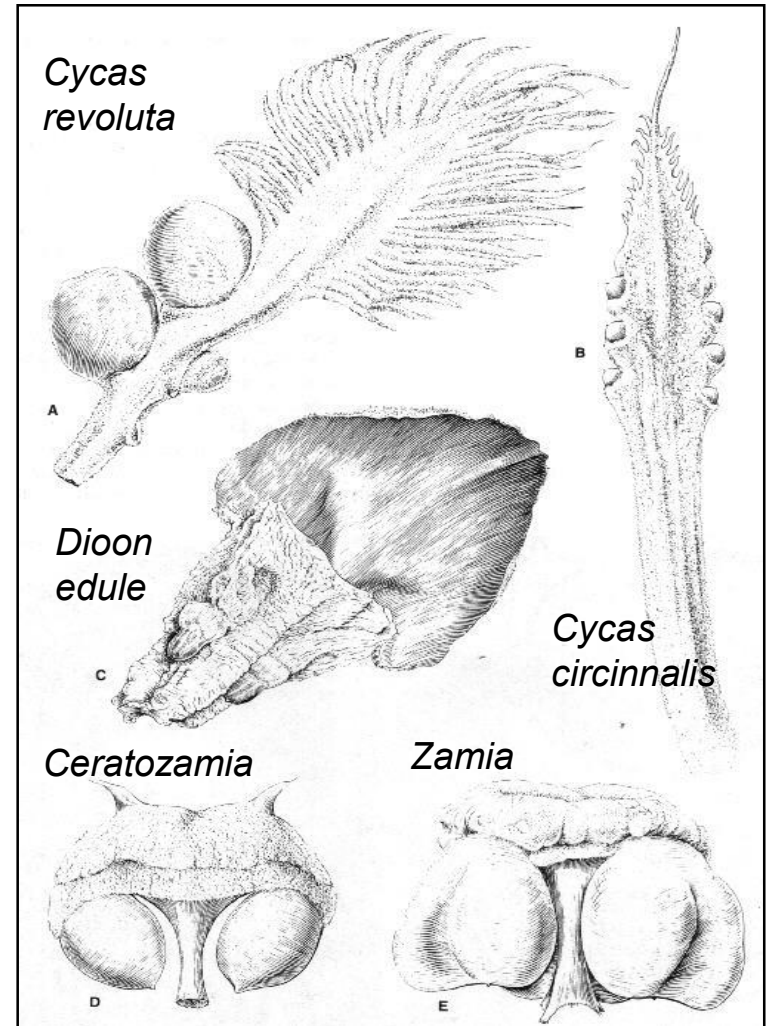
Encephalartos sp.



Macrozamia miguelii



Encephalartos natalensis



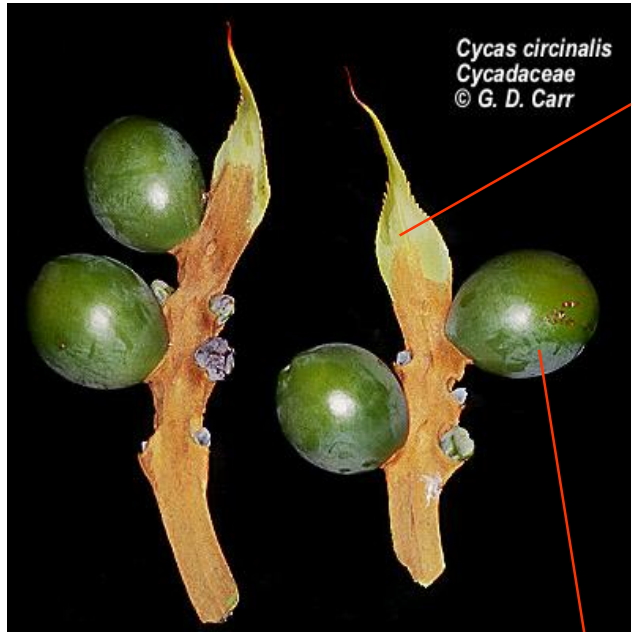
građa plodnih listova u različitim svojti



Cycadidae

Ženski cvijet

plodni list



u roda *Cycas* plodni listovi nisu udruženi u cvjetove već stoje pojedinačno, neograničen rast



sjemeni zametci



Cycadidae

Muški gametofit

- ➔ **endosporan**, napušta matičnu biljku u trostaničnom obliku (trostaničan polen)
- ➔ nastavak razvoja gametofita unutar polenske komorice sjemena zametka
- ➔ od oprašivanja do oplodnje - 4 do 6 mjeseci
- ➔ **2 spermatozoida** (multiflagelatni i do 50.000 bičeva) veličine i do 300 mikrometara

