

# 1. UVOD U VJEŽBE IZ ANATOMIJE BILJAKA

## 1.1. MIKROSKOP

Glavni cilj praktične nastave iz Anatomije biljaka jeste proučavanje građe biljnih organa. Kako je za to neophodna upotreba mikroskopa, na samom početku ćemo se upoznati sa raspoloživim modelom **Olimpusovog biološkog mikroskopa CX21** (sl.1), njegovim osnovnim komponentama, načinom rukovanja i održavanjem.

Osnovne komponente mikroskopa su: **stativ, stočić, rotirajući nosač objektiv, objektiv, kondenzor sa mehanizmom za njegovo fokusiranje i centriranje, izvor svjetlosti, glava sa okularnim tubusima, okulari, zavrtnji za grubo i fino izoštravanje**. Stativ mikroskopa se sastoji od postolja i nosača tubusa, za koji su vezani stočić, rotirajući nosač objektiv, kondenzor, izvor svjetlosti, glava sa okularnim tubusima i zavrtnji za grubo i fino izoštravanje.

Kod modela CX21 u bazi stativa se nalazi **izvor svjetlosti** - halogena sijalica jačine 6V60W i **asferično kolektorsko sočivo**. Izvor svjetlosti se aktivira prekidačem, a intenzitet se može kontrolisati posebnim prstenom. **Stočić mikroskopa** je nepokretan i posjeduje otvor za svjetlost, nožice za fiksiranje predmetnog stakla i klizni mehanizam za njegovo pomjeranje. Izoštravanje objekata u vidnom polju se radi pomoću **makro i mikrozavrtnja**.

Pomenute komponente pripadaju grupi **mehaničkih elemenata mikroskopa** i njihova funkcija je da povezuju i nose optičke djelove. Okular, objektiv i kondenzor čine **optiku mikroskopa**. Njihova funkcija je da uvećaju i osvijetle lik objekta koji se posmatra.

**Okulari** predstavljaju svojevrsne »prozore u mikrosvijet«. Oni se nalaze u okularnim tubusima i mogu imati moć uvećanja od 5-30x. Okulari modela CX21 imaju uvećanje 10x. Oni se nalaze na pokretnom postolju, koje omogućava njihovo pomijeranje i podešavanje u odnosu na raspon zenica, a u donjoj polovini se nalaze i korektor dioptrije.

**Objektivi** su primarna optička sočiva mikroskopa i nalaze se na rotirajućem nosaču, a njihovo uvećanje se kreće u rasponu od 4-100 puta. Model CX21 posjeduje 4 pan- ahromatska objektiv sa uvećanjima 4x, 10x, 40x i 100x.

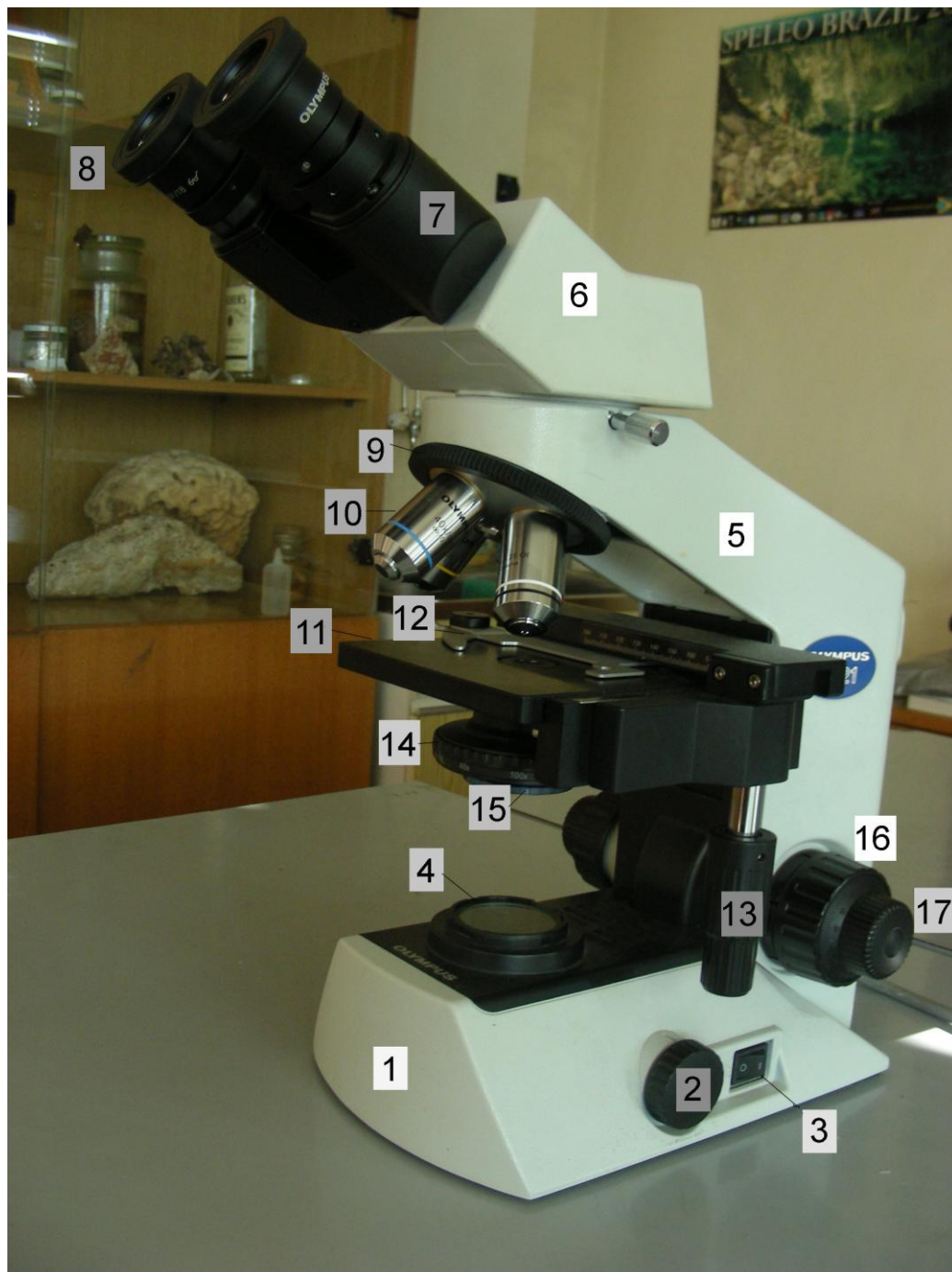
**Kondenzor** je pozicioniran ispod stočića mikroskopa i ima ulogu usmjeravanja svjetlosnog snopa od izvora ka preparatu. Uz pomoć irisove dijafragme, koja ulazi u sastav kondenzora, vrši se regulisanje širine svjetlosnog snopa, a time i numeričke aperture kondenzora. CX21 ima Abeov kondenzator numeričke aperture 1,25. On se nalazi na posebnom nosaču, koji pokretanjem na gore ili na dolje omogućava podešavanje svjetlosnog fokusa.

## 1.2. NAČIN RUKOVANJA MIKROSKOPOM

S obzirom da je mikroskop osjetljiv optički instrument preporučljivo je da se ne pomjera sa njemu namijenjenog mjesta. Posmatrač prilagođavanjem visine stolice pronalazi položaj u kojem može duže vremena udobno raditi.

Radi zaštite od prašine mikroskop je zaštićen specijalnim navlakama, tako da početak rada podrazumjeva njeno odlaganje, a zatim priključivanje mikroskopa na izvor napajanja. Posmatranju objekta prethodi aktiviranje izvora svjetlosti, preko malog prekidača koji se nalazi sa desne strane postolja. U njegovoj blizini je i zavrtnj, pomoću kojeg se vrši podešavanje jačine svjetlosti. Svjetlom se još može manipulirati i regulisanjem otvora dijafragme.

Preparat se postavlja na stočić mikroskopa i fiksira nožicama. Prije početka posmatranja preparata potrebno je provjeriti da li se okulari i objektiv nalazi u pravilnom položaju za rad.



**Sl. 1.** Komponente Olimpiusovog biološkog mikroskopa CX21: 1- postolje stativa, 2- regulator intenziteta svjetlosti, 3- prekidač za osvjetljavanje, 4- izvor svjetlosti, 5- nosač tubusa, 6- glava sa okularnim tubusima, 7- okularni tubusi, 8- okulari, 9- nosač objektiva, 10- objektiv, 11- stočić mikroskopa, 12- nožice za pomjeranje predmetnog stakla, 13- klizni mehanizam za pomjeranje nožica, 14- prsten za regulaciju otvora kondenzora, 15- kondenzor, 16- makrozavrtanj, 17- mikroavrtanj

Okulari se individualno podešavaju u odnosu na raspon zjenica na taj način što se pomjeraju po horizontali lijevo i desno. Pri ovoj radnji, oba oka su na okularima, a pomijeranje se vrši sve dok se ne sliju dva u jedno vidno polje.

Objektiv najmanjeg uveličanja okretanjem rotirajućeg nosača, dovesti u osu mikroskopa. U momentu kada se to desi, čuće se prepoznatljiv klik. U slučaju da je objektiv pomjeren iz svog ležišta, vidno polje će biti zatamnjeno.

Kada su okulari i objektiv podešeni za rad, pristupa se fokusiranju objekta koji treba proučiti. Preparat se stavlja na stočić mikroskopa i dovodi u radnu poziciju pomjeranjem u oba pravca uz pomoć posebnog zavrtnja na mikroskopskom stočiću. U izoštravanju vidnog polja koriste se zavrtnji i to makro za grubo izoštravanje i mikro za fino.

Posmatranje preparata se počinje sa najmanjim uvećanjem, a za potrebe proučavanje detalja ono se povećava.

### 1.3. ODRŽAVANJE MIKROSKOPA

Jedan od preduslova za dugi upotrebnii vijek mikroskopa jeste i njegovo pravilno održavanje. Zato će posebna pažnja biti skrenuta na par jednostavnih radnji koje treba napraviti na kraju svake vježbe, tj. korišćenja mikroskopa:

- Mekom krpicom, koja ne ostavlja tragove tkanja, očistiti mehaničke delove mikroskopa
- Po potrebi, optičke djelove mikroskopa očistiti, sa namjenskim krpicama, navlaženim tečnošću za optiku
- uklanjanje prašine specijalnim četkicama i pokrivanje mikroskopa zaštitnom navlakom.

### 1.4. PREPARATI

Proučavanje anatomske građe biljnih organa vrši se na *privremenim i trajnim preparatima*. Privremene preparate studenti samostalno pripremaju. Za ovu proceduru, osim biljnog materijala, još su potrebni: sječivo (žilet ili skalpel), iglica, pinceta, predmetno i pokrovno staklo, voda ili glicerol, kapaljka (sl. 2).



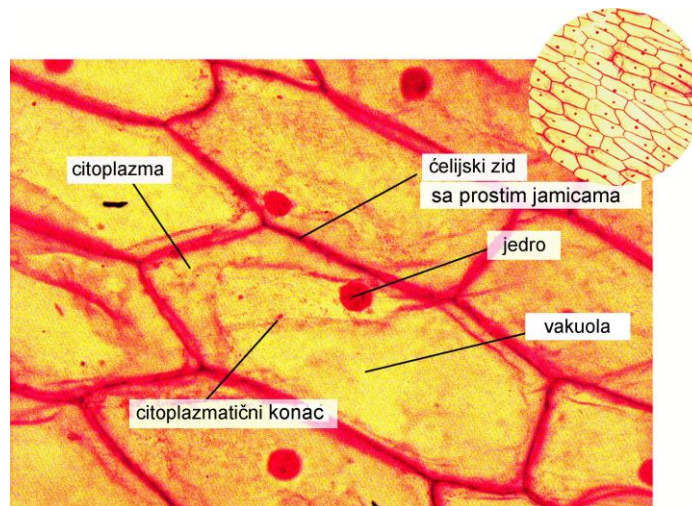
Sl. 2. Pribor za vježbe

**Privremeni preparat** predstavlja sitni objekat ili presjek napravljen sječivom žileta ili skalpela, koji se stavlja na predmetno staklo, na koje je prethodno nanesa kapljica vode ili glicerina, i koji se zatim pokriva pokrovnim staklom. Procedura pravljenja preparata izgleda jednostavno, međutim potrebno je povesti računa o sledećim stvarima:

1. Ako se radi o presjeku kroz biljni organ, presjek treba napraviti što tanje, u suprotnom on će biti neupotrebljiv za detaljnije proučavanje građe. Presjeke obavezno raditi sa oštrim sječivom i voditi računa da se ono ne ukosi, već da ostane pravo. Uvijek napraviti više presjeka, a posmatrati onaj najbolji ili kombinovati više njih.
2. Predmetna i pokrovna stakla moraju biti čista, u suprotnom, posmatranje objekta će biti otežano.
3. Prilikom preklapanja objekta, pokrovno staklo jednom ivicom osloniti na predmetno, a zatim ga polagano pustiti da prekrije objekat. Time će se izbjeći zadržavanje mjehurića vazduha, koji ometaju posmatranje. U slučaju da su mjehurići ipak ostali, ukloniti ih laganim dodavanjem tečnosti uz rub pokrovnog stakla. Višak tečnosti upiti maramicom ili upijajućom hartijom. Ako na predmetnom staklu nema dovoljno tečnosti, istu dodati kapaljkom, uz sam rub pokrovnog stakla.
4. Svježi materijal se posmatra u kapljici vode, a fiksirani u glicerinu.

## 2. BILJNA ĆELIJA

Upotrebom optičkog laboratorijskog mikroskopa najuočljivije komponente biljne ćelije su: **ćelijski zid**, **citoplazma**, **jedro** i **vakuole**. One će biti posmatrane na primjeru pokožice crnog luka (*Allium cepa*- sl. 3). Ćelije su izdužene, uglaste, na vrhu zašiljene, te pripadaju **prozenhivskom tipu ćelija**<sup>1</sup>. Tijesno su priljubljene jedna uz drugu, pa posmatranjem objekta na malom uvećanju (10x4) stiče se osjećaj da susjedne ćelije imaju zajedničke zidove. Ovaj utisak se gubi promjenom uvećanja (10x40), gdje se granice zidova jasno uočavaju, kao i njihova slojevitost i neravnomjerna zadebljalost (za više detalja o građi ćelijskog zida vidjeti stranu 14). Nezadebljala mjesta predstavljaju **proste jamice**- cilindrične kanale kojima se vrši međućelijski transport materija. Najveći dio unutrašnjosti ćelije zauzimaju **vakuole sa ćelijskim sokom**. One potiskuju **citoplazmu** uz sam ćelijski zid, gdje ova gradi kontinualan sloj. Citoplazma se nekad nalazi i u centralnom dijelu ćelije i tada preko **citoplazmatičnih konaca** biva povezana sa perifernim slojem. Okruglasto tjelašce, koje se vidi u gotovo svim ćelijama, je **jedro**. Položaj jedra u ćeliji nije fiksiran, tako da se kod nekih ono nalaze uz sam zid, a kod drugih bliže sredini<sup>2</sup>.



Sl. 3. Ćelije pokožice crnog luka (*Allium cepa*)

### Objekat:

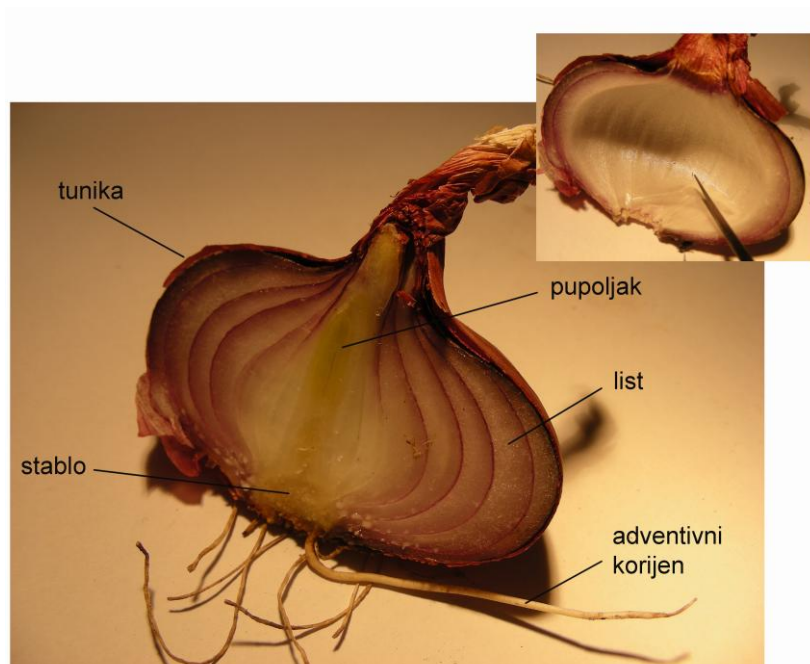
Lukovica crnog luka (*Allium cepa* L., fam. *Alliaceae*, Cl. *Liliopsida*- monokotiledone biljke).

**Opis i morfologija:** Lukovica crnog luka predstavlja izmijenjeni (metamorfozirani) podzemni izdanak. Obavijena je kožastim i obojenim perifernim listovima- tj. *tunikom*. U bazalnom dijelu uzdužnog presjeka kroz lukovicu uočava se kratko, diskoliko *stablo*. Ono nosi, centralno pozicioniran *pupoljak*, okružen mesnatim *listovima*, koji imaju ulogu skladištenja rezervnih materija. U donjem dijelu lukovice uočavaju se adventivni korijenovi (sl. 4).

<sup>1</sup> Na suprot prozenhivskim su **parenhimske ćelije**, kojima su dužina, širina i visina približno jednake (80% ćelija u biljnom tijelu su parenhimskog tipa).

<sup>2</sup> Osim napomenutih vidljivih elemenata u sastav ćelije ulaze i oni ne uočljivi običnim mikroskopom: **plazmalema**- tanak spoljašnji sloj citoplazme koji se nalazi između ćelijskog zida i osnovne citoplazme; brojne **organele**: mitohondrije, Goldžijev aparat, enoplazmatični retikulum, ribozomi.

Citoplazma sa organelama i jedrom čine živi dio ćelije i označeni su terminom **protoplast**.



Sl. 4. Uzdužni presjek kroz lukovicu crnog luka

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1.** Uzdužno presjeći lukovicu i na presjeku uočiti njene elemente.

**Korak 2.** Odvojiti jedan mesnati listić i sa unutrašnje strane, pincetom ili sječivom odvojiti pokožicu (slika 3).

**Korak 3.** Pokožicu postaviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode. Pokožica se na predmetnom staklu orijentiše na isti način kako je bila i u lukovici, tj. unutrašnja strana pokožice okrenuta je predmetnom staklu, a spoljašnja pokrovnom stakalcu. Pripremljeni objekat prekriti pokrovnim staklom.

**Zadatak 1.** Preparat staviti na stočić mikroskopa, posmatrati ga pod različitim uvećanjima i proučavati oblik i građu ćelije.

**Zadatak 2.** Grafički prikazati oblik i građu ćelije i označiti: ćelijski zid sa prostim jamicama, citoplazmu, citoplazmatične konce, vakuolu i jedro.

## 2.1. PLASTIDI

Plastidi, kao običnim mikroskopom vidljive organele, biće proučeni na primjerima tradenkancije (*Tradescantia sp.*- hloroplasti i leukoplasti) i mrkve (*Daucus carota*- hromoplasti).

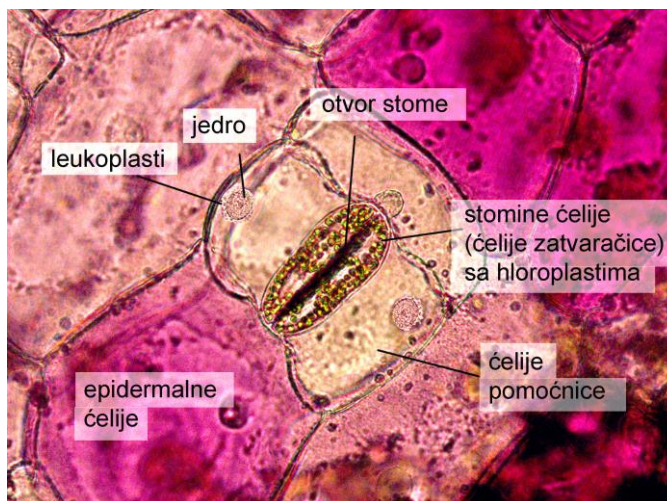
Osnovne karakteristike plastida na odabranih primjerima date su u tab. 1.

Plastid	Fotosintetička aktivnost	Boja	Oblik
Hloroplast	+	Zelena	Ovalni
Leukoplast	-	Bijela	Ovalni
Hromoplast	-	Narandžasta	Štapičasti, romboidni

Tab. 1. Podjela i odlike plastida

### 2.1.1. HLOROPLASTI I LEUKOPLASTI

Na naličju lista tradeskancije (*Tradescantia sp.*), među ljubičastim epidermalnim ćelijama, nalaze se zelene, duguljaste, bubrežaste **stomine ćelije** i njihove **ćelije pomoćnice**. Stomine ćelije su fotosintetski aktivne i posjeduju brojne loptasti **hloroplaste**. U okolnim ćelijama se uočavaju krupna jedra, okružena sitnim i okruglastim **leukoplastima** (sl. 5). U leukoplastima se od dopremljenih šećera, sintetisanih u hloroplastima, stvara skrob pa se zato ovi plastidi još nazivaju i **amiloplasti** (*amylum*- skrob).



Sl. 5. Epidermis naličja tradeskancije (hloroplasti i leukoplasti)

#### **Objekat:**

List tradenskancije (*Tradescantia sp.*, fam. *Commeliaceae*, Cl. *Liliopsida*- monokotiledone biljke).

**Opis:** Tradeskancija je višegodišnja zeljasta ukrasna biljka sa granatim stabljikama i cijelim, naizmjeničnim, nježno dlakavim listovima, čije su ivice blago uvijene ka licu. Cijela biljka je ljubičasto obojena (sl. 6). Porijeklom je iz Sjeverne Amerike. Često se uzgaja kao sobna biljka.



Sl. 6. Tradenskancija (*Tradescantia sp.*)

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** List tradescancije okrenuti na naličje i presaviti ga preko kažiprsta.

**Korak 2:** Sječivom napraviti plitak rez, a zatim pincetom odvojiti dio epidermisa naličja.

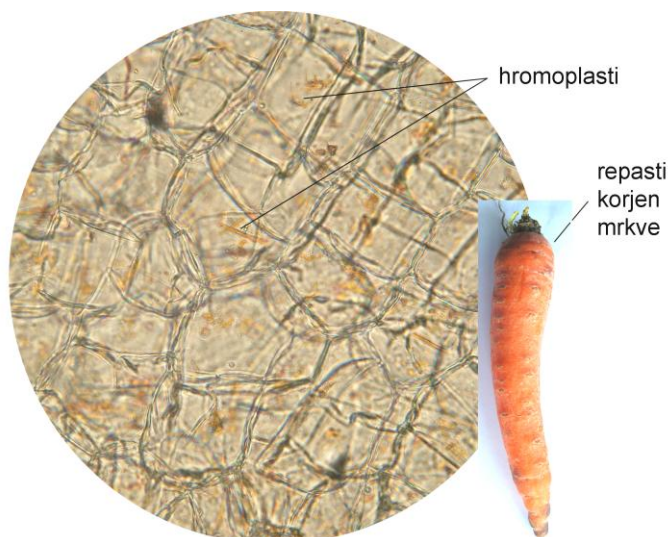
**Korak 3:** Sloj staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode, a zatim ga prekriti pokrovnim.

**Zadatak 1:** Preparat postaviti na stočić mikroskopa, posmatrati ga pod najmanjim uveličanjem, uočiti stome, a zatim pod velikim locirati i proučiti hloroplaste i leukoplaste.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati stomine i okolne epidermalne ćelije, hloroplaste, leukoplaste i jedro.

### 2.1.2. HROMOPLASTI

U izodijametričnim ćelijama repastog korijena mrkve (*Daucus sativus*) uočavaju se narandžati **hromoplasti**, štapičastog, vretenastog ili romboidnog oblika (sl. 7).



Sl. 7. Hromoplasti u ćelijama repastog korijena mrkve

Iako hromoplasti uglavnom imaju ulogu “bojenja” biljnih organa, sa ciljem privlačenja pažnje oprašivačima ili konzumentima, u njima može doći i do kristalizacije određenih materija (bjelančevina ili karotina) ili do obrazovanja skroba (slučaj sa mrkvom).

**Objekat:**

Repasti korjen mrkve (*Daucus sativus*), fam. *Apiaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke

**Opis i morfologija:** U glavnom korjenu mrkve i prizemnom dijelu stabla nagomilavaju se velike količine rezervnih hranljivih materija i na taj način nastaje repa. Ona se obrazuje u prvoj godini, a u drugoj se na račun hranljivih materija skladištenih u njoj razvija nadzemni dio izdanka sa cvjetovima. Na repi se razlikuju tri morfološke cjeline: glava, vrat i tijelo. Vršni dio repe u kojem se nalaze listovi je označen kao glava i predstavlja skraćeni izdanak sa listovima. Potijeklom je od epikotila. Vrat nastaje od hipokotila i na njemu se stvaraju adventivni korjenovi. Tijelo je glavni dio repe i on predstavlja metamorfozirani glavni korjen. Na njemu se razvijaju dugi bočni korjenovi.



***Način pripreme preparata i zadaci:***

***Korak 1:*** Napraviti više tankih presjeka kroz periferni dio korjena mrkve.

***Korak 2:*** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je stavljena kapljica vode, a zatim dodati i pokrovno staklo.

***Zadatak 1:*** Preparat posmatrati pod najvećim uveličanjem i uočiti narandžaste hromoplaste

***Zadatak 2:*** Grafički prikazati ćelije sa hromoplastima.

## 2.2. PRODUKTI PROTOPLASTA

Najvažnije organske materije, koje nastaju kao produkti životne aktivnosti protoplasta su:

- **ugljeni hidrati**
- **proteini**
- **masti i etarska ulja**
- **čvrste materije**

Budući da su ugljeni hidrati najrasprostranjenije organske materije u biljnoj ćeliji, u ovoj vježbi će najveća pažnja biti posvećena upravo njima.

### 2.2.1. UGLJENI HIDRATI (skorbna zrna)

Skrob je široko rasprostranjena rezervna supstanca biljaka. Obrazuje se u plastidima (hloroplastima), u toku procesa fotosinteze, i naziva se primarni ili ***asimilacioni skrob***. Pretjerano nagomilavanje skroba u hloroplastima, onemogućavalo bi dalji tok procesa fotosinteze i zbog toga se on u vidu rastvornih šećera iz lista transportuje u druge biljne organe. U njima se nakuplja u obliku takozvanog **rezervnog skroba**, koji najčešće u ćelijama postoji u obliku ***skrobnih zrna***.

Po građi skrobna zrna su:

- **prosta**
- **složena**
- **polusložena**

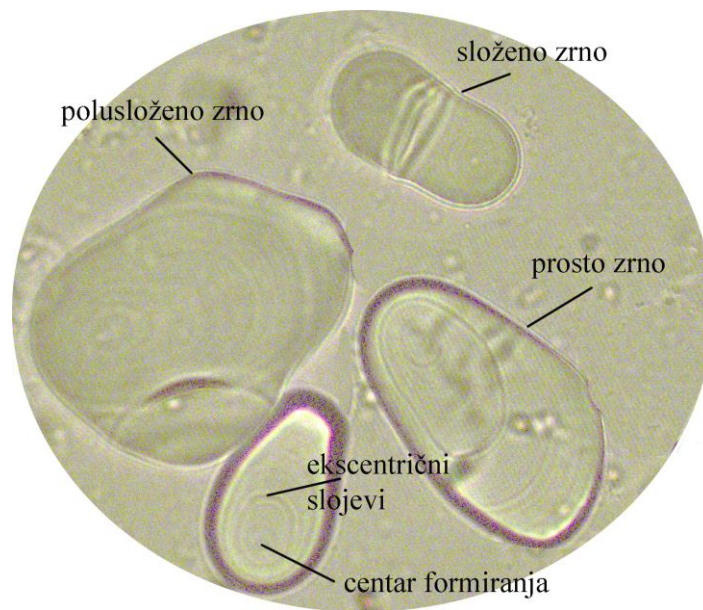
Obrazovnje skrobnih zrna započinje u unutrašnjosti leukoplasta (amiloplasta), a mjesto na kome započinje formiranje skrobnog zrna zove se ***jezgro ili centar formiranja***. Ako postoji samo jedan centar formiranja oko koga se jasno uočavaju svjetliji i tamniji slojevi skroba, onda se u amiloplastu obrazuje ***prosto skrobno zrno***. Ako postoji više centara formiranja, i oko svagoga se stvaraju posebni slojevi, onda govorimo o ***složenom skrobnom zrnu***. Međutim ako je više zrna okruženo zajedničkim naslagama skroba onda je riječ o ***polusloženom skrobnom zrnu***.

U zavisnosti od načina obrazovanja slojeva, skrobna zrna su:

- ***koncentrična*** (kada je jezgro formiranja u centru skrobnog zrna, a oko njega se u koncentričnim krugovima stvaraju naslage skroba)
- ***ekscentrična*** (kada je jezgro formiranja bliže jednom kraju skrobnog zrna i tada se u ekscentričnim krugovima nagomilavaju nove naslage skroba)

#### 2.2.1.1. Ekscentričan tip skrobnih zrna

U krtoli krompira (*Solanum tuberosum*) biće posmatrana ***prosta, složena i polusložena zrna ekscentričnog tipa***. Najzastupljenija su prosta zrna (sl. 8).



Sl. 8. Skrobna zrna u krtoli krompira (*Solanum tuberosum*)

**Objekat:**

Krtola krompira (*Solanum tuberosum*, fam. *Solanaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke)

**Opis i morfolologija:** Krtola predstavlja metamorfozu stabla, a ne plod krompira kao što se često misli. Krompir je jednogodišnja biljka sa naizmjeničnim i izdijeljenim listovima i krupnim simpetalnim i pentamernim cvjetovima i plodom tipa bobice. U moćno razvijenoj krtoli, magacionirani su rezervni šećeri, u formi skrobni zrna, pa se iz tog razloga ona i bira za idealan objekat njihovog proučavanja (sl. 9).



Sl. 9. Krompir (*Solanum tuberosum*), biljka u cvijetu

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Zasjeći krtolu krompira i primjetiti pojavu “soka” na presjeku.

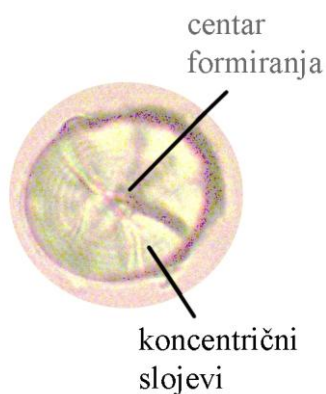
**Korak 2:** Povlačenjem sječiva, preko odsječene površine uzeti dio soka i prenijeti ga na predmetno staklo na kojem se već nalazi kapljica vode. Dodati i pokrovno staklo.

**Zadatak 1:** Preparat staviti na stočić mikroskopa, locirati skrobna zrna, a zatim ih posmatrati pod najvećim uveličanjem.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati osnovne tipove skrobnih zrna: prosta, polusložena i složena i na njima označiti centar formiranja i ekscentrične slojeve. Preprati obojiti Lugolovim rastvorom i primjetiti promjenu boje zrnaca, uslovljenu reakcijom skroba na jod.

### 2.2.1.2. Koncentričan tip skrobnih zrna

Tip **koncentričnih skrobnih zrna** biće proučavan na primjeru sjemena pasulja (*Phaseolus vulgaris*). Zrna su prosta, ovalnog ili loptastog oblika, a u njihovom centralnom dijelu se nalazi granata pukotina sa **centrom formiranja**, oko koje se obrazuju **koncentrični slojevi** (sl. 10).



**Objekat:**

Sjemenka pasulja (*Phaseolus vulgaris*, fam. *Fabaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke)

**Opis:** Pasulj se odlikuje jednogodišnjom formom i granatom stabljikom, koja nosi naizmjenične, dijeljene listove, sa malim zaliscima u pazusima lisaka. Cvjetovi su bijeličasti, nepravilni i pentamerni (sl. 11). Plod je mahuna, i u zavisnosti od sorte, ima od 2 do 9 sjemenki, koje su bogate rezervnim šećerima.

Sl. 10. Prosto, koncentrično skrobno zrno sjemena pasulja (*Phaseolus vulgaris*)



Sl. 11. Pasulj (*Phaseolus vulgaris*), nadzemni dio, sjeme

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Uzdužno raspoloviti sjemenku pasulja.

**Korak 2:** Iznad predmetnog stakla, vrhom sječiva sastrugati djelić unutrašnje polovine sjemenke, a zatim ga prekriti kapljicom vode i pokrovnim staklom.

**Zadatak 1:** Preparat staviti na stočić mikroskopa, locirati skrobna zrna, a zatim ih posmatrati pod najvećim uveličanjem.

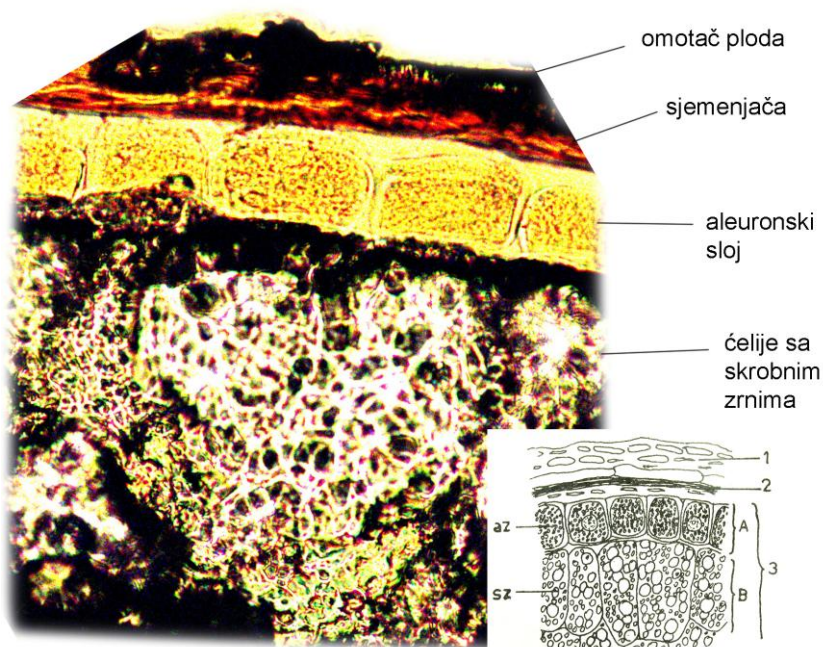
**Zadatak 2:** Grafički prikazati oblik skrobnog zrna i označiti centar formiranja i koncentrične slojeve.

### 2.2.2. PROTEINI- Aleuronska zrna

Osim gradivnih proteina koji ulaze u sastav protoplasta postoje i rezervni. Oni se najčešće javljaju u obliku **aleuronskih (proteinskih) zrna**.

Kao objekat za posmatranje aleuronskog sloja poslužiće plod pšenice (*Triticum vulgare*-sl. 12).

Ćelije ovog sloja se nalaze odmah ispod plodovog omotača i sjemenjača (ova dva omotača kod trava srastaju) i predstavljaju prvi sloj **endosperma**. Njega, osim jednog sloja ćelija sa **aleuronskim zrnima**, izgrađuje mnoštvo krupnih **ćelija sa skrobnim zrnima**. Ćelije aleuronskog sloja su sitnije i na poprečnom presjeku imaju pravougaoni ili kvadratni oblik. Gotovo su u potpunosti ispunjene sitnim i loptastim zrnima, koja predstavljaju rezervne proteinske materije u čvrstom stanju- **aleuronska zrna**.



**Sl. 12.** Poprečan presjek kroz plod pšenice (*Triticum vulgare*) i shema presjeka (Šinžar 1974): 1- plodov omotač, 2- sjemenjača, 3- endosperm, A- ćelije aleuronskog sloja, B- parenhim sa skrobom, az- aleuronska zrna, sz- skrobna zrna.

**Objekat:**

Sjeme pšenice (*Triticum vulgare*, fam. *Poaceae*, Cl. *Liliopsida*- monokotiledone biljke)

**Opis:** Kao tipična trava pšenica se odlikuje zeljastom formom, šupljim člankovitim stablom, naizmjeničnim sjedećim listovima, jasno diferenciranim na rukavac i lisku. Cvjetovi su grupisani u terminalni klas. Plod je krupa (sl. 13).



Sl. 13. Pšenica (*Triticum vulgare*), habitus, plod

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti nekoliko poprečnih presjeka u gornjoj trećini ploda pšenice.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo na koje je prethodno nanešena kapljica glicerina, a zatim ga prekriti pokrovnim staklom.

**Zadatak 1:** Preparat staviti na stočić mikroskopa i posmatrati ga pod srednjim i velikim uvećanjem.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati presjek ploda i označiti plodov omotač, sjemenjaču, ćelije sa aleuronskih zrnima i ćelije sa skrobnim zrnima.

### 2.2.3. MASTI I ETARSKA ULJA

**Masti** su najbogatija rezervna hrana i uglavnom se nalaze u sjemenima i sporama. Kod nekih vrsta skupljaju se u ćelijama rizoma ili krtola, u sočnom dijelu ploda ili kod nekih drvenastih biljaka u kori.

Za razliku od masti **etarska ulja** ne predstavljaju rezervnu hranu, već produkte metabolizma, koji imaju različite ekološke uloge. Kada se nalaze u cvijetu, onda doprinose privlačenju oprašivača, a kada su u vegetativnim organima djeluju repelentski na konzumente.

Iako se za ulja veže tečna faza, u nekim slučajevima ona se mogu javiti u kristalnom stanju.

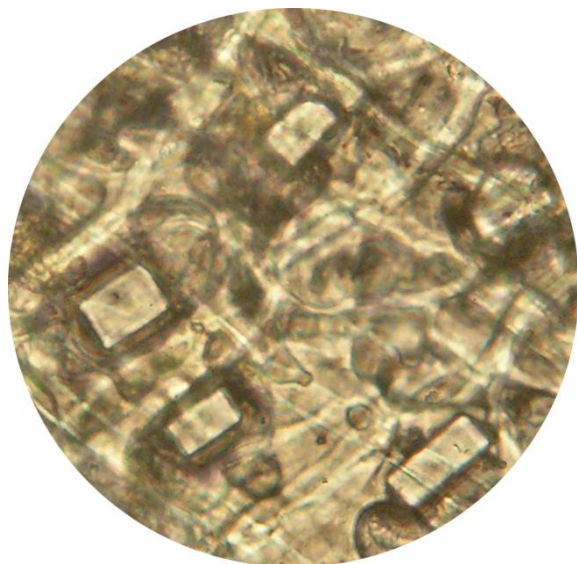
### 2.2.4. ČVRSTE MATERIJE U BILJNIH ĆELIJAMA- kristali kalcijum oksalata

**Kristali** se javljaju kao krajnji produkt metabolizma i najčešće se radi o kalcijumovim solima oksalne kiseline. Oni mogu imati različite oblike i biti **pojedinačni** ili **grupisani**.

Kockasti, prizmatični i **pojedinačni** kristali biće posmatrani u ćelijama pokožice luka (*Allium cepa*- sl. 14); igličasti i grupisani kristali- **rafiđi** u ćelijama lista agave (*Agave sp.*- sl. 15); i piramidalni i grupisani kristali- **kristalne druze**, u parenhimskim ćelijama lisne drške oraha (*Juglans regia*- sl. 16).

### 2.2.4.1. Pojedinačni kristali

U ćelijama sasušenih listova lukovice crnog luka (*Allium cepa*) uočavaju se krupni kristali kalcijum-oksalata. Nisu uniformnog oblika, već mogu biti prizmatični ili kockasti. U nekim ćelijama moguće je uočiti “blizance”- međusobno srasle kristale.



#### **Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Uzeti najtanji dio sasušenog lista lukovice crnog luka i staviti ga na predmetno staklo na koje je prethodno nanešena kapljica vode.

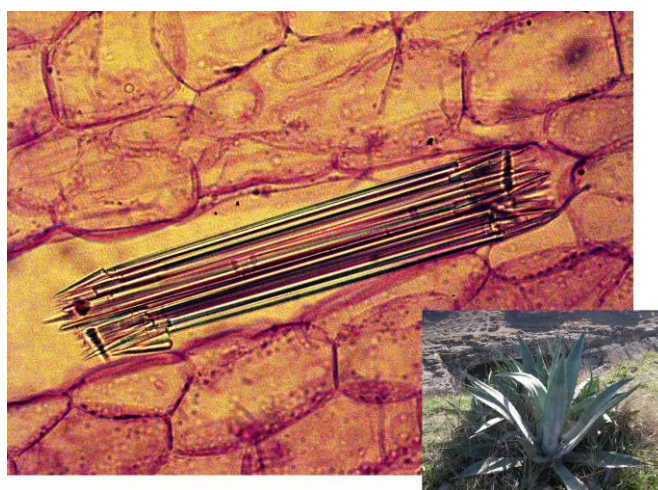
**Zadatak 1:** Posmatrati ćelije, uočiti da su njihovi zidovi zadebljali, da nemaju živ sadržaj i da se u većini njih nalaze kristali.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati nekoliko ćelije, naznačiti zadebljale ćelijske zidove i prisustvo pojedinačnih kristala

Sl. 14. Pojedinačni kristali u ćelijama sasušenih listova lukovice crnog luka (*Allium cepa*)

### 2.2.4.2.1 Grupisani kristali- rafidi

Na trajnom preparatu uzdužnog presjeka kroz list agave (*Agave sp.*) u mnoštvu izodijametričnih parenhimskih ćelija uočavaju se **idioblasti**<sup>3</sup> sa **rafidima**- snopolikim grupicama igličastih kristala.

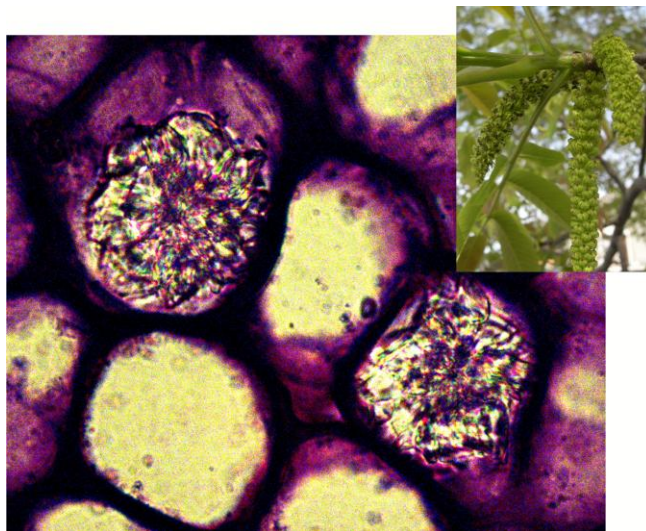


Sl. 15: Rafidi u listu agave (*Agave sp.*)- trajni preparat

<sup>3</sup>Pojmom **idioblast** obuhvaćene su ćelije koje se svojim morfoloških i fiziološkim osobinama razlikuju od okolnih ćelija.

#### 2.2.4.2.2. Grupisani kristali- druze

U neživim parenhimskim ćelijama lisne drške oraha (*Juglans regia*) nalaze se brojne **kristalne druze**, koje izgledom podsjećaju na zvijezdu. Nastaju srastanjem većeg broja piramidalnih kristala svojim osnovama.



Sl. 16: Kristalne druze u lisnoj dršci oraha (*Juglans regia*)- trajni preparat

Osim pomenutih oblika, kristali kalcijum-oksalata se mogu sresti i u vidu sitnih kristalnih zrnaca, zvanih **kristalni pijesak**. Povoljni objekti za posmatranje kristalnog pijeska su biljke iz porodice pomoćnica- velebilje i duvan.

### 2.3. ĆELIJSKI ZID

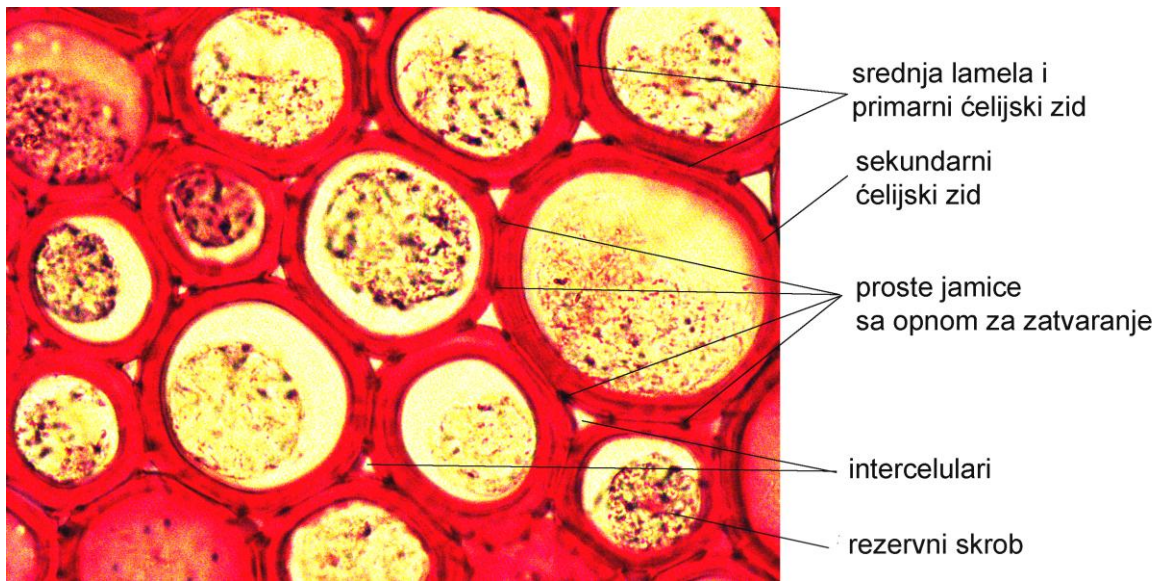
Uloga ćelijskog zida nije samo da definiše granice protoplasta, već i da omogući njegovu komunikaciju sa okolom sredinom. Ova komunikacija se obavlja preko posebnih strukturnih elemenata- **jamica**.

Slojevitost građe ćelijskog zida i proste jamice detaljnije će biti proučeni na primjeru ćelija srži stabla pavita (*Clematis vitalba*- sl. 17), opšančene jamice na primjeru bora (*Pinus sp.*- sl. 19), a centripetalna zadebljanja ćelijskog zida na primjeru idioblasta fikusa (*Ficus sp.*)

#### 2.3.1. PROSTE JAMICE

Ćelije su po obliku okruglaste i odvojene jedna od druge, tako da su intercelulari jasno izraženi. Ćelijski zidovi su zadebljali i slojeviti. Površinski sloj je tanak i predstavlja **primarni zid**, dok je unutrašnji sloj znatno deblji i označen kao **sekundarni zid**. Oba zida su najvećim dijelom izgrađeni od celuloze. Sloj koji povezuje primarne zidove susjednih ćelija je nazvan **srednja lamela** i ona je uglavnom pektinske prirode. Nezadebljala mjesta sekundarnog ćelijskog zida predstavljaju **proste jamice**. One nalikuju kanalima i čitavom dužinom su istog promjera. Jamice susjednih ćelija stoje jedna naspram druge i time je omogućena međućelijska komunikacija. Dio primarne membrane koja razdvaja jamice naziva se **opna za zatvaranje**.

Na preparatu se još uočava da su ćelije parenhima ispunjene **rezervnim skrobom**.



Sl. 17. Proste jamice kod ćelija srži stabla pavita (*Clematis sp.*)

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz grančicu pavita.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode/glicerina, a zatim ga poklopiti pokrovnim staklom.

**Zadatak 1:** Posmatranjem preparata na najmanjem uveličanem locirati srž, a zatim pod najvećim proučiti građu ćelijskog zida i raspored prostih jamica.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati ćelije srži i označiti sledeće elemente: ćelije srži, intercelulari, srednja lamela i primarni ćelijski zid, sekundarni ćelijski zid, proste jamice, rezervni skrob.



Sl. 18. Pavit (*Clematis vitalba*)



**Objekat:**

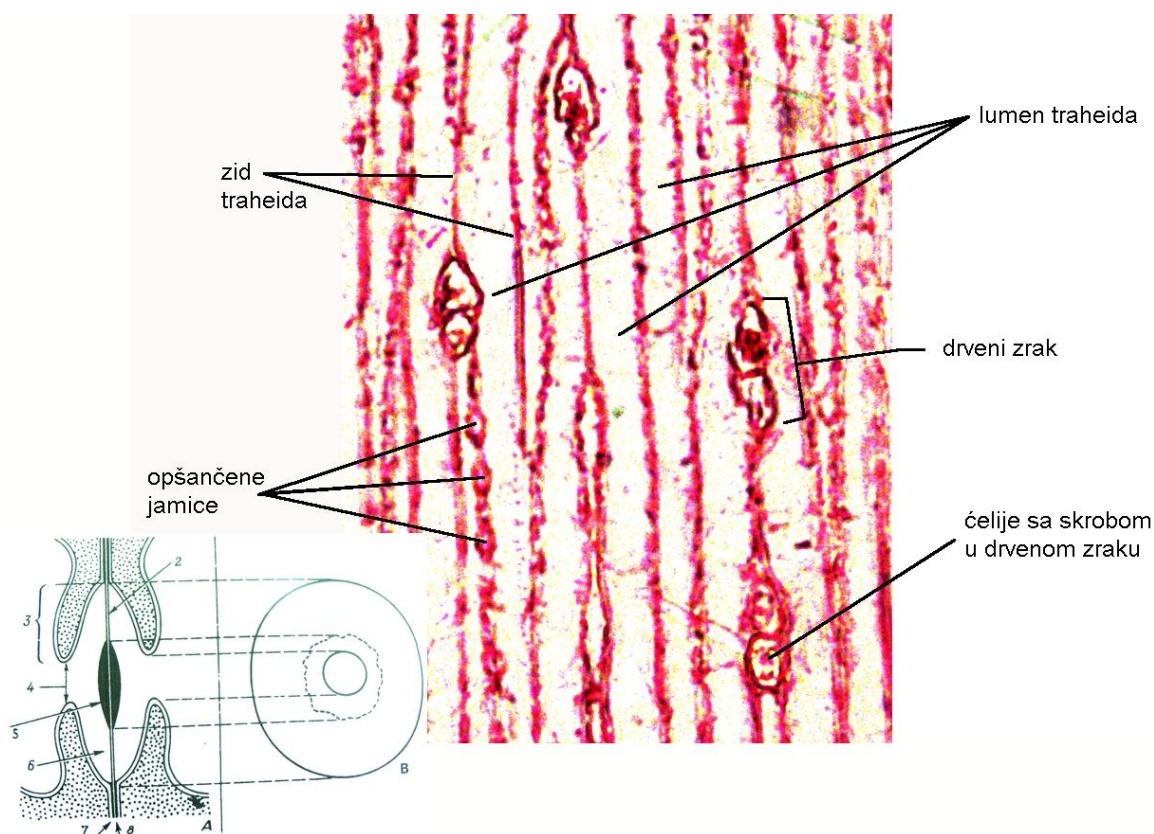
Grančica pavita (*Clematis sp.*, fam. *Ranunculaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke)

**Opis:** Pavit je višegodišnja i uglavnom odrvenjela povijaša sa naspramno postavljenim, cijelim ili rasperanim listovima. Cvjetovi su prilično krupni, bijelo ili plavo obojeni i četvorodjelni, pojedinačni ili u metličastoj cvasti. Plodovi su autentični, jer posjeduju dugačke i dlakave vratove (sl. 18). Na području grada Podgorice mogu se sakupiti tri vrste pavita (*C. vitalba*, *C. viticella* i *C. flammula*) i to na gradskim goricama (Gorica, Ljubović, Kakaricka gora itd.), duž uz obala Ribnice, Morače, Cijevne, Matice, Sitnice, pored puteva, na nasipu oko pruge, zapuštenim mjestima itd. Biljke roda pavit nastanjuju šikare, živice, vegetaciju pored puteva, nasipa oko pruge i zapuštena mjesta.

Osim za posmatranje postih jamica, vrste roda pavit se koristiti i za proučavanje otvorenog kolateralnog provodnog snopića.

### 2.3.2. OPŠANČENE JAMICE

Za razliku od prostih jamica, kod kojih je kanal istog dijametra čitavom svojom dužinom, kod opšančenih on se ljevkasto proširuje prema opni za zatvaranje. Opna je neravnomjerno zadebljala i na njoj se uočava centralni diskoliki zadebljali dio- **torus** i okolni nezadebljali dio- **margo**. Razmjena materija se odvija kroz margo, dok torus ima ulogu ventila, koji u određenim okolnostima zatvara otvor jamice.



Sl. 19. Opšančene jamice bora (*Pinus sp.*)- tangencijalni presjek kroz grančicu bora i shema građe jamica: A- na presjeku B- gledano odozgo, 1- sekundarni zid, 2- margo, 3- dio sekundarnog zida koji nadsvođuje jamicu, 4- otvor jamice, 5- torus, 6- komora dvojno opšančene jamice, 7- primarni zid, 8- srednja lamela (shema preuzeta iz Blažencić 1994)

Opšančene jamice se isključivo obrazuju na trahejama ili traheidima i mogu biti **jednostavne** ili **dvojne**. Ako se jamice formiraju nasuprot jedna drugoj u zidovima susjednih histoloških elemenata onda su one **dvojne**, a ako se traheje ili traheide graniče sa parehnimskim ćelijama onda su one **jednostavne**, jer se formiraju samo na trahejama i traheidama .

Dvojno opšančene jamice će biti proučene na traheidima vidljivim na tangencijalnom presjeku kroz grančicu bora (sl. 19).

**Objekat:**

Grančica bora (*Pinus sp.*, fam. *Pinaceae*, Cl. *Pinopsida*- golosjemenjače)

**Opis:** Bor je vječnozeleni četinar, cijelim i igličastim listovima (četine), koji se nalaze u zajedničkom rukavcu. Šišarke bora su jednopolne, ženske su krupnije i višegodišnje, pozicionirane bočno na granama, a muške su sitne, jednogodišnje i smještene u vršnom dijelu grana. Rod *Pinus* je u flori Crne Gore zastupljen sa sedam vrsta, od kojih se šest njih odlikuje prisustvom dvije iglice u rukavcu, a samo jedanmolika (*Pinus peuce*), prisustvom pet. Na području grada Podgorice, kao sađeni najučestaliji su: alepski (*P. halepensis*) i crni bor (*P. nigra*).



Sl. 20. Grančica bora (*Pinus halepensis*)

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih tangencijalnih presjeka kroz grančicu bora.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica glicerina, a zatim ga poklopiti pokrovnim.

**Zadatak 1:** Posmatrati centralni dio presjeka na malom uvećanju locirati traheide i na njima jamice, a zatim pod velikim proučiti njihovu građu.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati par traheida i na njihovim susjednim zidovima dvojno opšančene jamice i označiti: torus i margo.

### 2.3.3. DEBLJANJE ĆELIJSKOG ZIDA

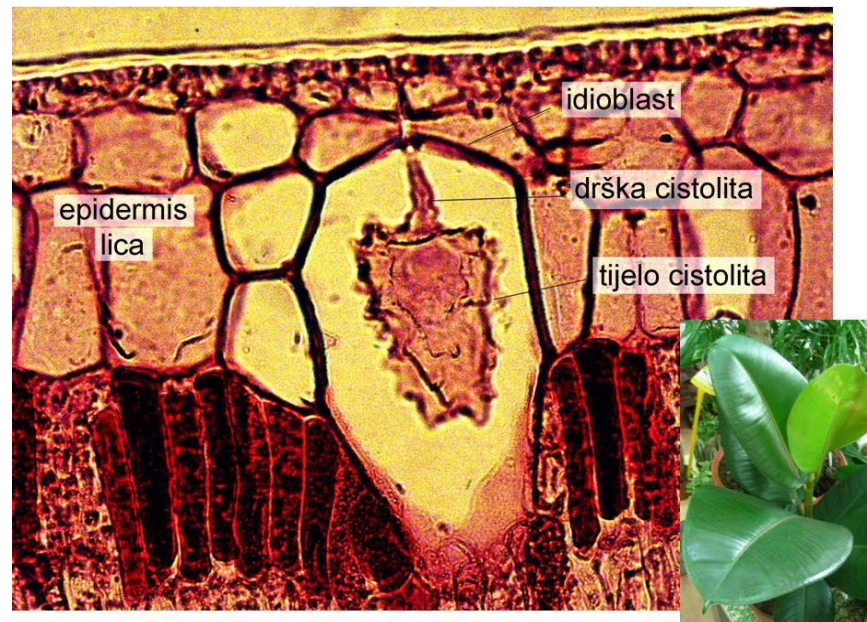
Debljanje ćelijskog zida podrazumjeva stvaranje lokalnih naslaga. Ako se one stvaraju sa unutrašnje strane ćelijskog zida onda su zadebljanja **centripetalna**, a ako se obrazuju sa spoljašnje **centrifugalna**.

Pogodan objekat za izučavanje centripetalnih zadebljanja ćelijskog zida je list fikusa (*Ficus elastica*- sl. 21).

U sloju epidermalnih ćelija lica lista uočavaju se **idioblasti (litocisti)**- gigantske ćelije, sa karakterističnim **centripetalnim lokalnim zadebljanjima ćelijskog zida- cistolitima**. Sastvom,

cistoliti su celuloznopektinske prirode a izgledom podsjećaju na grozd grožđa. Diferencirani su na dršku, inkrustiranu silicijum-dioksidom i tijelo prožeto kalcijum-karbonatom.

Karbonatna komponenta tijela cistolita, lako se može dokazati tretiranjem privremenog preparata kiselinom. U nastaloj hemijskoj reakciji oslobađa se ugljen-dioksid a karbonati se razgrađuju, te se tijelo cistolita vidno počinje smanjivati.



Sl. 21. Presjek kroz list fikusa (*Ficus elastica*.)

### 3. TKIVA

*Tkiva* su skupine ćelije istog porijekla, građe i funkcije. Ona mogu biti *tvorna (meristemi)* i *trajna*. Ćelije tvornih tkiva se odlikuju stalnom diobom i zahvaljujući njima biljke cijelog svog života rastu, dok se ćelije trajnih ili više ne dijele ili samo povremeno dobijaju tu sposobnost.

#### 3.1. TVORNA TKIVA- MERISTEMI

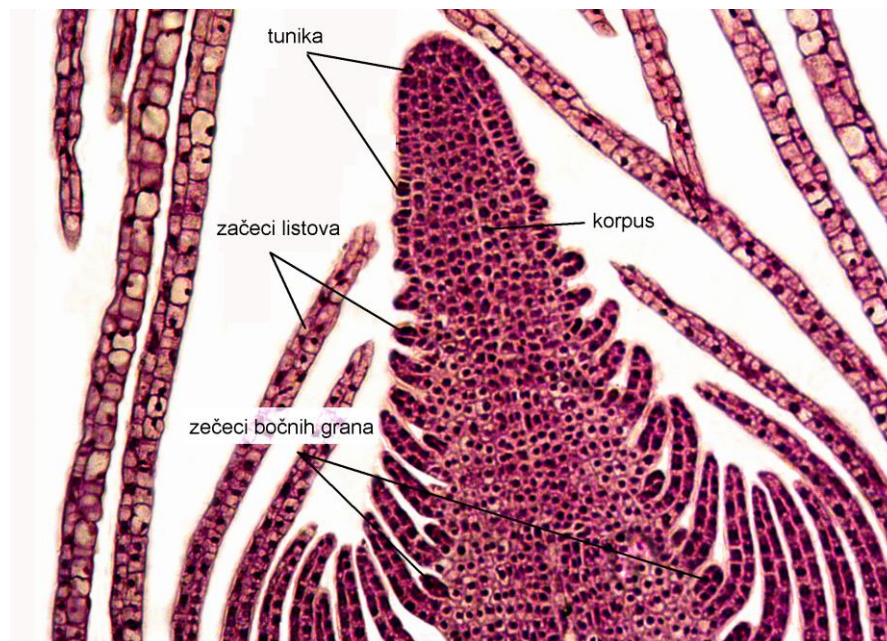
Po postanku, meristemi mogu biti *primarni* i *sekundarni*. Oni meristemi, koji vode direktno porijeklo od embrionalnih ćelija i zadržavaju sposobnost deobe tokom čitavog života su *primarni*, a oni koji nastaju od ćelija nekog trajnog tkiva koje su naknadno postale sposobne da se dijele su *sekundarni*. U primarne meristeme spadaju *vegetacione kupe korijena i stabla*, a u sekundarne *felogen i kambijum*. Aktivnošću primarnih meristema biljke se izdužuju, a sekundarnih debljaju.

U odnosu na položaj, meristemi mogu biti: *apikalni (vršni, apex- vrh)*, *lateralni (lateralis-bočni, later)*, *interkalarni (intercalaris- umetnut)* i *traumatični (meristemi rana, trauma- povreda)*.

U prvoj vježbi o tkivima biće izučeni primarni i apikalni meristemi i to: vegetativna kupa stabla vodene kuge (*Elodea canadensis*) i vegetativna kupa korijena kukuruza (*Zea mays*).

##### 3.1.1. Vegetativna kupa stabla vodene kuge (*Elodea canadensis*)

Vegetativna kupa stabla vodene kuge (sl. 22) izgrađena od izodijametričnih meristemskih ćelija, koje su ispunjene gustom citoplazmom i sadrže krupno jedro. Na površini kupe se nalazi jednoslojna *tunika*, nastala antiklinalnim diobama, a u središtu je višeslojan *korpus*, nastao prvobitnom periklinalnom, a zatim diobama u svim pravcima. U pogledu dimenzija, ćelije tunike su nešto sitnije od ćelija korpusa. Neposredno ispod vrha kupe počinju se formirati *začeci listova- lisne primordije*. Oni se uočavaju kao mali izraštaji, ali sa udaljavanjem od vrha, njihova dimenzija raste. U pazusima lisnih začetaka se obrazuju *začeci bočnih grana*.

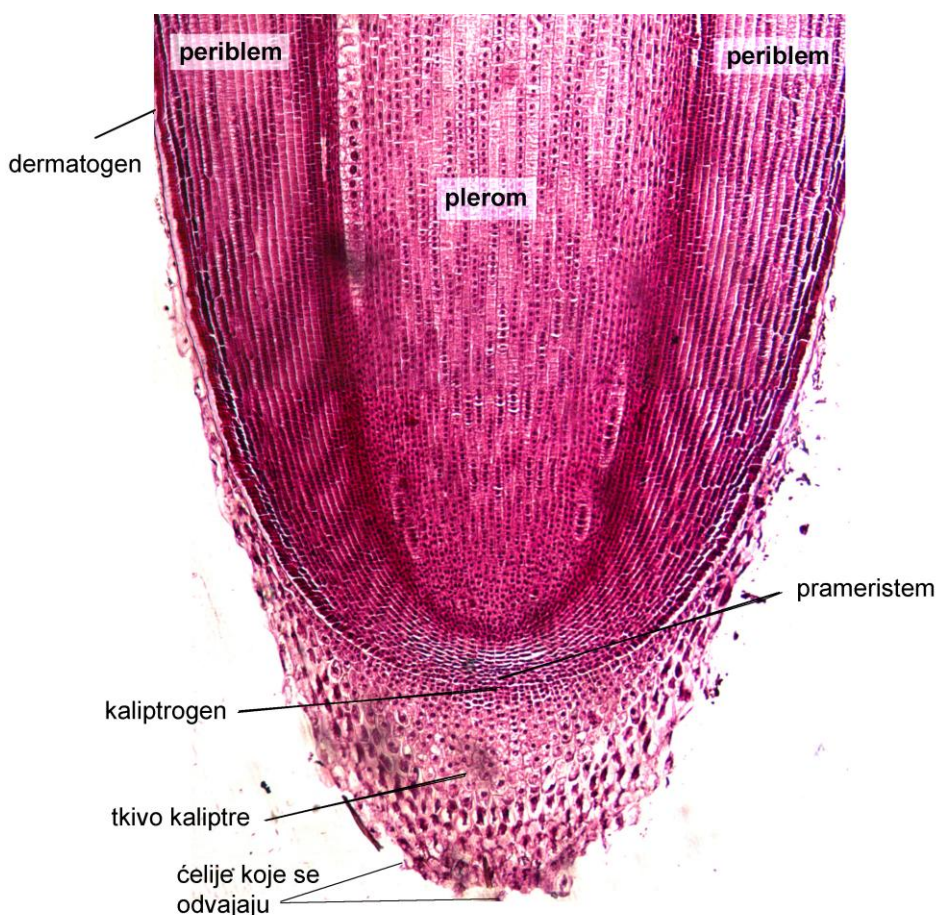


Sl. 22. Vegetativna kupa stabla vodene kuge (*Elodea canadensis*)

Na većoj ili manjoj udaljenosti od tjemena kupe, u primarnom meristemu nastaje diferenciranje na **protoderm**, **osnovni meristem** i **prokambijum**. Diferenciranjem ćelija protoderma nastaju pokorična tkiva, diferenciranjem ćelija osnovnog meristema nastaje glavna masa parenhima, a diferenciranjem prokambijuma nastaju mehanička i provodna tkiva.

### 3.1.2. Vegetativna kupa korijena kukuruza (*Zea mays*)

Meristemska tkiva pozicionirana pri vrhu vegetativne kape korijena zaštićena su **korijenovom kapom** (*calyptra*). Nju izgrađuju trajne ćelije, čije se dimenzije i rastresitost uvećavaju ka površini kape. Ćelije površinskog sloja se usled probijanja kroz zemlju neprekidno odvajaju od korijena, ali se stalnom aktivnošću meristema **kaliptrogena** nadoknađuju. Iznad kaliptrogena, na samom tjemenu vegetativne kupe, nalaze se **ćelije prameristema** koje se dalje diferenciraju na **dermatogen** (*derma- koža*), **periblem** (*periblema- omotač*) i **plerom** (*pleroma- napunjeno*). Ćelije dermatogena su jednoslojne i tabličastog oblika. Njihovom diferencijacijom nastaje apsorpciono tkivo rizodermis. Ćelije periblema su višeslojne i izdužene i daju tkiva primarne kore. U unutrašnjosti se nalazi plerom, sačinjen od nizova krupnih ćelija, čijom diferencijacijom će nastati elementi centralnog cilindra (sl. 23).