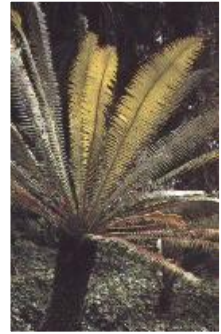
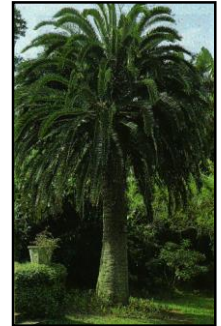


Spermatozoidi
Zamia sp.



Ženski gametofit

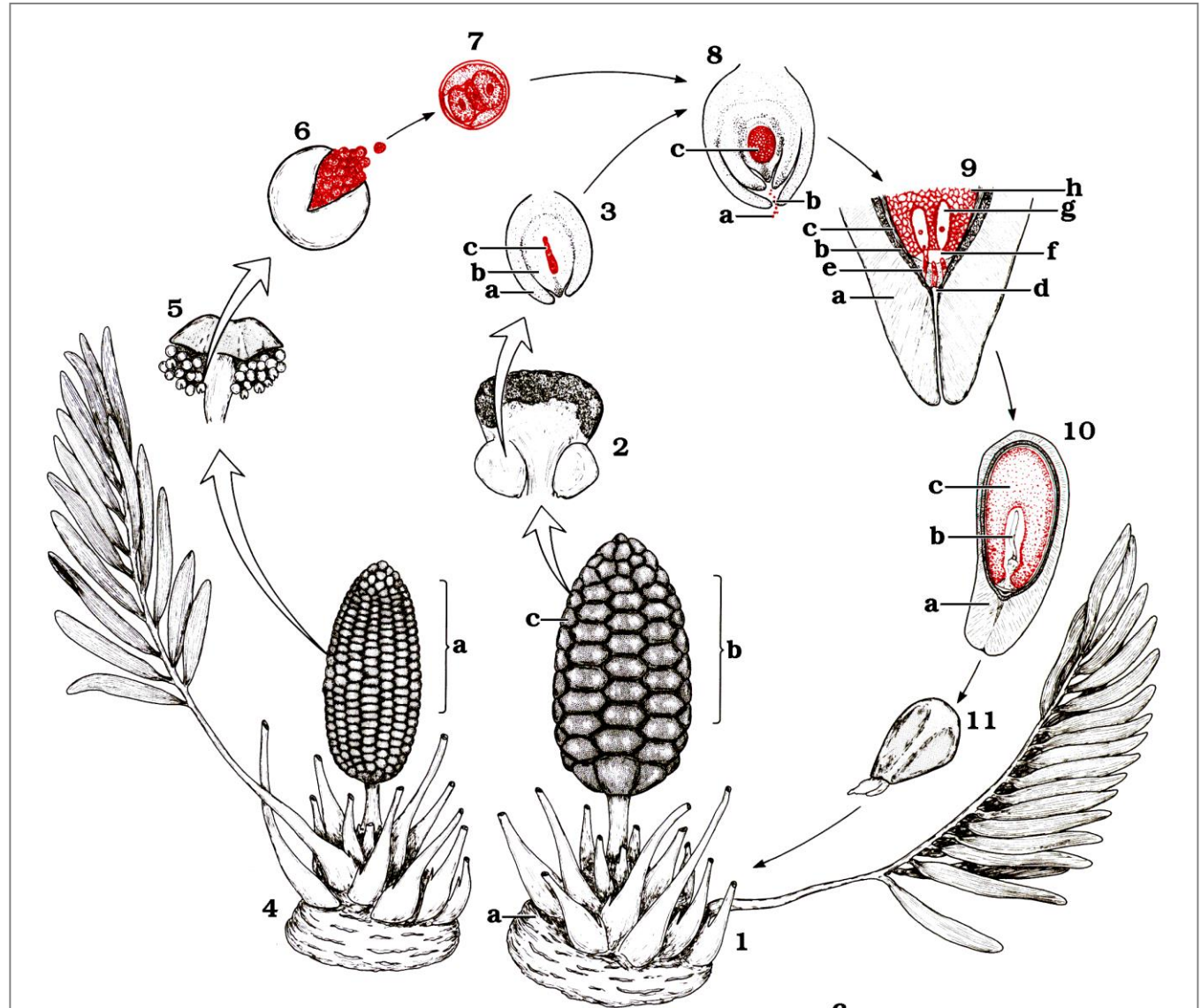
- ➔ od 4 megaspore 3 bliže mikropili degeneriraju, a posljednja razvija gametofit
- ➔ slobodne, sinhronizirane diobe jezgara jezgre (oko 1000 - 3000) smještene u perifernoj citoplazmi oko velike središnje vakuole
- ➔ nastaje tapetum nucela, alveoli, neobičan slijed diobi vodi u nastajanje staničnog gametofita
- ➔ u gornjem dijelu nastaje 2 - 6 arhegonija (rijetko više - *Microcycas*)
- ➔ velika jajna stanica (i do 6 mm), vjerojatno najveće u biljaka