Sl. 23. Vegetativna kupa korijena kukuruza (*Zea mays*)

## 3.2. TRAJNA TKIVA

U zavisnosti od funkcije koju vrše trajna tkiva se dijele na: *i) pokorična i tkiva za provjetravanje, ii) parehnijska, iii) mehanična, iv) provodna i v) žljezdana.*

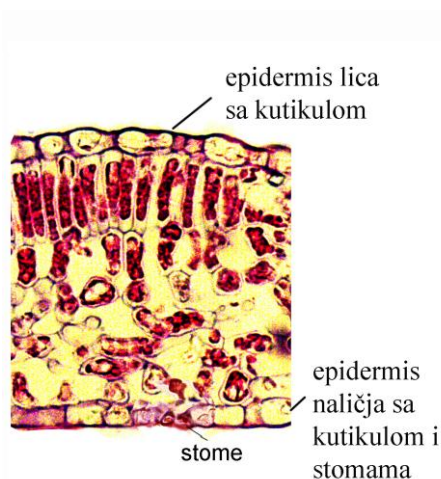
### 3.2.1. POKORIČNA TKIVA I TKIVA ZA PROVJETRAVANJE

Smještena na samoj površini biljnih organa pokrovna tkiva imaju dvojaku ulogu da zaštite unutrašnja tkiva od nepovoljnih uticaja sredine i da omoguće razmjenu materija sa okolnom sredinom. Po postanku, ona mogu biti *primarna* i *sekundarna*. Primarna nastaju direktno od ćelija primarnog, a sekundarna od ćelija sekundarnog meristema.

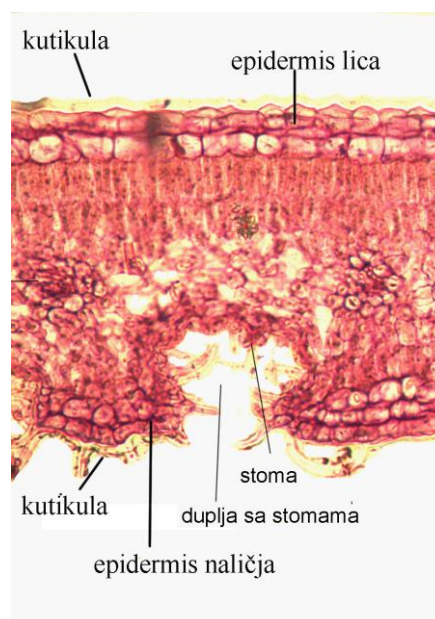
*U primarna pokorična tkiva spadaju epidermis i rizodermis, a u sekundarna pluta i mrtva kora.*

#### 3.2.1.1. Primarno pokorični tkivo- epidermis i tkivo za provjetravanje- stome

Sa *epidermisom* smo se već upoznali na primjeru pokožice luka i tada uočili da je on izgrađen od živih ćelija, koje su tijesno pripijene jedna uz drugu. Da bismo uočili nejednaku zadebljalost ćelija epidermisa, posmatračemo trajni preparat poprečnog presjeka kroz list bukve (*Fagus sylvatica*) i olenadera (*Nerium oleander*). Zidovi ćelija koji su okrenuti ka spoljašnjoj sredini zadebljali su i prevučeni *kutikulom* (sl. 24 i 25).



Sl. 24. Presjek kroz list bukve (*Fagus sylvatica*)



Sl. 25. Presjek kroz list olenadera (*Nerium oleander*)

Kutikula predstavlja svojevrsnu barijeru ka spoljašnjoj sredini i njena razvijenost zavisi od ekoloških prilika koje na staništu vladaju (više detalja potražiti u vježbi o listu!). Ona je i vid barijere za vodu i gasove, pa da bi se njihova razmjena mogla nesmetano odvijati, u epidermisu se obrazuju *stome* (*stoma- usta*), tj. *stomin aparat*. Njega grade *dvije stomine ćelije* ili *ćelije zatvaračice* koje regulišu dimenzije stominog otvora, susjedne ćelije- *ćelije pomoćnice* i *stomina komora (duplja)*- veliki intercelular kojim stoma komunicira sa atmosferom.

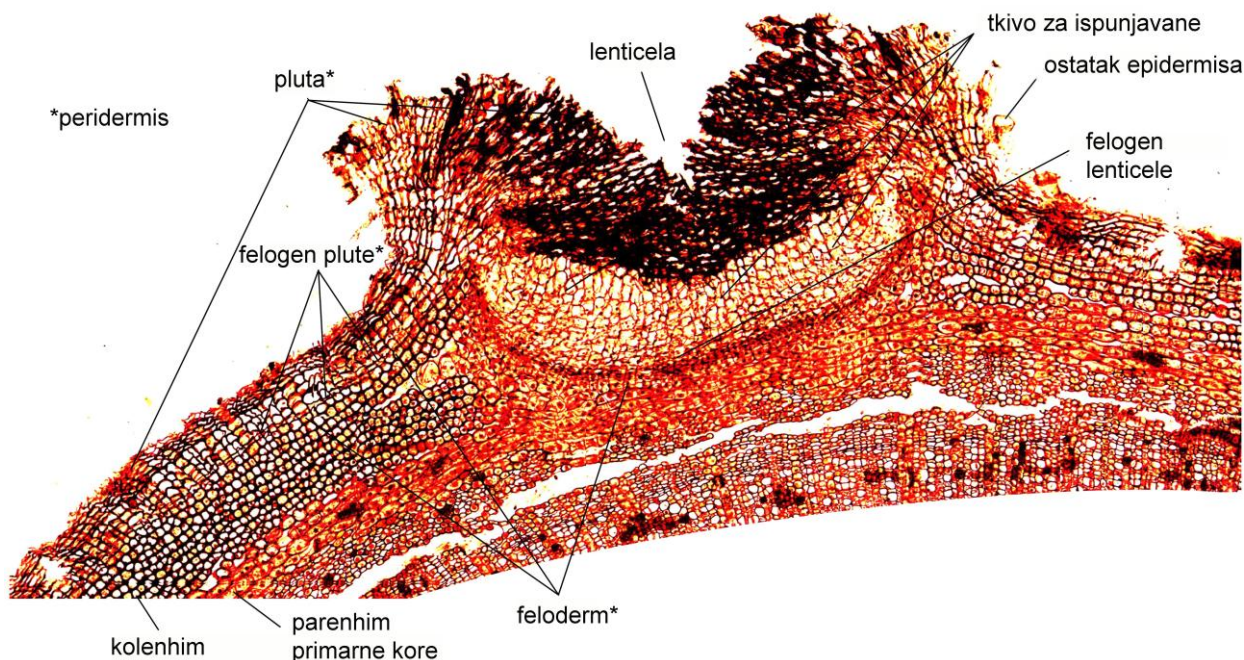
Stomine ćelije imaju **nejednako zadebljale ćelijske zidove**. Kod tradenkancije (sl. 6), njihovi ventralni, unutrašnji i spoljašnji zidovi su zadebljali, a dorzalni su tanki i samim tim više rastegljivi. Mehanizam otvaranja i zatvaranja stoma, nastaje kao rezultat promjene **turgorovog pritiska** (turgora). Turgorov pritisak stvara voda, koja ulazi u vakuole, time se njihova zapremina povećava, kao i pritisak koji one vrše na ćelijski zid. Jačina turgora zavisi od količine osmotski aktivnih materija, prije svega od odnosa skroba i šećera u ćelijama zatvaračicama. Prelazak skroba u šećer (na svjetlosti) inicira povećanje turgorovog pritiska, »rastezanje« ćelijskih zidova (naročito dorzalnog) i otvaranje stoma. Obrnut proces transformacije šećera u skrob (u mraku) uslovljava opadanje turgorovog pritiska, povlačenje ćelijskih zidova i samim tim zatvaranje stoma.

### 3.2.1.2. Sekundarno pokorično tkivo- pluta i tkivo za provjetravanje- lenticele

Usled sekundarnog debljanja stabla i nastajanja novih ćelija, epidermis se vrlo brzo raskida, i da biljka ne bi ostala bez zaštite, stvaraju se sekundarna pokorična tkiva **pluta** i **mrtva kora**.

**Pluta** nastaje diobama ćelija sekundarnog meristema, tzv. **felogena plute** ili **plutinog kambijuma**. Ovaj meristem vodi porijeklo od ćelija primarne kore, koje se tangencijalno dijele i ka unutrašnjosti odvajaju sloj ćelija **feloderm** (koje se dalje ne dijele), a ka periferiji sloj ćelija koje će se podijeliti još jednom. Ćelije koje neposredno naliježu na feloderm, prelaze u sekundarni meristem **felogen plute**. Njegovim višestrukim djeljenjem, ka periferiji se odvajaju radijalni nizovi **plutinih ćelija**, koje su mrtve, tijesno međusobom spojene, ispunjene vazduhom i nepropusne za vodu i gasove. Pomenuti histološki elementi: **pluta, felogen i feloderm** sačinjavaju kompleksno sekundarno pokorično tkivo- **peridermis**.

Kao posebno pogodan objekat za posmatranje ćelija plute ili za upoznavanje sa građom peridermisa može se koristiti grančica crne zove (*Sambucus nigra*) (sl. 26).



Sl. 26. Presjek kroz lenticelu na grančici zove (*Sambucus nigra*)

Makroskopski na grančici zove primjećuju se sočivasta napukla ispupčenja, koja predstavljaju posebno diferencirane strukture za »provjetravanje«, nazvane **lenticele** (Sl.26).

U sekundarnoj građi, lenticеле zamjenjuju stome, ali za razliku od njih ne mogu vršiti aktivnu razmjenu gasova. Lenticеле nastaju aktiviranjem sekundarnog meristema- **felogena lenticеле**. Nalik felogenu plute i on nastaje od parenhimskih ćelija primarne kore, međutim prema periferiji ne odvaja ćelije plute, već bezbojne ćelije loptastog oblika, koje izgrađuju **tkivo za ispunjavanje**. Neprekidnim stvaranjem ćelija ovog tkiva vrši se pritisak na epidermis, koji puca i izdiže se u vidu kvržice, pa na taj način dolazi do otvaranja lenticеле.

**Objekat:**

Grančica zove (*Sambucus nigra*, fam. *Caprifoliaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke).

**Opis:** Zova je grm ili omanje listopadno drvo, sa napramno postavljenim i perasto dijeljenim listovima, sa testerasto nazubljenim liskama i sitnim bjeličastožutim cvjetovima, grupisanim u tanjirastu cvast (sl. 27). Na grančicama zove jasno se uočavaju lenticеле, koje oblikom podsjećaju na sočivasta ispućčenja.

Zova ulazi u sastav šumskih zajednica i njenih degradacionih derivata. Na području grada Podgorice evidentirana je uz tokove Ribnice, Morače i Sitnice.



Sl. 27. Zova (*Sambucus nigra*)

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz grančicu zove, ali na mjestu lenticеле.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode/glicerina, a zatim staviti i pokrovno staklo.

**Zadatak 1:** Preparat postaviti na stočić mikroskopa, locirati lenticelu, a zatim uočiti osnovne histološke elemente: peridermis, tkivo za ispunjavanje, felogen lenticеле, elemente primarne kore (kolenhim i parenhim).

**Zadatak 2:** Grafički prikazati presjek kroz lenticelu.

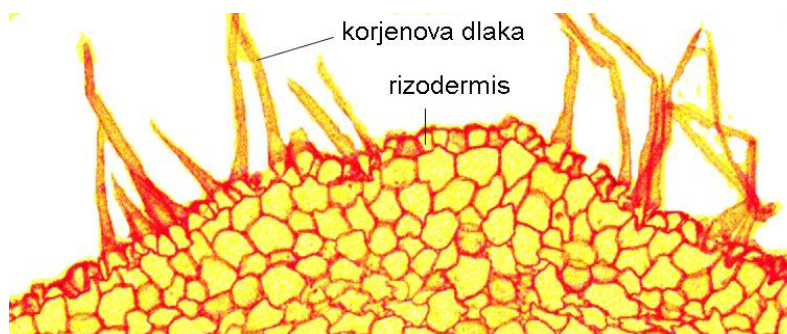


### 3.2.2. PARENHIMSKA TKIVA

Parenhimsko tkivo daje osnovu masu biljnom tijelu i izuzev pokoričnog, sva ostala su u njega uronjena. U zavisnosti od funkcije koju obavlja ono se dijeli na: **apsorpciono, tkivo za magacioniranje, tkivo za fotosintezu, aerehnim.**

#### 3.2.2.1. Apsorpciono tkivo- rizodermis

Iako pozicioniran na površini korijena, **rizodermis** ne vrši funkciju pokoričnog već **apsorpcionog tkiva**. Njegova osnovna funkcija je upijanje vode i mineralnih supstanci iz podloge. Izgrađen je od jednog reda nježnih i tankozidnih ćelija, sa gustom citoplazmom. Ćelije se često izdužuju u korijenove dlake (sl. 28), koje u znatnoj mjeri povećavaju apsorpcionu površinu, a samim tim i moć upijanja. Ćelije rizodermisa nisu prevučene kutikulom i u njima se ne obrazuju stome.



Sl. 28. Presjek površinskog dijela korijena perunike (*Iris sp.*)

#### 3.3.3.2. Parenhim za fotosintezu

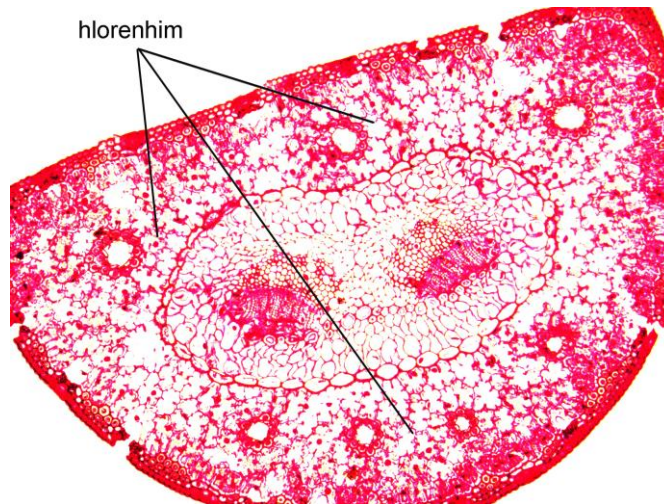
U listovima i mladim stablima nalazi se **parenhim za fotosintezu**. Najmarkantnija odlika njegovih ćelija su jasno razvijeni **hloroplasti**, a samim tim i **zelena boja**. Kod nekih biljaka ono je diferencirano na **palisadne i sunđeraste ćelije**, a kod drugih je pak **homogen**.

Parenhim za fotosintezu će biti proučen na trajnim preparatima presjeka kroz listove bukve (*Fagus sylvatica*- sl. 24), oleandera (*Nerium oleander*- sl. 25) i bora (*Pinus sp.*- sl. 29).

Najuočljivija razlika u građi navedenih listova jeste da je kod bukve i oleandera fotosintetski parenhim diferenciran na palisadno i sunđerasto tkivo, a kod bora je homogeno.

Gotovo po pravilu, **palisadno tkivo** izgrađuju izdužene i zbijene ćelije, dok su ćelije **sunđerastog** tkiva režnjevite (uglavnom nepravilne) i rastresite.

Pozicioniranost i slojevitost palisadnog i sunđerastog tkiva uslovljeni su ekološkim prilikama staništa (o tome će biti više govora u poglavlju o listu)



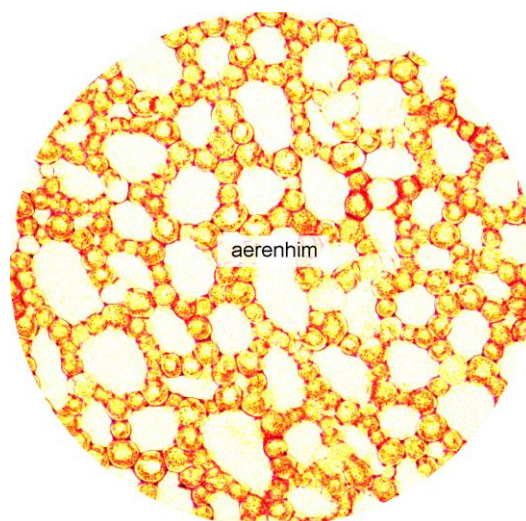
Sl. 29. Presjek kroz iglicu bora (*Pinus sp.*)- homogeni parenhim

### 3.2.2.3. Parenhim za magacioniranje

**Parenhim za magacioniranje** je izgrađen od ćelija koje imaju sposobnost skladištenja organskih supstanci ili vode. Ovaj parenhim se nalazi u krtolama, rizomima ili zadebljalim korenovima, nekad u stablu, listovima, plodovima ili sjemenima. Parenhim za magacioniranje posmatrali smo na na primjeru ploda pšenice (sl. 12).

### 3.2.2.4. Aerenhim

**Aerenhim** ili vazdušno tkivo je predstavljeno sitnim loptastim ćelijama sa živim protoplastom između čijih nizova se nalaze krupni intercelulari ispunjeni vazduhom. Ovo tkivo se razvija u vegetativnim organima močvarnih i vodenih biljaka. Pogodan objekat za posmatranje aerenhima je trajni preparat presjeka kroz rizom idirota- *Acorus calamus* (sl. 30)



Sl. 30. Aerenhim u rizomu idirota (*Acorus calamus*)

### 3.2.3. MEHANIČKA TKIVA

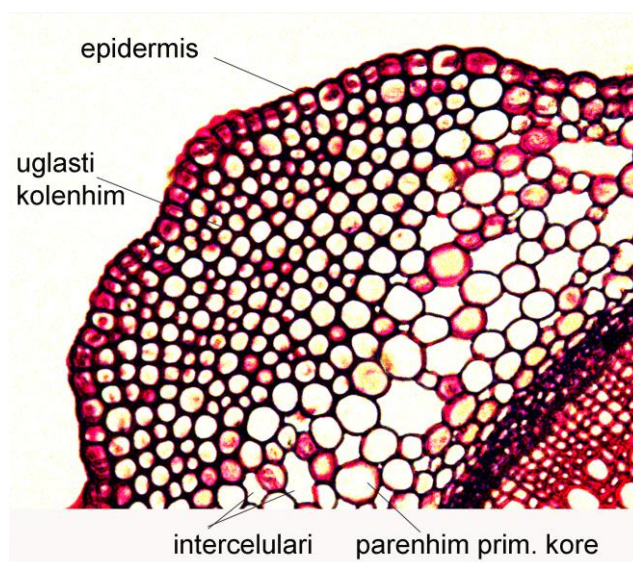
Mehanička tkiva biljci daju potrebnu čvrstinu, doprinose održavanju stalnog oblika, uspravnog položaja i veoma su značajna za specifične biomehaničke karakteristike biljaka. Čelije mehaničkog tkiva imaju zadebljale zidove i tijesno su priljubljene jedna uz drugu. Međutim, čvrstoća biljke i njenih organa ne zavisi samo od svojstava mehaničkih elemenata, već i od njihovog rasporeda. U odnosu na tip ćelija koje ga izgrađuje, mehaničko tkivo može biti **kolenhimsko** i **sklarenhimsko**.

#### 3.2.3.1. Kolenhim

Pogodan objekat za posmatranje **kolenhima** je stablo mrtve koprive- *Lamium sp.* (sl. 31). Kod ove biljke on se nalaze isključivo u uglovima stabla i ima trakast ili cilindričan oblik. Izgrađen je od živih ćelija, sa neravnomjerno zadebljalim zidovima. Kako se zadebljanja nalaze samo na uglovima ćelija, ovaj tip kolenhima se zove **uglasti kolehnim**.

Osim uglastog, kolelnih još može biti **pločastog** ili **lakunarnog tipa**.

Kolelnimska tkiva su svojstvena mladim organima i pozicionirana su uglavnom ispod pokrovnog tkiva



Sl. 31. Uglasti koelnhim na presjek kroz stabljiku mrtve koprive (*Lamium purpureum*)

**Objekat:**

Stablo mrtve koprive (*Lamium sp.*, fam. *Lamiaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke).

**Opis:** Rod mrtva korpiva obuhvata zeljaste biljka sa četvorougaonom staljikom, koja nosi naspramno postavljene srcolike listove. Cvjetovi sjede u pazusima gornjih listova i izrazito su dvousnati. Roze su ili bijele boje. U flori Crne Gore rod *Lamium* je zastupljen sa desetak vrsta, na području grada Podgorice najučestalije su *L. maculatum* i *L. purpureum* (sl. 32 i 33). Cvjeta sa proljeća, a tipično stanište su im gradski parkovi i travnate površine.



Sl. 32. *Lamium maculatum*



Sl. 33. *Lamium purpureum*

***Način pripreme preparata i zadaci:***

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz stablo mrtve koprive.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode/glicerina, a zatim prekriti pokrovnim staklom.

**Zadatak 1:** Preparat posmatrati pod najmanjim uveličanjem. Uočiti četvorougaočnost presjeka. Locirati kolehnim na uglovima preparata. Posmatrati ćelije kolenhima pod velikim uveličanjem i uporediti oblik i debljinu zidova ćelija epidermisa i kolenhima.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati položaj i oblik ćelija uglastog kolenhima i označiti: ćelije epidermisa, uglasti kolehnim, intercelulare, parenhim primarne kore.

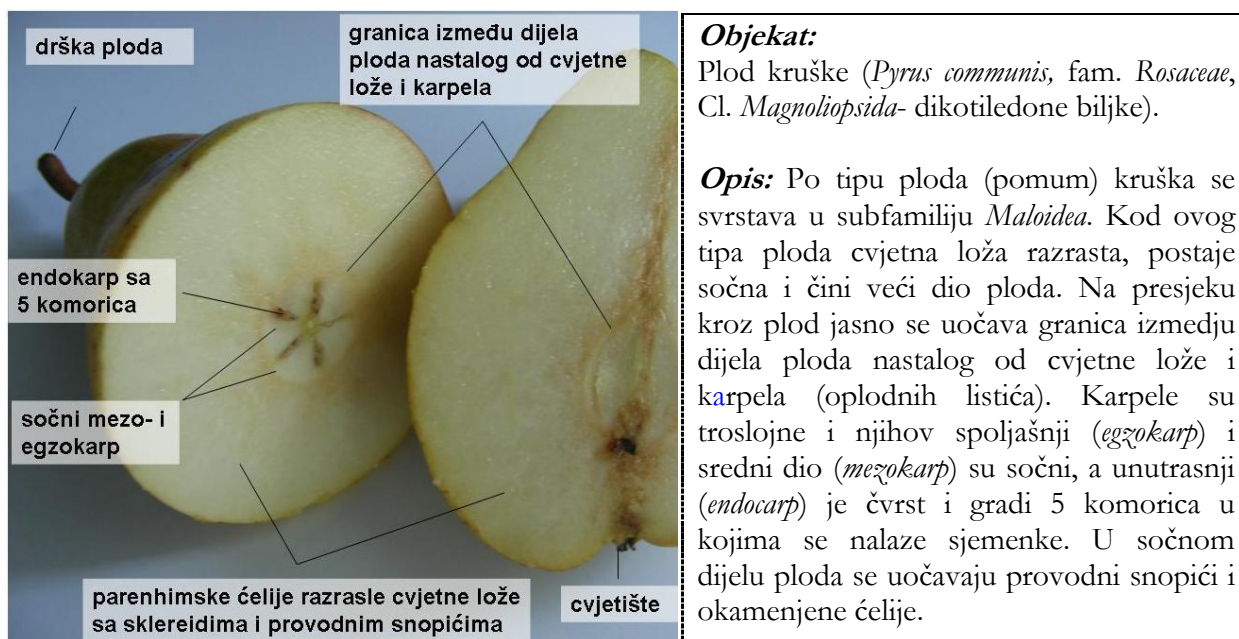
### 3.2.3.2. Sklerenhim

Za razliku od kolenhima, **sklerenhim** je mehaničko tkivo čije ćelije imaju veoma zadebljale zidove, koji su, po pravilu, odrvenjeni. Takve ćelije nemaju živi sardžaj, te su prema tome, mrtve. Ovo tkivo nalazi se u biljnim organima koji su završili rastenje u dužinu. Ovom tkivu pripadaju **sklereidi** (još znani i kao kamene ćelije), **likina vlakna** i **drvena vlakna**.

**Sklereidi** (Sl.34) su uglavnom izodijametrični, sa veoma zadebljalim zidovima kroz koje se radijalno pružaju jamice u vidu uzanih i često razgranatih, kanala. Izuzetno pogodan objekat za posmatranje sklereida je plod kruške (*Pyrus communis*). Između parenhimskih ćelija ploda uočavaju se ćelije sa izuzetno zadebljalim zidovima, čiji je lumen sveden na malu pukotinu. U zidovima su vidne jamice, koje nalikuju na mrežu sitnih kanala. Sadržaj ćelije nije živ (sl. 34)



Sl. 34. Sklereidi u plodu kruške



**Objekat:**

Plod kruške (*Pyrus communis*, fam. *Rosaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke).

**Opis:** Po tipu ploda (pomum) kruška se svrstava u subfamiliju *Maloidea*. Kod ovog tipa ploda cvjetna loža razrasta, postaje sočna i čini veći dio ploda. Na presjeku kroz plod jasno se uočava granica između dijela ploda nastalog od cvjetne lože i karpela (oplodnih listića). Karpela su troslojne i njihov spoljašnji (*egzokarp*) i sredni dio (*mezokarp*) su sočni, a unutrašnji (*endokarp*) je čvrst i gradi 5 komorica u kojima se nalaze sjemenke. U sočnom dijelu ploda se uočavaju provodni snopići i okamenjene ćelije.

Sl. 35. Plod kruške (*Pyrus communis*)

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Sječivom zarezati sočni dio ploda kruške.

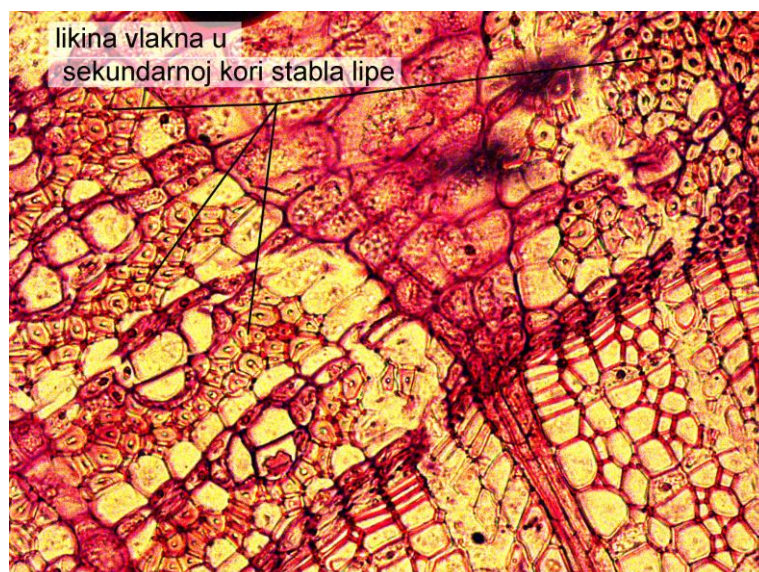
**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode, a zatim staviti i pokrovno staklo.

**Korak 3:** Pošto se sklereidi nalaze u gomilicama, da bi se ćelije jasno vidjele, gomilice je potrebno razbiti. Jedan od načina je da se preko pokrovnog stakalca pažljivo pritisnu gumicom za brisanje.

**Zadatak 1.** Na preparatu uočiti gomilice sklereida. Pod najvećim uveličanjem posmatrati njihov oblik i građu.

**Zadatak 2.** Grafički prikazati sklereide i označiti lumen i jamice.

**Likina vlakna** su ćelije izduženog oblika, sa zašiljenim vrhovima, te imaju oblik vretena. Na poprečnom presjeku se uočava izrazito zadebljao ćelijski zid i mali ćelijski lumen (sl. 36).



Sl. 36. Presjek kroz sekundarnu koru grančice lipe- trajni preparat

**Drvena vlakna** se nalaze u drvenom delu stabla. Kraća su od likinih vlakana i njihovi zidovi su jako odrvenjeli.

#### 3.2.4. PROVODNA TKIVA

Osnovni zadatak elemenata provodnih tkiva jeste da omoguće transport materija kroz biljku. Voda sa mineralnim supstancama se od korijena ka ostalim djelovima biljke provodi **trahejama, traheidama i provodnim (drvenim ili ksilemskim) parenhimom**. Oni se zajedničkim imenom nazivaju **vazalni, drveni elementi ili elementi hadroma**. Sintetizovane organske supstance od lista do ostalih dijelova biljke kreću **kribralnim, sitastim elementima ili elementima leptoma**. U sastav ovih elemenata ulaze **sitaste cijevi, ćelije pratilice i provodni (likin ili floemski) parenhim**.

Provodni elementi nisu pojedinačno rasuti po biljnom tijelu, već su grupisani u **provodne snopiće**. Njih često prate mehanički elementi. Terminološki, vazalni elementi snopića i njihove prateće mehaničke ćelije označavaju se kao **ksilem**, a kribralni elementi i njihove mehaničke ćelije kao **floem**.

Prije nego se na konkretnim primjerima upoznamo sa građom osnovnih tipova provodnih snopića, u par rečenica ćemo se podsjetiti na osnovne karakteristike glavnih elemenata ksilema i floema.

Traheje i traheidi su neživi elementi, sa odrvenjelim ćelijskim zidovima. **Traheje** su fuzije niza ćelija čiji su poprečni zidovi djelimično ili potpuno resorbovani. Za razliku od traheja **traheide** su građene samo od jedne ćelije. Traheidi se jedan na drugi naslanjaju svojim kosim zidovima u kojima su jamice. Razlika između traheja i traheida može se vidjeti samo na uzdužnim preseccima.

Nasuprot njima **sitaste cijevi** i **ćelije pratilice** su žive. Prve nastaju od niza ćelija, na čijim se poprečnim zidovima stvaraju perforacije nalik situ. Ove ćelije nemaju jedro. Neposredno uz njih se nalaze ćelije sa jedrom- **ćelije pratilice**.

U odnosu na građu snopići su: **koncentrični, kolateralni, bikolateralni i radijalni**, a u odnosu na prisustvo kambijuma **otvoreni** (imaju kambijum) i **zatvoreni** (kambijum se potpuno izdiferencirao u trajne ćelije i u takvom tipu snopića ga više nema)

Neke od karakteristika provodnih snopića koje će biti proučavati u okviru ove vježbe dati su u tabeli u nastavku teksta (tab. 2).

Tip snopića	Raspored provodnih elemenata	Fascikularni kambijum	Biljni organ/grupa biljaka
<b>Amfivazalni (leptocentrični)</b>	Koncentričan (drveni dio okružuje sitasti)	Nema	Rizom i nadzemni izdanci monokotiledonih biljaka
<b>Amfikribralni (hadrocentrični)</b>	Koncentričan (sitasti dio okružuje drveni)	Nema	Rizom i list paprati
<b>Kolateralni zatvoreni</b>	Elementi na istom radijusu (jedan floem i jedan ksilem)	Nema	Izdanak, monokotiledone biljke
<b>Kolateralni otvoreni</b>	Elementi na istom radijusu (jedan floem i jedan ksilem)	Pristutan	Izdanak, golosjemenjače i dikotiledone biljke
<b>Bikolateralni otvoreni</b>	Elementi na istom radijusu (dva floema i jedan ksilem)	Prisutan	Izdanak, tikve ( <i>Cucurbitaceae</i> ), pomoćnice ( <i>Solanaceae</i> )
<b>Radijalni</b>	Elementi se naizmjenično smjenjuju	Nema	Korijen monokotiledonih i dikotiledonih biljaka i izdanak nekih paprati

Tab 2. Tipovi provodnih snopića i njihove karakteristike

### 3.2.4.1. Koncentrični provodni snopići

**Koncentrični provodni snopići** su oni kod kojih je jedan tip provodnih elemenata (*sitasti*= *kribralni dio ili leptom*, odnosno *sudovni*= *vazalni dio ili hadrom*), okružen drugim. Postoje dva tipa ovih snopića: **amfivazalni (leptocentrični)** i **amfikribralni (hadrocentrični)**. Kako se kod njih kambijum ne obrazuje, oni su **zatvorenog tipa**.

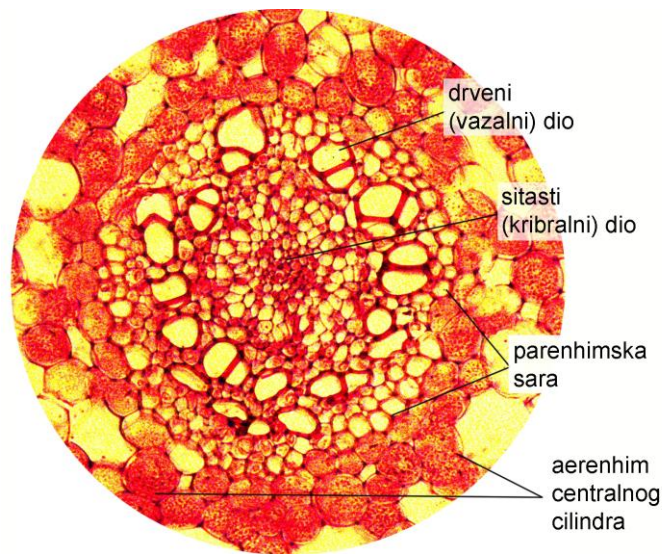
**Amfivazalni snopić** će biti proučen na trajnom preparatu presjeka rizoma iđirota- *Acorus calamus* (sl. 37), a **amfikribralni** na trajnom preparatu presjeka kroz lisnu dršku jelenjeg jezika- *Scolopendrium vulgare* (sl. 38).

#### 3.2.4.1.1. Amfivazalni (leptocentrični) provodni snopić

U rizomu iđirota se nalaze dva tipa provodnih snopića: u primarnoj kori- **kolateralni**, a u centralnom cilindru **koncentrični amfikribralni (leptocentrični)**. Stoga, za proučavanje građe koncentričnog snopića, obavezno odabrati snopić iz centralnog cilindra.

Kako samo ime snopića govori (*amphi- okolo, vazalno- sudovno, drveno* ili *lepto- sitasto, centrum- središnji*), **drveni elementi okružuju sitaste**, odnosno **sitasti elementi se nalaze u središnjem**

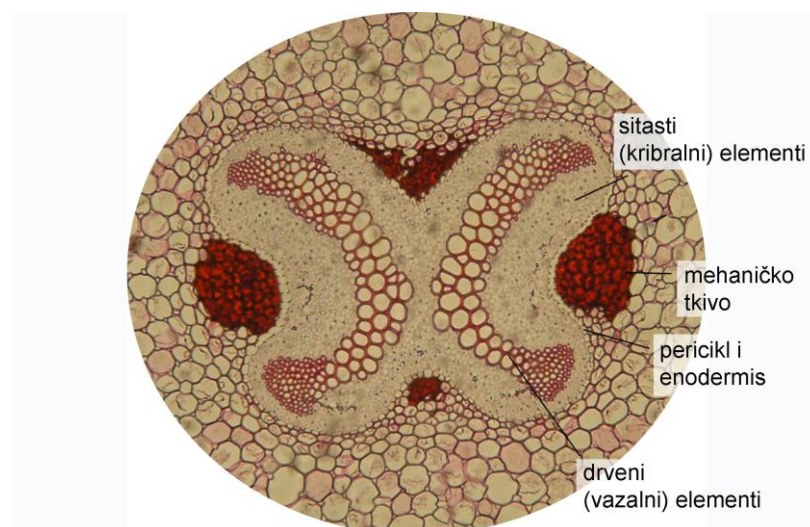
*dijelu snopića.* Među drvenim dominiraju *traheje*, a među sitastim *sitaste sijeve* i *ćelije pratile*. Snopići su okruženi *parenhimskom sarom*.



Sl. 37. Amfibivazalni provodni snopić u rizomu idirota (*Acorus calamus*)

### 3.2.4.1.2. Amfikribralni (hadrocentrični) provodni snopić

U središnjem dijelu lisne drške paprati (jelenji jezik- *Scolopendrium vulgare*), uočava se *koncentrični amfikribralni (hadrocentrični) provodni snopić*. Za razliku od prethodnog tipa snopića, kod njega *sitasti dio okružuje drveni* (*amphi- okolo, kribralno- sitasto*), tj. *drveni dio se nalazi u središtu snopića* (*hadro- drveno, centrum- centar*). Osnovni elementi drvenog dijela su *traheje i parenhimske ćelije*, a sitastog *sitaste cijevi i parenhimske ćelije*. Snopić je okružen kontinuiranim prstenom od *pericikla i endodermisa*, kao i *mehaničkim tkivom* koje raspoređeno u vidu četiri uzdužne trake.



Sl. 38. Amfikribralni provodni snopić na primjeru drške lista jelenjeg jezika (*Scolopendrium vulgare*)



### 3.2.4.2. Kolateralni provodni snopić

Kod ovog tipa provodnih snopića *elementi floema i ksilema se nalaze na istom radijusu, a dodiruju se po tangenti*. U zavisnosti od toga da li se u snopiću nalazi kambijum ili ne, snopići mogu biti *otvoreni ili zatvoreni*.

Pogodan objekat za izučavanje građe i rasporeda zatvorenih kolateralnih provodnih snopića je stablo kukuruza (*Zea mays*- sl. 39), a otvorenih stabla pavita (*Clematis sp.*- sl. 40) ili ljutića (*Ranunculus sp.*).

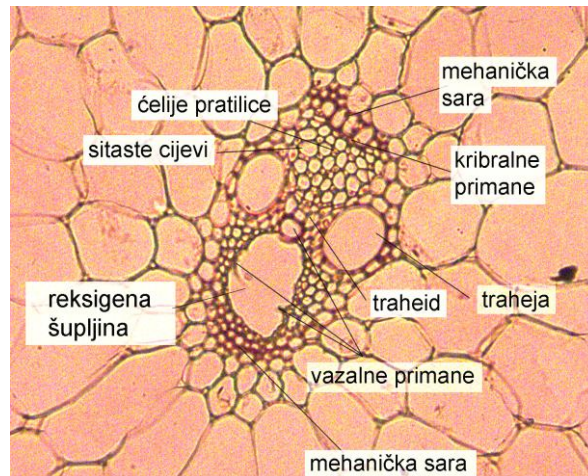
#### 3.2.4.2.1. Zatvoreni kolateralni provodni snopić

U centralnom cilindru stabla kukuruza (*Zea mays*) nalazi se mnoštvo **zatvorenih kolateralnih provodnih snopića**, razbacanih bez nekog reda. Okruglastog su, ovalnog ili romboidnog izgleda, sa floemom okrenutim ka periferiji a ksilemom ka centru (sl. 39).

U floemu se jasno uočavaju tri osnovna sitasta elementa: **sitaste ćelije, ćelije pratilice i kribralne primane**. **Sitaste ćelije** su krupne, mnogougone i na izgled prazne, a **ćelije pratilice** sitnije i sa krupnim jedrom. **Kribralne primane** su deformisani, izumrli sitasti elementi, koji se nalaze između sitastih cijevi i **mehaničke sare**.

Najuočljiviji dio ksilema su dvije krupne **traheje**, koje se razvijaju bočno u snopiću. Između njih se nalaze sitniji **traheidi**, umetnute parenhimske ćelije, krupan **reksigeni intercelular** okružen **vazalnim primanama**. Vazalne primane su raskinuti drveni elementi.

Snopići su okruženi **mehaničkom sarom** (od sklerehnijskih ćelija), koja je na spoljašnjoj i unutrašnjoj strani snopića bolje razvijena, nego na bočnim.



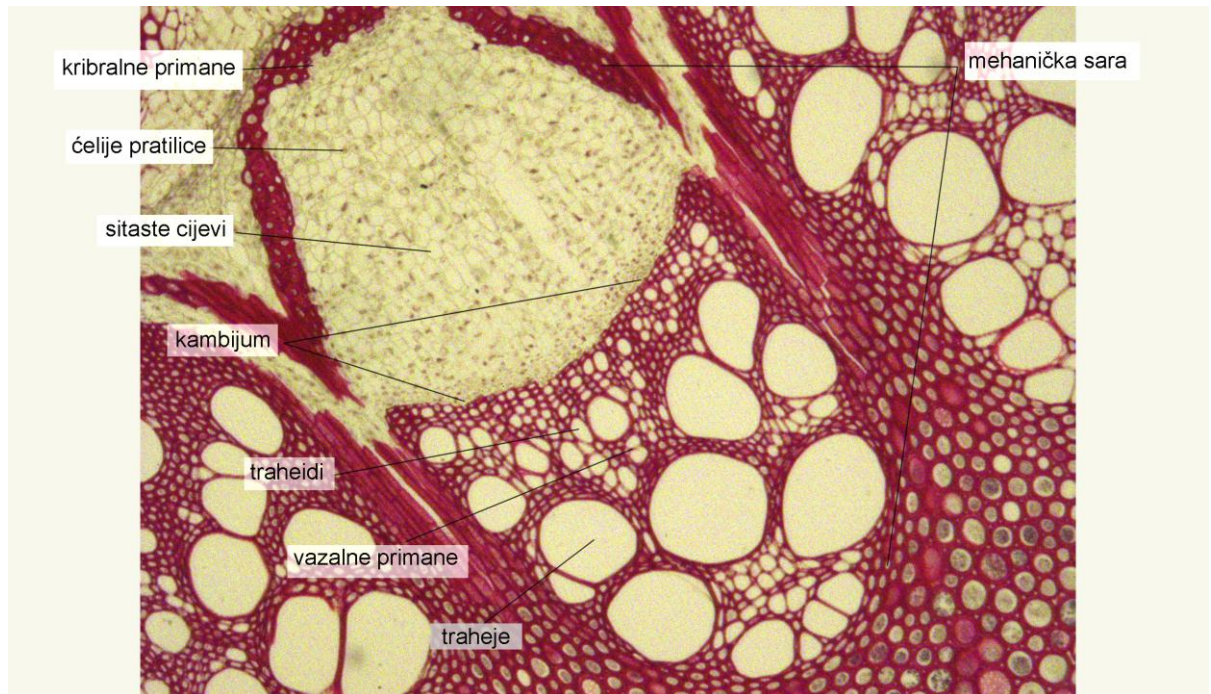
Sl. 39. Zatvoreni kolateralni provodni snopić u stablu kukuruza

#### 3.2.4.2.2. Otvoreni kolateralni provodni snopić

Na presjeku kroz stablo pavita (*Clematis sp.*) se uočavaju pravilno raspoređeni, sitniji i krupniji **otvoreni kolateralni provodni snopići**, koji se naizmjenično smjenjuju. Njihov **floem** je orjentisani ka periferiji stabla, a **ksilem** ka srži. Osnovnu masu sitastom dijelu floema daju **sitaste cijevi i ćelije pratilice**. **Kribralne primane** se uočavaju neposredno ispod **mehaničke sare**. Osnovnu masu drvenom dijelu ksilema daju brojne **traheje i traheidi**, između kojih se mjestimično uočavaju **vazalne primane**. U graničnom dijelu između floema i ksilema nalazi se **kambijalna zona**, sačinjena od jednoslojnog **fascikularnog kambijuma** i okolnih, još uvijek

nediferenciranih, tabličastih ćelija provodnih elemenata. Snopići su obavijeni **mehaničkom sarom**. (sl. 40)

Zahvaljujući aktivnosti fascikularnog kambijuma, snopići mogu rasti tokom čitavog života biljke.



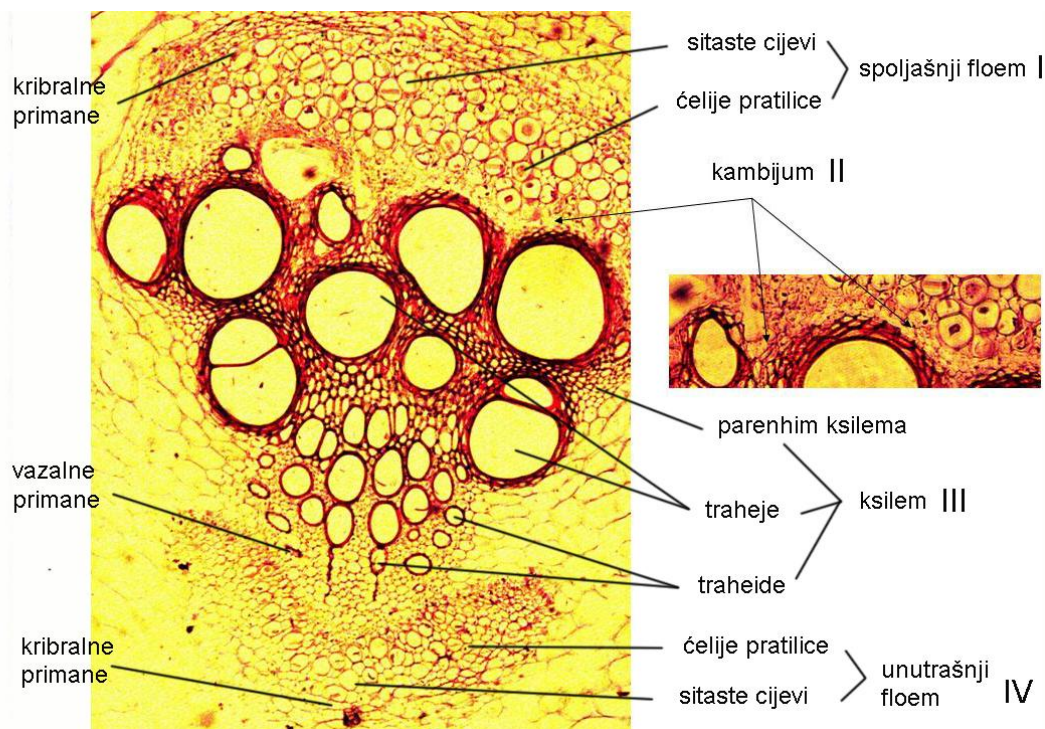
Sl. 40. Otvoreni kolateralni provodni snopić u stablu pavita (*Clematis sp.*)

### 3.2.4.2.3. Bikolateralni provodni snopić

Za razliku od prethodnog otvorenog kolateralnog provodnog snopića, **bikolateralni** se odlikuje prisustvom **dva floema**- spoljašnjeg i unutrašnjeg, a **fascikularni kambijum** se nalazi isključivo **između ksilema i spoljašnjeg floema**.. To bi značilo da u bikolateralnom provodnom snopići razlikujemo IV histološke zone: **I- spoljašnji floem, II- kambijalnu zonu, III- ksilem, IV- unutrašnji floem** (sl. 41)

Unutrašnji i spoljašnji floem su isto građeni. Centralno mjesto zauzimaju krupne **sitaste cijevi i sitne ćelije pratilice**. Sitastim elementima floema pripadaju i **floemski (likin) parenhim i kribralne primane**. Floemski parenhim nalazi na mjestima gdje se sitaste cijevi ne dodiruju sa drugim istim ćelijama ili ćelijama pratilicama. Kribralne primane su potisnute u periferni dio snopića. Najveći dio ksilema grade **traheje i traheidi**. Drvenom dijelu pripadaju i ćelije **drvenog parenhima i vazalne primane**. **Kambijum** je postavljen u jednom nizu između spoljašnjeg floema i ksilema, a izgrađen je od sitnih, taknozidnih, prozenhimskih ćelija.

Ovaj tip snopića posmatramo na trajnom preparatu presjeka kroz stablo tikve- *Cucurbita pepo* (sl. 41). Snopići su raspoređeni u dva kruga, oko centralne šupljine stabla



Sl. 41. Bikolateralni provodni snopić u stablu tikve (*Cucurbita* sp.)

### 3.2.4.3. Radijalni provodni snopić

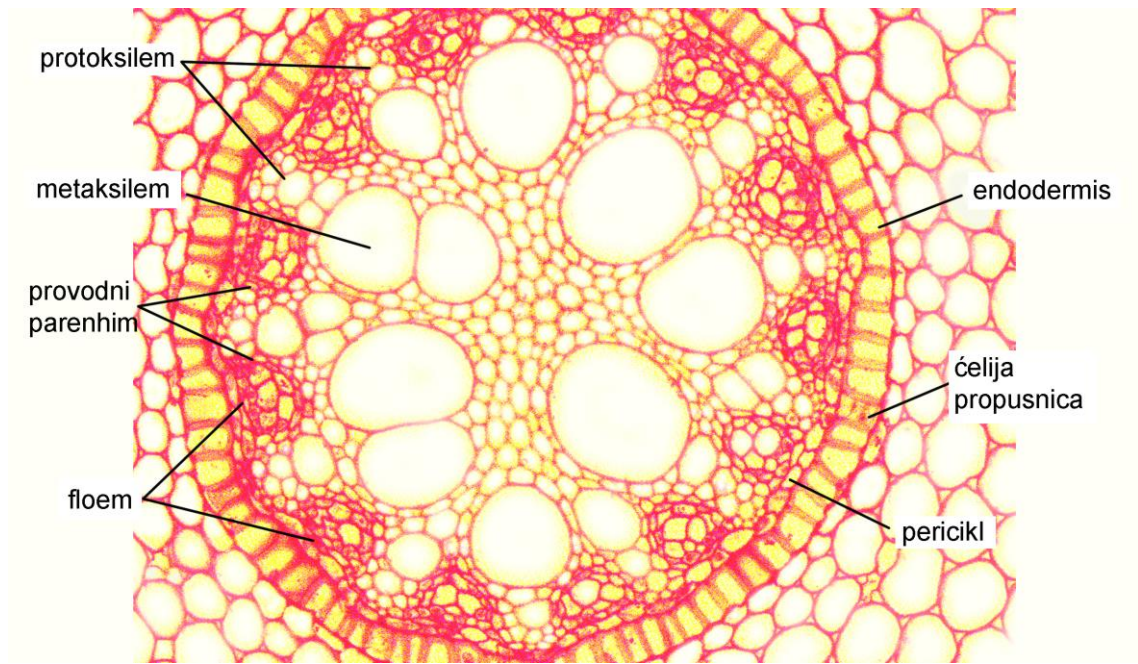
**Radijalni tip provodnog snopića** karakterističan je za građu korijena biljaka. Kod ovog tipa snopića, **floem i ksilem** se ne nalaze na istom radijusu, već **se naizmjenično smjenjuju** u centralnom cilindru korijena (sl. 42). Kako u snopiću kambijum ne postoji, on je **zatvorenog tipa**.

Ksilem je zrakast. U njegovom perifernom dijelu se nalaze uži i histološki stariji elementi, označeni kao **protoksilem**. Protoksilem je izgrađen od uzanih traheida i u vidu kraka se uvlači između floemskih ploča. Centralni dio ksilema sačinjavaju široke traheje, ujedno i histološki mlađi elementi. Ovaj dio ksilema je označen kao **metaksilem**. Kraci protoksilema su nizom ćelija **provodnog parenima** odvojeni od **floema (floemskih ploča)**. Floem je trouglastog oblika i bazom orjentisan ka periferiji snopića. Grade ga **sitaste cijevi, ćelije pratilice i floemski parenhim**.

**Periciklom** izgrađenim od jednog sloja tankozidnih parenhimskih ćelija, provodni snopić je odvojen od primarne kore. Zona primarne kore koja se direktno graniči sa primarkom korom je **endodermisa**. Njega izgrađuje sloj karakteristično zadebljanih "U" ćelija. U dijelu endodermisa orjentisanom ksilemu, nalaze se nezadebljale **ćelije propusnice**. One predstavljaju dvosmjerni kanal komunikacije između centralnog cilindra i primarne kore.

U zavisnosti od broja ksilemskih ploča, radijalni provodni snopići mogu biti **monarhni, diarhni, triarhni, tetrarhni i poliarhni**. Kako se u provodnom snopiću perunike nalazi više od 5 ksilemskih ploča, pa je **poliarhni**.

Osim perunike u izučavanju građe radijalnog provodnog snopića mogu poslužiti vrste iz roda ljutića (*Ranunculus* sp.). Za njih su karakteristični tri ili tetrarhni provodni snopići.



Sl. 42. Radijalni provodni snopić u korijenu perunike (*Iris sp.*)



Sl. 43. Perunika (*Iris sp.*)

**Objekat:**

Korjen perunike (*Iris sp.*, fam. *Iridaceae*, Cl. *Liliopsida*- monokotiledone biljke)

**Opis:** Perunika je višegodišnja zeljasta biljka, sa moćnim rizomom, i uspravnom stabljikom, koje pri osnovi ima pljosnate i sabljaste listove. Cvjetovi su krupni, plavi, lila ili žuto obojeni, pravilni, a listići njihovog spoljašnjeg kruga su presavijeni unazad (slika 43). Zbog svoje dekorativnosti perunike su znane i kao ukrasne biljke. Većina vrsta samoniklih perunika iz naše flore, kao tip staništa preferiraju kamenjare ili kamenjarske pašnjake.

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz korjen perunike

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode/glicerina, a zatim ih prekriti pokrovnim.

**Zadatak 1:** U centralnom cilindru uočiti radijalni provodni snopić. Obratiti pažnju na raspored ksilema i floema. Na većem uvećanju detaljnije proučiti građu provodnog snopića.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati građu snopića i uz pomoć sl. 42 označiti njegove histološke elemente.

### 3.2.5. ŽLJEZDANA TKIVA

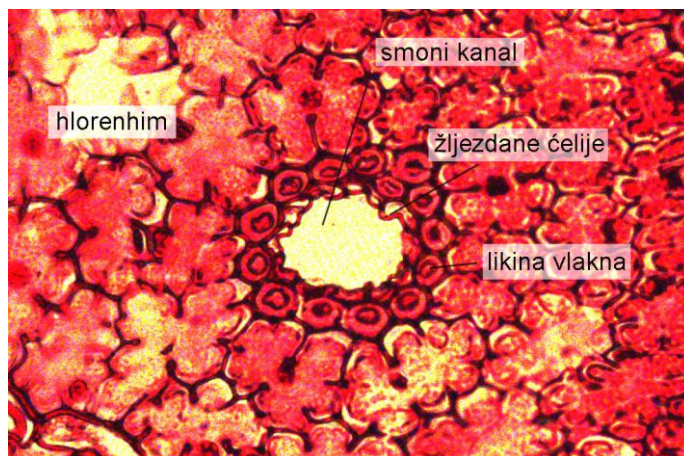
Ćelije žlezdanih tkiva luče sekrete različitog hemijskog sastava i fiziološke uloge. U zavisnosti od toga da li se nalaze u biljnom tijelu ili na njegovoj površini, **žlezdana tkiva** mogu biti **unutrašnja i spoljašnja**.

Kao primjer za unutrašnja žlezdana tkiva odabrali smo smone kanale (sl 44), a za spoljašnja žlezdane (sl. 45) i žarne dlake (sl.46).

#### 3.2.5.1. Unutrašnja žlezdana tkiva

**Smoni kanali** predstavljaju šizogene intercelulare koji se pružaju kroz hlorenhim, a oivičeni su **tankozidnim žlezdanim (smonim) ćelijama**. Potporu im daju okolna **sklerenhimska vlakna** (slika 44).

Smoni kanali su svojstveni četinarima i ne nalaze se samo u listovima, već i u stablu.



Sl. 44. Smoni kanali u iglici bora (*Pinus sp.*)

#### 3.2.5.2.1. Spoljašnja žlezdana tkiva- žlezdane dlake



Sl. 45. Žlezdane dlake na nadzemnom dijelu tropste kamenjarke (*Saxifraga tridactylites*)

Na epidermisu stabljike i listova troprste kamenjarke (*Saxifraga tridactylites*), nalaze se **jednostavne žljezdane dlake**. Oblikom podsjećaju na čiodu sa glavom i sastoje se iz višećelijske drške i jedne terminalne, vršne žljezdane ćelije (sl. 45).



**Objekat:**

Troprsta kamenjarka (*Saxifraga tridactylites*, fam. *Saxifragaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke)

**Opis:** Jako niska, jednogodišnja biljka, sa jednostavnom stabljikom, cijelim prizemnim i na tri dijela usječenim listovima stabljike, koji su rasporedom naizmjenični. Cvjetovi sitni, pravilni i sa dvojnim perijantom. Cijela biljka (stabljika, listovi i čašica) je posuta žljezdanim dlakama (sl. 46). Cvjeta rano sa proljeća i preferira osunčana i skeletna staništa. Na području Podgorice česta je na kamenajrima gradskih gorica, zidinama, potkapinama, uz kamene obale rijeka.

Sl. 46. Troprsta kamenjarka (*Saxifraga tridactylites*)

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Sječivom zasjeći epidermis stable ili lista neposredno ispod žljezdane dlake.

**Korak 2:** Isječak staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode, a zatim staviti i pokrovno staklo.

**Zadatak 1:** Posmatrati žljezdane dlake pod velikim uvećanjem i proučiti njihovu građu.

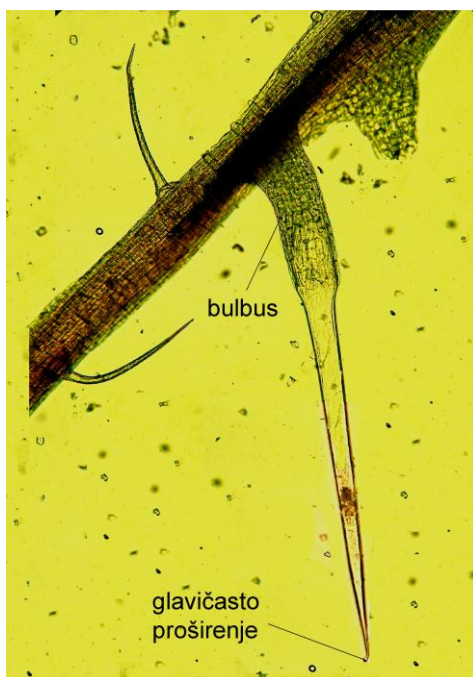
**Zadatak 2:** Grafički prikazati višećelijski dršku i žljezdanu ćeliju.

### 3.2.5.2.2. Spoljašnja žljezdana tkiva- žarne dlake

Na epidermisu stabljike i lista koprive (*Urtica dioica*), uočavaju se **žarne dlake ili žare**.

Njihovi gonji dio je proširen (**bulbus**), a gornji se postepeno sužava a na vrhu završava **glavičastim proširenjem (glavicom)**. Dio dlake iznad bulbusa je inkrustriran kalcijum-karbonatom, a **glavica** silicijum dioksidom (slika 47).

Dlake su lako lomljive i prilikom dodira sa tijelom životinje ili čovjeka, vrh se zabija u kožu, sadržaj bulbusa se oslobađa i izaziva osjećaj žarenja na koži



Sl. 47. Žarna dlaka koprive (*Urtica dioica*)



Sl. 48. Kopriva (*Urtica dioica*)

***Način pripreme preparata i zadaci:***

***Korak 1:*** Sječivom zasjeći epidermis stable ili lista neposredno ispod žljezdane dlake.

***Korak 2:*** Isječak staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode, a zatim staviti i pokrovno staklo.

***Zadatak 1:*** Posmatrati žljezdane dlake pod velikim uveličanjem i proučiti njihovu građu.

***Zadatak 2:*** Grafički prikazati višećelijski dršku i žljezdanu ćeliju.

## 4. ANATOMSKA GRAĐA STABLA

U morfološkom pogledu, stablo se definiše kao organ radijalne simetrije i neograničenog rasteanja, na kojem se obrazuju listovi, a u njihovim pazusima pupoljci. Njegove glavne funkcije su uvećavanje ukupne površine putem grananja, dovođenje listova u najpovoljniji položaj prema svjetlosti, posredovanje kretanju materije od korijena ka listovima i obratno i na kraju obrazovanje cvjetova, kao reproduktivnih organa. Osim pobrojanih funkcija stablo može učestvovati u funkciji fotosinteze ili se u njemu mogu magacionirati organske supstance ili voda.

Prema tipu građe stabla se dijele na ona sa **primarnom** i **sekundarnom građom**. Primarna nastaje kao rezultat diobe i diferencijacije ćelija primarnog meristema, pa podrazumjeva postojanje samo primarnih tkiva. Ovaj tip građe je karakterističan za početne faze razvića svih biljaka. Kod nekih on se zadržava tokom čitavog života biljke (većina monokotila i neke dikotile), a kod drugih se smjenjuje sa sekundarnom građom, koja nastaje kao rezultat diobe i diferenciranja ćelija sekundarnih meristema (**felogena i kambijuma**), pa stabla osim ostataka primarnih tkiva imaju i sekundarna.

### 4.1. PRIMARNA GRAĐA STABLA

Tri osnovne histološke zone koje karakterišu primarnu građu stabla su:

- **epidermis**
- **primarna kora i**
- **centralni cilindar,**

međutim ovaj tip građe nije uniforman.

U tabeli 3 su date osnovne razlike u primarnoj građi monokotiledonih i dikotiledonih biljaka.

Klasa	Jasna izdvojenost histoloških zona	Raspored provodnih snopića	Tip provodnih snopića
<b>Magnoliopsida</b>	Jasna	Pravilan	Otvoreni (bi)kolateralni
<b>Liliopsida</b>	Nejasna	Nepravilan	Zatvoreni kolateralni

Tab. 3. Oblike primarne građe stabla monokotila (Cl. *Liliopsida*) i dikotila (Cl. *Magnoliopsida*)

#### 4.1.1. Primarna građa stabla monokotiledonih biljaka (Cl. *Liliopsida*)- kukuruz (*Zea mays*)

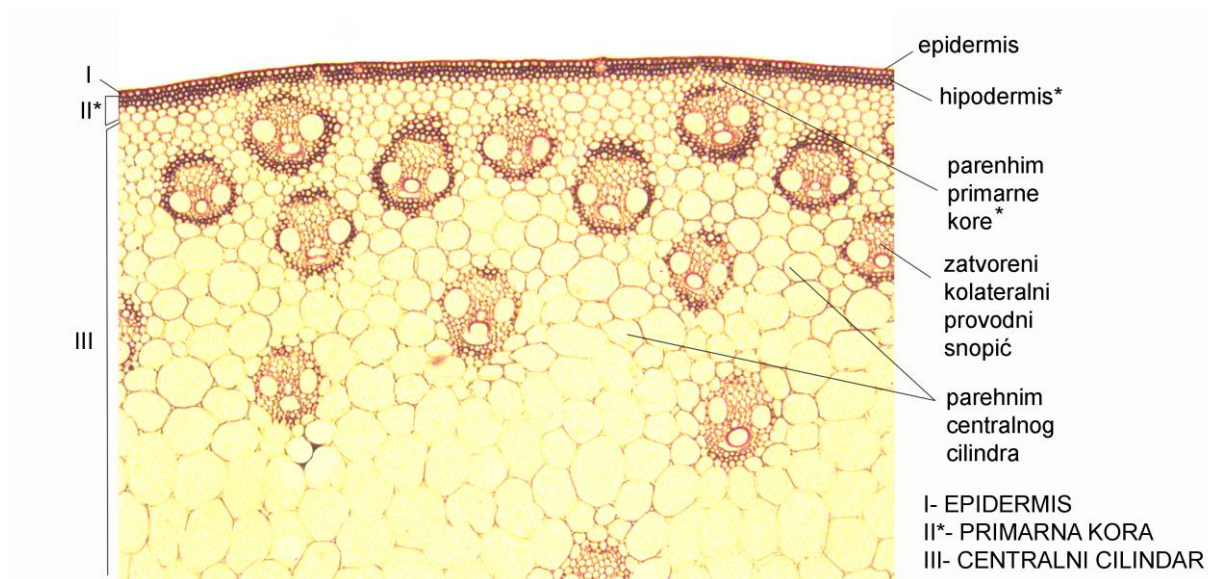
Od tri osnovne zone koje karakterišu građu stabla jasno je izdvojena samo zona epidermisa. **Epidermis** se sastoji od jednog sloja ćelija, izduženih u pravcu rasteanja stabla. Ćelije su čvrsto međusobno spojene i između njih nema intercelulara. U zavisnosti od uslova sredine, na površini ćelija epidermisa nalazi se tanji ili deblji sloj kutikule.

Odmah ispod epidermisa, počinje zona **primarne kore**. Nju izgrađuju dva sloja: sloj **sklerenhimskih ćelija- hipodemis** i sloj **parenhimskih ćelija**, koje su bogate hloroplastima i koje nisu gusto međusobno spojene već se između njih nalaze intercelulari šizogenog tipa.

Između zone primarne kore i zone **centralnog cilindra** ne postoji jasna granica. Čitava unutrašnjost **centralnog cilindra** ispunjena je krupnim parenhimskim ćelijama i velikim brojem provodnih snopića koji su po tipu **kolateralni i zatvoreni**. Smatra se da zona centralnog cilindra



počinje tamo gdje se nalaze prvi provodni snopići. Nema pravilnosti u rasporedu provodnih snopića pa se kaže da je njihov raspored neuređenog tipa (sl. 49).



Sl. 49. Primarna građa stabla kukuruza

**Objekat:**

Stablo kukuruza (*Zea mays* L., fam. *Poaceae*, Cl. *Liliopsida*- monokotile)

**Opis:** Kukuruz se odlikuje jednogodišnjom zeljastom formom, okruglom i ispunjenom stabljikom, koja nosi proste, uski i naizmjenične listove (sl. 50). Cvjetovi su jednopolni, s tim što su ženski grupisani u klip, koji sjedi na stablu, a muški su metličasti i na vrhu stabla. Osim u obradivim površinama, kukuruz se može sresti i kao subsponentan, naročito na području grada Podgorice.



Sl. 50. Kukuruz (*Zea mays*)

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz stablo kukuruza.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode/glicerina, a zatim staviti i pokrovno staklo.