Cycadidae

Životni ciklus:

haploidno
diploidno

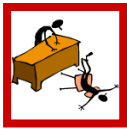


Cycas revoluta

T. Nikolić

Sistematska botanika -
Gymnospermae

33

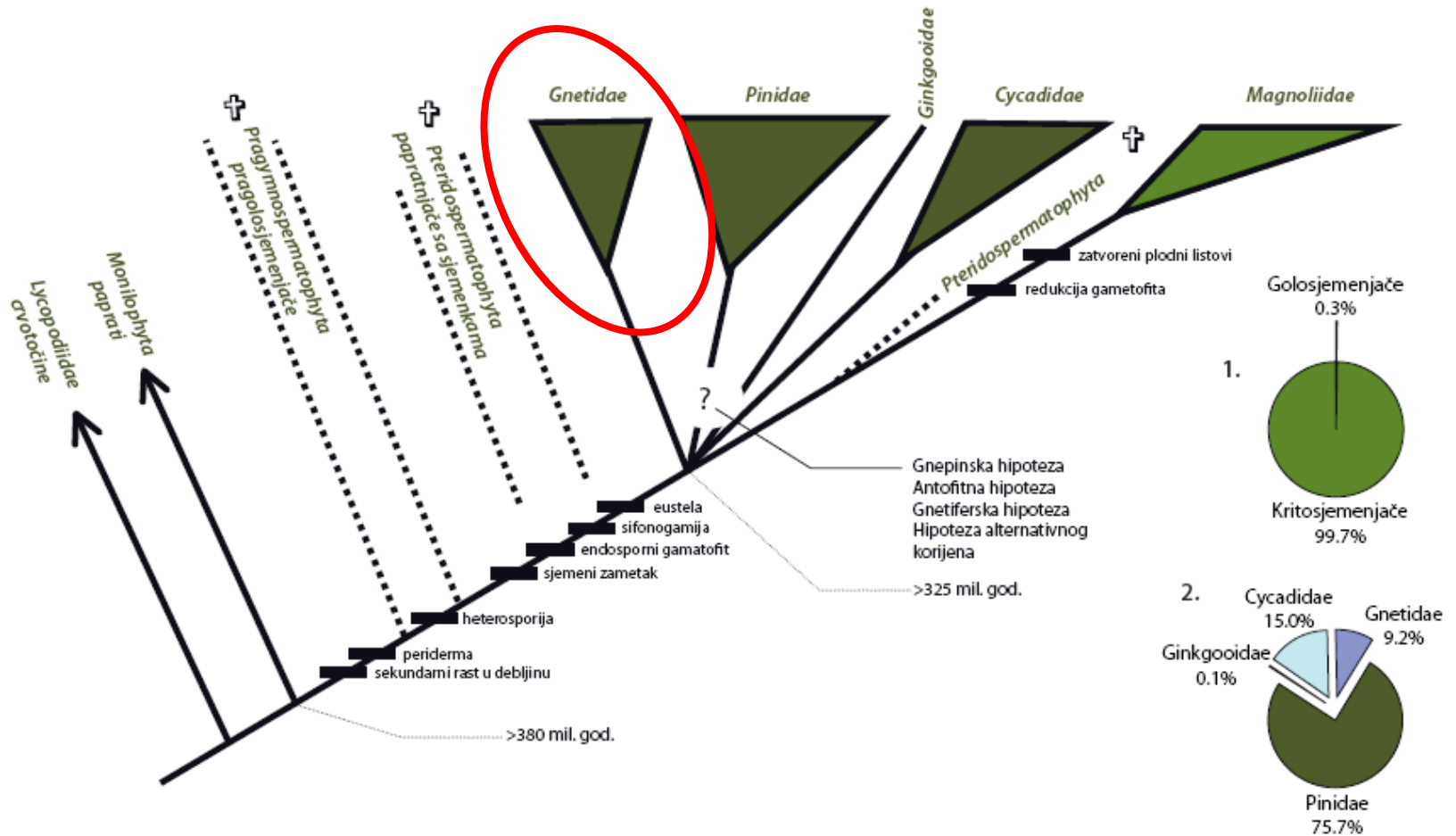


drvenaste biljke (*Lignophyta*)

sjemenjače (*Spermatophyta*)

golosjemenjače (*Gymnospermae*)

kritosjemenjače (*Angiospermae*)