**Zadatak 1:** Na najmanjem uvećanju posmatrati histološku diferencijaciju na epidermis, primarnu koru i centralni cilindar. Primjetiti da je centralni cilindar najrazvijenija histološka zona, da je epidermis jednoslojan, a da su hipodermis i parenhim primarne kore predstavljeni sa nekoliko redova ćelija. Posmatrati raspored provodnih snopića u centralnom cilindru, a zatim pod velikim povećanjem detaljnije proučiti oblik ćelija hipodermisa.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati presjek kroz stablo kukuruza i na crteži označiti: epidermis, hipodermis, parenhim primarne kore, parenhim centralnog cilindra, zatvorene kolateralne provodne snopiće

#### 4.1.2. Primarna građa stabla dikotila (Cl. *Magnoliopsida*)

Za razliku od monokotiledonih, kod dikotiledonih biljaka sve tri zone u građi stabla su jasno uočljive. Kod većine predstavnika na prelazu **između primarne kore i centralnog cilindra**, jasno je izražena **skrobna sara**. U centralnom cilindru nalaze se **otvoreni kolateralni** provodni snopići, koji su pravilno raspoređeni.

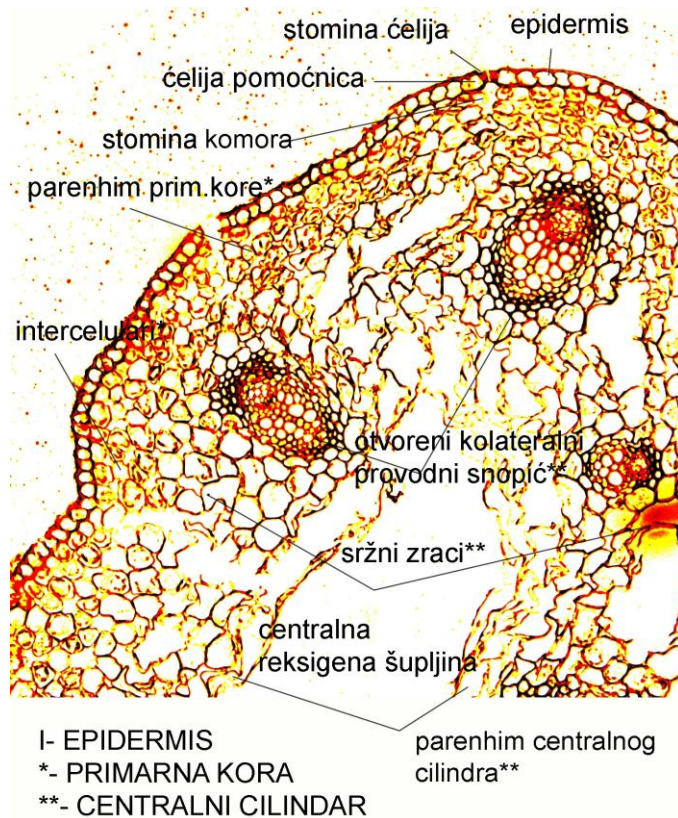
Primarna građa stabla dikotiledonih biljaka biće izučena na primjerima **ljutića (*Ranunculus sp.*)**, **tikve (*Cucurbita pepo*)** i **američke lulice (*Aristolochia siphon*)**.

##### 4.1.2.1. Građa stabla ljutića (*Ranunculus sp.*)

Na površini stabla nalazi se se jednoslojni **epidermis**, izgrađen od ćelija pravougaonog oblika, čiji su spoljašnji zidovi jako zadebljali i prevučeni kutikulom. Između ćelija epidemisa jasno se uočava i veliki broj stoma. **Primarnu koru** čine parenhimske ćelije sa tankim celuloznim zidovima, bogate hloroplastima i razdvojene krupnim intercelularima- šizogenog tipa.

Za razliku od *Cucurbita pepo* i *Aristolochia siphon*, kod *Ranunculus sp.* **primarna kora i centralni cilindar nisu razdvojeni slojem skrobne sara**, već pojava prvih provodnih snopića označava granicu između ove dvije zone, odnosno prestanak zone primarne kore i početak zone centralnog cilindra.

Unutrašnjost **centralnog cilindra** ispunjena je krupnim parenhimskim ćelijama. U njemu se nalaze veći i manji **otvoreni kolateralni provodni snopići**, koji se naizmjenično smjenjuju, što znači da su pravilno raspoređeni. Snopići su razdvojeni **primarnim sržnim zracima** (parenhimske ćelije izdužene u radijalnom pravcu). U samom centru stabla nalazi se krupni intercelular- **centralna reksigena šupljina**, nastala raskidanjem ćelija srži (sl. 51)



Sl. 51. Primarna građa stabla ljutića (*Ranunculus sp.*)



Sl. 52. Cvjetovi ljutića *Ranunculus ssp.*

**Objekat:**

Stablo ljutića (*Ranunculus sp.*, fam. *Ranunculaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke)

**Opis:** Rodu ljutića pripadaju uglavnom kopnene, višegodišnje zeljaste biljke, sa naizmjeničnim, cijelim ili izdijeljenim listovima i uglavnom pentamernim, poliandričnim i polikarpnim cvjetovima. Jedna od najupadljivijih odlika cvjeta ljutića je odsjaj njegovih latica, koje su sa lica presvučene voštanim slojem (slika 52). U flori Crne Gore rod je zastupljen sa velikim brojem vrsta, a na području grada Podgorice zabilježeno je njih 11. Tipično su stanovnice travnatih površina. Vrsta koja prva procvjeta na gradskom području ima jako široko rasprostranjenje je ledinjak: *Ranunculus ficaria*.

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz stablo ljutića

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode/glicerina, a zatim staviti i pokrovno staklo.

**Zadatak 1:** Preparat staviti na stočić mikroskopa i na malom uvećanju posmatrati raspored histogenih zona i njihovu razvijenost, a zatim položaj i raspored provodnih snopića. Na velikom uvećanju detaljnije proučavati histološke elemente.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati presjek kroz stablo i na crtežu označiti: epidermis, stome, parehnim primarne kore, šizogene intercelulare, otvorene kolateralne provodne snopiće, sržne zrake i parehnim centralnog cilindra.

#### 4.1.2.2. Gradnja stabla biljaka iz porodice tikava (fam. *Cucurbitaceae*)

Gradnju stabla biljaka iz porodice tikava (*Cucurbitaceae*) biće predstavljena na primjeru tipične tikve- *Cucurbita pepo* (sl. 56).

**Epidermis** je jednoslojan i tipično građen. Na njemu je mjestimično moguće uočiti višećelijske dlake, nastale diobom epidermalnih ćelija. **Primarnu koru** pored **parenimskih** izgrađuju i **kolenhimske ćelije**. Kolenhim je lokalizovan neposredno ispod epidermisa, i po tipu je **uglast**. Parenhimske ćelije, razdvojene su šizogenim intercelularima i bogate hloroplastima. Sloj **skrobne sare** se ovdje jasno uočava. Nju grade krupne, pravougaone ćelije čvrsto međusobno spojene u kojima se nalaze skrobna zrna.

**Zona centralnog cilindra** započinje jedinstvenim tkivom koje je označeno kao- **pericikl centralnog cilindra**. Njega grade **sklerenhimske i parenhimske ćelije**. U centralnom cilindru se nalaze i provodni snopići, **bikolateralnog tipa**, raspoređeni u dva kruga, pri čemu unutrašnji krug čine krupniji snopići. Ukupno ima 10 provodnih snopića- u svakom krugu po pet. Centralni dio stabla zauzima centralna reksigena šupljina (sl. 55).

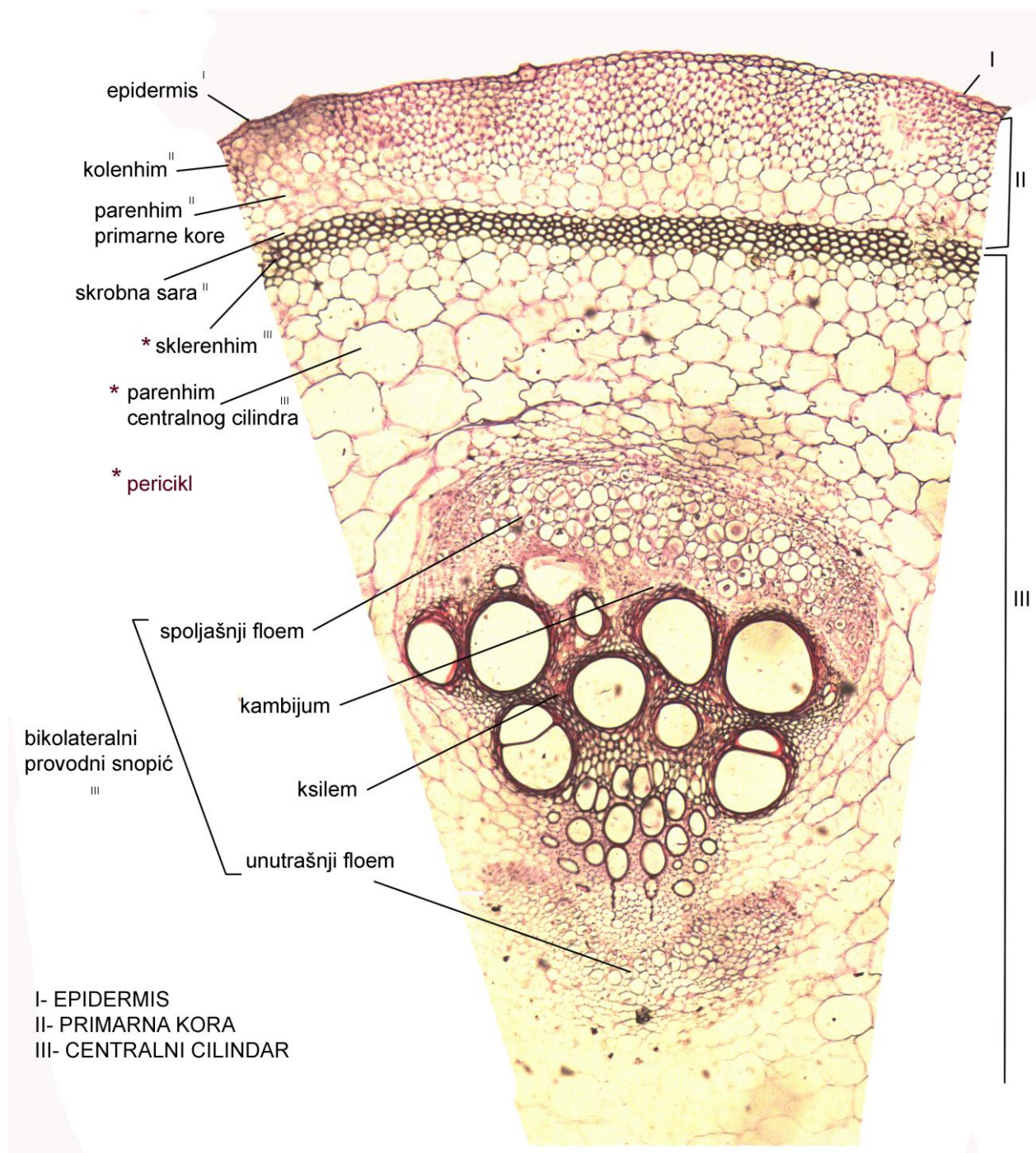
U proučavanju građe stabla osim vrsta roda *Cucurbita*, mogu se koristiti i druge biljke iz porodice tikava (*Cucurbitaceae*): pipun (*Cucumis melo*- sl. 53) i lubenica (*Citrullus lanatus*- sl. 54).



Sl. 53. Pipun *Cucumis melo*



Sl. 54. Lubenica *Citrullus lanatus*



Sl. 55. Presjek kroz stablo tikve (*Cucurbita pepo*)

**Objekat:**

Stabljika tikve, krastavca, lubenice ili pipuna (*Cucurbita sp.*, *Cucumis sp.*, *Citrullus sp.*, fam. *Cucurbitacea*, Cl. *Magnoliopsida*-dikotiledone biljke).

**Opis:** Biljkama iz porodice tikava je svojstvena polegla ili penjuća stabljika, uglavnom sa dobro razvijenim rašljikama (metamorfoze izdanka). Cvjetovi su im pravilni i simpetalni, uglavnom jedнопolni, a prašnici su ili svi međusobno srasli ili su srasli u grupama. Plod je bobica (sl. 54 i 55).

Osim na kultivisanim površinama, lubenica i pipun se često na gradskom području, ali kao subspontane mogu naći u koritu Ribnice, Cijevne i na šljunkovitoj obali Morače.

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz stablo tikve, pipuna, lubenice ili krastavca i obojiti ih floroglucinom i sonom kiselinom.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica glicerina, a zatim staviti i pokrovno staklo.

**Zadatak:** Preparat posmatrati pod najmanjim uveličanjem. Obratiti pažnju na razvijenost osnovnih histogenih zona, raspored i veličinu provodnih snopića. Na većem uvećanju detaljnije proučiti građu svih histoloških elemenata.

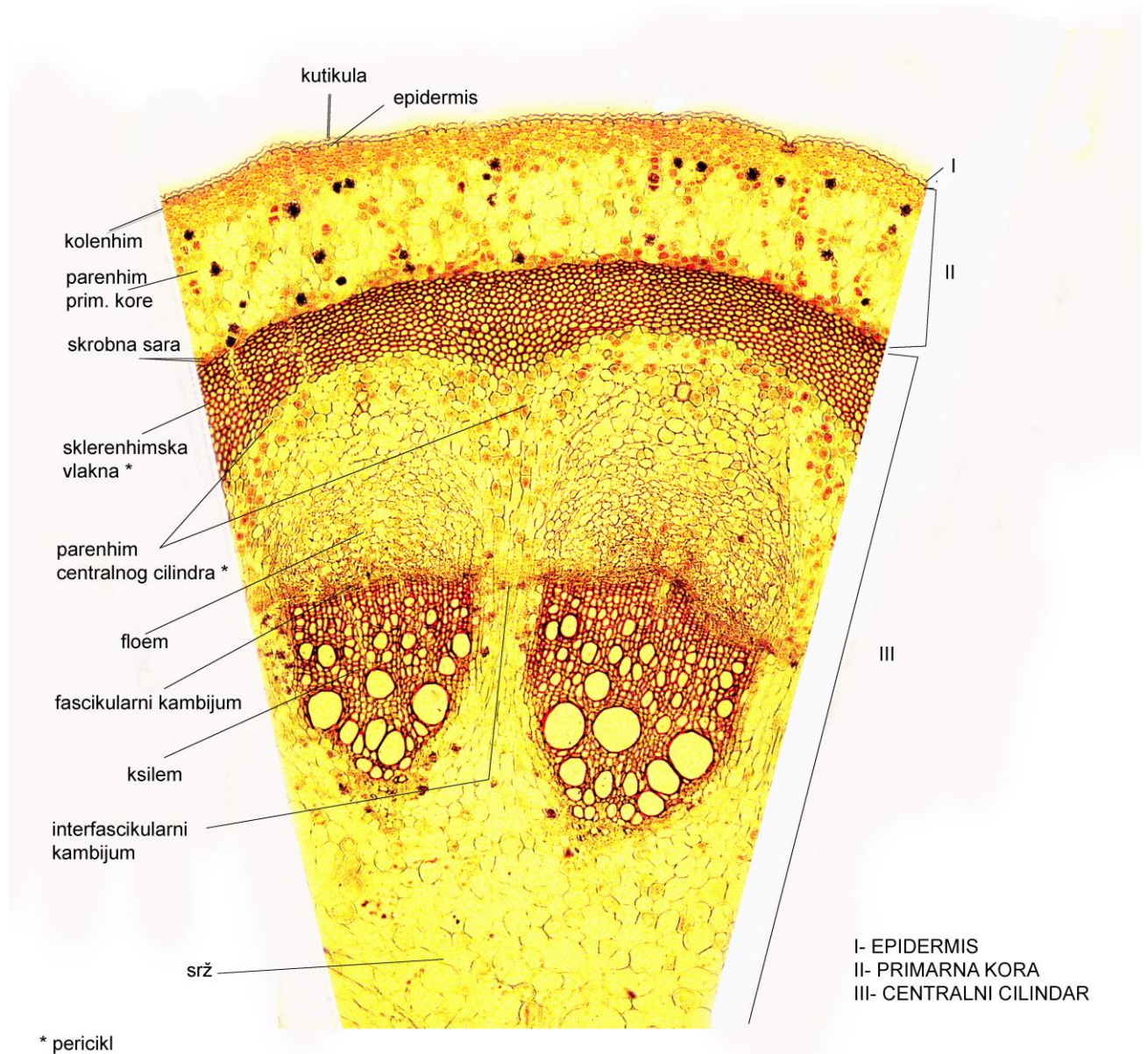
**Zadatak 2.** Grafički prikazati građu stabla, a histološke elemente označiti uz pomoć sl. 53

### 3) Građa jednogodišnjeg stabla američke lulice (*Aristolochia siphon*)

Američka lulica se odlikuje višegodišnjom zeljastom formom, pa se njeno jednogodišnje i višegodišnje stablo razlikuju građom. Jednogodišnje stablo se odlikuje primarnom, a višegodišnje sekundarnom građom.

Na presjeku kroz jednogodišnje stablo uočava se jednoslojan *epidermis*, sa jako zadebljalim spoljašnjim zidovima, prekrivenim kutikularnim slojem. *Primarnu koru* izgrađuju dva sloja: *pločasti kolenhim i parenhim*. U parenhimskim ćelijama se pored hloroplasta, uočavaju i kristali kalcijum oksalata koji su u obliku kristalnih druza. *Skrobna sara* kao poslednji sloj u građi primarne kore jasno razgraničava zonu primarne kore od zone centralnog cilindra.

**Centralni cilindar** počinje *periciklom* koga grade *sklerenhinske i parenhimske ćelije*. U njemu se nalazi 12 provodnih snopića koji su po tipu *kolateralni otvoreni*, tako da se na granici između floema i ksilema nalazi *fascikularni kambijum*. Snopići su pravilno (kružno) raspoređeni i međusobno razdvojeni *sržnim zracima*. U nivou kambijalne zone između snopića se uočava *interfascikularni kambijum*, a u centralnom dijelu stabla nalazi se *srž* građena od parenhimskih ćelija (sl. 56).



Sl. 56. Presjek kroz jednogodišnje stablo američke lulice (*Aristolochia siphon*)

Već kod dvogodišnjih stabala **fascikularni** i **interfascikularni kambijum** zatvaraju **kontinualan prsten** i stablo počinje sekundarno da deblja. Aktivnošću ćelija fascikularnog kambijuma, prema periferiji se obrazuju elementi sekundarne kore, a ka srži elementi drveta, dok aktivnošću ćelija interfascikularnog kambijuma ka periferiji i srži se stvaraju parenhimske ćelije sržnih zraka. Kod višegodišnjih stabala dolazi do raskidanja epidermisa i formiranja peridermisa; prsten mehaničkih tkiva se raskida, usled potiska novonastalih tkiva; u sekundarnoj kori i drvetu se obrazuju radijalni korini i drveni zraci; u sekundarnom drvetu se zapažaju godovi.

## 4.2. SEKUNDARNA GRAĐA STABLA

Kao što je već napomenuto, sekundarna građa stabla podrazumjeva aktiviranje sekundarnih meristema i stvaranje sekundarnih tkiva na račun kojih biljka deblja.

Spajanjem sekundarnih meristema: **fascikularnog kambijuma** (nastalog u provodnim snopićima) i **interfascikularnog** (nastalog u sržnim zracima između provodnih snopića), formira se **kontinuirani kambijalni prsten**, koji označava početak sekundarnog debljanja.

Diobama ćelija kambijalnog prstena ka periferiji stabla diferenciraju se elementi **sekundarne kore (sekundarni floem)**- čija glavna funkcija jeste provođenje i magacioniranje organskih supstanci. Ka srži diferenciraju se elementi **sekundarnog drveta (sekundarni ksilem)**- čiji zadatak jeste provođenja vode i neorganskih supstanci, ali i magacioniranja asimilata i obezbjeđivanja čvrstine stabla.

U tabeli 4 prikazana su četiri osnovna tkiva i histološki elementi sekundarne kore i drveta

Sekundarna zona	Provodno tkivo	Mehaničko tkivo	Tkivo za magacioniranje	Tkivo za izlučivanje
<b>Kora</b>	Sitaste cijevi, ćelije pratilice	Likina vlakna	Likin parenhim, korini zraci	Parenhimske ćelije sa kristalima kalcijum oksalata, glukozidima taninima, alkaloidima
<b>Drvo</b>	Traheje, traheidi	Drvena vlakna	Drveni parenhim, drveni zraci	Ćelije sa kalcijum oksalatom, nekad mliječnim cijevima

Tab. 4. Tkiva i histološki elementi sekundarne kore i drveta

Zavisno od načina postanka **kambijalnog prstena**, razlikuju se dva osnovna tipa debljanja- **Tilia** i **Aristolochia tip** i jedan prelazni tip- **Helianthus tip**.

Kod **Tilia tipa** primarna i sekundarna provodna tkiva formiraju kontinuirani cilindar, kod **Aristolochia tip** ona imaju izgled provodnih snopića, a kod **prelaznog tipa** primarna provodna tkiva imaju oblik provodnih snopića, a sekundarna su u obliku kontinuiranog cilindra.

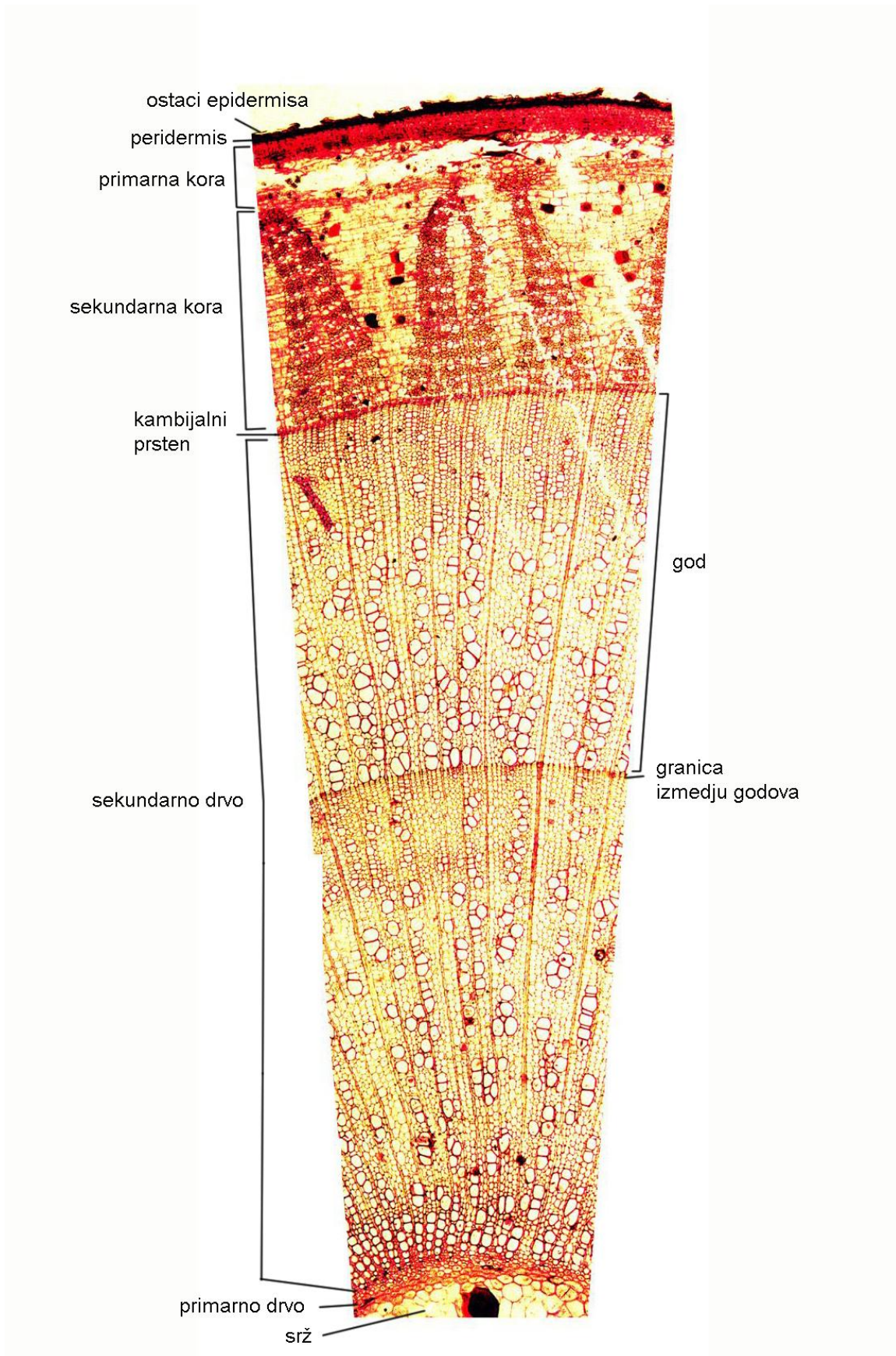
U okviru ove vježbe biće proučena se dva različita primjera **Tilia tipa debljanja**, i to lipe- **Tilia sp.** (slike 57-61) i bora- **Pinus sp.**(slike 63-67).

### 4.2.1. Sekundarna građa stabla dikotila (Cl. *Magnoliopsida*)- lipa **Tilia sp.**

Na poprečnom presjeku kroz stablo lipe (**Tilia sp.**) razlikujemo histološke zone: **ostatke epidermisa, peridermis, primarnu koru, sekundarnu koru, kambijalni prsten, sekundarno drvo, primarno drvo i srž** (slika 57).

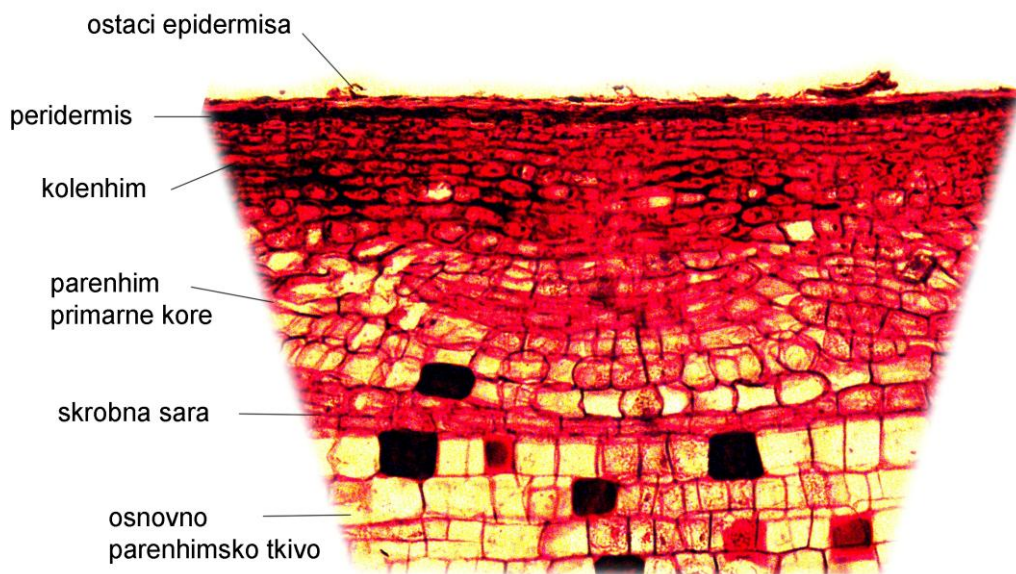
Sekundarno drvo predstavlja najrazvijeniju histološku zonu.





Sl. 57. Presjek kroz grančicu lipe (*Tilia sp.*)

Na samoj površini stabla nalazi se jednoslojni epidermis, koji se postepeno raskida i zamjenjuje sa **peridermisom** izgrađenim od plute, felogena i feloderma. Ispod njega se slijedi zona **primarne kore** (sl. 58), koju sačinjavaju: **kolenhim**, **parenhim**, **skrobna sara** i ostaci **primarnog floema**. Kolehnim je po tipu pločast, a parenhim izgrađuju izodijametrične ćelije tankih zidova, u kojima se zapažaju druze kalcijum oksalata ili skrobna zrna. Skrobna sara predstavlja enodermis i uglavnom je uočljiva (sl. 59). Elementi primarnog floema su teško vidljivi. Izgrađeni su od kribralnih primana

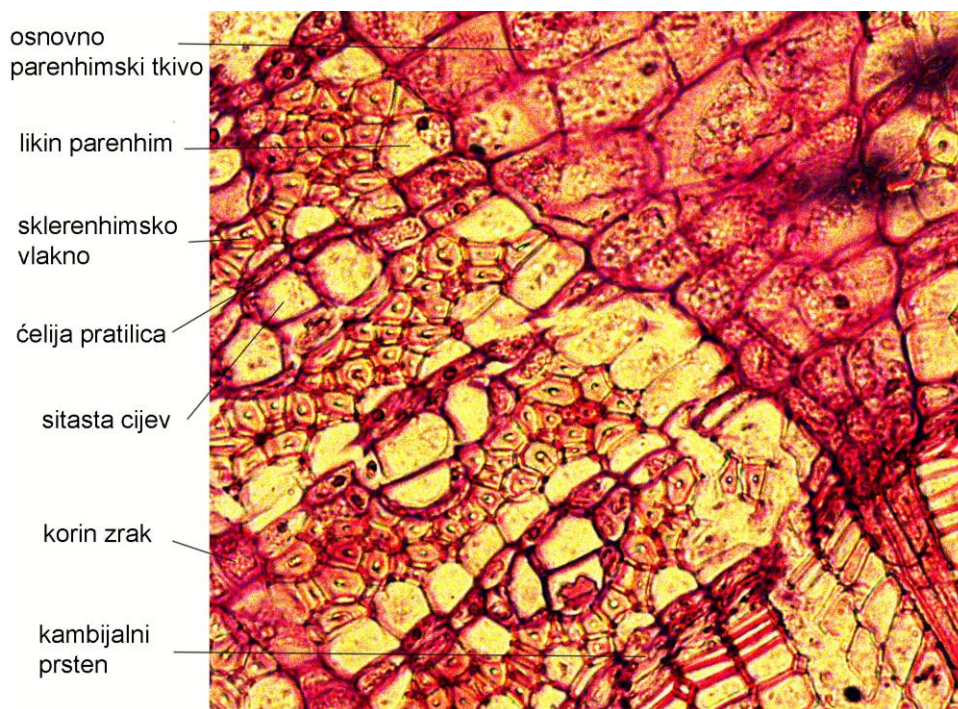


Sl. 58. Presjek kroz periferni dio grančice lipe- peridermis i primarna kora

**Sekundarna kora** je sačinjena od više trapezolikih površina, u kojima se grupe **sitastih cijevi, ćelija pratilica i likinog parenhima** naimjениčno smjenjuju sa grupacijama **sklerenhimskih vlakana**. Na bojenom trajnom preparatu **sklerenhimska vlakna** se posebno ističu. Njihovi ćelijski zidovi su jako zadebljali, a lumen je mali i na poporečnom presjeku izloda kao kružić. **Sitaste cijevi** se uočavaju kao grupe krupnih tankozidnih ćelija sa širokim lumenom, a u njihovoj neposrednoj blizini se nalaze znatno sitnije **ćelije pratilice**. **Ćelije likinog parenhima** su krupne i bogate skrobom, pa se bojenjem privremenog preparata sa Lugolovim rastvorom, jasno uočavaju.

Između trapezolikih površina sekundarne kore prodire **trouglasto osnovno parenhimsko tkivo**, koje je porijeklom od primarne kore. Ovakav izgled sekundarne kore objašnjava se na sledeći način: usled debljanja stabla proširuje se i kambijalni prsten, tako da on svojom aktivnošću odvaja sve šire djelove sekundarne kore, dok se na suprot tome djelovi osnovnog parenhima, sve više sužavaju.

U radijalnom pravcu kroz sekundarnu koru pružaju se i **korini zraci** (sl. 59).



Sl. 59. Presjek kroz sekundarnu koru lipe

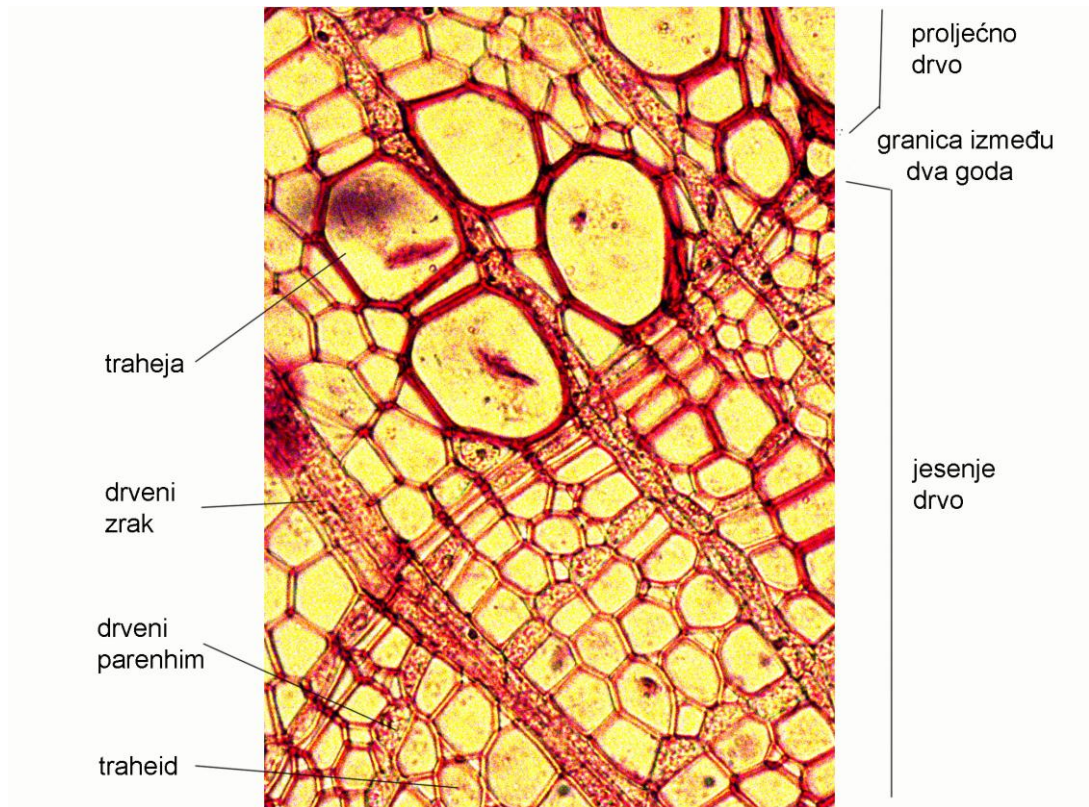
Na samoj granici između sekundarne kore i sekundarnog drveta uočava se **kambijalni prsten**. Izgađuju ga pravougaone ćelije, tankih zidova, raspoređene u radijalnim nizovima.

U **sekundarnom drvetu** se jasno razlikuju  **proljećnje i jesenje drvo**. Proljećnje nastaje na početku vegetacione periode i u njemu preovladavaju **jamičave traheje** širokog lumena. Jesenje drvo nastaje na kraju vegetacione periode i glavnu masu mu daju uzane debelozidne **traheide**. Proljećno i jesenje drvo koje se obrazuje u toku jedne vegetacione periode, čine anatomsku cijelinu koja je označena kao **godišnji prsten ili god** (sl.60).

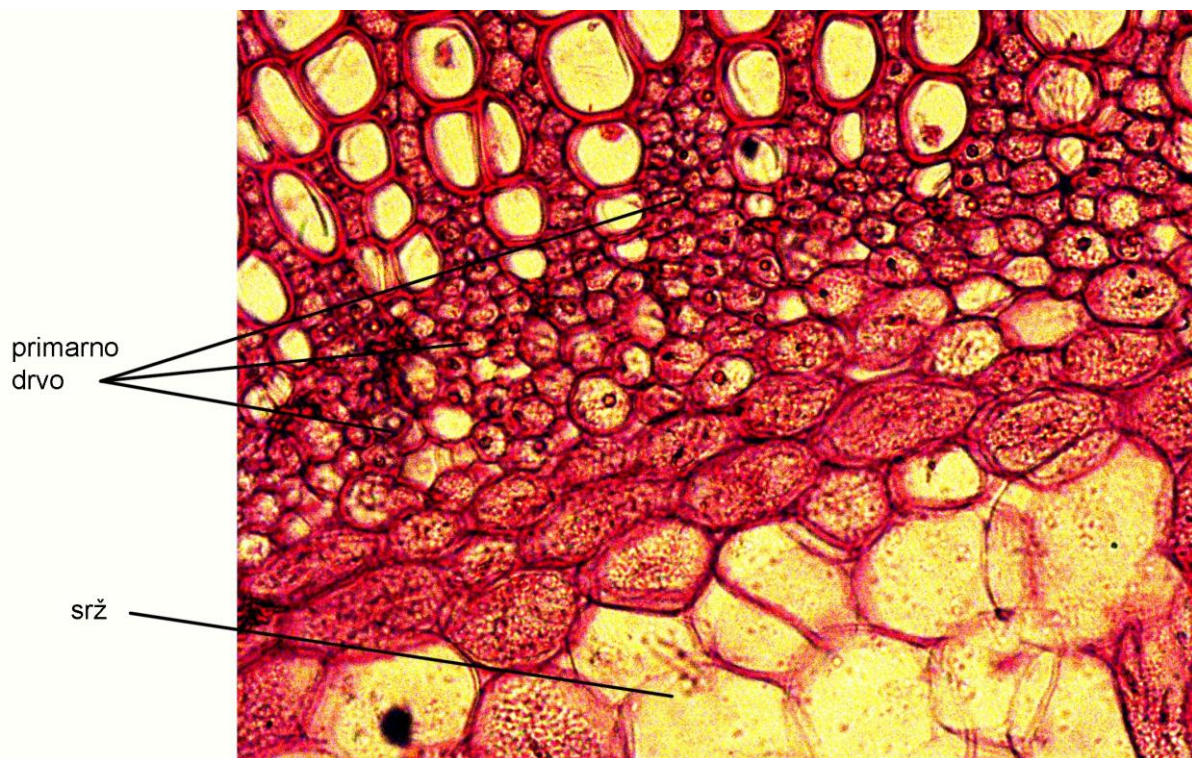
U radijalnom pravcu kroz sekundarno drvo se pružaju **drveni zraci**. Oni nalikuju uzanim trakama, koje se u drvetu slijepo završavaju, a prema kori nastavljaju u korine zrake. Mogu biti izgrađeni od jednog ili više slojeva ćelija. Drveni zraci su premošteni nizovima tankozidnih, ćelijama **drvenog parenhima** ispunjenim skrobnim zrnima (sl. 60). Ovi histološki elementi međusobno komuniciraju preko jamica i na taj način organske materije iz drvenog parenhima dospjevaju u ćelije drvenih zraka, odakle se transportuju od drveta do kore i obrnuto.

Sekundarno drvo predstavlja najrazvijeniju histološku zonu i čini glavni dio stabla. Njegova bolja razvijenost u odnosu na sekundarnu koru proizilazi iz činjenice da je godišnji priraštaj sekundarne kore znatno manji od sekundarnog drveta, jer na jednu ćeliju sekundarne kore, dolaze 2-4 ćelije sekundarnog drveta.

U samo centru stabla nalazi se **srž**. Nju grade krupne parenhimske ćelije. Sa primarnim drvetom srž se graniči pojasom sitnih, čvrsto spojenih ćelija, ispunjenih zrnastim sadržajem. **Primarno drvo** izgrađeno je od traheja, traheida, drvenog parenhima i vazalnih primana (sl.61).



Sl. 60. Presjek kroz sekundarno drvo lipe- prolječno i jesenje drvo

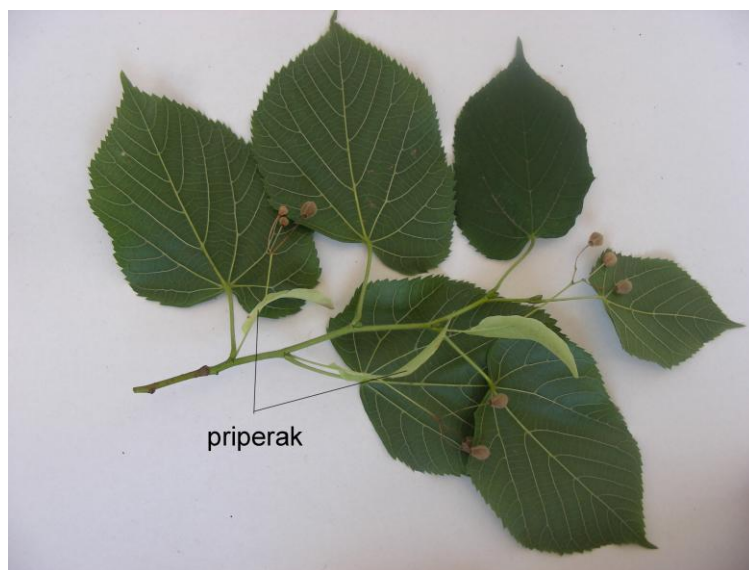


Sl. 61. Presjek kroz srž i primarno drvo lipe

**Objekat:**

Grančica lipe (*Tilia* spp., fam. *Tiliaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke).

**Opis:** Lipa je listopadno drvo, sa cijelim, srolikim i naizmjeničnim listovima, koji imaju kratkotrajne zaliske. Cvjetovi su pravilni, pentamerni i sakupljeni u cvast, na čijoj dršci se nalazi krilati priperak (sl. 62). U flori Crne Gore rod *Tilia* je zastupljen sa tri vrste, koje ulaze u sastav različitih lišćarskih šuma. Zbog svoje dekorativnosti često se sadi i kao dekortivna vrsta. Na području grada Podgorice najčešća ukrasna vrsta lipe je srebrna lipa (*T. argentea*). Sve vrste lipe se mogu koristiti za izučavanje sekundarne građe stable.



Sl. 62. Grančica lipe (*Tilia* sp.)

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz grančicu lipe.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode, a zatim staviti i pokrovno staklo.

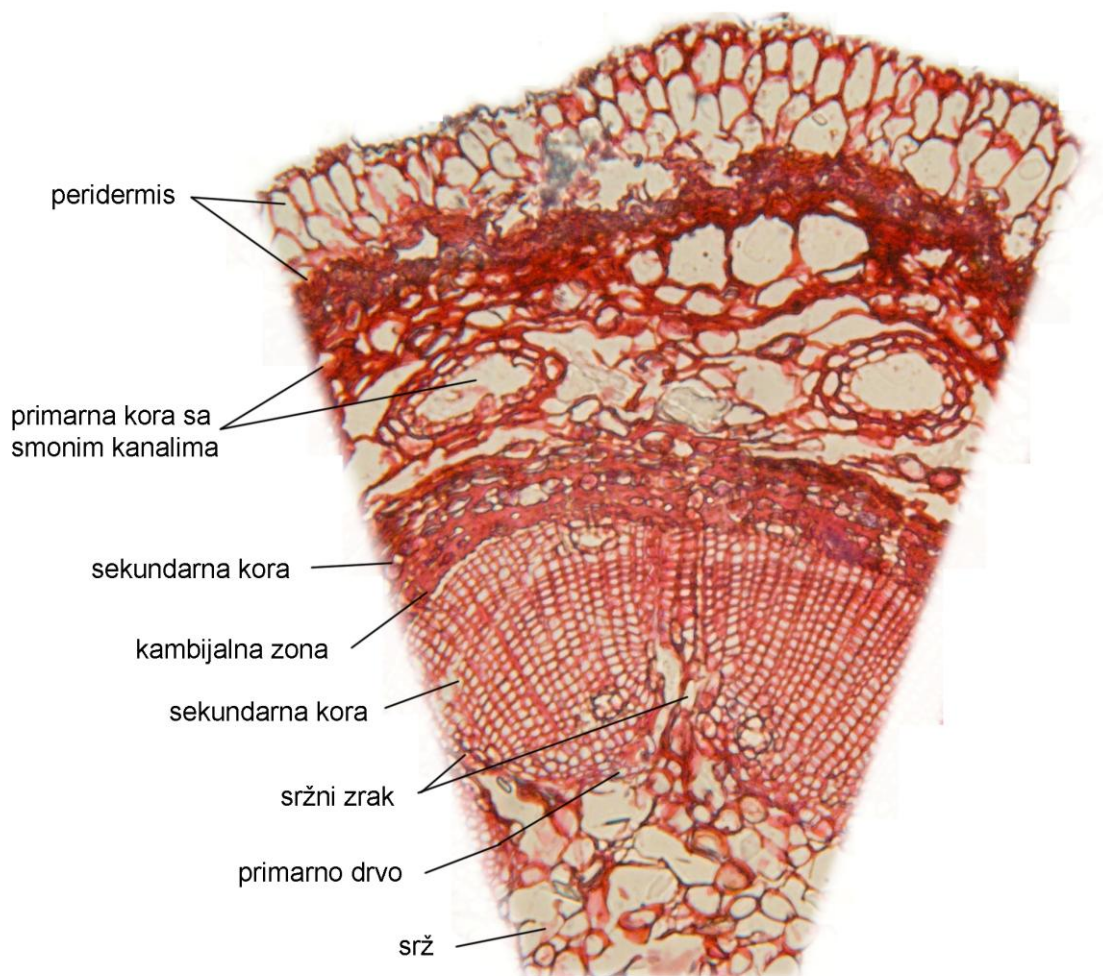
**Zadatak 1:** Preparat staviti na stočić mikroskopa, posmatrati ga pod najmanjim uveličanjem i uočiti diferenciranost na osnovne histogene zone i skicirati ih.

**Zadatak 2:** Preparat obojiti Lugolovim rastvorom i na taj način bojom izdvojiti ćelije u kojima se nakuplja skrob.

**Zadatak 3:** Pod velikim uveličanjem posmatrati elemente histološke zone i doctati detalje prikazane na slikama 57-61

#### 4.2.2. Sekundarna građa stabla četinarara (Cl. *Pinopsida*)- bora (*Pinus sp.*)

Na poprečnom presjeku kroz grančicu bora razlikujemo sledeće histološke zone: **peridermis**, **primarnu koru**, **sekundarnu koru**, **kambijalni prsten**, **sekundarno drvo**, **primarno drvo** i **srž** (sl. 63).



Sl 63. Presjek kroz grančicu bora (*Pinus sp.*)

Kao i u slučaju lipe, primarno pokorično tkivo (epidermis) je kratkotrajno, te se zamjenjuje sa kompleksnim sekundarnim- **peridermisom** (pluta + felogen + feloderm).

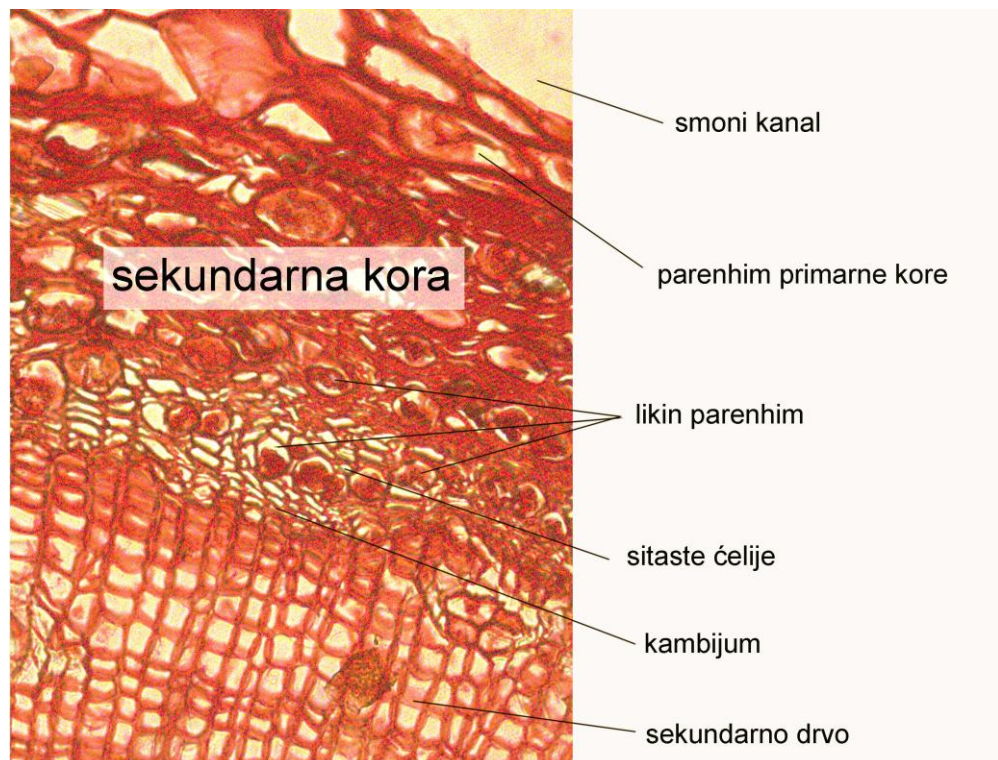
**Primarnu koru** izgrađuju parenhimske ćelije (sa nešto zadebljalim zidovima i upadljivim hloroplastima), između kojih se uočavaju **smoni hodnici**. Oni predstavljaju šizogene intercelulare i u vidu kanala se pružaju kroz stablo. Obloženi su žljezdanim ćelijama koje luče smolu (sl. 64).



Sl. 64. Presjek kroz periferni dio grančice bora

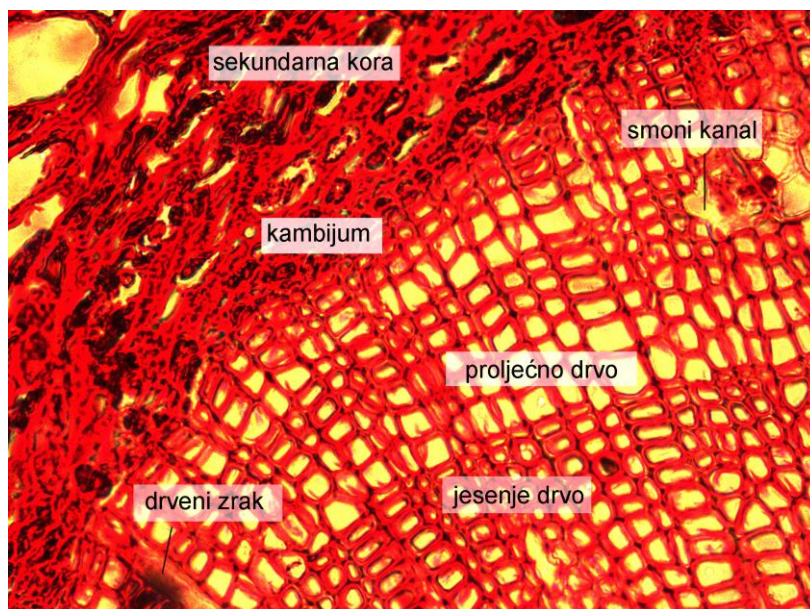
U sastav *sekundarne kore* bora ulaze *samo sitaste ćelije i likin parenhim, dok ćelije pratilice izostaju*. Ova karakteristika je svojstvena četinarima! Sitaste ćelije su pravougaonog oblika, raspoređene jedna ispod druge u radijalnim nizovima. Između njih se nalaze ćelije likinog parenhima, koje se u obliku jednoslojnih traka pružaju u tangencijalnom pravcu. *Korini zraci* su radijalne orijentacije.

Između sekundarne kore i drveta nalazi se *kambijalni prsten* (grade ga pravougaone ćelije, tankih zidova) (sl. 65).



Sl. 65. Presjek kroz periferni dio grančice bora- sekundarna kora, kambijum, sekundarno drvo

**Sekundarno drvo** zauzima najveći dio stabla. Sagrađeno je od **traheida i drvenog parenhima** dok traheje izostaju. Odsustvo traheja je još jedna osobenost četinara! Proljećnje drvo grade šire traheide sa tanjim zidovima, a jesenje uže traheide sa debljim zidovima. U sekundarnom drvetu se mogu uočiti **smoni hodnici**. Opoljeni su žljezdanim ćelijama, koje luče smolu. **Drveni zraci** se u vidu su jednoslojnih ili višeslojnih traka pružaju u radijalnom pravcu (sl. 66).



Sl. 66. Presjek kroz sekundarno drvo bora

Centar stabla zauzimaju **srž i elementi primarnog drveta**.

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz grančicu bora.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode/glicerina, a zatim staviti i pokrovno staklo.

**Zadatak 1:** Preparat staviti na stočić mikroskopa, posmatrati ga pod malim uvećanjem i uočiti diferenciranost na osnovne histogene zone i skicirati ih.

**Zadatak 2:** Zone pojedinačno posmatrati pod velikim uvećanjem i do crtati detalje. Na grafičkom prikazu označite elemente prikazane na fotografijama preparata (slike 66-66).



## 5. ANATOMSKA GRAĐA KORIJENA

Nalik stablu i korijen se odlikuje radijalnom simetrijom i neograničenim rastom, međutim on se najčešće nalazi u zemlji i nikad ne nosi listove. Njegove osnovne funkcije su aktivna apsorpcija vode i mineralnih supstanci iz zemljišta, provođenje neorganskih i organskih jedinjenja iz zemljišta i pričvršćavanje biljke za podlogu.

Tip i razvijenost korijenovog sistema variraju od vrste do vrste i uslovljeni su stanišnim prilika u kojima biljka živi. U odnosu na tip korijenovog sistema moguće je razlikovati: **osovinski** (glavni korijen u vidu osovine, karakterističan za većinu dikotiledonih biljaka i golosjemenica) i **žiličast korijen** (glavni korijenovi atrofirani, a razvijena masa adventivnih korijenova, karakterističan za monokotiledone biljke).

U odnosu na građu korijen može imati **primaran i sekundaran**.

### 5.1. PRIMARNA GRAĐA KORIJENA

Primarnu građu korijena čine tri osnovne histološke zone:

- ***rizodermis (epiblem)***
- ***primarna kora i***
- ***centralni cilindar***

Iako su po broju histoloških zona primarni korijen i primarno stablo jednaki, njihova građa i razvijenost se znatno razlikuju. Osnovne karakteristike primarne građe pomenutih organa date u tabeli 5.

Primarna građa	Površinska zona	Najrazvijenija histološka zona	Tipovi provodnih snopića u centralnom cilindru
<b>Korijen</b>	Rizodermis	Primarna kora	Radijalni
<b>Stablo</b>	Epidermis	Centralni cilindar	(bi) Kolateralni

**Tab. 5.** Osobnosti primarne građe korijena i stabla

Primarnu građu korijena dikotiledonih biljaka biće izučena na primjeru ***ljutića (Ranunculus sp.)***, a monokotiledonih na primjerima ***perunike (Iris sp.)***- građa pravog korijena i ***kukuruz (Zea mays)***- građa adventivnog korijena.

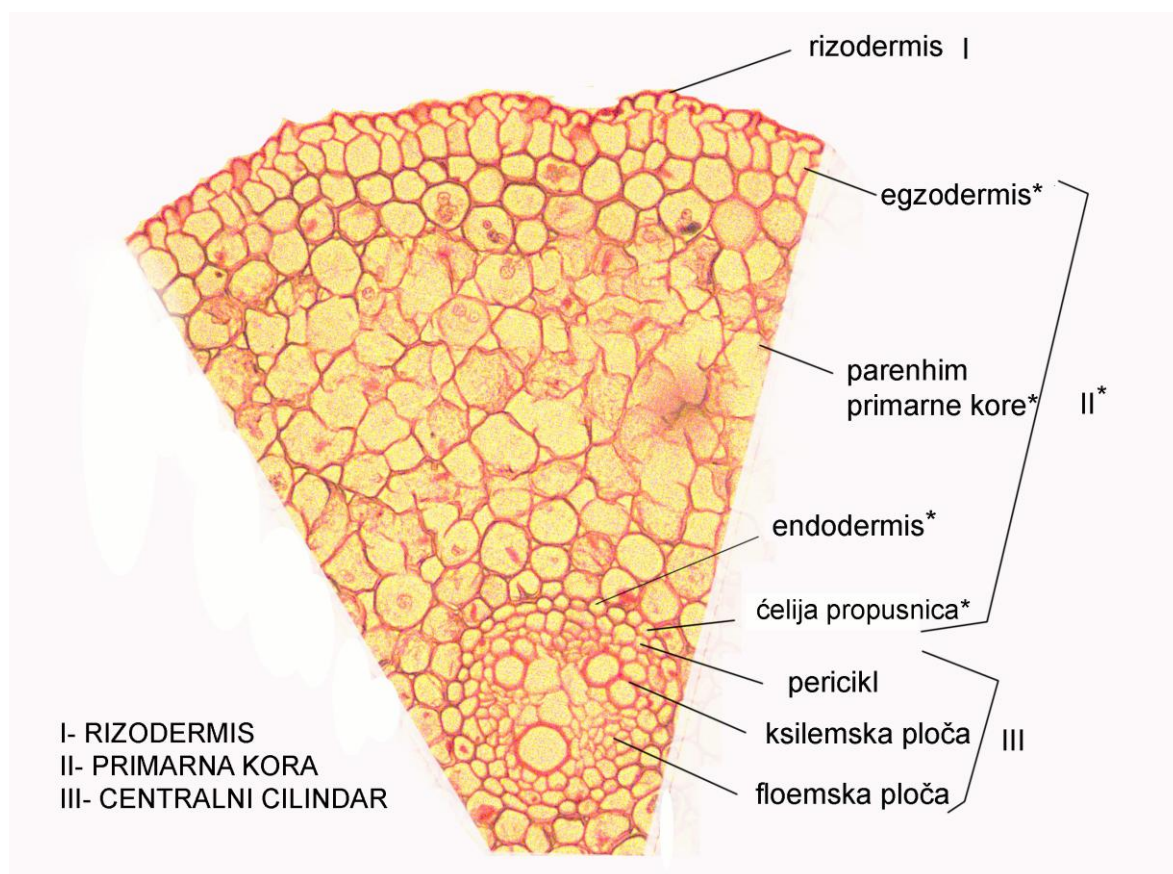
Uočiće se je da za razliku od primarnog stabla, koje se od grupe do grupe biljaka razlikuje po građi, korijenu svojstvena prilična uniformnost.

#### 5.1.1. Građa korijena dikotiledonih biljaka (Cl. *Magnoliopsida*)- *ljutić (Ranunculus sp.)*

Na presjeku kroz korijen *ljutića* uočavaju se sve tipične zone primarne građe korijena- na površini jednoslojan ***rizodermis***, ispod njega moćno razvijena ***primarna kora*** i u samom centru- ***centralni cilindar***.

***Rizodermis*** je sačinjen od sitnih epidermalnih ćelija, sa ispučenim spoljašnjim zidovima. Prvi sloj ćelija ***primarne kore*** građe uglaste i tijesno pripijene ćelije ***egzodermisa***. Zidovi ovih ćelija mogu oplutnjavati, te u slučaju povrede ili odumiranja ćelija *rizodermisa*, one vrše funkciju pokoričnog tkiva. Na *egzodermis* se nastavljaju rastresite i krupne ćelije ***parenhima primarne***

**kore.** Osim provođenja vode i mineralnih supstanci od rizodermisa do centralnog cilindra, one imaju ulogu u magacioniranju rezervnih supstanci. Zadnji sloj primarne kore je **endodermis**, i njega izgrađuju ćelije podjednako zadebljanih zidova (za razliku od endodermisa perunike kod koje su zidovi zadebljali u vidu slova U!!!- sl.68). Između ćelija endodermisa, tačno naspram ksilemskih ploča, nalaze se ćelije, čiji zidovi ostaju neizmijenjeni, te imaju ulogu propuštanja materija- **ćelije propusnice** (sl. 67). **Centralni cilindar** počinje **periciklom** slojem parenhimskih ćelija sa tankim celuloznim zidovima. Njegove ćelije su žive i imaju sposobnost diobe. U samom središtu centralnog cilindra nalazi se **triarhni provodni snopić**.



Sl. 67. Presjek kroz korijen ljutića (*Ranunculus sp.*)

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz korijen ljutića.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode/glicerina, a zatim staviti i pokrovno staklo.

**Zadatak 1:** Preparat staviti na stočić mikroskopa, posmatrati ga pod najmanjim uveličanjem i uočiti diferenciranost na osnovne histogene zone.

**Zadatak 2:** Skicirati preparat i označiti osnovne histogene zone, a zatim građu zona proučiti na većim uveličanjima i do detalja prikazati rizodermis, elemente primarne kore i centralnog cilindra.

### 5.1.2. Građa korijena monokotiledonih biljaka (Cl. *Liliopsoda*)

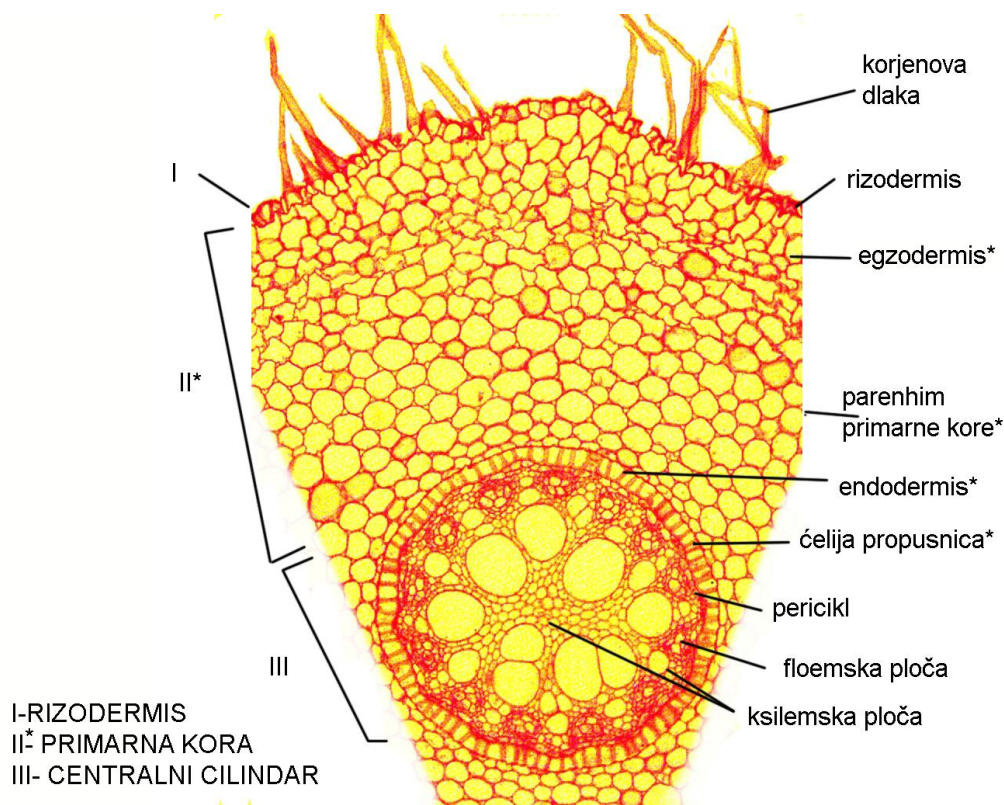
U poređenju sa dikotiledonim biljkama monokotiledone karakteriše slabija razvijenost pravog (glavnog ili primarnog korijena- korijena klice) korijena. Podzemni dio ovih biljaka je uglavom predstavljen geofilnim metamorfozama izdanka (lukovicama, krtolama, rizomima), sa kojih osim pravih korijenova polaze i brojni adventivni (sekundarni).

Građa pravog korijena monokotiledonih biljaka biće proučena kod *perunike (Iris sp.)*, a adventivnog kod *kukuruza (Zea mays)*.

#### 5.2.1.1. Građa pravog korijena perunike (*Iris sp.*)

Presjek kroz korijen perunike liči presjeku kroz korijena ljutića. Tri najuočljivije razlike su:

- brojne ćelije rizodermisa perunike izrastaju u korijenove dlake
- ćelije endodermisa imaju karakteristična »U« zadebljanja i
- u centralnom cilindru se nalazi poliarhni provodni snopić (izgrađen od više od 5 ksilemskih ploča) (sl.68).



Sl. 68. Presjek kroz korijen preunike (*Iris sp.*)

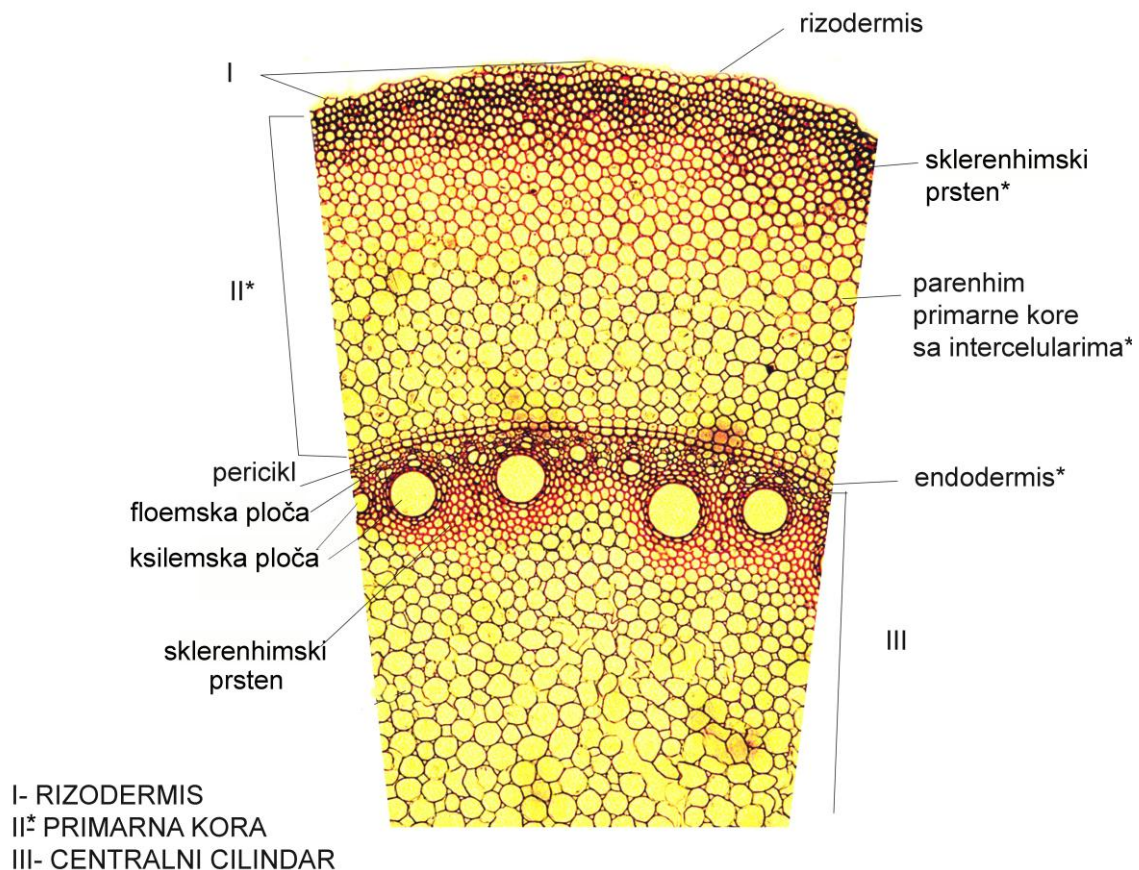
#### 5.1.2.2. Građa adventivnog korijena kukuruza (*Zea mays*)

Na površini adventivnog korijena kukuruza se nalazi nježni, jednoslojni *rizodermis*, čiji su pojedine ćelije izdužene u dlake. Ispod njega se uočava *sklerenhimski prsten*, izgrađen od debelozidih, uglastih i zbijenih ćelija. On predstavlja prvi sloj primarne kore. Na njega se nastavlja

moćno razvijeni rastresiti **parenhim primarne kore**. Zadnji sloj primarne kore čini jednorodni **enodermis**, izgrađen od karakteristično zadebljanih U ćelija.