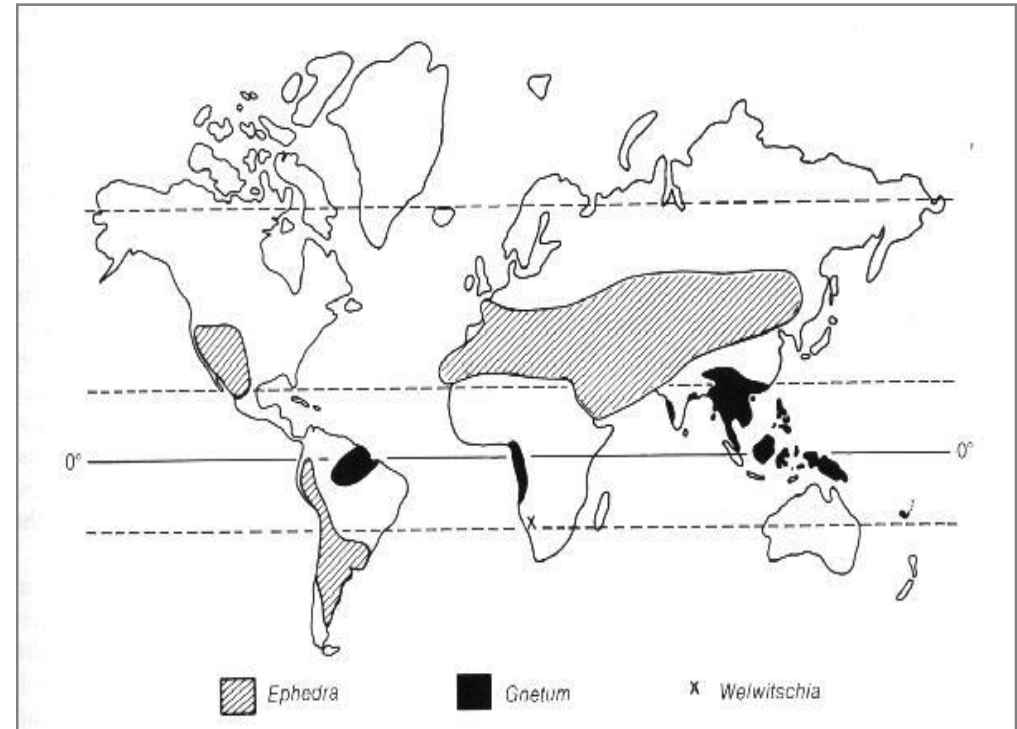
Gnetidae

K: 321-333



Malena skupina reliktnih
golosjemenjača neobičnih
karakteristika i spornog podrijetla:

- 1 *Welwichiaceae* (*Welwichia*)
- 2 *Gnetaceae* (*Gnetum*)
- 3 *Ephedraceae* (*Ephedra*)



T. Nikolić

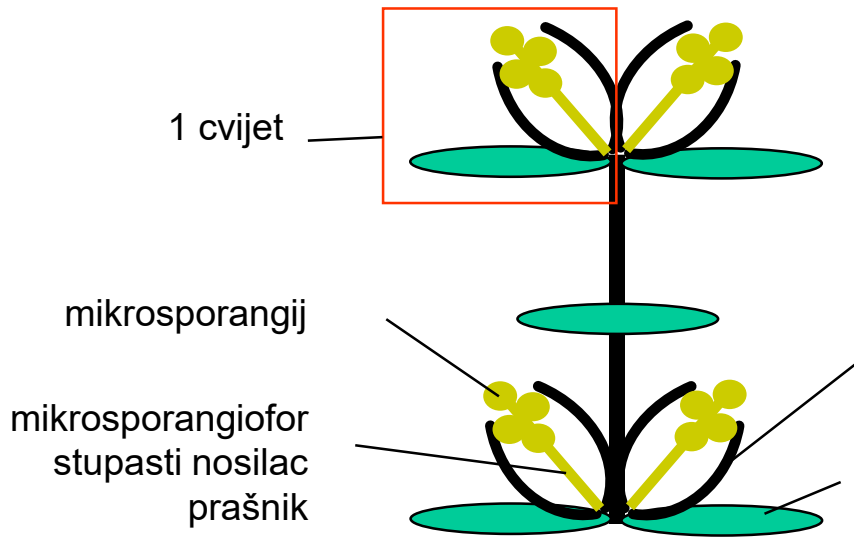


Sistematska botanika -
Gymnospermae



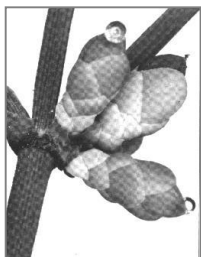
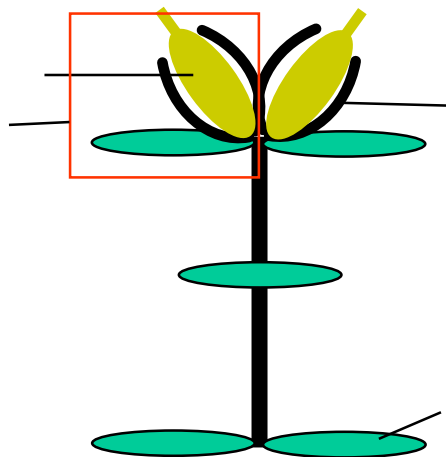
Gnetidae

Por. *Ephedraceae* (*Ephedra*)



brakteola
perijant
(ocvjeće)
brakteja
(pokrovni list)

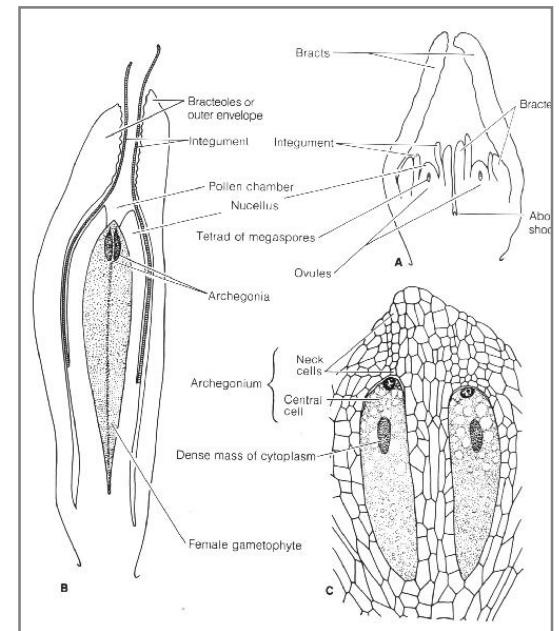
sjemeni
zametak
1 cvijet



Razvija se 2 - 11 arhegonija s izuzetno razvijenim vratom (30 - 40 stanica)

Sjemenka je malena, često s razvijenim sočnim ovojem nastalim od vanjskog ovoja i/ili para brakteja.

Efedrini, vazokonstriktori, antipiretici i dr.



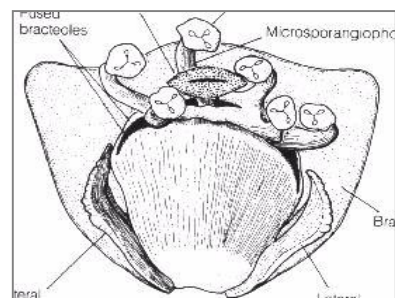
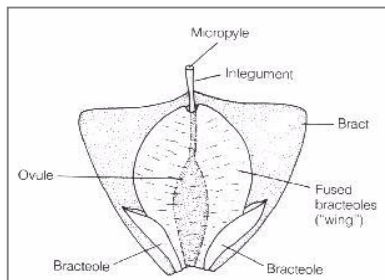
T. Nikolić

Sistematska botanika -
Gymnospermae

Gnetidae

Por. *Welwichiaceae* (*Welwichia*)

Habitus: 1 vrsta, izuzetno neobična, nije nalik ničemu u biljnom svijetu. Stablo je kratko, gomoljasto, drvenasto i nerazgranjeno s konkavnim, masivnim i drvenastim diskom. Nosi samo dva, izuzetno dugačka (i više od 2m), trajna lista, neograničena rasta (bazalnim meristemom).



- razvoj gametofita ne nalikuje drugim biljkama
- ovi cvijeta spornog tumačenja