**Centralni cilindar** počinje sa jednorodnim **periciklom**, koji oivičava **poliarhni radijalni provodni snopić**, u kojem se naizmjerno smjenjuju floemske i ksilemske ploče, okružene **mehaničkim sklerenhimskim prstenom**.

Centralni dio cilindra je ispunjen krupnim rastresitim parenhimskim ćelijama, koje predstavljaju nediferencirane ćelije ksilema (sl. 69).



Sl. 69. Presjek kroz adventivni korijen kukuruza (*Zea mays*)

Nalik stablu, i korijen može **sekundarno debljati**. Ova osobina je svojstvena velikom broju dikotila, kao i golosjemenjačama.

Sekundarna građa korijena podrazumjeva obrazovanje sekundarnih tkiva i to na površini peridermisa (nastalog diobom i diferencijacijom ćelija felogena), a ka unutrašnjosti elemenata sekundarne kore i sekundarnog drveta (rezultat diobe i diferencijacije ćelija kambijalnog prstena).

## 6. METAMORFOZE IZDANKA

**Metamorfoze** podrazumjevaju izmjenu primarne funkcije organa, a samim tim i izmjenu njegove forme.

U okviru ove vježbe biće obrađene metamorfoze geofilnih (podzemnih) izdanaka, izrazito voluminoznog tipa, čija glavna funkcija jeste magacioniranja rezervnih supstanci: **rizom** (na primjerima kisele paprati- *Pteridium aquilinum*, đurđevka- *Convallaria majalis* i iđirota- *Acorus calamus*), **krtola** (krompir- *Solanum tuberosum*) i **lukovica** (crni luk- *Allium sp.*).

### 6.1.1. GRAĐA RIZOMA (kisele paprat- *Pteridium aquilinum*)

Jedna o najmarkantnijih karakteristika paprati iz naše flore, jeste da nemaju razvijeno nadzemno stablo, već samo podzmeno- **rizom**, pa njihov fotofilni izranak predstavljaju listovi. Rizom kisele paprati je dugačak, puzeći, granat i gusto dlakav (rizomi brojnih paprati su umjesto dlakama prekrivene zaštitni ljuspastim listićima!), sa njegovih nodusa se razvijaju bujni i višestruko parasto dijeljeni listovi, i gracilni podzemni korijenovi.

Poprečan kresjek rizoma je specifičnog izgleda. U njemu se odmah uočavaju dvije „trake“ **mehaničkog tkiva**, koje nekad srastaju jednom stranom, te liče na potkovicu. U **osnovnom parenhimskom tkivu** se još uočavaju **koncentrični amfikribralni (hadrocentrični) provodni snopići**, jasno drugačiji dimenzijom i oblikom. Na površini rizoma se nalazi sloj **epidermalnih ćelija**, presvučenih moćnom kutikulom, a ispod njega par slojeva kafenkastih, **oplutnjavljenih parenhimskih ćelija**, na koje se nastavlja bezbojno osnovno parenhimsko tkivo, ispunjeno skrobnim zrcima (sl 70).



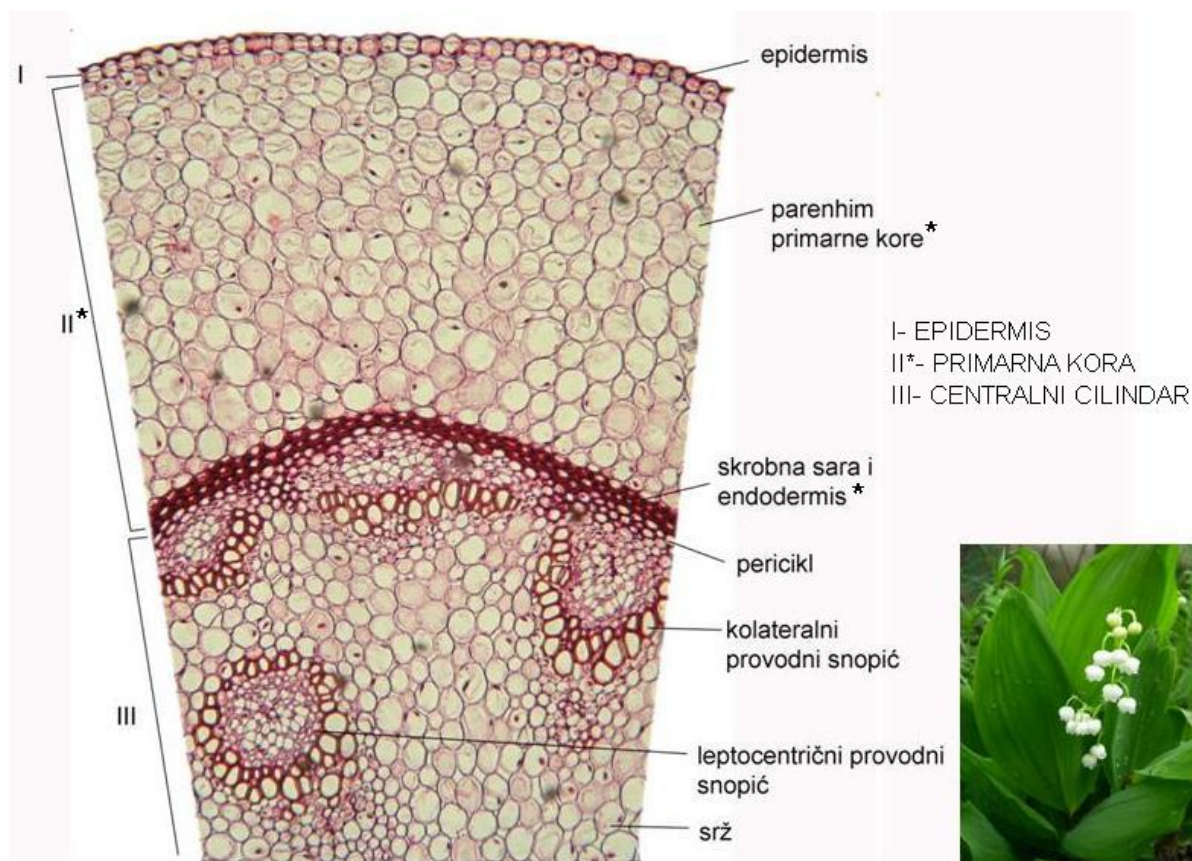
Sl. 70. Presjek kroz rizom kisele paprati (*Pteridium aquilinum*) i izgled biljke

### 6.1.2. GRAĐA RIZOMA (đurđevak- *Convallaria majalis*)

Histološki elementi koji se uočavaju na poprečnom presjeku kroz rizom đurđevka su: **epidermis, primarna kora i centralni cilindar** (sl. 71).

**Epidermis** je tipično građen, jednoslojan i prevučen izraženim slojem kutikule, a **primarna kora** je diferencirana na zonu perifernih tankozidnih i rastresitih **parehnijskih ćelija** i zonu debelozidnih i zbijenih ćelija **skrobne sare**, koja se završava **endodermisom**. **Centralni cilindar**, počinje jednoslojnim **periciklom**, koji oivičava **osnovno parehnijsko tkivo** centralnog cilindra, u koje su uronjeni dvovrsni provodni snopići. Periferni su **kolateralni** i središnji **koncentrični- amfivazalni ili leptocentrični**. Snopići su okruženi mehaničkim elementima.

Po diferencijaciji na osnovne histološke zone, rizom podsjeća na nadzemno stablo, međutim po podjednakoj razvijenosti primarne kore i centralnog cilindra on se ipak razlikuje (kod nadzemnog stabla centralni cilindar je najrazvijenija histološka zona).

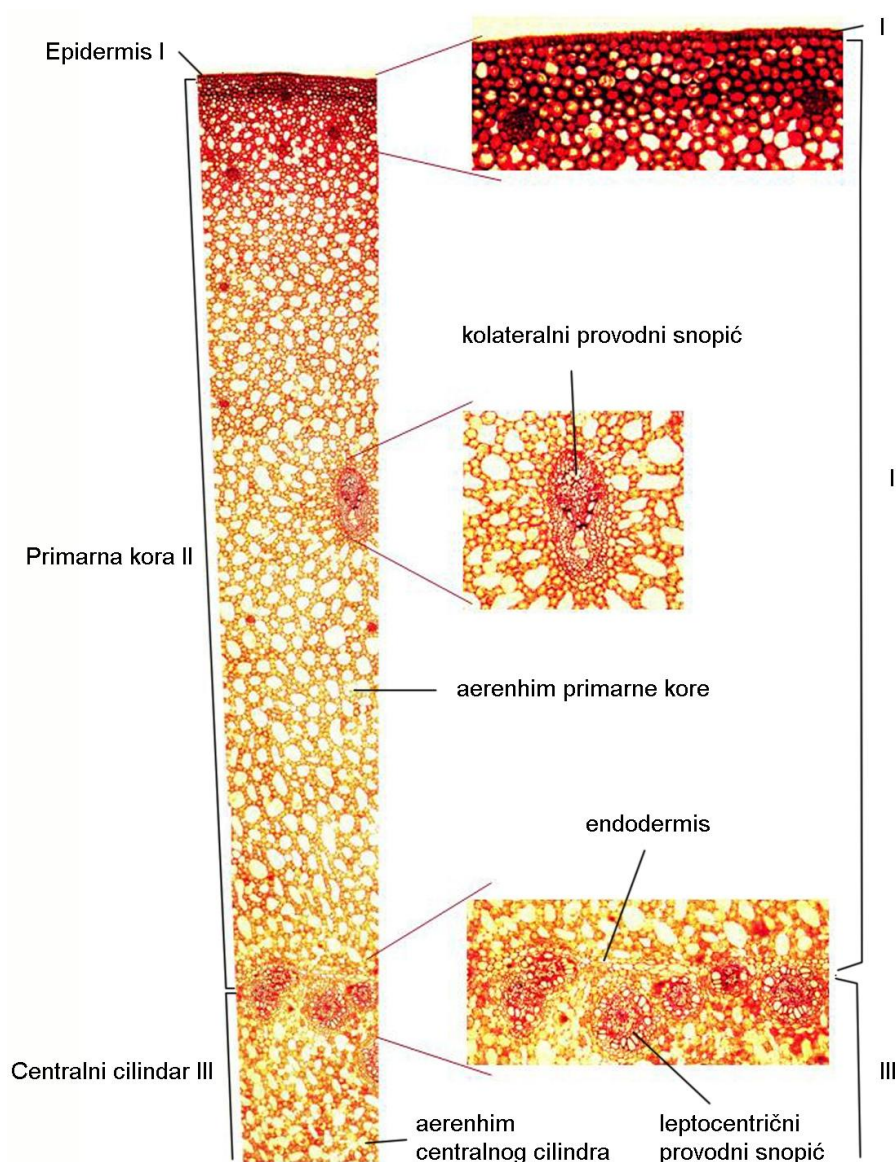


Sl. 71. Poprečni presjek kroz rizom đurđevka (*Convallaria majalis*) i izgled biljke

### 6.1.3. GRAĐA RIZOMA (iđorot- *Acorus calamus*)

Za razliku od kopnenih biljaka, rizomi vodenih posjeduju moćno razvijen **aerenhim** (parehnijsko tkivo sa krupnim intercelularima ispunjenim vazduhom- slika 30). On sačinjava glavni dio kako primarne kore, tako i centralnog cilindra.

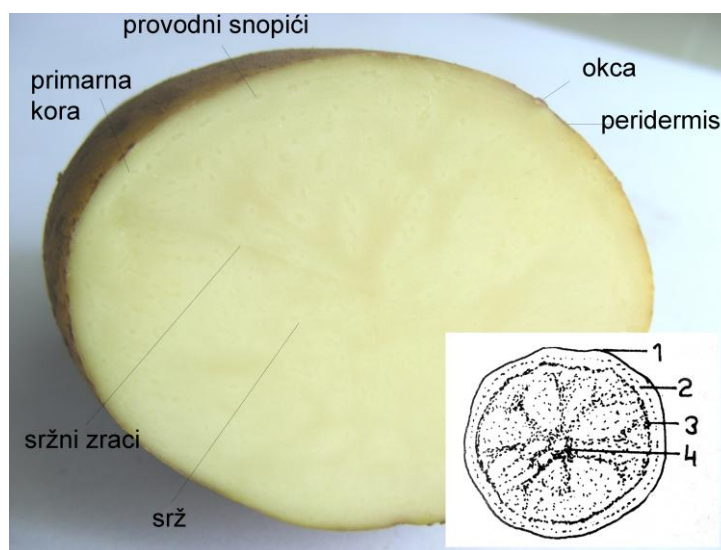
Na površini rizoma se nalazi jednoslojan **epidermis** izgrađen od sitnih i tijesno priljubljenih ćelija prekrivenih srednje debelom kutikulom (sl.72). Epidermis se nekad raskida i otpada, pa se na direktno površini nalazi 3-6 redova debelozidnih i zbijenih ćelija. Dalje, ispod slijedi zona okruglastih, tankozidnih i rastresitih ćelija aerenhima i na kraju endodermis, koji predstavlja granicu primarne kore i centralnog cilindra. U **aerenhimu primarne kore** se osim prostranih intercelularima uočavaju i rijetki **kolateralni provodni snopići**, okruženi mehaničkom sarom. Ćelije **endodermisa** imaju diskretna kasparijeva zadebljanja. Aerenhim predstavlja i glavni dio **centralnog cilindra**, međutim njegovi intercelulari su primjetno manji od istih u aerenhimu primarne kore. Provodni snopići su brojniji i po tipu **koncentričan amfivazalni ili leptocentričan**. Među ćelijama aerenhima mogu se uočiti ćelije sa uljima, skrobom, kristalima, rjeđe sa taninima.



Sl. 72. Presjek kroz rizom iđirota (*Acorus calamus*)

## 6.2. GRAĐA KRTOLE (krompir- *Solanum tuberosum*)

Krtola je skraćeni metamorfozirani podzemni izdanak ograničenog rasteња. Obavijena je **peridermisom**, sagrađenim od radijalnih nizova plutinih ćelija, nastalih diobama i diferencijacijom ćelija felogena. Ispod periderma se nalazi tanak sloj **primarne kore**, predstavljen parenhimskim ćelijama, a zatim **provodni snopići**, i između njih radijalne zone parenhima koje odgovaraju sržnim zracima stabla. Najveći dio krtole otpada na **srž**, sačinjenu od krupnih parenhimsih ćelija ispunjenih škrobnim zrnima (sl. 73).



Sl. 73. Presjek kroz krtolu krompira (*Solanum tuberosum*) i shema presjeka (Šinžar 1974):  
1- Pluta, 2- Kora, 3- Provodni snopić, 4- srž

## 6.3. GRAĐA LUKOVICE (crni luk- *Allium cepa*)

**Lukovica** je metamorfoza izdanka u kojem su rezervne materije smještene u listovima. Građa lukovice crnog luka je već objašnjena u okviru vježbe o ćeliji (str. 6, sl. 4.).



## 7. ANATOMSKA GRAĐA LISTA

List je organ ograničenog rasteanja. Razvija se na vegetativnoj kupi iz lisnih primordija (začetaka listova), a njegove glavne funkcije su asimilacija i transpiracija.

Uzimajući u obzir veliku raznolikost ekoloških formi listova, u uvodnoj riječi ćemo pokušati da uopšitimo njegovu anatomiju, a zatim se na konkretnim primjerima upoznati sa građom lista biljaka sušnih staništa (pr. oleander i bor), umjerenih (pr. bukva), i vodenih staništa (pr. lokvanj).

Na poprečnom presjeku lista uočavaju se sledeći histološki elementi: **epidermis**, **mezofil**, **provodno** i **mehaničko tkivo**.

**Ćelije epidermisa** se odlikuju zadebljalim i ispupčenim spoljašnjim zidovima, koji su često kutinizirani. U zavisnosti od ekoloških prilika koje na staništu vladaju, on može biti različit (tabela x.)

Tkivo koje se nalazi između dva epidermisa naziva se **mezofil**. On je uglavnom izgrađen od dvovrsnih ćelija parenhimskog tipa: **palisadnih**, koje su izdužene, vertikalne, paralelno postavljene jedna uz drugu i **sunderastih**, koje su nepravilnog oblika i rastresite. Ljevkaste ćelije gornjeg sloja sunderastog tkiva koje se nalaze u direktnom kontaktu sa palisadnim ćelijama označene su kao **ćelije sabiračice**. Njihov zadatak je da obezbijede transport asimilata stvorenih u palisadnom tkivu do floema provodnih snopića. Sunderasto tkivo ima ulogu u transportu, provjetravanju, a u njemu se u manjoj mjeri i odvija process asimilacije. Razvijenost i diferenciranost mezofila je takođe uslovljena ekološkim prilikama staništa (tab. 5).

**Provodno tkivo** čine snopići **zatvorenog kolatralnog tipa**, u kojima je ksilem orjentisan ka licu, a floem ka naličju.

**Mehaničko tkivo** uglavnom gradi mehaničku saru oko provodnog snopića ili se nalazi uz sam obod lista.

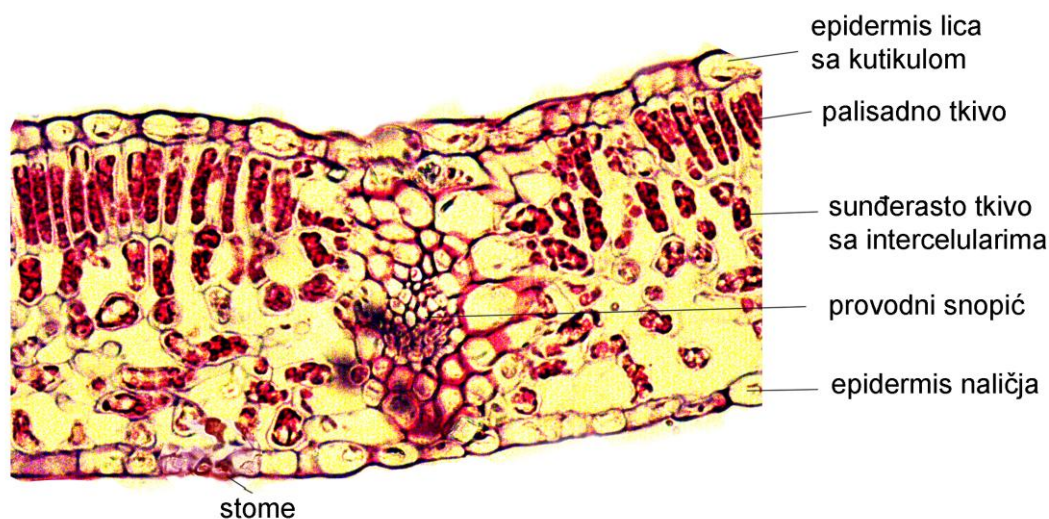
Ekološka forma biljaka	Kutikula	Epidermis	Stome	Palisadno tkivo
Biljke sušnih staništa (oleander- <i>Nerium sp.</i> )	Debela, razvijena na licu i naličju	Višeslojan	Na naličju <sup>4</sup> , ispod nivoa epidermalnih ćelija	Ispod lica lista (adaksijalno) i ispod naličja (abaksijalno)
Biljke umjerenih staništa (bukva- <i>Fagus sp.</i> )	Tanka, razvijena na licu i naličju	Jednoslojan	Na naličju, u nivou epidermalnih ćelija	Ispod lica lista (adaksijalno)
Biljke vodenih staništa (bijeli lokvanj- <i>Nymphaea alba</i> )	Tanka, samo na licu	Jednoslojan	Na licu, u nivou epidermalnih ćelija	Ispod lica lista (adaksijalno)

Tab. 5. Ekološke forme biljaka i njihove anatomske osobenosti

<sup>4</sup> U odnosu na položaj stoma listovi su: **hipostomatični** (stome na naličju), **epistomatični** (stome na licu) I **amfistomatični** (stome su kako na licu, tako i naličju)

## 7.1. GRAĐA LISTA BILJAKA UMJERENIH STANIŠTA

Na površini presjeka kroz list bukve uočavaju **jednoslojni epidermis lica**, prevučeni tankom kutikulom. Ispod njega se nalazi **mezofil**, diferenciran na jedno- ili dvoredno **palisadno** i višeredno i rastresito **sunđerasto tkivo**, u kojem se uočavaju veliki intercelulari. U mezofilu se nalaze i provodni snopići, **zatvorenog kolateralnog tipa**, u kojima je ksilem orijentisan sa licu lista (adaksijalno), a floem ka naličju (abaksijalno). Snopići su okruženi parehnijskom i mehaničkom sarom. Epidermis naličja je jednoslojan i sa stomama, pozicioniranim u nivou epidermalnih ćelija (sl. 74).



Sl. 74. Presjek kroz list bukve (*Fagus sylvatica*)



Sl. 75. Bukva (*Fagus sylvatica*)

### **Objekat:**

List bukve (*Fagus sylvatica*, fam. *Fagaceae*, Cl. *Magnoliopsida*/ dikotile)

**Opis:** Bukva je listopadno drvo, sa naizmjeničnim, jajolikim listovima, koji su u mladosti na rubu trepavičavi, a na naličju vunasto dlakavi duž nerava. Lice lista je glatko, sjajno, tamnozeleno, a naličje je svjetlije. Cvjetovi su jednopolni, muški u okruglastim cvastima, a ženski se nalaze u zajedničkom omotaču- kupuli (sl 75). Plod je oraščica. Bukva ulazi u sastav čistih ili mješovitih šuma montanog i subaplinskog pojasa. Nativna je u našoj flori i gradi jasan visinski pojas, kako na primorskim, tako i kontinentalnim planinama.

### **Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** List bukve saviti u obliku mijeha od harmonike i na taj način dobiti dovoljno debelu površinu na rezanje. Poravnati je a zatim napraviti više poprečnih presjeka. Ili list bukve ukalupiti između dvije pločice stiropola, a zatim raditi presjek.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode, a zatim staviti i pokrovno staklo.

**Zadatak 1:** Preparat staviti na stočić mikroskopa. Na osnovu položaja stoma odrediti lice, odnosno naličje lista. Posmatrati histogene zone i pod velikim uveličanjem ih detaljnije proučiti. Obratiti pažnju da su epidermis lica i naličja jednoslojni, da je palisadno tkivo razvijeno samo na licu lista i da se stome nalaze u nivou epidermalnih ćelija.

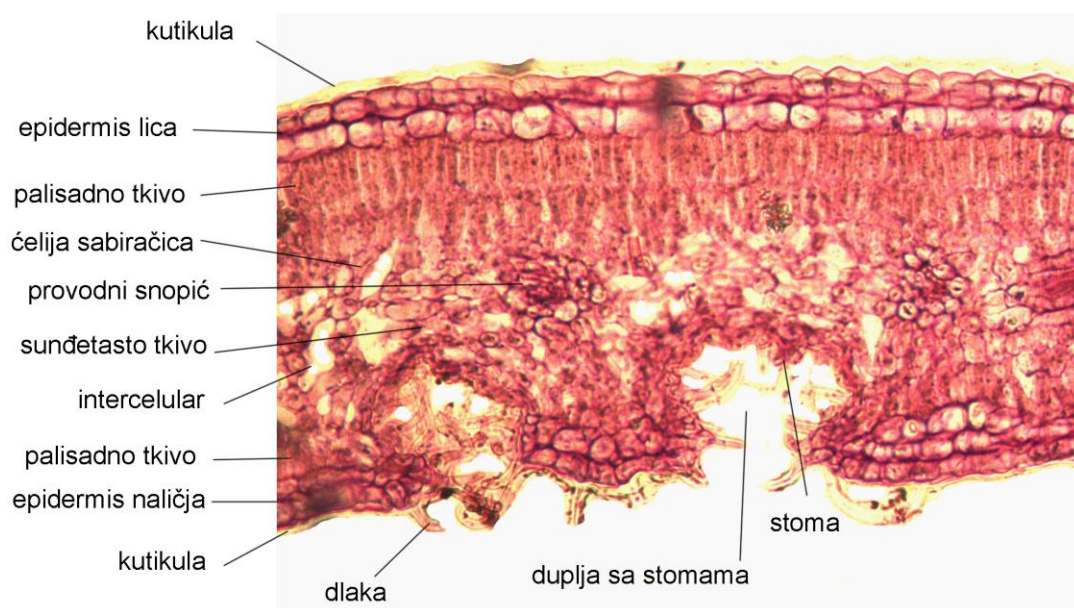
**Zadatak 2:** Grafički prikazati presjek kroz list i na crtežu označiti sledeće elemente: kutikula, epidermis lica, palisadno tkivo, sunđerasto tkivo, provodni snopić, epidermis naličja, stome.

## **7.2. GRAĐA LISTA BILJAKA SUŠNIH STANIŠTA**

### **7.2.1. Građa lista oleandera- *Nerium oleander***

Da bi opstale na sušnim staništima biljke su razvile niz morfo-anatomskih prilagođenosti: jače razvijeno površinsko tkivo, pojavu moćne kutikule, višeslojan epidermis, abaksijalan položaj stoma i njihovo uvlačenje ispod nivoa epidermalnih ćelija; bolju diferenciranost mezofila; dvostrano palisadno tkivo i slabije izraženi interceulari u mezofilu, brojniji provodni snopići.

Na licu lista oleandera nalazi se uglavnom **troslojan epidermis**, koji je prekriven moćnom kutikulom. Površinski sloj epidermisa vrši tipičnu funkciju, a ostali predstavljaju rezervoar za vodu i imaju mehaničku funkciju. **Mezofil** je raščlanjen na tri zone: **dvoredno adaksijalno palisadno tkivo**, **višeredno sunđerasto tkivo** i **jednoredno abaksijalno palisadno tkivo**. U mezofilu su uočljivo **zatvoreni kolateralni provodni snopić**, koji su okruženi parenhimskom i mehaničkom sarom. Epidermis naličja je takođe troslojan i prevučen kutikulom, a u njemu se jasno uočavaju invaginacije, tj. **duplje sa stomama**. Duplje dospijevaju do sunđerastog tkiva, a pojedine ćelije epidermisa se uzdužuju u dlake (sl. 76).



**Sl. 76.** Presjek kroz list oleandera (*Nerium oleander*)

**Objekat:**

List oleandera (*Nerium oleander*, fam. *Apocynaceae*, Cl. *Magnoliopsida*- dikotiledone biljke)

**Opis:** Oleander se odlikuje drvenastom i vječnozelenom formom. Njegovi listovi su kožastim, lancetasti i zašiljeni i koji uglavnom stoje u pršljenima po tri. Cvjetovi su krupni, uglavnom rozi, a u njihovom ždrijelu se nalaze upadljive resaste ljuške (sl 77). Biljka preferira sušna, osunčana i kamenita staništa i jedino je u okolini Risna zabilježen kao samonikao na području Crne Gore. Zbog svoje atraktivnosti vrlo čestu ulazi u sastav dekorativne flore (sub)mediteranskih naseobina.



Sl. 77. Oleander (*Nerium oleander*)

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz list oleandera

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode, a zatim staviti i pokrovno staklo.

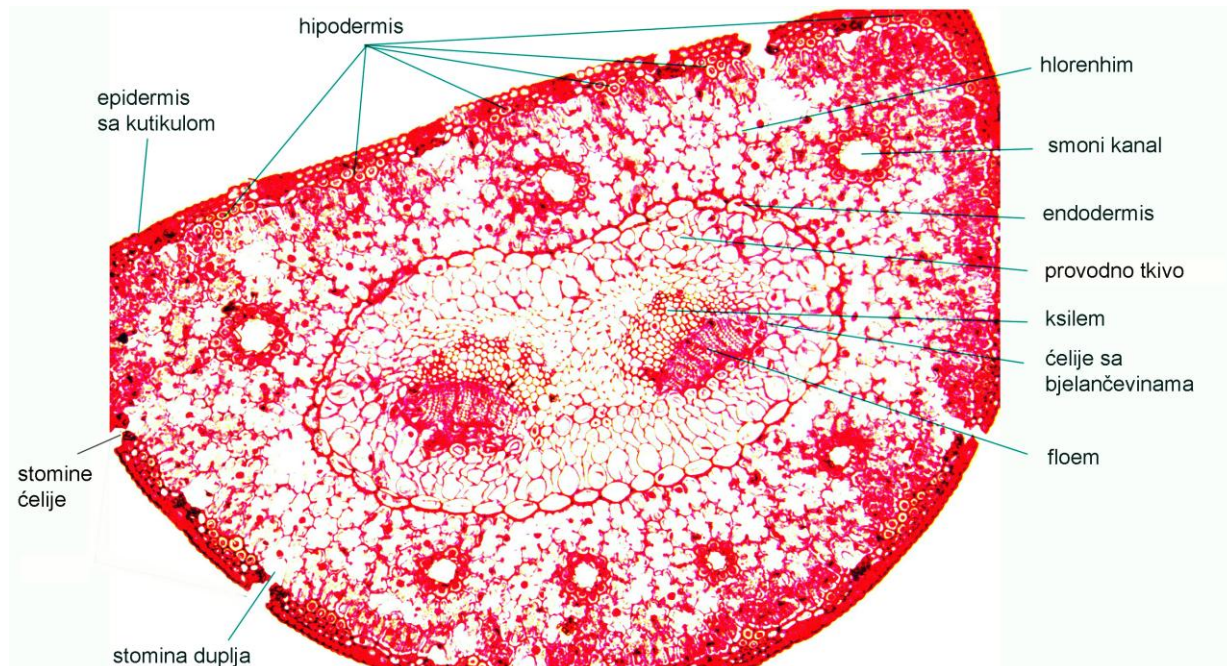
**Zadatak 1:** Preparat staviti na stočić mikroskopa. Na osnovu položaja stominih duplji odrediti lice, odnosno naličje lista. Posmatrati histogene zone i pod velikim uvećanjem ih detaljnije proučiti. Obratiti pažnju na detalj da su epidermis lica i naličja višeslojni, s tim što je epidermis lica razvijeniji. U mezofilu se nalaze dva sloja palisadnog tkiva: dvoredno palisadno tkivo ispod lica lista i jednoreдно palisadno na naličju.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati presjek kroz list i na crtežu označiti sledeće elemente: kutikula, epidermis lica, palisadno tkivo, ćelije sabiračice, sunderasto tkivo, provodni snopić, palisadno tkivo, epidermis naličja, kutikula, duplja sa stamama, stome, dlake.

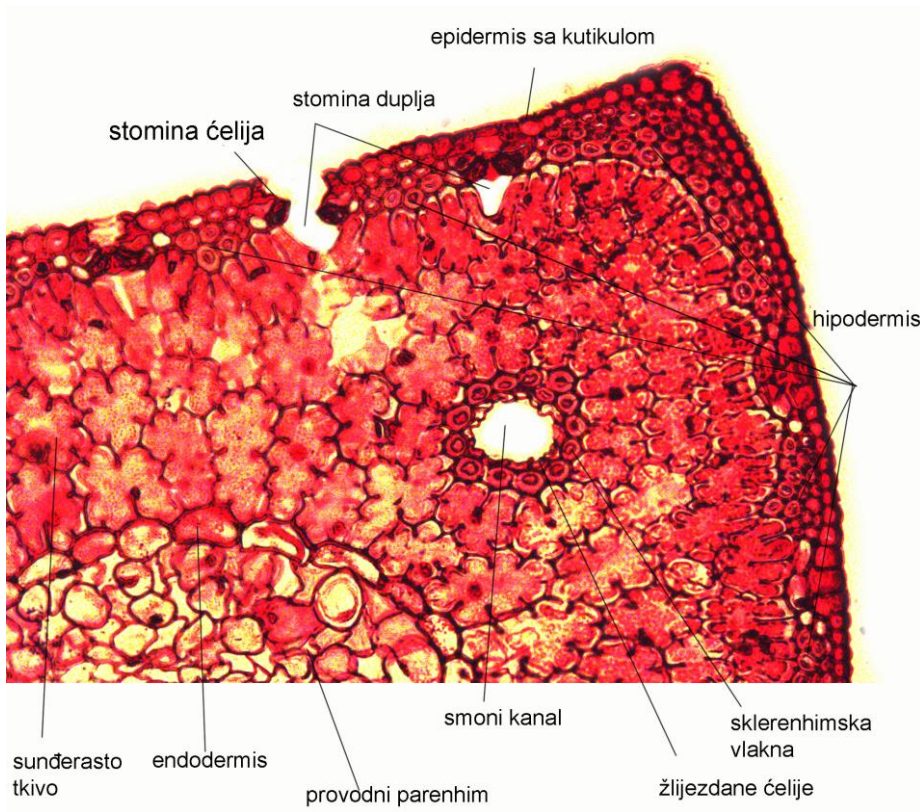
### 7.2.1. Građa iglice bora- *Pinus sp.*

Na poprečnom presjeku iglica bora je poluokruglasta. Zaravnjena strana predstavlja lice lista, a polukružna njegovo naličje. Histogene zone koje se mogu razlikovati na presjeku su: epidermis, hipodermalni sklerenhim, mezofil, endodermis i provodni cilindar.

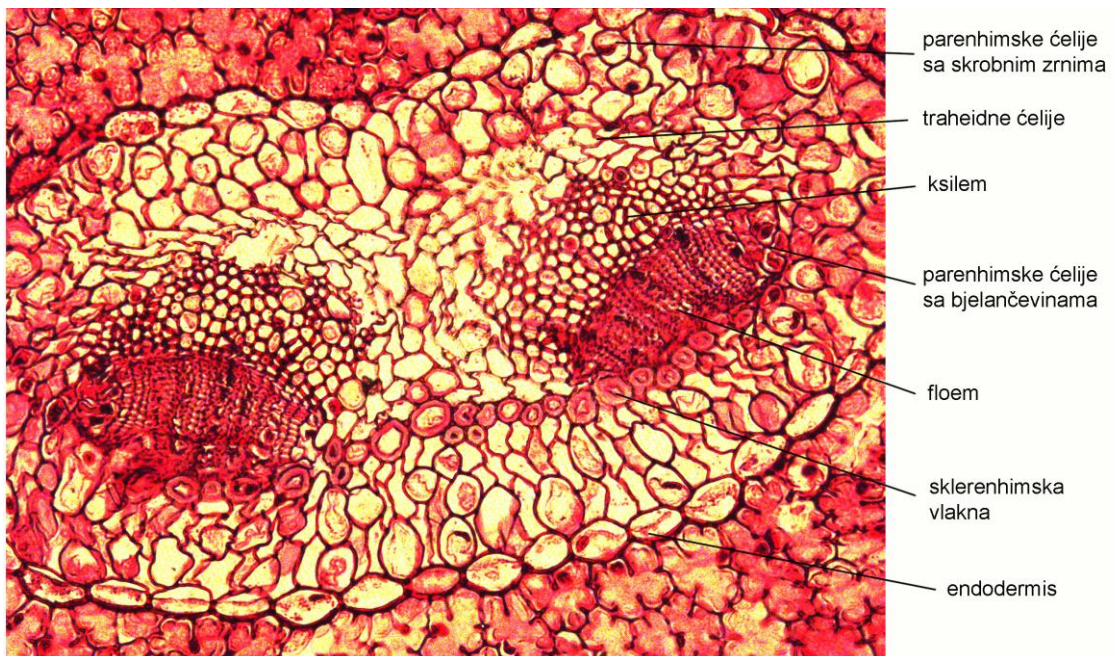
**Epidermis** je jednoslojan i prevučen moćnom kutikulom. Zidovi epidermalnih ćelija su zadebljali i lignifikovani, sem na mjestima na kojima se dodiruju sa stominim ćelijama. Stome su raspoređene sa obe strane lista, što bi značilo da je list **amfistomatalni** (za razliku od listova oleandera i bukve koji su hipostomatalni). Ispod epidermisa se nalazi **hipodermalni sklerenhim**, koji je najrazvijeniji na uglovima. U ostalim djelovima lista on je jednoslojan ili u vidu malih višeslojnih nakupnina. **Mezofil** (hlorenhim) je homogen i izdrađen od jednoličnih ćelija, taknih i nabranih zidova. U njemu se uočavaju **smoni kanali**, koji predstavljaju intercelulare okružene žlezdanim ćelijama i sklerenhimskim vlaknima. Zadnji sloj ćelija hlornhima naliježe na **endodermis**, koji je jednoslojan i izgrađen od izduženih ćelija koje su paralelne površini lista. Endodermis okružuje **provodni cilindar** u kojem se nalazi provodno tkivo (parenhimske ćelije sa skrobom i traheidalne ćelije), dva kolateralna provodna snopića i sklerenhimska vlakna. Provodni snopići su samo u početku otvoreni, jer njihov kambijum gubi aktivnost odmah poslije prve godine. Ksilem je izgrađen od spiralnih traheida i okrenut je ka zaravnjenoj strani lista (licu), a floem čine sitaste ćelije i on je orjentisan ka zaobljenoj strani (naličju). Sa bočne strane snopića, u nivou floema, uočavaju se ćelije sa bjelančevinama. Organska materija stvorena u hlornhimu, preko endodermisa i provodnog tkiva dolazi do ćelija sa bjelančevinama, a preko njih do floema. Preko traheidalnih ćelija voda i mineralne materije od ksilema putuju ka asimilacionom tkivu (slike 78-80).



Sl. 78. Presjek kroz iglicu bora (*Pinus sp.*)



Sl. 79. Presjek kroz iglicu bora- stome



Sl. 80. Presjek kroz iglicu bora u nivou provodnog snopića

**Način pripreme preparata i zadaci:**

**Korak 1:** Napraviti više tankih poprečnih presjeka kroz suve ili konzervirane iglica bora. Koristiti metod kalupljenja u stiropol. Ako se radi sa suvih iglicama, prethodno obraditi vrelom vodom.

**Korak 2:** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica glicerina, a zatim staviti i pokrovno staklo.

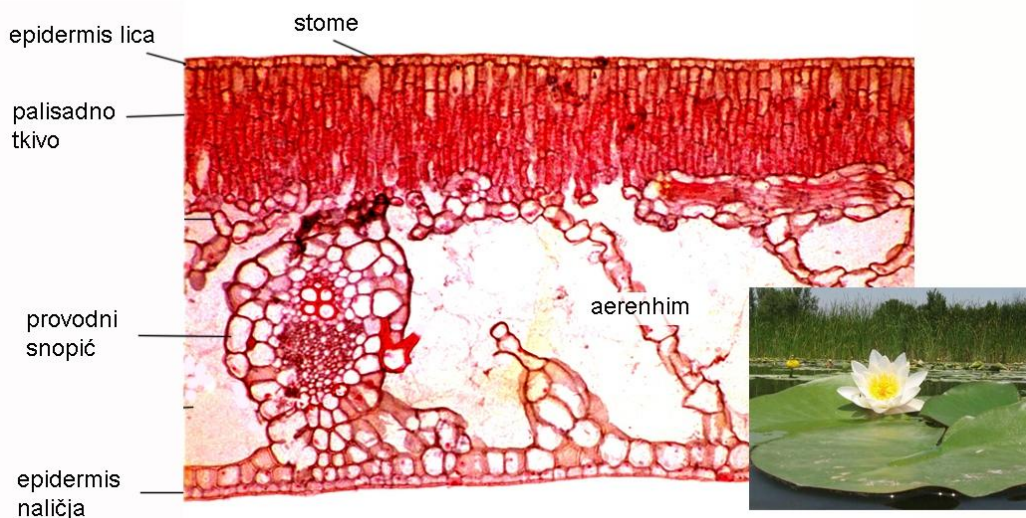
**Zadatak 1:** Preparat staviti na stočić mikroskopa. Na osnovu oblika lista odrediti lice, odnosno naličje. Posmatrati histogene zone i pod velikim uvećanjem ih detaljnije proučiti. Obratiti pažnju na raspored stoma, neravnomjernu razvijenost hipodermisa, orijentaciju floema i ksilema.

**Zadatak 2:** Grafički prikazati presjek kroz list i na crtežu označiti sledeće elemente: kutikula, epidermis, stoma, stamina duplja, hipodermis, smoni kanali, hlorenhim, endodermis, provodni parenhim, provodni snopići

### 7.3. GRAĐA LISTA VODENIH BILJAKA

Voda predstavlja jako specifičnu životnu sredinu, koja u poređenju sa kopnenom ima niz prednosti, ali i ograničenja. U njoj biljke nisu izložene nedostatku vode, ali mogu biti izložene nedostatku kiseonika, mineralnih materija ili oslabljenom intenzitetom svjetlosti. U pogledu životne forme, vodene biljke su **submerzne** (podvodne), **flotantne** (plivajuće) i **emerzne** (izdignute iz vode). U okviru ove vježbe biće proučena građa flotantnog lista na primjeru bijelog lokvanja (*Nymphaea alba*).

Na površini lista bijelog lokvanja, kako na njegovom licu, tako i naličju, nalazi se **jednoslojan epidermis**. **Stome** su pozicionirane samo na licu lista (epistomatalni listovi), kao i **kutikula**. Kutikula je tanka i prožeta voštanim materijama koje stvaraju glatku površinu sa koje voda lako klizi, i samim tim isključuje opasnost od zatvaranja stoma ali i “zadržavanja” drugih organizama, što predstavlja opasnost od oštećenja i bržeg propadanja. **Mezofil** je predstavljen višeslojnim **palisadnim tkivom**, izgrađenim od uskih i izduženih ćelija i **aerenhimom**, u vidu nizova nepravilnih parenhimskih ćelija sa krupnim intercelularima. U njemu se nalaze reducirani **provodni snopići** ali mjestimično i mehanički elementi tipa asterosklereida (sl. 81).



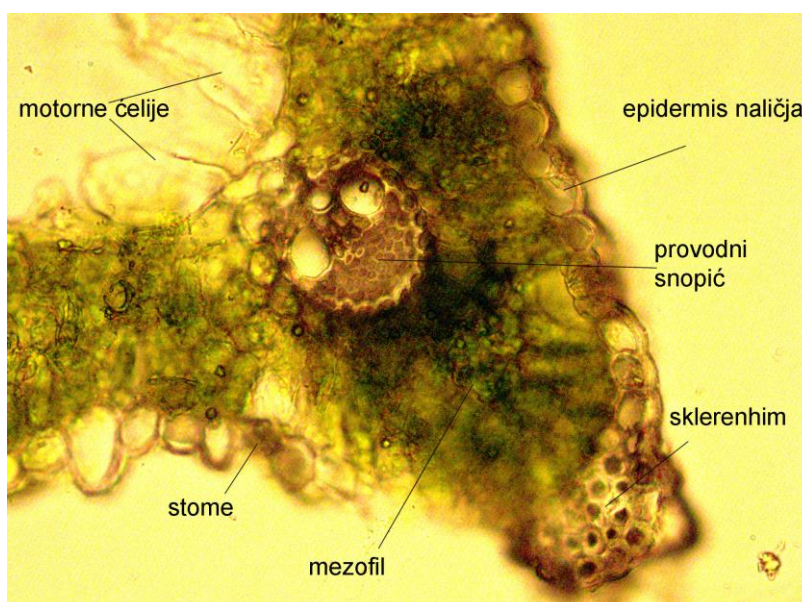
Sl. 81. Presjek kroz list lokvanja (*Nymphaea alba*)

## 7.4. GRAĐA LISTA TRAVA

Većina monokotiledonih biljaka se odlikuje tzv. **izobilateralnim listom**, čiji mezofil nije diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo, a stome se nalaze na licu i na naličju epidermisa lista (amfistomatični listovi).

Detaljnije će biti proučena anatomija lista trava, koji predstavlja jedan od najspecifičnijih listova među monokotiledonim biljkama. Kod kserofilnih vrsta uočava se fenomen da se adaksijalne ćelije epidermisa, a koje se nalaze duž centralnog nerva, modifikuju u krupne, tankozidne i bezbojne ćelije- **mjehuraste** ili **motorne ćelije** (sl. 82).. One diktiraju mehanizam otvaranja i uvrtnja lista. U povoljnih hidroloških prilikama ćelije bubre i liska se otvara, dok u nepovoljnim ćelije gube vodu, njihov lumen se smanjuje i list se uvija

Posebnu karakteristiku lista trava predstavljaju u subepidermalne nakupnine **sklerenhimskih ćelija**. Njihov raspored u listu se kod nekih rodova trava (*Festuca*, *Brachypodium*) koristi kao važan determinacioni marker vrsta.



Sl. 82. Presjek kroz lista *Dactylis glomerata*

Osim *Dactylisa*, postoji čitav niz drugih vrsta i rodova trava koje mogu poslužiti kao pogodan objekat za proučavanje ovog tipa izobilateralne građe lista, međutim opredijelili smo se baš za njega iz razloga jer je široko rasprostranjen i lako prepoznatljiv.

**Objekat:**

List trave (*Dactylis glomerata*, fam. *Poaceae*, Cl. *Liliopsida*- monokotiledone biljke)

**Opis:** Višegodišnja trava, koja gradi malene busene. Stabljika uspravna, visoka i koljeničasta. Listovi naizmjenični, linearni, plavičasto-zeleni, sa dugim jezičkom i spljoštenim rukavcima. Klasići u metličasto jajasto-piramidalnoj cvasti.

Ova široko rasprostranjena vrsta naseljava i širok spektar staništa: livade, travnjake, vegetaciju pored puteva, šikare, ruderalna staništa itd.





Sl. 83. Izgled trave *Dactylis glomerata*

***Način pripreme preparata i zadaci:***

***Korak 1:*** "Ukalupiti" list *Dactylusa* u stiropol, a zatim napraviti više tankih poprečnih presjeka, obavezno obuhvatajući centralni lisni nerv.

***Korak 2:*** Presjeke staviti na predmetno staklo, na koje je prethodno nanijeta kapljica vode, a zatim staviti i pokrovno staklo.

***Zadatak 1:*** Preparat posmatrati pod najmanjim uveličanjem i razlučiti osnovne histološke zone, a zatim pod većim uveličanjima proučiti oblik histoloških elemenata.

***Zadatak 2:*** Grafički prikazati presjek kroz list i na crtežu označiti elemente sa sl. 82.

## 8. ANATOMSKA GRAĐA CVIJETA

Cvijet je izmijenjeni izdanak ograničenog rasteanja, na kojem su listovi metamorfozirani u vezi sa polnim razmnožavanjem.

Osnovni djelovi cvjeta su: **cvjetna lože** (skraćena osovina), koja nosi izmijenjene listove: **listiće perijanta, prašnike i tučak**.

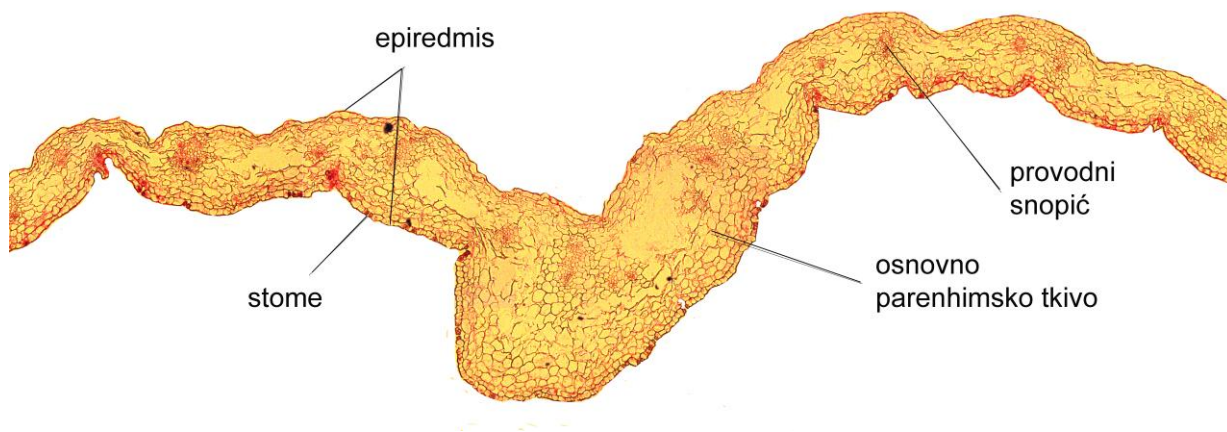
### 8.1. ANATOMSKA GRAĐA LISTIĆA PERIJANTA

U odnosu na diferenciranost listića, perijant može biti **dvojan (heterohlamidan)**, tj. raščlanjen na listiće čašice i krunice, **jednostavan ili prost (monohlamidan, perigon)**, a nekad u potpunosti nedostaje (**ahlamidan**).

Građa listića perijanta biće izučena na primjeru ljiljana (*Lilium sp.*)

Perijant ljiljana je **prost (perigon)** i uz to **krunicolik**. Ovaj naziv se koristi u slučajevima kada su listići perigona bijeli ili živo obojeni, te liče na krunicu. Perigon čija je osnovna boja zelena, se naziva **čašicoliki perigon** (pr. *Helleborus*- kukurijek).

Po unutrašnjoj građi listići perijanta liče asimilacionim listovima. Na njihovoj površini se nalazi **jednoslojni epidermis** sa reduciranom kutikulom i stomama, a u unutrašnjosti je **mezofil-osnovno parenhimsko tkivo** sa **provodnim snopićima** (sl. 84). Mezofil nije diferenciran na palisadno i sунđerasto tkivo. U njemu se zapažaju intercelulari.



Sl. 84. Građa listića perigona ljiljana (*Lilium sp.*)

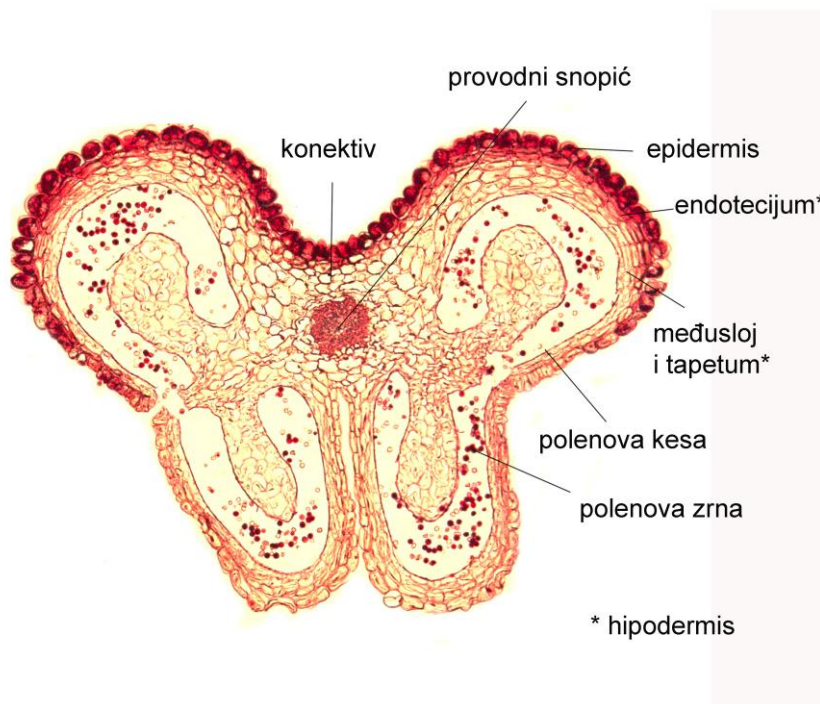
### 8.2. ANATOMSKA GRAĐA ANTERE

**Antera ili prašnica** predstavlja fertilni dio prašnika u kojem se obrazuje polen. **Anteru** nosi **prašnički konac (filamentum)** koji je sterilan. Njegova dužina varira od vrste do vrste u uslovljena je načinom oprašivanja.

Građa antere će biti izučena na primjeru ljiljana (*Lilium sp.*). Ona je sastavljena od **dvije polutke** ili **dvije poluantere**, međusobno povezane **konektivom**- sterilnim tkivom koje predstavlja nastavak prašničkog konca. U centralnom dijelu konektiva se uočava **provodni snopić**.

Svaka poluantera je uzdužnom pregradom podijeljena na **dvije prašničke kese**. U njima uočava veliki broj **polenovih zrna**.

Zid poluantere, koji opkoljava unutrašnje sporogeno tkivo, je višeslojan. Površinski sloj je predstavljen jednim redom krupnih ćelija i označen je sa **epidermis**, dok su donji slojevi zajedničkim imenom označeni sa **hipodermis**. U njegov sastav ulazi sloj neživih ćelija čiji su zidovi na karakterističan način zadebljali (**endotecijum** ili **fibrozni sloj**), zatim jedan ili nekoliko slojeva sitnih živih ćelija (**međusloj**) i na kraju je sloj krupnijih ćelija, koji direktno naliježe na sporogeno tkivo (**tapetum**). Tokom procesa razvoja antere, ćelije tapetuma i međusloja se raskidaju, a njihov sadržaj služi za ishranjivanje polenovih zrna. Na presjeku kroz stariju anteru ovi slojevi se ne mogu jasno razlučiti (sl. 85).



Sl. 85. Presjek kroz anteru ljiljana (*Lilium sp.*)

Iako je glavna funkcija prašnika da obrazuje polena, svi prašnici u cvijetu obavezno nisu fertini. Prašnici koji su izgubili sposobnost stvaranja polena se nazivaju **staminodije**. Kod nekih vrsta oni imaju ulogu nektarija.

Važno je još znati da je skup svih prašnika u cvijetu obuhvaćen terminom **andreceum** (*androceum*). U nekim slučajevima on je predstavljen samo sa jednim prašnikom.

### 8.2.1. POLENOVA ZRNA

Oblikom, veličinom i načinom grupisanja polenova zrna variraju od vrste do vrste i ove osobine su prvenstveno uslovljene načinom oprašivanja.

U najvećem broju slučajeva zrna su elipsoidna ili sferična. Njihova površina može biti glatka ili sa finim izraštajima ili udubljenjima (slike 86-1-7) ili sa uočljivim bradavičavim izraštajima (slika 86-8) ili brazdama.

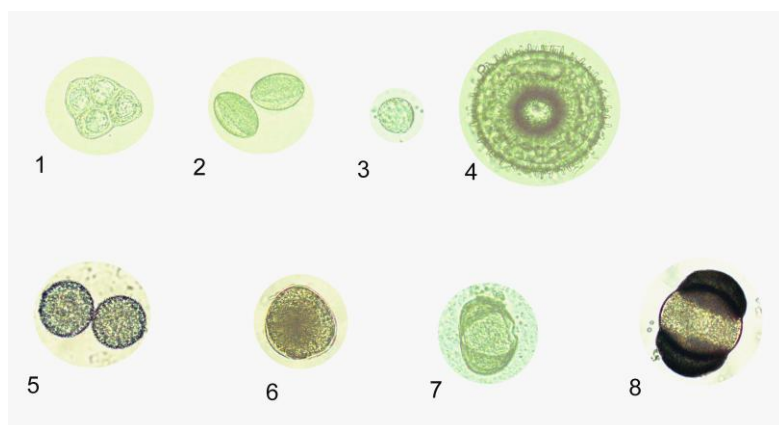
Kod nekih biljaka zrna su grupisana u tetrade (slika 86-1) ili su u gomilicama, međutim kod većine biljaka su pojedinačna (slika 86-2-8).

Među proučavanim tipovima polenovih zrna, najsitnija ima jasen (slika 86-3), a najkrupnija sljez i bor (slika 86-4, 86-8).

Osim po veličini, polenovo zrno bora je specifično i zbog prisustva vazdušastih mjehurova (sl. 86- 4).

Potpuno formirano polenovo zrno ima dvije opne: unutrašnju- intinu i spoljašnju egzinu.

Vazdušasti mjerurovi polenovog zrna bora se stvaraju između ovih opni i pomažu raznošenju polena vjetrom.



Sl. 86: Polenova zrna 1- orhideja (*Orchis sp.*), 2- kupus (*Brassica sp.*), 3- jasen (*Fraxinus sp.*), 4- sljez (*Malva sp.*), 5- šumarica (*Anemone sp.*), 6- trava (*Aegilops sp.*), 7- čapljan (*Asphodelus sp.*), 8- bor (*Pinus sp.*)- sjemena su fotografisana pod istim uvećanjem.

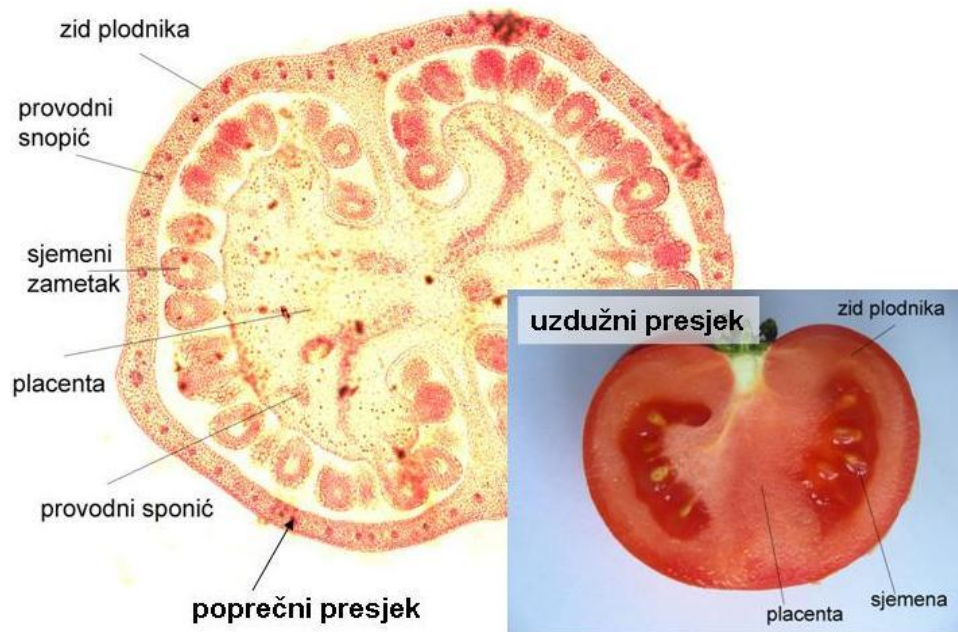
### 8.3 GRAĐA PLODNIKA TUČKA

**Tučak (pistillum)** predstavlja jedinstvenu strukturu u cvjetu, nastalu od jednog ili od više međusobno sraslih **oplodnih listića- karpela (carpellum)**. I dok je zadatak prašnika kao “muške” komponente cvijeta da stvara polen, zadatak **tučka** kao ženske je da **štiti sjemene zametke**. Sjemeni zameci se nalaze “skriveni” u plodniku tučka i upravo po toj osobini se cvjetnice još nazivaju i skrivenosjemenjače.

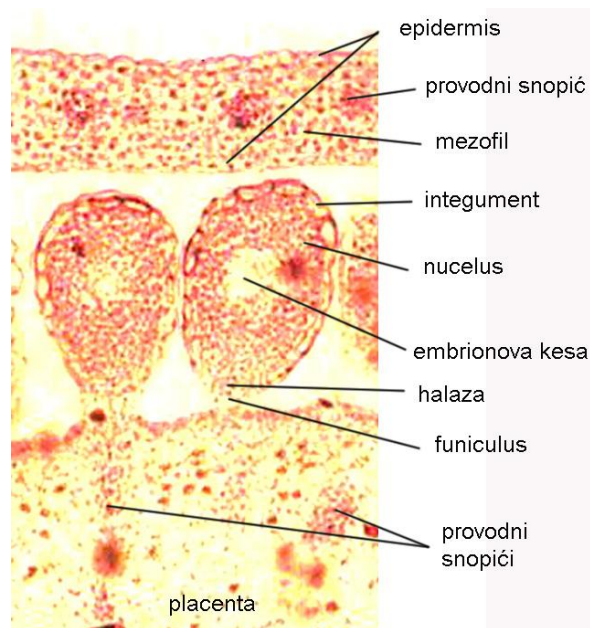
Tipičan tučak je morfološki diferenciran na **plodnik (ovarium)**, **vrat (stylus)** i **žig (stigma)**.

Na konkretnim primjerima: krompir (*Solanum tuberosum*) i paradajz (*Solanum lycopersicum*), plodnik je dvoook i nastao je savijanjem i srastanjem dva oplodna listića. Na mjestu srastanja zid oplodnih listića razrasta i tvori **placentu**, na kojoj se nalaze **sjemeni zameci** (sl. 87). Osnovni elementi anatomske građe plodnika su **zid plodnika, placenta i sjemeni zameci**. **Zid** je izgrađen od tri sloja. Na njegovoj spoljašnjoj i unutrašnjoj površini se nalazi jednoslojni **epidermis**, a između njih je **mezofil**. Mezofil je izgrađen od ovalnih, tankozidnih parenhimskih ćelija, i u njemu se uočavaju provodni snopići. **Placenta** je, kao i mezofil, izgrađena od krupnih tankozidnih parenhimskih ćelija i u njoj se nalaze provodni snopići. Suženi dio sjemenog zametka kojim se on pričvršćuje za placentu označen je kao **funiculus** (drška). Mjesto na kom funikulus prelazi u prošireni dio zametka naziva se **halaza**. Omotač sjemenog zametka je imenovan kao **integumentum**, a unutrašnje tkivo kao **nucleus**. Integument na vrhu nucelusa ne srasta, pa se obrazuje **mikropilarni kanal**. Preko ovog kanala polenova cijev ulazi u sjemeni zametak. U nucelusu se uočava **embrinova kesa**.

Iz sjemenih zametaka se nakon oplodjenja obrazuje sjeme (sl. 87, 88).



Sl. 87. Presjek kroz plodnik pomoćnice (*Solanum tuberosum*) i uzdužni presjek ploda paraiza (*S. lycopersicum*)



Sl. 88. Makrodetalj- zid plodnika i sjemeni zametak

Na tučku krompira se nalazi samo jedan vrat i na njemu jedna njuška, međutim to nije opšte pravilo koje važi sa sve biljke. Kod nekih vrsta vrat je jedan, ali ima tri njuške (šafan) ili vratova može biti pet (lan) ili vrat nedostaje, pa njuške sjede direktno na plodniku (mak).

Broj oplodnih listića takođe varira od vrste do vrste. Mahunarkama je tako svojstven samo jedan oplodni listić, ljiljanima tri, a karanfilu pet.

Važno je još znati da je pojmom *gineceum* (*gynoeceum*) obuhvaćen skup svih oplodnih listića u cvijetu u da u zavisnosti od toga da li oplodni listići ostaju slobodni ili srastaju gineceum može biti *apokarpan* ili *sinkarpan*.

U velikom broju slučajeva pojmovi gineceum i tučak se preklapaju, međutim tučak ima uže značenje, jer se ograničen na monokarpne i sinkarpne gineceume.

**Fotoprilog.** Fotografije vrsta na kojima je izučavani tipovi polenovih zrna



*Orchis papilionacea*



*Brassica sp.*



*Malva sylvestris*



*Fraxinus ornus*



*Asphodelus microcarpus*



*Aegilops geniculata*

## Literatura:

- Anđelić, M. & Merkulov Lj. (1982): Praktikum iz anatomije i morfologije biljaka, II izdanje, Prirodno matematički fakultet- Institut z abilogiju, Novi Sad
- Blaženčić, J. (1994): Praktikum iz Anatonije biljaka sa osnovama mikroskopiranja, Naučna Knjiga Beograd
- Bowes, B.G. (1996): A Colour Atlas of Plant Srtructure, Manson Publishing
- Braune, W. Leman, A. & Taubert, H. (2007): Pflanzenanatomisches Praktikum I, 9. Auflage Spektrum Akademischer Verlag
- Bresinsky, A., Körner, C., Kadereit, J.W., Neuhaus, G., Sonnewald, U. (2008): Strasburger Lehrbuch der Botanik, 36. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag
- Cutler, D.F., Botha. T. & Stevenson, D.Wm. ( 2008): Plant anatomy: an applied approach, Blackwell Publishing
- Dickison, W.C. (2000): Integrative plant anatomy, Academic Press
- Gregory M. & Cutler D.F. (2003): Anatomy of Monocotyledons, IX Acoraceae and Araceae, Oxford Science Publications
- Kojić, M. (1984): Botanika, Naučna knjiga, Beograd
- Kück, U. & Wolf, G (2009): Botanisches Grundpraktikum, 2. Auflage, Springer
- Obradović, D. (2002): Svetlosni mikroskopi, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva- Beograd
- Petković, B. & Laušević-Duletić, S. (2001): Praktikum iz anatomije i morfologije biljaka, NNK International
- Stern, K.R., Bidlack, J.E. & Jansky, S.H. (2008): Introductory Plant Ecology, McGraw Hill Higher Education
- Stevanović, B.M. & Janković, M.M. (2001): Ekologija biljaka sa osnovama fiziološke ekologije biljaka, NNK International
- Tatić, B. & Petković, B. (1991): Morfologija biljaka, Naučna knjiga, Beograd
- Šinžar, B. (1974): Praktikum iz Botanike, za studente poljoprivrednog fakulteta, I dio, Naučna Knjiga Beograd